

اقتصاد حمل و نقل برقی

تحلیلی بر تحولات جهانی و پتانسیل ایران

نویسنده: دکتر علی میرزایی سیسان

تابش ۱۴۰۲

سلام

اقتصاد حمل و نقل برقی

تحلیلی بر تحولات جهانی و پتانسیل ایران

نویسنده: دکتر علی میرزایی سیسان

تابستان ۱۴۰۲

محدودیت‌های این کتاب

آخرین پیشرفت‌ها و چالش‌های مرتبط با برقی سازی حمل و نقل در این نوشتار ارائه شده است. لازم به توضیح است که این کتاب به منزله مشاوره تجاری یا سرمایه گذاری نیست. علاوه بر این، موضوعاتی مانند طراحی و بهره برداری خودروی برقی، آزمایش و صلاحیت، استانداردها و پروتکل های ارتباطی، و الزامات ملی و بین المللی در حوزه حمل و نقل را پوشش نمی‌دهد. اطلاعات این کتاب بر اساس داده های موجود تا تاریخ انتشار است. از آنجایی که صنعت حمل و نقل به سرعت در حال پیشرفت است، توصیه می‌شود برای راهنمایی های خاص و اطلاعات به روز با کارشناسان این حوزه مشورت شود. به خوانندگان این نوشتار توصیه می‌شود تا تحقیقات خود را برای تصمیم‌گیری آگاهانه در مورد راهبردهای تجاری، سرمایه گذاری ها، طراحی و بهره برداری خودروی برقی، مطابق با استانداردهای ملی و بین المللی انجام دهند.

نویسنده و ناشر این کتاب هیچ مسئولیتی در قبال صحت، کامل بودن یا کاربردی بودن اطلاعات ارائه شده ندارند. یافته‌های این کتاب صرفا باید به عنوان یک پژوهش آموزنده در مورد پیشرفت‌های فنی و اقتصادی در نظر گرفته شوند. این نوشتار می‌تواند به عنوان نقطه شروعی برای گفتمان اقتصادی این موضوع مهم در سطح ملی مورد استفاده قرار گیرد. بحث و نقد در مورد یافته‌های این نوشتار در میان ذینفعان مختلف، ارگان‌های دولتی و مصرف‌کنندگان توصیه می‌شود.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
-------------	------

پیشگفتار مولف	۱
مقدمه ای بر اقتصاد حمل و نقل برقی	۳
روش تحقیق و منابع	۹

فصل اول

۱ روند بازار خودرو و تحولات جهانی	۱۱
۱-۱ شتاب به سوی پایداری: فناوری های کم آلاینده	۱۱
۱-۱-۱ روند تولید خودرو در مناطق مختلف جهان	۱۳
۱-۱-۲ تغییرات اجتماعی	۱۹
۲-۱ خودرو سازی در اروپا	۲۰
۲-۱-۱ چالش های اخیر در اتحادیه اروپا	۲۱
۲-۲-۱ سیاست گران قیمت-سبک اروپایی	۲۲
۳-۱ برآورد بازار آینده	۲۴
۳-۱-۱ تجزیه و تحلیل تولید و فروش خودرو های برقی در چند سال اخیر	۲۶
۳-۲-۱ تخمین بازار آینده حمل و نقل برقی	۳۰
۳-۳-۱ اراده سیاسی در برقی سازی حمل و نقل	۳۲
۴-۱ رویکرد محتاطانه تویوتا در قبول باتری های لیتیومی	۳۸
۴-۱-۱ نوسان قیمت خودروی سواری تمام برقی در مناطق مختلف	۳۹
۵-۱ شاخص بلوغ حمل و برق برقی	۴۰
۵-۱-۱ اهمیت دهه اخیر برای خودروسازان و فعالان زنجیره تامین	۴۴
۵-۲-۱ چالش دسترسی به تراشه های نیمه هادی در جهان	۴۴
۵-۳-۱ لزوم چابکی برای مدیریت چالش های تحول	۵۰

- ۱-۵-۴ حمل و نقل هوشمند ۵۱
- ۱-۵-۵ چهار رکن اقتصاد دایره ای (چرخه ای) ۵۲

فصل دوم

- ۲ خودروسازی از ژاپن تا چین ۵۵
- ۱-۲-۱ تداوم موفقیت خودروسازان آسیایی در هدف قرار دادن بازارهای غربی ۵۵
- ۱-۲-۱-۱ موفقیت خودروسازی مدیون تعهد کاری در تمام سطوح ۵۷
- ۱-۲-۲ تسلط چین در تولید انبوه فناوری‌های سبز ۵۸
- ۱-۲-۲-۱ راهبرد چینی: تلفیق نیازهای انرژی با اهداف صنعتی ۶۱
- ۱-۲-۲-۲ سرمایه گذاری ها و انگیزه های چین ۶۴
- ۱-۲-۳ خودرو تمام برقی، یک تجارت پرچالش برای پیشگام بودن و پیشگام ماندن ۶۶
- ۱-۲-۴ شرکت‌های چینی چگونه از تعامل با رقیب خود (تسلا) سود بردند؟ ۶۸
- ۱-۲-۵ شرکت BYD- مبارزه طلب در مقایسه با تسلا ۶۹
- ۱-۲-۶ پیش بینی روند کلی بازار خودروهای برقی سواری در چین ۷۱
- ۱-۲-۷ سن مناسب برای بازنگری مدل‌های خودروی برقی ۷۳
- ۱-۲-۸ برقی شدن پر سرعت حمل و نقل در اروپا به نفع چین ۷۴
- ۱-۲-۹ ناتوانایی رقابت صنایع اروپایی با چین در زنجیره تامین ۷۵
- ۱-۲-۱۰ نبرد و همکاری: اروپا و آمریکا در مقابل چین ولی وابسته به چین ۷۶
- ۱-۲-۱۱ سرمایه گذاری در کشورهای اروپای مرکزی ۷۸
- ۱-۲-۳ راه پر فراز و نشیب دانش‌بنیان‌های غیر چینی ۷۹

فصل سوم

- ۳ مدیریت زنجیره تامین در صنعت خودرو ۸۳
- ۱-۳-۱ ستون فقرات موفقیت: بهینه سازی زنجیره های تامین تولید خودرو ۸۳
- ۲-۳-۲ زنجیره تامین باتری ۸۳
- ۱-۲-۳ ایجاد قابلیت داخلی یا برون سپاری برای افزایش ارزش افزوده ۸۸

۲-۲-۳	خود تحلیلی با استفاده از ابزار دیجیتالی جدید	۸۹
۳-۲-۳	زنجیره تامین بهم تنیده جهانی	۹۰
۴-۲-۳	همگونی بین قیمت عرضه و قدرت	۹۳
۵-۲-۳	هر خودروی برقی که در جهان تولید شود بی تاثیر از چین نخواهد بود	۹۶
۳-۳	باتری: کدام خودروساز با ارزش ترین گارانتی را به مشتریان ارائه می کند	۹۷
۱-۳-۳	سرمایه گذاری در فناوری های جدید باتری با اشتیاق زیاد	۱۰۱
۲-۳-۳	باتری حالت جامد	۱۰۳
۳-۳-۳	اتوماسیون و بهینه سازی	۱۰۴
۴-۳	بازیگران جدید به دنبال موقعیت چین	۱۰۴
۱-۴-۳	توانایی رقابت	۱۰۴
۲-۴-۳	هند	۱۰۵

فصل چهارم

۴	انرژی	۱۰۹
۱-۴	رشد صنایع و تولید انبوه خودروی برقی تشنه انرژی ارزان	۱۰۹
۱-۱-۴	دسترسی به انرژی و سرمایه، دو فاکتور مهم رقابت در تولید انبوه	۱۱۴
۲-۴	شارژ پیش رو: تجزیه و تحلیل، چالش ها و فرصت ها	۱۱۵
۱-۲-۴	حساب سرانگشتی هزینه برق و زیرساخت های شارژ خودروهای برقی	۱۱۵
۲-۲-۴	همکاری بین ایالات متحده آمریکا و اتحادیه اروپا به منظور هماهنگی و به اشتراک گذاشتن بهترین شیوه ها	۱۲۰
۳-۲-۴	اهمیت هوشمند سازی سیستم های انرژی	۱۲۱
۳-۴	اثر گسترش خودروی برقی بر اقتصاد نفت	۱۲۳

فصل پنجم

۵	خودروهای سنگین و نیمه سنگین	۱۲۷
۱-۵	فناوری های نوظهور	۱۲۷
۲-۵	اتوبوس برقی شهری و جاده ای	۱۳۱

- ۵-۲-۱ حمل و نقل پاک فقط خودروی سواری برقی نیست ۱۳۱
- ۵-۳ خرید اتوبوس یک سرمایه‌گذاری سنگین و درازمدت ۱۳۱
- ۵-۴ گسترش اتوبوس‌های برقی نیازمند به روز رسانی سیاست‌گذارهای هدفمند ۱۳۶
- ۵-۴-۱ فقدان شواهد لازم برای انتخاب روشن بین قوای محرکه هیدروژنی و تمام برقی برای خودروهای سنگین ۱۳۷

فصل ششم

- ۶ مدل اقتصادی و کسب و کار ۱۴۱
- ۶-۱ اهمیت نگاه اقتصادی ۱۴۱
- ۶-۱-۱ اهمیت اقتصادی، نحوه شراکت را دگرگون می‌کند ۱۴۱
- ۶-۱-۲ ماشین‌سازنده ماشین - قمار مهندسی یا دور اندیشی ۱۴۲
- ۶-۱-۳ شرکت‌های نوپای کم هزینه- رقبای جدی ۱۴۳
- ۶-۱-۴ خودروسازان، معدنچی‌های آینده ۱۴۴
- ۶-۱-۵ عمر دوم باتری‌های خودرو- نوآوری جذاب با بازاری بزرگ ۱۴۹
- ۶-۲ نیاز زنجیره تامین باتری به زیر بنای اقتصادی مستحکم ۱۵۱
- ۶-۳ زنجیره تامین باتری ۱۵۲
- ۶-۴ مدل‌های تامین مالی طرح‌های سبز زیست محیطی جهانی ۱۵۳
- ۶-۵ مدل کسب و کار ۱۵۴

فصل هفتم

- ۷ نوآوری برای اقتصاد سبزتر ۱۵۷
- ۷-۱ مدل‌های متنوع در راه بازار ولی نه به قیمت ارزان ۱۵۷
- ۷-۱-۱ هزینه ساخت خودرو سواری در چین ۱۵۹
- ۷-۱-۲ جنگ قیمت‌ها در حوزه خودروهای مقرون به صرفه ۱۶۰
- ۷-۱-۳ تعهد رقابت منصفانه درست بعد از شروع جنگ قیمت‌ها ۱۶۱
- ۷-۱-۴ اولویت برقی سازی ناوگان ۱۶۴
- ۷-۱-۵ مدل‌های کسب و کار خدمات‌محور نمونه‌ای از یک گذار اجتماعی ۱۶۵

- ۷-۱-۶ وابستگی آینده گسترش خودروهای برقی به سبز بودن انرژی و زیرساخت‌های شارژ هوشمند شهری ۱۶۶
- ۷-۲-۲ مزیت بازار: مقرون به صرفه بودن یا داشتن نام تجاری قوی ۱۶۸
- ۷-۲-۱ نام تجاری ۱۷۱
- ۷-۳-۳ ظهور و تکامل منابع اقتصادی جدید در حمل و نقل آینده ۱۷۴
- ۷-۳-۱ منابع جدید درآمدی در بازار خودرو چین ۱۷۶
- ۷-۳-۲ اهمیت نرم افزار و فن آوری اطلاعات مانند اهمیت چرخ برای خودروهای برقی آینده ۱۷۷
- ۷-۳-۳ چرخه رانندگی واقعی - هر چه بیشتر از الگوی مصرف بدانیم کمتر هزینه می کنیم ۱۷۸
- ۷-۳-۴ خودروهای هیدروژنی ۱۸۲
- ۷-۳-۵ راهبرد خودروهای هیدروژنی ۱۸۷

فصل هشتم

- ۸ پتانسیل حمل و نقل برقی در ایران ۱۸۹
- ۸-۱ سیر تحول صنعت خودرو ایران ۱۸۹
- ۸-۲ ایران جزو بیست کشور تولید کننده خودرو ۱۹۱
- ۸-۳ حمل و نقل برقی فرصتی برای تحول بنیادین ۱۹۳
- ۸-۴ تحقیقات میدانی در چگونگی حمل و نقل برقی ایران - نادر و بدون حمایت کافی ۱۹۴
- ۸-۵ انرژی، مزیت فوق العاده ایران ۱۹۵
- ۸-۶ روند کلی سیاست گذاری کلان کشورهای مختلف ۱۹۶
- ۸-۷ انواع مشوق ها برای گسترش خودروهای برقی و هیدروژنی ۱۹۷
- ۸-۷-۱ سیاست گذاری موفق برقی سازی نیرو ۱۹۹
- ۸-۷-۲ فازهای مختلف سیاست گذاری برقی سازی حمل و نقل ۲۰۰
- ۸-۸ ابرچالش کشورهای در حال توسعه و نیاز به تدوین چشم انداز جامع ۲۰۱
- ۸-۹ توسعه راهبرد صنعتی، پشتوانه پیشرفت اقتصادی ۲۰۳
- ۸-۱۰ قانون گذاری بالادستی در صنعت - دوراندیشی به جای واکنش ۲۰۴
- ۸-۱۱ خودرو برقی در ایران - وارد کننده باشیم یا تولید کننده ۲۰۵
- ۸-۱۲ دیپلماسی قوی، تسهیل دهنده رشد فناوری ۲۰۷

فصل نهم

۲۰۸	۹ جمع بندی- اقتصاد حمل و نقل برقی
۲۱۰	۹-۱ نکات مهم در اقتصاد حمل و نقل برقی جهان
۲۱۰	۹-۱-۱ روند بازار
۲۱۲	۹-۱-۲ باتری
۲۱۳	۹-۱-۳ زیرساخت شارژ
۲۱۳	۹-۱-۴ از سیاست تا اجرا
۲۱۴	۹-۲ سیاست گذاری برقی سازی در ایران
۲۱۵	۹-۲-۱ نبایدهای سیاست گذاری
۲۱۹	۹-۳ تبیین چشم انداز ۲۰ ساله حمل و نقل با نیروی محرکه متنوع
۲۲۰	۹-۳-۱ نقش دولت و مجلس در برقی سازی- متفاوت اما مکمل
۲۲۱	۹-۴ پتانسیل حمل نقل برقی در ایران
۲۲۴	۹-۴-۱ سیاست گذاری: تجربیات چینی و درس های آموخته شده
۲۳۱	اختصارات
۲۳۵	منابع

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

فصل اول

- شکل ۱-۱ سهم انتشار گازهای گلخانه‌های جهان ۱۲
- شکل ۲-۱ حمل و نقل جهانی و سهم انتشار CO₂ وسایل نقلیه مختلف در دو دهه گذشته ۱۲
- شکل ۳-۱ تعداد کل خودروهای فعلی فعال دنیا ۱۳
- شکل ۴-۱ سهم تولید خودروهای سواری هرمنطقه از جهان ۹
- شکل ۵-۱ مقایسه فروش انواع خودرو در جهان در سال ۲۰۲۲ ۹
- شکل ۶-۱ پراکندگی فروش وسایل نقلیه در سال ۲۰۲۲ (به ازای هر ۱۰۰۰ نفر) ۱۰
- شکل ۷-۱ سهم بازار کشورهای مختلف در بازارهای هدف مختلف ۱۱
- شکل ۸-۱ تخمین فروش و درآمد شرکت‌های خودروساز مطرح در سال ۲۰۲۳ ۱۲
- شکل ۹-۱ نتایج نظر سنجی در مورد آیا داشتن خودرو شخصی برای شرکت کنندگان جای تردید خواهد داشت؟ ۱۲
- شکل ۱۰-۱ وقتی در یک نظر سنجی سوال شد که چه نوع وسیله نقلیه را ترجیح می‌دهید؟ ۱۳
- شکل ۱۱-۱ مقایسه تکامل ارزش تولید فروخته شده اتحادیه اروپا را از ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱ نسبت به سال ۲۰۱۵ ۱۴
- شکل ۱۲-۱ رشد تولید خودرو سواری در جهان ۱۵
- شکل ۱۳-۱ روند رشد زمانی شارژها در چند شهر اروپایی (از ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۳) ۱۶
- شکل ۱۴-۱ هزینه‌های مستقیم اعمال استاندارد یورو ۷ ۱۶
- شکل ۱۵-۱ اهداف اروپایی‌ها در کاهش آلاینده‌گی خودروهای باری و اتوبوس ۱۷
- شکل ۱۶-۱ فروش خودروهای سبک توسط ۲۰ تولید کننده در ۶ بازار مطرح در سال ۲۰۲۲ ۱۸
- شکل ۱۷-۱ نسبت تولید خودرو سواری به کل خودروهای تولید شده (در چند کشور انتخابی) ۱۸
- شکل ۱۸-۱ رشد فروش ۸ برند خودرو چینی ۱۹
- شکل ۱۹-۱ روند فروش خودروهای برقی در جهان ۲۰
- شکل ۲۰-۱ روند فروش خودروهای برقی در اتحادیه اروپا+ انگلیس ۲۰

- شکل ۲۱-۱ مقایسه رشد فروش و مجموع فروش خودروهای برقی چینی به غرب ۲۱
- شکل ۲۲-۱ پنجاه مدل پرفروش خودرو برقی در اروپا در سال ۲۰۲۲ ۲۹
- شکل ۲۳-۱ منحنی تحول برقی سازی صنعت خودرو ۲۱
- شکل ۲۴-۱ پیش بینی سهم بازار (قوای محرکه جدید نسبت به احتراقی) ۲۲
- شکل ۲۵-۱ روند تولید قوای محرکه مختلف خودروهای برقی در بازه زمانی ۲۰۲۳ و ۲۰۲۸ ۳۱
- شکل ۲۶-۱ سیاست گذاری کشورهای مختلف در گذار به حمل و نقل برقی ۲۳
- شکل ۲۷-۱ راهبردهای شرکتهای مطرح خودروسازی در حوزه برقی سازی از سال ۲۰۱۹ تا ۲۰۳۰ ۲۴
- شکل ۲۸-۱ آمار اعلام شده خط تولید خودروهای برقی (تا آخر سال ۲۰۲۱) ۲۵
- شکل ۲۹-۱ بودجه های اعلام شده برقی سازی توسط خودروسازان غربی ۲۶
- شکل ۳۰-۱ بودجه های اعلام شده برقی سازی توسط خودروسازان غربی (در مقیاس حجم تولید) ۲۶
- شکل ۳۱-۱ مقایسه جهانی خودروسازان در تولید خودروی برقی ۲۷
- شکل ۳۲-۱ معیارهای امتیاز دهی به خودروسازان منعکس شده در شکل ۲۹-۱ ۲۹
- شکل ۳۳-۱ نوسان قیمت خودروی سواری تمام برقی در مناطق مختلف ۳۰
- شکل ۳۴-۱ شاخص آمادگی انبوه سازی حمل و نقل برقی نسبت به درآمد سرانه ۳۱
- شکل ۳۵-۱ شاخص بلوغ حمل و برق برقی در اروپا ۳۳
- شکل ۳۶-۱ مقایسه بلوغ کشورهای مختلف تا آخر سال ۲۰۲۲ ۳۴
- شکل ۳۷-۱ صنعت تریلیون دلاری تراشه ها: عوامل رشد و بازیگران اصلی ۳۶
- شکل ۳۸-۱ انواع ریز تراشه ها در خودروهای جدید ۳۸
- شکل ۳۹-۱ موارد کاربرد ریز تراشه ها در یک خودرویی مثل تسلا ۳۸
- شکل ۴۰-۱ نیاز خودروهای خودران برقی به انواع ریزتراشه ها ۴۹
- شکل ۴۱-۱ درصد سهم الکترونیک از افزایش هزینه ساخت خودروهای جدید ۴۹
- شکل ۴۲-۱ اقتصاد دایره ای (چرخه ای) در صنعت خودروی برقی ۴۱
- شکل ۴۳-۱ تعریف "خودروی چرخه ای" بر چهار متغیر متمرکز است: انرژی، مواد، طول عمر و مقدار کاربری ۴۲

فصل دوم

- شکل ۱-۲ شش کشور برتر در تولید جهانی و سهم ایران (از لحاظ ارزش مالی) ۴۷

شکل ۲-۲	سهم سرمایه گذاری سبز جهانی کشورهای پیشرو در فناوری های سبز	۴۸
شکل ۲-۳	سهم جهانی چین در صنایع و زنجیره تامین فناوری های سبز	۴۸
شکل ۲-۴	پرفروش ترین خودروهای برقی سال ۲۰۲۲	۵۸
شکل ۲-۵	فروش نام های تجاری مختلف اتوبوس و کامیون در بازار چین	۵۹
شکل ۲-۶	درصد فروش خودروهای سواری مختلف در چین تا سال ۲۰۲۱	۷۱
شکل ۲-۷	روند تغییر مشوق ها و اعطای سوبسید خودروهای برقی سواری در چین	۷۳
شکل ۲-۸	سهم قاره ای خودروهای در حال حرکت در جهان	۶۱
شکل ۲-۹	نقشه رو به گسترش فعالیت های باتری سازی اروپا	۶۶
شکل ۲-۱۰	سرمایه گذاری در ۱۷ شرکت دانش بنیان برتر حمل و نقل برقی جهانی	۶۷

فصل سوم

شکل ۳-۱	نیاز زنجیره تامین باتری به انواع المان های مختلف	۷۱
شکل ۳-۲	تمرکز (متفاوت) برای سازندگان و تامین کنندگان زنجیره تامین	۷۳
شکل ۳-۳	شماتیک مفهومی ابزارهای دیجیتالی	۷۴
شکل ۳-۴	پیش بینی بازار جدید و چالش ها برای خودروسازان تا سال ۲۰۴۰	۷۵
شکل ۳-۵	زنجیره تامین قوای محرکه خودروهای برقی	۷۵
شکل ۳-۶	بازار موتورهای کششی (قسمتی از قوای محرکه) در خودروهای برقی	۷۶
شکل ۳-۷	تغییرات قیمت باتری لیتیوم	۷۷
شکل ۳-۸	ناهمگونی عرضه و تقاضا خودروهای تمام برقی	۷۸
شکل ۳-۹	روند فروش خودروهای تمام برقی در اروپا	۷۸
شکل ۳-۱۰	سهم بازار باتری سازان مطرح جهان	۷۹
شکل ۳-۱۱	جایگاه (نسبت به چین) کشورهای انتخابی در تولید باتری و دسترسی به مواد خام	۷۹
شکل ۳-۱۲	جایگاه (نسبت به چین) کشورهای انتخابی در تولید باتری و نیاز به محصول نهایی (بازار)	۸۰
شکل ۳-۱۳	ارزش تخمینی بازار باتری در سال ۲۰۳۰	۸۱
شکل ۳-۱۴	توزیع قیمتی بخش های مختلف باتری خودرو برقی	۸۱
شکل ۳-۱۵	تنوع ضمانت های باتری توسط خودروسازان بین المللی	۸۲

- شکل ۳-۱۶ سرمایه‌گذاری جهانی در فناوری جدید باتری ۸۳
- شکل ۳-۱۷ فاکتورهای اصلی ارزیابی فناوری های باتری ۸۳
- شکل ۳-۱۸ مقایسه فناوری های مختلف باتری از لحاظ عملکرد، طول عمر، هزینه، انرژی، قدرت، ایمنی ۸۴
- شکل ۳-۱۹ همکاری شرکت های مختلف در تولید باتری حالت جامد ۸۵
- شکل ۳-۲۰ وسایل نقلیه برقی در هند ۸۸

فصل چهارم

- شکل ۴-۱ مصرف انرژی تجدیدپذیر در سطح جهان ۱۰۹
- شکل ۴-۲ درصد استفاده از انرژی تجدیدپذیر در حمل و نقل جهانی ۱۱۰
- شکل ۴-۳ ده کشور برتر در استفاده از انرژی تجدیدپذیر در حمل و نقل ۱۱۰
- شکل ۴-۴ سرمایه‌گذاری در صنایع مختلف برای افزایش بهره‌وری ۱۱۱
- شکل ۴-۵ الکوی جهانی مصرف برق ۹۱
- شکل ۴-۶ جمعیت و مصرف برق در چند کشور انتخابی ۹۲
- شکل ۴-۷ شتاب دهی لازم برای رسیدن به اهداف تعهدی ۲۰۳۰ از نظر تولید برق خورشیدی و بادی ۹۳
- شکل ۴-۸ متوسط دامنه هزینه برق در ۲۷ کشور اروپایی ۹۵
- شکل ۴-۹ مقایسه انتشار شبکه برق آلمان و فرانسه در برهه زمانی ژانویه تا مارچ ۲۰۲۳ ۹۶
- شکل ۴-۱۰ رشد نصب شارژ عمومی ۹۷
- شکل ۴-۱۱ بودجه تخمینی برای نصب تعدادی شارژر در صد شهر آمریکا ۹۷
- شکل ۴-۱۲ بودجه تخمینی برای نصب تعدادی شارژر در دو شهر انتخابی آمریکا ۹۷
- شکل ۴-۱۳ بودجه مورد نیاز (%) فعالیتهای مختلف برقی سازی از بودجه کل ۲۴۰ میلیارد یورویی در اروپا ۹۸
- شکل ۴-۱۵ تحول حمل و نقل جهانی و متنوع شدن نوع سوخت ۱۰۰
- شکل ۴-۱۶ اثر گسترش صنعت خودرو برقی بر کاهش نیاز نفت جهانی ۱۰۱
- شکل ۴-۱۷ نیاز نفت جهانی برای حمل و نقل در مناطق مختلف جهان ۱۰۱

فصل پنجم

- شکل ۵-۱ مقایسه انتشار چرخه زندگی کامیون ۴۰ تنی با نیروی محرکه متفاوت ۱۰۴

شکل ۵-۲	مقایسه فناوری های مختلف اتوبوس در اروپا در سال ۲۰۲۱	۱۰۷
شکل ۵-۳	تعداد فروش اتوبوس برقی در سال ۲۰۲۱	۱۰۸
شکل ۵-۴	نام های تجاری اتوبوس برقی در اروپا	۱۰۹
شکل ۵-۵	روند تغییرات سهم بازار اتوبوس برقی در پایتخت های اروپایی	۱۰۹
شکل ۵-۶	سهم بازار اتوبوس برقی در کشورهای مختلف اروپا	۱۱۰
شکل ۵-۷	روند تغییرات سهم بازار اتوبوس برقی در اروپا	۱۱۱
شکل ۵-۸	زنجیره تامین باتری اتوبوس ها و کامیون های برقی در چین	۱۱۳
شکل ۵-۹	سال برابری هزینه کامیونت برقی با فسیلی در چند شهر انتخابی اروپا	۱۱۳
شکل ۵-۱۰	سال برابری هزینه کامیونت های برقی بر حسب نوع کاربرد در انگلستان	۱۱۴

فصل ششم

شکل ۶-۱	هزینه ساخت کارخانه های تولید سلول باتری	۱۱۶
شکل ۶-۲	توان تولید باتری جهانی در سال ۲۰۲۲ و سال ۲۰۲۷	۱۱۸
شکل ۶-۳	مقایسه مواد معدنی مورد نیاز خودروهای برقی و فسیلی	۱۱۹
شکل ۶-۴	عرضه کننده اصلی مواد خام	۱۲۰
شکل ۶-۵	راهبردهای مختلف چند خودروساز برای کاهش هزینه ها مربوط به باتری	۱۲۰
شکل ۶-۶	نقش کشورهای مختلف در زنجیره تامین باتری جهان	۱۲۱
شکل ۶-۷	سرمایه گذاری خودروسازان بین المللی در فعالیت های استخراج فلزات کلیدی	۱۲۲
شکل ۶-۸	استفاده از باتری های مصرفی خودروهای برقی با ظرفیت ذخیره سازی	۱۲۴
شکل ۶-۹	شماتیک چرخه بازیافت باتری یا زندگی دوم یاتری	۱۲۴
شکل ۶-۱۰	فاکتورهای ارزیابی زنجیره تامین	۱۲۵

فصل هفتم

شکل ۷-۱	مقایسه خودروسازان مطرح در سرعت شارژ و قدرت پیمایش نامی محصولات خود	۱۳۰
شکل ۷-۲	قیمت خودروهای برقی سواری موجود در بازار هلند	۱۳۰
شکل ۷-۳	تغییرات قیمت خودروی سواری تمام برقی	۱۳۱

- شکل ۷-۴ هزینه های ساخت خودرو در چین در همه گروه های قوای محرکه در سال های انتخابی ۱۳۱
- شکل ۷-۵ روند نزولی قیمت های خودرو در چین در همه گروه های قوای محرکه در سال های مختلف ۱۳۲
- شکل ۷-۶ چهارچوب برای محاسبه هزینه کل مالکیت برای ناوگان ۱۳۴
- شکل ۷-۷ مقایسه سرمایه گذاری کشورها در گذار به انرژی پاک ۱۳۷
- شکل ۷-۸ حوزه های نوآوری در برقی سازی هوشمند ۱۶۸
- شکل ۷-۹ محبوبیت برندهای مختلف در کشورهای مختلف ۱۵۰
- شکل ۷-۱۰ شهرت نام تجاری ۱۵۲
- شکل ۷-۱۱ تولید در خارج شرکت های خودروسازی آلمانی ۱۵۳
- شکل ۷-۱۲ محبوب ترین برندهای خودرو در آلمان از لحاظ کل فروش از سال ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۲ ۱۵۳
- شکل ۷-۱۳ منابع سنتی درآمدی در بازار خودرو چین ۱۳۹
- شکل ۷-۱۴ منابع جدید درآمدی در بازار خودرو چین ۱۴۰
- شکل ۷-۱۵ خودروهای آینده- نرم افزار محور چند لایه-معماری مفهومی ۱۴۱
- شکل ۷-۱۶ استفاده از خودروهای سبک ۱۴۲
- شکل ۷-۱۷ استفاده از کامیون و موتور سیکلت ۱۴۳
- شکل ۷-۱۸ استفاده از اتوبوس ۱۴۳
- شکل ۷-۱۹ مقایسه مالکیت خودرو (تعداد در هر ۱۰۰۰ نفر) و استفاده شخصی در مناطق مختلف جهان ۱۴۳
- شکل ۷-۲۰ مقایسه پیمایش واقعی خودرو های برقی با مقدار تخمین سازنده برای چند خودرو ۱۴۴
- شکل ۷-۲۲ سرمایه گذاری لازم تا سال ۲۰۳۰ (میلیارد دلار) در صنعت هیدروژن ۱۴۵
- شکل ۷-۲۳ مقایسه بهره وری چرخه برقی و هیدروژن ۱۴۵
- شکل ۷-۲۶ مقایسه زمان احتمالی تجاری شدن قوای محرکه هیدروژنی در مناطق مختلف جهان ۱۴۷
- شکل ۷-۲۷ زمان احتمالی تجاری شدن قوای محرکه هیدروژنی بر حسب نیاز و کاربر ۱۴۷
- شکل ۷-۲۸ زمان احتمالی تجاری شدن قوای محرکه هیدروژنی با کاربردهای مختلف ۱۴۷
- شکل ۷-۲۹ تقاضای برق برای حمل و نقل جاده ای، هوایی و کشتیرانی ۱۴۸

فصل هشتم

- شکل ۸-۱ روند تولید سواری و وانت در ایران از سال ۱۳۴۷ ۱۵۶

شکل ۸-۲	رشد تولید کامیون و اتوبوس و ون در ایران	۱۵۷
شکل ۸-۳	تولید خودرو سواری در دو سال اخیر در کشورهای انتخابی	۱۵۸
شکل ۸-۴	درصد رشد تولید خودرو سواری در کشورهای انتخابی	۱۵۸
شکل ۸-۵	تولید انواع خودرو در ایران	۱۵۹
شکل ۸-۶	رشد تولید انواع خودرو در ایران از سال ۱۳۴۷	۱۵۹
شکل ۸-۷	نقش متنوع خودروی برقی در پایداری اکوسیستم انرژی پایدار	۱۶۱
شکل ۸-۸	خودروهای برقی و انواع شارژ سریع و کند AC /DC	۱۶۱

در سال ۱۳۹۶ برای اولین بار با اشتیاق تمام به سراغ تعدادی از سرمایه گذاران و خودروسازان مطرح کشور رفتم تا آنها را با ایده خود برای ایجاد یک خط تجاری جدید آشنا کنم. هدف من نه تنها مبارزه با مشکلات آلودگی که ملت ما را سال‌ها است که گرفتار کرده بود، بلکه انقلابی در صنعت خودروسازی ملی بود. در همه این جلسات و ملاقات، همواره این سوال مطرح می‌شد که "چگونه می‌توانید کمک کنید؟". در پاسخ، من بر اهمیت ایجاد یک چهارچوب اقتصادی و رشد مناسب برای توسعه مدل‌های تجاری پایدار تاکید می‌کردم. اما در اکثر مواقع، مسئولین امر متقاعد نمی‌شده‌اند که مشکل اقتصاد است. آنها فقدان صلاحیت فنی داخلی مخصوصاً فناوری باتری سازی در ایران را مشکل اصلی می‌دانستند. از نظر آنها، اقتصاد خوب در خودروسازی بسیار ساده با توجه به تولید محصول مورد تقاضا و تعدیل سود بر اساس نیاز بازار بدست می‌آمد که بر اساس بازتاب تجربه فراوان بازار خودروهای با سوخت فسیلی در ایران بود. اکنون پس از شش سال، پیشرفت بسیار کمی در زمینه حمل و نقل برقی در کشور حاصل شده است. صادقانه بگوییم، تقریباً هیچ چیز در مقیاس تولید انبوه وجود ندارد بجز چند تلاش دانشگاهی و دانش بنیانی خالصانه و پراکنده که فاقد پایه محکم اقتصادی مورد نیاز برای ایجاد یک اکوسیستم پایدار هستند. معتقدم که دلیل عدم موفقیت ارائه ایده من در شش سال پیش تا امروز هنوز هم وجود دارد؛ عدم توجه به حمل و نقل برقی فراتر از محدوده مدل‌های تجاری سنتی مبتنی بر موتور احتراقی و فقدان درک همه جانبه پیامدهای اقتصادی این تغییر است.

انگیزه نوشتن این کتاب، ارائه راهنمای فنی برای طراحی یا راه‌اندازی حمل و نقل برقی نیست. بلکه، هدف مطرح کردن چالش‌ها و تنگنای احتمالی مختلف در صورت مصمم بودن به حرکت در مسیر تحول به فناوری‌های پیشرفته است. صنعت و اقتصاد ما دیگر توان از دست دادن زمان با آزمون و خطا را ندارد. آنچه صنعت و اقتصاد ما به آن نیاز دارد، چشم‌اندازی روشن و عزم تزلزل ناپذیر برای موفقیت است، که در نهایت فردایی بهتر را برای نسل بعدی که آرزوی شکوفایی در این سرزمین بی‌ظنیر دارد را تسهیل کند. در نهایت، از زحمات دوستان و همکاران گرامی که در آماده‌سازی این نوشتار، چه از نظر فنی و چه از نظر ویراستاری و گرافیکی، کمک کرده‌اند، بالاخص، مهندس مهدی رجبعلی، مهندس مجید نعیمایی، مهندس احسان نعیمی، مهندس مجید کرباس‌فروش‌ها، مهندس سیامک علیزاده‌نیا، دکتر امیراحسان کرباسی‌زاده، مهندس علی اطلاعات، دکتر بهنام محمدی ایواتلو، دکتر فواد حیدری گندمان، و محمد مهدی بادبان که به خاطر دقت فراوانشان در مرور این نوشتار و به اشتراک گذاشتن تجربیات بسیار ارزشمندشان که به بهبود کیفی و فنی مطالب ارائه شده کمک فراوانی کرده است، کمال تشکر و قدردانی را دارم. همچنین تشکر فراوان از دکتر مسعود علیلو که ویراستاری فنی و علمی این مجموعه را با صبر و شکیبایی انجام داده‌اند.

علی میرزایی سیسان

مقدمه ای بر اقتصاد حمل و نقل برقی

رشد جمعیت و رشد اقتصادی در دهه‌های آتی، افزایش ثروت، تمرکززدایی جغرافیایی، تولید و افزایش چشمگیر خرید اینترنتی، نیاز به سیستم‌های حمل و نقل موثر و پایدار را افزایش داده است. گازهای گلخانه‌ای که از بخش حمل و نقل ساطع می‌شوند، تقریباً یک چهارم کل آلاینده‌های جهانی را تشکیل می‌دهند. صنایع حمل و نقل در کشورهای توسعه یافته، کاهش این آلاینده‌ها را در اولویت قرار داده‌اند. وسایل نقلیه کم آلاینده، منابع انرژی تجدیدپذیر مانند خورشید و باد، و سیستم‌های ذخیره‌ساز انرژی، اجزای یک اکوسیستم حمل و نقل پایدار هستند و در سال‌های اخیر پیشرفت‌های فناوری قابل توجهی داشته‌اند.

در سال‌های اخیر، صنعت جهانی خودروسازی با چالش‌های بی‌سابقه‌ای مواجه بوده است. این چالش‌ها ناشی از پیشرفت‌های فناوری و تغییر رفتار هستند. همچنین کل زنجیره تامین و ایجاد ارزش افزوده نیز در حال تغییر است. پیامدهای بحران‌های اخیر در اروپا، اقتصاد خودروسازان این قاره را به چالش کشیده است. استرس مالی خودروسازان اروپایی و فشار برای سرمایه‌گذاری‌های قابل توجه در خودروهای برقی و فناوری خودران این چالش‌ها را دوچندان کرده است. بر اساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، انتظار می‌رود که تقاضای جهانی خودرو برقی در سال ۲۰۲۳ افزایش یابد. تخمین زده می‌شود که فروش جهانی خودروهای برقی به رکورد دیگری در سال ۲۰۲۳ برسد.

داده‌ها نشان می‌دهند که بیش از ۱۰ میلیون خودروی برقی در سراسر جهان در سال ۲۰۲۲ فروخته شده است و انتظار می‌رود فروش خودروهای برقی با رشد ۳۵ درصدی دیگر در سال میلادی جاری به حدود ۱۴ میلیون برسد. این رشد به این معنی است که سهم خودروهای برقی از کل بازار خودرو از حدود ۴ درصد در سال ۲۰۲۰ پیش بینی می‌شود در سال ۲۰۲۳ به ۱۸ درصد افزایش یابد. اکثریت فروش خودروهای برقی تا به امروز عمدتاً در چین، و سپس اروپا و ایالات متحده متمرکز شده است. با این حال، تولید خودروهای برقی در سال ۲۰۲۳ بدون چالش نخواهد بود و هنوز تعداد زیادی از کشورها متقاعد نشده‌اند که خودروهای مبتنی بر سوخت فسیلی خود را با خودروهای برقی عوض کنند.

خودروهای برقی در حال حاضر برای بسیاری از مردم دنیا مقرون به صرفه نیستند. در عین حال، گسترش خودروهای برقی در میان افراد ثروتمند یک استراتژی هوشمندانه نیست زیرا قشر کم درآمد و متوسط جامعه ممکن است همچنان در حال رانندگی با وسایل نقلیه کثیف و پر هزینه باشند. برای تولید انبوه خودروهای برقی و باتری، به سرمایه‌گذاری جهانی بیشتر و مدل‌های اقتصادی جدیدتری نیاز است. مدل‌های اقتصادی متنوعی در حال ظهور هستند مانند اقتصاد اجاره‌ای (بدون مالکیت) که می‌تواند خودروهای برقی را برای خانوارهای کم درآمد با هزینه کم ماهانه مقرون به صرفه تر کند. چالش‌های اقتصادی حتی در کشورهای پیشرفته اروپایی نیز یک مانع جدی در سرعت دادن به تولید خودروهای برقی در مقیاس بزرگ است. با توجه به همه این موارد، حال این سوال پیش می‌آید که چطور این چالش‌ها بر بازار و صنعت پویای چین بی‌تاثیر هستند؟ تغییرات جدید صنعت و بازار خودروهای برقی اخیر برای آینده صنعت برقی حمل و نقل ایران چه معنایی دارد؟

ما در دهه‌ی ۲۰۲۰ هستیم، دهه‌ای که برای گذار از خودروهای احتراقی به برقی هیجان‌زده می‌شویم و دولت‌ها و شرکت‌ها بودجه‌های هنگفتی به ظرفیت‌ها و فناوری‌های جدید تولید سرازیر می‌کنند. این دهه برای صنعت خودروسازی دهه سرنوشت‌سازی است. ما یا پیشرفت‌های جهشی فوق‌العاده‌ای در صنعت خواهیم داشت (اتفاق نادر یک بار در یک نسل) یا باید راه‌حل‌های جایگزین جدیدی برای توسعه حمل و نقل پاک برای آینده‌ای بهتر انتخاب کنیم. انتظار می‌رود تا ده سال آینده، زمانی که تولید هوشمند با تسریع دگرگونی دیجیتالی در حمل و نقل ترکیب شود، صنعت خودروسازی کاملاً متفاوت‌تر از آنچه در آغاز سال ۲۰۲۰ شاهد بودیم، باشد. ولی فقط چابک‌ترین و دوراندیش‌ترین سازمان‌ها صرفه‌نظر از موقعیت جغرافیایی، از دگرگونی پیش‌رو در بازار بی‌رحم جهانی جان سالم به در خواهند برد. در حوزه حمل و نقل برقی، اقتصاد می‌تواند معانی و مفاهیم متفاوتی برای ذینفعان مختلف داشته باشد که در ادامه به اختصار به آن پرداخته می‌شود. اقتصاد از دیدگاه:

مصرف کنندگان نهایی:

- صرفه جویی در هزینه: وسایل نقلیه برقی پتانسیل داشتن هزینه‌های عملیاتی کمتر در مقایسه با وسایل نقلیه فسیلی از جمله هزینه سوخت کمتر (در کشورهای غربی) و کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری (به علت کمتر بودن قطعات مصرفی) دارند.
 - بهره‌وری انرژی: وسایل نقلیه برقی معمولاً نسبت به وسایل نقلیه موتور احتراق داخلی از نظر انرژی کارآمدتر هستند، به این معنی که می‌توانند مسافت‌های طولانی‌تری را با همان مقدار انرژی پایه طی کنند و در نتیجه باعث صرفه جویی در هزینه‌های بالقوه برای کاربران نهایی می‌شوند.
 - مشوق‌ها و یارانه‌ها: دولت‌های پیشرو اغلب مشوق‌های مالی، اعتبارات مالیاتی یا تخفیف‌هایی را برای ارتقا پذیرش خودروهای برقی ارائه می‌کنند که می‌تواند بیشتر به منافع اقتصادی مصرف کنندگان نهایی کمک کند. هزینه‌های سلامت در شهرهایی که آلودگی محلی کاهش یافته است نیز می‌تواند مشوقی دیگر برای جذب مصرف کنندگان باشد.
- سازندگان خودرو:

- صرفه جویی در مقیاس: با افزایش تقاضا برای وسایل نقلیه برقی، تولیدکنندگان می‌توانند از صرفه جویی در تولید انبوه بهره ببرند که منجر به کاهش هزینه‌های تولید می‌شود.
- سرمایه‌گذاری: تولیدکنندگان خودرو برای ساختن فناوری جدید و بهینه‌سازی فناوری‌های خودروهای برقی و بهبود کارایی آن‌ها سرمایه‌گذاری می‌کنند تا با کاهش هزینه‌های تولید و در عین حال برآورده کردن انتظارات مشتری محصولات خود را مطلوب‌تر نمایند. بازگشت سرمایه برای تجارت خودروسازان امری حیاتی می‌باشد.
- رقابت در بازار: حمل و نقل برقی فرصتی را برای سازندگان وسایل نقلیه فراهم می‌کند تا محصولات خود را نوآوری کرده و متمایز کنند، سهم بازار در حال تکامل را تصاحب کنند و به طور بالقوه درآمدهای بیشتری ایجاد کنند.

سازندگان شارژرها:

- پی‌شرفت‌های فناوری: تولیدکنندگان فیزیکی شارژرها تلاش می‌کنند تا راه‌حل‌های شارژ کارآمد و مقرون به صرفه ایجاد کنند، که می‌تواند مشتریان بیشتری را جذب کرده و به طور بالقوه سهم بازار آنها را افزایش دهد.
- مقیاس‌پذیری و استاندارد سازی: هدف تولیدکنندگان، تولید شارژرهایی است که توجیه اقتصادی داشته باشند و با انبوه سازی، سازگار با مدل‌های مختلف خودروهای برقی، و رعایت استانداردهای صنعتی، امکان پذیرش گسترده‌تر و کاهش هزینه‌ها را فراهم کند.
- کاهش هزینه بلندمدت: نوآوری‌ها در فناوری‌ها همراه با افزایش حجم تولید می‌تواند منجر به کاهش هزینه در تولید شارژرها و بهبود سودآوری شود.

اپراتورهای شارژرها:

- تولید درآمد: اپراتورهای شارژرها می‌توانند با ارائه خدمات شارژ به صاحبان وسایل نقلیه برقی درآمد کسب کنند و آنها را قادر می‌سازد تا وسایل نقلیه خود را در محل خود با پرداخت هزینه شارژ کنند.
 - گسترش شبکه: گسترش شبکه زیرساخت شارژ، دسترسی و راحتی شارژ را برای دارندگان وسایل نقلیه برقی افزایش می‌دهد، مشتریان بیشتری را جذب می‌کند و به طور بالقوه درآمد را افزایش می‌دهد.
 - عملیات بهینه شده: اپراتورهای نقطه شارژ می‌توانند بر بهینه سازی عملیات خود برای به حداقل رساندن زمان توقف، بهبود رانندگی شارژ و کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری تمرکز کنند و در نتیجه کارایی اقتصادی شبکه های شارژ خود را افزایش دهند. همچنین با استفاده از فناوری‌های دیجیتال، تجارت خود را گسترش دهند.
- فراهم کننده انرژی و شبکه برق:
- مدیریت انرژی: ترویج حمل و نقل برقی نیازمند سیستم‌های دیجیتال جدید و برنامه ریزی دقیق برای کنترل عرضه و تقاضا برق در طول شبانه‌روز می‌باشد.
 - سرمایه گذاری در زیر ساخت‌ها: ارتقا شبکه در مناطقی که نیاز به توزیع و مصرف برق بیشتر می‌باشد نیازمند سرمایه گذاری دراز مدت است.
- قانون گذار و نهادهای اجرایی:

- مزایای زیست‌محیطی و بهداشتی: دولت‌ها مزایای اقتصادی مستقیم و غیر مستقیم مرتبط با حمل و نقل برقی مانند کاهش آلودگی هوا و بهبود سلامت عمومی را به دلیل انتشار کمتر از وسایل نقلیه الکتریکی در اولویت قرار می‌دهند تا رفاه اجتماعی را افزایش دهند.
- کسب و کار: دولت‌ها ممکن است برای تحریک رشد اقتصادی و ایجاد فرصت های شغلی جدید در تولید، نصب، نگهداری

و سایر صنایع مرتبط، در بخش حمل و نقل برقی سرمایه گذاری هدفمند انجام دهند.

- مدیریت انرژی: ترویج حمل و نقل برقی با منطقی کردن مصرف سوخت رابطه مستقیم دارد که می‌تواند امنیت انرژی را افزایش داده و به طور بالقوه هزینه‌های انرژی را برای دولت و اقتصاد به طور کلی در دراز مدت کاهش دهد.

زنجیره تامین:

- فرصت های رشد بازار: گذار به حمل و نقل برقی، بازارهای جدیدی را برای تامین کنندگان قطعات، مواد و خدمات ایجاد می‌کند و فرصت های رشد و مزایای اقتصادی بالقوه را ارائه می‌دهد.

- همکاری و مشارکت: همکاری با سازندگان خودرو، اپراتورها و سازنده های شارژرها و سایر ذینفعان در اکوسیستم حمل و نقل برقی می‌تواند منجر به بهبود کارایی زنجیره تامین و صرفه جویی در هزینه برای همه ذینفعان شود.

برای گسترش حمل و نقل برقی در یک بازار هدف باید اقتصاد از نقطه نظر تمام ذینفعان دارای توجه باشد. و واضح است که توجه اقتصادی صرفاً یک دیدگاه برای سرمایه گذاری از سوی دیگر ذینفعان کافی نیست. لذا این کتاب، وضعیت فعلی صنعت حمل و نقل جهانی را با تمرکز بر روندهای کلیدی، چالش ها و دیدگاه های مختلف بررسی می‌کند. هدف این گزارش، ارائه بینش ها و داده های ارزشمند برای سیاست گذاران، متخصصان صنعت و دانشگاه و شرکت‌های دانش بنیان و دیگر ذینفعان برای شکل دادن به سیاست ها و راهبردهای پیشرفته در همه سطوح است. این نوشتار با تحلیل پویایی بازار جهانی و اهمیت روزافزون چین به جنبه های مختلف رشد این صنعت می پردازد. فن‌آوری‌های نوظهور و زنجیره تامین، مورد بررسی قرار گرفته و بر لزوم آگاهی هر چه بیشتر در درک جنبه های اقتصادی فناوری‌های کم آلاینده و اکوسیستم خودروهای برقی تأکید می‌کند. این نوشتار همچنین سعی در برجسته کردن اهمیت صنعت خودروسازی موفق در مناطق مختلف جهان در عین رویارویی با چالش‌های پیش روی خودروسازان غربی و شرقی پرداخته است.

بخشی از کتاب، به بررسی موفقیت خودروسازان آسیایی در هدف قراردادن بازارهای غربی در دهه‌های گذشته و فعلی اختصاص پیدا کرده است. دستاوردهای چین در ایجاد صنعت جهانی، سرمایه‌گذاری گسترده در تغییر صنعت خود و مزایای حاصل از تعامل چین با رقبایی مانند تسلا در این نوشتار بررسی می‌شود. این کتاب همچنین بر پیشگامی چین نه تنها در تولید انبوه خودروهای برقی بلکه در کل فناوری‌های سبز می‌پردازد. به نظر می‌رسد راهبرد توسعه صنعت خودروهای "انرژی جدید" در چین به عنوان یک مدل موفق برای سایر کشورها نیز مورد توجه قرار گیرد. برای دستیابی به اهداف محیط زیستی جهانی، ضروری است که کشورها به رویکردهای بازارمحور و نوآوری‌محور در توسعه خودروهای انرژی جدید توجه کنند. همکاری و اشتراک‌گذاری دانش و تجربیات بین شرکت‌ها و سازمان‌ها در سطوح مختلف، توانایی نوسازی و بهبود زنجیره تأمین صنعتی را افزایش می‌دهد. چنین راهبردی می‌تواند به تحقق توسعه پایدار، کاهش آلودگی هوا، بهره‌وری انرژی و بهبود شرایط محیط زیست در سطح محلی و جهانی کمک شایانی نماید. نهایتاً خودروهای برقی، مانند هر فناوری دیگری، برای موفقیت در بازار هدف باید توجه اقتصادی داشته باشند. هزینه تولید، نگهداری

و راه‌اندازی یک خودروی برقی باید با هزینه یک خودروی بنزینی مشابه قابل رقابت باشد تا بتوان مصرف‌کننده را برای تغییر تشویق کرد. اگر تولید و کارکرد خودروهای برقی گران‌تر از خودروهای بنزینی باشد، بازار خودروهای برقی رشد نخواهد کرد.

ارایه مشوق‌های دولتی با دادن یارانه به خودروهای برقی راه حل کوتاه مدت بسیار موثری می‌تواند باشد که خودروها را مقرون به صرفه تر می‌کند ولی راهبرد منطقی دراز مدتی نیست. خودروهای برقی باید بتوانند در بازار آزاد جهانی از نظر قیمت و مطلوبیت رقابت کنند. برای رقابت در بازارهای نوظهور به یک استراتژی تولید انبوه خودروهای برقی ارزان قیمت نیاز است. برای ایجاد یک مدل اقتصادی رقابتی، دینفعان باید با یکدیگر همکاری کنند تا چالش‌های اقتصادی را برطرف نمایند و انگیزه‌های جدید برای ترویج پذیرش خودروهای برقی را برای عموم ایجاد کنند. برای توسعه مدل‌های تجاری جدید، مطالعه ترکیبی فنی-اقتصادی خودروهای برقی به همراه منابع انرژی تجدیدپذیر نقش مهمی در توسعه پایدار صنعت خودرو دارد. استفاده از فناوری‌های هوشمند در فرآیندهای تحقیق و توسعه، و ارائه مدل کسب و کار مبتنی بر خدمات مرتبط با خودروهای برقی باید مورد توجه قرار گیرد. این کتاب با تحلیل تحولات اخیر اقتصادی بازار جهانی حمل و نقل برقی، تلاش می‌کند تصویری واقع‌بینانه از چالش‌ها و فرصت‌های بالقوه برقی‌سازی حمل و نقل برای کشورمان را ترسیم کند.

این نوشتار بر نقش حیاتی مدیریت زنجیره تامین و دسترسی بدون وقفه در تامین مواد اولیه، در تولید باتری خودروی برقی تاکید می‌کند. به منظور تحقق اکوسیستم صنعتی چابک و پویا، کنترل کیفیت در تمام مراحل مدیریت زنجیره تامین، مکانیزم‌های ردیابی در طول چرخه حیات خودروهای انرژی جدید بسیار حائز اهمیت می‌باشد. اصلاحات نظارتی جاری و ایجاد مکانیزم‌های نظارتی، تضمین توسعه سالم و منظم صنعت خودروهای انرژی جدید را به دنبال دارند. نوسازی، ساخت مجدد، استفاده مجدد و بازیافت چهار رکن اقتصاد چرخه‌ای (دایره‌ای) پایدار در صنعت خودرو هستند که امکان استفاده بهتر از منابع را در مدیریت زنجیره تامین فراهم می‌کنند. همچنین با جمع‌آوری آخرین تحولات جهانی، این کتاب اهمیت دست کم گرفته نشدن دسترسی به تراشه‌های نیمه هادی و گسترش نرم افزار را تاکید می‌کند.

این کتاب همچنین به بررسی چشم انداز در حال تحول وسایل نقلیه سنگین و نیمه سنگین و همچنین اهمیت روزافزون اتوبوس‌های برقی شهری و بین شهری می‌پردازد. مدل اقتصادی و چهارچوب کسب و کار جدید این صنعت مورد بحث قرار می‌گیرد و بر اهمیت نوآوری، مشارکت‌های راهبردی و پتانسیل شرکت‌های نوپا تاکید می‌شود. همچنین اهمیت دسترسی به انرژی و سرمایه، و تاثیر گسترش حمل و نقل برقی بر اقتصاد نفتی جهانی با گزارش آماری ارایه می‌شود.

یک دیدگاه همگرا وجود دارد که نقش سهام‌داران اصلی در حمل و نقل آینده تغییر خواهد کرد، زیرا فناوری‌های دگرگون‌کننده آتی مانند برق، هیدروژن، وسایل نقلیه متصل و خودران و مشترک، حمل و نقل جهانی را به سرعت تغییر خواهد داد. هدف اصلی از این تغییر، پایداری تولید و مصرف و حمایت از محیط زیست است. سازندگان خودرو از جمله ایران باید خود را با رقابت جدید وفق دهند. صنعت خودروسازی جهانی با سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، تنوع بخشیدن به جریان‌های درآمدی و مدیریت موثر امور مالی خود، می‌تواند در عصر فناوری‌های جدید به موفقیت دست یابند. پس از بررسی ابعاد مختلف جهانی صنعت حمل و نقل برقی، این

کتاب با بررسی نوآوری‌های اقتصادی مورد نیاز در صنایع و اقتصاد فعلی مرتبط در ایران به پایان می‌رسد.

ایران می‌تواند یک خط مشی ملی جامع در مورد وسایل نقلیه برقی توسط شرکت‌ها و عناصر آگاه داخلی و الهام گرفته از تجربه شیوه‌های موفق بین‌المللی تنظیم کند. درک اهمیت معیارهای اقتصادی جامع و انطباق با زنجیره تامین جهانی در حال تغییر می‌تواند به تضمین پایداری و موفقیت بلندمدت صنعت داخلی کمک نماید.

روش تحقیق و منابع

مطالب این کتاب، از جدیدترین منابع علمی و خبری معتبر جهانی الهام گرفته شده‌اند. در این راستا، عناصر کلیدی مختلفی از جمله مقالات با کیفیت از پایگاه ScienceDirect مورد مرور قرار گرفته شده و پیشرفت‌های فعلی در زمینه حمل و نقل برقی در سطح جهان بررسی شده است. همچنین، آخرین اخبار و تحولات این صنعت و پیشرفت‌های اخیر و روندهای مهندسی و اقتصادی نیز مورد بررسی قرار گرفته شده است. برای جمع آوری این اطلاعات، علاوه بر منابع دانشگاهی، دیدگاه‌های مختلف صاحب‌نظران و انتشارات شرکت‌های مهندسی و مدیریتی و مراکز و انجمن‌های مطرح بین‌المللی که به طور فعال پیشرفت‌های این حوزه را رصد می‌کنند، مورد استفاده قرار گرفته شده است؛ از جمله می‌توان به EY، SAE، KPMG، ADL، ACEA، IEA، BCG، JRC، BloombergNEF، PWC، Accenture، McKinsey، APC-UK، European Alternative Fuels Observatory، Innovate UK، FEV، Intertek، ICCT، DNV، Wood Mackenzie، Deloitte، Element Energy، China Association of Automobile Manufacturers و European Federation for Transport and Environment اشاره کرد.

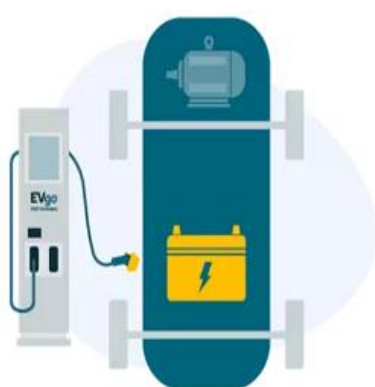
نویسنده در کنار مطالعه آمار کشورهای مختلف و درک چالش‌های پیش روی ذینفعان اکوسیستم برقی، سعی در استخراج درس‌هایی از تجارب کشورهای آسیایی در صنعت خودروسازی نیز داشته است. این کتاب شامل مجموعه‌ای از اقدامات پیشنهادی است که بر اساس درک جامعی از ادبیات دانشگاهی، چالش‌های خودروسازان بین‌المللی و مشاهدات تحولات در کشورهای مختلف ارائه شده است. در این تحقیق، به جز منابع فنی، اسناد سیاست‌گذاری حمل و نقل از کشورهای منتخب توسعه یافته و در حال ظهور، به ویژه اتحادیه اروپا، ایالات متحده، هند و چین، مورد بررسی قرار گرفته شده است.

توصیه‌های پژوهشی این نوشتار به منظور تسریع تغییرات مثبت در صنعت حمل و نقل پایدار هدفمند شده است. در واقع، این نوشتار تلاشی است برای جمع آوری و ارائه اطلاعات قابل اعتماد با بهره‌گیری از منابع مختلف به منظور کمک به ارتقا بدنه دانشی و پژوهشی کشور و تشویق به گفتمان‌های تمایزدهنده با تاکید بر اهمیت نگاه جامع اقتصادی به اکوسیستم حمل و نقل در کشور عزیزمان ایران. این گزارش سعی کرده است تا اهمیت صنعت خودرو از منظر صنعت انرژی و اهمیت صنعت انرژی از منظر صنعت خودرو را با استدلال‌های آماری و اقتصادی به تصویر بکشد. این استدلال‌ها بر این اساس است که رشد صنایع به یکدیگر وابسته هستند و تحت تاثیر چشم انداز کلان کشوری می‌باشند.

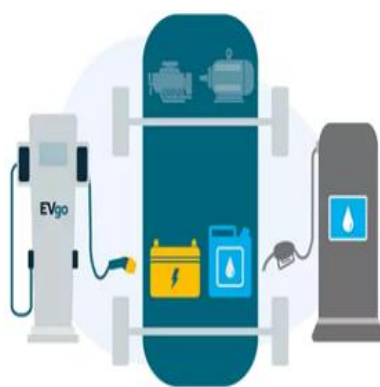
در مورد خودروهای مورد مطالعه می‌توان بیان کرد که اگرچه انواع مختلفی از خودروهای برقی در جهان وجود دارد، اما عمده ترین آنها که در این نوشتار مورد مطالعه قرار گرفته شده‌اند، عبارتند از:

- خودروهای برقی هیبریدی (HEV): خودروهای برقی که با ترکیبی از بنزین یا گازوئیل و باتری کار می‌کنند. در این نوع ماشین‌ها، یک موتور احتراق داخلی معمولی (ICE) با یک موتور الکتریکی ترکیب می‌شود. این خودروها برای شارژ مجدد به برق وصل نمی‌شوند.

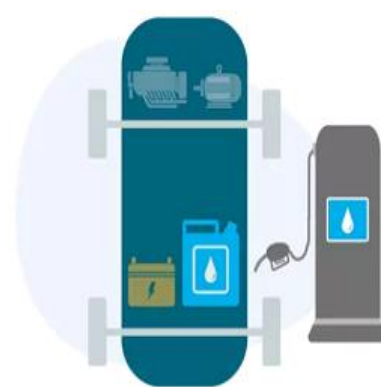
- خودروهای برقی هیبریدی پلاگین (PHEV ، دو نیروی برقی): مانند HEV ها، PHEV ها با ترکیبی از بنزین یا سوخت دیزل و باتری تغذیه می شوند. تفاوت اصلی این است که شما همچنین می توانید باتری را با استفاده از یک پریز برق استاندارد در خانه یا ایستگاه شارژ عمومی خود شارژ کنید. PHEV ها فقط با استفاده از باتری کوچکتری نسبت به خودروهای تمام برقی می توانند مسافت های بیشتری را طی کنند. هنگامی که قدرت باتری کاهش می یابد، از موتور بنزینی یا دیزلی استفاده می شود.
- خودروهای تمام برقی با باتری (BEV): خودروهایی که از یک موتور الکتریکی استفاده می کنند و تنها با باتری کار می کنند. به این معنی که این خودروها، آلایندهی صفر از آگروز دارند.
- خودروهای هیدروژنی یا پیل سوختی (FCEV): خودروهایی که سوخت خود را از طریق یک واکنش الکتروشیمیایی با هیدروژن و اکسیژن به انرژی تبدیل می کنند. این الکتریسیته تولید شده، یک موتور الکتریکی را تغذیه می کند. در این کتاب، کلمه خودروهای برقی شامل خودروهای هیبرید HEV نخواهد شد مگر آنکه قید شده باشد. تاکید این نوشتار بر خودروهای تمام برقی و پلاگین است و بخشی از نوشتار به صورت خلاصه در مورد اقتصاد خودروهای هیدروژنی بحث کرده است. شماتیک خودروهای برقی در شکل های زیر نشان داده شده است.



خودرو تمام برقی با باتری
(BEV)



خودرو برقی هیبریدی پلاگین- (دو نیروی برقی)
(PHEV)



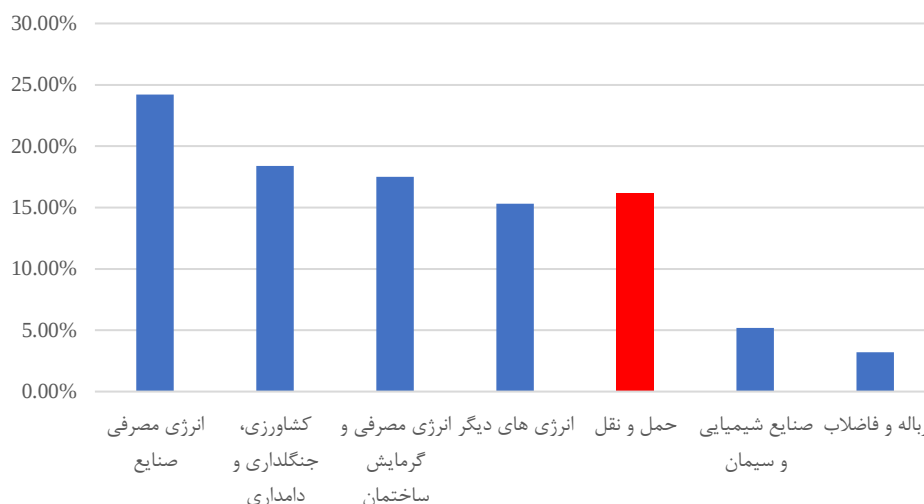
خودرو برقی هیبریدی
(HEV)

۱ روند بازار خودرو و تحولات جهانی

۱-۱ شتاب به سوی پایداری: فناوری های کم آلاینده

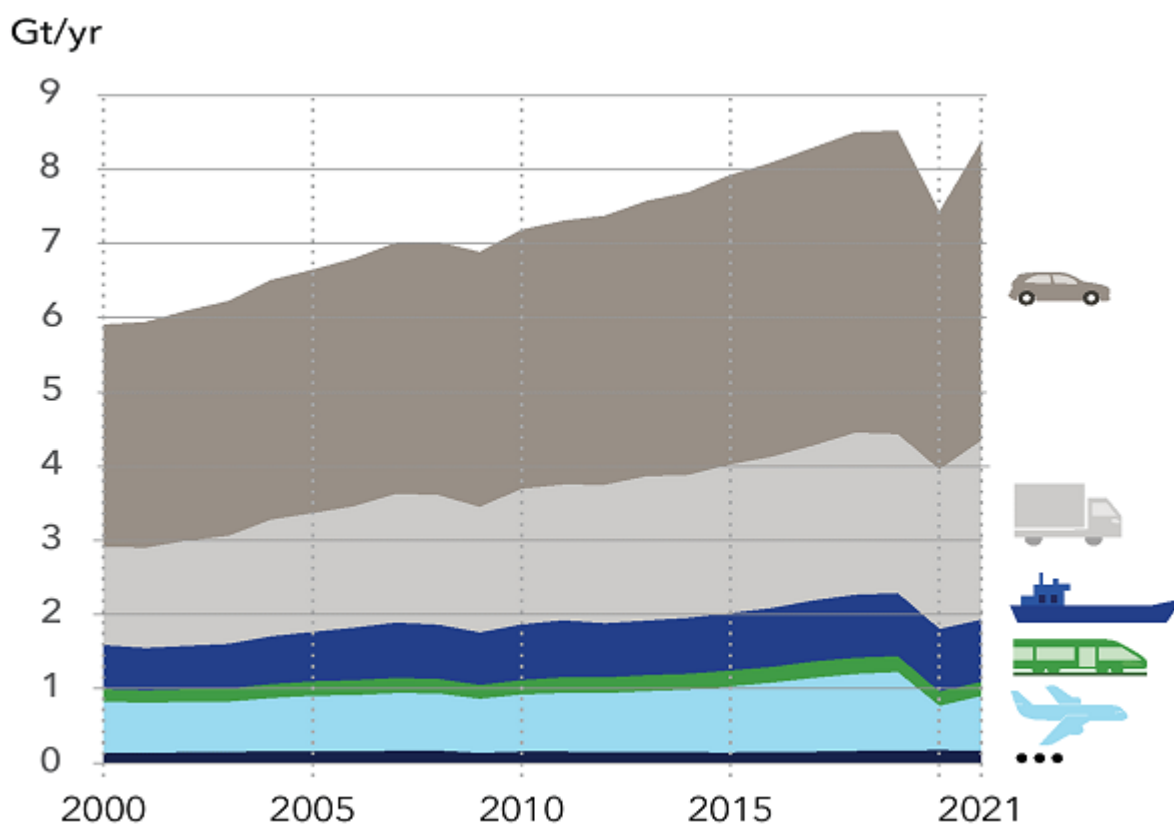
برقی کردن حمل و نقل یکی از ابزارهای مهم برای قراردادن جهان در مسیر کاهش گازهای گلخانه ای است [۲]. با توجه به بلوغ فناوری های جدید، مقرون به صرفه شدن باتری ها و پیشرفت های اخیر، خودروی برقی محبوبیت جهانی پیدا کرده است [۳]. فروش خودروهای برقی در حال افزایش است. نظرسنجی های مصرف کنندگان، افزایش مقبولیت این محصولات را نشان می دهد. تنوع مدل، برد باتری و راحتی شارژ به طور پیوسته در حال بهبود هستند؛ ولی لازمی این رشد مثبت، عملی شدن تعهدات سرمایه گذاری قابل توجه ذینفعان این صنعت است. تعهد خودروسازان بزرگ در حوزه برقی سازی به بیش از نیم تریلیون دلار رسیده است [۲ - ۱۳]. اگرچه رشد فروش خودروهای برقی مثبت است، اما هنوز امکان بد اقبالی برای این فناوری سبز وجود دارد و رشد مستمر آن به مدیریت اقتصادی قدرتمندی نیاز دارد. گسترش خودروهای برقی در سطح جهانی بدون مجموعه ای از سیاست های موثر حمایتی، بسیار کند خواهد بود. اگرچه چندین خط مشی مختلف برای حمایت موثر از استقرار فناوری های کم آلاینده وجود دارد، اجماع همگانی بر این است که از آلایندگی خودروهای آینده کاسته شود. با توجه به توسعه ی سریع فناوری های جدید مانند وسایل نقلیه برقی، هیدروژنی و خودران، علم داده و هوش مصنوعی و افزایش تعداد شرکت های دانش بنیان فعال در این حوزه، نقش فعالان صنعتی و اقتصادی در آینده تفاوت چشمگیری خواهد داشت [۴ و ۱۷].

فناوری های نوظهور حمل و نقل برقی پتانسیل جایگزینی تدریجی با هدف رفع معضل زیست محیطی در کلان شهرها را دارند. اگرچه ممکن است کارشناسان در مورد سرعت فراگیری تکامل فناوری حمل و نقل برقی اختلاف نظر داشته باشند، ولی همگی هم نظر هستند که حمل و نقل در آینده به طور قابل توجهی با حمل و نقل مورد استفاده در جوامع توسعه یافته امروزی متفاوت خواهد بود. مردم نسبت به محیط زیست هوشیارتر و حساس تر شده اند و خواستار اقدامات جدی تر دولت ها برای بهبود شرایط محیطی هست [۲]. برای کشورهای در حال توسعه، انتقال از سوخت فسیلی به حمل و نقل برقی مزایای زیادی دارد؛ برای مثال، می توان به بهبود کیفیت هوای محلی و کاهش وابستگی به سوخت فسیلی اشاره کرد. با وجود این همه مزایای حمل و نقل برقی، خودروهای برقی همچنان در کشورهای در حال توسعه نادر هستند و بیشتر فروش خودرو برقی در جهان در بازارهای بزرگ جهانی مانند چین، اروپا و ایالات متحده متمرکز شده است. شکل ۱-۱ سهم انتشار گازهای گلخانه ای را نشان می دهد [۲].



شکل ۱-۱ سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای جهان [۱، ۲ و ۱۵]

بر اساس مطالعات شرکت دی ان وی و همانطور که در شکل ۲-۱ نشان داده شده است، انتشار گازهای گلخانه‌ای حمل و نقل برای چندین دهه به طور پیوسته، به استثنای دوره همه گیری کرونا که انتشار گازهای گلخانه‌ای حمل و نقل ۱۴ درصد کاهش یافت و انتشار هوانوردی بیش از نصف شد، در حال افزایش بوده است [۱۵].

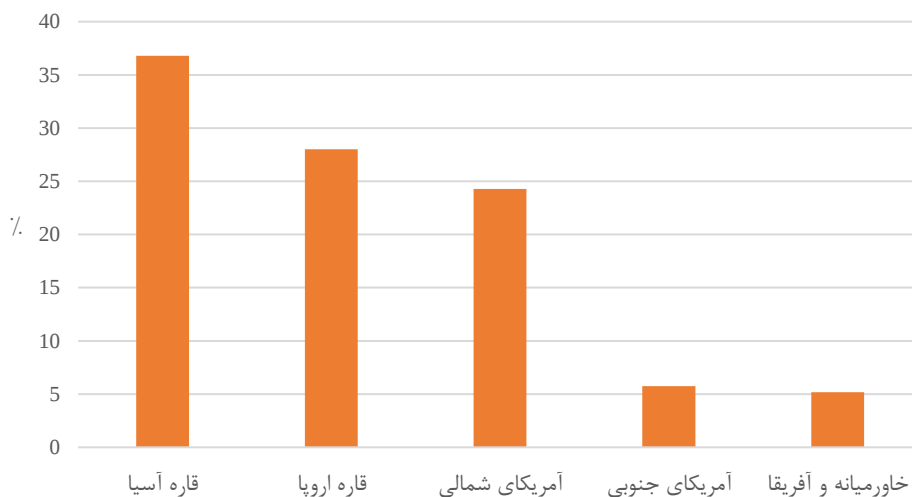


شکل ۲-۱ حمل و نقل جهانی و سهم انتشار CO₂ وسایل نقلیه مختلف در دو دهه گذشته [۱۵]

۱-۱-۱ روند تولید خودرو در مناطق مختلف جهان

روند تولید و مصرف خودرو در مناطق مختلف جهان تفاوت فاحشی دارد. در حال حاضر ۶۴ درصد تعداد خودرو فعال جهان در اروپا و آسیا قرار دارند. سهم خودرو فعال آمریکای جنوبی، آفریقا و خاورمیانه کلاً ۱۱ درصد از کل جهان است. شکل ۱-۳، تعداد تخمینی خودروهای فعلی فعال دنیا در مناطق مختلف جهان را با هم مقایسه می‌کند. بر اساس گزارش انجمن خودروسازان اروپا، در سال ۲۰۲۲، بیش از ۶۸ میلیون خودروی سواری در سراسر جهان تولید شده است که نسبت به سال قبل ۷/۹ درصد افزایش داشته است. با این وجود، این میزان هنوز ۵/۶ میلیون دستگاه کمتر از سطح تولید قبل از بحران در سال ۲۰۱۹ است. بر اساس همین گزارش، خرید جهانی خودروهای جدید در سال ۲۰۲۱ به ۶۶/۲ میلیون دستگاه رسید. مقایسه با حجم‌های سال ۲۰۱۹ (۷۴/۹ میلیون واحد) نشان می‌دهد که خریدها چقدر کاهش یافته است. خرید خودروهای سواری در منطقه اروپا با ۱۰/۴ درصد کاهش در سال ۲۰۲۲ به ۱۲/۸ میلیون دستگاه رسید. در واقع، عامل اصلی تاثیرگذار بر کاهش خرید در منطقه اروپا، کمبود نیمه‌هادی‌ها بود. علاوه بر این، جنگ در اوکراین هم بازار اروپای شرقی را عقب نگه داشت [۴].

علی‌رغم بهبود جزئی فروش در سه ماهه پایانی سال ۲۰۲۲، حجم فروش تمام سال در آمریکای شمالی ۸/۷ درصد نسبت به سال ۲۰۲۱ کاهش یافت و به ۱۲/۷ میلیون واحد رسید. همین روند در ایالات متحده مشاهده شد، جایی که فروش خودروهای سواری در طول سال ۲۰۲۲ به میزان ۹/۲ درصد کاهش یافت که دلایل آن پیچیدگی زنجیره تامین و مشکلات لجستیک عنوان شده است [۴].

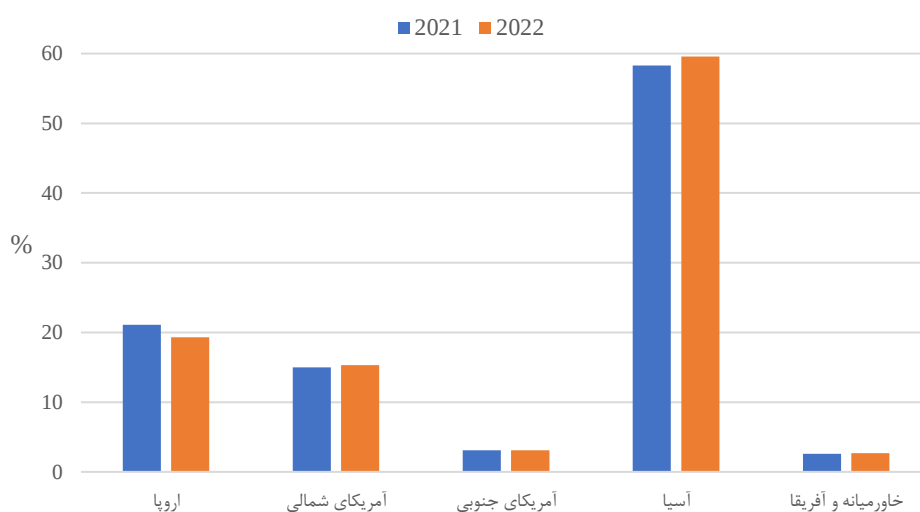


شکل ۱-۳ تعداد کل خودروهای فعلی فعال دنیا [۱۸]

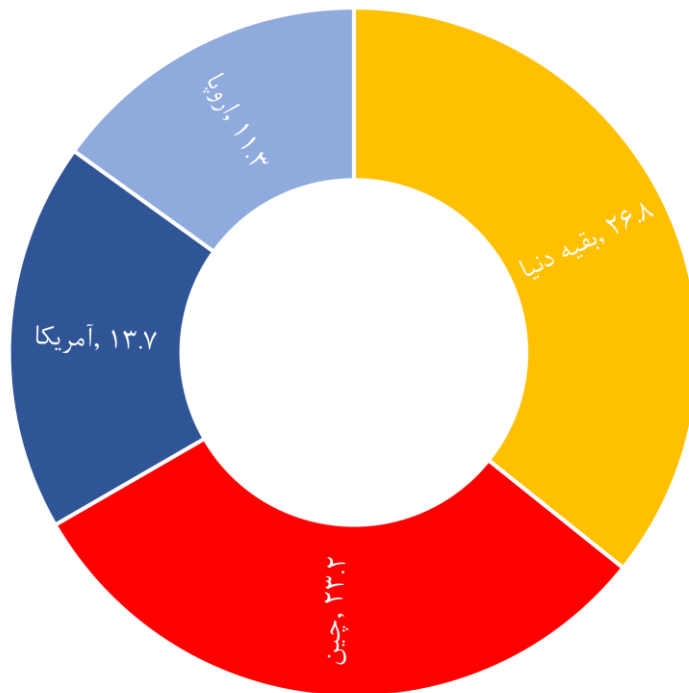
متوسط تعداد خودروهای سواری تولید شده در جهان در شکل ۱-۴ نشان داده شده است. تقاضا برای خودروی جدید در آمریکای جنوبی طی سال ۲۰۲۲ با ۱/۸ درصد افزایش نزدیک به ۲/۸ میلیون دستگاه رسیده است. برزیل، بزرگ‌ترین بازار منطقه، به لطف بهبود در سه ماهه آخر سال ۲۰۲۲، موفق شد در مقایسه با سال گذشته‌اش ثابت بماند. فروش خودروهای سواری ژاپن ۵/۱ درصد در مقایسه

با سال ۲۰۲۱ کاهش یافته است، زیرا قیمت انرژی بالاتر همراه با کاهش ارزش ین، منجر به کاهش درآمد واقعی قابل تصرف بر فروش خودرو شده است. در یک یادداشت مشابه، ثبت نام خودروهای جدید کره جنوبی در سال ۲۰۲۲ نیز نسبت به سال قبل ۳ درصد کاهش یافته است. تقاضا در چین نسبت به مدت مشابه سال قبل ۷/۶ درصد افزایش داشت. همچنین، لغو مشوق‌های دولتی خودروهای برقی تا پایان سال ۲۰۲۲ به متقاعد کردن مشتریان برای انجام خریدهای خودرو در سال کمک کرده است.

شکل ۵-۱ و شکل ۶-۱ پراکندگی فروش وسایل نقلیه در سال ۲۰۲۲ را نشان می‌دهد. بر اساس آمار خودروهای ملی سازمان ملل در سال ۲۰۲۲، که توسط F Munzo (فعال حوزه حمل و نقل) در ماه می ۲۰۲۳ تجزیه و تحلیل و ارائه شد، در سال ۲۰۲۲ به ازای هر ۱۰۰۰ نفر ۱۰/۳ وسیله نقلیه جدید فروخته شده است. به عبارت دیگر تنها یک درصد از جمعیت جهان یک خودروی کاملاً جدید خریداری کرده‌اند. داده‌های سازمان ملل نشان می‌دهد که تفاوت‌های زیادی بین مناطق و کشورها وجود دارد و رابطه بین رشد فروش خودرو و داشتن اقتصاد سالم کشورها آشکار است. به عنوان مثال، در سال ۲۰۲۲ چین بزرگ‌ترین بازار خودرو در جهان بود که ۳۲ درصد از کل جهان را تشکیل می‌داد و جمعیت آن ۱۹ درصد از کل جهان را تشکیل می‌داد. این شکاف در اقتصادهای توسعه یافته حتی بیشتر است به نحوی که این کشورها ۴۷ درصد از فروش جهانی وسایل نقلیه سبک را به خود اختصاص می‌دهند، در حالیکه جمعیت آنها ۱۶ درصد از جمعیت کل جهان است [۲ و ۴].

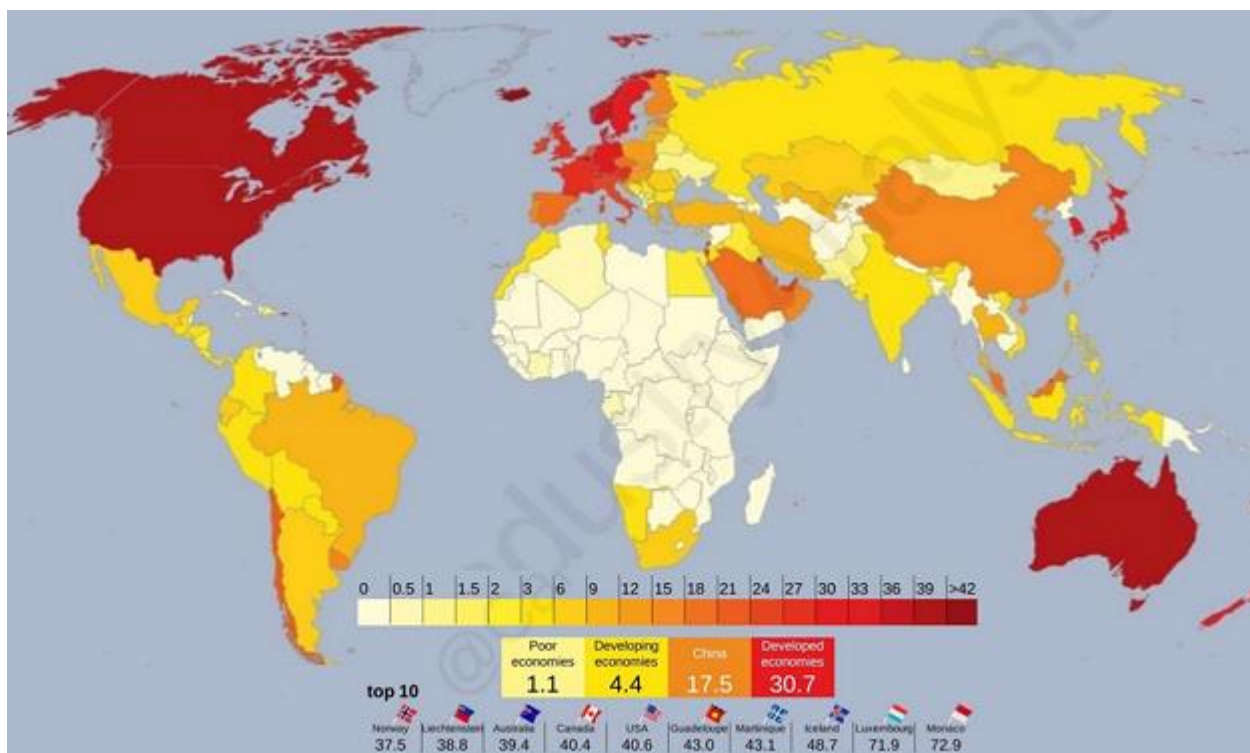


شکل ۴-۱ سهم تولید خودروهای سواری هر منطقه از جهان [۲۶]



شکل ۱-۵ مقایسه فروش انواع خودرو در جهان در سال ۲۰۲۲ [۲۱]

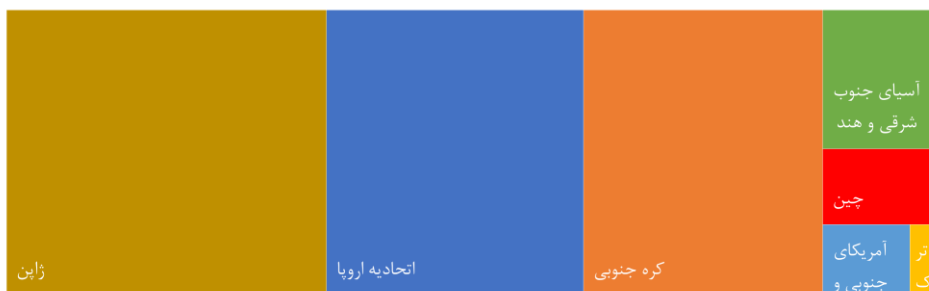
کشورهای در حال توسعه ۱۹ درصد از فروش جهانی خودرو و ۴۵ درصد از جمعیت جهان را به خود اختصاص داده‌اند و تنها ۲/۲ درصد از فروش جهانی خودرو در اقتصادهای ضعیف اتفاق افتاده است که جمعیت آنها ۲۰ درصد از کل جهان را تشکیل می‌دهد. داده‌های سازمان ملل نشان می‌دهد که فروش خودروهای برقی فقط در کشورهای غربی و چین رشد داشته است. سایر کشورهای جهان هیچ پیشرفت ملموسی در برقی کردن وسایل نقلیه خود نداشته‌اند. البته براساس مطالعات اخیر شرکت DNV، ۱۱۳ کشور، به نحوی سیاست راهبردی کاهش انتشار آلاینده‌های حمل و نقل برای خود در نظر گرفته‌اند [۱۵].



شکل ۱-۶ پراکندگی فروش وسایل نقلیه در سال ۲۰۲۲ (به ازای هر ۱۰۰۰ نفر) [۱۷۷]

پویایی جهانی بازار خودرو پدیده‌ای پیچیده و چندوجهی است که تغییرات قابل توجهی را در مناطق و کشورها نشان می‌دهد. صنعت خودرو به عنوان یکی از اجزای حیاتی سیستم‌های حمل و نقل، نقشی محوری در شکل دادن به الگوهای سفر، تأثیر بر توسعه اقتصادی و تأثیرگذاری بر جنبه‌های فرهنگی ایفا می‌کند. بررسی چشم انداز جهانی، عوامل بی شماری را نشان می‌دهد که در پیچیدگی بازار جهانی خودرو نقش دارند. این عوامل شامل زیرساخت‌ها، مقررات، هنجارهای فرهنگی، توسعه اقتصادی و پیشرفت‌های فناوری می‌شود. هر یک از این عناصر به طور قابل توجهی بر نحوه موفقیت شرکت‌های خودروسازی در زمینه‌های مختلف منطقه‌ای تأثیر می‌گذارند. سطح توسعه اقتصادی در یک حوزه جغرافیایی خاص به طور قابل توجهی بر الگوهای انتخاب وسایل نقلیه تأثیر می‌گذارد. کشورهای ثروتمند اقتصادی معمولاً دارای نرخ بالاتر مالکیت وسیله نقلیه هستند. برعکس، کشورهای در حال توسعه با چالش‌های مرتبط با زیرساخت‌های ناکافی و منابع محدود مواجه می‌شوند که نیازمند راه‌حل‌های نوآورانه برای بهبود حرکت وسایل نقلیه است. سیستم‌های حمل و نقل هوشمند ظهور وسایل نقلیه برقی، و فناوری‌های رانندگی خودمختار، شیوه‌های رفت و آمد را به طور قابل توجهی در آینده تغییر خواهند داد. درک جامع از وضعیت فعلی بازار جهانی و بررسی عوامل مختلف مؤثر در موفقیت برخی از شرکت‌ها در مناطق مختلف، بینش‌های ارزشمندی را در مورد پیچیدگی‌های بازار خودرو را ارائه می‌دهند.

کشورهای نفتا



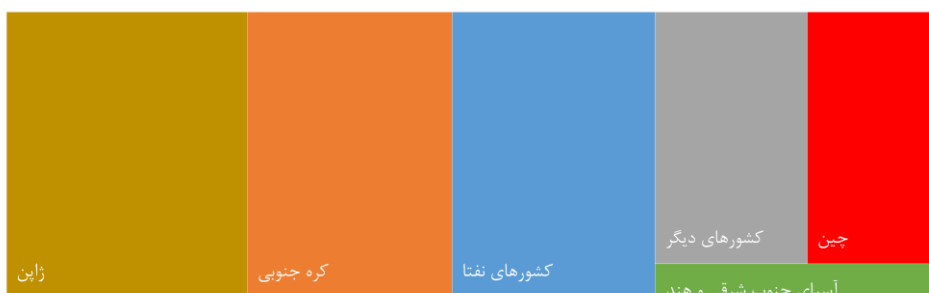
آمریکای جنوبی و مرکزی



آفریقا



اروپا و ترکیه



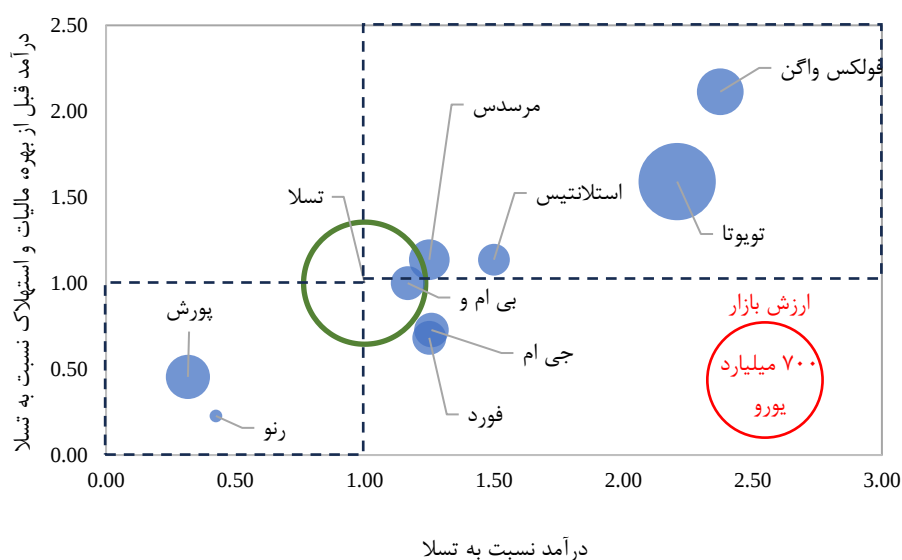
غرب آسیا



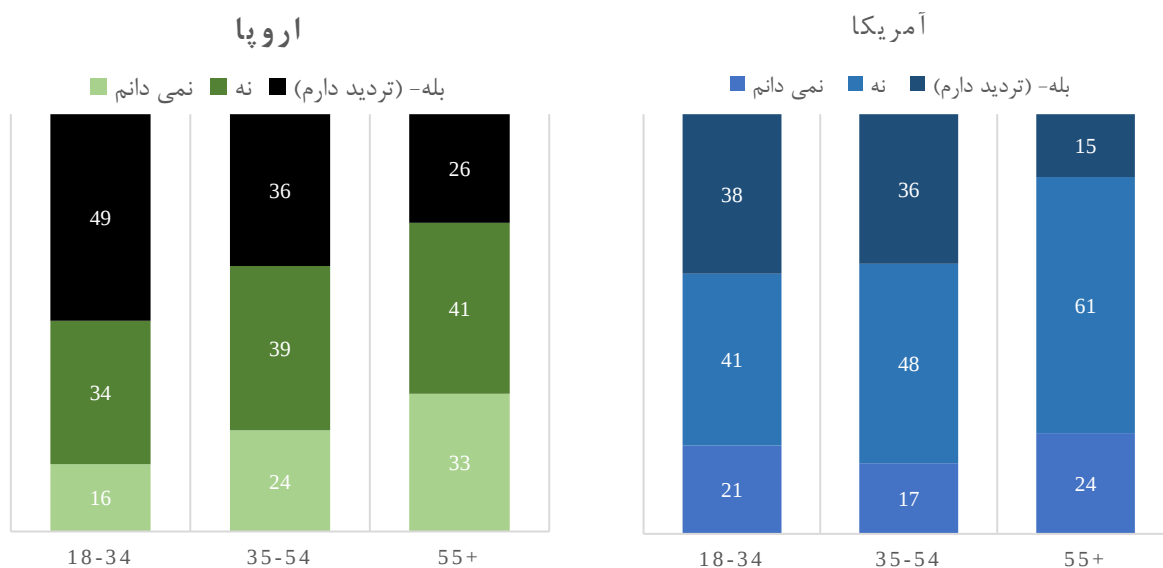
شکل ۷-۱ سهم بازار کشورهای مختلف در بازارهای هدف مختلف [۱۷۷]

با درک درست جایگاه رقبا در سطح جهانی، تولیدکنندگان خودرو می‌توانند راهبردها، پیشنهادات محصول و رویکردهای بازاریابی خود را به گونه‌ای تنظیم کنند که به طور موثری به خواسته‌ها و ترجیحات زمینه‌های منطقه‌ای متمایز پاسخ دهند. شکل ۱-۷ بازیگران فعال و سهم بازار کشورهای مختلف از بازار هدف را نشان می‌دهد. مطلوبیت بالای خودروهای ژاپنی، کره ای و آمریکای شمالی در سرتاسر جهان یک واقعیت آشکار است، اما مطلوبیت محصول به طور گسترده و در قاره‌ها متفاوت است.

تخمین فروش و درآمد شرکت‌های خودروساز مطرح در سال ۲۰۲۳ توسط شرکت بلومبرگ در شکل ۱-۸ نشان داده شده است که از تخمین رشد بالای ارزش بازار (Market cap) برای تسلا خبر می‌دهد. البته شرکت تویوتا و فولکس واگن از موقعیت درآمدی بالایی برخوردارند.



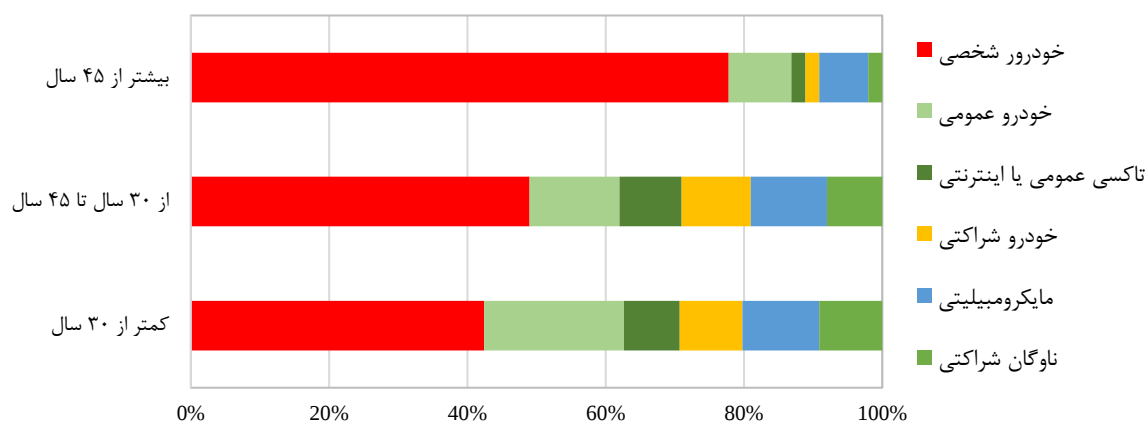
شکل ۱-۸ تخمین فروش و درآمد شرکت‌های خودروساز مطرح در سال ۲۰۲۳ نسبت به شرکت تسلا- اندازه دایره ارزش بازار را نشان می‌دهد. [۴]



شکل ۹-۱ وقتی در یک نظر سنجی (از سنین مختلف) سوال شد که آیا در داشتن خودرو شخصی در آینده تردید خواهید داشت؟ [۲۲ و ۲۳]

۲-۱-۱ تغییرات اجتماعی

جوانان بیشتری در کشورهای توسعه یافته کمتر به داشتن اتومبیل شخصی اهمیت می دهند. این تغییر اجتماعی جدید در یک آمارگیری اخیر در اروپا و آمریکا به وضوح نشان داده شده است. شکل ۹-۱ نتایج این نظرسنجی را نشان می دهد که تقریباً نیمی از جوانان اروپایی بین ۱۸ تا ۳۴ سال علاقه کمتری به مالکیت خودرو سواری نشان داده‌اند. نتایج مشابهی در یک نظر سنجی دیگر توسط شرکت مکنزی به دست آمده است که در شکل ۱۰-۱ نشان داده شده است. در ژاپن جوانان نیز کمتر به گرفتن گواهینامه رانندگی رغبت نشان می دهند. مطالعات تغییرات اجتماعی، از جمله پیری جمعیت و یا تغییر ارزش های زیست محیطی و معیارهای جوانان، در برآورد اقتصاد حمل و نقل آینده بسیار اهمیت دارد. در مجموع در کشورهای توسعه یافته حمل و نقل موثرتر مهمتر است تا داشتن خودرو شخصی.

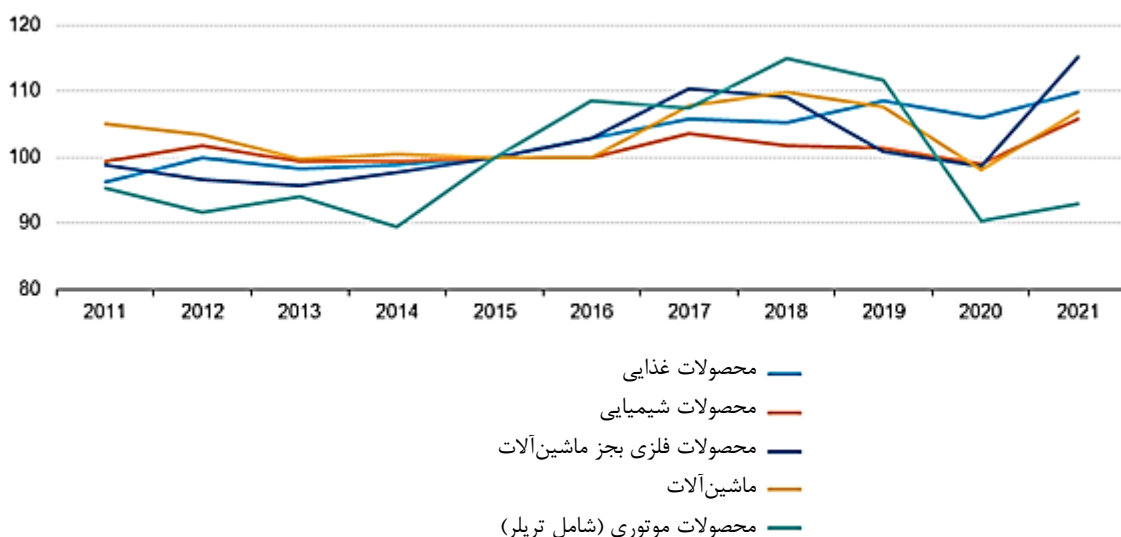


شکل ۱۰-۱ وقتی در یک نظر سنجی سوال شد که چه نوع وسیله نقلیه را ترجیح می دهید؟ [۲۳]

۲-۱ خودروسازی در اروپا

اتحادیه اروپا به عنوان یک بازار واحد متشکل از ۲۷ کشور فعالیت می کند. ارزش کل کالاها و خدمات تولید شده (تولید ناخالص داخلی یا تولید ناخالص داخلی) در اتحادیه اروپا در سال ۲۰۲۱، ۱۴/۵ تریلیون یورو بوده است. اتحادیه اروپا حدود ۱۴ درصد از تجارت جهانی کالا را به خود اختصاص داده است. اتحادیه اروپا، چین و ایالات متحده سه بازیگر بزرگ جهانی در تجارت بین المللی هستند. شکل ۱-۱۱ مقایسه تکامل ارزش تولید فروخته شده اتحادیه اروپا را از ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱ نسبت به سال ۲۰۱۵ را نشان می دهد. در دوره ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱، ارزش تولید شده توسط تولید اتحادیه اروپا در بخش های مختلف تقریباً بدون نوسان جدی بوده است (بجز دوران کوید) و خودروسازی نقش مهمی در اقتصاد اروپا ایفا کرده است [۲۵]. خلاصه ای از نتایج عبارتند از:

- ۱۳ میلیون اروپایی در صنعت خودرو (مستقیم و غیر مستقیم) کار می کنند که ۷ درصد از کل مشاغل اتحادیه اروپا را تشکیل می دهند.
- ۱۱/۵ درصد از مشاغل تولیدی اتحادیه اروپا (حدود ۳/۴ میلیون) در بخش خودرو است.
- ۳۷۴/۶ میلیارد یورو درآمد مالیاتی دولت ها در سراسر بازارهای کلیدی اروپا از تولید و بکارگیری وسایل نقلیه موتوری است.
- صنعت خودرو، مازاد تجاری ۷۹/۵ میلیارد یورویی برای اتحادیه اروپا ایجاد می کند.
- گردش مالی تولید شده توسط صنعت خودرو تقریباً ۸ درصد از تولید ناخالص داخلی اتحادیه اروپا را تشکیل می دهد.
- با سرمایه گذاری ۵۸/۵ میلیارد یورو در تحقیق و توسعه در سال، خودرو بزرگترین مشارکت کننده خصوصی اروپا در نوآوری است که ۳۲ درصد از کل بودجه تحقیق و توسعه اتحادیه اروپا را تشکیل می دهد.
- بازارهای اروپای مرکزی با افزایش قابل توجهی که در رومانی (۲۰/۶ در صد)، جمهوری چک (۸/۷ در صد) و مجارستان (۶ درصد) به ثبت رسانده اند، عملکرد مثبت منطقه ای اروپا را تقویت کرده اند.
- از سال ۱۹۹۲، اتحادیه اروپا محدودیت های انتشار آلاینده های آگروز را برای هر خودروی جدیدی که در اتحادیه اروپا فروخته می شود (استانداردهای یورو) به طور فزاینده ای سخت گیرانه تر کرده است. در آینده، انتظار می رود که انتشارات غیر آگروز، مانند ذرات ناشی از سایش ترمز و سایش لاستیک، از انتشار ذرات آگروز از جدیدترین خودروها پیشی بگیرد. چنین آلاینده هایی (از همه وسایل نقلیه، از جمله برقی)، می تواند تمرکز یورو VII/۷ (در مورد سایش ترمز) و مقررات تأیید نوع لاستیک باشد.

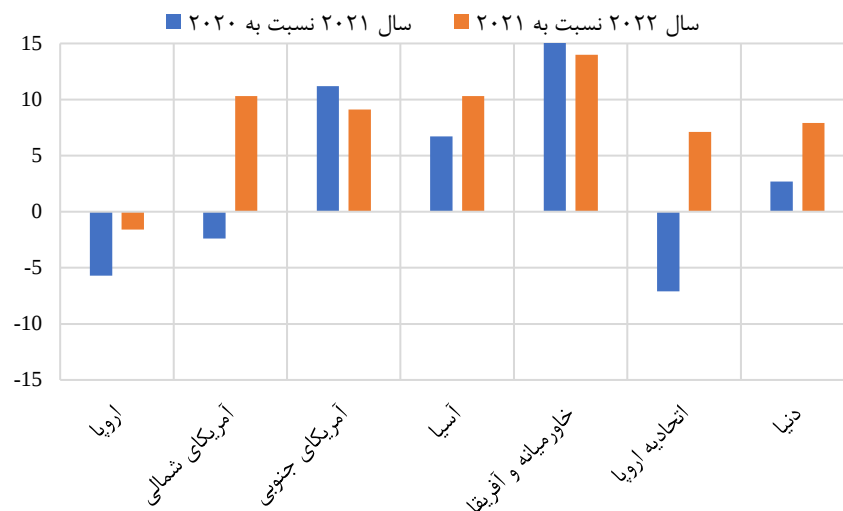


شکل ۱-۱ مقایسه تکامل ارزش تولید فروخته شده اتحادیه اروپا را از ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱ نسبت به سال ۲۰۱۵ - (سال ۲۰۱۵ به عنوان مرجع (۱۰۰) در نظر گرفته شده است) [۲۵]

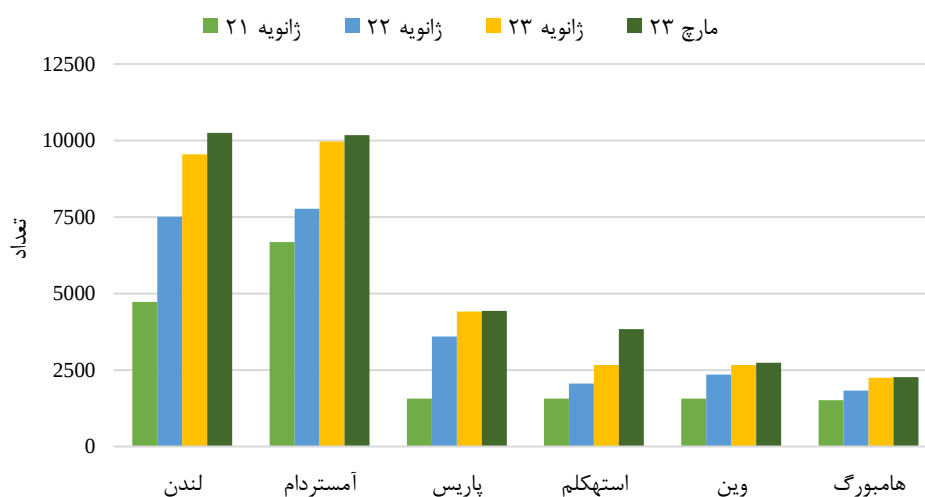
۱-۲-۱ چالش های اخیر در اتحادیه اروپا

تولید خودروهای سواری در اروپا در سال ۲۰۲۲ به میزان ۱/۶ درصد کاهش یافته و فروش خودروهای سواری جدید در اتحادیه اروپا در سال ۲۰۲۲ به میزان ۴/۶ درصد کاهش یافته است که عمدتاً به دلیل تاثیر کمبود قطعات در نیمه اول سال بود. این سومین سال متوالی است که فروش در اتحادیه اروپا کاهش می یابد. نشانه هایی از بهبود در بازار اتحادیه اروپا در نیمه دوم سال ۲۰۲۲ مشهود ولی محدود بود. عملکرد سه بازار از چهار بازار بزرگ اتحادیه اروپا مایوس کننده بود: ایتالیا (منفی ۹/۷ درصد)، فرانسه (منفی ۷/۸ درصد) و اسپانیا (منفی ۵/۴ درصد) که همه این بازارها در طول سال ۲۰۲۲ کاهش داشته اند. ولی بازار آلمان از این قاعده استثنا بود و توانست یک صعود متوسط (۱/۱ درصد) را به ثبت برساند. در شکل ۱-۱۲ رشد تولید خودرو سواری در جهان در بین سال های ۲۰۲۰ تا ۲۰۲۲ مقایسه شده است. خودروهای سواری هنوز سهم عمده ای از تولید خودرو جهانی بجز آمریکای شمالی را به خود اختصاص داده اند [۱۹ و ۲۵].

با نگاهی به سال ۲۰۲۳، چشم انداز بازار خودرو اتحادیه اروپا کمی مثبت تر است. علیرغم شرایط چالش برانگیز اقتصادی در منطقه و تداوم تاثیر کمبود قطعات بر تولید خودرو، انتظار می رود خرید خودروهای جدید در سال ۲۰۲۳ حدود ۵ درصد افزایش پیدا کند. اگر این امر محقق شود، حجم فروش به طور کلی با سال ۲۰۲۰ برابری می کند، اما هنوز بسیار کمتر از ۱۳ میلیون واحد ثبت شده قبل از همه گیری در سال ۲۰۱۹ است [۲۵].



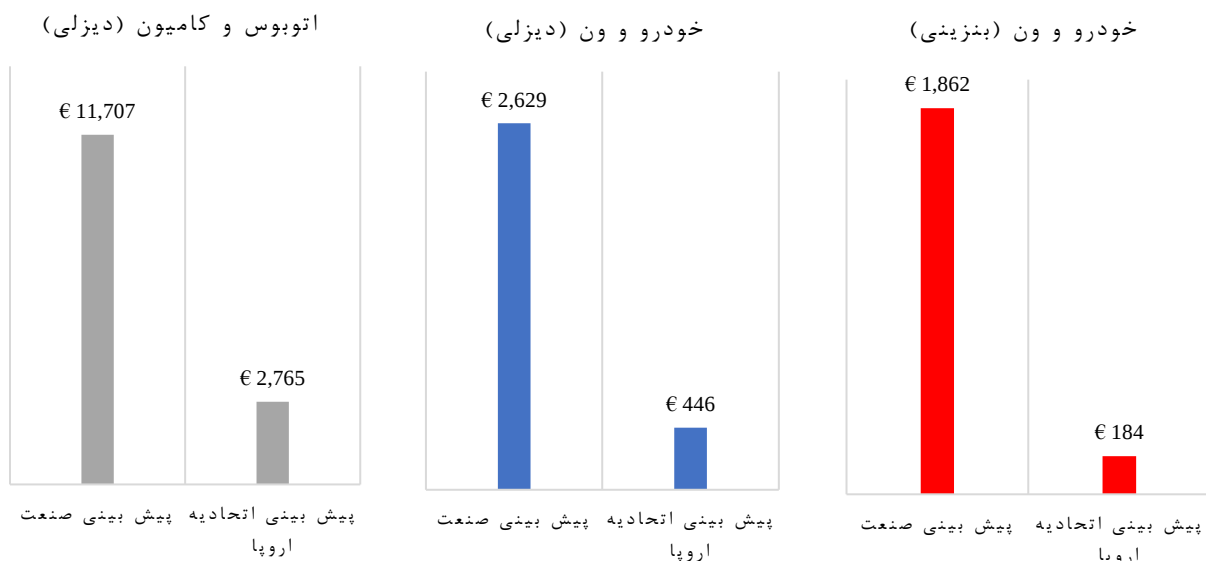
شکل ۱۲-۱ رشد سالیانه تولید خودرو سواری در جهان [۱۹ و ۲۶]



شکل ۱۳-۱ روند رشد زمانی شارژها در چند شهر اروپایی (از ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۳) [۲۷]

۲-۲-۱ سیاست گران قیمت - سبک اروپایی

مطالعه جدید نشان می دهد که اجرای جدید پیشنهادی Euro^۷ بسیار بیشتر از حد انتظار هزینه خواهد داشت. این نتیجه یک تخمین هزینه توسط صنعت است که با تخمین اولیه کمیسیون اروپا در شکل ۱۴-۱ نمایش داده شده است.

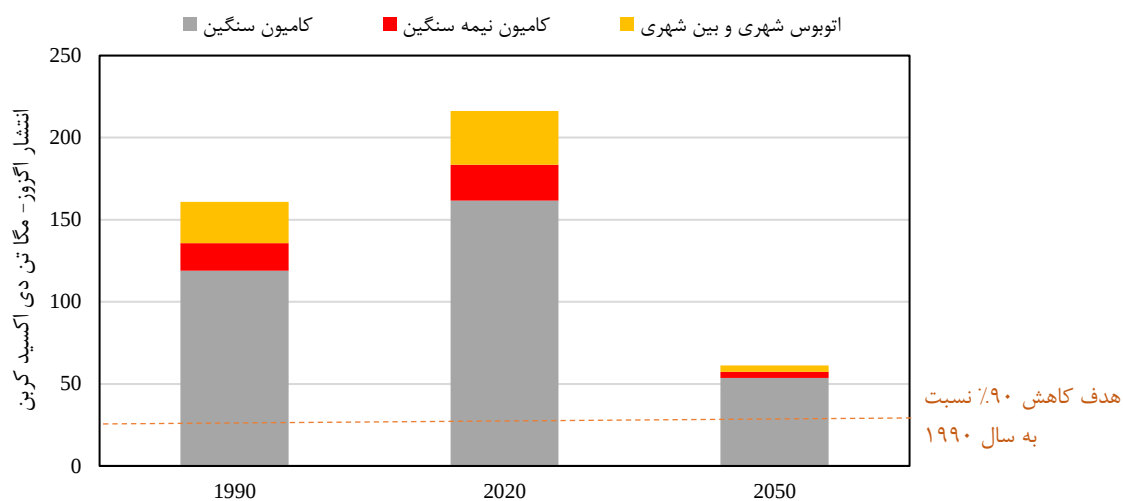


شکل ۱-۱۴ هزینه های مستقیم اعمال استاندارد یورو ۷ (تخمین هزینه توسط صنعت خیلی بیشتر از تخمین اولیه کمیسیون اروپا) [۱۹]

در ۲۸ مارس ۲۰۲۳، اتحادیه اروپا یک اصلاحیه اساسی در استانداردهای انتشار CO₂ اتحادیه اروپا برای خودروهای سواری و وانت های جدید تصویب کرد. مقررات جدید بخشی از راهبرد Fit-for-55 کمیسیون اروپا بوده که هدف آن کاهش انتشار گازهای گلخانه ای اتحادیه اروپا تا حداقل ۵۵ درصد در سال ۲۰۳۰ نسبت به سطوح ۱۹۹۰ است. اتحادیه اروپا می خواهد اولین منطقه بزرگ در سراسر جهان باشد که هدف کاهش ۱۰۰ درصدی انتشار CO₂ را برای همه خودروها و وانت های ثبت شده از سال ۲۰۳۵ به بعد را ارایه می کند. مقررات جدید انتشار برای کشورهای عضو منطقه اقتصادی اروپا (EEA)، از جمله ۲۷ کشور عضو اتحادیه اروپا و در انتظار تصویب، کشورهای اتحادیه تجارت آزاد اروپا (EFTA) اعمال خواهد شد. از سال ۲۰۳۵ به بعد فقط ثبت نام جدید خودروهای باتری برقی، پیل سوختی، و پلاگین مجاز خواهد بود. این اصلاحیه اروپا اهداف بلندپروازانه تری را برای میانگین انتشار CO₂ ناوگان برای خودروهای سواری و وانت های جدید در سال ۲۰۳۰ تعیین می کند که تا سال ۲۰۳۵ به انتشار کمتر CO₂ (خروجی اگزوز) نیاز دارد. این اهداف عبارتند از [۲۸]:

- برای خودروهای سواری، کاهش ۵۵ درصد در سال ۲۰۳۰ (در مقایسه با ۲۰۲۱) در نظر گرفته شده و هدف دیگر، کاهش صد درصدی برای سال ۲۰۳۵ معرفی شده است.
- برای کامیونت ها، کاهش ۵۰ درصد در سال ۲۰۳۰ (در مقایسه با ۲۰۲۱) در نظر گرفته شده و هدف دیگر، کاهش صد درصدی برای سال ۲۰۳۵ معرفی شده است.

اهداف اروپایی ها در کاهش آلاینده های خودروهای باری و اتوبوس در شکل ۱-۱۵ نمایش داده شده است. البته برنامه های فعلی، با اینکه بسیار جسورانه هستند، به هدف سال ۲۰۴۰ خود که کاهش ۹۰ درصدی CO₂ نسبت به سال ۱۹۹۰ است، نخواهند رسید.

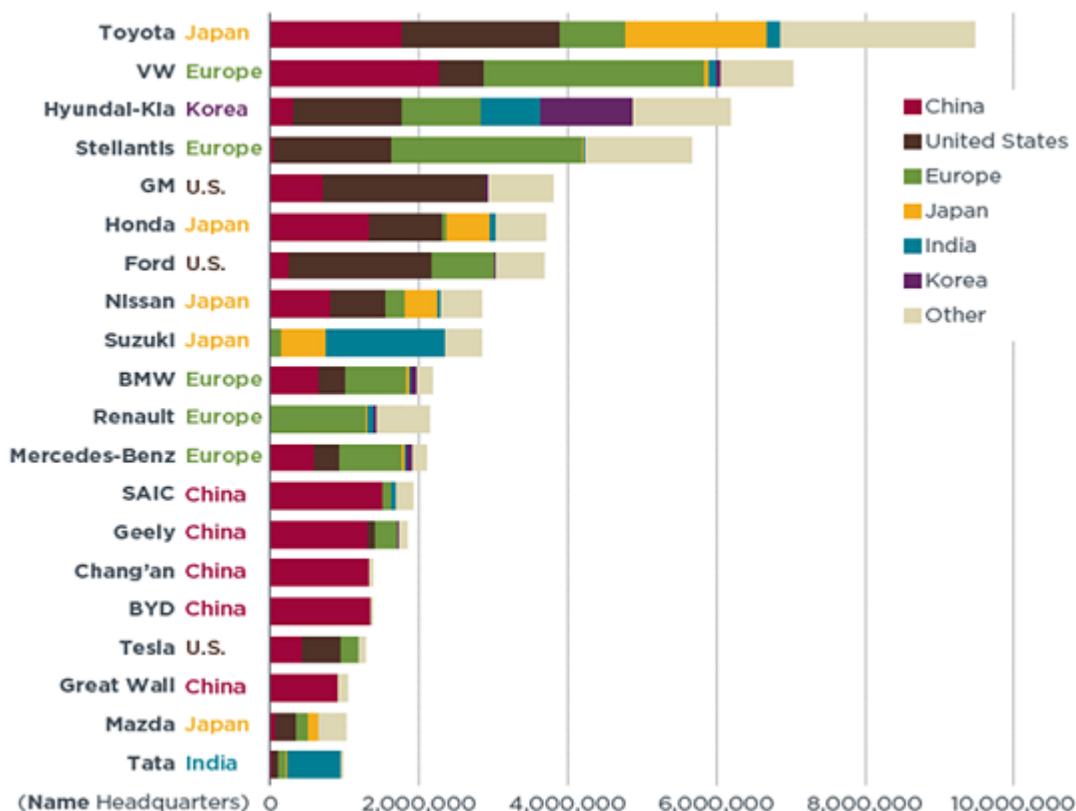


شکل ۱-۱۵ اهداف اروپایی ها در کاهش آلاینده‌های خودروهایی باری و اتوبوس منبع [۲۸]

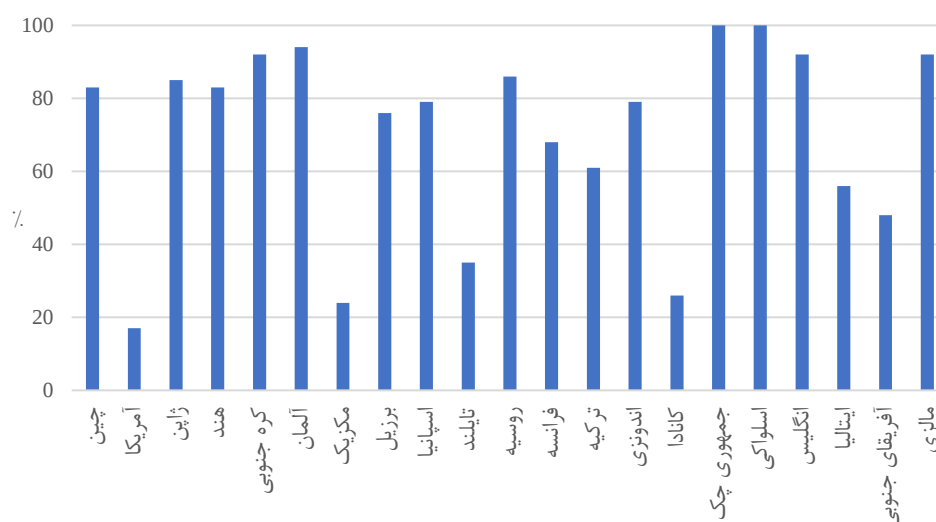
۳-۱ برآورد بازار آینده

نسبت خودروهای سواری فروخته شده در جهان به تعداد کل وسایل نقلیه به طور قابل توجهی در سراسر جهان متفاوت است و به مناطق و قدرت اقتصادی کشور بستگی دارد. فروش خودروهای سبک توسط ۲۰ تولید کننده در ۶ بازار مطرح در سال ۲۰۲۲ در شکل ۱-۱۶ خلاصه شده است که پیش‌تازی نام تجاری تویوتا در جهان را نشان می دهد.

شکل ۱-۱۷ نسبت تولید خودروهای سواری (صرفنظر از نوع قوای محرکه) به کل خودروهای تولید شده (در چند کشور انتخابی) را نشان می دهد. البته برندهای مختلف در بازارهای مختلف شانس متفاوتی داشته‌اند، از جمله برندهای چینی در داخل چین و خارج از چین. شکل ۱-۱۸ فروش ۸ برند خودرو چینی را خلاصه می کند که حاکی از رشد مطلوبیت خودروهای چینی در بازار است [۲۸].

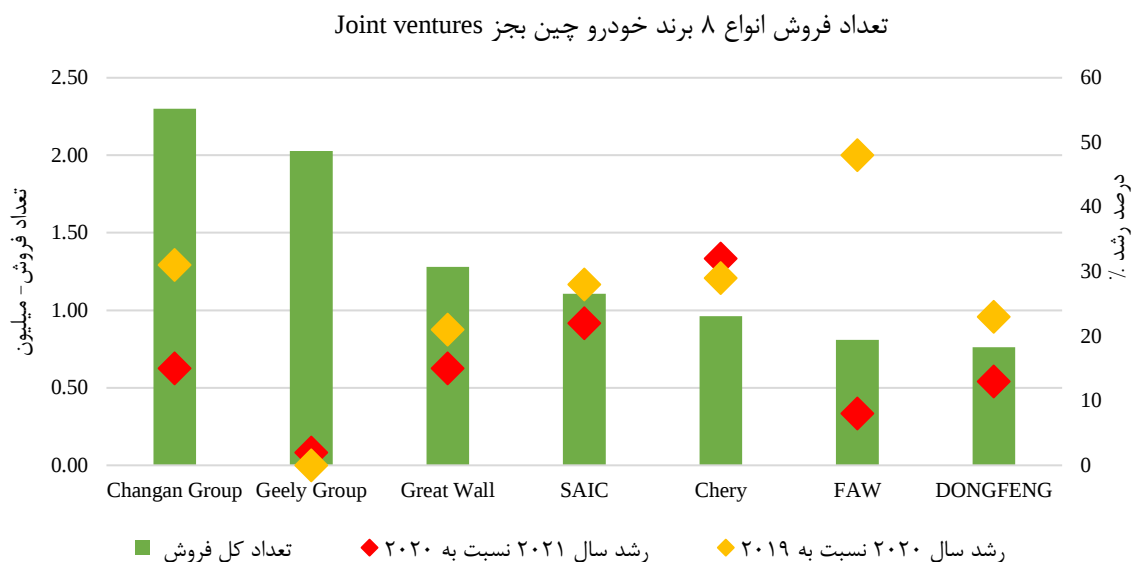


شکل ۱-۱۶ فروش خودروهای سبک توسط ۲۰ تولید کننده در ۶ بازار مطرح در سال ۲۰۲۲ [۵۴]



شکل ۱-۱۷ نسبت تولید خودرو سواری به کل خودروهای تولید شده (در چند کشور انتخابی) [۲۶]

ارقام فروش خودرو از هشت برند مطرح چین نشانگر رشد بسیار بهتر (بالای ۱۰ درصد) برای این خودروسازان در مقایسه با خودروسازان غربی در سال‌های پر چالش ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ بوده است.



شکل ۱۸-۱ رشد فروش ۸ برند خودرو چینی [۳۰]

۱-۳-۱ تجزیه و تحلیل تولید و فروش خودروهای برقی در چند سال اخیر

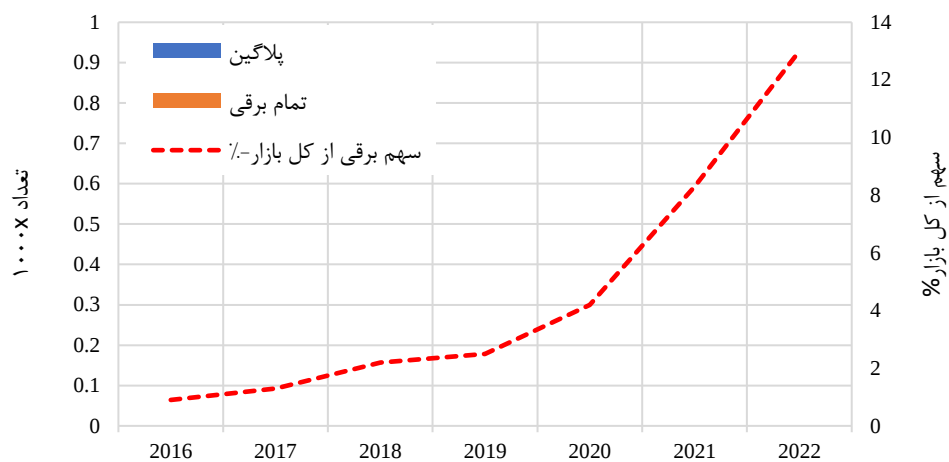
در مجموع، ۱۰/۵ میلیون خودرو تمام برقی و پلاگین برقی جدید در طول سال ۲۰۲۲ به مصرف‌کننده تحویل داده شده که در مقایسه با سال ۲۰۲۱ حدود ۵۵ درصد افزایش داشته است. شکل ۱۹-۱ روند فروش خودروهای برقی در جهان و شکل ۲۰-۱ برای اروپا را نشان می‌دهد. اگرچه الگوی رشد منطقه‌ای در حال تغییر است، پس از ۲ سال افزایش شدید فروش در اروپا، خودروهای برقی تنها ۱۵ درصد نسبت به سال ۲۰۲۱ در آنجا افزایش یافته‌اند. به طور کلی، ضعیف بودن بازارهای خودرو و کمبود مداوم قطعات، اثرات منفی خود را به همراه داشته که با جنگ در اروپا نیز تشدید شده است. همچنین، فروش خودروهای برقی در ایالات متحده و کانادا نسبت به سال قبل ۴۸ درصد افزایش یافته است [۲۵ و ۳۲].

در نیمه دوم سال ۲۰۲۲ شاهد بهبود محتاطانه بازارهای خودرو، در مقایسه با نتایج ضعیف نیمه دوم سال ۲۰۲۱ بوده‌ایم. فروش جهانی خودروهای سبک برای سال ۲۰۲۲ با ۸۱ میلیون دستگاه، همچنان نیم درصد کمتر از سال ۲۰۲۱ و ۱۵ درصد کمتر از سطح قبل از ۲۰۲۰ بود [۲۵ و ۳۲].

شکل ۲۱-۱ مقایسه رشد فروش و مجموع فروش خودروهای برقی چینی به غربی را نشان می‌دهد. فروش خودروهای غیرفسیلی در چین با تمام مشکلاتی که چین با آن مواجه بود (بحران املاک، شیوع کووید و قرنطینه) ۸۲ درصد نسبت به سال قبل افزایش یافته است. شرکت BYD فروش خود را بیش از سه برابر کرده و به ۱/۸۵ میلیون دستگاه رسانده است. در صورت احتساب فروش حدود یک میلیون PHEV، این شرکت به رتبه اول در رتبه‌بندی فروش جهانی تبدیل می‌شود. با احتساب فقط تمام برقی‌ها، تسلا همچنان با ۱/۳۱ میلیون دستگاه تحویل در سال ۲۰۲۲ با اختلاف زیادی پیش‌تاز است [۲۵ و ۳۲].

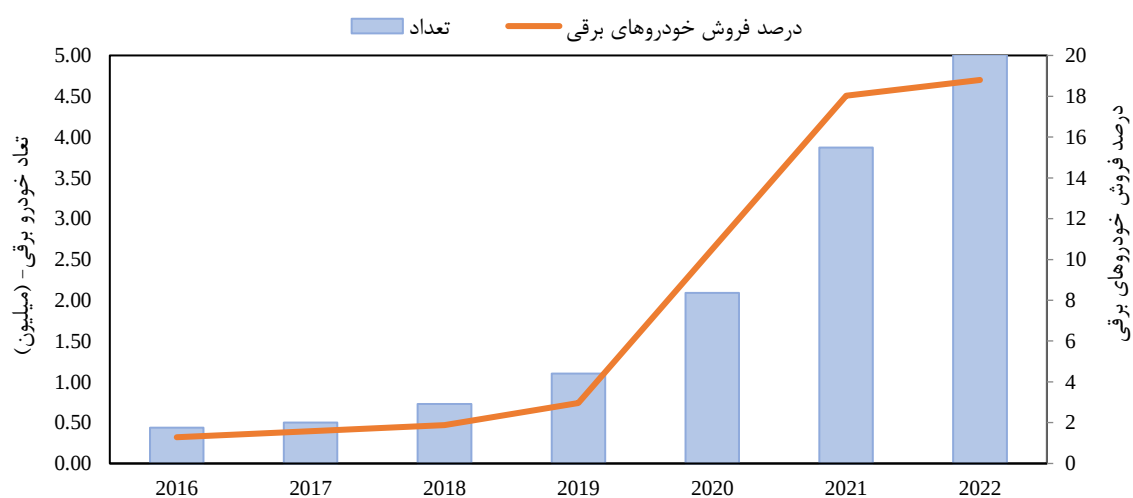
خودروهای برقی PHEV، ۲۷ درصد از فروش جهانی Plug-in را در سال ۲۰۲۲ در مقایسه با ۲۹ درصد در سال ۲۰۲۱ تشکیل داده‌اند. در حالی که حجم فروش آنها همچنان افزایش یافته است، سهم آنها در ترکیب خودروهای برقی رو به کاهش است.

فروش خودروهای برقی در جهان

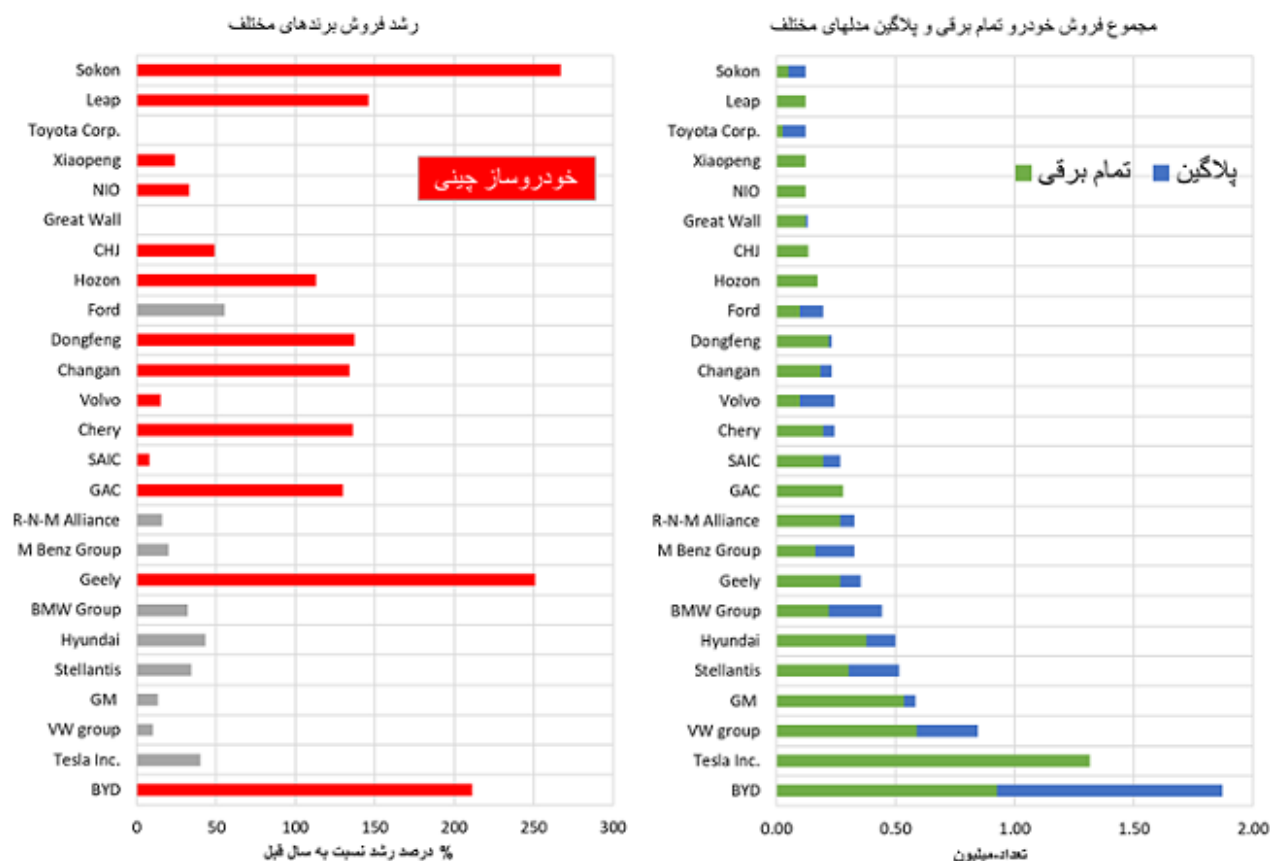


شکل ۱-۱۹ روند فروش خودروهای برقی در جهان [۳۲]

روند فروش خودروهای برقی در اتحادیه اروپا + انگلیس



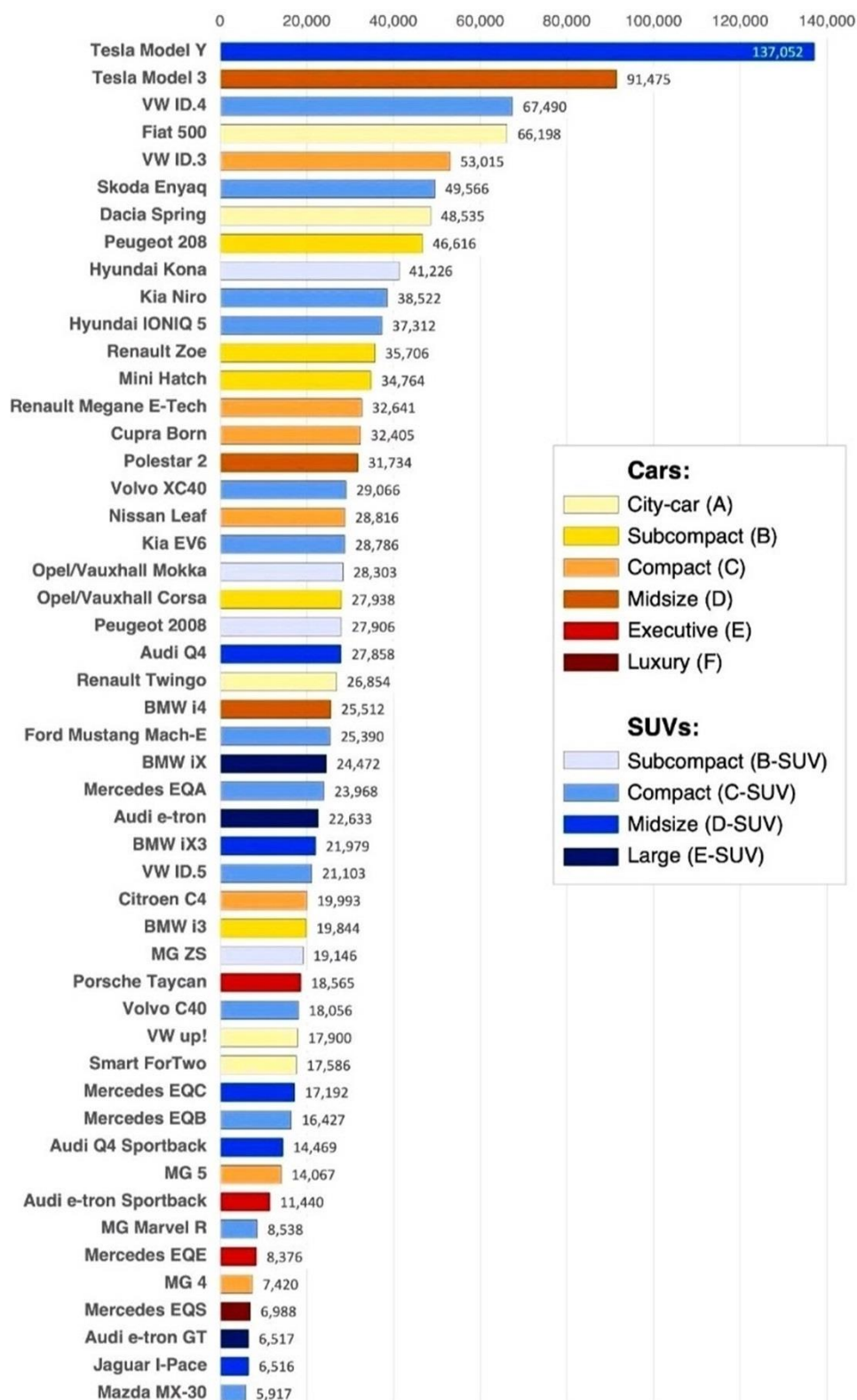
شکل ۱-۲۰ روند فروش خودروهای برقی در اتحادیه اروپا + انگلیس [۳۱]



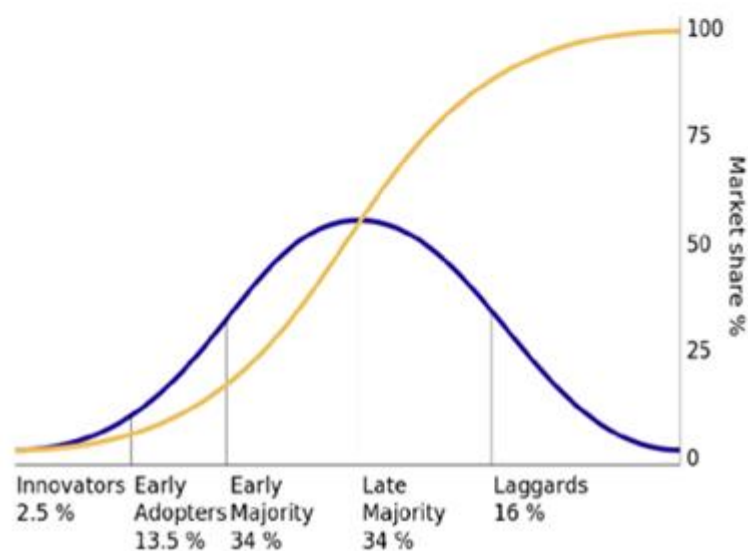
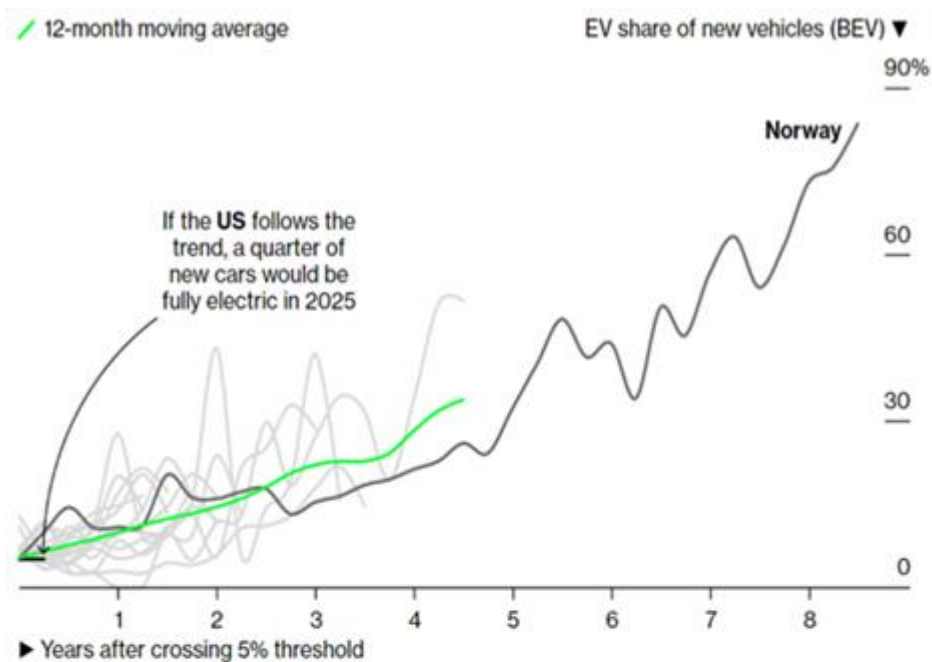
شکل ۱-۲۱ مقایسه رشد فروش (شکل چپ) و مجموع فروش (شکل راست) خودروهای برقی چینی به غربی [۳۲]

چین بیشترین فروش جهانی خودروهای برقی در سال ۲۰۲۲ را داشته است. به عبارت دیگر، کشور چین بزرگ‌ترین بازار خودروهای برقی است. همانطور که در شکل ۱-۲۲ ارایه شده است، رشد فروش انواع خودروهای برقی در اروپا نیز رو به گسترش است. چنانکه در این شکل دیده می‌شود، در اروپا برند تسلا پیشتاز بوده و نوع خودرو SUV محبوبیت بیشتری پیدا کرده است.

در سال گذشته نزدیک به ۵۸۰ هزار خودروی برقی از چین صادر شد که بیشتر آنها (۴۰۷ هزار) توسط برندهای غربی صادر شده است. رشد فروش برندهای چینی نیز به سرعت در حال گسترش است. اگر قبول کنیم که گسترش فناوری خودروهای برقی، مسیر منحنی پذیرش تحول را طی خواهد کرد، بلومبرگ BNEF پیش‌بینی می‌کند که خودروهای برقی ۲۳ درصد از فروش خودروهای سواری جهان در سال ۲۰۲۵ و بیش از ۵۰ درصد تا سال ۲۰۳۰ را احتمالاً تشکیل خواهند داد. منحنی تحول برقی سازی صنعت خودرو توسط بلومبرگ در شکل ۱-۲۳ نمایش داده شده است.



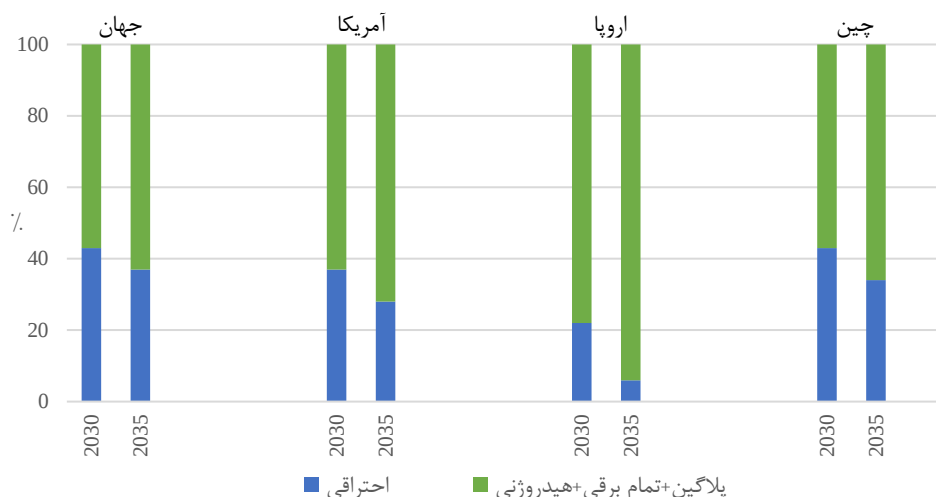
شکل ۲۲-۱ پنجاه مدل پر فروش خودرو برقی در اروپا در سال ۲۰۲۲ [۷۳]



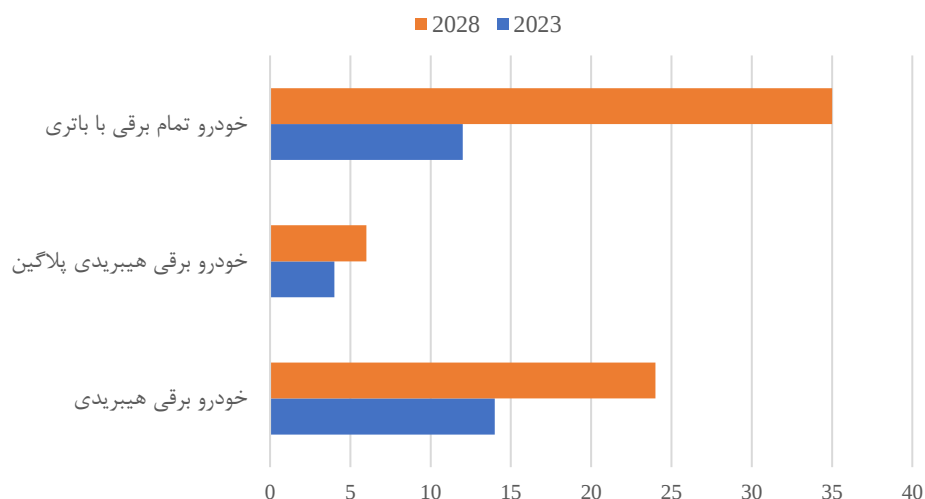
شکل ۱-۲۳ منحنی تحول برقی سازی صنعت خودرو [۴]

۱-۳-۲ تخمین بازار آینده حمل و نقل برقی

پیش‌بینی تحول حمل و نقل برقی در جهان در دهه‌های بعدتر از ۲۰۳۰ آسان‌تر از دهه فعلی است. شرکت مشاوره‌ای بوستون انتظار دارد که گسترش خودروهای برقی با سرعت‌های متفاوت در مناطق مختلف جهان پیشرفت کند. موضع سخت‌گیرانه‌تر اتحادیه اروپا در قبال مقررات زیست محیطی باعث می‌شود این اتحادیه در تشویق مصرف‌کنندگان برای خریدن خودروهای برقی پیشتاز باشد، به طوری که انتظار می‌رود خودروهای برقی تا سال ۲۰۳۵ بیش از ۹۰ درصد از فروش خودروهای سبک اروپا را به خود اختصاص دهند.



شکل ۲۴-۱ پیش بینی سهم بازار خودروهای سبک (قوای محرکه جدید نسبت به احتراقی) [۳۳]

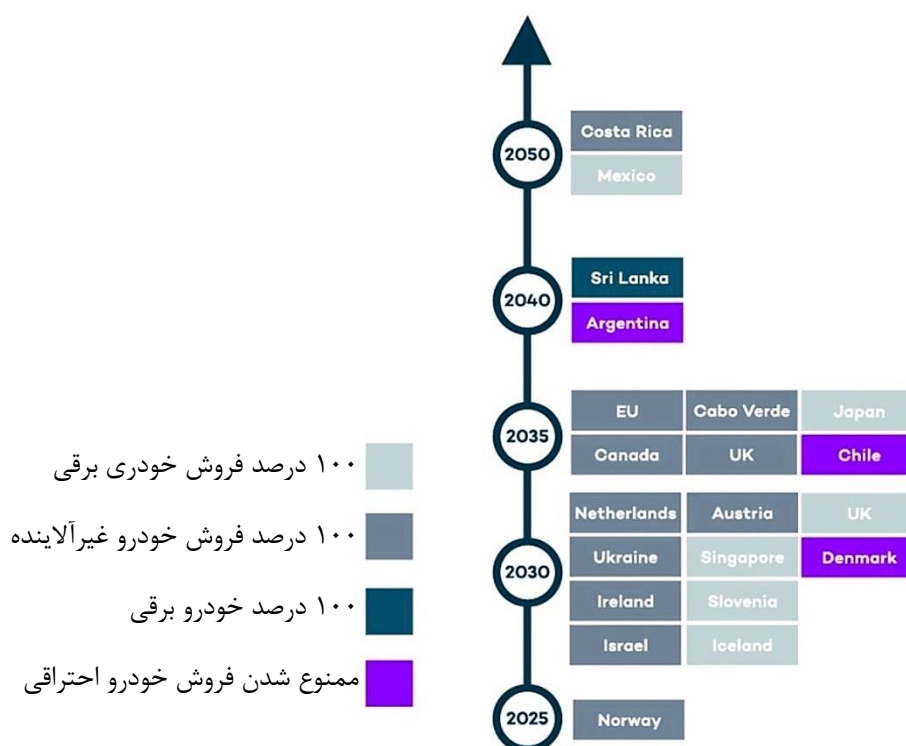


شکل ۲۵-۱ روند تولید قوای محرکه مختلف خودروهای برقی در بازه زمانی ۲۰۲۳ و ۲۰۲۸

شکل ۲۴-۱ پیش بینی سهم بازار (قوای محرکه جدید نسبت به احتراقی) در سال‌های آتی را نشان می‌دهد. جذب خودرو برقی در ایالات متحده، در حالی که از اروپا فعلاً عقب‌تر است، در حال سرعت گرفتن است. اما پذیرش خودرو برقی در سایر نقاط جهان (به غیر از اروپا، آمریکا و چین) بسیار کندتر است. در این مناطق، خودروهای تمام برقی تنها ۳۵ درصد از فروش خودروهای سبک در سال ۲۰۳۵ را به خود اختصاص خواهند داد، در حالی که مصرف‌کنندگان در این کشورها بیش از ۵۰ درصد از کل خودروهای فسیلی را خریداری خواهند کرد. در شکل ۲۵-۱ نیز روند تولید قوای محرکه مختلف خودروهای برقی در بازه زمانی ۲۰۲۳ و ۲۰۲۸ نشان داده شده است. همانطور که در این شکل مشاهده می‌شود، خودروهای تمام برقی رشد قابل توجهی در بازار ۵ سال آینده خودروهای برقی خواهند داشت.

۱-۳-۳ اراده سیاسی در برقی سازی حمل و نقل

با سخت تر شدن قوانین انتشار و فشار اجتماعی، بسیاری از شرکت های خودروسازی با چالش بزرگی در دستیابی به صفر رساندن آلاینده های خودروهای خود دارند و در این میان رقابت برای خودروسازان بزرگ برای انتقال به خودروهای برقی ادامه دارد. بر اساس تجزیه و تحلیل PwC، سازندگان خودرو حدود ۵۰۰ میلیارد دلار در سرمایه گذاری در تولید خودروهای برقی متعهد شده اند. در همین حال، بخش زنجیره تامین قطعات خودروهای برقی برای رشد قابل توجهی آماده شده است، به طوری که پیش بینی می شود اقتصاد نیروی محرکه برقی و باتری ها به تنهایی در ایالات متحده تا سال ۲۰۳۵ به ۱۲۸ میلیارد دلار برسد. با این حال، خودروسازان جهانی برنامه ها و اهداف بسیار متفاوت در این زمینه دارند که این برنامه ها تابعی از سیاست های کلان و درازمدت کشورهای مختلف است که تصمیم گرفته اند تاریخی مشخص برای کامل کردن برقی سازی حمل و نقل خود داشته باشند.



شکل ۱-۲۶ سیاست گذاری کشورهای مختلف در گذار به حمل و نقل برقی [۲]

البته آنچه از تحقیقات ما مشخص می باشد، این است که حتی شرکت هایی که اهداف بلندپروازانه داشته اند، در حال حاضر از نظر فروش خودروهای برقی در ابتدای راه هستند. شرکت Stellantis قصد دارد که تا سال ۲۰۳۰ تمام فروش خودروهای سواری در اروپا را به طور کامل برقی کند. به طور مشابه، فورد برنامه های بلندپروازانه ای برای دستیابی به ۵۰ درصد فروش جهانی از خودروهای تمام برقی تا سال ۲۰۳۰ را دارد. حتی شرکت های پیشرو فعلی، مانند فولکس واگن، در حال حاضر کمتر از ۱۰ درصد از کل فروش خود را از تمام برقی ها دارند. واضح است که بسیاری از شرکت های مطرح خودروسازی راه درازی برای برقی کردن ناوگان خود دارند. بر اساس تجزیه و تحلیل شرکت PwC، تعداد شرکت هایی که در صنعت جهانی زنجیره تامین خودرو فعال هستند و دارای علائم

پیشانی اقتصادی به ویژه در صنعت نیروی قوای محرکه و طراحی داخلی خودرو هستند، از ۲۷ درصد در سال ۲۰۲۱ به ۴۲ درصد در نیمه اول سال ۲۰۲۲ افزایش یافته است. همانطور که خودروسازان و صنعت زنجیره تامین وارد سال ۲۰۲۳ می‌شوند، بسیاری از خودروسازان غربی برای مقابله با چالش‌های اقتصاد تورمی، افزایش نرخ بهره، رکود و مسائل سرسخت زنجیره تامین آماده می‌شوند. به گزارش شرکت PwC این شرایط یک موج پیشانی را در اقتصاد صنعت خودروسازی غرب به همراه داشته و حاشیه سودشان را تحت فشار قرار داده است. در حال حاضر شک کمی وجود دارد که این چالش‌ها تا چند سال آینده ادامه داشته باشند. چالش رکود اقتصادی در صنعت خودروسازی اروپا مخصوصاً در آلمان در حال احساس شدن است. به گفته بعضی از تحلیل‌گران، برندهای فولکس واگن ممکن است در سال ۲۰۲۳ ضرر کنند، اما با توجه به عزم سیاست‌گذاران صنعت آلمان بعید است که این رکود به سال ۲۰۲۵ کشیده شود [۳۴].

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
LUCID												
	\$700M in AZ plant											
 Mercedes-Benz (of Daimler)	\$1B in AL plant		130 electrified variants (10 new electric) Entire portfolio electrified		\$47B in electrification through 2030		100% of sales are electrified					
 Nissan	Acquired Envision Corporation		1M electrified vehicles sold annually 8 new BEV models		20-30% of U.S. sales are electrified \$23B in electrification through 2027		40% of sales are electrified					
 (of VW)	\$70M DCFC investment at dealerships		\$6.7B in electrification through 2022		50% of new vehicles "could have an electric drive system"		80% of sales are electrified					
 Tesla	\$1B in TX Gigafactory		\$4.5B to \$6B per year in 2021 and 2022									
 Toyota	10 BEVs in early 2020s (6 to be released in 2020)		\$20B on electrification through 2030		70 electrified models (15 BEVs, 7 in the new Toyota bZ BEV line)		5.5M electrified vehicles (1M ZEVs) 70% of sales electrified					
 Volkswagen	\$1.12B in battery production in Germany \$800M in TN plant		\$2.2B in Chinese auto maker/battery production plant \$200M in QuantumScope (solid-state battery)		\$100B on electrification, hybrid, powertrains and digital technology \$61B on EVs through 2026		20M BEVs produced 70 BEV models Expects BEV sales: 70% in Europe 50% in U.S. and China					
 Volvo	Acquired Firewire Technologies Invested in Momentum Dynamics		Every future car will have an electric motor Invest 5% of annual revenue (~1B) to develop and build EVs		50% sales are BEV, 50% are hybrids Reach 1M electrified cars on road		100% of sales BEV					
 Audi (of VW)			\$12B for electrification through 2025		20 BEV, 10 PHEV models 40% of sales are electrified		Exclusively sell BEVs/PHEVs		Exclusively sell BEVs			
 Bentley (of VW)	500,000 e-vehicles		5 BEV models \$36M in battery start-up with U.K. Government		25 electrified models (at least 12 BEVs) \$33B on future oriented technologies through 2025		30% growth each year to 2025 (Goal: 700,000 e-cars)		7 million e-vehicles on the road (2/3 all electric)			
 Daimler	\$22.5B battery cell purchase		Smart brand: only selling cars with electric systems in Europe/N. America		10 BEV models 25% of sales are BEV		50% of sales are electrified Ambition 2039: Carbon-neutral new passenger car fleet by 2039					
 Stellantis	\$4.5B investment across 5 MI plants		More than 30 electrified models (Jeep: at least 10 PHEV and 4 BEVs)		\$39.5B on electrification through 2025		Transition to electric-only product line-up between 2025-2030		70% of European and 40% of U.S. Sales are LEV			
 Ford	\$1.45B in MI plants		\$11.4B in battery investment with SK Innovation		40 electrified (16 BEV, 24 PHEV) \$22B on electrification through 2025		50% of global sales are BEV by 2030					
 GM	\$300M in MI plant \$2.3B in OH battery plant Cadillac will introduce a new model every 6 months		\$2.2B in Factory ZERO MI plant \$2.6B in TN battery plant		\$35B on investment in EV and AV through 2025 30 BEV models (up from 20 on 11/20) US: 40% of models offered are BEV		1M EV units globally					
 Hyundai					23 electrified models (5 BEV) - dedicated EV brand IONIQ \$17B in EVs and AVs through Strategy 2025 \$7.4B in U.S. Manufacturing by 2025		44 electrified models (23 BEV) 1M EVs across brands					

Green Model announcements

Orange Investments (converted to USD\$) or acquisitions

Blue EV sales forecast

Red dashed box New addition in updated report

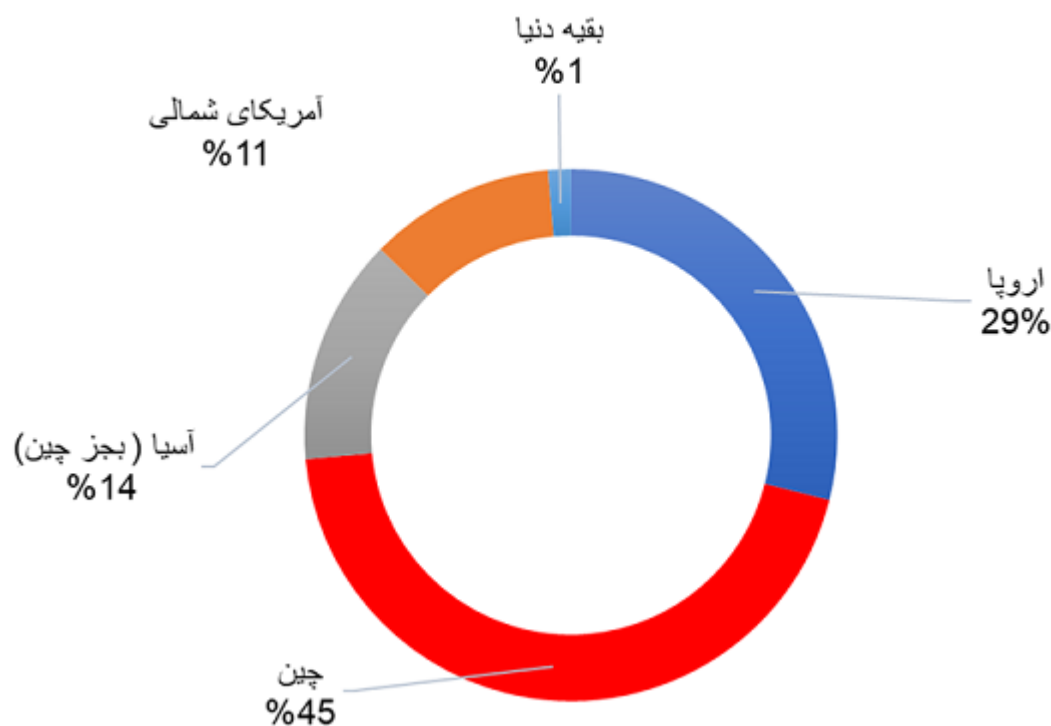
Overarching electrification investment

شکل ۱-۲۷ راهبردهای شرکت‌های مطرح خودروسازی در حوزه برقی سازی از سال ۲۰۱۹ تا ۲۰۳۰ [۱۸۳]

در شکل ۱-۲۷ راهبردهای شرکت‌های مطرح خودروسازی در حوزه برقی سازی از سال ۲۰۱۹ تا ۲۰۳۰ به صورت مقایسه‌ای نشان داده شده است. به اجرا رساندن این راهبردهای اعلام شده مستلزم داشتن مدیریت قوی اقتصادی در صنعت هر خودروساز می‌باشد. هم تولیدکنندگان و هم تامین‌کنندگان قطعات، درس‌های سختی از قرنطینه‌های همه‌گیر و کمبود ریزتراشه‌های جهانی در مورد ایجاد انعطاف‌پذیری در مدل‌های تجاری خود آموخته‌اند. بر اساس گزارشی از وبسایت موتور، ناتوانی در مدیریت زنجیره تامین مانند آنچه در ریزتراشه‌ها تجربه شد، می‌تواند باعث افت بهره‌وری بعضی خودروسازان تا ۳۰ درصد شود. با نگاهی به آینده، بازیگران سنتی صنعت غرب باید راهبردهای جدیدی را اتخاذ کنند تا در بازی جهانی باقی بمانند.

همانطور که در شکل ۱-۲۷ دیده می‌شود، دسترسی آسان و اقتصادی به زنجیره تولید باتری یکی از راهبردهای شرکت‌های مطرح خودروسازی می‌باشد زیرا دسترسی به زنجیره تولید باتری یکی از عوامل موفقیت حیاتی برای خودروسازی برقی آینده خواهد بود و فقط شرکت‌هایی که به منابع مالی مورد نیاز فراوان تولید باتری دسترسی دارند، می‌توانند با اطمینان راه تحول برقی را طی کنند.

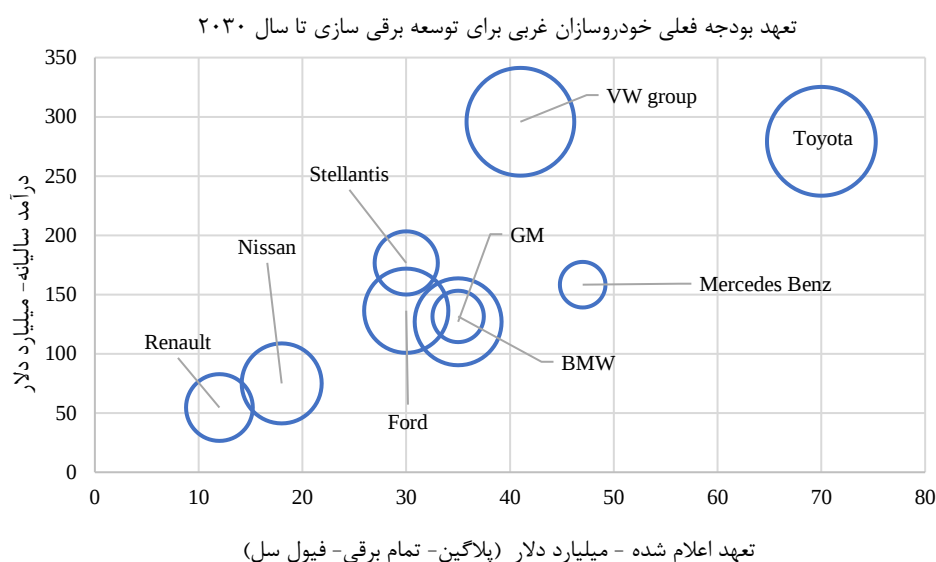
خطوط تولید انبوه خودروهای هیبرید و تمام برقی اعلام شده در سال ۲۰۲۱



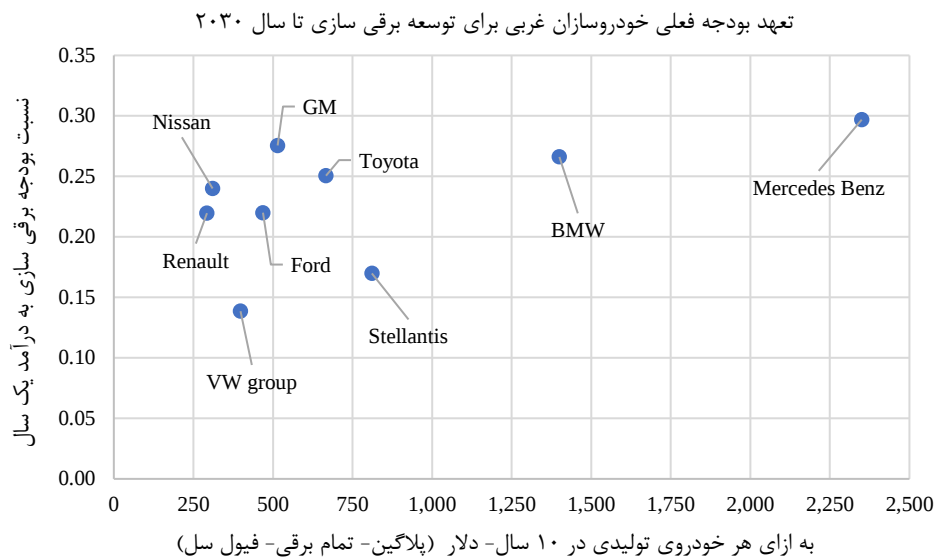
شکل ۱-۲۸ آمار اعلام شده خط تولید خودروهای برقی (تا آخر سال ۲۰۲۱)

با نگاهی به آمار اعلام شده در تاسیس خطوط تولید انبوه در جهان متوجه می‌شویم که آسیا حرف اول تولید انبوه آینده را می‌زند. شکل ۱-۲۸ سهم منطقه ای تاسیس خطوط تولید انبوه تا آخر سال ۲۰۲۱ را نشان می‌دهد. تاسیس خطوط تولید و دسترسی به فناوری و زنجیره تامین نیازمند سرمایه گذاری عظیم شرکت‌های خودروسازی می‌باشد. با این حال خودروسازان غربی تعهدهای مالی بسیار متفاوتی از خود اعلام داشته‌اند که در شکل ۱-۲۹ خلاصه شده است. یکی از دلایل این تفاوت می‌تواند به دلیل تفاوت درآمدی

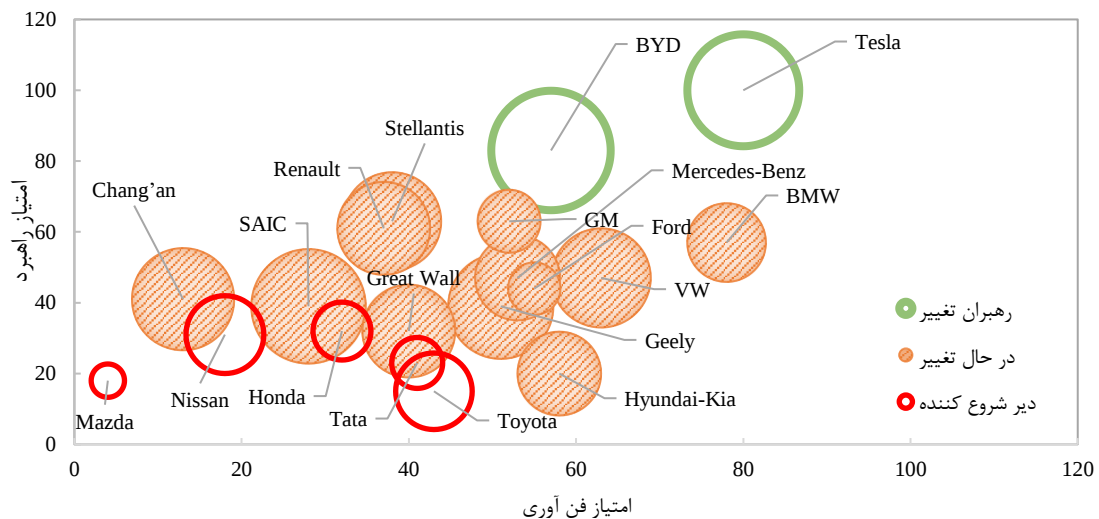
این شرکت ها و تفاوت در حجم تولیدشان باشد که در شکل ۳۰-۱ نشان داده شده است. شکل ۳۰-۱ گویای آن است که شرکت مرسدس به ازای هر خودروی تولیدی خود در ۱۰ سال آینده تعهد بیشتری از شرکت تویوتا برای برقی سازی اعلام کرده است. یک مطالعه اخیر که توسط شورای بین المللی حمل و نقل پاک (ICCT) انجام شده است، سازندگان خودروهای مختلف را بر اساس پیشرفت آنها به سمت وسایل نقلیه بدون آلاینده‌گی (ZEV) ارزیابی و امتیاز بندی کرده است. این مطالعه، انتقال خودروسازان بزرگ جهانی به خودروهای برقی را با در نظر گرفتن عملکرد فناوری و تسلط بر بازار ارزیابی می‌کند. از نظر رهبری بازار، تسلا و BYD به عنوان پیشتازان ظاهر شده اند و از سایر خودروسازان در سهام فروش ZEV پیشی گرفته اند. با این حال، بسیاری از تولیدکنندگان دیگر برای دستیابی به سهم قابل توجهی از فروش ZEV با چالش هایی روبرو هستند. در حالی که این خودروسازان در فناوری خودرو برتر هستند، زمینه هایی مانند پایداری در تولید و بازیافت باتری نیاز به بهبود دارند. از نظر شورای بین المللی حمل و نقل پاک کلید موفقیت در گذار به فناوری برقی در داشتن یک چشم انداز راهبردی نهفته است که شامل اهداف و سرمایه گذاری های جاه طلبانه ZEV است. مقایسه جهانی خودروسازان در شکل ۳۱-۱ نشان داده شده است [۳۵].



شکل ۲۹-۱ بودجه های اعلام شده برقی سازی توسط خودروسازان غربی تا سال ۲۰۳۰



شکل ۱-۳۰ بودجه های اعلام شده برقی سازی توسط خودروسازان غربی تا سال ۲۰۳۰ (در مقیاس حجم تولید)



شکل ۱-۳۱ مقایسه جهانی خودروسازان در تولید خودروی برقی - اندازه دایره امتیاز بازار را نشان می دهد. [۳۵]

ارزیابی شورای بین المللی حمل و نقل پاک سه رکن ارزیابی را تسلط بر بازار، عملکرد فناوری و چشم انداز راهبردی در نظر می گیرد. معیارهای به کار گرفته شده شامل سهم فروش معادل ZEV، پوشش کلاس ZEV، مصرف انرژی، سرعت شارژ، برد رانندگی، انرژی تجدیدپذیر در تولید، بازیافت باتری، اهداف ZEV، سرمایه گذاری ZEV، و همسویی تضمین اجرایی هستند. مطالعه شورای بین المللی حمل و نقل پاک نیاز تولیدکنندگان ژاپنی و هندی برای سرعت بخشیدن به تلاش های خود برای رسیدن به پیشروان حمل و نقل برقی را برجسته می کند. این امر بر اهمیت تغییر مسیر به سمت ZEVها به منظور دستیابی به اهداف آب و هوایی، به ویژه با تعهد برخی خودروسازان به حذف تدریجی موتورهای احتراق داخلی بسیار مهم است [۳۵].

یافته های پژوهش شورای بین المللی حمل و نقل پاک را می توان در دو بخش فناوری و بازار دسته بندی کرد [۳۵]:

فناوری:

- سیستم امتیازدهی از ده معیار طراحی شده برای ارزیابی جنبه های مختلف ناوگان، فرآیندهای تولید و برنامه های آینده سازندگان استفاده می کند. تسلا به عنوان یک پیشرو در فناوری برجسته است و ویژگی های برتری مانند بهره وری انرژی، سرعت شارژ و برد رانندگی را به نمایش می گذارد. در حالی که BYD پیشرفت های امیدوارکننده ای را نشان می دهد، ناوگان آنها همچنان شامل بخش قابل توجهی از خودروهای برقی هیبریدی پلاگین (PHEV) است. تولیدکنندگان دیگر، از جمله Geely، SAIC، Stellantis، VW و Chang'an، در ارائه مدل های ZEV در کلاس های مختلف خودرو، گام های اساسی برداشته اند. تلاش های پایداری نیز با سرمایه گذاری VW، BMW و مرسدس بنز در انتقال به برق ۱۰۰ درصد تجدیدپذیر مورد تاکید قرار گرفته است. با این حال، نیاز به بهبود در زمینه های فناوری کلیدی مانند مصرف انرژی، برد رانندگی و سرعت شارژ، به ویژه در میان خودروسازان بین المللی مستقر در چین وجود دارد.
- در حالی که تویوتا روی خودروهای پیل سوختی (FCEVs) سرمایه گذاری کرده است، فروش محدود و رویکرد فناوری متفاوت آن ها را در رتبه بندی پایین تر از خودروهای برقی باتری (BEV) قرار می دهد. پژوهش شورای بین المللی حمل و نقل پاک به طور خاص بر روی ZEV ها متمرکز است که شامل BEV و FCEV می شود، و PHEV ها را به دلیل وابستگی آنها به سوخت های فسیلی در نظر نمی گیرد. مسیرهای غیرواقعی برای کربن زدایی وسایل نقلیه موتور احتراق داخلی، مانند سوخت های زیستی و سوخت های الکترونیکی نیز از بررسی مستثنی هستند.
- در حالی که بسیاری از تولیدکنندگان عملکرد قوی در فناوری خودرو نشان می دهند، اهمیت توسعه راهبردهای روشن و قوی در راستای اهداف و سرمایه گذاری در ZEV ها قابل اغراق نیست. از تولیدکنندگان ژاپنی و هندی خواسته می شود تا با افزایش فروش خودروهای برقی، تعیین اهداف بلندپروازانه و سرمایه گذاری در فناوری ZEV، انتقال خود را تسریع بخشند. این مطالعه همچنین تعداد محدودی از خودروسازان را که از پاداش اجرایی به عنوان کاتالیزوری برای پیشرفت در انتقال ZEV استفاده می کنند، نشان می دهد. با این حال، مهم است که اذعان کنیم که ارزیابی، شامل داده ها و معیارهای جامع است که ممکن است محدودیت هایی داشته باشد. هدف ارزیابی های آینده، ترکیب داده های دنیای واقعی و اطلاعات پایداری است.

بازار:

- بازارهای کلیدی چین، ایالات متحده، اروپا، ژاپن، هند و کره جنوبی هستند. در حال حاضر، تولیدکنندگان ژاپنی از نظر تعهد و پیشرفت ZEV از همتایان خود عقب هستند. بازارهای پیشرو، افزایش سریع فروش خودروهای برقی را تجربه می کنند که منعکس کننده تقاضای رو به رشد برای راه حل های حمل و نقل پایدار است. خودروسازان متعهد به حذف تدریجی ICE ها در سال ۲۰۲۲ سهم بازار قابل توجهی از ۴۰ درصد را در اختیار دارند. تسلا و BYD بر بازار جهانی تسلط بیشتری داشته و از دیگر خودروسازان در سهام فروش ZEV سبقت گرفته اند.

- ۹ خودروساز از جمله تسلا، تاتا جگوار، جیلی ولوو، تویوتا لکسوس، فولکس واگن بنتلی، بی ام و مینی، جنرال موتورز، فورد و مرسدس بنز اهداف بلندپروازانه ای را برای دستیابی به فروش ۱۰۰ درصدی ZEV تا سال ۲۰۳۵ یا قبل از آن تعیین کرده‌اند.
- سازندگان چینی به دلیل اهداف کوتاه مدت خود و گنجاندن خودروهای هیبریدی پلاگین (PHEV) در اهداف فروش خود، امتیازات کمتری در پژوهش شورای بین المللی حمل و نقل پاک دریافت کرده اند.



شکل ۳۲-۱ معیارهای امتیاز دهی به خودروسازان منعکس شده در شکل ۲۹-۱ [۳۵]

مطالعه اخیر ICCT و آنچه در شکل ۳۱-۱ نشان داده شده است، چالش‌های پیش روی سازندگان جهانی در انتقال به خودروهای بدون آلایندگی را به صورت عددی برجسته می‌کند که بیانگر نیاز به تبیین راهبردهای روشن همسو با اهداف و سرمایه‌گذاری‌های بلندپروازانه برای ماندن در رقابت جهانی است. البته نویسنده این کتاب بر این باور است که شکل ۳۱-۱ باید از نظر مقایسه بین شرکت‌های مختلف با هم تفسیر شود و مقادیر مطلق داده شده به هر شرکت به عنوان امتیاز در مرجع ICCT (شکل ۳۲-۱) ممکن است تابع باورهای فردی باشد.

۴-۱ رویکرد محتاطانه تویوتا در قبول باتری‌های لیتیومی

تویوتا، موفق‌ترین تولیدکننده خودروساز در سطح جهان، به دلیل رویکرد نوآورانه خود در صنعت خودرو، همیشه شهرت یافته است. البته این روزها به علت کندی در ارایه خودروهای الکتریکی، موضع تویوتا بسیار مورد سرزنش قرار گرفته شده است. ولی این

سرزنش تا حدود زیادی ساده انگاری است. تویوتا تعهد خود برای کاهش آلاینده‌گی را با نوآوری و فناوری همچنان فعالانه نشان می‌دهد. تویوتا با موفقیت یک نمونه اولیه خودرو با باتری‌های حالت جامد را تولید و آزمایش کرده است، و تعهد خود به جلو بردن مرزهای فناوری باتری و بررسی جایگزین‌هایی برای باتری‌های لیتیوم یون سنتی را برجسته کرده است.

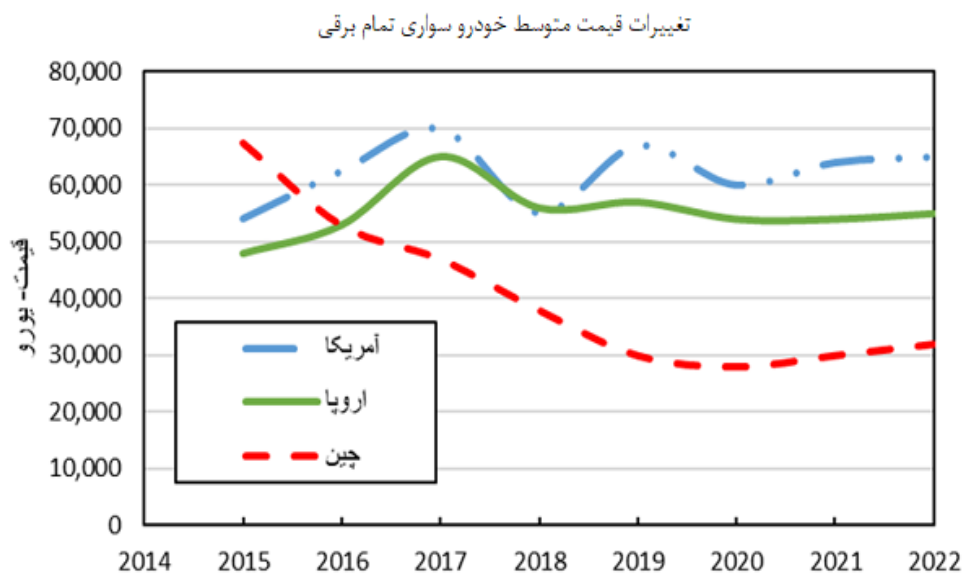
رویکرد محتاطانه تویوتا در قبول باتری‌های لیتیومی درک اهمیت دوام تجاری و مقرون به صرفه بودن در بازار رقابتی جهانی را نشان می‌دهد. با اجتناب از هیاهو و اولویت دادن به پیشرفت پایدار، تویوتا قصد دارد اطمینان حاصل کند که پیشرفت‌های فناوری باتری برای صنعت توجیه اقتصادی دراز مدت داشته باشد و در ضمن نقطه تمایز تجاری بین این شرکت با صنعت چین ایجاد نماید. انتقال به وسایل نقلیه کاملاً باتری‌دار به دلیل منابع محدود و متمرکز مانند لیتیوم، کبالت و نیکل، چالش‌هایی را ایجاد می‌کند. تاکید تویوتا بر پیشروان‌های هیبریدی و فناوری پیل سوختی یک پاسخ راهبردی به محدودیت‌های فعلی باتری‌های لیتیومی است. راهبرد فعلی تویوتا پیام رسان این مطلب است که صنعت خودروسازی جهان نیاز به بهره‌برداری متنوع از فناوری‌های مختلف است تا بتواند به چالش‌های زیست‌محیطی و تقاضاهای بازار جهانی در کوتاه مدت و بلند مدت جوابگو باشد.

رویکرد تویوتا بینش‌های ارزشمندی را در مورد پیچیدگی بازار خودرو جهان ارائه می‌دهد و اقتصاد محوری صنعت همگام با نوآوری مسئولانه در گذار به حمل و نقل پاک را برجسته می‌کند.

۱-۴-۱ نوسان قیمت خودروی سواری تمام برقی در مناطق مختلف

منابع انرژی و هزینه‌های سبد خانواده مهم‌ترین عوامل در هر بررسی فنی یا اقتصادی اکوسیستم حمل و نقل برقی هستند. بسیاری از صاحب‌نظران انتظار داشتند که قیمت خودرو برقی متوسط به آسانی به زیر ۳۰ هزار دلار (در اروپا به زیر ۳۰ هزار یورو) کاهش یابد. ولی پیش‌بینی می‌شود که بجز چین، این رقم در شرایط فعلی برای بسیاری از تولیدکنندگان غیر اقتصادی باشد. قیمت‌های بالای ۳۰ هزار دلار بدون یارانه دولتی نیز برای اکثر خانواده‌ها جذاب نیست.

تجربه کشورهای پیشرو نشان داده است که الگوهای مصرف و راهبردهای ملی نقش مهمی در جایگزینی خودروهای احتراقی با خودروهای کم‌آلاینده دارند. شکل ۱-۳۳ نوسان قیمت خودروی سواری تمام برقی در مناطق مختلف را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۳۳ نوسان قیمت خودروی سواری تمام برقی در مناطق مختلف

هزینه‌های پایین نیروی کار، هزینه‌های پایین توسعه، زنجیره تولید بسیار کارآمد و یارانه‌های سخاوتمندانه دولت‌های محلی چین، دلایل اصلی کاهش هزینه‌های تولید خودروی برقی در چین هستند که در فصل‌های بعدی به تفصیل در مورد امتیازهای چین در تولید خودرو برقی بحث خواهد شد. در عوض درگیری‌های اخیر در اروپا بر زنجیره تأمین تأثیر گذاشته است و قیمت انرژی بر سرعت تولید خودرو و زنجیره تأمین تأثیر مستقیم گذاشته است. در واقع روندهای ژئوپلیتیک جهانی و امنیت انرژی، اولویت‌های تغییر در صنعت حمل و نقل آینده را تعیین می‌کنند. با این وجود، بعید است که سیاست‌گذاری‌های کلان استفاده از خودروهای برقی در اروپا به نفع خودروهای احتراقی عوض شود. اثرات نامطلوب تغییرات آب و هوایی، تمرکز بی‌سابقه‌ای را بر توسعه فناوری‌های حمل و نقل ایجاد کرده است و بعید به نظر می‌رسد که مشتریان در درازمدت از خواست خود که بهبود شرایط محیط زیستی است، صرفه نظر کنند. در سال‌های اخیر استارت‌آپ‌ها، تولیدکنندگان سنتی خودرو را وادار کرده‌اند تا متفاوت فکر کنند و این تفکر مقطعی نخواهد بود. پس انقلاب حمل و نقل پاک رخ داده و تغییر اجتناب ناپذیر است، ولی سرعت تغییر برای همه کشورها یکسان نیست!

۱-۵ شاخص بلوغ حمل و برق برقی

سرعت انتقال از موتورهای احتراقی به خودروهای برقی بین قاره‌ها و کشورها نابرابر بوده است. چین، اروپا و ایالات متحده برای ایجاد یک اکوسیستم موثر، بر روی فناوری‌های اساسی حمل و نقل پاک سرمایه‌گذاری درازمدت کرده‌اند به شکلی که در درازمدت (۲۰ سال آینده) حمل و نقل پاک که شامل خودروهای برقی نیز می‌شود، فناوری غالب خواهد بود. البته، نامطمئنی زیادی در پیش‌بینی رشد بازار و سرمایه‌گذاری در خودروهای برقی در ۵ سال آینده در سطح جهانی خواهیم دید. مطالعات مؤید این است که در حال حاضر چین تنها کشوری است که می‌تواند سود خود را در تولید خودروهای برقی به حداکثر برساند.

ایندکس آمادگی: زیرساختار+ تنوع خودرو در بازار داخلی+ سیاست گذاری مدون + مصرف کننده



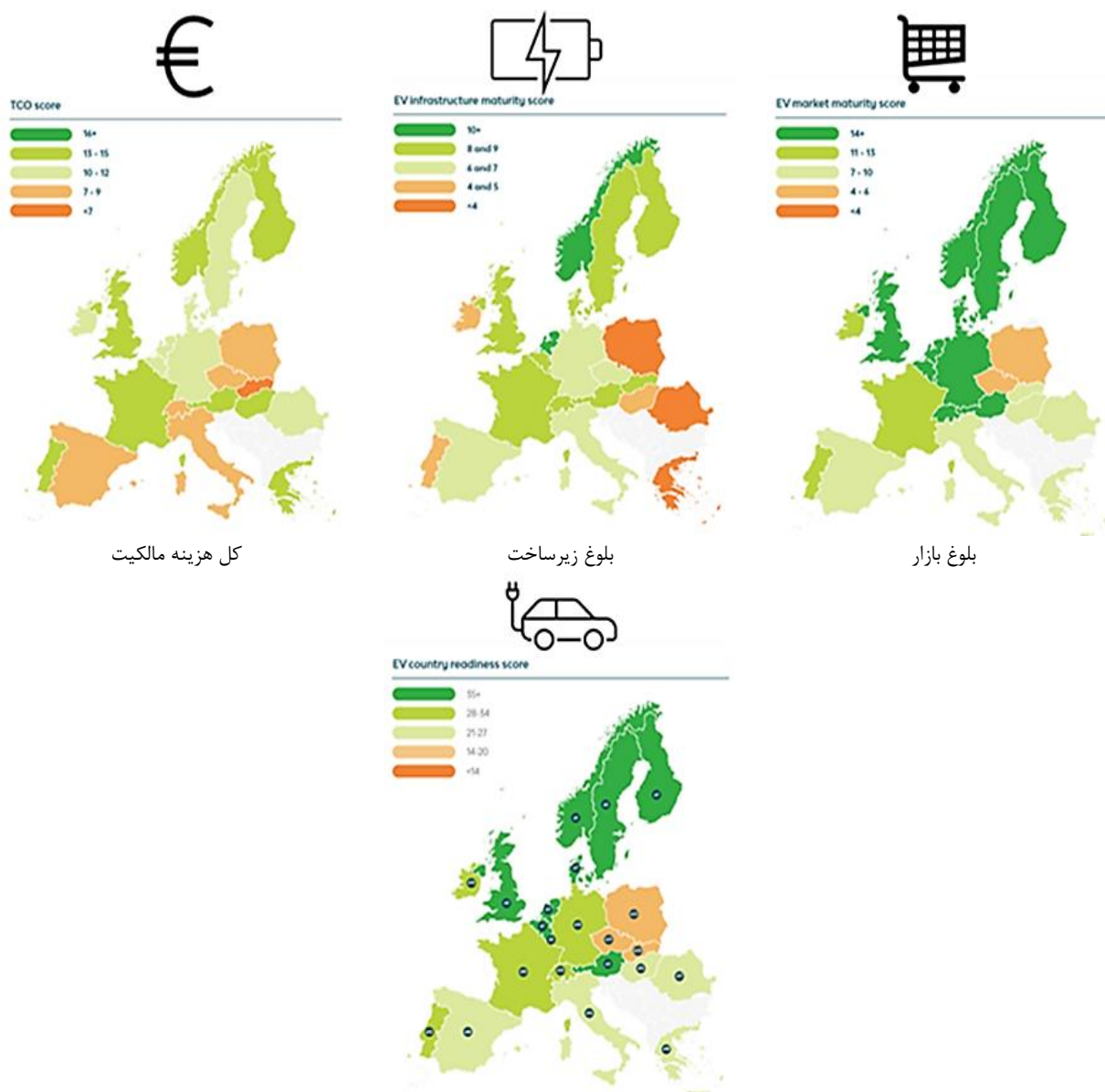
شکل ۱-۳۴ شاخص آمادگی انبوه سازی حمل و نقل برقی نسبت به درآمد سرانه [۳۶]

قابلیت انعطاف‌پذیری بالا در ایجاد تغییر بر اساس نیاز بازار، برگ برنده خودروسازان موفق در سطح بازار خواهد بود. این انعطاف‌پذیری مستلزم داشتن مدل‌های اقتصادی بسیار متنوع و خلاق برای رقابتی شدن در بازار جهانی است. ایجاد آمادگی زنجیره‌تأمین قابل اعتماد در اکوسیستم برقی، هم نیاز به برنامه‌ریزی و هم سرمایه‌گذاری هوشمند و درازمدت دارد. شکل ۱-۳۴ نشان می‌دهد که رابطه مستقیمی بین درآمد سرانه و شاخص آمادگی حمل و نقل برقی وجود دارد. البته چین از این رابطه مستثنی به نظر می‌رسد.

در تحلیل جامع اخیر منتشر شده در آوریل ۲۰۲۳، که به نام تحلیل رقابتی بازار شارژ مجدد خودروهای برقی در سراسر اتحادیه اروپا (۲۷ کشور عضو به علاوه انگلستان) است، نتیجه‌گیری می‌شود که برای اینکه کشورهای اتحادیه اروپا به اهداف و تعهدات آلاینده‌ی برسد، انتقال آرام و سریع به حمل و نقل برقی بسیار مهم است. بنابراین، یک زیرساخت شارژ گسترده و در دسترس عموم که مردم بتوانند به آن اعتماد کنند و به راحتی از آن استفاده نمایند، ضروری است. گسترش شارژرسانی بدون محیا کردن یک شرایط رقابتی سالم به دست نمی‌آید. بازیگران مختلف اکوسیستم (به عنوان مثال، CPOs، eMSPs، مقامات محلی و ملی، DSO ها، و غیره) نیاز به همکاری دارند تا اطمینان حاصل شود که زیرساخت شارژ مجدد با تقاضا همگام است. هزینه کل مالکیت، شاخصی مهم در برآورد اقتصادی خودروهای برقی است [۳۹-۴۰]. در گزارش leasePlan به نام EV Readiness Index ۲۰۲۳، میزان آمادگی کشورهای اروپایی در سه قسمت طبقه‌بندی شده است. همانطور که در شکل ۱-۳۵ نشان داده شده است، شاخص بلوغ حمل و نقل برقی در یک کشور برابر با مجموع بلوغ بازار، بلوغ زیرساخت، و کل هزینه مالکیت (مقرون به صرفه بودن) است [۳۷].

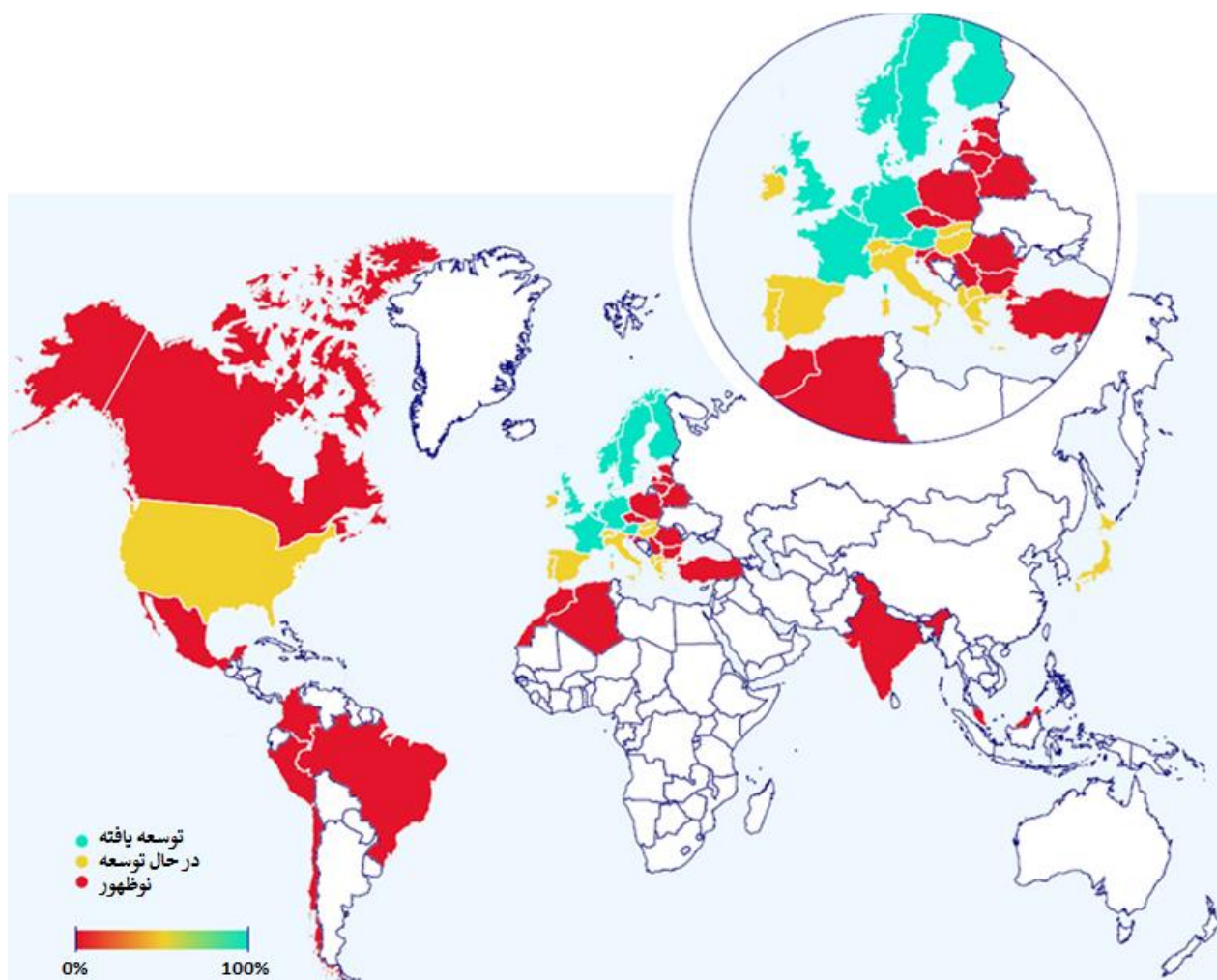
اگرچه شاخص بازار و زیرساخت در جهت مثبت حرکت کرده است، شاخص TCO خودروهای برقی اندکی به میزان ۱۴ واحد (۶ درصد) در اتحادیه اروپا کاهش یافته است. این امر بیشتر ناشی از افزایش قیمت انرژی در سال ۲۰۲۲ در کشورهای اتحادیه اروپا بوده

است. شاخص دیگری در مقیاس متفاوت توسط شرکت ADL ارایه شده است که در شکل ۳۶-۱ نشان داده شده است [۳۸]. باید توجه داشت که شاخص‌های بلوغ حمل و نقل برقی هنوز در حال تکامل هستند و هدف از ارائه این شکل‌ها و نتایج، مقایسه‌ای بین مناطق مختلف است.



شاخص بلوغ حمل و نقل برقی در اروپا (بلوغ بازار + بلوغ زیرساخت + کل هزینه مالکیت)

شکل ۳۵-۱ شاخص بلوغ حمل و نقل برقی در اروپا [۳۷ و ۳۹]



شکل ۱-۳۶ مقایسه بلوغ کشورهای مختلف تا آخر سال ۲۰۲۲ [۳۸]

۱-۵-۱ اهمیت دهه اخیر برای خودروسازان و فعالان زنجیره تامین

خودروسازان و فعالان زنجیره تامین با یکی از چالش برانگیزترین موانع تولید در دهه‌های اخیر روبرو هستند. به طور مثال به دلیل عرضه غیرقابل اعتماد برخی از عناصر کلیدی مانند تراشه‌های نیمه‌هادی و سایر مواد، برنامه‌های تولید خودروسازان کمتر قابل پیش‌بینی شده است و شرایط اقتصادی و صنعتی پرچالش کنونی احتمالاً برای سال‌های آینده نیز تاثیر می‌گذارد.

بر اساس گزارش جدید شرکت اتوماسیون راکول، برای برآورده ساختن نیازهای صنعت در حال گذار به خودروهای برقی، صنعتگران اغلب باید کسب و کار خود را دوباره سازمان‌دهی کنند. در حالی که آنها می‌خواهند برای انجام این کار در تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری کنند، استرس‌های اقتصادی فعلی باعث تغییر مسیر سرمایه‌گذاری آنها شده است. خودروسازان غربی در حال ارزیابی مجدد چیزی هستند که هسته اصلی کسب و کار آنها بوده و در حال برون‌سپاری بعضی از فعالیت‌های خود هستند.

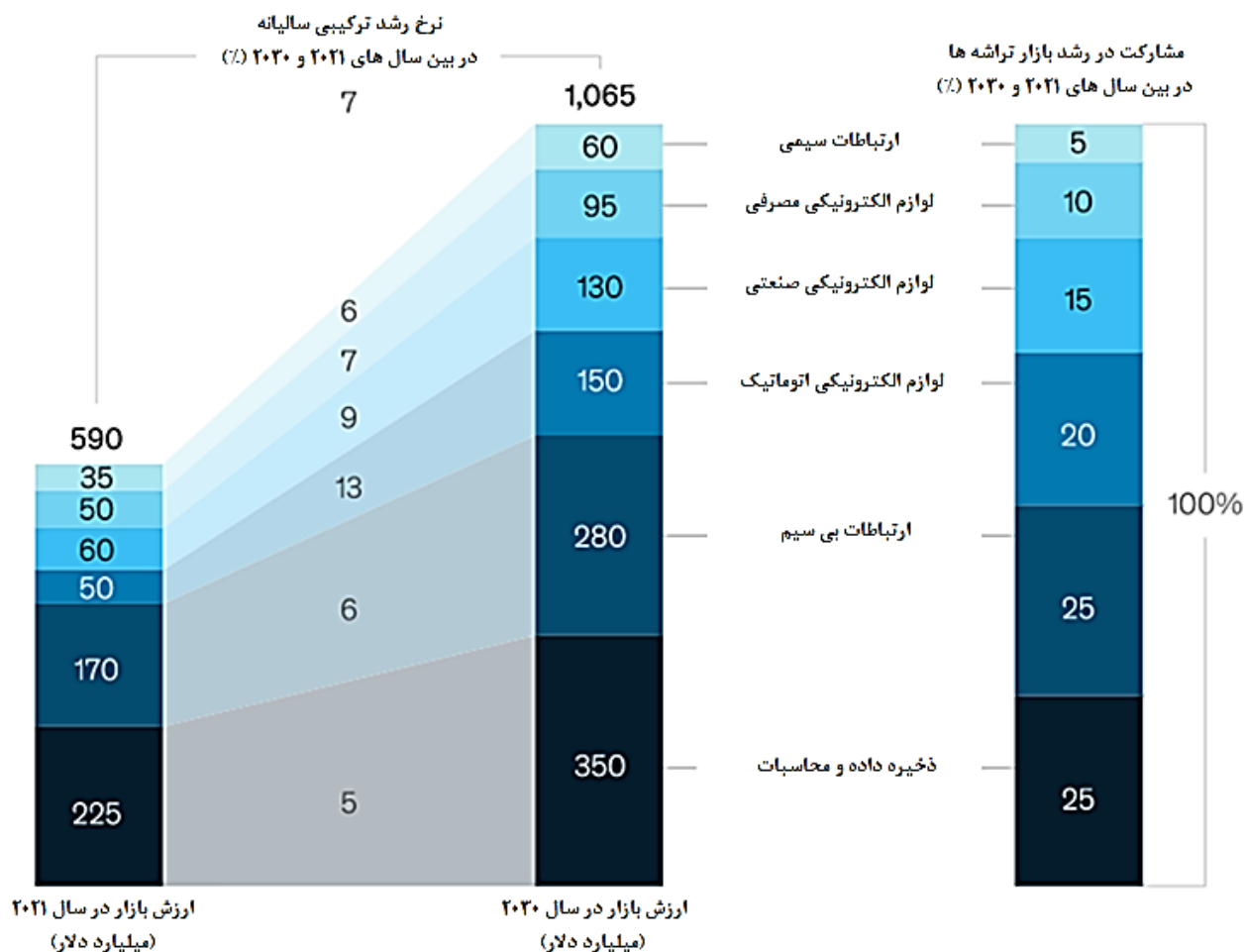
سوال مهم این است که چگونه تامین‌کنندگان قطعات می‌توانند خواسته‌های بی‌سابقه خودروساز امروزی را برآورده کنند و نه تنها در رقابت زنده بمانند، بلکه رشد کنند. زنجیره تامین باید به این فکر کند که چگونه می‌تواند تولید خود را هوشمند کند و کارایی خود را افزایش دهد. شرکت اتوماسیون راکول می‌گوید شرکت‌هایی که می‌خواهند تولیدکننده موفق باقی بمانند، باید جدول‌های زمانی فشرده‌شده خودروسازان را رعایت کنند، عملیات خود را انعطاف‌پذیرتر و پاسخگوتر کنند و در فناوری‌های دیجیتال سرمایه‌گذاری نمایند. به لطف پیشرفت‌های فناوری دیجیتال، تامین‌کنندگان می‌توانند راه‌هایی برای کنترل بیشتر تولید قطعات خود حتی در شرایطی که پارامترهای زیادی خارج از کنترل آنها است، پیدا کنند [۴۱].

ما در دهه‌ی ۲۰۲۰ هستیم، دهه‌ای که فناوری‌های جدید قسمتی از زندگی روزانه‌مان شده و برای گذار از خودروهای احتراقی به برقی هیجان‌زده هستیم. دهه‌ای که دولت‌ها و شرکت‌ها بودجه‌های هنگفتی به ظرفیت‌ها و فناوری‌های جدید تولید سرازیر می‌کنند. این دهه برای صنعت خودروسازی دهه سرنوشت‌سازی است. ما یا پیشرفت‌های جهشی فوق‌العاده‌ای در صنعتمان خواهیم داشت (اتفاق نادر یک بار در یک نسل) یا باید راه‌حل‌های جایگزین جدیدی برای توسعه حمل و نقل پاک برای آینده‌ای بهتر انتخاب کنیم.

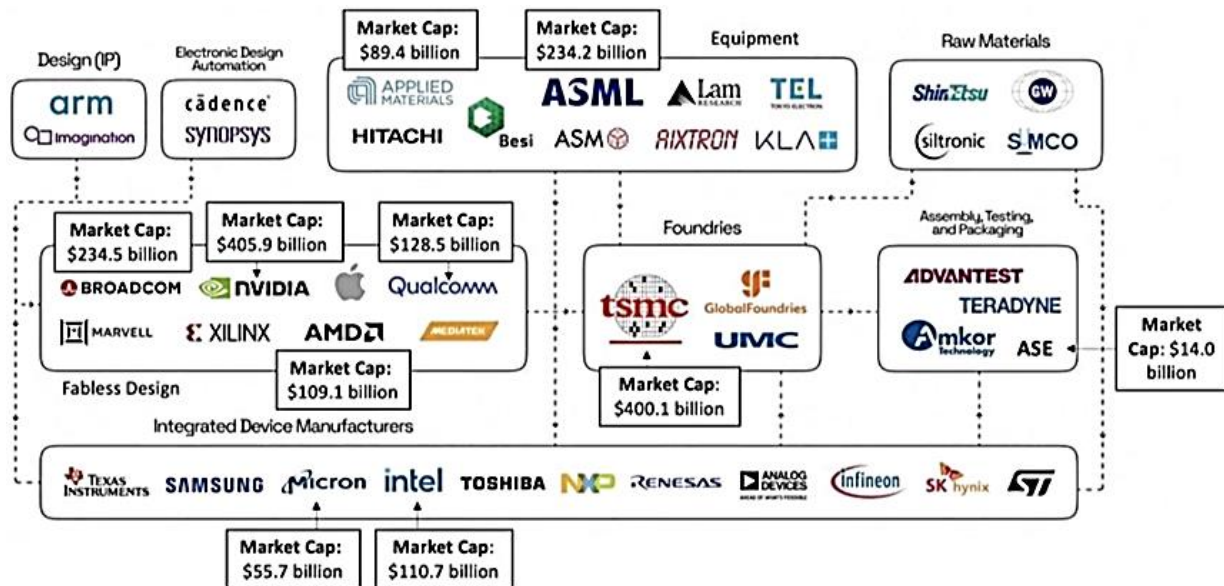
۱-۵-۲ چالش دسترسی به تراشه‌های نیمه‌هادی در جهان

کریس میلر در مقاله جدید خود در IET به ابعاد راهبردی نیمه‌هادی‌ها در جهان پرداخته است [۴۲]. به عقیده این تحلیل‌گر، تولید تراشه‌ها قطعاً جهانی نیست. دلیل این امر این است که اگر می‌خواهید آنها را از ابتدا بسازید، به تخصص خاصی نیاز دارید. بعد از تخصص، تولید ارزان (صرفه‌جویی در مقیاس بزرگ) در صنعت مطرح می‌شود. به همین دلیل است که تنها تعداد کمی از مراکز بزرگ برای تولید تراشه وجود دارد. سپس به اکوسیستم‌هایی مانند سیلیکون‌ولی آمریکا، تایوان، ژاپن و کره جنوبی نیاز دارید که در آن دانشگاه‌ها بتوانند با تولیدکنندگان همکاری نزدیک داشته باشند. شما فقط زمانی می‌توانید اکوسیستم موفق تراشه‌ها را داشته باشید که اکوسیستم‌ها از نظر جغرافیایی متمرکز باشند. به همین دلیل است که تنها چند کشور نقش مهمی در تولید آنها ایفا می‌کنند

ساخت تراشه‌ها به زنجیره‌های تامین بسیار پیچیده متکی است. همچنین، هر چه تراشه‌ها کوچک‌تر شوند، تولید و ساخت آنها پیچیده‌تر می‌شود. ابزارهای مورد نیاز برای ساخت تراشه‌ها آنقدر پیچیده و گران هستند که نمی‌توانید تعداد بیشتری از آنها را در یک لحظه پیدا کنید. توسعه آنها سال‌ها طول می‌کشد، به این معنی که افزایش ظرفیت به آرامی حرکت می‌کند [۴۲].



الف) عوامل رشد صنعت تراشه ها



ب) بازیگران اصلی صنعت تراشه ها

شکل ۱-۳۷ صنعت تریلیون دلاری تراشه ها: الف) عوامل رشد، ب) بازیگران اصلی

کریس میلر عنوان می کند کمبود ریزتراشه ها می تواند پیامدهای بزرگی برای امنیت تولید داشته باشد. در حال حاضر تخمین زده می شود که چین بیشتر از نفت برای واردات ریزتراشه خرج می کند و در موقعیت برتری برای دستیابی به مهم ترین فناوری جهان دارد.

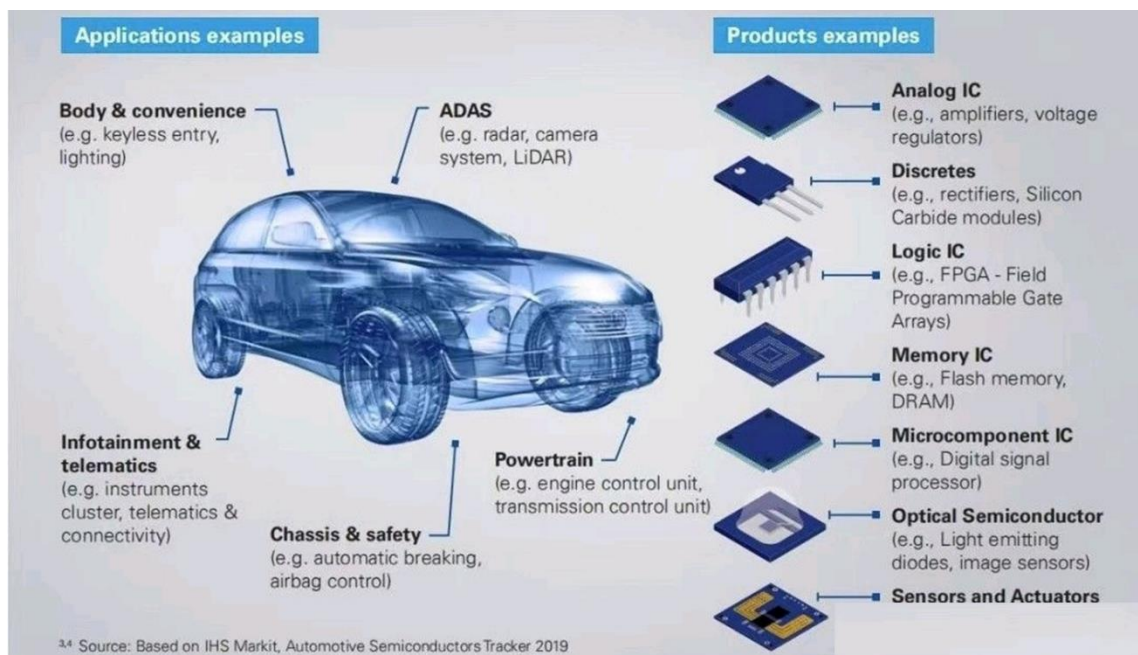
کمبود تراشه‌ها خطری برای رونق اقتصادی غرب می‌تواند باشد. اگر به نیم قرن گذشته نگاه کنید، پیشرفت در توانایی نظامی در درجه اول توسط محاسبات، سنجش و قابلیت‌های ارتباطی انجام شده است. به عبارت دیگر، این پیشرفت همراه با پیشرفت در نیمه‌های بوده است. به احتمال زیاد برای دهه‌های آینده نیز این پیشرفت‌ها ادامه خواهد داشت و کنترل بر ساخت تراشه شاید تبدیل به یک عنصر حیاتی در موازنه قدرت نظامی آینده تبدیل شود [۴۲].

تحلیلگران AutoForecast Solutions انتظار دارند که کمبود تراشه منجر به ساخت حدود ۳ میلیون وسیله نقلیه کمتر در سال ۲۰۲۳ شود. در سال ۲۰۲۲، خودروسازان با کسری تولید ۴/۵ میلیون خودرو به دلیل کمبود تراشه مواجه شده‌اند که نسبت به سال ۲۰۲۱ با ۱۰/۵ میلیون کسری، بهبودی نسبی داشته است. عوامل رشد و بازیگران اصلی بین‌المللی در صنعت ریز تراشه‌ها در شکل ۱-۳۷ نشان داده شده است [۴۳].

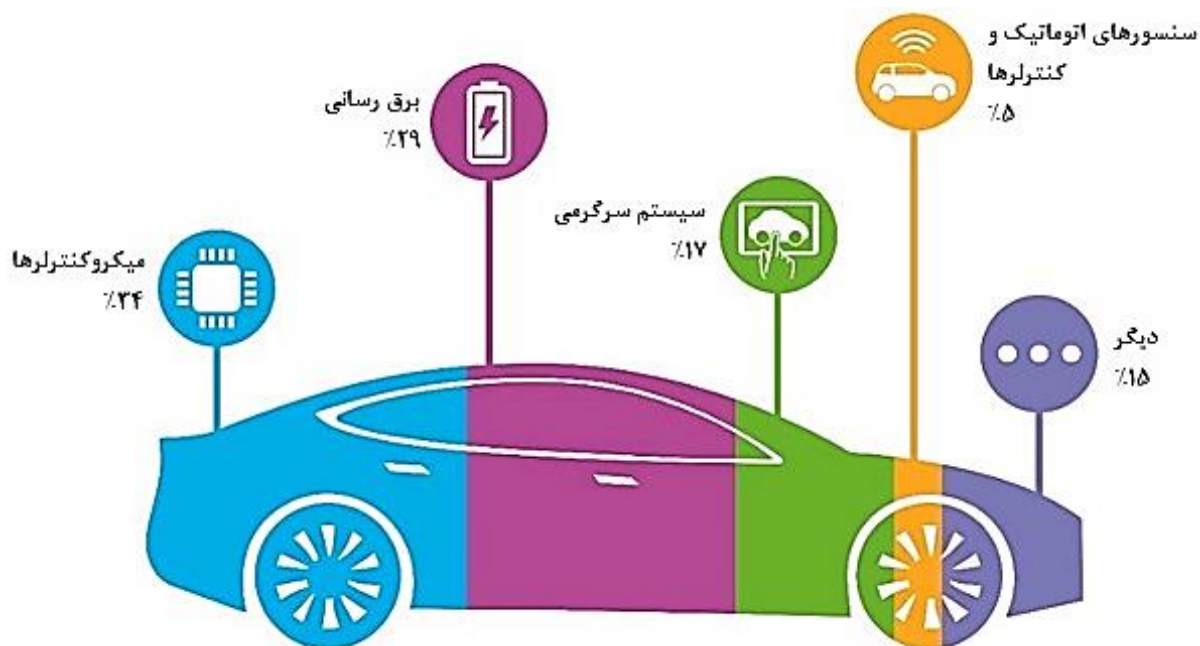
طبق مطالعه McKinsey Insights، پیش‌بینی می‌شود که حدود ۷۰ درصد از رشد بازار نیمه‌های تنها توسط سه صنعت شامل خودرو، محاسبات و ذخیره‌سازی داده، و بی‌سیم هدایت شود. خودرو قوی‌ترین بخش در حال رشد است، جایی که شاهد افزایش سه برابری تقاضا هستیم که توسط برنامه‌هایی مانند رانندگی خودروان و حرکت الکترونیکی تقویت می‌شود. در سال ۲۰۳۰، هزینه محتوای نیمه‌های در یک خودروی سطح ۴ انجمن مهندسين خودرو (SAE) با پیش‌رانه برقی می‌تواند حدود ۴۰۰۰ دلار در مقایسه با ۵۰۰ دلار برای یک خودروی سطح ۱ SAE با موتور احتراق داخلی باشد. با احتساب تنها ۸ درصد از تقاضای نیمه‌های در سال ۲۰۲۱، صنعت خودروسازی می‌تواند از ۱۳ تا ۱۵ درصد تقاضا تا پایان این دهه را تشکیل دهد. بر این اساس، این بخش مسئول ۲۰ درصد از گسترش صنعت در سال‌های آینده خواهد بود [۴۴-۴۶].

تخمین زده می‌شود که وسایل نقلیه جدید به طور متوسط ۱۴۰۰ تراشه نیمه‌های در خود جا بدهند. در حالیکه خودروهای تمام برقی پیشرفته به طور متوسط ۳۵۰۰ تراشه خواهند داشت (شکل ۱-۳۸). خودروهای خودروان به دلیل نیاز به سنسورهای مختلف به تعداد خیلی بیشتری از تراشه‌ها نیاز دارند (شکل ۱-۴۰). تقریباً ۱۵۰ نوع مختلف تراشه نیمه‌های، مانند تراشه‌های حافظه، ریزپردازنده‌ها، آی سی منطقی، آی سی آنالوگ، نیمه‌های قدرت، IGBT، تراشه‌های AI، آی سی کالا، نوری، و گسسته وجود دارد. ارزش خود این تراشه‌ها برای هر وسیله نقلیه از ۳۵۰ دلار تا ۱۰۰۰ دلار می‌باشد که این مقدار شامل هزینه‌های الکترونیکی و برقی کاری نمی‌شود.

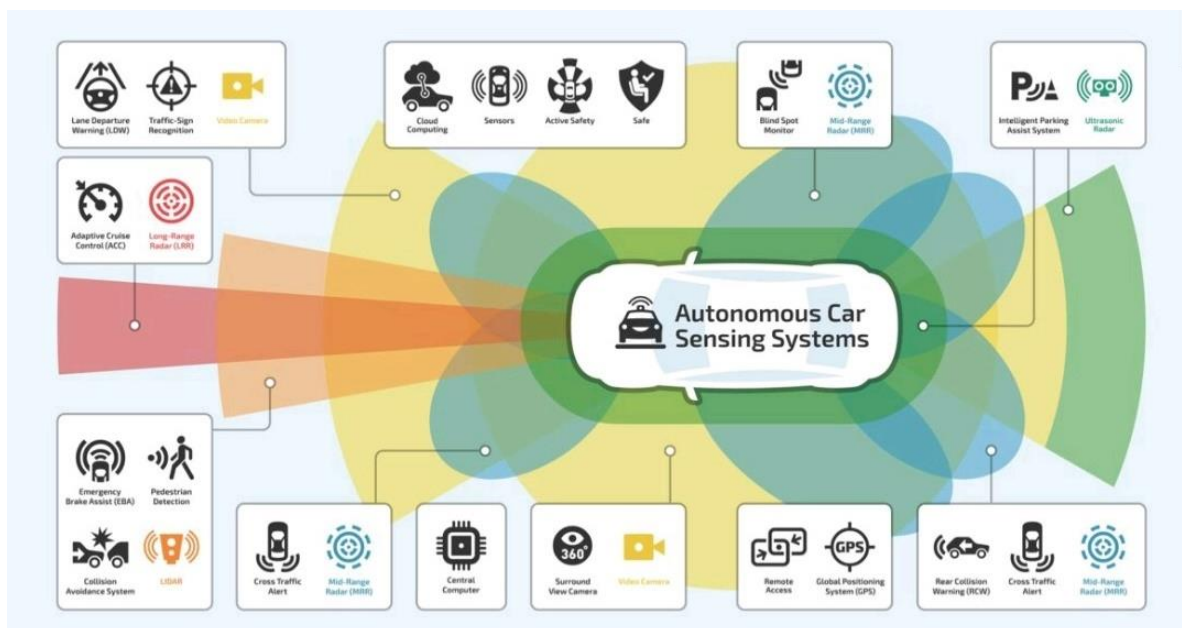
موارد کاربرد ریز تراشه‌ها در یک خودرویی مثل تسلا در شکل ۱-۳۹ به صورت خلاصه نشان داده شده است که عمده کاربرد در قسمت‌های برقی و کنترلی می‌باشد. Matt Damasencos، فعال در صنعت خودرو، بر نقش حیاتی نیمه‌های در وسایل نقلیه مدرن و رانندگی خودروان تاکید می‌کند. او عقیده دارد که محدود کردن دسترسی به این اجزای حیاتی می‌تواند پیامدهای شدیدی برای کل صنعت خودرو داشته باشد. او همچنین پیش‌بینی می‌کند که سهم الکترونیک در هزینه تولید خودروهای پیشرفته تا ۴۵ درصد در سال ۲۰۳۰ باشد (شکل ۱-۴۰).



شکل ۱-۳۸ انواع ریز تراشه ها در خودروهای جدید [۲۶]



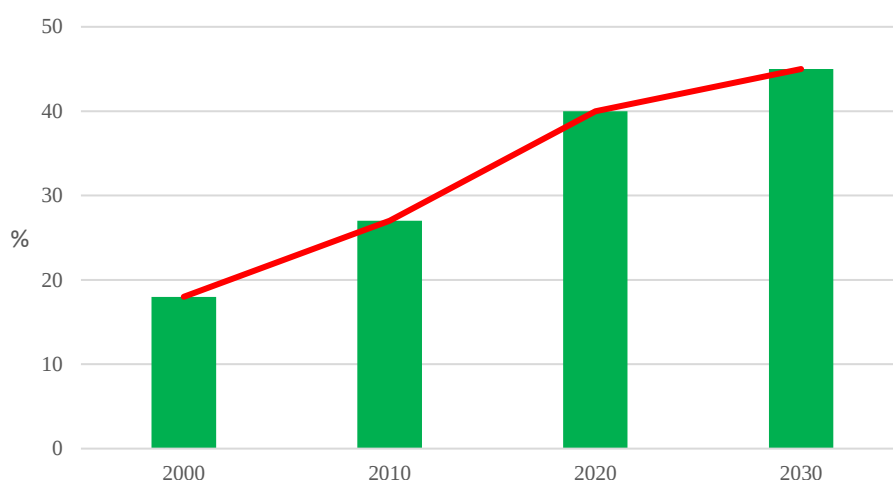
شکل ۱-۳۹ موارد کاربرد ریز تراشه ها در یک خودرویی مثل تسلا [۴۷]



شکل ۴۰-۱ نیاز خودروهای خودران برقی (مرتبه ۵) به انواع ریز تراشه ها به دلیل نیاز به انواع سنسورها و مدارهای الکتریکی (منبع Matt

Damasencos، فعال در صنعت خودرو)

سهم هزینه ادوات الکترونیکی خودرو از کل هزینه خودرو



شکل ۴۱-۱ درصد سهم الکترونیک از افزایش هزینه ساخت خودروهای جدید

نیمه هادی ها به طور گسترده در تمام حوزه های بخش خودرو، به ویژه در واحدهای میکروکنترلر (MCU) یا کنترلرها استفاده می شوند. واحدهای MCU به عنوان سنگ بنای تحرک جدید عمل می کند و عملکرد وسایل نقلیه به آنها بستگی دارد. برای کاهش آسیب پذیری ناشی از وابستگی به نیمه هادی ها، OEM ها در تلاش هستند تا تخصص خود را برای طراحی میکروکنترلرهای خاص توسعه دهند. این رویکرد، مزایایی مانند تطبیق پذیری، افزایش قدرت محاسباتی، گزینه های جدید معماری خودرو، کاهش پیچیدگی

سیم کشی، کاهش وزن خودرو و طیف وسیع تری از تامین کنندگان سیستم روی تراشه (SoC) را ارائه می دهد. تسلا در این زمینه پیشتاز بوده و با هدف دستیابی به MCU های طراحی شده داخلی در آینده نزدیک و سال ۲۰۲۳، تلاش می کند. مهم است که نقش محوری MCU ها را به عنوان محور اصلی این فرآیند دگرگون ساز به رسمیت بشناسیم.

۱-۵-۳ لزوم چابکی برای مدیریت چالش های تحول

طراحی و تولید پلتفرم های برقی و خودران فقط مربوط به تحقیق و توسعه فنی و تعهد بودجه بالادستی نیست. نیاز اصلی صنعت، تغییر ذهنیت در بالاترین سطوح قانون گذاران و خودروسازان (OEMs) است. در اینباره هربرت دیس، رئیس هیئت مدیره گروه فولکس واگن می گوید: «شواهد قوی وجود دارد که بسیاری از پارامترها، الگوهای رفتاری و اجتماعی، قوانین سرانگشتی، دانش علمی و تجربه ای که در طول ۱۰۰ سال گذشته انباشته کرده ایم، تغییر خواهد کرد. خودروسازی اساساً تغییر خواهد کرد. بنابراین، زمان آن است که دوباره اختراع کنیم.»

یک نظرسنجی در سال ۲۰۲۱ در آمریکای شمالی انجام شد. این نظرسنجی قصد داشت چالش های راهبردی صنعت مرتبط با خودرو و تغییر در زنجیره تامین، با ظهور وسایل نقلیه برقی (و تولید هوشمند) در سال های آینده را مورد بررسی قرار دهد. لازم به ذکر است که این نظرسنجی بر اساس پاسخ ۲۶۲ متخصص خودرو در صنعت خودروسازی آمریکای شمالی انجام شده است. افرادی که در این نظرسنجی شرکت کرده اند شامل: ۲۴ درصد OEM ها، ۴۰ درصد تامین کنندگان Tier ۱-۲ و ۲۷ درصد دیگر از شرکت های مشاوره/مهندسی بوده اند. هنگامی که در مورد بزرگ ترین چالش های پیش رو در توسعه و ساخت انبوه خودروی برقی پرسیده شد، شرکت کنندگان در نظرسنجی موارد ذیل را عنوان کرده اند [۴۸]:

- آموزش طرح های جدید مبتنی بر پلتفرم جدید
- آموزش روش های ساخت جدید و ماشین آلات جدید
- فقدان همکاری لازم بین توسعه و تولید
- فقدان زنجیره تامین قابلیت اطمینان
- هزینه بکارگیری تکنیک های جدید ساخت
- فقدان استانداردهای کافی جهانی برای طراحی و مهندسی، آزمایش و تولید انبوه وسایل نقلیه برقی
- تداوم بهره وری تولید با عوض شدن پلتفرم
- طراحی متنوع تر با بهره گیری از فضای بزرگ تر داخل خودروهای برقی
- صنعت سنتی خودروسازی زمان زیادی برای مقاومت در برابر تغییرات پیش رو ندارد و تعلل در برنامه ریزی و سیاست گذاری کلان توسط خودروسازان سنتی می تواند یک تهدید وجودی برای آنها باشد.

در ادامه همین نظرسنجی در آمریکای شمالی، بزرگ ترین ریسک هایی که برای خودروسازان سنتی در چرخش از خودروهای

احتراقی به خودروهای برقی می‌تواند وجود داشته باشد گزارش شده است که عبارتند از:

- اشتباه در انتخاب زمان ورود به بازار و تأخیر در تولید انبوه
- کاهش حاشیه سود پایین خودروهای برقی
- دست کم گرفتن استارت‌آپ‌هایی که فقط بر روی محصولات خودروهای برقی تمرکز کرده‌اند و توانسته‌اند بخشی از سهم بازار را از آن خود کنند
- خطا در پیش‌بینی انتظارات مصرف‌کننده از مشخصات خودروهای برقی (مثلاً پیمایش، زمان شارژ)
- خطا در پیش‌بینی قیمتی که مصرف‌کنندگان حاضر به پرداختن هستند (برای گذار از خودرو احتراقی به برقی)

۱-۵-۴ حمل و نقل هوشمند

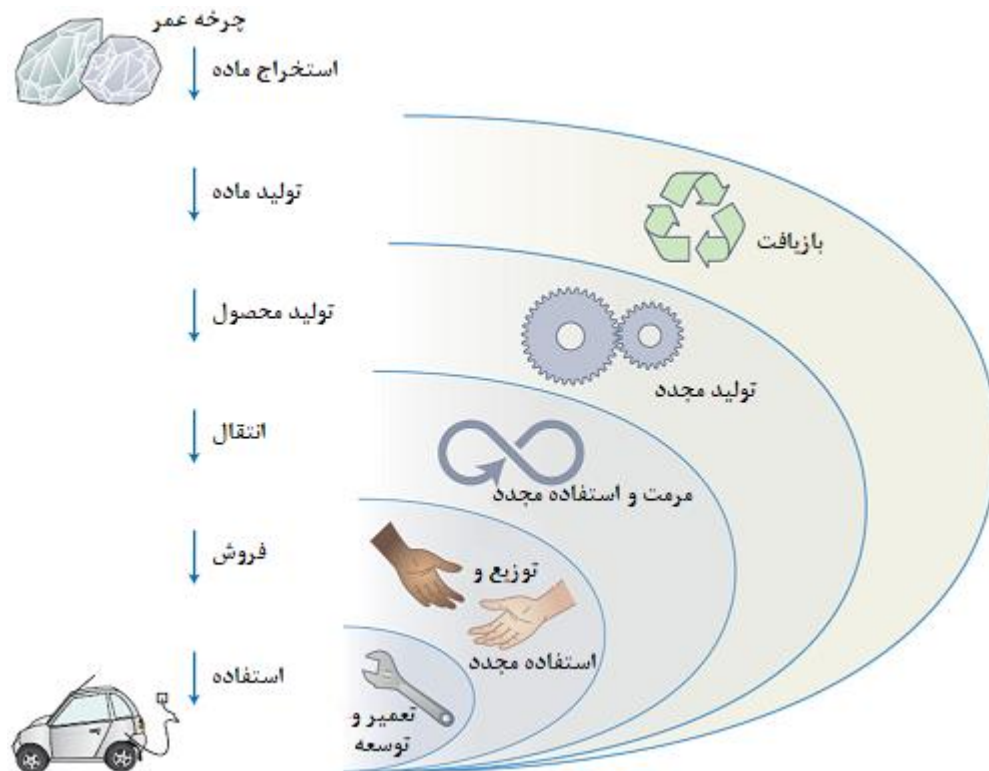
هوشمند بودن جزو شاخص‌های اصلی اکوسیستم حمل و نقل آینده می‌باشد. موضوعات مختلفی در شکل دادن حمل و نقل هوشمند در آینده تاثیر گذار شناخته شده‌اند از جمله اتصال به شبکه، حمل و نقل مشارکتی و خودران، عوامل زیست محیطی و صنعت تدارکات و خدمات. حمل و نقل هوشمند توسط الزامات اجتماعی و پیشرفت‌های فناورانه جهت‌گیری می‌شوند. کاتالیزور اصلی هوشمند سازی حمل و نقل در اقتصاد داده‌کاوی نهفته است که با اشتراک گذاری فراگیر داده‌های مربوطه، افزایش اتصال و تبادل سریع داده‌ها باعث بهبود مدیریت ترافیک، مقررات پیشگیرانه شهری، و اتوماسیون خواهد شد.

پیشبرد حمل و نقل هوشمند مستلزم بهبود زیرساخت‌های شهری و بین شهری است که فراتر از الگوهای رفتاری و اجتماعی سنتی امروزه حمل و نقل می‌باشد. اسکن‌پذیری پیشرفته علائم جاده‌ای، خط‌کشی و سایر ویژگی‌های جاده‌ای برای دستگاه‌های الکترونیکی به عنوان ملزومات حیاتی حمل و نقل برقی هوشمند ظاهر می‌شوند. حصول اطمینان از تفسیر منسجم سیگنال‌ها در سیستم‌های مختلف خودرو اهمیت بسیار زیادی پیدا می‌کند. همچنین امروزه شاهد پیشرفت‌های قابل توجه در سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (ITS) هستیم که این امر به همگام‌سازی خدمات حمل و نقل یکپارچه کمک می‌کند.

با نگاهی به آینده، حمل و نقل هوشمند برای کمک به کربن زدایی و اتوماسیون فراگیر تا سال ۲۰۳۵ آماده می‌شود و در این حوزه نوپا، دسترسی به سرمایه، آگاهی از آسیب‌پذیری زنجیره‌های تامین، و ضرورت پرورش منابع انسانی بسیار ضروری به نظر می‌رسد. همچنین همکاری بین بخش‌های دولتی و خصوصی برای رشد منابع مالی و نظارتی حمل و نقل هوشمند بسیار مهم است. بخش عمومی نقش‌های متعددی از جمله تبیین سیاست بالادستی و نظارتی، تعیین جهت راهبردی و تخصیص بودجه را بر عهده می‌گیرد. به طور همزمان، بخش خصوصی با نوآوری دانش بنیانی در فناوری‌های پیشگام، و منابع مالی، سرمایه‌ای گران‌بها برای رشد اکوسیستم حمل و نقل هوشمند خواهد بود.

۱-۵-۵ چهار رکن اقتصاد دایره ای (چرخه ای) صنعت خودرو

اقتصاد دایره ای در صنعت خودرو بر چهار ستون بنا شده است: نوسازی، ساخت مجدد، استفاده مجدد و بازیافت. گزارش اخیر BERYLLS بر اهمیت نوآوری در تولید، به ویژه مفهوم تولید مجدد، برای افزایش پایداری اقتصادی و زیست محیطی تاکید می کند. ایجاد یک اکوسیستم بازسازی جامع نیاز به تلاش قابل توجهی از سوی OEM ها و تامین کنندگان دارد. ساخت مجدد برای موفقیت اقتصادی بلند مدت ضروری است زیرا تقاضای جهانی برای محصولات پایدار و زنجیره ارزش به طور فزاینده ای روشن می شود. ساخت مجدد به ویژه برای ماژول ها یا اجزایی که در طول زمان با کاهش عملکرد مواجه می شوند، اما می توانند به محصول اصلی خود بازیابی شوند، مرتبط است. هدف اصلی از تولید مجدد، بازگرداندن محصول به کیفیت اولیه و ارائه ضمانت نامه قابل مقایسه با محصول جدید است. فرآیند تولید مجدد شامل جمع آوری ماژول، ساخت مجدد ماژول و توزیع ماژول است [۵۰].



شکل ۱-۴۲ اقتصاد دایره ای (چرخه ای) در صنعت خودروی برقی [۵۰]

یک مطالعه جدید توسط Accenture و World Economic Forum، اصطلاح جدیدی را به عنوان خودروی چرخه ای تعریف می کند. یک خودروی چرخه ای در عین استفاده کارآمد از منابع و کالاهای عمومی، ارزش را برای جامعه، محیط زیست و اقتصاد به حداکثر می رساند. ارزش آن بر حسب توانایی آن برای ایجاد حمل و نقل، و کارایی آن بر حسب کربن اندازه گیری می شود. تعریف خودروی چرخه ای بر چهار متغیر، انرژی، مواد، طول عمر و مقدار کاربری متمرکز است که در شکل ۱-۴۲ نشان داده شده اند [۵۱].



شکل ۱-۴۳ تعریف خودروی چرخه ای بر چهار متغیر متمرکز است: انرژی، مواد، طول عمر و مقدار کاربری [۵۱]

ایجاد خودرو چرخه ای در برقراری یک اکوسیستم فعال برای ساخت مجدد بسیار مهم است. OEM ها و تامین کنندگان نقش حیاتی در فرآیند تولید مجدد بازی می کنند، اما سایر ذینفعان مانند اپراتورهای ایستگاه های شارژ و خدمات جمع آوری زباله نیز می توانند در این امر سهیم باشند. ماژول های بازسازی شده را می توان به عنوان قطعات جایگزین برای خودروهای موجود یا به عنوان قطعاتی در تولید خودرو جدید به چرخه حیات از نو معرفی کرد. ساخت مجدد مزایای متعددی از جمله کاهش ضایعات، کاهش انتشار کربن، کارایی هزینه، افزایش بهره وری و افزایش شهرت برای تعهد پایداری را ارائه می دهد. ساخت یک اکوسیستم در توسعه قابلیت های طراحی و فرآیند، اولویت بندی محصولات قابل تولید مجدد، حمایت از یک محیط نظارتی حمایتی و حفظ تعهد طولانی مدت برای تولید مجدد موفق ضروری است. انتخاب ماژول با در نظر گرفتن معیارهایی مانند ارتباط اقتصادی، طراحی جزء، قابلیت فرآیند، ویژگی های سایش و مزایای زیست محیطی، یک تصمیم حیاتی برای OEM ها و تامین کنندگان است.

مثلاً ساخت مجدد یک شارژر داخلی (OBC) در صنعت خودرو برقی دلایل اقتصادی قابل توجهی دارد. بازیافت و تولید مجدد OBC ها این پتانسیل را دارد که تا سال ۲۰۳۰ سالانه ۱ تا ۲ میلیارد پوند در صنعت خودرو بسته به حجم تولید پس از فروش و خودروهای جدید صرفه جویی کند. البته هزینه های کار و مواد عوامل مهمی در تولید مجدد هستند. خط مشی ساخت مجدد اهرمی قدرتمند برای کاهش مصرف مواد و انرژی، کاهش هزینه ها و استفاده از ظرفیت های موجود است.

اهمیت پایداری در زنجیره تامین به دلیل افزایش هزینه های مواد خام بسیار مهم است. استقبال از مفهوم تولید مجدد، با استفاده از مواد مصرفی در صنعت خودرو می تواند پایداری محیط زیست و سودآوری را بهبود بخشد. نو سازی، ساخت مجدد، استفاده مجدد و

بازیافت چهار رکن اقتصاد دایره ای پایدار در صنعت خودرو هستند که امکان استفاده بهتر از منابع را فراهم می کنند.

شرکت مشاوره‌ای آی دی تکس اهمیت بازیافت خودروهای برقی را به صورت ذیل خلاصه می کند:

- بازیافت باتری‌های لیتیوم یونی می تواند خطرات زنجیره تامین را با به دست آوردن مواد خام با ارزش برای تولید باتری‌های جدید به حداقل برساند. بنابراین بازیافت می تواند نقش مهمی برای تامین امن، متنوع و محلی مواد خام فراهم کند.
- بازیافت باتری، اتکا به استخراج مواد کمیاب را کاهش می‌دهد و مزایای زیست محیطی بسیاری دارد. چین سیاست‌های گسترده‌ای در زمینه مدیریت پایان عمر باتری دارد. همچنین، هدف ایالات متحده و اروپا گسترش ظرفیت‌های بازیافت برای تضمین تامین داخلی مواد حیاتی خود است. تکنیک‌های بازیافت مکانیکی عمده‌تاً در این مناطق مورد استفاده قرار می‌گیرند. هند سیاست‌هایی را برای پیشبرد بازیافت باتری با اهداف و الزامات کارایی خاص معرفی کرده است.
- تعداد کمی از شرکت‌ها با توانایی بازیافت خودروهای برقی در مقیاس بزرگ در جهان وجود دارد.
- ایالات متحده برای تولیدکنندگان باتری‌های برقی که مواد معدنی حیاتی را از بازیافت در آمریکای شمالی تامین می کنند، مشوق‌هایی با اعتبار مالیاتی ارائه می دهد.

۲ خودروسازی از ژاپن تا چین

یک تغییر قابل توجه و انقلابی در صنعت خودروسازی جهانی، ظهور خودروسازان آسیایی بوده است. ابتدا ژاپن و سپس کره جنوبی و اکنون چین در چند دهه گذشته به بازیگران مهمی در بازار خودروسازی جهانی تبدیل شده اند و سلطه خودروسازان غربی را تهدید می کنند. این فصل به بررسی تاریخچه خودروسازان آسیایی و ورود آنها به بازارهای غربی می پردازد. موفقیت ژاپن، کره و چین و عواملی که در دستاوردهای آنها نقش داشته است در این فصل، به صورت مختصر مورد نقد قرار می گیرد. این فصل تاثیر بازار خودروهای برقی و تسلط چین را مورد بحث قرار داده و اهمیت دسترسی به زنجیره تامین مطمئن را برجسته می کند.

تاریخچه هر کشور آسیایی از ورود به بازار خودرو غرب و همچنین تاثیر اخلاق کاری آنها در موفقیتشان در این بخش مورد مطالعه قرار می گیرد. همچنین پتانسیل همکاری های آینده جهانی و تاثیرات خودروسازان آسیایی بر اقتصاد، اشتغال و آسیب پذیری های کشورهای دیگر مورد بحث قرار خواهد گرفت. در ادامه، فرصت ها و ریسک های مرتبط با سرمایه گذاری برای دیگر کشورها در صنعت خودروسازی با توجه به تحولات عمده در خودروسازی آسیا تحلیل می شود. در نهایت، این فصل نتیجه گیری می کند که نیاز همکاری بین چین و سایر نقاط جهان با شناخت نقاط قوت و ضعف هر دو طرف اجتناب ناپذیر است. تصمیمات سرمایه گذاری آگاهانه و انتخاب دقیق شرکا و انتخاب محصول مناسب برای سرمایه گذاری از اهم مطالعات پارامترهای اقتصادی هر کشور خودروساز در جهان باید باشد.

۲-۱ تداوم موفقیت خودروسازان آسیایی در هدف قرار دادن بازارهای غربی

تویوتا، هوندا و نیسان در دهه ۱۹۵۰ شروع به صادرات خودروهای کوچک و اقتصادی به ایالات متحده کرده و ژاپن را وارد بازار خودروهای غربی کردند. خودروسازان ژاپنی به سرعت به اعتبار، کیفیت و بهره وری سوخت شهرت پیدا کرده و بسیاری از مصرف کنندگان آمریکایی را به دنبال خودروهای مقرون به صرفه و کم مصرف جذب کردند. موفقیت ژاپن در بازار غرب را می توان به چند پارامتر از جمله نوآوری های فناوری، شیوه های تولید کارآمد، و تمرکز بر خواسته های مشتری نسبت داد.

ورود کره جنوبی به صنعت خودروسازی غرب در دهه ۱۹۸۰ آغاز شد، زمانی که هیوندای و کیا شروع به فروش خودروهای ارزان قیمت و بی کیفیت به ایالات متحده کردند. در بازار غرب، خودروسازان کره جنوبی با موانع متعددی از جمله کیفیت پایین، عدم شناخت برند و رقابت شدید خودروسازان ژاپنی و غربی مواجه بودند. با این حال، با گذشت زمان، هیوندای و کیا کیفیت، طراحی و فناوری خود را بهبود بخشیدند که به آنها کمک کرد تا سهم بازار را در بازار غرب به دست آورند.

ورود چین به بازار خودروهای غربی در دهه ۲۰۰۰ آغاز شد، زمانی که خودروسازان چینی شروع به صادرات خودروهای ارزان قیمت و بی کیفیت به اروپا و آمریکای لاتین کردند. قدمت قدیمی ترین خودروسازان چین به دهه های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ برمی گردد، اما در دهه ۱۹۸۰، زمانی که به دنبال رهبری کره جنوبی، شروع به یادگیری از شرکت های خارجی از طریق مونتاژ کیت های تولید شده توسط

خودروسازان اروپایی و آمریکایی کردند، سرعت خود را افزایش دادند. سیاست خودروهای صنعتی در سال ۱۹۹۴ حتی فراتر رفت و امکان افزایش سرمایه‌گذاری خارجی در این بخش را فراهم کرد و به تولیدکنندگان چند ملیتی اجازه داد تا سرمایه‌گذاری مشترک ۵۰-۵۰ با سازندگان داخلی تشکیل دهند. سرمایه‌گذاران خارجی این رویکرد چین را پذیرفته و شرکت‌های ژاپنی، اروپایی و آمریکایی سرمایه‌گذاری‌های هنگفتی در چین انجام دادند به نحوی که تولید داخلی چین را از ۱/۴ میلیون خودرو در سال ۱۹۹۴ به ۱۳/۸ میلیون دستگاه در سال ۲۰۰۹ رساندند، سالی که چین از ژاپن و ایالات متحده به عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده وسایل نقلیه موتوری در جهان پیشی گرفت.

خودروسازان چینی علیرغم موفقیت خود در افزایش تولید داخلی و علیرغم انتقال فناوری و تعرفه واردات قابل توجه (۲۵ درصد) بر خودروهای خارجی، همچنان در اوایل دهه ۲۰۱۰ با شکاف فنی و کیفیت قابل توجهی در خودروهای سوخت فسیلی خود مواجه بودند که نتیجه آن کسری تجاری ۲۵ میلیارد دلاری و کنترل رقبای خارجی بود. خودروسازان چینی در بازار غرب نیز با چالش‌های زیادی از جمله کیفیت پایین، عدم شناخت برند و رقابت شدید خودروسازان ژاپنی، کره جنوبی و غربی مواجه بودند. با این حال، خودروسازان چینی توانستند کیفیت و طراحی خود را بهبود بخشند و اکنون تمرکز خود را بر تولید خودروهای تمام برقی و خودروان گذاشته اند.

چین به‌عنوان بزرگ‌ترین بازار جهان (و همچنان در حال رشد)، برای خودروسازان غربی بسیار مهم و جذاب است. چین بزرگ‌ترین خریدار صادرات خودرو آلمان در سال ۲۰۲۱ بود. این روند تا سال ۲۰۲۲ ادامه یافت و مرسدس بنز تقریباً ۳ برابر بیشتر از ایالات متحده خودرو در چین فروخت. اهمیت این بازار به حدی است که تسلا و مرسدس بنز اخیراً کاهش قیمت خودروهای برقی خود را در چین اعلام کردند تا حجم فروش خود را افزایش دهند، علیرغم اینکه قیمت‌های این خودروها در سایر بازارهای جهانی با افزایش نسبی همراه بوده است.

رقابت رو به رشد صنعت خودرو چین به بهترین وجه در تجارت دوجانبه خودرو با سایر نقاط جهان منعکس می‌شود. واردات خودروی چینی از ۱/۲ میلیون دستگاه در سال ۲۰۱۷ به ۰/۹ میلیون دستگاه در سال ۲۰۲۲ کاهش یافته است. در حالی که تولیدکنندگان چینی روی نیازهای سایر اقتصادهای نوظهور در آسیا، خاورمیانه و آمریکای لاتین تمرکز می‌کردند، این بازارهای اروپایی هستند که بیشترین سهم را در رونق صادرات چین داشتند. با نگاهی به آمار اروپا، رونق قابل توجهی در واردات خودروهای ساخت چین دیده می‌شود. چین نه تنها از نظر فناوری و ساخت به خود متکی شده است، بلکه مشتاق گسترش در بازارهای بین‌المللی است. داستان موفقیت خودروسازی آسیایی از ژاپن شروع شده، در کره جنوبی دنبال شد و حالا به چین رسیده است. اما در چین ختم نمی‌شود. در حالی که چین همچنان فعلاً در تولید انبوه کم هزینه پیش‌تاز است، کشورهای دیگر آسیایی به طور فزاینده‌ای موقعیت خود را در تولید زنجیره تامین خودرو بهبود می‌بخشند و گزینه‌های جدیدی برای خودروسازان خواهند بود. چندین کشور جدید آسیایی که احتمال دارد چین را از نظر تولید کم هزینه به چالش بکشند عبارتند از:

- **هند:** این کشور با جمعیت زیاد و بازار بزرگ وسایل نقلیه خود دارای بخش تولیدی بزرگ و به سرعت در حال رشد است و تمرکز آن بر صنایع پشتیبانی الکترونیک و قطعات خودرو است.
 - **ویتنام:** ویتنام در سال‌های اخیر به عنوان یک مرکز تولیدی بزرگ با تمرکز بر صنایع الکترونیک در حال ظهور است.
 - **فیلیپین:** فیلیپین یکی از تولیدکنندگان عمده الکترونیک و نیمه‌هادی‌ها با بخش تولید رو به رشد و هزینه نیروی کار پایین است.
 - **تایلند:** تایلند دارای صنعت خودروسازی با سابقه‌ای است که بر تولید خودروهای ارزان‌قیمت برای بازارهای صادراتی تمرکز دارد.
 - **اندونزی:** اندونزی صنعت خودروسازی رو به رشدی دارد که تمرکز آن بر تولید خودروهای ارزان‌قیمت برای بازارهای داخلی و منطقه‌ای است. اندونزی همچنین بخش تولیدی وسیع و متنوعی از صنایع کم‌هزینه مانند الکترونیک دارد.
- این کشورهای آسیایی با ارائه قیمت‌های رقابتی، نیروی کار ماهر و محیط‌های امن سرمایه‌گذاری، برای سهمی از بازار زنجیره تولید جهانی رقابت می‌کنند.

۲-۱-۱ موفقیت خودروسازی مدیون تعهد کاری در تمام سطوح

درس‌های زیادی برای یادگیری از بازار و صنعت خودروسازی آسیایی از جمله اخلاق کار برای کشورهای در حال توسعه وجود دارد. موفقیت بخش‌های خودروسازی خود به طور قابل توجهی تحت تاثیر اخلاق کار ژاپن، کره‌ای و چینی‌ها قرار گرفته است. این سه کشور آسیایی با تعهد کاری، توجه به جزئیات و کار گروهی، پیشرفت کرده‌اند و صنایع خود را تبدیل به رهبران خودروسازی در بازار جهانی تبدیل کرده‌اند. توانایی صبور بودن برای تحقق یک چشم‌انداز بلندمدت ملی، عامل اصلی موفقیت صنایع ژاپنی، کره‌ای و چینی است. اخلاق کاری مردمان این سه کشور به آنها اجازه داده‌اند که صنایع آنها یک رویکرد راهبردی به رشد و توسعه را داشته باشند و به آنها کمک کرده است تا از رقبای خود در بازار جهانی پیشی بگیرند. داستان‌های موفقیت بخش‌های خودروسازی در ژاپن، کره جنوبی و چین دارای ویژگی‌های متعددی هستند. این‌ها بعضی از نمونه‌هایی از اخلاق کاری مشابه این سه کشور است:

- **سخت‌کوشی:** ژاپنی‌ها، کره‌ای‌ها و مردم چین به سخت‌کوشی معروف هستند. آنها مایل به تعهد ساعت‌های کاری طولانی هستند و سخت‌کوشانه کار می‌کنند تا اهداف خود را به دست آورند.
- **کار گروهی:** همکاری و کار گروهی در هر سه فرهنگ ژاپنی، کره‌ای و مردم چین بسیار ارزشمند هستند. ارزش کار گروهی به نحوی در این جوامع منعکس شده است که حتی شرکت‌های خودروسازی رقیب در این کشورها با یکدیگر همکاری می‌کنند تا محصولات و فناوری‌های جدید را توسعه دهند.
- **بهبود مستمر کیفیت:** سه کشور ژاپن، کره و چین تاکید زیادی بر بهبود تولید وسایل نقلیه و بالا بردن کیفیت محصولات

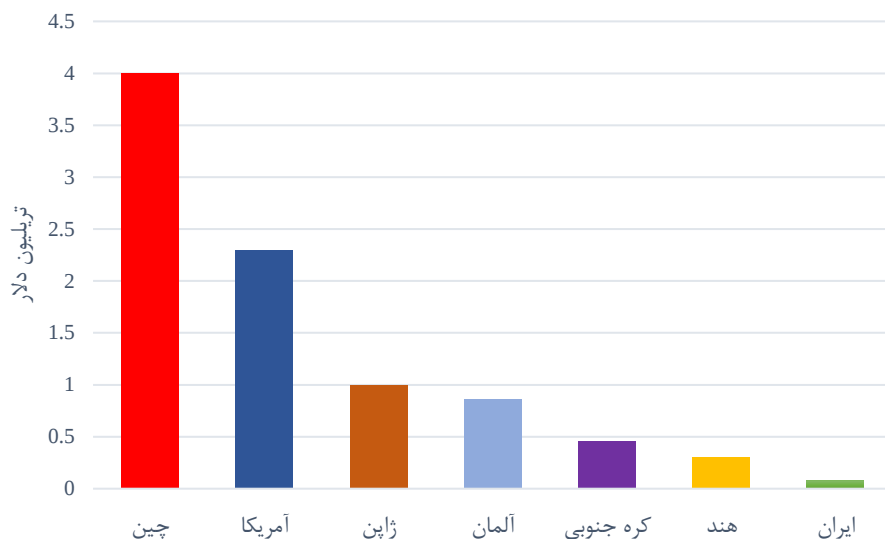
خود دارند. این تمرکز بر کیفیت به آنها اجازه داده است تا شهرت خود را برای تولید اتومبیل‌های قابل اعتماد و بادوام ایجاد کنند، که به آنها کمک کرده است تا اعتماد مصرف‌کنندگان را در سطح جهانی به دست آورند. ژاپنی‌ها، کره‌ای‌ها و مردم چین تمرکزی جدی بر بهبود مستمر دارند. آنها همیشه به دنبال راه‌هایی هستند که محصولات و فرایندها را بهتر و کارآمدتر کنند. آنها به صنایع خودروسازی خود کمک کرده‌اند تا شرایط رقابتی را حفظ نمایند.

- **توجه به جزئیات:** مردم این کشورها به خاطر توجه خود به جزئیات شناخته شده‌اند. آنها به شغل صنعتی خود افتخار کرده و به بهترین نحو تلاش می‌کنند.
- **مشتری محور:** صنایع خودروسازی ژاپنی، کره‌ای و چینی، همه رویکرد مشتری‌محور را در توسعه محصول اتخاذ کرده‌اند. با تمرکز بر نیازها و ترجیحات مشتریان خود، آنها توانسته‌اند خودروهای تولیدی خود را مورد توجه طیف گسترده‌ای از مصرف‌کنندگان قرار دهند.
- **احترام به قوانین و مقررات:** مردم این کشورها احترام عمیقی به قوانین و مقررات دارند و این اخلاق کاری در کار روزانه‌شان در برخورد با مدیران، سرپرستان و همکاران خود منعکس می‌شود.
- **اولویت دادن به آموزش و پژوهش:** ژاپنی‌ها، کره‌ای‌ها و مردم چین به جدیت در زیرساخت‌های آموزش و پژوهش سرمایه‌گذاری کرده‌اند تا پایه‌های قوی برای صنعت خود ایجاد کنند. به طور مثال شرکت‌های چینی مانند Geely و BYD یک چشم‌انداز درازمدت رشد و گسترش را هدف قرار داده‌اند تا فناوری‌های جدید ایجاد کرده و محصولات خود را توسعه دهند.
- **صبر برای تحقق یک چشم‌انداز بلندمدت:** یکی دیگر از جنبه‌های اخلاق کار ژاپنی، کره‌ای و چینی تلاش و صبر برای تحقق یک چشم‌انداز بلندمدت است. به عنوان مثال، در ژاپن، شرکت‌هایی مانند تویوتا و هوندا یک دیدگاه بلندمدت از بهبود مستمر دارند و مایل به سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه برای رسیدن به اهداف خود هستند. به طور مشابه، در کره جنوبی، شرکت‌هایی مانند هیوندای و کیا نیز دیدگاه بلندمدت رشد و گسترش را نشان داده‌اند. آنها به شدت در تحقیق و توسعه، بازاریابی و خدمات مشتری برای ساخت یک نام تجاری قوی سرمایه‌گذاری کرده‌اند و اعتماد مصرف‌کنندگان در سراسر جهان را به دست آورده‌اند. در چین، دولت همچنین دیدگاه بلندمدت از توسعه یک صنعت خودرو در سطح جهانی را نشان داده است.

۲-۲ تسلط چین در تولید انبوه فناوری‌های سبز

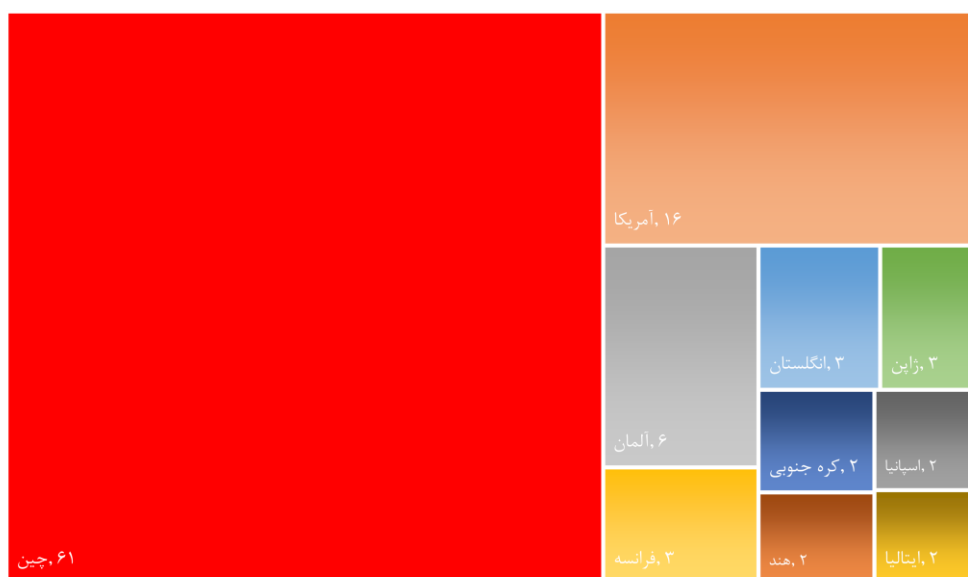
چین سال‌ها است که در تولید پیشگام بوده و این برتری هنوز ادامه دارد. بعد از چین، آمریکا، ژاپن، آلمان، کره جنوبی و هند به ترتیب مقام‌های بعدی تولید جهانی را دارند (شکل ۲-۱). این برتری چین در فناوری‌های سبز نیز قابل مشاهده است که علت این

برتری می تواند به دلیل سرمایه گذاری عمده چین در فناوری های سبز باشد (شکل ۲-۳). کارشناسان معتقدند که جهان هنوز در آغاز گذار از انرژی فسیلی به انرژی تجدیدپذیر است ولی رقابت ژئوپلیتیک بر سر فناوری سبز آغاز شده است.

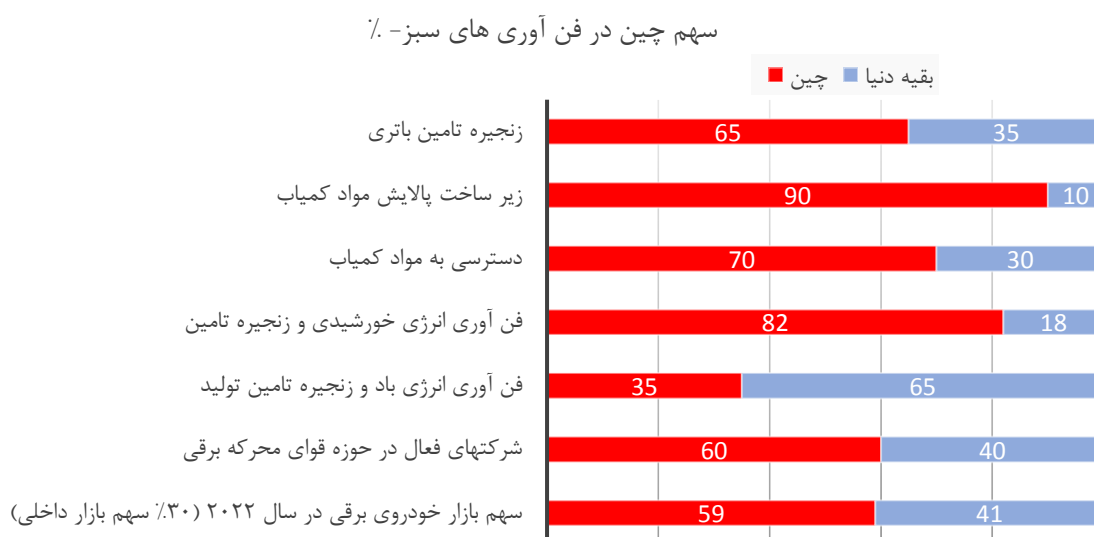


شکل ۲-۱ شش کشور برتر در تولید جهانی و سهم ایران (از لحاظ ارزش مالی)

سرمایه گذاری جهانی در حوزه فناوری های سبز در سال ۲۰۲۲ با رکوردی جدید و شتاب بزرگ نسبت به سال قبل به ۱/۱ تریلیون دلار رسیده است. در میان تمام کشورهای جهان، چین سهم ۶۱ درصد را داشته است و در میان تمام فناوری های کم آلاینده، حمل و نقل برقی بیشترین سرمایه گذاری را به خود جذب کرده است. چین با پایه های صنعتی و اقتصادی قوی، در حال حاضر آماده است تا کنترل کامل زنجیره تامین این صنعت نوظهور را به دست آورد. شکل ۲-۲ سهم کشورهای پیشرو از کل سرمایه گذاری سبز جهانی را نشان می دهد.



شکل ۲-۲ سهم سرمایه گذاری سبز جهانی کشورهای پیشرو در فناوری های سبز (اعداد به درصد هستند)



شکل ۲-۳ سهم جهانی چین در صنایع و زنجیره تامین فناوری های سبز

فناوری های جدید، چشم اندازهای جدیدی را در صنعت حمل و نقل در سراسر جهان ایجاد کرده است. به طور مثال، طی دو دهه گذشته، تحولات قابل توجه در صنعت باتری، بازار جدیدی را برای خودروهای برقی ایجاد کرده است. تولید باتری برای وسایل نقلیه برقی، یک اولویت اصلی برای صنعت خودروسازی غیراقتصادی است. کشورهای غربی در داشتن فناوری های پایه مربوط به باتری از کشورهای آسیایی پیشرو مانند چین و کره جنوبی نه تنها عقب تر نیستند بلکه در مواردی پرچم دار تحقیق و توسعه این حوزه نیز هستند. ولی آنچه در چند سال اخیر به وضوح نمایان بوده، این نکته است که کشور چین، خود را به عنوان یک تولیدکننده تثبیت شده و بلامنازع کل چرخه تولید باتری نشان داده و در تولید اقتصادی باتری پیشرفته وسایل نقلیه برقی در مقیاس بزرگ، بسیار

موفق‌تر از کشورهای دیگر جهان حتی آمریکا نشان داده است. پیشگامی جهانی چین در صنایع و زنجیره تامین سبز در شکل ۲-۳ به وضوح نشان داده شده است.

در حالی که جهان از تولید ارزان چین سال‌ها است که سود برده است، امروز ممکن است زمان پرداخت صورت‌حساب فرا رسیده باشد. چین تبدیل به شریک ضروری برای دستیابی به اهداف آب و هوا و انرژی جهانی برای هر کشوری می‌باشد. چین تبدیل به بازیگر غالب در زنجیره تامین همه مواد معدنی مهم مربوط به خودروهای برقی شده است. انقلاب خودروهای برقی عمدتاً توسط چین انجام شده است، جایی که تقریباً یک چهارم کل فروش خودروهای جدید، برقی یا هیبریدی بوده است. به گفته آژانس بین‌المللی انرژی، در اکثر فناوری‌های انرژی پاک از جمله انرژی باد و پنل‌های خورشیدی، ظرفیت تولید و تجارت چین بیشتر از کل جهان است. به نظر می‌آید در اکثر حوزه‌های صنعت وسایل نقلیه برقی، وقتی صحبت از تولید مقیاس بزرگ می‌شود، رقابت با چین در عین تامین حاشیه سود معنادار تقریباً غیرممکن است.

بسیاری از نقاط جهان اکنون متوجه جایگاه کلیدی چین در جهان شده‌اند و در تلاش تبیین گزینه‌های دیگر هستند تا به قدرت چین در فناوری‌های پاک پاسخ راهبردی بدهند، اما به چالش کشیدن چین کار آسانی نخواهد بود چون زمان به نفع رقبای چین نیست. در واقع هیچ راه‌حل ساده یا کوتاه‌مدتی برای رقابت با چین وجود ندارد. بر اساس تحلیل وبسایت بیزینس اینسایدر، چین در زنجیره تامین وسایل نقلیه برقی به قدری موقعیت خوبی دارد که برای تسلط بر بازار خودروهای برقی آمریکا نیازی به فروش حتی یک خودرو در ایالات متحده ندارد. آمریکا با افزایش نگرانی از نفوذ چین، سرمایه‌گذاری‌های خود در تولید باتری را افزایش داده است. آمریکا میلیاردها دلار به این صنعت سرازیر می‌کند و متعهد شده است که مطمئن شود که خودروهای برقی نیمی از فروش خودروهای جدید را در سال ۲۰۳۰ به خود اختصاص می‌دهند [۵].

۲-۲-۱ راهبرد چینی: تلفیق نیازهای انرژی با اهداف صنعتی

در دهه‌های اخیر، چین به عنوان مرکز کلیدی تولید فناوری سبز ظاهر شده است و در تمامی فناوری‌های نوظهور که قرار است سیستم انرژی جهانی را متحول کنند، از انرژی‌های تجدیدپذیر تا باتری‌ها و ذخیره‌کننده‌ها، پیشرو است. از وسایل نقلیه برقی گرفته تا فرآوری مواد معدنی حیاتی، چین در تمام مراحل تولید جایگاه قدرتمندی پیدا کرده است. این موقعیت جهانی چین نتیجه سیاست‌های چند دهه‌ای و راهبردی چین است که هدف آن تلفیق نیازهای انرژی با اهداف صنعتی بوده است. الساندرو بلاسی، فعال بین‌المللی انرژی، معتقد است که چین در موقعیت مناسبی قرار دارد تا بتواند انقلاب انرژی پاک را از جایگاه رهبری هدایت کند.

طبق گزارش MIT Technology Review، صنعت خودروهای برقی چین با سرعتی در حال رشد است که حتی باتجربه‌ترین ناظران را متعجب کرده است [۶]. رشد خودروسازی برقی چین همیشه پیش‌بینی‌ها را غافلگیر کرده است و رشد آن همیشه سریع‌تر از پیش‌بینی‌ها بوده است. به همین دلیل مطالعه دقیق خودروسازی برقی چین می‌تواند از نظر راهبردی آموزنده باشد. تحلیل‌گران و صاحبان صنعت، نمایشگاه خودروی شانگهای ۲۰۲۳ را نشان‌دهنده پایان عصر موتورهای بنزینی در چین می‌دانند. برندهای خودروهای

برقی چینی باعث تغییر در بازار خودرو چین و جهان شده‌اند و شرکت‌های خودروسازی غربی را نگران کرده‌اند. حمایت دولت چین از خودروهای برقی و علاقه روزافزون جمعیت انبوه مصرف‌کننده چین، تسلط شرکت‌های چینی بر بازار داخلی خود که بزرگ‌ترین بازار جهان است را تضمین کرده است. اکنون، شرکت‌های چینی شروع به هدف‌گیری بازارهای خارج از چین کرده‌اند. الیوت ریچاردز، متخصص خودروهای برقی، می‌گوید: نمایشگاه خودروی شانگهای ۲۰۲۳ نشان داده است که برندهای چینی می‌توانند از هر نظر از جمله عملکرد، کیفیت و راحتی با تمام خودروسازان سنتی غربی رقابت کنند.

طبق گزارش انجمن خودروسازان چین، خودروهای برقی یک چهارم فروش خودرو در این کشور را در سال ۲۰۲۲ تشکیل داده‌اند که نسبت به سال گذشته ۹۴ درصد افزایش داشته است. با وجود رکود در بخش جهانی خودرو، سهم بازار خودروهای برقی در چین می‌تواند امسال به بیش از ۴۰ درصد افزایش یابد. مایک جانستون، یکی از مدیران ارشد برند لوکس بریتانیایی لوتوس معتقد است که آینده خودروسازی، اکنون در چین قابل رویت است. تولید انبوه خودرو برقی در چین وجود دارد و کل بازار جهانی خودروسازی در جهان را تحت تاثیر قرار داده است.

زیی یانگ (Zeyi Yang) در مجله MIT Technology Review اشاره به این مطلب دارد که دولت چین در تمرکز منابع خودرو بر روی صنایعی که می‌خواهند رشد کنند، بسیار موفق است. مقامات مرکزی و محلی چین میلیاردها دلار برای یارانه‌ها و معافیت‌های مالیاتی صرف کرده‌اند و قراردادهای حمل و نقل عمومی را به شرکت‌های فناوری برقی اختصاص داده‌اند. زیرساخت‌های لازم (مانند شارژرها) هم در چین فراهم است. دولت چین می‌گوید اکنون بیش از ۵/۸ میلیون شارژر در چین وجود دارد. طبق داده‌های بلومبرگ، استان گوانگدونگ چین به تنهایی تقریباً سه برابر کل ایالات متحده شارژر عمومی دارد. در چین هنوز سیاست‌های ترجیحی بالادستی زیادی برای تولید و فروش خودروهای برقی وجود دارد. این سیاست‌ها در مورد برندهای خارجی ساخت چین از جمله تسلا تولیدی در چین نیز اعمال شده است [۵۲].

امروزه بیش از ۹۴ برند، بیش از ۳۰۰ مدل خودرو برقی را در بازار چین ارائه می‌دهند که جذاب‌ترین بازار در سطح جهانی است. برخی خودروسازان چینی در راستای تولید خودرو برقی لوکس با توان فراتر از توان مورد نیاز مصرف‌کننده عادی حرکت می‌کنند و بعضی روی مدل‌های ارزان‌قیمت تمرکز کرده‌اند. به طور مثال، جیلی چین، پاندا مینی خود را با نسخه‌های ارزان‌تر حدود ۵۸۰۰ دلار قیمت به نمایش گذاشته است.

امروزه، شرکت‌های غربی تعیین‌کننده معیارهای کیفیت و نوآوری در خودروی برقی نیستند. به اذعان شرکت لوتوس، برندهای موجود در بازار چین هم اکنون معیار را برای دیگر خودروسازان جهانی تعیین می‌کنند. بزرگ‌ترین خودروساز چینی، BYD، به تازگی فروشگاه خود را در نروژ راه‌اندازی کرده است. اسپروس فوتینوس، مدیرعامل Zeekr در اروپا (متعلق به جیلی)، به خبرگزاری فرانسه گفت که فناوری خودروهای برقی ساخت چین در حال مبارزه با معیارهای کیفیت در بین مصرف‌کنندگان خارجی است. مصرف‌کنندگان شاهد بسیاری از فناوری‌های ایمنی نوآورانه در چین هستند. از جمله این فناوری‌ها می‌توان به سیستم‌های پیشرفته کمک راننده اشاره کرد. باید توجه داشت که موفقیت خودروسازان چینی در غرب تضمین شده نیست، زیرا چینی‌ها باید خود را با بازار غرب وفق دهند

و با برندهای غربی بسیار جا افتاده رقابت کنند.

طبق گزارش MIT Technology Review، شرکت‌های باتری‌سازی چینی در حال تامین باتری‌های خودروهای برقی تولیدی کشور ترکیه هستند. در سال ۲۰۱۸، پنج شرکت از تاثیرگذارترین شرکت‌های ترکیه، شرکت Togg، اولین سازنده خودروهای برقی این کشور را تشکیل دادند. انتظار می‌رود خودروهای برقی ساخته شده توسط Togg امسال وارد بازار شوند و در حال حاضر برند بسیار محبوبی به نظر می‌رسند.

ترکیه به ماندن در انتهای زنجیره تامین خودروسازی راضی نیست. ترکیه در تلاش سخت برای ورود به مسابقه تولید خودروهای برقی است ولی ترکیه بدون حمایت چین قادر به رقابت در بازارهای جهانی نخواهد بود. ترکیه با Farasis، یکی از شرکت‌های برتر باتری‌سازی چینی برای تقویت خودروسازی خود همکاری می‌کند. شرکت Farasis درست پشت سر رهبران صنعت باتری چینی مانند CATL، BYD و CALB قرار دارد. در سال ۲۰۱۹، Togg و Farasis یک سرمایه‌گذاری مشترک به نام SIRO تشکیل داده‌اند که هر کدام ۵۰ درصد از سهام را به خود اختصاص داده‌اند تا یک کارخانه باتری در شهر Gebze ترکیه بسازند که باتری‌های لیتیوم یونی برای تامین انرژی خودروهای برقی Togg تولید نماید. در ماه ژانویه ۲۰۲۳، یک روزنامه ترکیه‌ای گزارش داد که شرکت علی بابا (Alibaba) قصد دارد بیش از یک میلیارد دلار برای ساخت یک مرکز داده کاوی و یک مرکز لجستیک در ترکیه سرمایه‌گذاری کند. بنابراین، ترکیه با دنبال کردن مسیر چین، هم روی دیجیتالی کردن و هم بر روی برقی‌سازی، سرمایه‌گذاری می‌کند [۱۲۴].

فروش خودروهای برقی در ترکیه در پنج ماه اول سال ۲۰۲۳ افزایش قابل توجهی را تجربه کرد. فروش نسبت به سال قبل ۳۲۶/۶۴ درصد رشد قابل توجهی داشته است. وسایل نقلیه هیبریدی نیز شاهد رشد قابل توجهی با فروش نزدیک به ۶۰ درصد بودند. معرفی اولین خودروی برقی بومی ترکیه، Togg T۱۰X، نقش مهمی در افزایش فروش داشت. البته هنوز خودروهای برقی ۲/۲۱ درصد از کل فروش را در پنج ماه اول ۲۰۲۳ در مقایسه با ۰/۸۲ درصد در سال قبل به خود اختصاص داده‌اند. در حالی که خودروهای هیبریدی ۱۱/۱۷ درصد سهم بازار را به خود اختصاص دادند که اندکی نسبت به ۱۱/۰۹ درصد در سال گذشته افزایش داشته است. فروش کلی خودرو در ترکیه نیز با افزایش ۷۰/۹ درصدی نسبت به مدت مشابه سال قبل در ماه مه افزایش یافته و در مجموع ۱۱۱۳۵۶ خودرو سواری و خودرو تجاری سبک فروخته شد.

شرکت Togg قصد دارد تا سال ۲۰۳۰ چهار مدل دیگر تولید کند و طیف محصولات خود را به سدان، سی‌هاچ‌بک، B-SUV و B-MPV گسترش دهد. حداکثر ظرفیت بالقوه تولید کارخانه Togg از تقریباً ۱۰۰۰۰۰ خودرو در سال به ۱۷۵۰۰۰ دستگاه در صورت بهره‌برداری کامل افزایش خواهد یافت. ترکیه قصد دارد Togg را نمادی از توسعه فنی و اقتصادی ترکیه نشان دهد. موفقیت Togg در ترکیه قدرت تولید داخلی خودروهای برقی را برجسته می‌کند و این شرکت قصد دارد تا صادرات خودرو را در سال ۲۰۲۵ آغاز کند. به نظر می‌آید ترکیه و چین با همکاری یکدیگر بازار هدف بزرگی را دنبال می‌کنند.

چین منابع عظیمی را به صنعت خودروسازی برقی اختصاص داده است. چینی‌ها از توسعه موتورهای بنزینی در درازمدت صرف‌نظر کرده‌اند زیرا نمی‌توانستند با بقیه جهان رقابت کنند. چینی‌ها به این نتیجه رسیدند که با گسترش خودروهای تمام برقی می‌توانند در مقابل دیگر بازیگران مطرح دنیا یک شروع بسیار بزرگ داشته باشند. به همین دلیل، چین از اوایل دهه ۲۰۰۰ شروع به سرمایه‌گذاری هنگفت در فناوری مربوط به برقی‌سازی حمل و نقل کرده است. با توجه به مطالعه فناوری MIT، می‌توان نتیجه گرفت که دولت چین برای مدت طولانی نقش مهمی را هم با عرضه خودروهای برقی و هم در تقویت رشد تقاضای بازار ایفا کرده است [۵۲].

چالش‌هایی که چین با آن مواجه بود تا بتواند به یک رهبر جهانی در صنعت خودرو تبدیل شود شامل نوآوری فناوری، تضمین کیفیت، توسعه زیرساخت‌ها و رقابت در بازار جهانی بود. طرح توسعه صنعت خودروهای انرژی جدید چین یک سیاست راهبردی است که هدف آن هدایت توسعه صنعت NEV در چین است. این طرح تمرکز خود را بر بهبود ظرفیت نوآوری، ایجاد یک اکوسیستم صنعتی، بهبود زیرساخت‌ها و تعمیق همکاری، متمرکز می‌کند. اکنون چین در صنعت NEV پیشرفت‌های قابل توجهی کرده است و به عنوان یک بازیگر کلیدی در سطح جهانی شناخته می‌شود. چین به اصلاحات نظارتی، بهبود سیاست‌ها و نوآوری‌های فناوری، همگرایی بین صنعت و توسعه زیرساخت‌ها، شارژ برقی و سوخت هیدروژن اولویت داده است. همکاری بین المللی، باز بودن بازار (نسبی) و سودآوری، از اصول کلیدی سیاستی چین می‌باشد. بر اساس اهداف، تا سال ۲۰۲۵، چین برنامه‌ریزی دارد که با توسعه فناوری‌های کلیدی، افزایش فروش و بهبود خدمات شارژ، بازار NEV را رقابتی‌تر کند. همچنین، چین تا سال ۲۰۳۵ قصد دارد در زمینه فناوری NEV به سطوح پیشرفته فناوری دست یابد، وسایل نقلیه عمومی را به طور کامل برقی کند، خودروهای سلول سوختی را به بازار عرضه کند و وسایل نقلیه خودران را به صورت گسترده در نقاط مختلف به کار بگیرد. تقویت حفاظت از مالکیت معنوی و هماهنگی سازمانی نیز جزء اهداف سیاستی چین مطرح است. NEVs الهام جدیدی برای توسعه اقتصاد جهانی چین ایجاد می‌کنند و بهینه‌سازی انرژی و عملیات هوشمند شهری را ارتقا می‌دهند. وبسایت موسسه بین‌المللی حمل و نقل پاک (ICCT) یک نمای کلی از برنامه ۲۰۲۱-۲۰۳۵ چین را ارائه می‌دهد و آن را با شرایط قدیمی چین مقایسه می‌کند. به طور کلی برنامه چینی‌ها با توسعه خودروهای غیرفسیلی شامل سه چشم‌انداز کلی زیر بوده است [۵۴]:

- **ایجاد یک صنعت خودروسازی رقابتی در سطح جهانی:** با بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته خودروهای کم‌آلاینده و ایجاد نام تجاری با شهرت خوب
- **ارتقا عملی به جامعه‌ای با مصرف انرژی کارآمد و کم کربن:** با گسترش شبکه خدمات شارژ راحت و قابل دسترس برای وسایل نقلیه برقی (اکثراً تمام برقی)
- **بهبود امنیت ملی انرژی، کیفیت هوا و کاهش تغییرات اقلیمی:** با رشد اقتصادی در صنایع خودروسازی، انرژی، حمل و نقل، اطلاعات و ارتباطات

خودروهای برقی در ابتدا در پنج شهر چین راه اندازی شدند. نتایج استفاده از خودروهای برقی آزمایشی امیدوارکننده بود و به تدریج قبل از اجرا در سراسر کشور به شهرهای بیشتری گسترش یافت. چین برنامه توسعه صنعتی وسایل نقلیه با انرژی جدید را برای سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۳۵ در اکتبر ۲۰۲۰ منتشر کرد که به "برنامه ۲۰۲۱-۲۰۳۵" چین معروف است. برنامه ۲۰۲۱-۲۰۳۵ چین دنباله‌ای بر برنامه قبلی (برنامه ۲۰۱۲-۲۰۲۰) بود. هر دو برنامه بر صرفه‌جویی در انرژی و ترویج صنعت خودروهای غیرفسیلی متمرکز بوده‌اند. با معرفی یارانه‌های سخاوتمندانه دولت چین، معافیت‌های مالیاتی، قراردادهای خرید و سایر مشوق‌های سیاستی بالادستی، تعداد زیادی از برندهای خودروهای برقی بومی در چین ظهور کرده‌اند. خودروسازان چینی به بهینه‌سازی فناوری‌های جدید ادامه می‌دهند تا بتوانند نیازهای جدید مصرف‌کنندگان چینی (خریداران جوان خودرو) را برآورده کنند.

چین با داشتن تعداد زیادی از منابع نیروی کار ارزان، یکی از مراکز اصلی تولید خودروهای احتراق داخلی سنتی بود، اما هیچ برند داخلی خودروی بنزینی وجود نداشت که روزی بتواند با سازندگان خارجی برای تسلط بر این بازار رقابت کند. تا اوایل دهه ۲۰۰۰، قبل از اینکه چین به طور کامل وارد عرصه خودروهای برقی شود، صنعت خودرو چین در وضعیت نامناسبی قرار داشت. خودروسازان چینی دریافته بودند که هرگز از خودروسازان با تجربه ایالات متحده، آلمان و ژاپن در نوآوری موتورهای احتراق داخلی پیشی نخواهند گرفت و تحقیقات روی خودروهای هیبریدی، قبلاً توسط کشورهایمانند ژاپن رهبری شده است و چین نیز توان رقابت با آنها را ندارد. دولت چین دریافته بود که از فناوری‌های خودرو احتراقی و هیبریدی جا مانده است و باید در قلمروی کاملاً جدید سرمایه‌گذاری کند و آن خودروهایی تمام برقی بود.

دولت چین در اوایل سال ۲۰۰۱ اقداماتی را برای سرمایه‌گذاری در فناوری‌های مرتبط انجام داد. در آن سال، فناوری خودروهای برقی به عنوان یک پروژه تحقیقاتی علمی اولویت‌دار در برنامه اقتصادی بالاترین سطح این کشور، معرفی شد. سپس، در سال ۲۰۰۷، زمانی که وان گانگ، مهندس خودرو که یک دهه برای آئودی در آلمان کار کرده بود، وزیر علوم و فناوری چین شد، صنعت خودرو برقی در چین رونق قابل توجهی گرفت. وان گانگ از طرفداران پر و پا قرص خودروهای برقی بود و اولین مدل خودروی برقی تسلا، روداستار، را در سال ۲۰۰۸ آزمایش کرد. تصمیم و حرکت ملی وان گانگ برای استفاده از وسایل نقلیه برقی در چین بسیار ستوده شده است. از آن زمان، توسعه خودرو برقی به طور مداوم در برنامه‌ریزی اقتصادی ملی چین در اولویت قرار گرفته شده است. برنامه ۲۰۲۱-۲۰۳۵ پنج وظیفه راهبردی در سطح ملی را ترسیم می‌کند:

- بهبود ظرفیت نوآوری و فناوری
- ایجاد یک اکوسیستم صنعتی جدید
- ترویج توسعه صنعتی یکپارچه
- بهبود سیستم زیرساخت
- تعمیق گشایش و همکاری بین‌المللی

همچنین ایجاد سیستم بازیافت کارآمد باتری در برنامه اخیر ۲۰۲۱-۲۰۳۵ چین با اهداف ذیل پر رنگ شده است:

- اجرای طرح مسئولیت‌پذیری گسترده‌تر تولیدکنندگان باتری‌های خودرو
- تقویت پلتفرم مدیریت ردیابی (زنجیره تامین) باتری خودروهای جدید
- پشتیبانی از نوآوری در زنجیره تامین و کاربردهای متنوع باتری
- تقویت تحقیق و توسعه در زمینه عمر دوم باتری‌ها: تشخیص انرژی باقیمانده، ارزیابی ارزش باقیمانده، مدیریت ایمنی و سایر فناوری‌های باتری‌های کار کرده
- ترویج جداسازی عناصر با ارزش از باتری‌های کار کرده
- حمایت از توسعه زنجیره ارزش باتری‌ها: تشویق افزایش ظرفیت لیتیوم، نیکل، کبالت، پلاتین و سایر منابع کلیدی

نسل جوان چینی، برندهای چینی خودروهای تمام برقی را بر خلاف والدین خود ترجیح می‌دهند. نسل جدید، افرادی که با شرکت‌های پیشرو همچون Alibaba بزرگ شده‌اند، عملاً در یک محیط دیجیتال متولد شده‌اند و با برندهای چینی بسیار راحت‌تر هستند. در مقابل والدینشان قرار دارند که هنوز ترجیح می‌دهند یک مارک آلمانی یا یک مارک ژاپنی بخرند. لازم به ذکر است که برندهای چینی در راهبردهای بازاریابی، ملی‌گرایی را هم لحاظ کرده‌اند و همین مسئله به آن‌ها کمک کرده است. به نظر می‌رسد راهبرد توسعه صنعت خودروهای انرژی جدید در چین به عنوان یک مدل موفق برای سایر کشورها نیز مورد توجه قرار گیرد. NEV ها الهام جدیدی برای توسعه اقتصاد جهانی چین ایجاد می‌کنند و بهینه‌سازی انرژی و عملیات هوشمند شهری را ارتقا می‌دهند. این راهبرد می‌تواند به تحقق توسعه پایدار، کاهش آلودگی هوا، بهره‌وری انرژی و بهبود شرایط محیط زیست در سطح محلی و جهانی کمک شایانی نماید.

۲-۲-۳ خودرو تمام برقی، یک تجارت پرچالش برای پیشگام بودن و پیشگام ماندن

دولت چین در تمرکز منابع روی صنایعی که می‌خواهند رشد سریع کنند بسیار موفق بوده است. اخیراً همین کار را برای دسترسی به صنعت نیمه‌هادی‌ها نیز انجام داده است. در نهایت، دولت‌های محلی چین نیز گاهی از نزدیک با شرکت‌های خودروسازی خودروهای برقی برای سیاست‌هایی که می‌توانند به رشد زنجیره تامین برقی‌سازی کمک کنند، همکاری کرده‌اند. تصمیم‌گیری برای سمت‌گیری کامل به سوی وسایل نقلیه برقی توسط چینی‌ها بدون خطر نبوده است. در سال‌های آغازین، خودروهای برقی تنها آزمایش‌هایی بودند که توسط برندهایی مانند جنرال موتورز یا تویوتا به صورت تحقیق و توسعه انجام می‌شد، که معمولاً پس از چند سال تحقیق پراکنده متوقف می‌شدند. در همین حال، کشورهایی که در تولید خودروهای گازسوز یا هیبریدی سرآمد بودند، انگیزه کمتری برای دنبال کردن انواع خودروهای جدید داشتند. به عنوان مثال، در مورد خودروهای هیبریدی، ژاپن قبلاً در اوج فناوری بود، بنابراین خودرو تمام برقی را توجیهی برای صنعت خود نمی‌دید. به عبارت دیگر، ژاپنی‌ها یک خودروی هیبریدی

ساخته بودند که به مراتب از سوخت فسیلی بهره‌وری بیشتری داشت و آن را مناسب بازار مصرف خود می‌دیدند. پس دلیلی برای تولید خودروی تمام برقی که باتری بزرگ‌تر و منابع معدنی بیشتری نیاز داشت، نمی‌دیدند.

برای چین، چرخش به سمت خودروهای تمام برقی، پر خطر بود ولی در عین حال پتانسیل حل چندین مشکل عمده ملی در چین همچون مهار آلودگی شدید هوا، کاهش اتکای چین به نفت وارداتی، و کمک به بازسازی اقتصاد پس از بحران مالی سال ۲۰۰۸ را به صورت همزمان داشت.

به نظر می‌آید سمت‌گیری به سمت تولید خودروهای تمام برقی برای چین حرکت درستی بود چون قبلاً دارای مزایای زیرساختی تولید انبوه نیز بود. درحالی که تولید خودروهای برقی شامل فناوری‌های متفاوت است، اما همچنان برای تولید انبوه خودرو برقی نیاز به داشتن زنجیره تامین خودروسازی، مفید است و چین زنجیره تامین نسبتاً خوبی داشت. چین توانست قابلیت‌های تولید انبوه کارخانه‌های تولید خودروهای بنزینی خود را حفظ کرده و به سمت صنعت نوپای خودروهای برقی تغییر مسیر دهد.

دلیل اینکه شرکت‌هایی مانند تویوتا یا هوندا در بازارهای مختلف، با استحکام کار می‌کنند، مجهز بودن این شرکت‌ها به تجربه گران‌بهای چندین دهه آنها است که مملو از فراز و نشیب‌های زیاد نیز بوده است. بعید است که این شرکت‌های غربی، بازار خودرو را به آسانی تسلیم خودروسازان چینی بکنند. همچنین از اتفاقات ژئوپلیتیک به عنوان نیرویی که می‌تواند در پیش‌بینی آینده خودروسازان بسیار تاثیرگذار باشد، نمی‌توان چشم‌پوشی کرد. در مورد اینکه در آینده کدام شرکت‌های خودروسازی موفق‌تر از سایرین خواهند بود یا نه، تغییرات ژئوپلیتیک جهان را باید در نظر گرفت. انتظار می‌رود تعداد بازنده‌ها در بازی برقی‌سازی بسیار بیشتر از برندگان باشند. به ویژه، جنگ قیمت فشار زیادی را بر شرکت‌هایی که خودروهای برقی ارزان‌قیمت می‌فروشد، وارد کرده است. این امر باعث شده است که بسیاری از آنها با کاهش ناگهانی و شدید فروش سال به سال روبرو باشند.

تولید خودرو برقی رده پایین (ارزان‌قیمت) به دلایل ذیل همیشه پر ریسک است:

- بازار هدف برندهای رده پایین به شدت تحت تاثیر وضعیت کلی اقتصاد قرار دارد. با ضعف وضعیت اقتصادی، احتمال خرید خودروهای جدید برای آنها کمتر است.
- جنگ قیمتی خودروهای برقی که توسط تسلا آغاز شده است، خودروهای برقی بخش متوسط بازار را به رقابت برای ارزش بیشتر برای پول کمتر، سوق می‌دهد.
- رقابت با شرکت BYD که در حال حاضر چندین مدل ارزان‌قیمت همچون سری Ocean، Seal و Dolphin را ارائه می‌دهد، بسیار دشوار است.
- برندهای خودروهای فسیلی با ارائه تخفیف‌های بزرگ‌تر، خودروهای انبار شده خود را می‌فروشند و از مزیت قیمت خودروهای برقی ارزان‌تر به نفع خود استفاده می‌کنند.

چین امیدوار است که در آینده، با پیشرفت فناوری داخلی بتواند قیمت‌ها را حتی بیشتر کاهش دهد. گول باتری ساز CATL،

سلولی باتری جدید ساخته است که از سدیم به جای یون لیتیوم استفاده می‌کند که بسیار فراوان‌تر و هم‌ارزان‌تر است. شرکت CATL اعلام کرده است که این نوع باتری‌ها در خودروهای برند داخلی چری گنجانده خواهند شد.

در سال ۲۰۲۲، چین در مقایسه با مجموع اروپا و ایالات متحده بیش از دو برابر، تعداد خودروهای تمام برقی بیشتری را فروخته است، در حالی که تقریباً در تمام جنبه‌های زنجیره ارزش خودروهای تمام برقی دارای برتری رقابتی است. برندهای چینی شاهد افزایش سهم بازارشان به نزدیک ۵۰ درصد بوده‌اند، در حالی که تراز تجاری خودرو این کشور از کسری به مازاد رسیده است. همانطور که فناوری خودروهای تمام برقی همچنان در اروپا محبوبیت پیدا می‌کند و اشتیاق خریداران برای خرید این نوع خودروها افزایش می‌یابد، خودروهای تمام برقی ساخت چین احتمالاً شانس بیشتری در بازار اروپا خواهند داشت تا نیاز رو به رشد بازار را جواب دهند. برندهای چینی در حال حاضر ۸۰ درصد از بازار ثبت نام خودروهای برقی چین را در اختیار دارند، که نشان می‌دهد بسیاری از رقبای بین‌المللی برای تغییر به سمت خودروهای برقی در چین کند بوده‌اند. با بررسی برنامه تولید اعلام شده خودروسازان غربی در چین، متوجه خواهید شد که تنها تعداد کمی خودروسازان غربی در حال برنامه‌ریزی برای افزایش تعهد خود (در تولید خودرو سوخت فسیلی) به بازار چین هستند. خودروسازان خارجی، دیگر پیش‌بینی فروش حجم قابل توجهی از ICE در چین در آینده را ندارند و پیش‌بینی می‌شود که در سال‌های آینده، خودروسازان بین‌المللی بیشتری از چین خارج شوند. البته این پیش‌بینی حامل پیام اقتصادی بدی برای خودروسازان غربی است. این خودروسازان تا به حال درآمد خوبی از چین داشته‌اند.

۲-۲-۴ شرکت‌های چینی چگونه از تعامل با رقیب خود (تسلا) سود بردند؟

چین انقلاب حمل و نقل برقی را برای حل مشکلات آلودگی شهرهای خود کلید زد و وظیفه‌ی اجماع جهانی برای قبول این فناوری سبز را به یک نابغه‌ی فناوری و کارآفرین یعنی ایلان ماسک سپرد. توسعه صنعت خودروهای برقی چین عمیقاً با ظهور تسلا به عنوان مطرح‌ترین شرکت خودروهای برقی در هم تنیده شده است. فراتر از مشوق‌های مالی، دولت‌های محلی چین به طور فعال از تسلا برای ایجاد تاسیسات تولید انبوه در این کشور حمایت کرده‌اند. کارخانه Gigafactory تسلا در شانگهای به لطف سیاست‌های محلی مطلوب در سال ۲۰۱۹ بسیار سریع ساخته شد. امروزه، چین بخش جدایی‌ناپذیری از زنجیره تامین تسلا است.

کارخانه گیگافکتوری شانگهای در حال حاضر پربازده‌ترین مرکز تولید تسلا است و بیش از نیمی از خودروهای تسلا تحویل داده شده در سال ۲۰۲۲ را به خود اختصاص داده است. چین نیز از وجود تسلا در کشورش سود زیادی کسب کرده است. تسلا مشوق برندهای چینی به نوآوری و تلاش برای رسیدن به تسلا در همه چیز از پیشرفت فناوری گرفته تا مقرون‌به‌صرفه بودن بوده است. نوآوری در چین در سال‌های اخیر به حدی بوده است که حتی تسلا نیز باید به دنبال راه‌های نوین برای بقا در بازار چین باشد، زیرا برندهای داخلی چین به سختی در حال رقابت با محصولات تولید شده تسلا در چین هستند.

چینی‌ها برای فناوری‌های باتری تلاش کرده‌اند. لازم به ذکر است که مهم‌ترین بخش یک وسیله نقلیه برقی، باتری است که می‌تواند حدود ۴۰ درصد از هزینه یک وسیله نقلیه را تشکیل دهد. باتری قدرتمند و قابل اعتماد و در عین حال مقرون‌به‌صرفه مهم‌ترین عامل

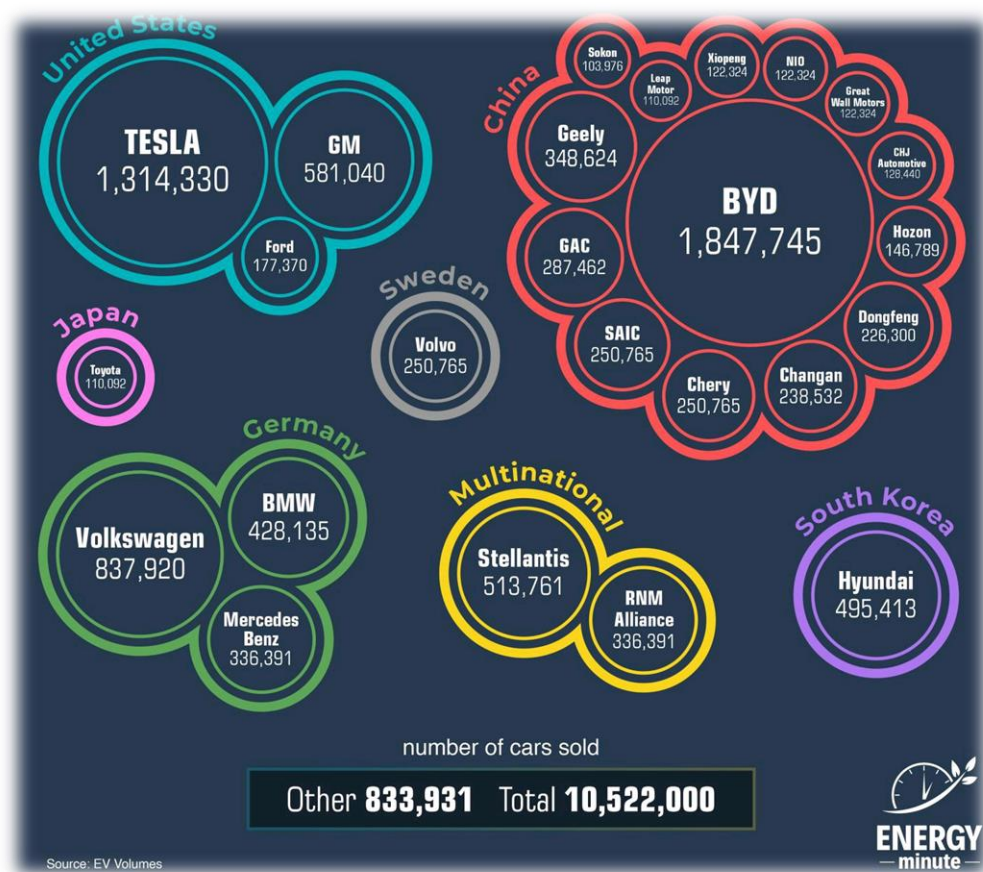
در ساخت یک خودرو تمام برقی که از نظر تجاری قابل دوام است، می‌باشد. مکس رید، تحلیلگر ارشد تحقیقاتی در زمینه خودروهای برقی و خدمات زنجیره تامین باتری در Wood Mackenzie می‌گوید: این شرکت‌های چینی بودند که فناوری باتری را در این زمینه به پیش بردند [۵۵].

۲-۲-۵ شرکت BYD- مبارزه طلب در مقایسه با تسلا

در سه ماهه اول ۲۰۲۳، ۵ شرکت برتر حدود ۶۶ درصد از بازار خودرو برقی چین را در اختیار داشته و ۱۰ شرکت برتر بیش از ۸۰ درصد از بازار خودرو برقی را در اختیار داشته‌اند. این نشان می‌دهد که هنگام رقابت با پیشروان بازار خودرو برقی، برندگان کمی و بازنده‌های زیادی خواهیم داشت. تسلط و پیشتازی BYD در خودروهای برقی دیگر برای کسی که به بازار چین توجه کرده است تعجب‌آور نیست. پرفروش‌ترین خودروهای برقی سال ۲۰۲۲ در شکل ۲-۴ بر اساس نام‌های تجاری مختلف مقایسه شده است.

در سه ماهه اول سال ۲۰۲۳، BYD حدود ۳۹ درصد از بازار NEV در چین را در اختیار داشت و دارای ۶ مورد از ۱۰ نام پرفروش است. یک وسیله نقلیه، BYD Song، در این مدت فروش بیشتری از فروش تسلا در چین داشت. شرکت چینی BYD، که در حال حاضر سلطه تسلا در خودروهای برقی را به چالش کشیده است، با حفظ رابطه نزدیک با شهر جنوبی شنژن چین و تبدیل آن به اولین شهری در جهان که ناوگان اتوبوس عمومی خود را به طور کامل برق‌سازی کرده است، نقش‌آفرینی می‌کند.

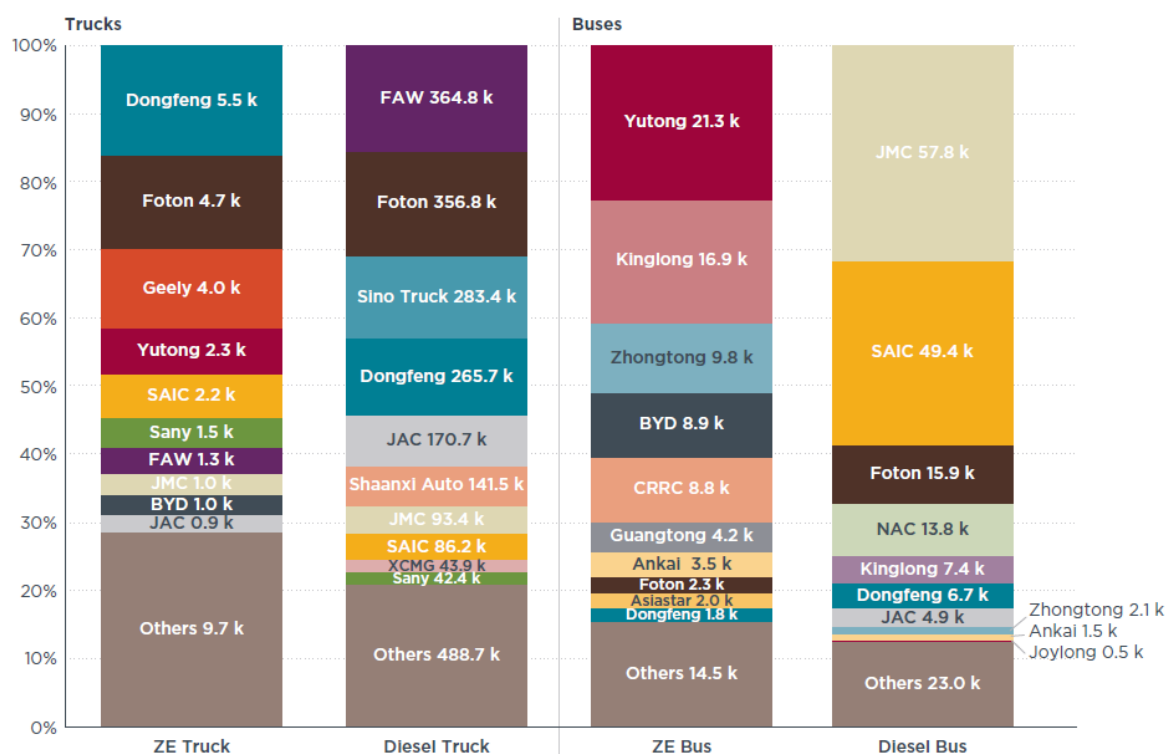
شرکت BYD رهبر فروش BEV و PHEV بوده است. در حالی که BYD در فروش BEV برتری قابل توجهی نسبت به رقیب خود، تسلا در چین دارد، تقریباً بدون چالش در بازار PHEV حرکت می‌کند و در تولید باتری جزو پیشروها هم هست. با رشد سریع صنعت خودروسازی داخلی چین، وضعیت فعلی تسلا در بازار چین نیز تحلیل خواهد شد. علاوه بر این، تسلا باید درک منحصر به فرد بازار چین را به عنوان یک بازار پویا و پیچیده داشته باشد. این بازار با وجود رقابت فراوان و حضور شرکت‌های محلی قوی، قوانین و مقررات خاص خود را دارد که برای تسلا چالش‌هایی ایجاد می‌کند. تسلا باید قوانین و مقررات بازار چین را به طور دقیق درک کند و به طور موثر به آن پاسخ دهد تا بتواند در این بازار رقابتی حضور قوی داشته باشد. در نهایت، با توجه به روند تحولات سریع در صنعت خودروهای برقی جهانی، تسلا باید قدرت تطبیق و تجدیدنظر در راهبردهای خود را نشان دهد. با تغییرات سریع در فناوری، محصولات و رقابت با سایر شرکت‌ها، تسلا باید به طور مداوم مدل‌های جدید و مبتکرانه را عرضه کند و بر روی نوآوری و بهبود مداوم محصولات خود تمرکز کند. تسلا باید به شکل فعال در فرآیند تحقیق و توسعه در بازار چین شرکت کند و به نیازها و سلیقه‌های مشتریان محلی توجه کند. این شامل ارائه مدل‌هایی با امکانات خاص برای بازار چین، مثلاً اندازه و کارایی بیشتر باتری، راه‌اندازی شبکه‌های شارژ سریع، و استفاده از فناوری‌های ارتباطی محلی مانند WeChat و AliPay است [۵۶].



شکل ۲-۴ پرفروشترین خودروهای برقی سال ۲۰۲۲ [۳۲]

تسلا اهمیت بازار چین را در راهبرد جهانی خود به دلیل مقیاس آن تشخیص می دهد. تسلا باید در برقراری روابط با دولت و سایر صنایع مرتبط در چین فعالیت کند. این شامل شراکت با شرکت های محلی برای تولید مشترک، تامین قطعات محلی و ایجاد شبکه تامین موثر است. همچنین، برقراری روابط دوستانه با دولت و مقامات محلی، همچون ارائه حمایت های مالی و مالیاتی و ارتقا زیرساخت های لازم برای انتشار خودروهای برقی، بسیار حیاتی است. برای موفقیت در بازار خودروهای برقی چین، تسلا باید راهبردهای جدیدی در قیمت گذاری، بازاریابی و تحقیق و توسعه اتخاذ کند. ایجاد یک حضور قوی و قابل توجه در بازار چین، به همراه انعطاف پذیری و تطبیق با تغییرات سریع صنعت، می تواند به تسلا کمک کند تا به عنوان یکی از رهبران بازار خودروهای برقی در چین تثبیت و رشد کند [۵۶].

البته شرکت BYD باید با شرکت های مختلف چینی نیز رقابت کند. شکل ۲-۵ نشان می دهد که نام های تجاری دیگری در حوزه اتوبوس و کامیون در چین از BYD فعلا موفق تر هستند. شاید اغراق نباشد که بگوییم مطالعه ظهور و پیشرفت BYD در حوزه برقی سازی در بازار چین می تواند یک دوره آموزشی کلاسیک برای خودروسازان و سرمایه گذارانی باشد که می خواهند وارد این بازار شوند [۵۷].

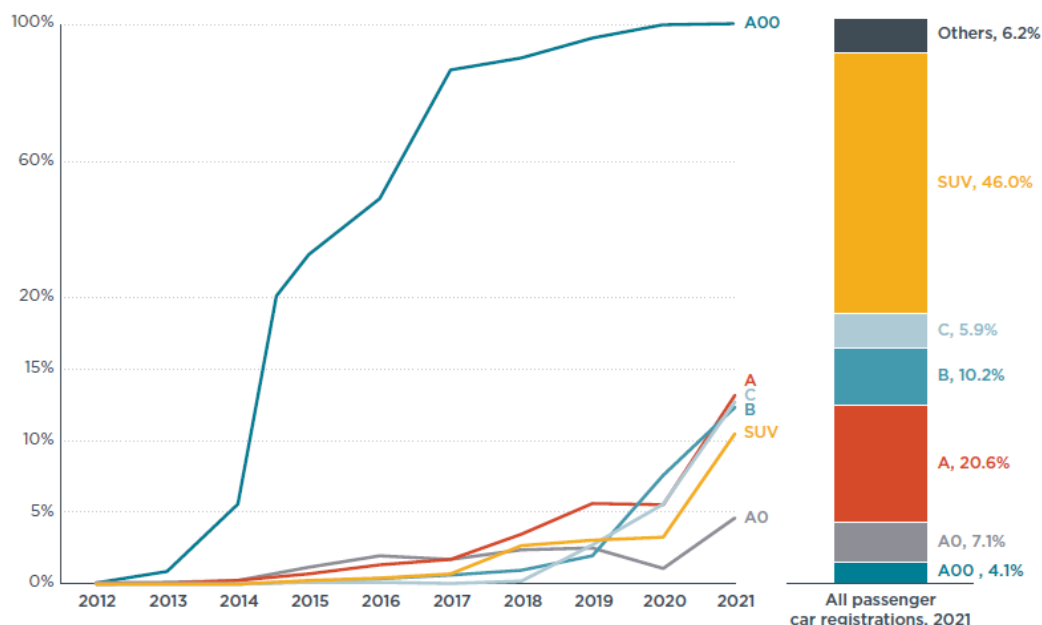


شکل ۲-۵ فروش نام های تجاری مختلف اتوبوس و کامیون در بازار چین - (اعداد تعداد فروش در سال ۲۰۲۱ را نشان می دهد) [۵۷]

۲-۲-۶ پیش بینی روند کلی بازار خودروهای برقی سواری در چین

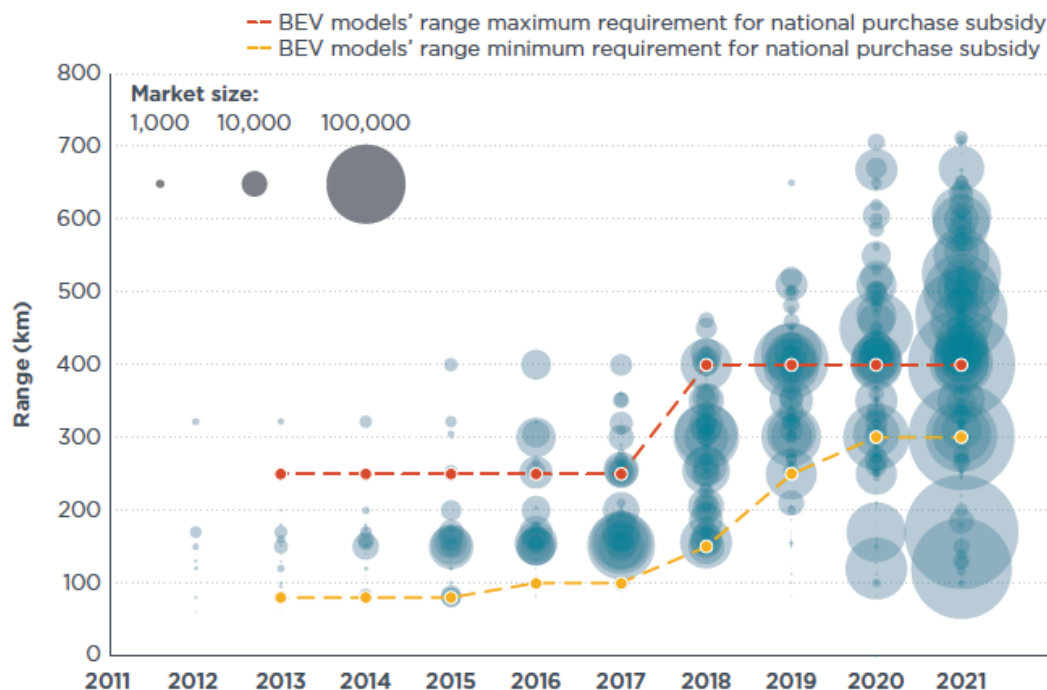
بی شک، چین تا سالیان متمادی پیشتاز صنعت برقی سازی خواهد بود. ولی به این معنا نیست که خود چین هم در این زمینه، بدون چالش باقی بماند. ICCT در مارچ سال ۲۰۲۳ با توجه به داده های موجود تا انتهای سال ۲۰۲۱، ترند برقی سازی در چین و بازار خودروهای سواری مربوطه را بررسی کرده که می توان به نکات مهم ذیل اشاره کرد [۱۸۴]:

- برندهای بومی چینی بی شترین سهم از بازار داخلی خودروهای برقی را در چین به خود اختصاص داده اند و انتظار می رود این روند ادامه یابد.
- علیرغم دستاوردهای چین در بازار خودروهای برقی، چالش هایی مانند گسترش فروش در خارج از کشور، بهینه سازی زیرساخت شارژ و رسیدگی به امنیت زنجیره تامین همچنان باقی است. سهم چین از صادرات جهانی خودروهای برقی نیاز به افزایش دارد. لذا چین بازار هدف های مختلف بین المللی را زیر نظر دارد.
- در سال ۲۰۲۱، ۸۱ درصد از موتورهای الکتریکی برای خودروهای برقی فروخته شده در چین در داخل چین تولید شده است.
- نرخ برقی سازی چین در بخش خودروهای مینی (۰.۰A) در سال ۲۰۲۰ به ۱۰۰ درصد رسید.



شکل ۲-۶ درصد فروش خودروهای سواری مختلف در چین تا سال ۲۰۲۱

- اگر چه صادرات تا همین اواخر به دلیل اعتبار محدود نام تجاری و استانداردهای کیفیت ضعیف بود.
- چین سیاست های موثری برای پیشرفت های فناوری برقی سازی و آرایه مشوق ها داشته است. مثلاً یارانه های خرید در گسترش خودروهای برقی در چین در ابتدا ضروری بوده است، اما با بلوغ بیشتر بازار رو به کاهش بوده است. حداقل برد برای واجد شرایط شدن، به تدریج از ۸۰ کیلومتر در سال ۲۰۱۳ به ۳۰۰ کیلومتر در سال ۲۰۲۰ افزایش یافت، و این در شکل ۲-۶ نشان داده شده است. چین همچنین محصولات با برد بیشتر را تشویق کرده است. این تشویق ها شامل ارائه یارانه های بالاتر، و سقف بالاترین سطح یارانه اعطایی از ۲۵۰ کیلومتر در سال ۲۰۱۳ به ۴۰۰ کیلومتر در سال ۲۰۱۸ است. در سال ۲۰۱۸، محدوده قدرت پیمایش اکثر مدل های خودرو برقی فروخته شده در چین بین این دو عدد بود. با این حال، از سال ۲۰۱۹، بسیاری از BEV های ثبت شده، مرزهای پیمایش را شکستند و تعداد ثبت نام خارج از این محدوده به نزدیک به ۸۰ درصد از کل BEV های جدید در سال ۲۰۲۱ رسید. این نشان می دهد که سازندگان خودروهای برقی، دیگر مدل های خود را صرفاً به خاطر دریافت یارانه دولتی طراحی نمی کردند و در عوض به نیازهای متنوع مصرف کنندگان پاسخ می دادند که در حقیقت بعضی از مصرف کنندگان به مدل های مقرون به صرفه با برد کمتر و سایرین، مدل های پیشرفته تر با عملکرد خودرو و باتری بهتر را ترجیح می دهند.



شکل ۲-۷ روند تغییر مشوق‌ها و اعطای سوبسید خودروهای برقی سواری در چین تابعی از قدرت پیمایش با در نظر گرفتن بزرگی بازار

- چین دارای بزرگترین شبکه زیرساخت شارژهای عمومی و خصوصی در سراسر جهان است که بیش از یک میلیون شارژر عمومی است. با این حال، چالش‌ها در فضای پارکینگ محدود باقی می‌ماند و هنوز شکاف‌هایی برای شارژر در مناطق حومه و روستایی موجود است.
- چین به خودکفایی بالا در باتری و تولید برق سبز و زنجیره تامین خودروهای برقی دست یافته است. با این حال، موفقیت محدودی در بومی سازی نیمه هادی‌های داشته است. فقط ۳۴٪ از محصولات Onboard IGBT مورد استفاده در خودروهای چین، چینی بوده است.

۲-۲-۷ سن مناسب برای بازنگری مدل‌های خودروی برقی

تعیین حدود سنی مناسب برای بازنگری مدل‌های خودروهای برقی یک موضوع جدید در صنعت خودرو محسوب می‌شود. اساساً چه زمانی یک مدل برقی توسط مصرف‌کنندگان، خارج از مد در نظر گرفته می‌شود؟ برای پاسخ به این سوال، باید تغییرات بازار هدف را در زمان واقعی بررسی کنیم. مثلاً بازار چین بسیار رقابتی است و شرکت‌های داخلی برای به دست آوردن برتری با یکدیگر رقابت می‌کنند. تسلا در بازار خودروهای برقی چین جایگاه انحصاری ندارد؛ در واقع، تسلا نسبت به شرکت‌های محلی بهتر عمل می‌کند و برای کسب سهم بازار باید در یک رقابت سخت مشغول شود.

شرکت‌های چینی به طور مداوم مدل‌های جدید خودروهای برقی را معرفی می‌کنند و از محصولات تسلا پیشی می‌گیرند. شرکت‌های چینی با منابع فراوان و توانایی معرفی مداوم مدل‌های جدید، قادر به حفظ سهم بازار خود هستند و تسلا را در مسیر

پیشروی خود متوقف می‌کنند. یک تسلا ی پیشرفته ۳ ساله، پیشرو در بقیه بازارهای جهانی، ممکن است توسط مصرف‌کنندگان چینی قدیمی دیده شود. تسلا مجبور است راهبردهای قیمت‌گذاری خود را تغییر دهد و با استفاده از قیمت به عنوان یک ابزار رقابتی، در مقابل پیر شدن سبد محصولات خود مقاومت کند. تازه واردان چینی هم بازار قیمت رقابتی تری ارائه می‌دهند و سهم بازار تسلا را به چالش می‌کشند. عجیب نیست که اگر تسلا نتواند با تقاضای مصرف‌کنندگان در بازارهای خاص مانند چین مطابقت داشته باشد، و تسلا به تدریج به عنوان خودرو منسوخ در نظر گرفته شود. به همین دلیل است که نوآوری در تسلا اولویت اصلی است [۵۶].

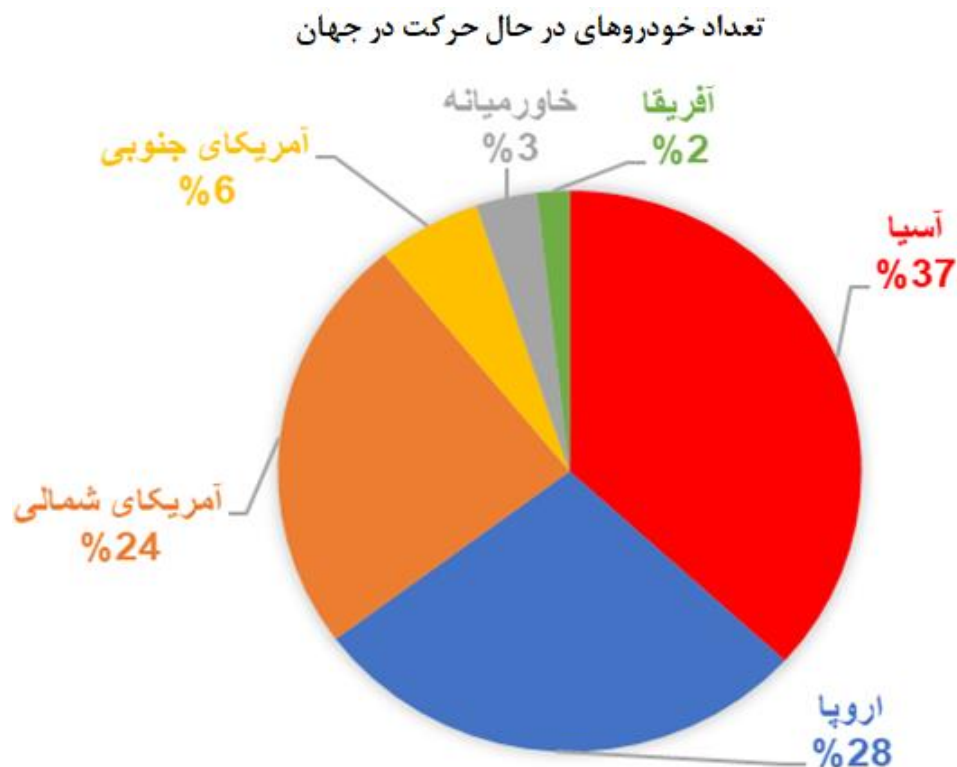
۲-۸ برقی شدن پر سرعت حمل و نقل در اروپا به نفع چین

اروپا برای برقی‌سازی حمل و نقل و صنعت خود اهداف بلندپروازانه‌ای در مدت زمان نسبتاً کوتاهی را تبیین کرده است. این اهداف بلندپروازانه اروپا، خود اروپایی‌ها را در موقعیتی چالش برانگیز قرار داده است. اروپا نسبت به بازار آمریکا بازتر بوده و برای صادرات چین جذاب‌تر است که این جذابیت تبدیل به تهدیدی برای خودروسازی غربی شده است. طبق قوانین جدید اروپا انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۵، خودروهای برقی تقریباً تمام فروش خودروهای جدید در اروپا را به خود اختصاص دهند. این تغییر در ترکیب محصول به نفع خودروهای ساخت چین خواهد بود، صرف نظر از اینکه خودرو برقی توسط یک شرکت چینی، آمریکایی یا اروپایی تولید شود. اگرچه بازار اروپا برای خودروسازان چینی جذاب است، اما به هیچ وجه هدف آسانی برای چین نیست. اکثر خودروسازان چینی هنوز در مرحله بازاریابی بازار خودروی اروپا هستند و تا به حال تنها یک خودرو تمام برقی با برند چینی توانسته است در بین ۵۰ مدل پرفروش آلمان در سال ۲۰۲۲ قرار گیرد. از آنجایی که خودروسازان چینی ۱۵ مدل از ۹۰ مدل تمام برقی موجود در بازار آلمان را تشکیل می‌دهند، فروش خودروهای چینی در سال ۲۰۲۳ و پس از آن با سرعتی سریع رشد خواهد کرد. حداقل ۱۱ خودروی جدید BEV ساخت چین در بازار انبوه تا سال ۲۰۲۵ در کل اروپا عرضه خواهند شد و سه خودروساز چینی قصد دارند تا اوایل سال ۲۰۲۳ فعالیت تجاری خود را در اروپا آغاز کنند و مجموع آنها را به ۹ دستگاه برسانند.

ایالات متحده، علی‌رغم اینکه دومین بازار بزرگ وسایل نقلیه در جهان است و کسری تجاری قابل توجهی برای خودروها دارد، به دلیل قانون کاهش تورم ایالات متحده، بازار بسیار سخت تری برای خودروهای چینی خواهد بود. خودروهای چینی با نرخ تعرفه واردات ۲۷/۵ درصدی در ایالات متحده مواجه هستند، در حالی که نرخ تعرفه واردات در اروپا ۱۰ درصد است. اروپا از هر دو طرف آمریکایی و چینی در زمینه صنعت خودرو تحت فشار قرار خواهد گرفت، در حالی که در حال حاضر از قیمت‌های بالای انرژی رنج می‌برد، که بر هزینه‌های تولید تأثیر می‌گذارد. اروپا برای رسیدن به اهداف برقی‌سازی خود احتیاج به جذب سرمایه‌گذاری نیاز دارد. سرمایه‌گذاری چینی در پروژه‌های مونتاژ باتری‌های برقی در خاک اروپا و ابراز علاقه خودروسازان چینی به تأسیس کارخانه‌های خودروسازی در این قاره، نشان‌دهنده شانس بالای تحقق معاملات بین چین و اروپا برای سرمایه‌گذاری چینی در اروپا است [۵۸].

۲-۹ ناتوانایی رقابت صنایع اروپایی با چین در زنجیره تامین

در حال حاضر، ۲۸ درصد از خودروهای جهان در قاره اروپا در حال حرکت هستند. اروپا قاره‌ای با ۱۳ میلیون نیروی فعال در صنعت خودروسازی است که ۳۰ درصد بودجه تحقیق و توسعه جهانی خودرو در این قاره مصرف می‌شود. با این حال، اخبار اشتیاق بی‌امان خریداران خودروهای برقی در اروپا چشم‌انداز آشفته‌تری را در این قاره پنهان کرده است. شکل ۲-۸ هم قاره‌ای خودروهای در حال حرکت در جهان را نشان می‌دهد.



شکل ۲-۸ سهم قاره‌ای خودروهای در حال حرکت در جهان

با نزدیک شدن به سال ۲۰۳۰ و تقریباً اجباری شدن خودروهای برقی به دلیل قوانین اتحادیه اروپا در مورد غیرقانونی کردن خودروهای احتراقی، خریداران اروپایی با درآمد متوسط باید خودروهای برقی ارزان‌قیمت را پیدا کنند ولی این خودروهای برقی ارزان‌قیمت کجا هستند؟ تولیدکنندگان اروپایی هنوز هیچ نشانه‌ای از توانایی پاسخگویی به این تقاضا را نشان نمی‌دهند درحالی‌که تولیدکنندگان چینی هم در حال برنامه‌ریزی دقیق برای بدست گرفتن بخش میانی بازار در اروپا هستند.

مقررات جدید، از صنعت خودروی اروپا خواسته است تا سال ۲۰۳۵ انتشار گازهای گلخانه‌ای از خودروهای سواری را ۱۰۰ درصد کاهش دهد. انتشار گازهای گلخانه‌ای از خودروهای بخش حمل و نقل هم باید ۵۰ درصد کم شود. به گفته مدیر عامل رنو، اروپا از یک طرف می‌خواهد برقی کردن حمل و نقل خودرو را با سرعت پیش ببرد، اما توان ساخت خودرو برقی ارزان‌قیمت را ندارد و خودروسازان اروپایی به طور فزاینده‌ای به سمت ساخت خودروهای گران‌قیمت می‌روند. از طرف دیگر، مقررات ایمنی و انتشار گازهای

گلخانه‌ای، هزینه‌ها را افزایش داده است. علاوه بر این، قیمت خودروهای برقی از نظر ساختاری بالاتر از احتراقی است و بعید است که این روند به زودی تغییر کند. دلیل عمده‌ی این مسئله دسترسی محدود اروپا به مواد خام مورد نیاز است.

در ماه می ۲۰۲۳، مدیرعامل برند فرانسوی پژو که بخشی از استلانتیس است، گفت که خودروهای برقی ساخت چین بزرگ‌ترین تهدید برای خودروسازان اروپایی به شمار می‌روند. او معتقد است پژو نباید به دنبال تولید یا قیمت رقابتی با خودروهای چینی باشد، بلکه پژو باید جدیدترین فناوری را به مصرف‌کنندگان ارائه دهد [۵۹]. همچنین مرکز مدیریت خودرو آلمان (CAM) نگران است که گسترش خودروهای چینی به اروپا، بر تولیدکنندگان آلمانی فشار بیاورد. از نظر CAM وضعیت خودروسازان آلمانی در رقابت با خودروسازان چینی نگران‌کننده است [۶۰]. فولکس واگن، بی‌ام‌و و مرسدس بنز فروش خودرو برقی خود را افزایش می‌دهند، اما نمی‌توانند با سرعت شرکت‌هایی مانند تسلا و خودروسازان چینی همگام شوند. شرکت‌های چینی مانند Geely، Xpeng، NIO و غیره در داخل و خارج از چین مورد توجه زیادی قرار گرفته‌اند. سهم بازار این شرکت‌ها در بازار چین در سال ۲۰۲۲، ۱۷ درصد افزایش یافته، در حالی که سهم خودروسازان غیر چینی ۱۱ درصد کم شده است. شرکت BYD به تنهایی در سال گذشته نزدیک به ۱/۸ میلیون وسیله‌ی نقلیه برقی باتری‌دار و پلاگین را در چین فروخت که باعث شد از ۱/۳ میلیون تسلا در سراسر جهان پیشی بگیرد.

۲-۱۰ نبرد و همکاری: اروپا و آمریکا در مقابل چین ولی وابسته به چین

اقتصاد خودروسازی جهانی قوی‌تر، متنوع‌تر و مرفه‌تر می‌تواند برای چین و غرب سودمند باشد. با این حال، برای دستیابی به این اهداف، مذاکرات سختی برای ایجاد توافقات مشترک لازم است، زیرا هر دو طرف شرقی و غربی در تلاش برای محافظت از صنایع و مصرف‌کنندگان خود هستند. دیترویت ورموت پیشنهاد می‌کند: اگر آمریکا و غربی‌ها می‌خواهند در صنعت خودروسازی دوام بیاورند، بهتر است که برنامه‌ریزی برنامه‌ریزان چینی در این صنعت را مطالعه کنند. احتمالاً دهه‌ها طول می‌کشد تا موفقیت رقابت یا همکاری اروپا و آمریکا با چین در خودروسازی برقی مورد ارزیابی دقیق قرار بگیرد.

طبق گزارش CNBC، قانون کاهش تورم ایالات متحده، که به آن IRA نیز می‌گویند، در ماه آگوست ۲۰۲۲ توسط قانون‌گذاران ایالات متحده تصویب شد و شامل بودجه بی‌سابقه ۳۶۹ میلیارد دلاری برای گسترش سیاست‌های انرژی و فناوری سبز (شامل حمل و نقل برقی) است [۶۱]. اتحادیه اروپا که انتظار این رقابت را از آمریکا نداشت، برای مدت‌ها از ایالات متحده خواسته بود تا در سیاست آب و هوا فعال‌تر باشد. بودجه بی‌سابقه آمریکا باعث ایجاد مشکلات رقابتی برای مشاغل اروپایی و ناراحتی سیاستمداران اروپایی شده است. برای ایجاد برنامه‌ای برای رقابت با یارانه‌های آب و هوایی بی‌سابقه رئیس‌جمهور آمریکا، دولت‌های اروپایی به دنبال تسهیل قوانین کمک‌های دولتی هستند تا دولت‌ها توانایی بیشتری برای حمایت مالی از بعضی از شرکت‌ها و بخش‌های کلیدی اروپایی داشته باشند. کارشناسان پیش‌بینی می‌کنند که اروپا در نظر دارد تا سال ۲۰۳۰ به انکای خود به چین برای باتری خودروهای برقی پایان دهد، اما تنها در صورتی می‌تواند به این آرزوی خود برسد که با بودجه سبز ۳۶۹ میلیارد دلار آمریکا هماهنگ شود. گزارش‌ها نشان داده است که دو سوم تقاضای اروپا برای کاتدها که در باتری‌ها نیز استفاده می‌شوند و حاوی مواد خام حیاتی هستند، می‌تواند تا سال

چهار عامل، احتمال کند شدن فروش خودروهای برقی در سال ۲۰۲۳ در آلمان را پیش‌بینی می‌کند. این عوامل عبارتند از:

- کاهش محسوس یارانه‌های خودروهای برقی در آلمان که باعث شده است مصرف‌کننده بین ۱۱ تا ۳۳ درصد بر حسب نوع مدل، هزینه بیشتری برای خرید پرداخت کند. مخصوصاً خودروهای مقرون‌به‌صرفه با این افزایش قیمت، مثل گذشته جذاب نخواهند بود.

- افزایش شدید قیمت انرژی و برق که هزینه بیشتری برای مصرف‌کننده ایجاد کرده است.

- افزایش قیمت مواد خام برای تولید انبوه باتری

- و مهم‌تر از همه ظهور یک رقیب سرسخت در تولید خوروی برقی (چین)، مخصوصاً برای خودروهای کم‌مصرف

انتظار فشار سیاسی برای مهار خودروسازان چینی با تعرفه‌های بیشتر، فشار عمومی برای تجدید نظر در مورد سرعت اهداف بلندپروازانه کربن‌زدایی در اروپا را بالا خواهد برد. مدیر عامل رنو در ژانویه امسال اذعان کرد که وسایل نقلیه‌ی احتراقی حتی پس از سال ۲۰۵۰ اکثریت خودروها را تشکیل خواهند داد. اگر اروپا بخواهد تا آن زمان همه خودروها را به آلاینده‌گی اگزوز صفر برساند، باید به راه‌حل‌های خلاقانه‌ای بپایانید که آلاینده‌گی صنعت حمل و نقل را کم کرده و حمل و نقل شهروندان را محدود نکند.

ناهمگونی دیگری هم در اروپا وجود دارد. این ناهمگونی در زمینه نصب شارژرهای خودروهای برقی است. حدود ۵۰ درصد از نقاط شارژ در اتحادیه اروپا تنها در ۲ کشور هلند و آلمان متمرکز شده است. به گفته مدیرعامل شرکت رنو، در اروپا هر هفته تنها ۲۰۰۰ ایستگاه شارژ راه‌اندازی می‌شود، در حالی که رقم مورد نیاز ۱۴۰۰۰ است [۶۲]. برای اطمینان از سرعت بخشیدن به تکامل حمل و نقل برقی، اروپا نیاز به استقرار شارژرهای جدید دارد. همچنین، شکاف‌های عظیمی بین کشورهای اروپایی وجود دارد. برخی از کشورهای اروپایی در حال حاضر به ۳۰ درصد از هدف خود در نصب شارژرها رسیده‌اند، در حالی که برخی دیگر کشورهای اروپایی در ابتدای مسیر هستند.

بر اساس تحقیقات اخیر، اگر اروپا می‌خواهد برای رقابت کوتاه‌مدت با چین تلاش کند، می‌تواند راه آمریکا را دنبال کند که در دهه ۱۹۸۰ با خودروسازان ژاپنی شریک شد. برای اروپا بسیار سودمندتر خواهد بود که به جای واردات خودروهای محلی با برند چین، در خاک خود مونتاژ کند. البته فقط سرمایه‌گذاری بیشتر در تولید خودروسازی غیرفسیلی در اروپا مطرح نیست. اروپا همچنین باید زیر ساخت‌های اکوسیستم برقی را نیز تعمیم دهد. یکی از سیاست‌گذاری‌های هوشمند در اروپا می‌تواند گسترش سریع زیرساخت شارژ با کارایی بالا و استفاده از باتری‌های کوچک‌تر، سبک‌تر و ارزان‌تر باشد تا اروپا بتواند در کمترین زمان و بهینه‌ترین سرمایه‌گذاری به هدف Fit For ۵۵ برسد. البته تخمین زده می‌شود که سالانه ۱۳/۴ میلیارد یورو سرمایه‌گذاری در زیرساخت شارژ برای دستیابی به این هدف اروپا مورد نیاز است.

سازنده باتری تایوانی پرولوژیوم اخیراً اعلام کرد که میلیارد‌ها دلار برای ساخت یک کارخانه جدید در شمال فرانسه برای اولین

کارخانه اروپایی خود سرمایه‌گذاری خواهد کرد. این گروه امیدوار است تولید خود را در پایان سال ۲۰۲۶ آغاز کند و طی چندین سال افزایش دهد تا زمانی که حدود ۳۰۰۰ کارمند در کارخانه داشته باشد. تا سال ۲۰۳۰، ۵/۲ میلیارد یورو (۵/۷ میلیارد دلار) در دانکرک سرمایه‌گذاری خواهد کرد و باتری صدها هزار خودرو را در آنجا با ظرفیت کامل تولید خواهد کرد. یکی دیگر از سرمایه‌گذاری‌های بزرگ آسیایی‌ها که قبلاً در این منطقه اعلام شده است شامل پروژه گروه Envision چین در کارخانه رنو است.

۲-۲-۱۱ سرمایه‌گذاری در کشورهای اروپای مرکزی

ایالات متحده و اروپا باید به ترتیب ۸۷ و ۱۰۲ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری کنند تا تقاضای باتری بازار داخلی خود را از طریق زنجیره‌های عرضه کاملاً محلی تا سال ۲۰۳۰ برآورده کنند. چندین کشور در اروپای مرکزی و شرقی (CEE) از جمله لهستان، مجارستان، جمهوری چک و اسلواکی به عنوان بازیگران کلیدی در زنجیره تامین باتری‌های لیتیوم یون ظاهر شده‌اند و فعالانه در توسعه زنجیره تامین باتری جهانی مشارکت دارند. رتبه بندی زنجیره تامین باتری لیتیومی در جهان در جدول ۲-۱ خلاصه شده و فعالیت‌های مختلف کشورهای اروپایی در شکل ۲-۹ خلاصه شده است.

اروپا در مسیر تولید نزدیک به ۵۰ پروژه باتری تا سال ۲۰۳۰ با ظرفیت ترکیبی ۱/۸ تراوات ساعت است. در سال ۲۰۲۲، کشورهای اروپایی ۱۴ درصد از ظرفیت تولید باتری جهانی را به خود اختصاص داده‌اند. پیش بینی می‌شود که اروپا تا سال ۲۰۲۷ میزبان شش کشور از ۱۰ کشور برتر از نظر ظرفیت تولید باتری باشد. لهستان و مجارستان رتبه های بالای خود را در تولید باتری جهانی حفظ کرده و به ترتیب رتبه های ششم و چهارم را به دست آورند. در منطقه CEE، کشورهایی مانند لهستان، اسلواکی، مجارستان، جمهوری چک، لتونی و صربستان سرمایه‌گذاری‌های جدیدی را در کارخانه‌های موجود برنامه ریزی کرده‌اند. یکی از نمونه‌های بارز، تأسیسات شرکت ال جی در لهستان است که در حال حاضر به عنوان بزرگ‌ترین مرکز تولید باتری خودروهای برقی اروپا با خطوط تولید پیشرفته عمل می‌کند. ظرفیت این مجموعه در حال حاضر ۸۶ گیگاوات ساعت است که به زودی به ۱۱۵ گیگاوات ساعت افزایش خواهد یافت [۶۳].

مجارستان در آستانه بهره‌مندی از سرمایه‌گذاری قابل توجه ۱۰۰ گیگاوات ساعت توسط CATL چینی است، در حالی که صربستان (با ۱۶ گیگاوات ساعت در سوبوتیکا) و اسلواکی (با ۱۰ گیگاوات ساعت) نیز پیش بینی می‌شود که سهم قابل توجهی در زنجیره تامین جهانی باتری داشته باشند. برای ماکزیمم کردن پتانسیل بخش باتری سازی لهستان و دستیابی به رتبه چهارم در سطح جهانی، لهستان باید ظرفیت تولید خود را تا سال ۲۰۲۷ دو برابر کند و از مجموع ظرفیت تولید بیش از ۲۰۰ گیگاوات ساعت فراتر رود [۶۳]. در گزارش اخیر PSPA آمده است که اگرچه سرمایه‌گذاری در باتری در اروپای مرکزی خبر خوبی برای خودروسازان اروپایی است، اما این شرکت‌ها پس از راه‌اندازی تأسیسات خود، به چالش‌های بزرگ‌تری روبرو خواهند شد و آن رقابت‌پذیر ماندن در بازارهای جهانی و پرورش کارگران ماهر برای ساختن آینده‌ای با ثبات اقتصادی قابل قبول است.

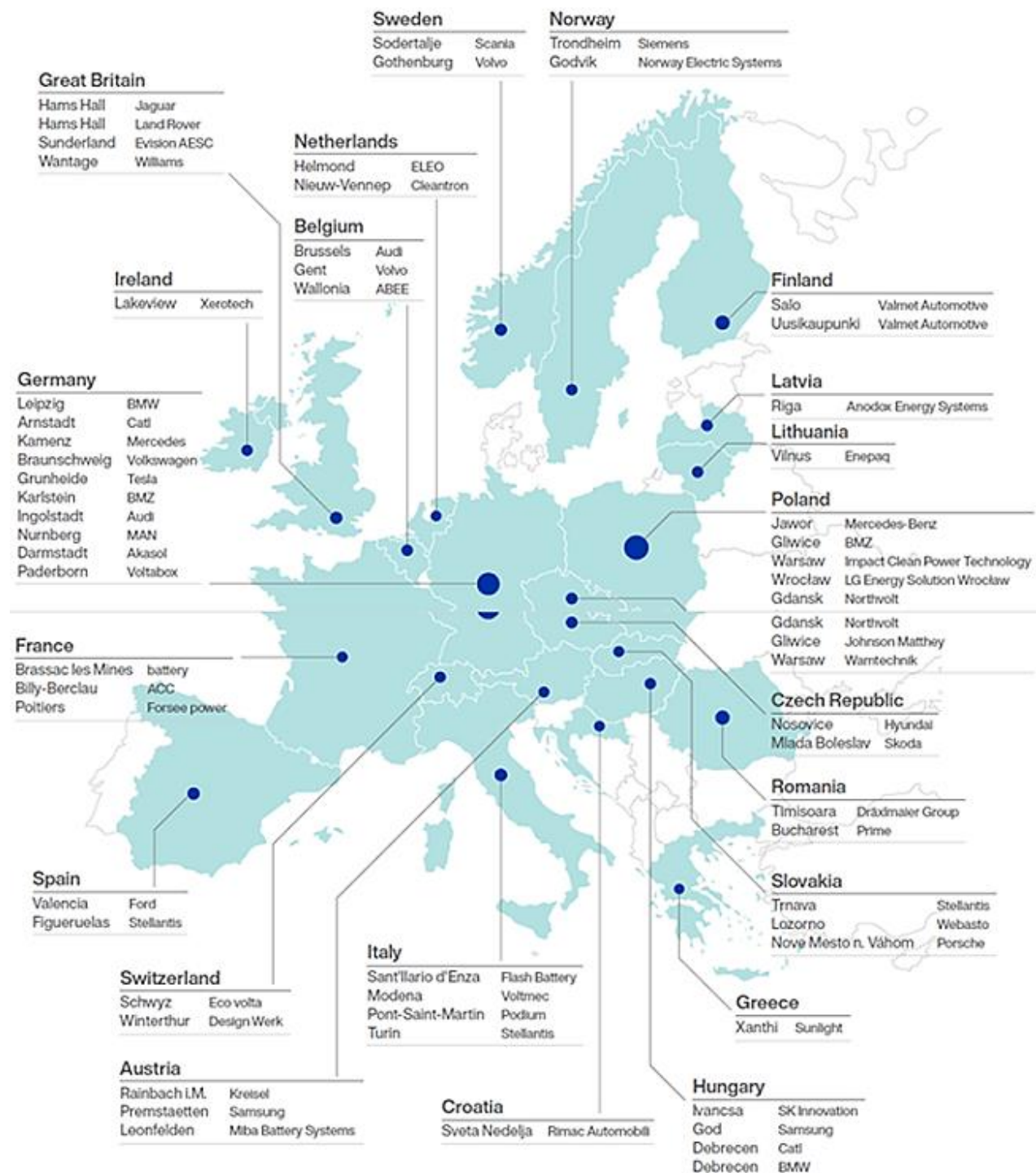
جدول ۱-۲ رتبه بندی زنجیره تامین باتری لیتیومی در جهان [۴ و ۶۳]

کشور	رتبه بندی از لحاظ				
	مواد خام	تولید باتری	محیط زیستی، تجاری و همکاری (ESG)	زیرساخت، صنعت و نوآوری	تقاضای پایین دستی
چین	۱	۱	۱۷	۹	۱
کانادا	۳	۸	۶	۴	۱۰
آمریکا	۶	۴	۱۶	۵	۲
فنلاند	۹	۱۵	۲	۱	۱۱
نروژ	۱۸	۱۰	۱	۳	۷
آلمان	۲۱	۶	۴	۷	۲
کره جنوبی	۱۷	۲	۱۰	۶	۵
سوئد	۲۱	۹	۳	۲	۸
ژاپن	۱۳	۳	۸	۱۲	۸
استرالیا	۲	۱۵	۹	۱۳	۱۱
فرانسه	۲۴	۱۰	۵	۱۰	۵
انگلستان	۲۶	۱۵	۷	۸	۴
جمهوری چک	۲۳	۱۰	۱۱	۱۱	۱۸
لهستان	۲۴	۵	۱۵	۱۶	۱۵
مجارستان	۲۶	۶	۱۳	۱۴	۲۰
شیلی	۷	۱۸	۱۴	۲۳	۱۹
ترکیه	۱۵	۱۸	۲۱	۱۵	۱۳
هند	۱۳	۱۰	۲۶	۲۱	۱۳
ویتنام	۲۰	۱۰	۲۰	۱۸	۱۷
آفریقای جنوبی	۸	۱۸	۱۹	۱۷	۲۶
برزیل	۴	۱۸	۲۳	۲۲	۲۰
اندونزی	۵	۱۸	۲۲	۲۷	۲۵
آرژانتین	۱۱	۱۸	۱۲	۱۹	۲۶
اسلواکی	۲۶	۱۸	۱۸	۲۵	۲۴
تایلند	۲۶	۱۸	۲۴	۲۰	۱۶
فیلیپین	۱۰	۱۸	۲۹	۲۸	۲۲
مکزیک	۱۶	۱۸	۲۷	۲۶	۲۳
مراکش	۱۹	۱۸	۲۵	۲۴	۲۸
کنگو	۱۱	۱۸	۳۰	۲۹	۳۰
بولیوی	۲۶	۱۸	۲۸	۳۰	۲۸

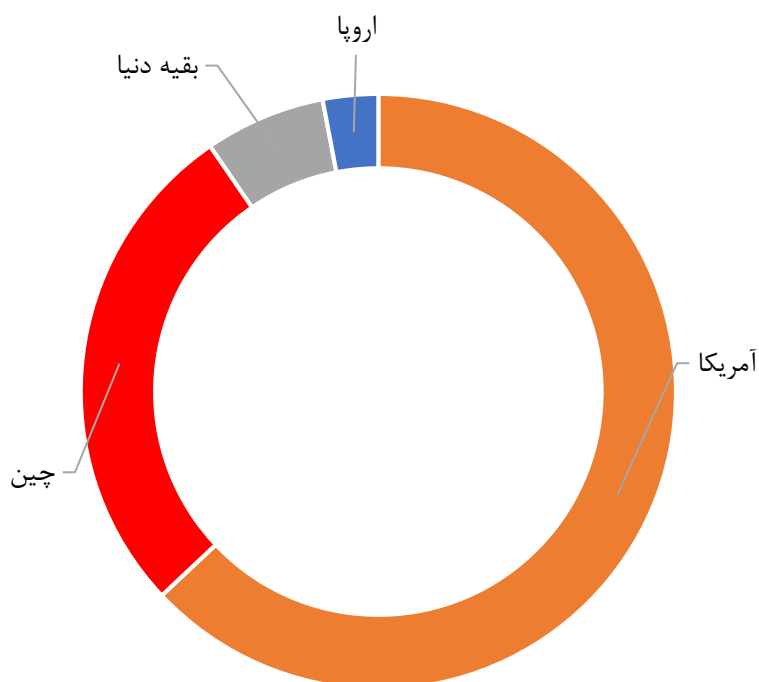
۲-۳ راه پر فراز و نشیب دانش بنیان های غیر چینی

شاید اخبار مایوس کننده از استارت آپ های غربی در حوزه حمل و نقل برقی در میان اخبار جذاب فناوری های نوظهور گم شده باشد ولی اقتصاد رقابتی و بی رحم جهانی، بسیاری از شرکت های نوپای دانش بنیانی خودروسازان برقی را به چالش کشیده است. رقابت با قیمت های جدید تسلا تبدیل به نبردی سخت برای شرکت های دانش بنیان خودرو برقی شده است و اگر این شرکت های نوپای دانش بنیان در اهداف مالی خود موفق نشوند، طی ۱۲ تا ۱۸ ماه آینده با گزینه های بدی از سوی سرمایه گذارشان روبرو خواهند شد.

داده‌ها حاکی از آن است که شرکت‌های دانش‌بنیان حمل و نقل پاک در جذب سرمایه‌گذاری در آمریکا موفق‌تر از بقیه دنیا بوده‌اند. جدول ۱-۲، سرمایه‌گذاری در ۱۷ شرکت دانش‌بنیان برتر حمل و نقل برقی جهانی را مقایسه می‌کند که نشان می‌دهد سرمایه‌گذاری در شرکت‌های دانش‌بنیان حمل و نقل پاک در اروپا بسیار ناچیزتر از آمریکا و چین است. البته باید توجه داشت شرکت‌های چینی از حمایت‌های اقتصادی دولتی بیشتری بهره می‌برند.



شکل ۲-۹ نقشه رو به گسترش فعالیت‌های باتری سازی اروپا [۴ و ۶۳]



شکل ۲-۱۰ سرمایه‌گذاری در ۱۷ شرکت دانش بنیان برتر از نظر مجمع ارزش گذاری برتر حمل و نقل برقی جهانی [۶۴]

شرکت بریتیش ولت که قرار بود یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان باتری در انگلیس و اروپا به شمار بیاید، قبل از بهره‌برداری در سال آینده (۲۰۲۴) اعلام ورشکستگی کرد. شرکت ارایوال که قرار بود به یکی از نوآوران مطرح خودروی ون و اتوبوس تمام برقی در دنیا باشد، با از دست دادن ۹۶ درصد از ارزش سهام خود به سختی به کار خود ادامه می‌دهد. شرکت ارایوال تصمیم به اخراج یک سوم کارکنان خود در سال ۲۰۲۲ گرفت در حالی که سال قبلش ارزش این کمپانی ۱۳ میلیارد دلار برآورد شده بود.

در طول سه ماهه اول سال ۲۰۲۳ اعلام شد شرکت Lordstown Motors، یک استارت آپ برقی در آمریکا، به دلیل مشکلات کیفی که بر وانت برقی تجاری اش، Endurance، دامن زده بود، در موقعیت نامطمئن مالی قرار گرفته است. از جمله اتهامات به مدیران این شرکت دانش بنیان، جعلی بودن دریافت سفارش‌های تجاری بود که وضعیت شرکت را امیدوار کننده‌تر از واقعیت نشان می‌داد. در نهایت مدیر مالی شرکت مجبور به استعفا شد و آینده شرکت نامشخص باقی ماند. تحقیقات توسط نهادهای نظارتی مانند کمیسیون بورس و اوراق بهادار و وزارت دادگستری آمریکا در حال انجام است. نهایتاً Lordstown Motors کاهش قابل توجهی در قیمت سهام را تجربه کرد و با شرکت سرمایه‌گذاران خود، فاکسکان، بر سر تخلفات قراردادی ناشی از سقوط قیمت سهام، به اختلافات جدی بر خورد [۶۵].

داستان هشداردهنده Lordstown Motors نمادی از روند گسترده تری در چشم انداز شرکت‌های دانش بنیان برقی است. این رویداد نشان می‌دهد که نادیده گرفتن جنبه مالی صرف نظر از مهارت فنی اولیه می‌تواند عواقب خطرناکی برای این نوع شرکت‌ها

داشته باشد.

شرکت‌های دانش بنیانی که وارد حوزه رقابتی حمل و نقل برقی می‌شوند، باید اهمیت راهبردهای مالی در فعالیتهای خود را فراموش نکنند. در حالی که نبوغ فنی و ایده‌های رویایی بدون شک بسیار مهم هستند، عدم توجه بر مدیریت مالی می‌تواند منجر به شکست حتی در امیدوار کننده‌ترین ایده‌ها شود. تامین مالی قوی برای فعالیتهایی مانند تحقیق و توسعه، تولید، بازاریابی و اجرا و صحنه‌گذاری ضروری است تا به طور موثر چالش‌های چند وجهی ذاتی این شرکت‌های جدید مدیریت شود [۶۹].

شرکت‌های دانش بنیان باید پیوند ناگسستنی بین شفافیت مالی و موفقیت تجاری را خوب تشخیص دهند و با حصول اطمینان از تامین بودجه کافی، پایه‌های تحقیق و توسعه خود را تقویت کنند و در اقتصاد بی رحم جهانی هدف خود را انعطاف پذیرانه دنبال نمایند. در صنعت خودروهای برقی، شرکت‌های دانش بنیان به دلیل هزینه‌های گزاف مرتبط با توسعه و تولید فناوری‌های پرریسک، سرمایه‌های قابل توجهی نیاز دارند. بنابراین، برای این شرکت‌ها ضروری است که راهبردهای رقابت پذیر اقتصادی محصولات خود را با جدیت در نظر بگیرند.

آلن آدلر در مقاله اخیر خود می‌گوید شکست برخی از شرکت‌های دانش بنیانی غربی به عنوان یادآور عواقب غفلت از جنبه‌های مالی، بسیار جدی است. در حالی که این شرکت‌ها ممکن است در ابتدا با ایده‌های فنی پیشگامانه، توجه را به خود جلب کرده باشند، ناتوانی آنها در ارائه محصولات تجاری در نهایت منجر به سقوط آنها خواهد شد. شکست‌های شرکت‌های دانش بنیان به عنوان یادآور تکان دهنده‌ای از عدم تعادل نوآوری فنی با راهبردهای مالی این نوع شرکت‌ها در بازار رقابتی خودروهای برقی است [۶۹].

۳ مدیریت زنجیره تامین در صنعت خودرو

موفقیت صنعت خودروهای برقی در هر جایی از جهان منوط به ایجاد زنجیره‌های تامین کارآمد و انعطاف‌پذیر است. این فصل، به جنبه‌های حیاتی مربوط به ساخت یک زنجیره تامین موثر در چشم انداز جهانی تولید خودروهای برقی می‌پردازد. چالش‌ها و فرصت‌های مرتبط با تامین مواد خام، قطعات و باتری‌ها و همچنین پیچیدگی‌های هماهنگی شبکه‌های تولید، لجستیک و توزیع را بررسی می‌کند. با شناسایی فناوری‌های کلیدی و بهترین شیوه‌های همکاری و شراکت، تولیدکنندگان می‌توانند بر تنگناهای زنجیره تامین غلبه کنند و مزیت رقابتی خود را افزایش دهند.

۳-۱ ستون فقرات موفقیت: بهینه سازی زنجیره های تامین تولید خودرو

در اقتصاد امروز، اهمیت مدیریت زنجیره تامین پیچیده‌تر از گذشته شده است. افزایش تقاضا برای سرعت، انعطاف‌پذیری و شفافیت منجر به پذیرش فناوری‌های جدید شده است. این فناوری‌ها، فرصت‌های قابل توجهی را برای کسب و کارها به منظور بهبود فرآیندهای زنجیره تامین و کاهش ریسک ارائه می‌دهند. رولاند برگر، یک شرکت مشاوره جهانی، معتقد است که خودروسازان بین‌المللی هر کدام با چالش‌های خاص صنعت خود روبرو هستند. در درجه اول، آنها در تلاش هستند تا تجارت خود را به وسایل نقلیه برقی انتقال دهند و در عین حال برای مدتی به عرضه خودروهای موتور احتراق داخلی ادامه دهند. مدیریت پیشرفت دو محصول متضاد (از نظر مصرف‌کننده) به طور همزمان با چالش‌های اقتصادی همراه خواهد شد. علاوه بر این، بازیکنان جدید و چابک EV، که تحت فشار فرآیندها، هزینه‌ها و ساختارهای قدیمی و غیرقابل انعطاف نیستند، سهم بازار خودروسازان بین‌المللی سنتی را تهدید می‌کنند. رولاند برگر پیشنهاد می‌کند که خودروسازان بین‌المللی سنتی باید خود را دوباره از لحاظ ساختاری بازسازی کنند تا چابک‌تر شوند و یا مجبور هستند بازی را به رقبای پویاتر خود واگذار کنند. برای پویاتر شدن، بهینه‌سازی یا تغییر زنجیره تامین کافی نبوده و باید مفاهیم محصول و تولید به طور کلی بازاندیشی شوند. تولیدکنندگان تجهیزات اصلی (OEM) باید بتوانند به نوسانات تقاضا و عرضه بی‌ثبات پاسخ دهند و همچنین از عملکردهای تولید و فرایند بسیار کارآمد که می‌توانند نوآوری‌ها را پیاده سازی کنند، بهره ببرند. در عین حال، به دلیل فشار مالی تولید موازی هر دو خودروهای ICE و EV، آنها باید موقعیت هزینه رقابتی خود را روز به روز بهبود بخشند.

۳-۲ زنجیره تامین باتری

بر اساس یکی از آخرین گزارش‌های تحقیقاتی منتشر شده در آوریل ۲۰۲۳ به نمایندگی از وزارت امور اقتصادی و اقلیم فدرال آلمان، چین، اروپا و ایالات متحده آمریکا سه منطقه اصلی شناخته شده‌اند که تلاش‌های زیادی برای ایجاد زنجیره تامین باتری رقابتی انجام می‌دهند. سیاست‌های هر سه منطقه چین، اروپا و ایالات متحده در راستای ایجاد زنجیره‌های تامین پایدار همزمان با ارتقا

فناوری‌های باتری و کاهش اتکای خود به مواد خام وارداتی برای تولید سلول باتری می‌باشد. چین پیش‌تاز تولید سلول باتری با حمایت یارانه‌های دولتی است، در حالی که اروپا و ایالات متحده ابتکارات مالی بازار آزاد را برای ارتقا صنایع باتری داخلی خود اجرا کرده‌اند [۶۶].

هر سه منطقه چین، اروپا و ایالات متحده آمریکا به شدت به مواد خام وارداتی مانند لیتیوم، نیکل، منگنز، کبالت و گرافیت وابسته هستند. برای پیدا کردن راه حل‌های پایدار برای چالش مواد خام وارداتی، تنوع بخشیدن به زنجیره تامین، توسعه اقتصاد بازیافت قوی باتری و مشارکت‌های راهبردی بین کشورها لازم است. مفاهیم ارزش‌گذاری زنجیره تامین مانند استحکام و چابکی باید مورد بررسی قرار گیرد. شکل ۳-۱، نیازهای متنوع زنجیره تامین باتری به انواع مواد خام را نشان می‌دهد. تلاش‌های همه جانبه‌ای از سوی دولت‌های مختلف و ذینفعان صنعت برای اطمینان از یک زنجیره تامین انعطاف‌پذیر و پایدار برای تولید باتری در گذار به خودروهای برقی در سطح بین‌المللی در جریان است. اقداماتی از قبیل دیجیتالی‌سازی، مدیریت ریسک زنجیره تامین، بازیافت مواد اولیه، تعادل بین هزینه‌های تولید و افزایش قدرت ذخیره‌سازی باتری از جمله این تلاش‌ها می‌باشد. نکات برجسته هر سه منطقه چین، اروپا و ایالات متحده آمریکا در حوزه باتری‌سازی را به صورت ذیل می‌شود خلاصه کرد [۶۶-۶۷]:

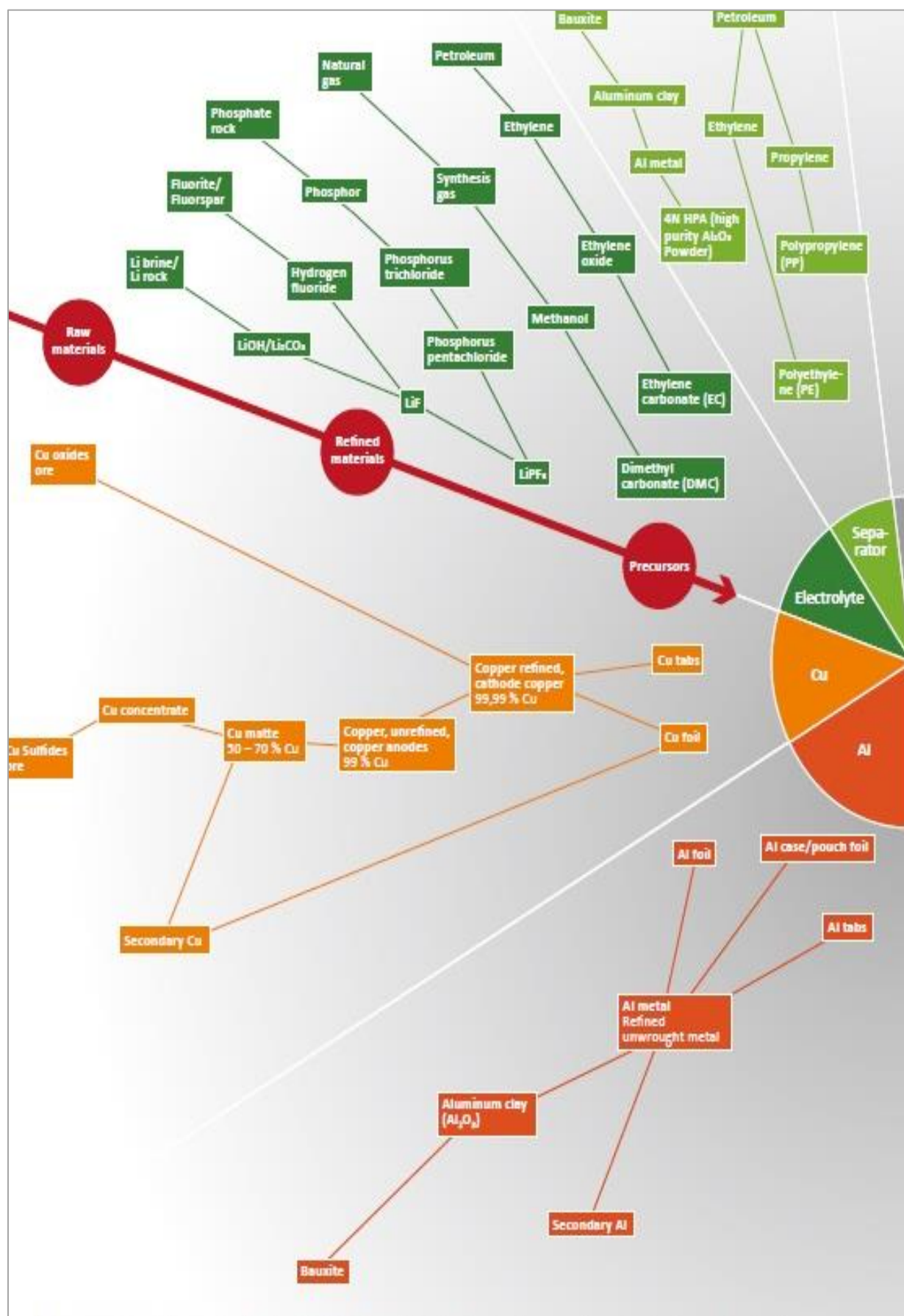
۱. چین به عنوان یک رهبر جهانی در تولید سلول باتری، با حمایت یارانه‌های دولتی بزرگ‌ترین بازار فروش خودروهای برقی را دارد و بر بخش‌های مختلف زنجیره ارزش، از جمله تولید قطعات و تامین مواد خام، تسلط دارد.

۲. اروپا اهمیت راهبردی توسعه صنعت باتری داخلی و کاهش وابستگی به واردات را تشخیص داده است و ابزارها و مقررات مالی را برای حمایت از ایجاد زنجیره ارزش باتری پایدار و تقویت اقتصاد بازیافت اجرا کرده است.

۳. ایالات متحده ابتکارات مالی جدیدی برای ارتقا صنعت باتری داخلی، افزایش استخراج و پردازش مواد خام و حمایت از ساخت خودروهای برقی در داخل خاک آمریکا اجرا کرده است. البته نگرانی‌هایی از سوی اروپا در مورد حمایت‌گرایی بیش از حد دولت آمریکا از تولید داخلی خود در این حوزه وجود دارد که انعطاف‌پذیری صنعت خودرو اروپا را کاهش می‌دهد.

۴. هر سه منطقه چین، اروپا و ایالات متحده آمریکا به شدت به مواد خام وارداتی برای تولید سلول باتری هستند. تولید باتری در این کشورها به مواد خام وارداتی مانند لیتیوم، نیکل، منگنز، کبالت و گرافیت متکی است. علی‌رغم پروژه‌های اعلام شده در حوزه مواد خام و پالایش، خودکفایی کشورها در تامین و پالایش مواد خام در سطح جهان (به جز چین) تا سال ۲۰۳۰ بعید است. تمرکز تولید باتری در شرق آسیا، به ویژه چین، وابستگی‌های فناوری کشورهای اروپایی به شرق آسیا را ایجاد کرده است.

۵. برای اطمینان از یک زنجیره تامین انعطاف‌پذیر و متنوع، مشارکت بین‌المللی اجتناب‌ناپذیر است. خطرات ژئوپلیتیکی در برقراری مشارکت بین‌المللی باید مورد ارزیابی قرار گیرند. برای کاهش آسیب‌پذیری در برابر اختلالات عرضه، شرکت‌های فعال در اکوسیستم باتری در حال متنوع کردن زنجیره‌های تامین خود هستند و نفوذ خود را در شرکت‌های مهم زنجیره تامین از طریق مشارکت و سرمایه‌گذاری مستقیم افزایش می‌دهند و همچنین دسترسی خود به مواد اولیه را تقویت می‌کنند.



ادامه شکل ۳-۱ نیاز زنجیره تامین باتری به انواع المان‌های مختلف [۶۶]

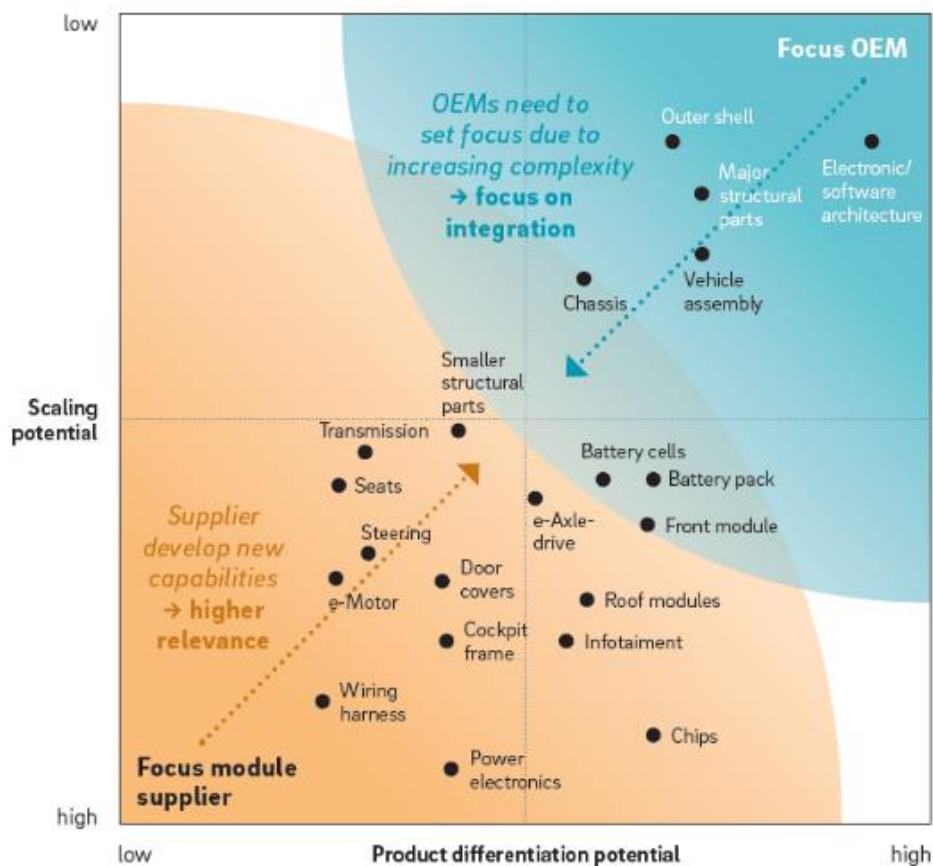
۳-۲-۱ ایجاد قابلیت داخلی یا برون سپاری برای افزایش ارزش افزوده

عمق ارزش افزوده باید در درجه اول به سمت مزیت رقابتی آینده باشد. یک عامل کلیدی در انتقال از وسایل نقلیه ICE به خودروهای برقی، دور شدن از تفکر غیرکارآمد میراثی است. به جای تکیه بر فرآیندهای تاریخی هنگام برنامه‌ریزی برای آینده، تولیدکنندگان تجهیزات اصلی (OEM) باید در عوض از خود بپرسند که آیا چیزی از نقطه نظر راهبردی منطقی است یا خیر؟ تمرکز بر مسائل انتخاب شده، به خودروسازان این امکان را می‌دهد که از منابع کمیاب به طور موثرتر استفاده کنند و فضای اصلی را برای گذار فناوری ایجاد نمایند. انتقال به خودروهای برقی همچنین این سوال را مطرح می‌کند که OEMها باید چه حوزه‌های تولیدی را خودشان انجام دهند و کدام یک را باید به شرکای خود واگذار کنند (شکل ۳-۲). آیا آنها باید توانایی داخلی خود را افزایش دهند یا باید برخی از عملکردها و محصولات فرعی جدید یا قدیمی را برون سپاری کنند [۶۷]؟

شکل ۳-۲ نشان می‌دهد که ارزش افزوده برای سازندگان و تامین کنندگان زنجیره تامین می‌تواند بسیار متفاوت باشد. با پیچیده‌تر شدن فناوری خودرو، برای OEMها منطقی است که همکاری راهبردی با تامین کنندگان ایجاد کنند. هر چند، هرچقدر یک OEM بتواند عملکردهای بیشتری را انجام دهد، استقلال آن از خطرات احتمالی ناکارآمدی تامین کننده در امان است، مشارکت با تامین کنندگان امکان دسترسی به فناوری تولید، نوآوری در فرآیند و مواد و اهرم‌های کاهش هزینه را فراهم می‌کند. بنابراین OEMها اگر به زنجیره تامین موجود اعتماد داشته باشند، می‌توانند شکاف‌های موجود در فناوری خود را با شراکت و برون سپاری ببندند و قدرت رقابتی خود را افزایش دهند. برای انجام مشارکتی، OEMها باید اطمینان حاصل کنند که دید کلی خوبی از عرضه کننده و بازار فناوری دارند تا وضعیت توسعه خود را ارزیابی کنند و فرصت‌های یکپارچه سازی را شناسایی نمایند [۶۷].

شفافیت در سراسر زنجیره تامین که با استفاده از ابزارهای جدید دیجیتال می‌تواند افزایش یابد به نفع خودروساز خواهد بود. البته میزان برون سپاری و راهبرد مرتبط می‌تواند بسته به حجم تولید تغییر کند. رولاند برگر معتقد است که هنگام یافتن شریک برای برون سپاری سه سوال اصلی وجود دارد:

۱. چه مزیت‌های رقابتی را می‌توان با درون سپاری یا برون سپاری به دست آورد؟
 ۲. خطرات بالقوه زنجیره تامین کجاست؟ میزان وابستگی به تامین کنندگان چطور تغییر خواهد کرد؟
 ۳. در چه زمینه‌هایی باید پیچیدگی فرآیندهای زنجیره تامین کاهش یافته و مشارکت‌های راهبردی توسعه یابد؟
- در یک کشور با زنجیره تامین چابک، یک خودروساز با برون سپاری متعادل می‌تواند چابکی خود را افزایش دهد. ولی جواب سوال‌های بالا برای هر خودروساز متفاوت است حتی اگر هر دو خودروساز در یک بازار هدف مشترک فعالیت داشته باشند. بنابراین تقلید کورکورانه از سیاست‌گذاری دیگر خودروسازان می‌تواند صدمه جبران ناپذیر اقتصادی به بار بیاورد.



شکل ۳-۲ تمرکز (متفاوت) برای سازندگان و تامین کنندگان زنجیره تامین [۶۷]

۳-۲-۲ خود تحلیلی با استفاده از ابزار دیجیتالی جدید

دیجیتالی شدن و فناوری‌های جدید، فرآیندهای تولید را متحول کرده‌اند. دیجیتالی شدن عملیات شفافیت را در سراسر زنجیره ارزش تضمین می‌کند و تصمیم‌گیری سریع را امکان‌پذیر می‌نماید، به عنوان مثال، حصول اطمینان از برنامه‌ریزی قوی و اجتناب از اختلالات زنجیره تامین. در حالی که خودروسازان سال‌ها است که مقادیر زیادی از داده‌های تولید و مونتاژ و زنجیره تامین خود را جمع‌آوری می‌کنند، به ندرت برای کمک به عملیات خود استفاده کرده‌اند.

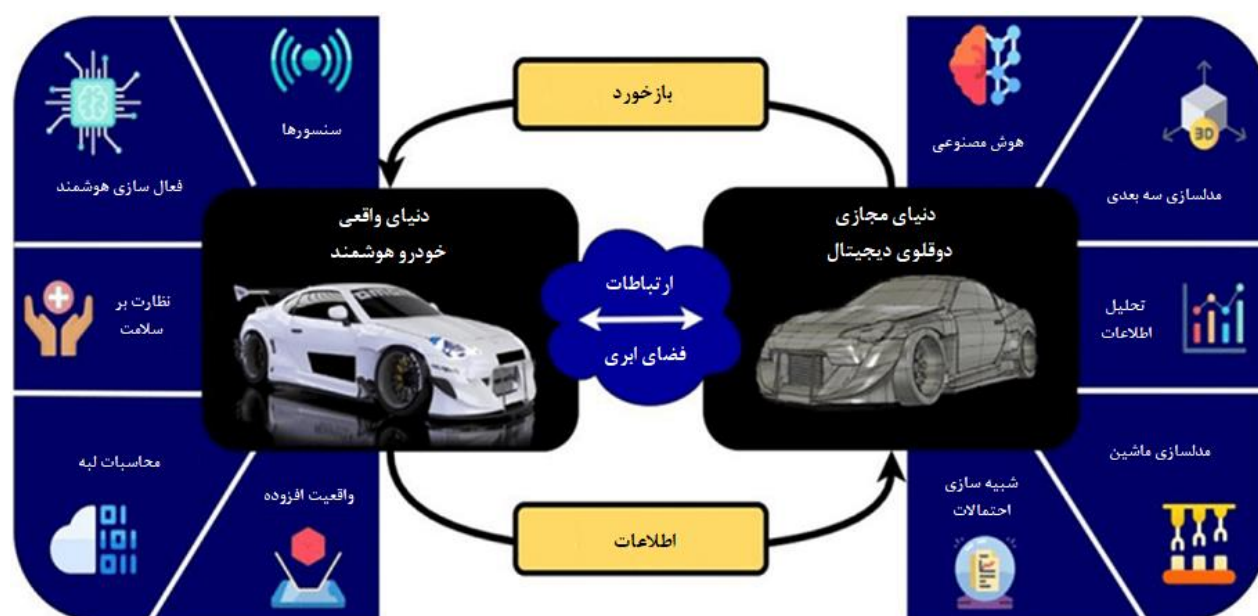
ابزارهای دیجیتالی جدید مبتنی بر داده‌های تاریخی، نگرش خودروسازان به این ابزار را تغییر داده است. به عنوان مثال داده‌کاوی می‌تواند به تعمیر و نگهداری بسیار کارآمدتر ابزارها در خط تولید کمک کند. شکل ۳-۳ یک شماتیک مفهومی را نشان می‌دهد که در آینده ابزارهای دیجیتال توانایی شبیه‌سازی قبل از اجرا در مقیاس‌های عظیم را خواهند داشت که باعث کاهش هزینه‌ها خواهد شد [۶۷].

ابزارهای دیجیتالی این امکان را می‌دهند که به جای استفاده سنتی از تعمیرات فصلی، عملکرد یک ابزار به طور مداوم نظارت شود تا با استفاده از الگوریتم‌های خودآموز، تعمیر و نگهداری بعدی در طول عمر آن پیش‌بینی شود. چنین الگوریتم‌های خودآموزی همچنین در کنترل کیفیت استفاده می‌شوند، جایی که داده‌های حسگر و فرآیند برای شناسایی ناهنجاری‌ها و بهینه‌سازی کیفیت

محصول تجزیه و تحلیل می‌شوند. پیشرفت در حسگرها، هوش مصنوعی (AI)، در داخل کارخانه نیز منجر به پیشرفت در تعامل انسان و ربات شده است. به عنوان مثال، وسایل نقلیه هوایی بدون سرنشین و وسایل نقلیه هدایت شونده خودران می‌توانند انعطاف پذیری را بهبود بخشند و تضمین تولید مداوم، ایمنی و کارآمدی قطعات را افزایش دهند [۷۰].

هر OEM باید روی شفاف سازی زنجیره تامین در همه ابعاد تلاش کند. تضمین شفافیت در سراسر زنجیره تامین برای پاسخگویی مناسب به هرگونه احتمال اختلالی با ابزارهای دیجیتالی امکان پذیرتر شده است. بازیکنان جدید EV نشان داده‌اند که بازنگری کامل در مفاهیم محصول و فناوری تولید چقدر می‌تواند مهم باشد. دیجیتالی شدن می‌تواند به برنامه‌ریزی آینده، تصمیم‌گیری سریع و شجاعت برای ریسک کردن خودروسازان کمک کند، زیرا راه‌حل‌های بهتر و مقرون‌به‌صرفه‌تر همیشه به صورت اتوماتیک و آنلاین با استفاده از تصمیم‌های قبلی به روز می‌شوند.

ابزار دیجیتالی‌سازی کردن و افزایش قدرت محاسبات رایانه‌ای این امکان را به تولید کنندگان زنجیره تامین در هر سطحی داده است که قبل از اجرا، تغییرات و اثرات احتمالی تغییرات از طراحی تا فرایند را ارزیابی کنند.



شکل ۳-۳ شماتیک مفهومی ابزارهای دیجیتالی [۷۰]

۳-۲-۳ زنجیره تامین بهم تنیده جهانی

برقی‌سازی، نقشه فعلی زنجیره تولید و عرضه خودرو در جهان را تغییر خواهد داد، زیرا سازندگان خودرو برای راه‌اندازی خط تولید جدید و یا حتی تغییر خطوط تولید فعلی (احتراقی) برای ساخت خودروهای کاملاً برقی در حال سرمایه‌گذاری متنوعی هستند. ردیابی تمام تغییرات زنجیره تامین جهانی به دلیل ظهور خودروهای برقی تقریباً یک کار غیر ممکن است.

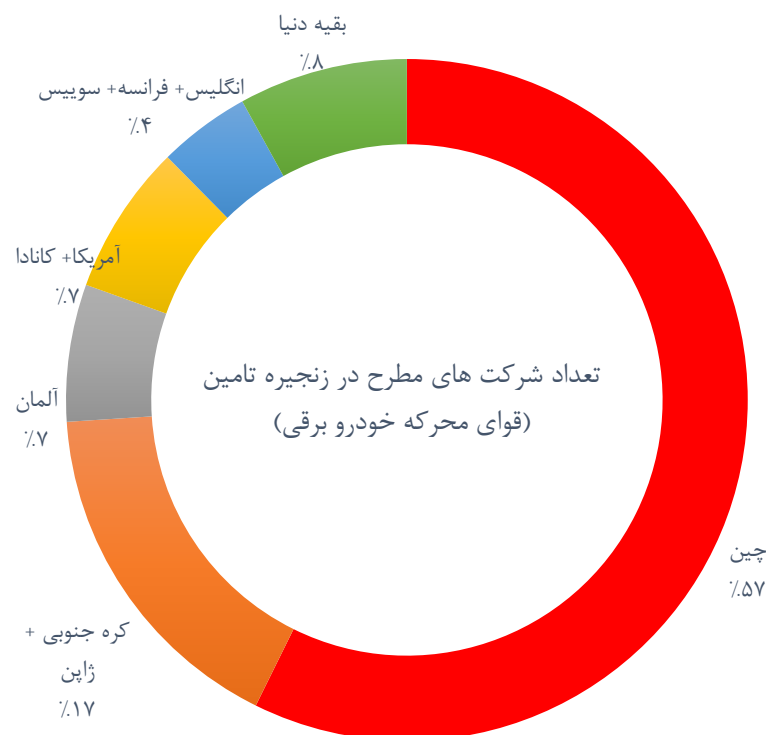
شرکت FEV پیش بینی کرده است که فرصت‌های اقتصادی جدیدی پیش روی فناوری‌های جدید در سال‌های آتی بوجود

خواهد آمد و همزمان زنجیره تامین خودروسازی با چالش‌های اقتصادی جدیدی در فناوری‌های بالغ روبرو خواهد شد (شکل ۳-۴). آنچه واضح است، آسیا قطب تولید بوده و اکثر تامین‌کنندگان قطعات تولید انبوه فناوری برقی سازی در چین هستند. شکل ۳-۵ تعداد شرکت‌های مطرح در زنجیره تامین قوای محرکه تا پایان سال ۲۰۲۱ را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۴ پیش‌بینی بازار جدید و چالش‌ها برای خودروسازان تا سال ۲۰۴۰ [۷۱]

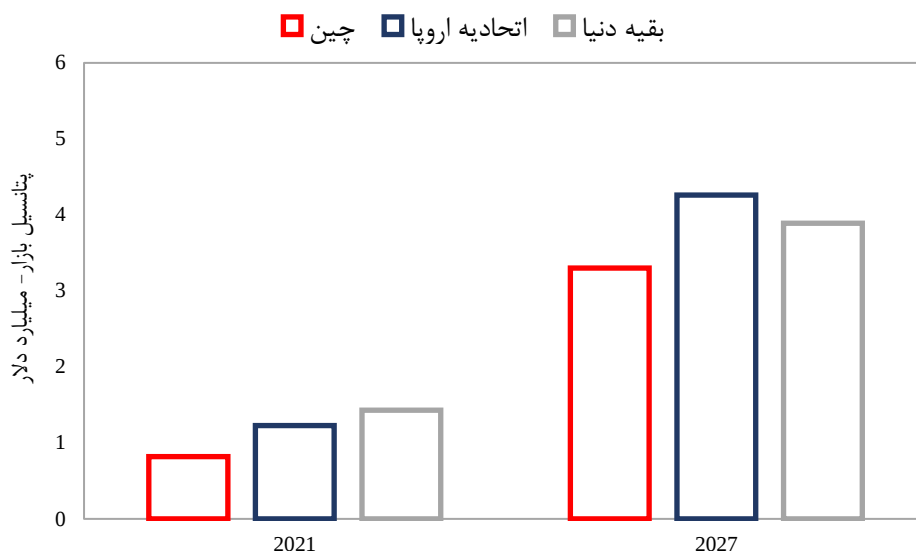
منطق جابجایی طبیعی زنجیره تامین خودروسازی برقی به حداقل رساندن هزینه تولید، نزدیکی به کارخانه تولید باتری و به حداکثر رساندن حاشیه سود نسبتاً کم خودروهای برقی است. البته لازم به ذکر است که فعلاً اروپایی‌ها در نوآوری بعضی از فناوری‌های خاص خودروهای برقی از چینی‌ها پیش‌تاز هستند و مزیتشان صادرات فناوری‌های جدید (لبه علمی) است و نه تولید انبوه. در میان غول خودروسازان، شرکت‌های ژاپنی، اولین پذیرنده‌های فناوری هیبریدی بودند، اما در عرضه مدل‌های کاملاً برقی مردد بودند. باید توجه داشت که ژاپن دارای زنجیره تامین بسیار تثبیت شده‌ای در صنایع مربوط به خودروهای برقی است و می‌تواند هر لحظه که بخواهد تولید خودروهای برقی خود را به شدت افزایش دهد.



شکل ۳-۵ زنجیره تامین قوای محرکه خودروهای برقی [۷۲]

در سال ۲۰۲۱، اندازه بازار موتورهای کششی خودروهای برقی با نرخ رشد مرکب سالانه (CAGR)، ۲۱/۸۷ درصد بین سال های ۲۰۲۲ و ۲۰۲۷ افزایش یافته و به مقدار ۱۱/۴۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۷ رسیده است. همچنین تخمین زده می شود که اندازه بازار موتورهای کششی در چین در سال ۲۰۲۷ از ۳/۳ میلیارد دلار آمریکا فراتر رود و در اروپا به اندازه ۴/۲۶ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۷ برسد.

در حالیکه در سال ۲۰۲۱، اندازه بازار سیستم انتقال خودروهای برقی در چین به ارزش ۷۱۰ میلیون دلار آمریکا رسید، تخمین زده می شود که اندازه بازار با نرخ رشد مرکب سالانه ۱۲/۴۴ درصد از سال ۲۰۲۲ تا ۲۰۲۷ افزایش خواهد یافت و در سال ۲۰۲۷ از ۱/۷ میلیارد دلار آمریکا فراتر رود.



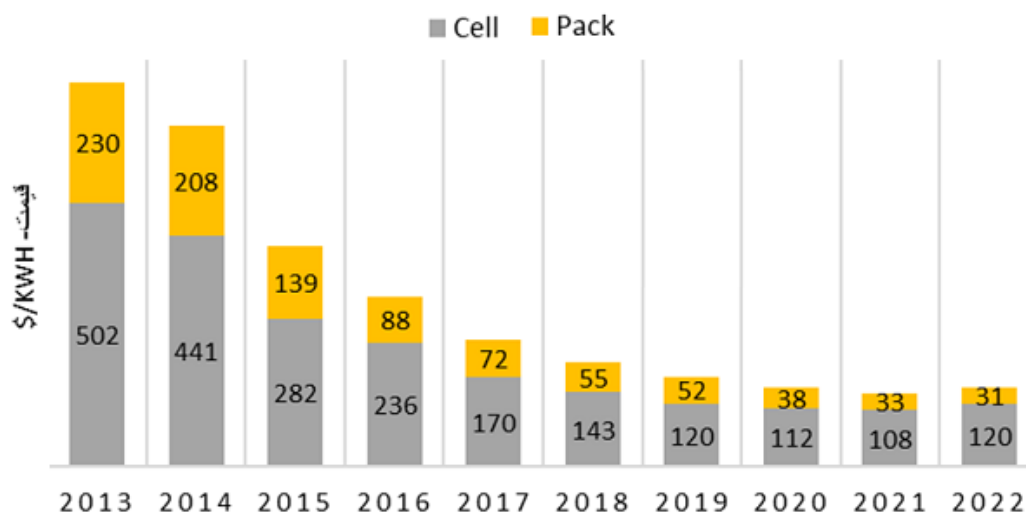
شکل ۳-۶ بازار موتورهای کششی (قسمتی از قوای محرکه) در خودروهای برقی [۳۰]

۳-۲-۴ همگونی بین قیمت عرضه و قدرت

در بازار جهانی، زنجیره تامین خودرو برقی بسیار متمرکز است، شرکت‌های خودروسازی در تلاش برای یافتن شرکایی هستند تا بتوانند مدل‌های برقی جدید را ارائه دهند. شرکت‌هایی مانند تسلا و شرکت چینی بی‌وای‌دی، از مزیت رقابتی قابل توجهی برخوردارند چون زنجیره تامین خود را محفوظ کرده‌اند. به همین ترتیب، خودروسازان دیگر به دنبال مدل‌های مشارکت جدید با شرکت‌های معدنی و شیمیایی و باتری‌سازی برای توسعه محصول خود هستند.

قیمت باتری‌های لیتیوم یونی در سال ۲۰۲۲، همانطور که در شکل ۳-۷ نشان داده شده است، برای اولین بار ۷ درصد افزایش یافته است. برخی صاحب‌نظران معتقد هستند که شاید سال‌ها طول بکشد تا زنجیره تامین باتری به ثبات برسد. اگر اقتصاد جهانی در سال ۲۰۲۳ همچنان متزلزل بماند و نرخ‌های بهره همچنان به روند صعودی خود ادامه دهند، خودروسازان با چالش‌های جدی برای پایین آوردن قیمت تولیدی خودروهای برقی مواجه خواهند بود.

در حالی که همگونی بین قیمت عرضه و قدرت خریداران در بازار چین ایجاد شده است، اروپا و آمریکا فاصله زیادی برای همگون کردن عرضه و تقاضای خودروهای برقی ارزان‌تر خود دارند. ناهمگونی عرضه و تقاضای خودروهای برقی در بازارهای جهانی به صورت مقایسه منطقه ای در شکل ۳-۸ نشان داده شده است. شکل ۳-۸ بیانگر این واقعیت است که تعداد خودروهای گران قیمت در بازارهای اروپا و آمریکا بیشتر از نیاز بازار است. به عبارتی دیگر این بازارها منتظر خودروهای ارزان قیمت‌تر هستند.



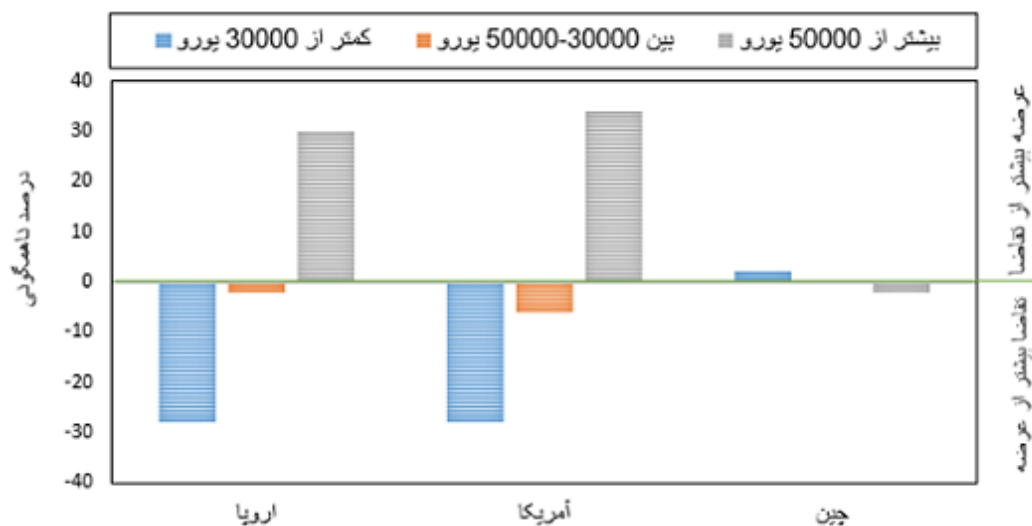
شکل ۳-۷ تغییرات قیمت باتری لیتیوم [۴]

شکل ۳-۹ روند قیمتی خودروهای تمام برقی در اروپا را نشان می‌دهد. خودروسازان اروپایی و آمریکایی که در بازارهای بالغ و با حمایت بسیار محدود دولت فعالیت می‌کنند، در حال حاضر قادر به تولید خودروهای ارزان قیمت برای تعادل بازار خود نیستند. از دست دادن بازار میانی و اجازه دادن به کنترل چین برای گسترش خودروهای برقی می‌تواند عواقب قابل توجهی برای اقتصاد غرب داشته باشد، به ویژه که یکی از معیارهای رشد اقتصادی در اروپا و آمریکا رشد صنایع خودروسازی آن کشورها است.

یکی از عمده ترین دلایل ناهمگونی، علاقه مصرف کنندگان به خودروهای SUV است که در وسایل نقلیه برقی نیز دیده می شود. خودروهای عرضه شده در بازار از نظر سایز بزرگ تر شده و SUV ها، خودروهای شاسی بلند و کراس اوورها، بر فروش جهانی غالب شده اند. گرایش به سمت خودروهای برقی بزرگ تر جنبه کارایی و فرهنگی نیز داشته و در برخی کشورها رواج بیشتری دارد. بیش از نیمی از تمام خودروهای برقی فروخته شده در سراسر جهان در سال ۲۰۲۲ خودروهای شاسی بلند، خودروهای بزرگ یا کراس اوورها، بودند. ایالات متحده نسبت به سایر کشورها نسبت به فروش خودروهای SUV برقی و خودروهای بزرگ با ۸۲ درصد در این دسته بندی ها، سهم بیشتری داشت. اروپایی ها تمایل کمی به خرید خودروهای برقی بزرگ تر در مقایسه با سایر نقاط جهان نشان داده اند و بازارهای آمریکای لاتین، اروپای شرقی و خاورمیانه افزایش قابل توجهی را در تعداد مدل های بزرگ برقی موجود برای فروش تجربه کرده اند. حتی بازار آفریقا شاهد چهار برابر شدن مدل های برقی بزرگ بود، در حالی که مدل های کوچک و متوسط EV حدود ۶۰ تا ۱۶۰ درصد افزایش یافته است. بازارهای آسیایی هنوز حضور نسبتاً قوی ای از خودروهای برقی کوچک و متوسط دارند.

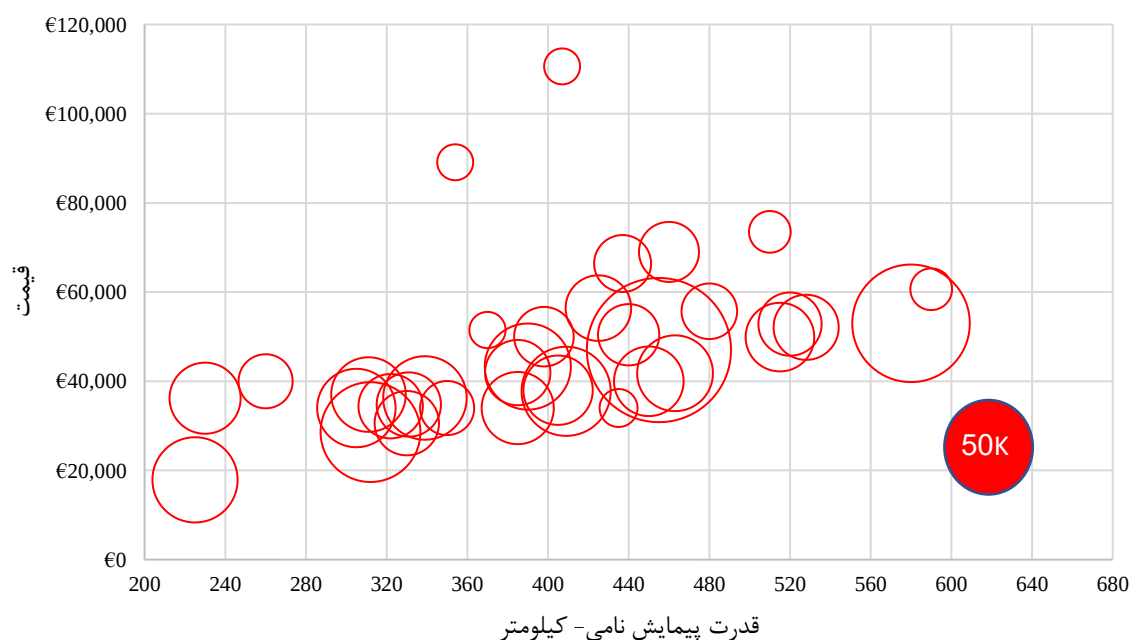
در محاسبه شدت آلودگی وسایل نقلیه برقی، آلودگی ناشی از کل چرخه عمر باید مدنظر قرار گیرد، که شدت آن بستگی زیادی به تولید و ترکیب باتری و منابع تولید برق در هر کشور دارد. انتشار CO₂ در چرخه عمر خودروهای دیزلی، هیبریدی و برقی و هزینه کل مالکیت بسیار متغیر است. خودروهای برقی بزرگ، مانند خودروهای شاسی بلند، نسبت به خودروهای کوچک احتراقی می توانند انتشار CO₂ بیشتری در چرخه داشته و سود کمتری از لحاظ مسائل محیط زیستی داشته باشند. نحوه استفاده از یک وسیله نقلیه و تعمیر و نگهداری شامل تعویض قطعات برای حفظ عملکرد خودرو سهم مهمی در مطالعات انتشار چرخه عمر دارد. خودروهای برقی

با باتری بزرگ مزیت اقتصادی کل مالکیت را فعلا ندارند و صرف نظر از اینکه با بنزین یا برق کار می‌کنند، هزینه بیشتری برای نگهداری دارند. SUV های برقی در مقایسه با خودروهای کوچک‌تر برقی به مواد معدنی بیشتری برای باتری های خود نیاز دارند. لازم به ذکر است که در حال حاضر کمبود مواد معدنی برای تولید باتری در جهان مشهود است. تمرکز خودروسازان بر خودروهای برقی بزرگ برای جلب مشتری ثروتمند با فلسفه پایداری محیط زیست با گسترش خودروهای برقی در تضاد است [۷۲ و ۷۵].



شکل ۳-۸ ناهمگونی عرضه و تقاضا خودروهای تمام برقی [۷۳]

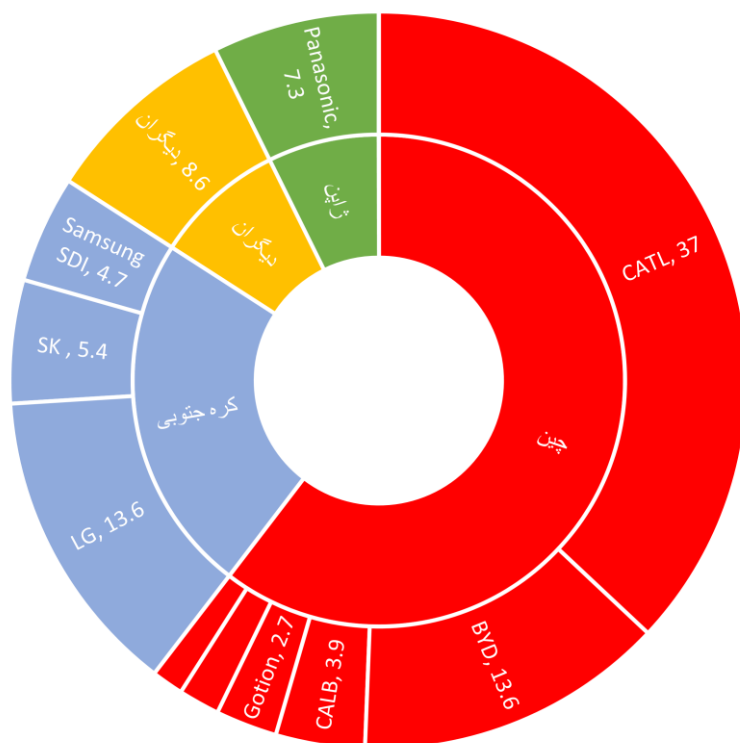
فروش ۳۵ مدل خودروهای تمام برقی در اروپا
(فروش بیشتر از تعداد ۱۸۰۰۰ در سال ۲۰۲۲)



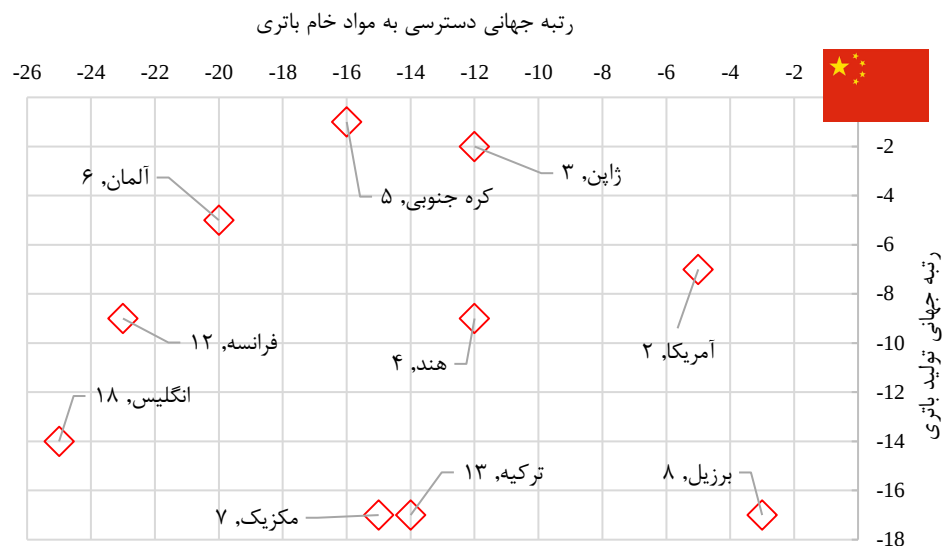
شکل ۳-۹ روند فروش خودروهای تمام برقی در اروپا- اندازه دایره تعداد فروش را نشان می دهد.

۳-۲-۵ هر خودروی برقی که در جهان تولید شود بی تاثیر از چین نخواهد بود

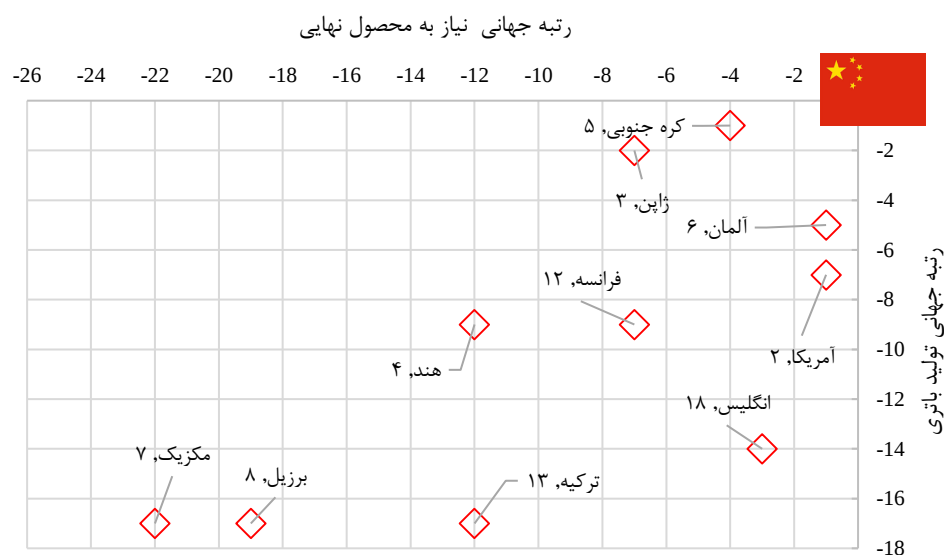
بر اساس گزارش بلومبرگ، چین در سال ۲۰۲۲ حدود ۷۵ درصد از کل ظرفیت تولید سلول باتری و ۹۰ درصد از تولید آند و الکترولیت باتری را در اختیار داشته است [۴]. سهم بازار باتری سازان مطرح جهان در شکل ۳-۱۰ خلاصه شده است که برتری مطلق چین را نشان می دهد. این در حالی است که چین تنها کشوری در جهان می باشد که می تواند ۸۸ درصد از ارزش افزوده تولید باتری در بازار داخل را از آن خود کند. بعد از چین، آمریکا رتبه دوم را دارد که فقط ۴۰ درصد ارزش افزوده چرخه تولید باتری را تضمین می کند و کشورهای دیگر جهان سهم بسیار کمتری از ارزش افزوده تولید باتری در کشور خود را به دست می آورند.



شکل ۳-۱۰ سهم بازار باتری سازان مطرح جهان [۴]



شکل ۳-۱۱ جایگاه (نسبت به چین) کشورهای انتخابی در تولید باتری و دسترسی به مواد خام [۴]



شکل ۳-۱۲ جایگاه (نسبت به چین) کشورهای انتخابی در تولید باتری و نیاز به محصول نهایی (بازار) [۴]

جایگاه کشورهای دنیا در مقایسه با چین در تولید باتری و دسترسی به مواد خام و فعالیت بازار در شکل ۳-۱۱ و شکل ۳-۱۲ نشان داده شده است. در حال حاضر، خودروسازان آمریکایی مانند جنرال موتورز و تسلا برای نیازهای باتری خود به زنجیره تامین شرکت‌های چینی مانند CATL متکی هستند. شاید این اغراق نباشد که بگوییم هر خودروی برقی که در جهان تولید شود بی‌تأثیر از چین نخواهد بود.

۳-۳ باتری: کدام خودروساز با ارزش‌ترین گارانتی را به مشتریان ارائه می‌کند

شرکت مکنزی پیش‌بینی می‌کند که ارزش بازار باتری‌های لیتیومی در جهان در سال ۲۰۳۰ به رقم ۴۰۰ میلیارد دلار برسد که این رقم شامل کل زنجیره تامین از استخراج تا بازیافت است که عمده بازار در کنترل چین خواهد بود. شکل ۳-۱۳ ارزش تخمینی

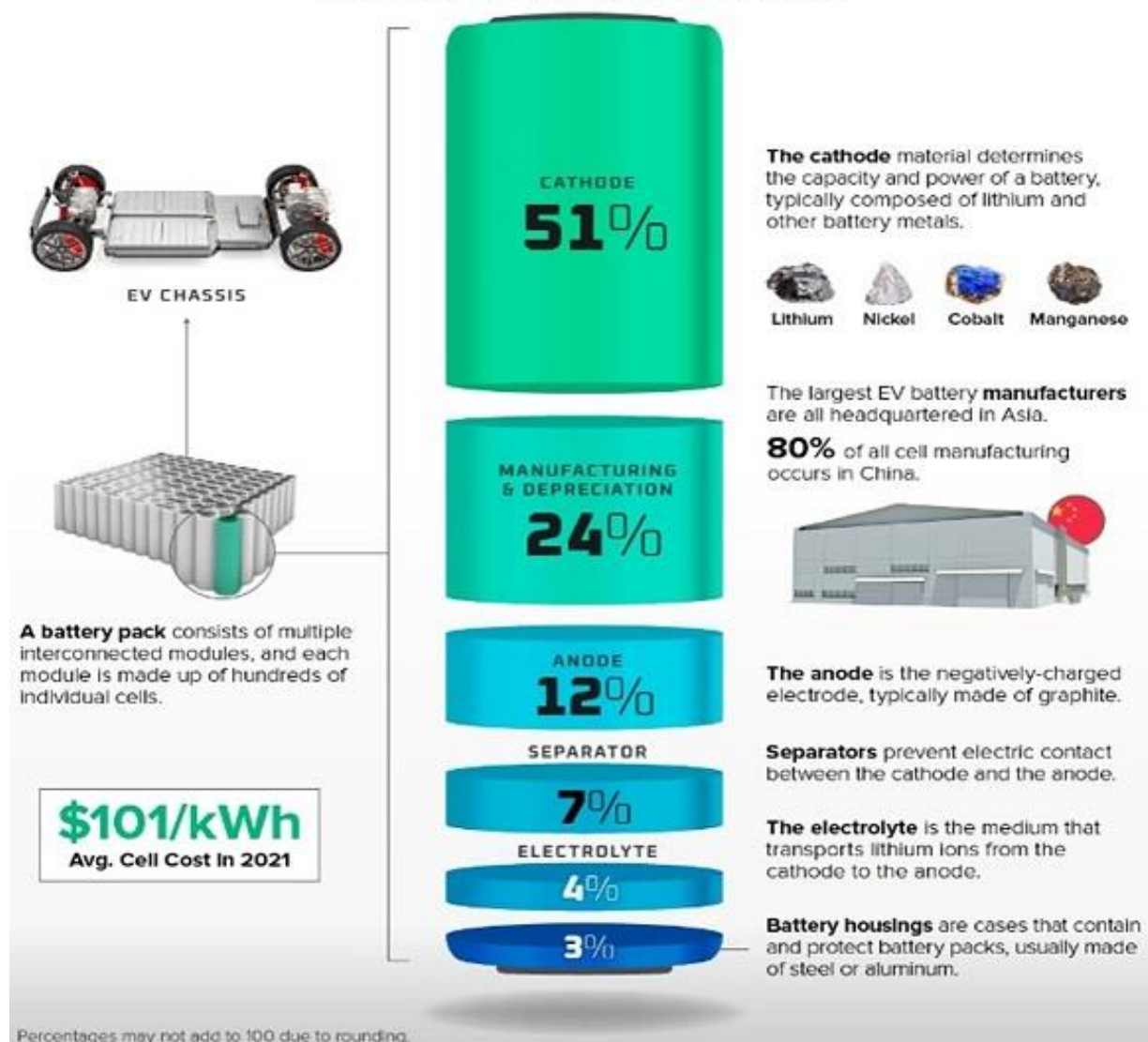
بازار باتری در سال ۲۰۳۰ را نشان می دهد.

باتری ها یکی از گران ترین اجزای خودروهای برقی هستند و تعویض باتری ها می تواند هزینه قابل توجهی را برای مصرف کنندگان به همراه داشته باشد. به همین علت است که گارانتی برای باتری های خودرو بسیار برای مصرف کننده اهمیت دارد. گارانتی به خریدار اطمینان می دهد که باتری برای مدت معینی دوام می آورد و خطر هزینه های غیرمنتظره را کاهش می دهد. شکل ۳-۱۵ نوع ضمانت های باتری توسط خودروسازان بین المللی را مقایسه می کند. عملکرد یک باتری می تواند در طول زمان بدتر شود و بر کارایی وسیله نقلیه تاثیر بگذارد. یک ضمانت تضمین می کند که باتری سطح مشخصی از عملکرد را برای یک دوره مشخص حفظ می کند. این ضمانت ها می تواند مصرف کنندگان بیشتری را تشویق کنند که به سمت خودروهای برقی سوق پیدا کنند. در حال حاضر خودروسازان ضمانت های متفاوتی را برای باتری خودروهای برقی ارائه می دهند.



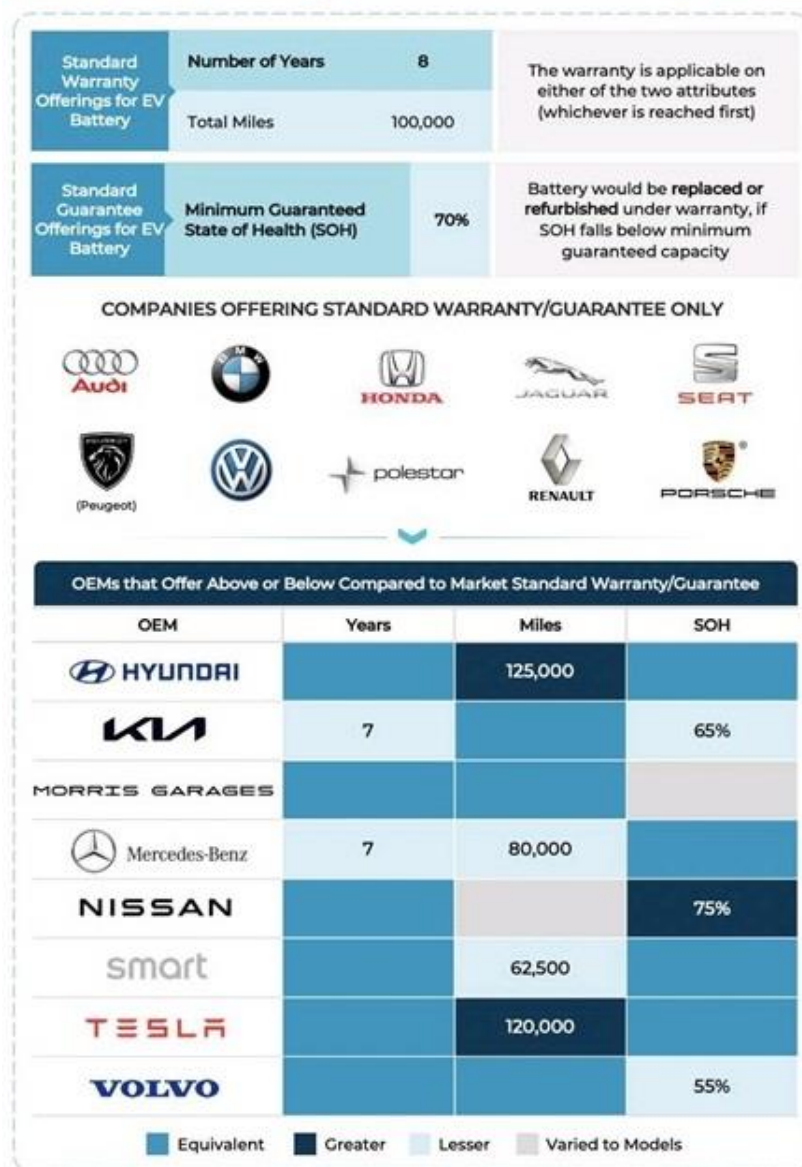
شکل ۳-۱۳ ارزش تخمینی بازار باتری در سال ۲۰۳۰ [۱۶-۱۷]

What makes up the cost of lithium-ion cells?



شکل ۳-۱۴ توزیع قیمتی بخشهای مختلف باتری خودرو برقی [۷۴]

OEM Wise EV Battery Warranty/ Guarantee Offerings



شکل ۳- ۱۵ تنوع ضمانت‌های باتری توسط خودروسازان بین‌المللی

گارانتی ممکن است برای وسایل نقلیه‌ای که برای مقاصد تجاری استفاده می‌شوند یا برای وسایل نقلیه ای که در دماهای شدید یا محیط‌های خشن رانندگی می‌کنند، متفاوت باشد. مدت و شرایط ضمانت ممکن است تحت تاثیر بازار باشد. به عبارتی دیگر، رقبا تحت تاثیر یکدیگر هستند و قانون علمی مشخصی وجود ندارد. به عنوان مثال، تسلا هشت سال گارانتی با مسافت پیموده شده نامحدود برای بسته‌های باتری مدل S، مدل X و مدل ۳ ارائه می‌دهد. برای مدل Y و مدل S/X Long Range، بسته باتری و واحد درایو دارای گارانتی ۸ سال یا ۱۲۰۰۰۰ مایل هستند، هر کدام که زودتر برسد. در صورتی که هیوندای یک ضمانت مادام‌العمر برای باتری کونا برقی ارائه می‌دهد که مالک اصلی را تا زمانی که خودرو را در اختیار دارد، پوشش می‌دهد. گارانتی یک برند ممکن است برای کشورهای مختلف، متفاوت باشد.

۳-۳-۱ سرمایه‌گذاری در فناوری‌های جدید باتری با اشتیاق زیاد

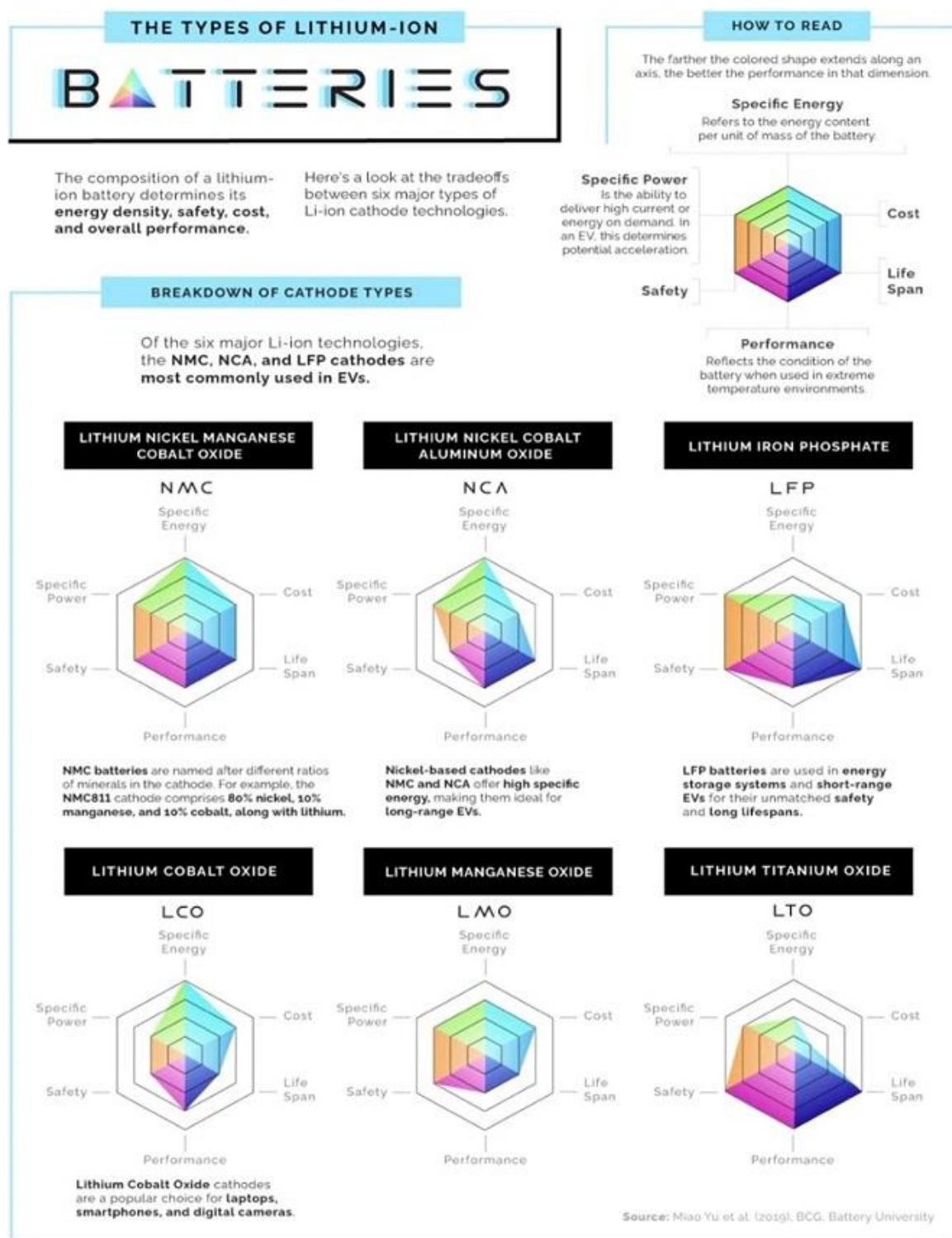
بیشترین هزینه ساخت یک خوددوری برقی مربوط به تهیه باتری و قوای محرکه آن است. به همین دلیل است که بودجه زیادی صرف نوآوری در فناوری‌های لبه‌ی علمی مربوط به باتری می‌شود. مقایسه ثبت تعداد مالکیت معنوی در فناوری باتری در سال‌های اخیر نیز نشانه‌ای از لبه‌ی دانشی بودن این فناوری است. نزدیک ۷۰ درصد ثبت اختراع بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ مربوط به کشورهای آسیایی مخصوصاً ژاپن و کره جنوبی بوده است.



شکل ۳-۱۶ سرمایه‌گذاری جهانی در فناوری جدید باتری [۷۴ و ۷۶]



شکل ۳-۱۷ فاکتورهای اصلی ارزیابی فناوری های باتری [۷۴]



شکل ۳- ۱۸ مقایسه فناوری‌های مختلف باتری از لحاظ عملکرد، طول عمر، هزینه، انرژی، قدرت، ایمنی [۷۴]

پیشرفت‌های مختلفی در زمینه توسعه باتری‌های لیتیومی در جریان است. نوع‌های جدید این باتری‌ها عملکرد و قیمت‌های تمام شده‌ای دارند. به دلیل اینکه سرمایه‌گذاری در باتری‌ها برای خودروسازان یک امر دراز مدت و حیاتی می‌باشد، فناوری‌های مختلف باید از نظر موارد ذیل با هم مقایسه شوند تا راهبرد نهایی خودروسازان در انتخاب محصول برتر نهایی شود. این مقایسه در مورد چند فناوری مطرح امروزی به صورت گرافیکی در شکل ۳- ۱۸ نمایش داده شده است.

۳-۲ باتری حالت جامد

یکی دیگر از این فناوری‌های نوظهور، باتری حالت جامد است. تفاوت مواد مورد استفاده در ساخت باتری با تغییرات شیمیایی مربوطه، به باتری اجازه می‌دهد تا انرژی بیشتری را در همان حجم ذخیره کند (که به عنوان چگالی انرژی نیز شناخته می‌شود). با پتانسیل افزایش برد ۵۰ تا ۸۰ درصدی، این فناوری جدید در مقایسه با باتری‌های لیتیوم یونی، برتری بدون تردید دارد.

Solid State Battery : Collaborations				 Himanshu Bhatt
SSB Manufacturer	SOP	Collaborations	Anode	Electrolyte
 Solid Power	2026+	   	Lithium	Sulfidic Glass Ceramic
 QuantumScope	2025	   	Anode Free Lithium	Oxide & Sulfidic Ceramic
 Blue Solutions	N/A	 	Lithium	PEO-based Polymer
 ionic	2028/ 2030+	     	Lithium Or Graphite	Doped PI-conjugated Polymer
 Factorial  ProLogium	N/A 2023	   	Lithium Metal	quasi solid
 SES	2023	      	Lithium /Graphite/Si	Oxide Ceramic
 SES	N/A	      	Lithium	Semi Solid Solvent-in-Salt
 TOYOTA	2025	Inhouse 	Graphite/Si	Sulfur /Ceramic based
 Qing Tao	N/A	   	N/A	Solid Sulphide
 ilika	N/A	    	High Silicon	Oxide based (Goliath)
 Sion Power	N/A	  	Lithium	Hybrid Ceramic- Polymer
 SVOLT	N/A	NA, developed 2022, tested 20 Ah cells, energy density: 350 - 400 Wh/kg, 187 patents	N/A	Solid Sulphide
 Panasonic	2028		Lithium	Oxide & Sulfidic Ceramic
 SAMSUNG	2027		Lithium Ag-C Coated	Sulfidic Glass Ceramic
Other SSB Developers Europe  Asia  North America 				

شکل ۳-۱۹ همکاری شرکت‌های مختلف (حتی رقیب) در تحقیق و توسعه و تولید باتری حالت جامد [۷۷]

اگرچه باتری‌های حالت جامد بسیار مطلوب هستند، اما از آنجایی که توسعه باتری‌های حالت جامد در ابتدای راه است، برای سازندگان باتری‌های حالت جامد، پاسخگویی به تقاضای بالای بازار، فعلاً بسیار دشوار خواهد بود. این بدان معنا است که فناوری باتری‌های لیتیوم یونی در کنار باتری‌های حالت جامد، توسعه و تولید خواهد شد. ممکن است در این بین، فناوری‌های باتری دیگری نیز ظاهر شوند که مطمئناً خبر خوبی برای صنعت خودروسازی است. آنچه در بازار مشاهده می‌شود رشد همکاری شرکت‌های مختلف بین‌المللی برای نوآوری در این عرصه است. مطمئناً، شرکت‌هایی که رهبری توسعه در این زمینه را به عهده گرفته‌اند نه تنها به فکر نوآوری هستند بلکه به فکر درآمد بیشتر از حق نوآوری (PATENT) از خواهان این فناوری‌ها در آینده نیز هستند. شکل ۳-۱۹ همکاری شرکت‌های مختلف در تولید باتری حالت جامد را نشان می‌دهد که همکاری رقابتی بین‌المللی بسیار مشهود است.

ساخت وسایل نقلیه آینده فراتر از تغییرات محرکه است. سازندگان تجهیزات اصلی (OEM) به طور فعال در حال بررسی استفاده از فناوری های دیجیتال و اتوماسیون برای بهینه سازی خروجی های تولید و در عین حال به حداقل رساندن هزینه ها هستند. برای OEM ها ضروری است که در مورد این پیشرفت ها هوشیار باقی بمانند و از حداکثر پتانسیل ارائه شده، استفاده کنند [۷۹].

در مطالعه اخیر رولاند برگر (یک گروه مشاوره بین المللی)، بر اهمیت اتوماسیون، بهینه سازی، بازرسی کیفیت، جابجایی مواد، ردیابی زنجیره تامین و همسویی سازمانی به عنوان محرک های محوری تحول دیجیتال صنعت خودرو تاکید می شود. تاثیر اتوماسیون و دیجیتالی شدن بر تولید خودرو جنبه های مختلفی را شامل می شود، از جمله [۷۹]:

۱. اهمیت تعمیر و نگهداری پیش بینی کننده و نظارت بر وضعیت: این موارد از اهمیت ویژه ای در صنعت خودرو برخوردار هستند، زیرا اثربخشی کلی تجهیزات (OEE) را افزایش داده و به طور موثر هزینه های تعمیر و نگهداری را کاهش می دهند.
۲. نقش بازرسی و پیش بینی خودران کیفیت: روش های بازرسی مبتنی بر دید و مبتنی بر داده های فرآیند، نقش مهمی در شناسایی و پیشگیری از مسائل کیفیت بر عهده می گیرند و در نتیجه استانداردهای کیفیت دقیق را تضمین می کنند.
۳. تمرکز بر بهینه سازی ماشین در فرآیند: بهینه سازی پارامترهای فرآیند در طول تولید، دارای ارزش قابل توجهی است زیرا کیفیت محصول را بالا می برد، ضایعات را کاهش می دهد و توان عملیاتی کلی را بهبود می بخشد.
۴. تاکید بر حمل و نقل مستقل مواد و ردیابی زنجیره تامین: این برنامه های کاربردی، تولید دیجیتال، اتوماسیون جابجایی مواد و ردیابی بلادرنگ حمل و نقل در زنجیره تامین، به ویژه در مناطق با هزینه های تولید بالاتر را در اولویت قرار می دهند. هدف این تلاش ها، کاهش خطاها، افزایش کارایی عملیاتی و تسهیل تولید به موقع است.
۵. تفاوت های منطقه ای در ارتباط با مواد مورد استفاده: تفاوت هایی در اهمیت درک مواد مورد استفاده، در مناطق مختلف وجود دارد. مدیریت مستقل مواد در کشورهای پرهزینه در مقایسه با کشورهای کم هزینه، اهمیت بیشتری دارد.
۶. اولویت بندی ابتکارات: اجرای موفقیت آمیز تولید دیجیتال، مستلزم ساختار سازمانی، مدل عملیاتی و IT/OT کاملاً تعریف شده است. اولویت بندی ابتکارات برای دستیابی به نتایج ثمربخش بسیار مهم است.

۳-۴ بازیگران جدید به دنبال موقعیت چین

۳-۴-۱ توانایی رقابت

یک سوال مطرح این است که آیا کشورهای دیگر مانند هند یا برزیل می توانند موفقیت چین در تولید خودروهای برقی را تکرار کنند؟ برزیل و هند از صنعت خودروسازی سنتی به قدرتمندی چین برخوردار نیستند و همچنین از پیشینه پیچیده دولت چین در

مدیریت سیاست‌های صنعتی عظیم از طریق مجموعه‌ای از ابزارهای سیاستی متنوع، از جمله اعتبارات، برخوردار نیستند. از جمله این اعتبارات می‌توان به تنظیم یارانه‌ها، موافقت‌نامه‌های استفاده از زمین، معافیت‌های مالیاتی و تدارکات عمومی اشاره کرد. اما تجربه چین نشان می‌دهد که خودروهای برقی می‌توانند فرصتی برای کشورهای در حال توسعه برای جهش سریع و حتی پیشتازی از کشورهای توسعه یافته داشته باشند. اینطور نیست که کشورهای دیگر نمی‌توانند تجربه موفق چین را تکرار کنند، اما فراموش نکنیم که چین از چندین دهه تجربه در استفاده از صنایع مختلف تثبیت شده و تولید انبوه بهره می‌برد.

موفقیت هر خودرو در بازار آینده به ایجاد تعادل مناسب بین مطلوبیت (از دید مشتری)، عملکرد و مقرون به صرفه بودن بستگی دارد. برای دستیابی به این هدف، شرکت‌های خودروسازی باید بر کاهش هزینه‌های کلی خود بدون به خطر انداختن عملکرد رقابتی تمرکز کنند و در عین حال روی تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری نمایند تا محصولات خود را برای خریداران بالقوه جذاب‌تر کنند [۷۸]. همانطور که بازار خودروی جهانی به تکامل خود ادامه می‌دهد، بررسی اینکه چگونه خودروسازان با این چالش‌ها سازگار می‌شوند (به عبارتی چابک‌تر می‌شوند) و معیار مطلوبیت نزد مصرف‌کنندگان چگونه تغییر می‌کند، امری قابل تامل است و به شکل‌گیری نگاه انتقادی سازنده در ایجاد یک نقشه راه برای صنعتگران کمک خواهد کرد.

۳-۴-۲ هند

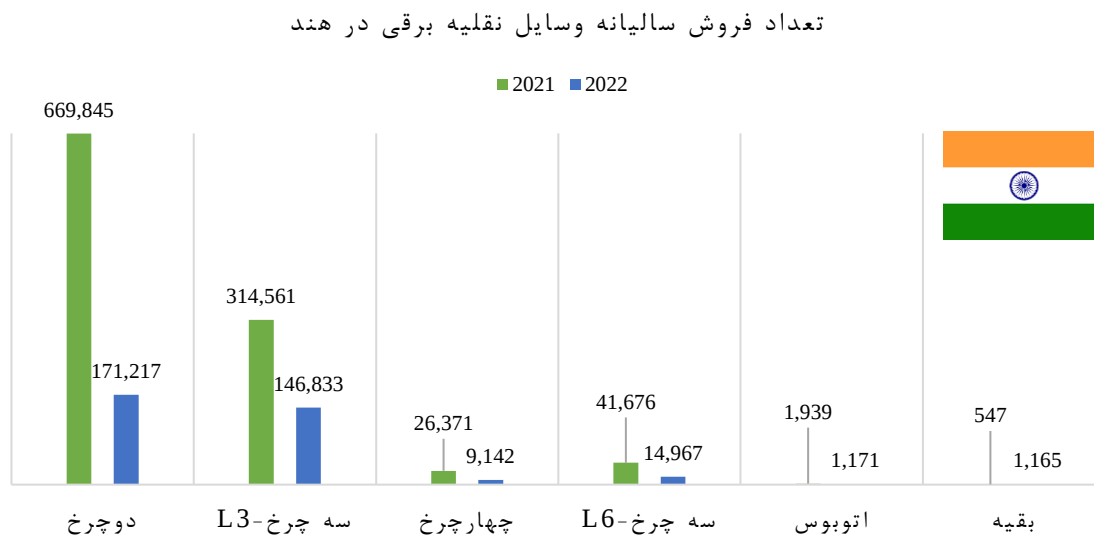
با افزایش تقاضای داخلی قوی و وضعیت اقتصادی بهتر، تولید خودروی هند به $\frac{4}{3}$ میلیون دستگاه در سال ۲۰۲۲ رسید که منجر به رشد قوی $\frac{21}{6}$ درصدی شد. همچنین فروش کل خودروهای سواری هند در سال ۲۰۲۲، $\frac{23}{1}$ درصد رشد کرد و به $\frac{3}{8}$ میلیون دستگاه رسید. نرخ بهره پایین در هند، مصرف‌کنندگان را تشویق کرد که خودروهای جدید بخرند. ترجیح فزاینده برای داشتن خودروی شخصی در هند نیز محرک مهم رشد قابل توجه تولید خودرو در هند در سال ۲۰۲۲ بوده است [۸۰-۸۳].

بخش خودروهای برقی هند شروع آرام و با ثباتی داشته است. هند در کنار نیمه‌هادی‌ها و انرژی‌های تجدیدپذیر، مشوق‌هایی را برای تولیدکنندگان خودروهای برقی و تامین‌کنندگان انرژی فناوری‌های پیشرفته ارائه می‌کند. همچنین، این کشور به دنبال تشویق تولید، کاهش اتکا به واردات چینی و جذب سرمایه‌گذاری خارجی است. اخیراً اعلام شد که با کشف معادن لیتیوم، هند جزو پنج کشور دارای این معادن با ارزش است. البته از زمان کشف معدن تا ساخت یک کارخانه باتری حدوداً ۱۰ تا ۲۰ سال (با توجه به منابع) برای تجاری‌سازی طول می‌کشد [۸۰-۸۳].

تعداد فروش وسایل نقلیه برقی در هند در شکل ۳-۲۰ خلاصه شده است. حمل و نقل فعلی هند تا حد زیادی به موتور سیکلت، کامیون و اتوبوس شهری وابسته است. همچنین هند یکی از تولیدکنندگان رو به رشد وسایل حمل و نقل برقی دو و سه چرخ در جهان است که بازار جذاب و روبه‌رشد خودش را دارد.

بازیگران اصلی در بازار خودروهای برقی در هند عبارتند از: Tata Motors, Ather Energy, Ola Electric, Hero Electric, MG Motors و Hyundai, Mahindra Electric. با این حال، دیگر خودروسازان بین‌المللی، برنامه‌های خود را برای تولید مدل‌های

برقی اضافی متناسب با بازار هند در آینده اعلام کرده‌اند، در نتیجه رقابت در بازار را افزایش داده و پذیرش را افزایش می‌دهند [۸۰-۸۳].



شکل ۳-۲۰ وسایل نقلیه برقی در هند [۸۰-۸۳]

وضعیت فعلی و چشم انداز گسترش حمل و نقل برقی در هند را می‌توان در پنج بخش خلاصه کرد [۸۰-۸۳]:

انگیزه:

- وابستگی شدید هند به واردات سوخت و مالیات‌های بالای سوخت، نیاز به برق‌سازی را برای کاهش وابستگی و کاهش تورم ایجاد می‌کند.
- نگرانی‌های زیست محیطی و نیاز به بهبود کیفیت هوا با فشار برای پذیرش خودروهای برقی در هند هماهنگ است. در اجلاس COP۲۶، هند متعهد شد تا سال ۲۰۳۰ میزان انتشار آلاینده‌های خود را به ۴۵ درصد سطوح سال ۲۰۰۵ برساند و در نهایت تا سال ۲۰۷۰ به وضعیت آلاینده‌های خالص صفر برسد. خودروهای برقی می‌توانند به تحقق این اهداف کمک کنند و نقشی اساسی در گذار سبز هند داشته باشند. پذیرش خودروهای برقی در هند به دلیل نبود زیرساخت قابل توجه شارژ با مشکل مواجه شده است.

بازار:

- بازار خودروهای برقی داخلی هند بین سال‌های ۲۰۲۲ تا ۲۰۳۰، با ۱۰ میلیون فروش سالانه تا سال ۲۰۳۰، شاهد رشد سالانه بالای ۳۰ درصدی خواهد بود. دوچرخه بر فروش وسایل نقلیه در هند غالب است و کل هزینه مالکیت خودروهای برقی ۲ و ۳ چرخ در حال حاضر نسبت به خودروهای ICE برتری دارد.
- خودروهای سه چرخ به سرعت در حال تبدیل شدن به برقی هستند و سهم فروش آنها به ترتیب ۵۵ و ۴۰ درصد است.

- تاتا موتورز سهم بازار قابل توجهی در بخش ۴ چرخ دارد، در حالی که استارت آپ ها و شرکت های فعلی، خودروهای ۲ و ۳ چرخ تولید می کنند.

سیاست گذاری و مشوق ها:

- دولت هند، طرح ها و مشوق های مختلفی را برای ترویج حمل و نقل برقی و تولید محلی اجرا کرده است.
- یارانه ها نقش مهمی در بخش وسایل نقلیه مسافربری بازی می کنند، زیرا قیمت اولیه همچنان مانعی برای پذیرش خودروهای برقی است.
- دولت به دنبال توسعه یک شبکه زیرساخت شارژ سراسری است. سرمایه گذاری های مختلفی برای سازندگان خودروهای برقی در نظر گرفته شده است و سرمایه گذاری های متنوعی برای رشد تحقیق و توسعه از روش های نوآورانه ساخت خودرو برقی، بازیافت باتری، استفاده دوم از باتری و استخراج مواد معدنی مورد نیاز برای باتری های خودروهای برقی در هند در نظر گرفته شده است.
- تغییرات خط مشی و منطقی کردن یارانه ها بر فروش خودروهای برقی نیاز به بررسی دقیق برای سیاست های آینده دارد.

چالش ها:

- طراحان خودرو باید شرایط خاص هند مانند دمای بالای محیط، نوع مصرف کاربر و ناهمواری جاده ها را در نظر بگیرند.
- تلاش های بومی سازی، انتقال فناوری و تولید باتری همچنان چالش هایی هستند که باید به طور مداوم مورد ارزیابی قرار گیرند.
- استانداردها و مقررات نظارتی برای بهبود ایمنی و قابلیت اطمینان باتری معرفی شده و نگرانی های مانند آتش سوزی باتری را برطرف کنند.

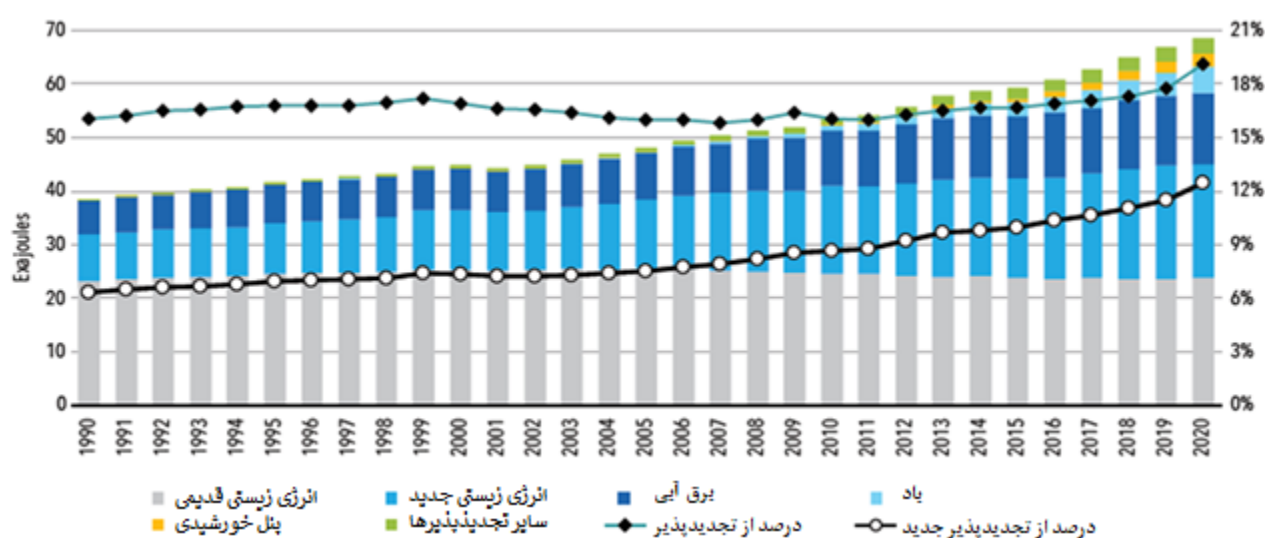
چشم انداز آینده:

- چشم انداز کلی رشد خودروهای برقی در هند مثبت است و این کشور به خوبی در مسیر دستیابی به یک اکوسیستم حمل و نقل پایدار و سازگار با محیط زیست در حرکت است. انتظار می رود بازار خودروهای برقی در هند شاهد رشد قابل توجهی باشد.
 - حمایت مستمر دولت و غلبه بر چالش ها به رشد و توسعه پایدار صنعت خودروهای برقی در هند کمک خواهد کرد.
 - افزایش آگاهی مصرف کننده، پذیرش خودروهای برقی را در این کشور بیشتر خواهد کرد.
- مطالعات اخیر نشان می دهد که طرح برق سازی حمل و نقل هند تا سال ۲۰۳۰ به ۱۲۵ گیگاوات ساعت ظرفیت باتری سالانه نیاز دارد که تقریباً ۱۰ درصد از تولیدات پیش بینی شده در سراسر جهان است. هند به برقی سازی مرحله ای با تمرکز کوتاه مدت بر روی خودروهای دو چرخ و یک مسیر روشن برای قطع تدریجی وابستگی به انرژی زغال سنگ برای گذار به حمل و نقل برقی با انرژی

پاک نیاز دارد [۸۱]. همچنین هند در موقعیت بسیار خوبی برای تبدیل شدن به یک مرکز جدید تولید خودرو برقی جهانی قرار دارد، اما شاید دهه‌ها طول بکشد تا بتواند با چین رقابت کند. خودروسازان هندی باید سخت کار کنند تا از چین عقب نمانند و از ایالات متحده و برخی کشورهای اروپایی پیشی بگیرند. البته تا آن زمان راه درازی در پیش است. به عنوان مثال در سال ۲۰۲۱ تعداد شرکت‌های فعال چینی در حوزه زنجیره تامین قوای محرکه خودرو برقی ۱۶ برابر کشور هند بوده است.

۴-۱ رشد صنایع و تولید انبوه خودروی برقی تشنه انرژی ارزان

بر اساس گزارش پیشرفت اهداف توسعه پایدار که توسط سازمان ملل متحد در ژوئن ۲۰۲۳ منتشر شده است. متوسط مصرف جهانی انرژی های تجدیدپذیر در سال ۲۰۲۰ به ۶۸/۶ اگزاژول (EJ) رسید که ۱۹/۱ درصد از کل مصرف انرژی نهایی (TFEC) را تشکیل می دهد. این مقدار نشان دهنده رشد مثبت ولی آرام انرژی های تجدیدپذیر در دهه اخیر را نشان می دهد (شکل ۴-۱). برای محدود کردن اثرات مخرب زیست محیطی، انرژی های تجدیدپذیر باید تا سال ۲۰۳۰ به ۳۳-۳۸ درصد TFEC و ۶۰-۶۵ درصد تولید برق برسند. بخش حمل و نقل (در مقایسه با بقیه صنایع)، کمترین نفوذ انرژی تجدیدپذیر را تا به امروز پذیرا بوده است.

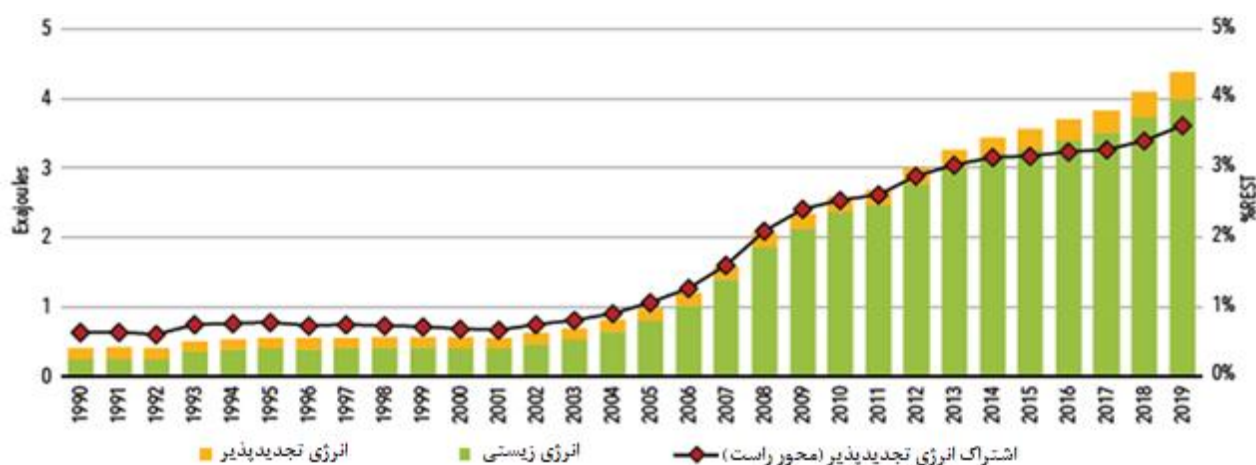


شکل ۴-۱ مصرف انرژی تجدیدپذیر در سطح جهان (منبع: گزارش پیشرفت اهداف توسعه پایدار سازمان ملل)

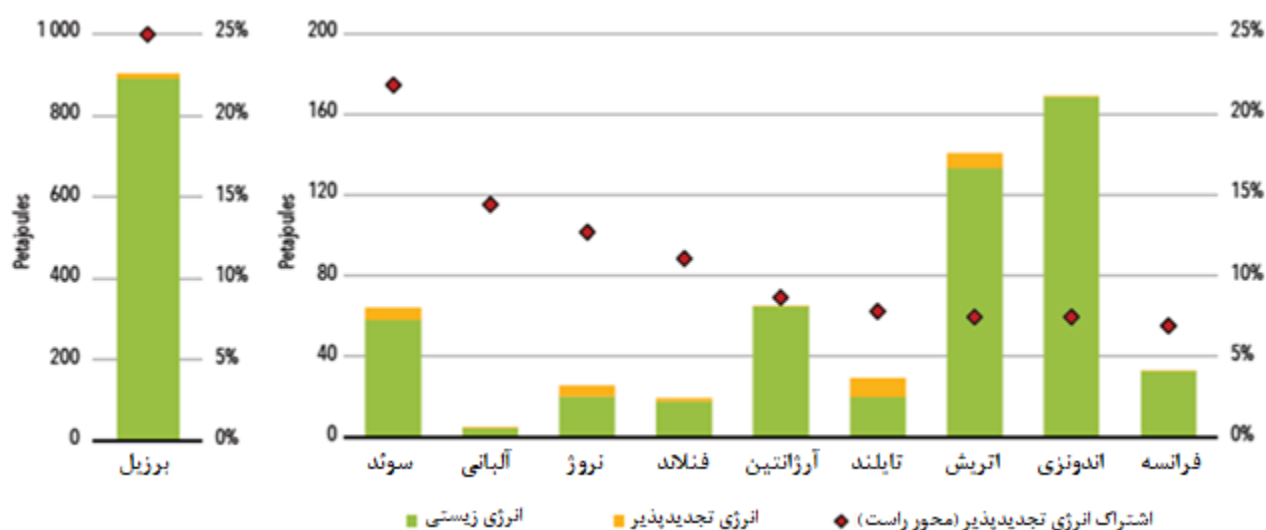
کشورهای در حال توسعه شاهد رشد بی سابقه ظرفیت انرژی های تجدیدپذیر در سال ۲۰۲۱ بودند، اما هنوز به سرمایه گذاری و اقدامات بیشتری در کشورهای کمتر توسعه یافته نیاز است. سرمایه گذاری نه تنها در فناوری های انرژی های تجدیدپذیر، بلکه در بلوغ توسعه حوزه راهبرد و همکاری های بین المللی نیز مورد نیاز است. در مقیاس جهانی بخش خصوصی بیشترین سهم سرمایه گذاری های انرژی های تجدیدپذیر را تا به امروز انجام داده است، اما نقش بخش دولتی برای تامین مالی در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، بسیار حیاتی است.

در طول دهه گذشته، انرژی های تجدیدپذیر مورد استفاده برای حمل و نقل به میزان دو سوم افزایش یافته است، اما تقاضا برای سوخت های فسیلی مربوطه نیز افزایش یافته است. سوخت های زیستی مایع (بعنوان انرژی تجدیدپذیر) در حمل و نقل جهانی غالبتر از برق تجدید پذیر برای حمل نقل هستند (شکل ۴-۲). استفاده از برق تجدیدپذیر در وسایل نقلیه و قطارها در سال ۲۰۲۰ رشد

کرد که بخشی از آن به دلیل افزایش تعداد وسایل نقلیه برقی در جاده ها بود. سهم برق تجدیدپذیر از کل برق مصرفی برای حمل و نقل از ۲۰ درصد در سال ۲۰۱۰ به ۲۸ درصد در سال ۲۰۲۰ افزایش یافته است.



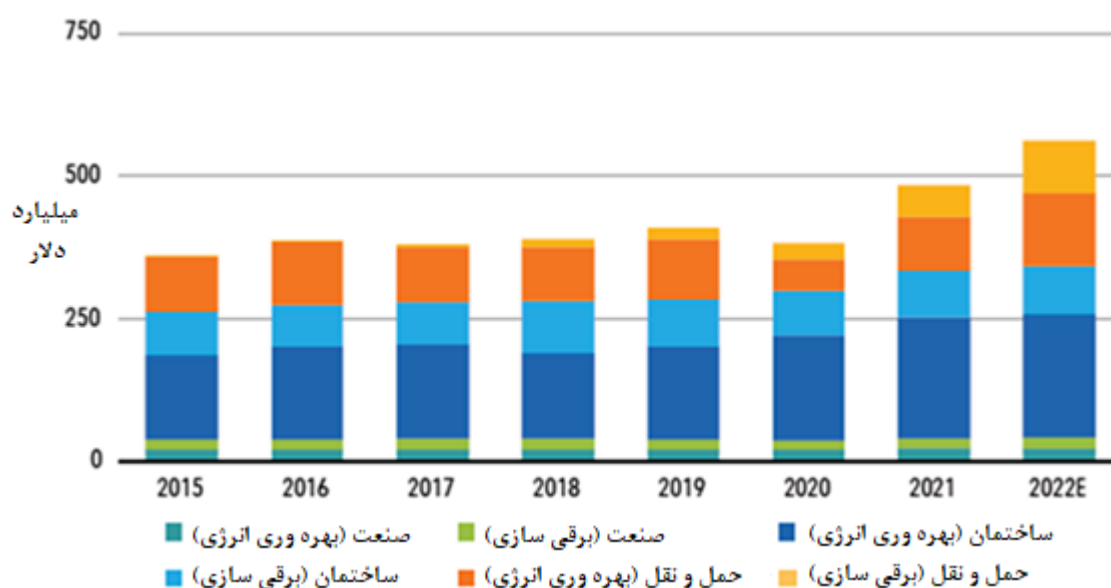
شکل ۴-۲ درصد استفاده انرژی تجدید پذیر در حمل و نقل جهانی



شکل ۴-۳ ده کشور برتر در استفاده از انرژی تجدیدپذیر در حمل و نقل

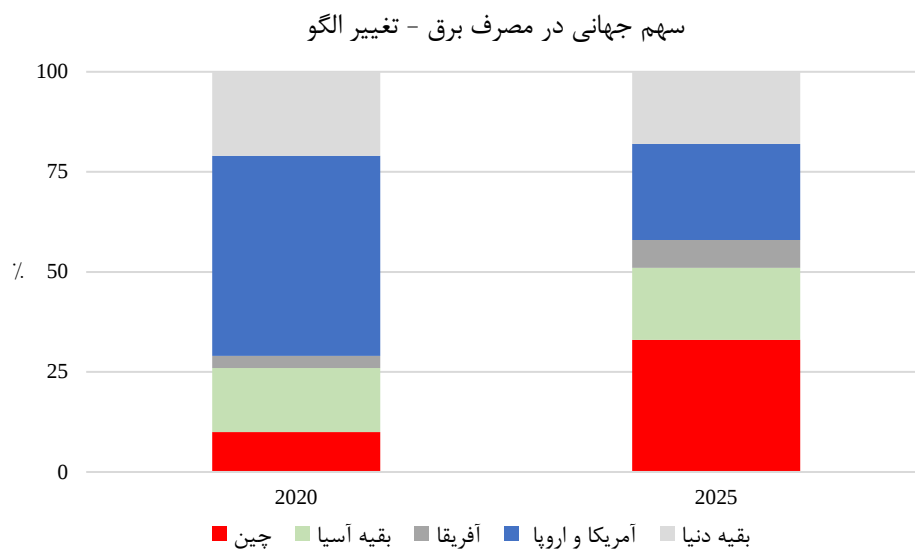
ایالات متحده، برزیل و اروپا کشورهای پیشرو در استفاده از انرژی های تجدیدپذیر (برگرفته از سوخت های زیستی) مورد استفاده در حمل و نقل را تشکیل می دهند. سوخت های زیستی، ۹۰ درصد از انرژی تجدیدپذیر مصرف شده برای حمل و نقل جهانی را تشکیل می دهند (شکل ۴-۳)، در حالی که استفاده از برق تجدیدپذیر به آرامی در حال ظهور است. اتانول و بیودیزل مبتنی بر محصولات زراعی، ۹۹ درصد از انرژی تجدیدپذیر مورد استفاده در حمل و نقل در ایالات متحده و برزیل را تأمین می کنند. درحالیکه در اروپا، برق تجدیدپذیر ۲۰ درصد از انرژی تجدیدپذیر مصرف شده در حمل و نقل را تشکیل می دهد، هند از طریق سیاست های حمایت از سوخت زیستی، استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در حمل و نقل را بیش از دو برابر کرده است.

به طور کلی سرمایه گذاری در افزایش بهره وری انرژی در سال ۲۰۲۰ اندکی کاهش یافته است (شکل ۴-۴). البته به رکورد جدید ۵۶۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۲ افزایش یافته است. هزینه های فناوری های مربوط به افزایش بهره وری انرژی دو سوم کل هزینه های گسترش انرژی پاک و بازیافت انرژی در جهان را تشکیل می دهد. به عبارت دیگر، نوآوری در افزایش بهره وری بسیار بیشتر مورد توجه سیاست گذاران بوده است تا برقی سازی مستقیم حمل و نقل. با این حال، سرمایه گذاری های بیشتری تا سال ۲۰۵۰ مورد نیاز است تا به اهداف محیط زیستی مطلوب جهانی دست یافت. عدم تطابق سیاست گذاری های منطقه ای در تعریف کارایی انرژی وجود دارد و اقتصادهای توسعه یافته سهم عمده سرمایه گذاری ها در این زمینه را بر عهده داشته اند.



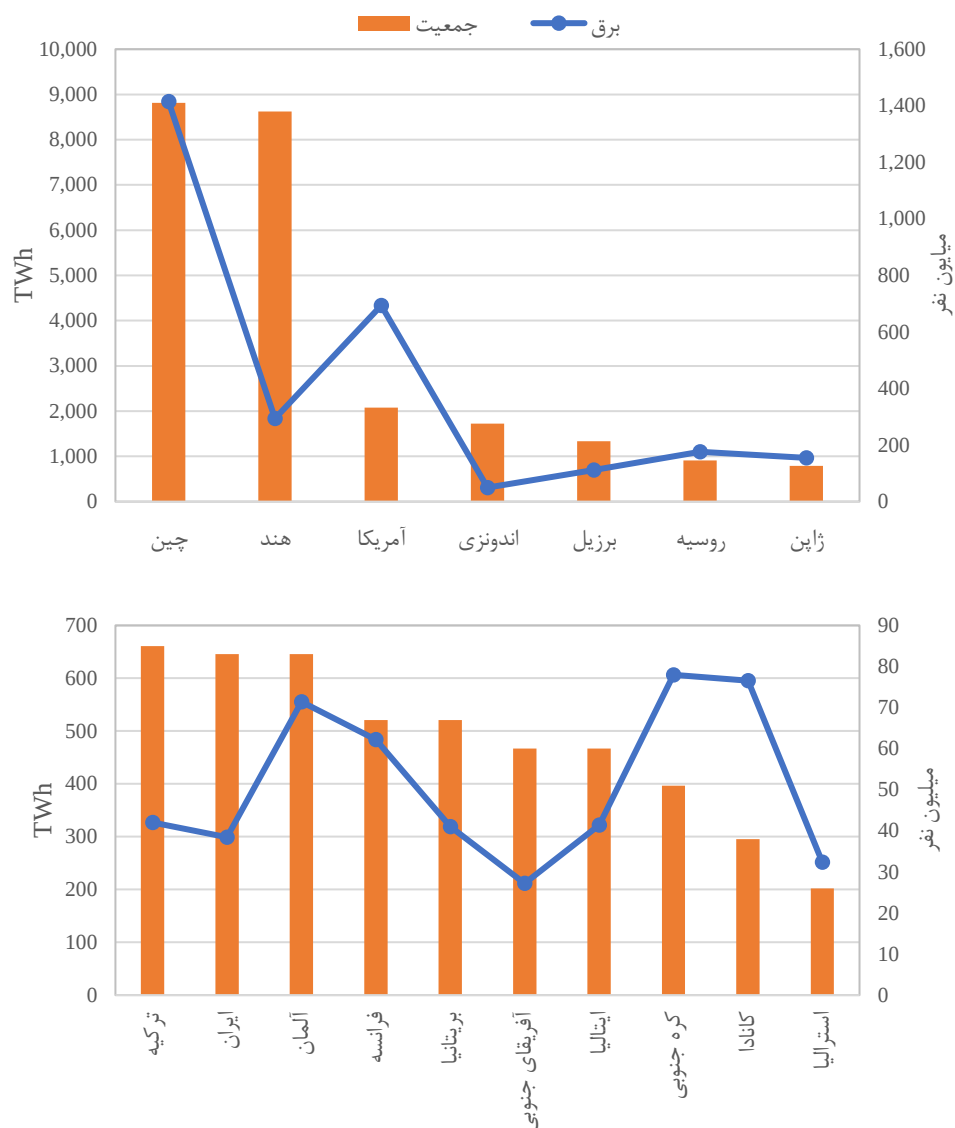
شکل ۴-۴ سرمایه گذاری در صنایع مختلف برای افزایش بهره وری

طبق گزارش آژانس بین المللی انرژی، سهم آسیا از مصرف جهانی برق از حدود یک چهارم در سال ۲۰۰۰ به سرعت در حال افزایش بوده است. همانطور که در شکل ۴-۵ نشان داده شده است، در سال ۲۰۲۵ کشورهای آسیایی نیمی از برق جهان را مصرف خواهند کرد. چین بزرگترین مصرف کننده انرژی در آسیا خواهد بود. پیش بینی می شود که سهم چین در سال ۲۰۲۵ به ۳۳ درصد برسد. در حالی که رشد جمعیت چین اکنون معکوس شده است، استاندارد زندگی رو به رشد باعث افزایش تقاضای برق خواهد شد. انتظار می رود جمعیت سایر کشورهای بزرگ آسیا تا نیمه دوم قرن جاری در حال افزایش باشد. به این معنی که با افزایش تعداد مردم و پیشرفت توسعه این کشورها، تقاضا برای برق نیز بیشتر شود. آسیا استفاده خود از منابع برق تجدیدپذیر را افزایش داده است. این موضوع تا حدی به دلیل تقاضای عظیم در بسیاری از نقاط و اتکا به برق زغال سنگ است. به عنوان مثال، هر دو منبع برق در چین به طور همزمان پیشرفت کرده اند. علی رغم ساخت و سازهای مداوم در نیروگاه های زغال سنگ، انتظار می رود انتشار گازهای گلخانه ای در چین به زودی کاهش یابد. در حالی که کیفیت ساخت و سازها باید در سطح بالایی نگه داشته شود.



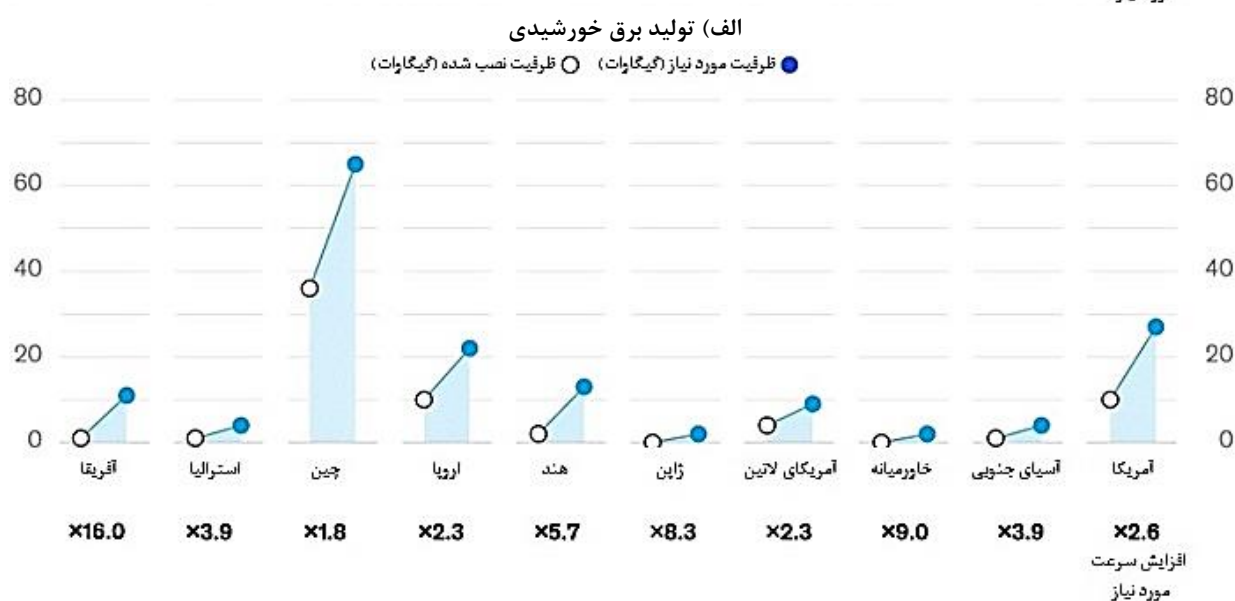
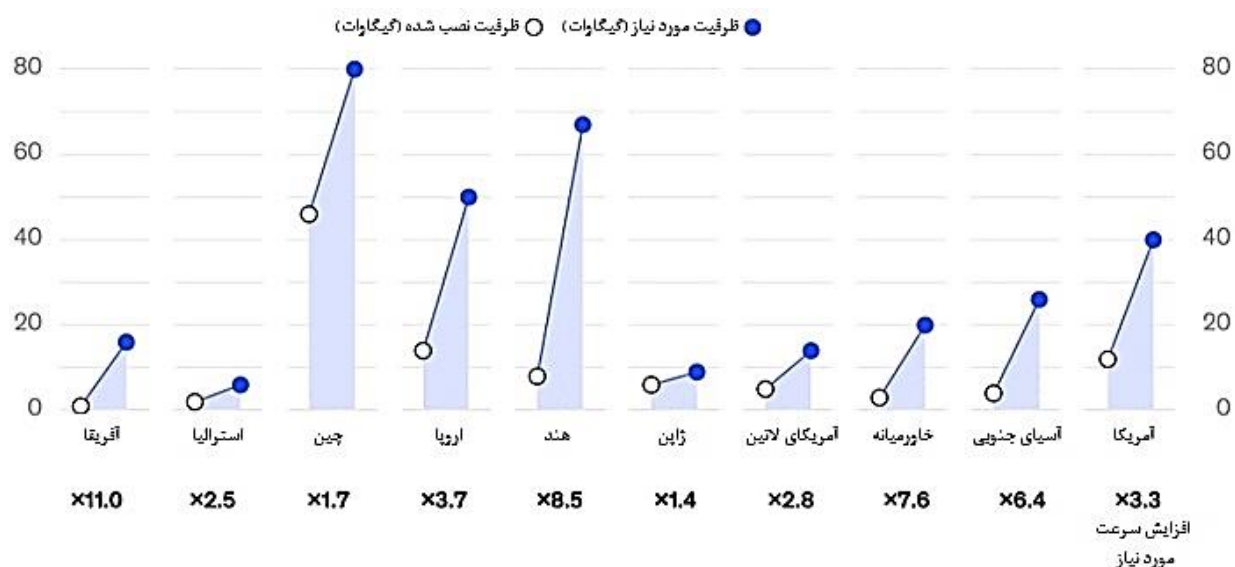
شکل ۴-۵ الکوی جهانی مصرف برق [۳۰]

نیاز کشورها به مصرف برق در حال گسترش می‌باشد و اهمیت هماهنگی بین تولید و مصرف در هر کشوری نیاز به روزرسانی سیاست‌های مربوطه است [۸۲]. همانطور که در شکل ۴-۶ نشان داده شده است مصرف برق در چند کشور انتخابی بسیار متفاوت می‌تواند باشد. شکل ۴-۷ نشان می‌دهد که برای رسیدن به اهداف تعهدی کشورها در سال ۲۰۳۰، تولید برق خورشیدی و بادی باید افزایش چشمگیری یابد.



شکل ۴-۶ جمعیت و مصرف برق در چند کشور انتخابی

بر اساس تخمین‌های شرکت مکنزی، مناطق مختلف دنیا به شدت باید در این دهه روی نیروگاه‌های خورشیدی و بادی سرمایه‌گذاری کنند تا بتوانند به اهداف کربن‌زدایی خود تا آخر این دهه برسند. همه این اهداف به شدت نیازمند سرمایه‌گذاری‌های کلان منطقه‌ای هستند [۸۴-۸۵].



ب) تولید برق بادی

شکل ۴-۷ شتاب دهی لازم برای رسیدن به اهداف تعهدی ۲۰۳۰ از نظر تولید برق خورشیدی (بالا) و برقی بادی (پایین) [۸۴]

۱-۱-۴ دسترسی به انرژی و سرمایه، دو فاکتور مهم رقابت در تولید انبوه

انرژی همچنان دومین هزینه تولید انبوه خودرو است و با توجه به اینکه کسب و کارهای اروپایی در چند ماه گذشته با بالاترین هزینه برق در اروپا مواجه هستند، تداوم نوسان قیمت چیزی است که آنها نمی‌توانند به آسانی مدیریت کنند. سرمایه‌گذاری در فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر و صرفه‌جویی در انرژی سرعت بیشتری گرفته است ولی قیمت انرژی در رشد صنایع اروپایی نقش کمی داشته است. باید توجه داشت که خودرو یکی از مهم‌ترین اقلام صادراتی اروپا به شمار می‌آید و در حال حاضر شاهد نبرد این قاره با قیمت انرژی برای حفظ رقابت‌پذیری محصولات خود با محصولات چین که هم اکنون بسیار عقب افتاده است، هستیم. به نظر می‌آید بدون مشوق‌های مالی دولتی و سرمایه‌گذاری‌های بی‌سابقه در انرژی تجدیدپذیر، صنعت خودرو اروپا سال سختی از لحاظ تولید خواهد داشت.

بزرگ‌ترین نقطه قوت فعالیت پیش‌رو، دانش باتری در اروپا است که هدف مشترک صنعت، دولت و دانشگاه‌های این قاره، بلند پروازی علمی به حساب می‌آید. ولی بلندپروازی علمی برای سرعت بخشیدن صنعت حمل و نقل برقی کافی نیست و برای تحقق رشد قابل توجه در صنعت حمل و نقل برقی، اروپا به چهارچوب جدید نیاز دارد؛ چهارچوبی که به نقاط ضعف رقابتی این قاره بپردازد. مهمترین ضعف رقابتی اروپا نوسان هزینه‌های انرژی است که دوام صنایع اروپایی را تهدید می‌کند. عدم توانایی در رقابت، کشورها و شرکت‌های بزرگ را به سمت محافظت از تولید و بازار می‌برد و این مسئله با بازار آزاد در تضاد است. امروزه، شرکت‌های تجاری بزرگ در حال بررسی سیاست‌هایی هستند که بتوانند کل زنجیره تامین (حتی اگر منابع محدود باشد) را مال خود کنند که نمونه آن کنترل استخراج تا تولید باتری‌ها است.

آنا وایز، رئیس برنامه‌های راهبردی Nyobolt در اروپا می‌گوید: چالش کلیدی برای موفقیت تولید باتری، انتقال از دانش به تولید با حجم بالا در کمترین زمان است. دلایل بوجود آمدن این چالش عبارتند از: دسترس نبودن سایت‌های مناسب با توان کافی، برنامه‌ریزی و الزامات مجوز، پایه مهارت‌های موجود محدود همراه با نیروی ماهر در سطح بین‌المللی در تولید سلول و همچنین دسترسی به سطوح سرمایه‌گذاری مورد نیاز. تامین امنیت زنجیره تامین پایدار باتری یک چالش جهانی است. جالب است که بدانیم ۷۳ درصد سرمایه‌گذاران در شرکت‌های دانش بنیان باتری‌های خودروهای برقی بریتانیا در سال ۲۰۲۲، از ایالات متحده و کشورهای آسیایی هستند و فقط ۲۵ درصد سرمایه‌گذاران از انگلیس و اروپا بوده‌اند [۸۶].

دیتر ورموت، یک فعال اقتصاد آلمانی، می‌گوید، آلمان و سایر کشورها باید مصرف انرژی کمتر را به جای افزایش تولید در اولویت قرار دهند. به عنوان مثال، آلمان نشان می‌دهد که با کاهش مصرف انرژی اولیه می‌توان به رشد اقتصادی دست یافت. کاهش مصرف انرژی، ناشی از افزایش قیمت انرژی، اثربخشی استفاده از مکانیسم‌های قیمت در سیاست‌های سازگار با آب و هوا را اثبات می‌کند. هنوز پتانسیل استفاده نشده ای برای گسترش انرژی تجدیدپذیر وجود دارد و با کاهش تقاضای انرژی، اقتصاد بازار سازگاری با چالش‌های جدید را نشان می‌دهد. از نظر دیتر ورموت، کاهش واردات انرژی برای کشورهای اروپایی جذاب است زیرا استقلال آنها در تامین انرژی را افزایش می‌دهد و گمانه‌زنی‌هایی در مورد امکان تبدیل شدن به صادرکنندگان انرژی خالص برای کشورهایی مانند اتحادیه اروپا ایجاد می‌کند که بسیار بیشتر در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر سرمایه‌گذاری کرده‌اند، اما یک راه طولانی در پیش دارند. دیتر ورموت می‌گوید: مهم نیست در کجا زندگی می‌کنید، استاندارد زندگی و پایداری بالاتری را می‌توان از طریق تغییر به سمت کالاها و خدمات با انرژی کمتر، به جای مصرف بیشتر، به دست آورد [۸۸].

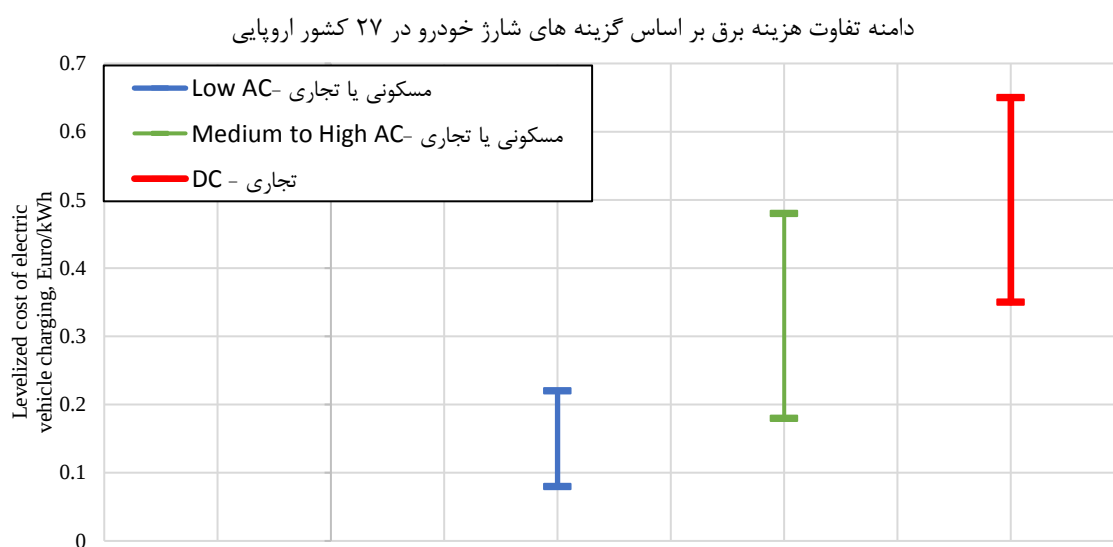
۴-۲ شارژ پیش رو: تجزیه و تحلیل، چالش‌ها و فرصت‌ها

۴-۲-۱ حساب سر انگشتی هزینه برق و زیرساخت‌های شارژ خودروهای برقی

عرضه وسایل نقلیه برقی باید همراه با راه‌اندازی زیرساخت‌ها در خانه و مکان‌های عمومی رخ دهد. طبق رفتار مصرف‌کننده در

کشورهای پیشرو، شارژ خانگی بیشترین شارژ مورد نیاز اکثر رانندگان را تامین می‌کند، در حالی که زیرساخت‌های عمومی، استفاده بی‌دغدغه‌ی خودروی برقی را برای خریداران احتمالی فراهم کرده و برای کسانی که شارژ خانگی ندارند، راه‌حلی مطمئن فراهم می‌کند. اینکه دقیقاً چقدر زیرساخت شارژ مورد نیاز خواهد بود و هزینه آن چقدر است، سوالات اصلی برای دارندگان خودروهای برقی، خودروسازان، سیاست‌گذاران و شرکت‌های برقی است و نیاز هر کشور یا هر شهری منحصربه‌فرد است که احتیاج به محاسبات دقیق اقتصادی دارد [۸۷].

در کشورهایی مانند کشورهای اروپایی که بازار برق به روی بخش خصوصی باز است، مدل‌های کسب و کار شارژ خودرو بر اساس خدماتی است که از نظر تجاری برای آنها سودمند است. به همین ترتیب، نقش تجمیع‌کنندگان در ترویج خدمات مختلف ضروری است. تجمیع‌کننده‌ها به عنوان واسطه بین ارائه‌دهندگان انرژی و مشتریان، در این مورد، مصرف‌کنندگان وسایل نقلیه برقی یا صاحبان ناوگان، عمل می‌کنند [۸۸-۹۱].

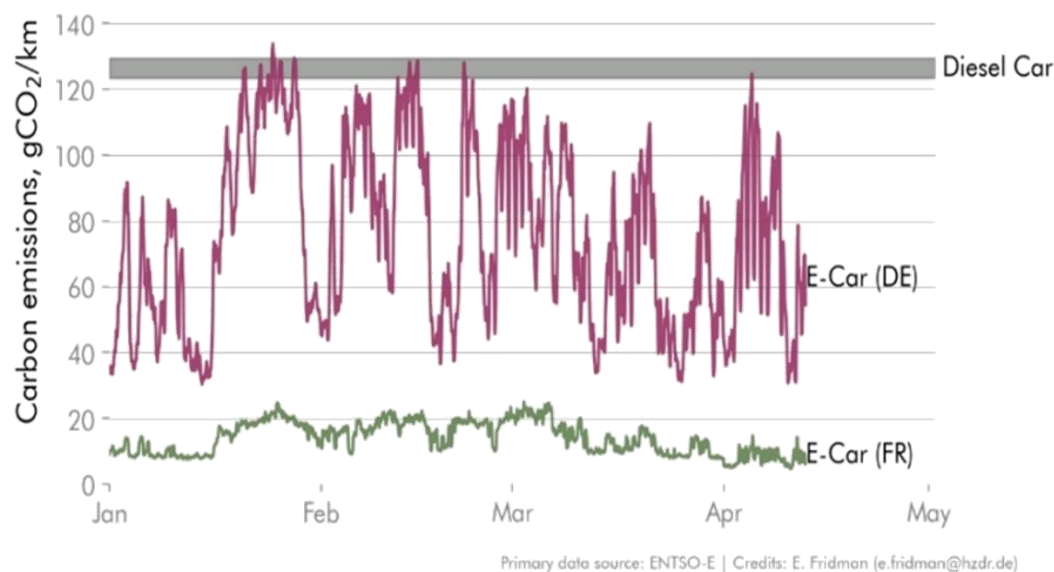


شکل ۴-۸ متوسط دامنه هزینه برق در ۲۷ کشور اروپایی [۹۱]

تجمیع‌کننده‌ها، مشتریان را تشویق می‌کنند تا بر اساس نیاز در بازارهای مربوطه برق که مؤلفه‌ای از جغرافیا و زمان هستند، شرکت کنند و آنها را تشویق می‌کنند تا بیشترین تعداد خودروهای برقی را در خدمات مناسب شارژ هوشمند، هماهنگ نمایند. به طور کلی در بازار آزاد برق (غیر دولتی)، شرایط بازار به طور موثر در مورد قیمت و تقاضا تصمیم می‌گیرد. با این حال، حتی در بازار آزاد اروپا که قوانین بالادستی تا حدود زیادی هماهنگ با بازار است، قیمت برق برای شارژ خودروها می‌تواند بسیار متفاوت باشد، زیرا هزینه‌های برق سازی و زیرساخت شارژ به طور قابل توجهی متفاوت است (شکل ۴-۸). قابل ذکر است که بازار برق ایران هنوز هیچ نقشی را برای بازیگران بالقوه بازار آزاد در بخش برق خود تعریف نکرده است.

مقایسه انتشار شبکه برق آلمان و فرانسه در شکل ۴-۹ حاکی از آن است که درجه سبز بودن خودروهای برقی در آلمان و فرانسه که هر دو جزو کشورهای صنعتی اروپا هستند می‌تواند در بعضی زمان‌ها بسیار متفاوت باشد که نشان می‌دهد شبکه برق فرانسه در

بیشتر مواقع سبزتر و در نتیجه خودروهای شارژ شده در آن شبکه نیز سبزتر هستند [۹۲].

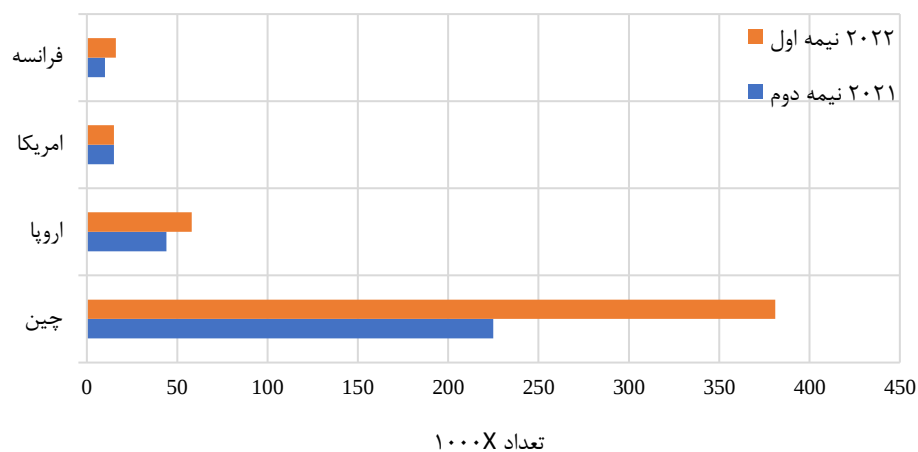


شکل ۴-۹ مقایسه انتشار شبکه برق آلمان و فرانسه در برهه زمانی ژانویه تا مارچ ۲۰۲۳ [۹۲]

در سال‌های اخیر شاهد رشد نصب شارژهای خصوصی و عمومی در سراسر کشورهای پیشرفته هستیم (شکل ۴-۱۰). بودجه لازم برای ساخت شارژها در سراسر جهان بسیار متفاوت است و هیچ رابطه خطی بین شهرهای مختلف جهان وجود ندارد. به عنوان مثال، هزینه‌های سرمایه، از جمله نصب، راه‌اندازی و سخت‌افزار، برای سناریویی با فروش ۲/۶ میلیون خودروی برقی جدید در ۱۰۰ منطقه شهری برتر ایالات متحده طی دوره ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۵ نشان می‌دهد که هزینه شارژ خانگی برای پشتیبانی از این تعداد وسایل نقلیه برقی بالغ بر ۱/۳ میلیارد دلار است (شکل ۴-۱۱)، در حالی که داشتن شارژ معمولی در محل کار جدید و شارژ سریع DC، یک میلیارد دلار هزینه دیگر نیز در بر خواهد داشت. به عبارت دیگر، ۲/۳ میلیارد دلار برای نصب ۱/۲۱۴ میلیون شارژ مختلف (از نظر قدرت و مکان) در آمریکا نیاز است. باید توجه داشت که ۷۵ درصد هزینه شارژ سریع مربوط به سخت‌افزار و مواد مورد نیاز است. بودجه تخمینی برای نصب تعدادی شارژ در دو شهر انتخابی آمریکا در شکل ۴-۱۲ مقایسه شده است.

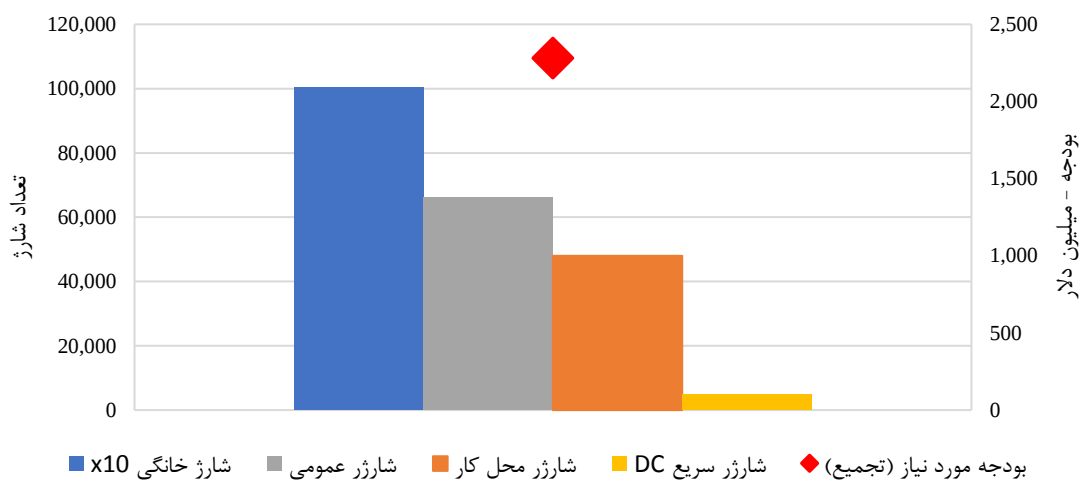
در کشورهای اروپایی و آمریکایی نصب یک شارژ می‌تواند از ۵۰۰ دلار (خانگی) تا ۱۴۰ هزار دلار (۳۵۰ کیلو وات DC) قیمت داشته باشد. بررسی کشورهای پیشرو نشان می‌دهد که هزینه اصلی شارژهای خانگی، ارتقاء شبکه‌های برق منطقه‌ای و کار نصب شارژ خانگی است. فرض بر این است که با افزایش تعداد خودروهای برقی، شارژهای عمومی، مورد استفاده بیشتر قرار می‌گیرند و هزینه‌های زیرساخت‌های شارژ عمومی سال به سال به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد.

رشد نصب شارژرهای عمومی



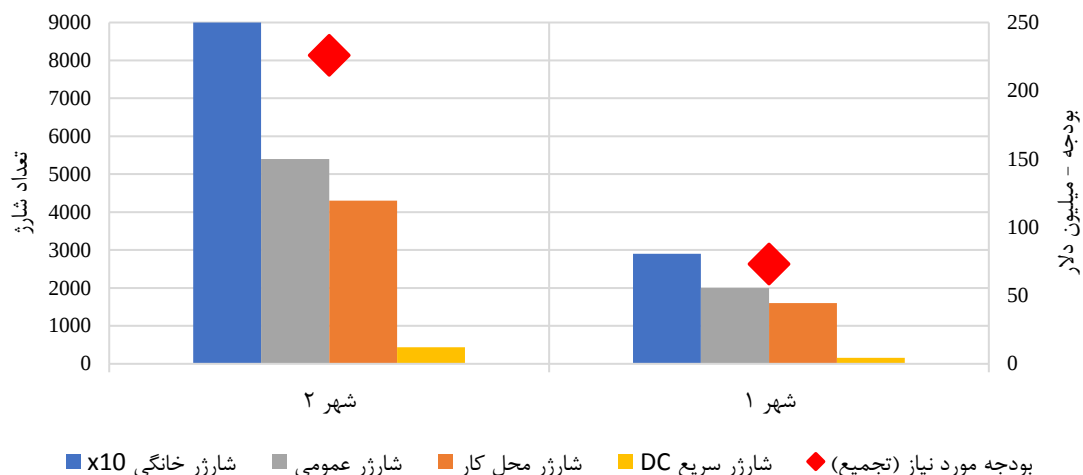
شکل ۴-۱۰ رشد نصب شارژر عمومی [۹۳]

بودجه تخمینی برای نصب تعدادی شارژر در صد شهر آمریکا

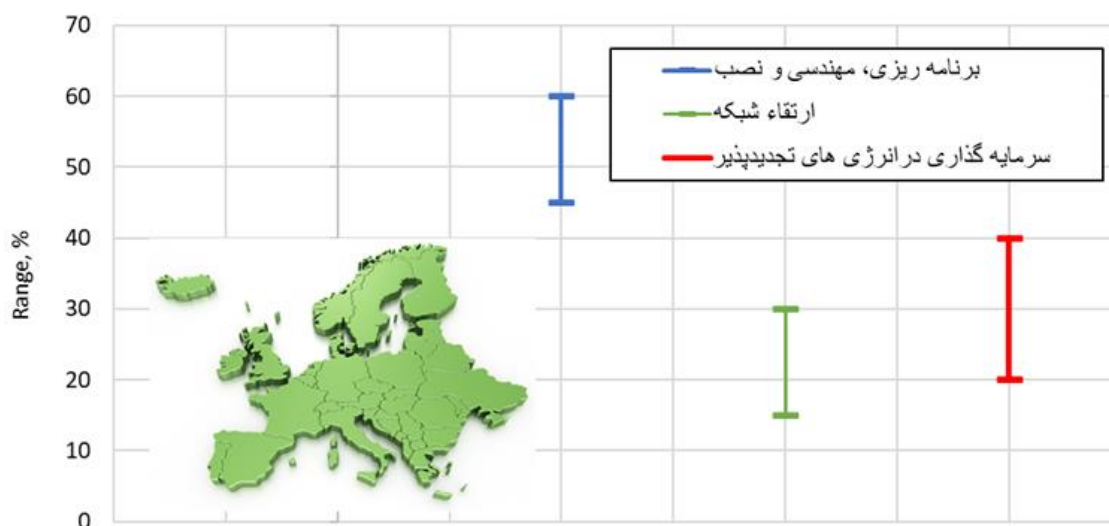


شکل ۴-۱۱ بودجه تخمینی برای نصب تعدادی شارژر در صد شهر آمریکا [۹۴-۹۵]

مقایسه بودجه تخمینی برای نصب تعدادی شارژر در دو شهر آمریکا



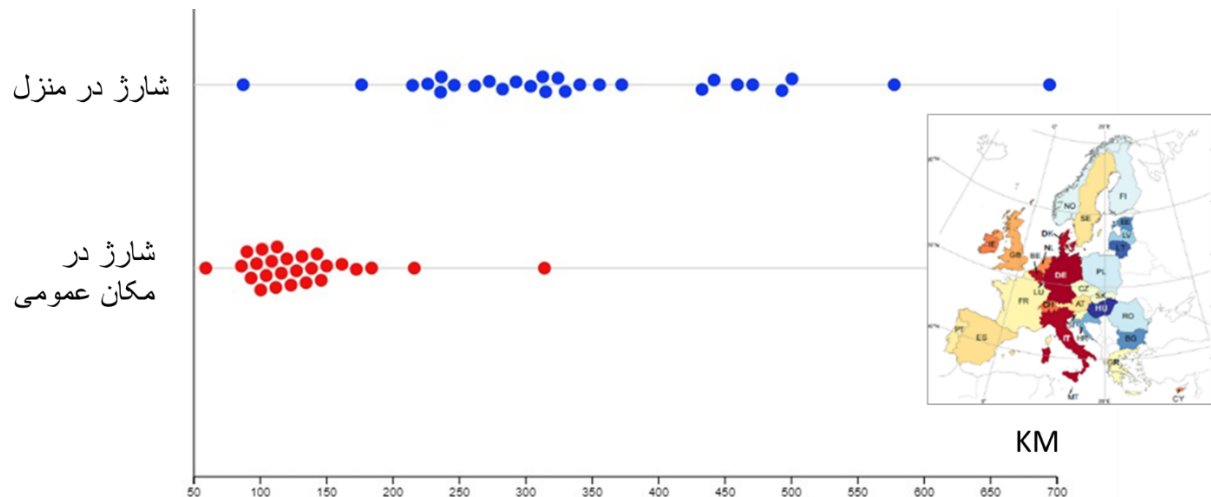
شکل ۴-۱۲ بودجه تخمینی برای نصب تعدادی شارژر در دو شهر انتخابی آمریکا [۹۵]



شکل ۴-۱۳ بودجه مورد نیاز (%) فعالیتهای مختلف برقی سازی از بودجه کل ۲۴۰ میلیارد یورویی در اروپا

اروپا در نظر دارد ۲۴۰ میلیارد یورو صرف تولید و توزیع انرژیهای سبز و نصب شارژر در این قاره انجام بدهد. همانطور که در شکل ۴-۱۱ نشان داده شده است، ۵۰ تا ۶۰ درصد این بودجه، صرف برنامه ریزی مهندسی و نصب شارژرها خواهد شد. لازم به ذکر است که اروپا در نظر دارد با داشتن ۸۵ میلیون خودرو برقی تا سال ۲۰۳۰ حدوداً ۴۵ میلیون شارژر در نقاط مختلف اروپا نصب کند که ۷۵ درصد این شارژرها خانگی خواهند بود. فقط مجموع تقاضای انرژی برق سالانه در چهار کشور اروپایی (آلمان، هلند، فرانسه و انگلیس) به خاطر ظهور خودرو برقی در ۱۰ سال، ۳۳ برابر افزایش خواهد یافت که رقمی بسیار قابل توجه است و بدون مدیریت هوشمند امکان پذیر نخواهد بود. هوشمندی شارژها به معنای دسترسی آنان حداقل به شبکه ۴G در سراسر اروپا است. شکل ۴-۱۴ نشان می دهد که بعلت هزینه های بسیار پایین تر شارژر در منزل، تقریباً ۳ برابر متوسط پیمایش بیشتری می توان در ازای هزینه ۱۰ یورویی به دست آورد. به عبارتی با هزینه ۱۰ یورویی، یک مصرف کننده در اروپا می تواند معادل ۳۲۶ کیلومتر، خودرو خود را در

منزل شارژ کند که این رقم به یک سوم کاهش خواهد یافت اگر در مکان عمومی شارژ شود.



شکل ۴-۱۴ مقایسه بین متوسط کیلومتر قابل پیمایش با هزینه ۱۰ یورو در ۲۶ کشور اروپایی

۴-۲-۲ همکاری بین ایالات متحده آمریکا و اتحادیه اروپا به منظور هماهنگی و به اشتراک گذاشتن بهترین شیوه‌ها

همکاری بین اقیانوسی بین دولت‌ها و مؤسسات تحقیقاتی ایالات متحده آمریکا و اتحادیه اروپا، در حال حاضر اشتراک گذاشتن دانش و تجربه فنی استانداردها، بهینه‌سازی روش‌های آزمون، تخصص فنی و تحقیقات اولیه را حمایت می‌کند. در ماه مه / ژوئن ۲۰۲۳، توصیه‌های مشترک جدیدی توسط ایالات متحده آمریکا و اتحادیه اروپا ارائه شده است که به ادارات عمومی در ایالات متحده و اتحادیه اروپا که در زیرساخت حمل و نقل برقی سرمایه‌گذاری می‌کنند، امکان همکاری بیشتری را فراهم می‌کند. سیاست‌گذاران هر دو منطقه می‌توانند با تعیین شرایط مناسب، فعالیت‌های مشترک استانداردسازی را برای بهبود صنعت فعال کرده و تحقیقات اولیه را پشتیبانی کنند. نکات اصلی توصیه‌های مشترک جدید به شرح زیر است [۹۷]:

- تدوین راهبرد مشترک پشتیبانی از استانداردها
- انجام تحقیقات قبل از استانداردسازی به منظور حمایت از مصرف‌کنندگان، صنعت و شبکه
- انجام تحقیقات هماهنگ در زمینه اطمینان شبکه در شرایط شارژ گسترده خودروهای برقی
- انجام تحقیقات هماهنگ برای بهینه‌سازی قابلیت خودروهای برقی و زیرساخت شارژ
- اعتماد به استانداردها و مقررات توافق‌شده برای زیرساخت حمل و نقل برقی
- تسهیل در به‌کارگیری مقررات فنی جهانی برای باتری‌های خودروی برقی
- ترویج کارهای جاری در زمینه اندازه‌گیری دوطرفه برای شارژرها
- گسترش فعالیت‌ها در مورد نیازمندی‌های سطح بالا برای ارتباط و همکاری در زمینه شارژرها

- تقویت همکاری در استانداردها، ضوابط، روش‌های آزمون و نیازمندی‌های فناوری
 - حمایت از توسعه زیرساخت شارژ هوشمند با هزینه کارآمد
 - به اشتراک گذاشتن تجارب کسب شده و تضمین پروتکل‌های ارتباطی باز (برای رقابت تجاری مساوی شرکت‌ها)
 - ایجاد راه‌حل‌های شارژ با هزینه کارآمد، بازده انرژی بالا و سازگار با شبکه
 - حمایت از تحقیق و توسعه راه‌حل‌های پیشرفته شارژ مانند V2X و شارژ بی‌سیم انرژی
- بیانیه سیاسی مشترک بین اقیانوس اطلسی بین ایالات متحده آمریکا و اتحادیه اروپا سعی در کاهش هزینه‌ها شارژ را دارد، با توجه به موارد زیر:
- اجرای مجموعه‌ای توافق شده از استانداردها و مقررات برای تأمین اعتبار عمومی، از جمله نیازمندی‌های فنی، به منظور جلوگیری از هزینه‌های مرتبط با زیرساخت‌های ناسازگار.
 - جلوگیری از وابستگی به شبکه‌های شارژ خاص برای جلوگیری از هزینه‌های اضافی.
 - الزام مهندسان برنامه‌ریزی و تأمین کنندگان تجهیزات برای در نظر گرفتن برنامه‌ریزی به‌روزرسانی مناقصه‌ها و خریدهای عمومی به منظور تأمین تقاضای آینده و جلوگیری از جایگزینی هزینه‌بر.
 - اجرای تدابیر امنیت سایبری به منظور جلوگیری از آسیب‌ها و ضررهای مالی ناشی از نفوذهای امنیتی در زیرساخت شارژ خودروهای برقی.
 - هماهنگی و به اشتراک گذاشتن بهترین شیوه‌ها به منظور مدیریت هزینه‌های نرم نصب زیرساخت شارژ، از جمله در دسترس بودن سخت‌افزار، مجوزهای ساختمانی و تأیید اتصال به شبکه، جهت سهولت در فرآیند پیاده‌سازی و کاهش هزینه‌های غیرضروری.
 - انجام تحقیقات برای بهینه‌سازی قابلیت خودروهای برقی و زیرساخت شارژ به منظور ارائه خدمات شبکه برق فعلی و کاهش نیاز به ارتقاء هزینه‌بر شبکه.
 - همکاری و تبادل نتایج تحقیقات در مورد بهره‌وری انرژی الکتریکی شارژرها و تخمین مصرف انرژی
- این توافق سیاسی بین دو ابرقدرت فناوری، این واقعیت را برجسته می‌کند که درس‌های زیادی با هزینه‌های بالا آموخته شده است و عدم همکاری برای به اشتراک گذاشتن دانش و تجربه به معنای پرداخت هزینه‌های بالاتر و تکرار اشتباهات است.

۴-۲-۳ اهمیت هوشمند سازی سیستم های انرژی

نوآوری برای گذار به سمت انرژی‌های سبز برای کرین زدایی بخش حمل و نقل بسیار مهم است. تمرکز خلاقیت و نوآوری باید در راستای تولید و مصرف هوشمندانه انرژی سبز و تعامل آنها با زیرساخت‌های سیستم های انتقال قدرت و حمل و نقل کار آمد باشد. خلاصه ای از نکات اصلی در حوزه نوآوری در صنعت انرژی مرتبط با برقی سازی حمل و نقل می تواند بصورت ذیل خلاصه گردد:

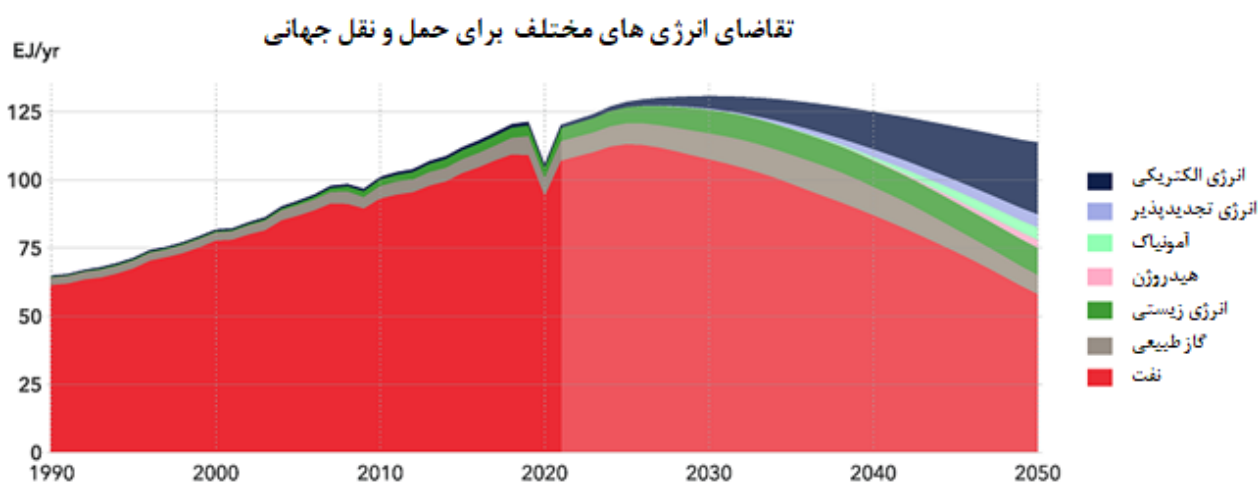
- اهداف پایداری مستلزم گسترش سریع تر انرژی های تجدیدپذیر و شبکه برق هوشمندتر و حمل و نقل هوشمند است.
 - سهم برق در کل مصرف انرژی نهایی باید از ۲۱ درصد در سال ۲۰۱۹ به ۲۹ درصد تا سال ۲۰۳۰ و ۵۱ درصد تا سال ۲۰۵۰ افزایش یابد. بدین ترتیب تقاضای جهانی برق تا سال ۲۰۵۰ سه برابر بیشتر خواهد شد که بر اهمیت بهره‌وری انرژی با استفاده از فناوری هوشمندانه احتیاج به توجه ویژه جهانی دارد.
 - برقی‌سازی بخش‌های عمده مصرف نهایی (صنعت، ساختمان‌ها، حمل و نقل) همراه با اقدامات کارآیی، مصرف انرژی جهانی را کاهش می‌دهد.
 - برق‌سازی حمل و نقل باید به روش‌های هوشمندانه انجام شود و منابع ذخیره ساز انرژی انعطاف پذیر را توانا تر سازد. در کشورهای توسعه یافته، برقی‌سازی سریع و هوشمند به عنوان فرصتی برای تسریع رشد اقتصادی، بهبود امنیت انرژی و دستیابی به اهداف پایداری در نظر گرفته می‌شود.
 - برق‌سازی هوشمند از فشار بیشتر بر شبکه (مخصوصاً در اوج مصرف) جلوگیری می‌کند، بخش انرژی را کربن زدایی می‌کند و انعطاف پذیری را در عرضه و تقاضا افزایش می‌دهد.
 - برق‌سازی هوشمند حمل و نقل با تکیه بر انرژی‌های تجدیدپذیر، چرخه‌ای اقتصادی با اهمیت ایجاد می‌کند که باعث رشد، نوآوری، کاهش هزینه‌ها و فرصت‌های سرمایه‌گذاری می‌شود.
 - وسایل نقلیه برقی در حال حاضر می‌توانند به کربن زدایی بخش‌های حمل و نقل و گرمایش کمک کنند. البته نوآوری در حمل و نقل به خودروهای برقی محدود نمی‌شود. طراحی زیرساخت‌های شارژ هوشمند، ارتقا مخابرات، طراحی بازارهای جدید، مقررات و استاندارد سازی، برنامه ریزی در سطح سیستم‌های انرژی ملی و منطقه ای، و مدل‌های تجاری نیز برای موفقیت برقی‌سازی حمل و نقل ضروری است. راه‌حل‌های موفق مستلزم راه‌حل‌های جامع در تمام بخش‌های سیستم قدرت و بخش‌های مصرف نهایی است.
 - استراتژی‌های طراحی سیستم قدرت و کاربرد نوآوری در برقی‌سازی حمل و نقل بین کشورها بر اساس جنبه‌های فنی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی متفاوت است.
- راه‌حل‌های دیجیتالی نوآورانه برای رشد زیرساخت شارژ حمل و نقل برقی، پتانسیل اقتصادی قابل توجهی را ارائه می‌دهد. راه‌حل‌های دیجیتال مبتنی بر داده می‌توانند با بهبود قابلیت پیش‌بینی عرضه و تقاضا، برنامه‌ریزی و کاهش ریسک سرمایه‌گذاری، سرمایه‌گذاری در زیرساخت شارژ را بهینه و ایمن کنند. اقتصاد علم داده می‌تواند به عنوان ابزاری موثر برای پدید آوردن راه‌حل‌های دیجیتال برای استفاده بهینه زیرساخت شارژ به کار رود. در اقتصاد علم داده همکاری بین ذینفعان مختلف ضروری است زیرا هیچ واحد ذینفع، همه داده‌ها را در اختیار ندارد و برخی از کسب و کارها تنها در صورتی توجیه اقتصادی پیدا می‌کنند که همکاری موثر برای به اشتراک‌گذاری داده‌ها اتفاق بیفتد. کسب و کارها باید موقعیت خود را در زیست بوم حمل و نقل برقی ترسیم کرده و نیازهای

داده های تکمیلی را برای بهبود عملکرد خود شناسایی کنند. انتخاب ساختار مناسب برای دسترسی و اشتراک گذاری داده ها برای همکاری دیجیتال موثر، ضروری است. کسب و کارها باید دستورالعمل های روشنی برای اشتراک گذاری داده، مالکیت داده، حریم خصوصی و توسعه مدل های کسب و کار جدید ارائه دهند [۱۸۰].

۴-۳ اثر گسترش خودروی برقی بر اقتصاد نفت

جنرال موتورز در میان همه اخبار وسایل نقلیه برقی از سرمایه گذاری قابل توجهی در تولید وسایل نقلیه احتراقی در چهار کارخانه خود در آمریکای شمالی خبر داده است. جنرال موتورز نزدیک به ۱ میلیارد دلار، بیشتر برای تولید موتورهای احتراق داخلی صرف می کند. برای این شرکت سرمایه گذاری های اضافی برای تقویت موتورهای احتراق داخلی با هدف حمایت از خط جدید پیکاپ تراک ها و شاسی بلندهای آن انجام می شود. این محصولات سودآور اصلی این خودروساز هستند تا شرکت بتواند از سود حاصله، برای توسعه خودروها و کامیون های برقی باتری دار آینده شرکت استفاده کند.

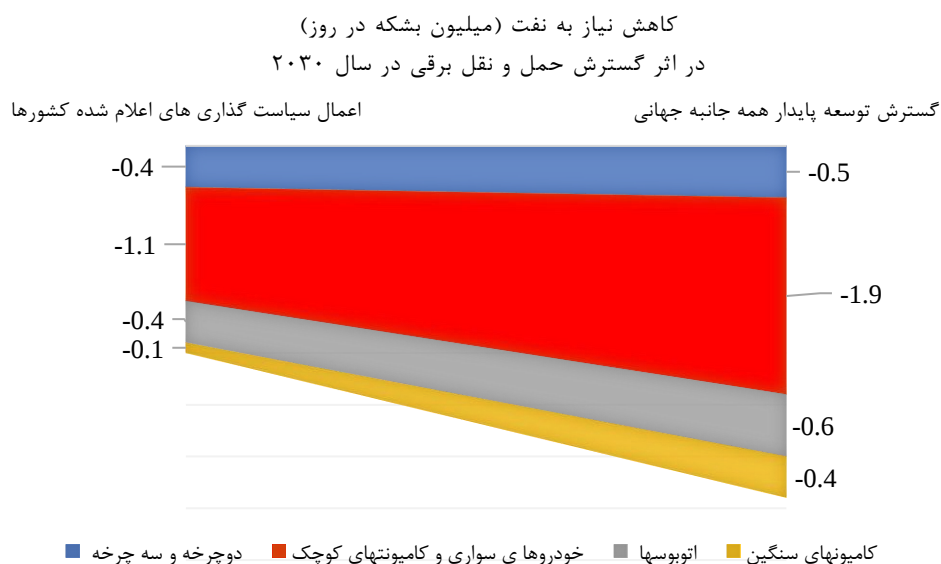
پیش بینی ها حاکی از آن است که بیشترین تاثیر اقتصادی بر کاهش نیاز نفت از برقی شدن خودروهای سواری است و تنها با اراده توسعه پایدار جهانی است که عدم نیاز به نفت در بازار محسوس خواهد شد. شکل ۴-۱۵ تحول حمل و نقل جهانی و متنوع شدن نوع سوخت را نشان می دهد [۱۵].



شکل ۴-۱۵ تحول حمل و نقل جهانی و متنوع شدن نوع سوخت [۱۵]

کارشناسان، کاهش تقاضای ۷ میلیون بشکه نفت در روز را به دلیل گسترش خودروهای برقی بعد از ۲۰۴۰ پیش بینی می کنند. اثر گسترش صنعت خودرو برقی بر کاهش نیاز نفت جهانی در شکل ۴-۱۶ نشان داده شده است که می تواند تابعی از نحوه اجرای سیاست های ملی و بین المللی باشد. نیاز نفت جهانی برای حمل و نقل در مناطق مختلف جهان بسیار متفاوت خواهد بود که در شکل ۴-۱۷ مقایسه شده است. کشورهای آمریکای شمالی و اروپا بیشترین کاهش را تا سال ۲۰۵۰ تجربه خواهند کرد.

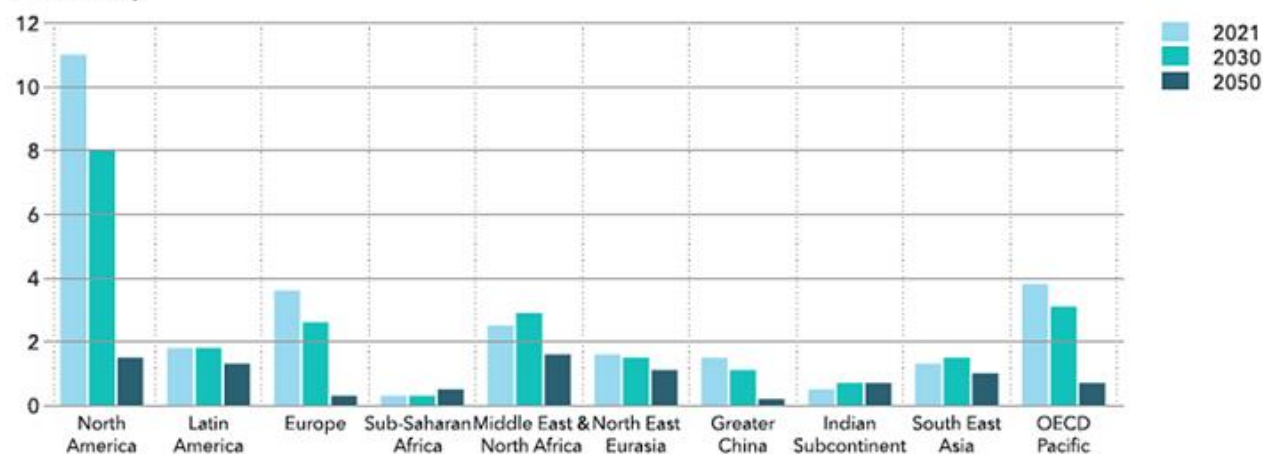
سرمایه‌گذاری ممتد جنرال موتورز در تولید وسایل نقلیه احتراقی به این معنا است که وسایل نقلیه احتراقی هنوز هم یک بازار پر درآمد عمده را نشان می‌دهند که کشورهای غربی نمی‌خواهند به راحتی آن را از دست بدهند. برآورد غربی‌ها این است که در کوتاه‌مدت توان مقابله با چین را در حوزه وسایل نقلیه برقی نخواهند داشت.



شکل ۴-۱۶ اثر گسترش صنعت خودرو برقی بر کاهش نیاز نفت جهانی [۲]

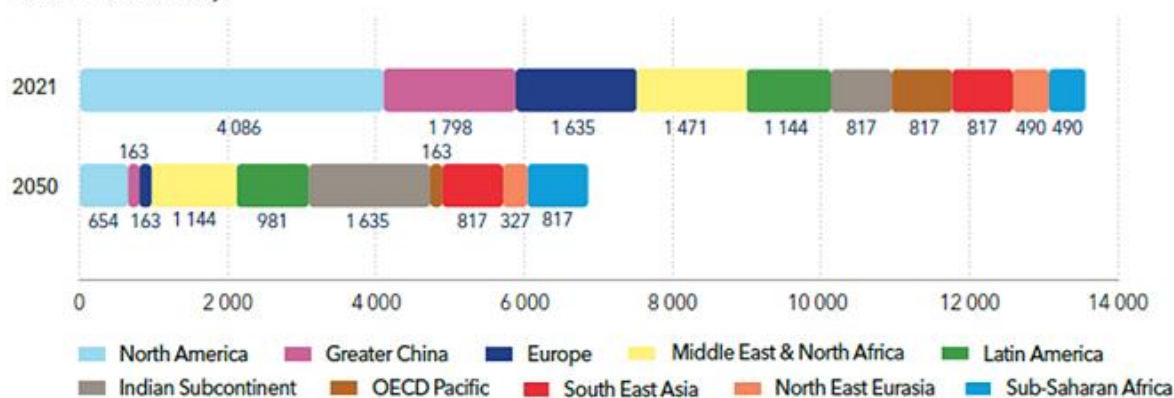
Oil demand per capita for road transport

Units: barrel/yr



Oil demand, road transport, all regions, 2021 vs 2050

Units: Million barrels/yr



شکل ۴-۱۷ نیاز نفت جهانی برای حمل و نقل در مناطق مختلف جهان [۱۵]

جالب است بدانیم دو شرکت عمده فعال در نصب شارژهای برقی در اروپا، دو غول نفتی شل و بی پی هستند، هر چند جدیداً شرکت بی پی اعلام کرده است که قصد دارد سرمایه‌گذاری در انرژی‌های نو را کاهش دهد. شایعات حاکی از آن است که سرمایه‌گذاری‌های اخیر این شرکت در انرژی‌های نو، برگشت جذابی برای سهام‌داران این شرکت نداشته است و شرکت بی پی به دنبال حفظ موقعیت بازار خود است [۹۸]

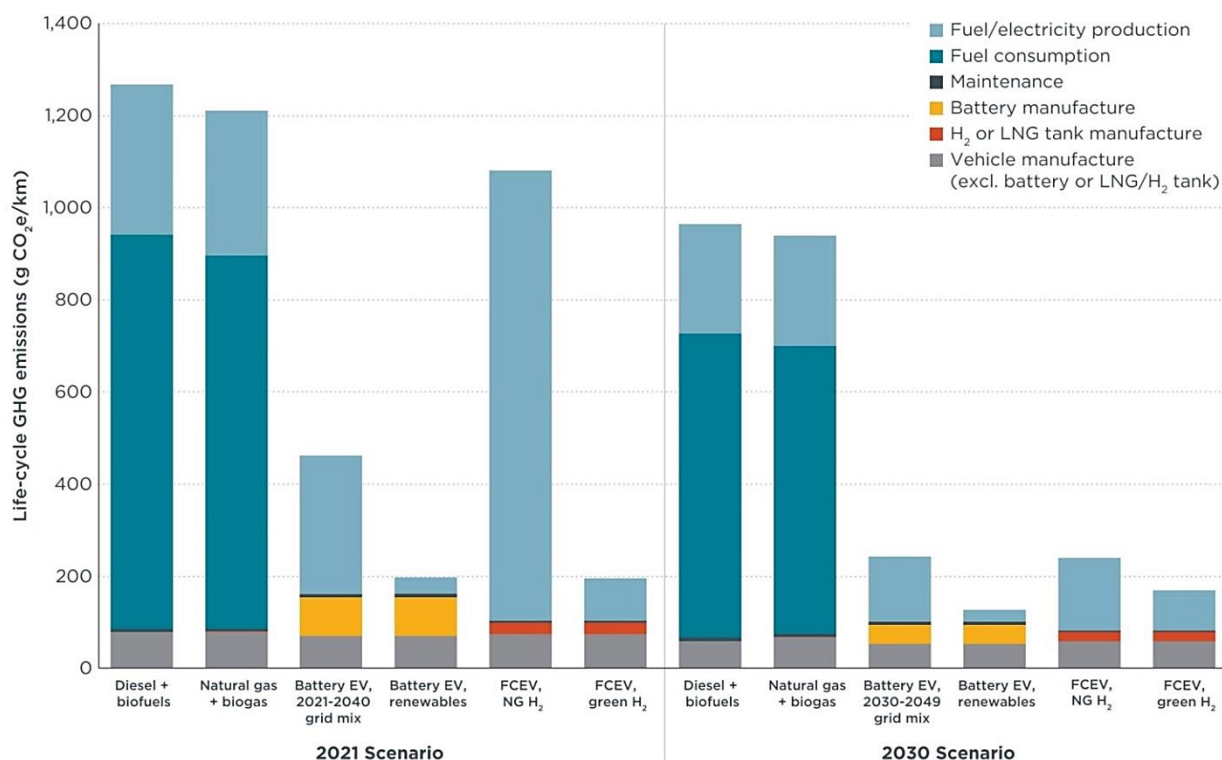
۵ خودروهای سنگین و نیمه سنگین

۵-۱ فناوری‌های نوظهور

وسایل نقلیه سنگین برای صنعت‌های مختلف نقش حیاتی دارند و نقش ستون فقرات تجارت و بازرگانی در سراسر جهان را بازی می‌کنند. کامیون‌های برقی و هیدروژنی، فناوری‌های نوظهور جدید برای کربن‌زدایی کامیون‌ها هستند. کامیون‌های برقی نیز به کامیون‌های برقی باتری‌دار یا کامیون‌هایی با استفاده از سیستم‌های جاده برقی (ERS) تقسیم می‌شوند. کامیون‌های پیل سوختی هیدروژنی، مجهز به قوای محرکه برقی هستند. سیستم‌های ERS شامل نصب زیرساخت‌هایی هستند که انرژی برقی را مستقیماً به وسیله نقلیه در حال حرکت تحویل می‌دهند. توسعه‌افته‌ترین و سازگارترین ERS با کامیون‌ها، یک سیستم رسانا بالای سر است که شامل سیم‌های معلق در بالای کامیون و یک پانتوگراف نصب‌شده در بالای وسیله نقلیه است. این فناوری در آزمایش‌هایی در بزرگراه‌های عمومی در سراسر اروپا به صورت آزمایشی به کار گرفته شده است و نتایج نشان می‌دهند که قدرت کافی برای کامیون‌های بزرگ در سرعت بزرگراه‌ها را فراهم می‌کند. در کامیون‌های هیدروژنی، هیدروژن در پیل‌های سوختی به الکتریسیته تبدیل می‌شود. هر دو فناوری امتحان شده در کامیون‌های برقی و هیدروژنی، گزینه‌های امیدوارکننده‌ای را برای آینده کامیون‌های بدون آلاینده‌گی ترسیم می‌کنند.

اخیراً محققان شورای بین‌المللی حمل و نقل پاک (ICCT) انتشار چرخه زندگی کامیون‌ها و اتوبوس‌های تمام برقی، هیدروژن، گاز طبیعی و گازوئیل را در اروپا مقایسه کرده‌اند. بر اساس تجزیه و تحلیل چرخه عمر توسط ICCT، کامیون‌های تمام برقی در کل چرخه عمر خود می‌توانند ۶۳ درصد کمتر از گازوئیل، گازهای گلخانه‌ای منتشر کنند (شکل ۵-۱).

به گزارش ICCT در ۱۴ فوریه ۲۰۲۳، کمیسیون اروپا پیشنهادی را برای اصلاح استانداردهای CO₂ اتحادیه اروپا برای کامیون‌ها، تریلرها و اتوبوس‌ها به منظور کاهش انتشار کربن و دستیابی به بی‌طرفی آب و هوا تا سال ۲۰۵۰ ارائه کرد. این پیشنهاد اهداف کاهش انتشار CO₂ قابل دستیابی را برای این هدف تعیین می‌کند. اهداف پیشنهادی کمیسیون اروپا گسترده هستند و کاهش قابل توجهی در انتشار گازهای گلخانه‌ای از کامیون‌ها و اتوبوس‌ها تا سال ۲۰۵۰ به همراه خواهند داشت. این تجدید نظر کمیسیون اروپا مستلزم کاهش انتشار آلودگی کامیون‌های جدید تا ۴۵ درصد در سال ۲۰۳۰، ۶۵ درصد در سال ۲۰۳۵ و ۹۰ درصد در سال ۲۰۴۰ است. سهم بالای خودروهای بدون آلاینده‌گی به شدت افزایش خواهد یافت و حتی فروش اتوبوس‌های احتراقی را تا سال ۲۰۳۰ متوقف می‌کند. اروپا از فرصت برقی شدن حمل و نقل می‌خواهد تمام استفاده را بکند اگرچه استانداردهای پیشنهادی کمیسیون اروپا، این بخش از حمل و نقل را تا سال ۲۰۵۰ به طور کامل کربن‌زدایی نمی‌کند. لازم به ذکر است قیمت کامیون‌های برقی هنوز در این قاره بالا است. مزایا و چالش‌های کامیون‌های برقی با سیستم‌های جاده برقی، برقی باتری‌دار و هیدروژنی در ادامه ارائه شده است. بلوغ و ریسک فناوری‌های مختلف در حمل و نقل جاده ای باید به صورت جدی در سیاست‌گذاری‌ها در نظر گرفته شود [۱۰۰-۱۰۱].



شکل ۵-۱ مقایسه انتشار چرخه زندگی کامیون ۴۰ تنی با نیروی محرکه متفاوت (تولیدی در دو سال متفاوت) [۹۹-۱۰۰]

شرکت ADL، یک تخمین هزینه بین کامیون‌های سنگین دیزلی، تمام برقی و هیدروژنی فیول سل را در جدول ۵-۱ ارائه کرده است که البته این تخمین بر اساس یک سری فرضیات اولیه این شرکت می‌باشد. افزایش یا کاهش هزینه بر اساس مضربی از مرجع دیزل (X) داده شده است. این مقایسه شامل کل هزینه مالکیت نمی‌شود و فقط شامل هزینه خرید اولیه، اقتصاد سوخت و مقایسه هزینه نگهداری است. این جدول نشان می‌دهد که کامیون‌های هیدروژنی در حال حاضر در مقایسه با دیزل هزینه بالایی دارند، اما روند قیمت تمام شده در حال کاهش است. همچنین، پارامترهای مهم دیگر در تحلیل اقتصادی کامیون که وابسته به اقلیم خاص می‌باشد، مهم است. به عنوان مثال، موسسه تحقیقات حمل و نقل آمریکا تخمین می‌زند که دستمزد راننده برای بسیاری از شرکت‌های حمل و نقل بین ۲۰ تا ۴۰ درصد هزینه نهایی در هر مایل را تشکیل می‌دهد. بنابراین زمان شارژ سریع پتانسیل بیشتری برای کاهش TCO برای کامیون‌های هیدروژنی دارد، اما هزینه ساخت شارژر سریع برای کامیون‌ها در حال حاضر بسیار بالا است [۱۸۵].

جدول ۵-۱ تخمین روند تغییرات قیمتی قوای محرکه های مختلف برای کامیون [۱۸۵]

	دیزل	تمام برقی		هیدروژن (فیول سل)	
		۲۰۲۳	۲۰۳۰	۲۰۲۳	۲۰۳۰
قیمت خرید اولیه	X (Euro)	۲,۵X	۱,۴X	۲,۸X	۱,۵X
اقتصاد سوخت	X (Euro /KM)	۱,۵X	۰,۳-۰,۵X	۱,۵X	۰,۳-۰,۵X
تعمیر و نگهداری	X (Euro /KM)	۰,۸X	۰,۷X	X	۰,۷۵X

در ادامه، مزایا و چالش‌های فن آوری های مختلف خودروهای سنگین به صورت خلاصه بیان شده است:

۱. کامیون‌های برقی با سیستم‌های جاده برقی

مزایا:

- راندمان نسبی بالا از نظر تبدیل انرژی، امکان هزینه‌های عملیاتی پایین و به نفع سیستم انرژی کشور
- وسیله نقلیه بدون انتشار آلاینده‌گی و با مزیت منطقه‌ای محیط زیست
- بدون اتلاف وقت برای سوخت‌گیری در اکثر مواقع
- فناوری پیچیده نیست و به خوبی برای راه آهن توسعه یافته است. ترامواها و زنجیره‌های تامین را هم می‌توان به راحتی به کار گرفت.

چالش‌ها:

- نیاز به سرمایه‌گذاری عمده زیرساخت‌های اولیه با تعهد بلندمدت
- عدم اطمینان در مورد هزینه‌های نصب از جمله اتصالات شبکه برق
- برای همه جاده‌ها قابل اجرا نیست.
- شواهد کافی برای موفقیت بالقوه آن وجود ندارد زیرا آزمایش‌های بسیار محدود در کشورهای دیگر اتفاق افتاده است
- خطر ایمنی، عملیاتی و اختلال در صورت خرابی تجهیزات خطوط هوایی
- به منظور تشویق تغییرات، ممکن است مشوق‌های مالی برای مصرف‌کنندگان مورد نیاز باشد

۲. کامیون‌های برقی باتری‌دار

مزایا:

- وسیله نقلیه بدون انتشار آلاینده‌گی و با مزیت منطقه‌ای محیط زیست
- امکان پیمایش طولانی وسیله نقلیه بین سوخت‌گیری.
- می‌تواند از نظر عملیاتی مشابه خودروهای دیزلی معمولی باشد
- هیدروژن می‌تواند یک ظرفیت ذخیره‌سازی مفید برای انرژی‌های تجدیدپذیر تولید شده مازاد باشد.

چالش‌ها:

- قیمت خرید بالای اولیه (۲ تا ۳ برابر گران‌تر از دیزل تخمین زده می‌شود)

- گزینه‌های محدود انتخاب در بازار
- زمان سوخت‌گیری طولانی
- فناوری بالا برای توسعه باتری در داخل کشور یا وابستگی زیاد به واردات (۷۰ درصد هزینه خودرو مربوط به فناوری جدید است)
- سرمایه‌گذاری بالا برای ساخت زیرساخت‌ها و ایستگاه‌های شارژ کامیون‌ها که بسیار بالاتر از خودروهای سواری برقی است.
- به منظور تشویق تغییرات، ممکن است مشوق‌های مالی قابل توجه برای مصرف‌کنندگان مورد نیاز باشد

۳. کامیون‌های هیدروژنی

مزایا:

- وسیله نقلیه بدون آلاینده‌گی و با مزیت برای محیط زیست
- زمان سوخت‌گیری کوتاه
- امکان پیمایش طولانی وسیله نقلیه بین سوخت‌گیری.
- می‌تواند از نظر عملیاتی مشابه خودروهای دیزلی معمولی باشد
- هیدروژن می‌تواند یک ظرفیت ذخیره‌سازی مفید برای انرژی‌های تجدیدپذیر تولید شده مازاد باشد.

چالش‌ها:

- گزینه‌های محدود انتخاب در بازار
- قیمت خرید بالا اولیه (۲ تا ۳ برابر گران‌تر از دیزل تخمین زده می‌شود)
- هزینه بالا برای پیل‌های سوختی و ذخیره‌سازی هیدروژن در کامیون‌ها
- زنجیره تامین برای تولید، ذخیره‌سازی و توزیع، توسعه نیافته است
- در دسترس بودن محدود هیدروژن سبز. همچنین فناوری در داخل کشور در مرحله تحقیق است. (هنوز وارد مرحله تجاری نشده است)
- راندمان کلی این فناوری نسبتاً کم است
- نیاز به ایجاد یک شبکه جدید گسترده از ایستگاه‌های سوخت‌گیری هیدروژن که پرهزینه و زمان‌بر است

۵-۲ اتوبوس برقی شهری و جاده‌ای

۵-۲-۱ حمل و نقل پاک فقط خودروی سواری برقی نیست

حمل و نقل پاک (شامل مترو، اتوبوس، تاکسی و دوچرخه‌ها) راه‌حلی واجب برای شهرها برای رها شدن از آلاینده‌گی‌های سوخت‌های فسیلی است. حمل و نقل عمومی پاک می‌تواند مقرون به صرفه‌ترین نوع حمل و نقل باشد. دوچرخه و اسکوتر برقی هم می‌توانند نقش عمده‌ای در نقل و انتقال مسافت‌های کوتاه برای شهروندان باشند.

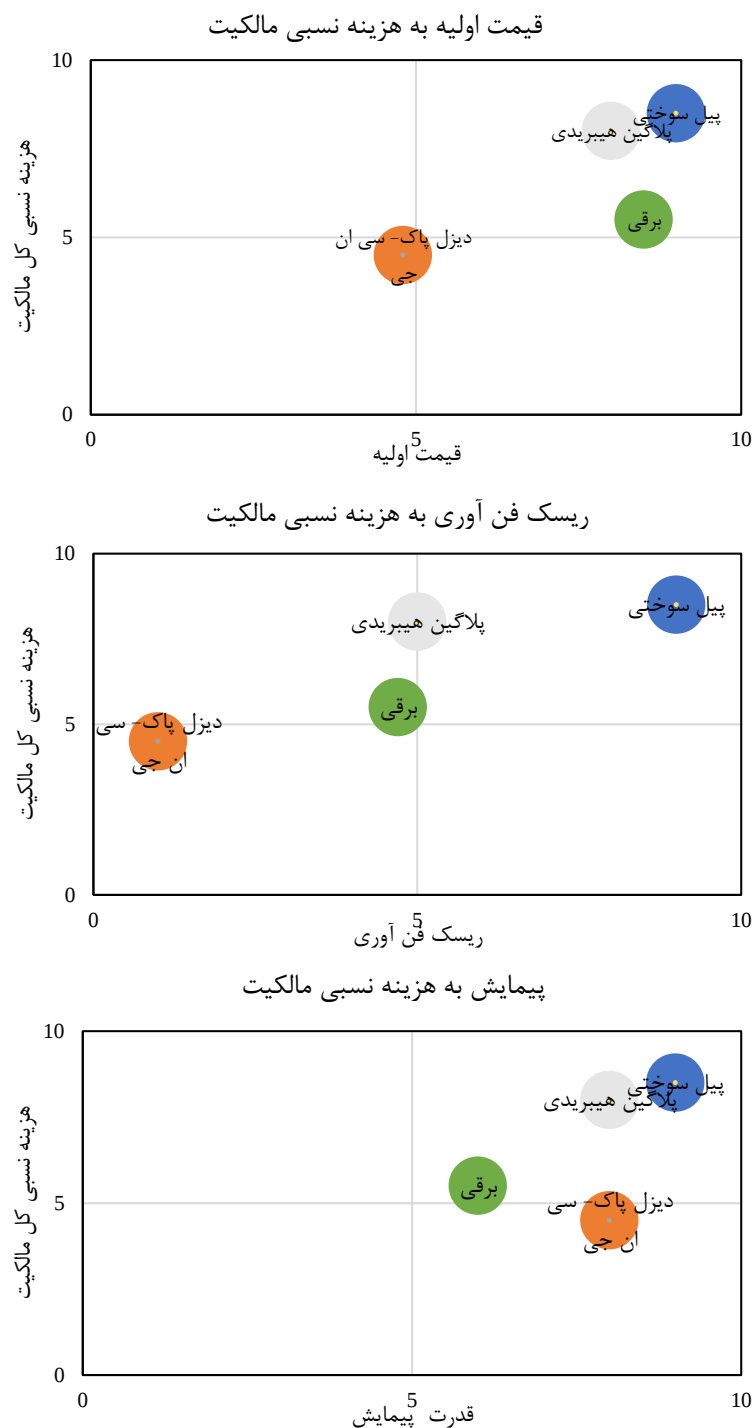
تعداد اتوبوس‌های برقی در چین و اروپا در حال افزایش است. مزیت‌های بارز اتوبوس‌های برقی، سطوح پایین‌تر سر و صدا و آلاینده‌گی (اگروز) صفر است. اتوبوس‌های برقی می‌توانند اولین گام حمل و نقل پاک و کم‌ریسک اقتصادی برای حمل و نقل درون شهری باشند. شهری با اتوبوس‌های برقی واقعاً ایده‌آل است زیرا اتوبوس‌ها به شرطی که تولید برقشان سبز باشد، بسیار کارآمد و تمیزتر از خودروهای سواری هستند.

بانک جهانی، اتوبوس‌های برقی، دوچرخه‌ها و سه‌چرخه‌ها را نقطه شروع خوبی برای کشورهای در حال توسعه به حمل و نقل برقی می‌داند زیرا از نظر اقتصادی توجیه‌پذیر هستند و می‌توانند به توسعه پایدار این کشورها کمک کنند. بانک جهانی در حال حاضر با کشورهای سنگال، هند، مصر، برزیل، شیلی، کلمبیا، راندا، فیلیپین در پروژه‌هایی برای پیشبرد حمل و نقل برقی همکاری می‌کند. هدف بسیاری از این پروژه‌های بانک جهانی، گنجاندن اتوبوس‌های برقی یا خودروهای برقی، دوچرخه و سه‌چرخه در سیستم‌های حمل و نقل عمومی شهرهای بزرگ است.

۵-۳ خرید اتوبوس یک سرمایه‌گذاری سنگین و درازمدت

اتوبوس‌های شهری حدود ۶۰ درصد از کل فروش وسایل نقلیه سنگین را تشکیل می‌دهند و به طور متوسط حدود ۱ کیلوگرم CO₂ در هر کیلومتر در مقایسه با کمتر از ۱۰۰ گرم CO₂ در هر کیلومتر برای خودروهای سواری منتشر می‌کنند. البته اتوبوس‌ها، مسافران بسیار بیشتری را نسبت به خودروهای سواری حمل می‌کنند. پس سرانه آلاینده‌گی کمتری دارند. اتوبوس‌های شهری برای برقی شدن در موقعیت بسیار خوبی قرار دارند. آنها مسیرهای حرکت قابل پیش‌بینی را طی می‌کنند که مصرف سوخت آنها قابل پیش‌بینی است. آنها معمولاً در پارکینگ‌های مشخص پارک می‌شوند که می‌توانند نقش باتری‌های ذخیره‌کننده را در شب اجرا کنند. معمولاً از بودجه عمومی خریداری می‌شوند و مدیریت مالی و مصرفی قابل پیش‌بینی‌تری دارند. پیش‌بینی می‌شود که اتوبوس‌های برقی در سراسر جهان محبوبیت بیشتری پیدا کنند.

اتوبوس‌های برقی با افزایش توان پیمایش، کم شدن هزینه و ریسک، و شرایط مالیات محلی و هزینه عملیاتی در بریتانیا و اتحادیه اروپا هر سال جذاب‌تر می‌شوند (شکل ۵-۲).



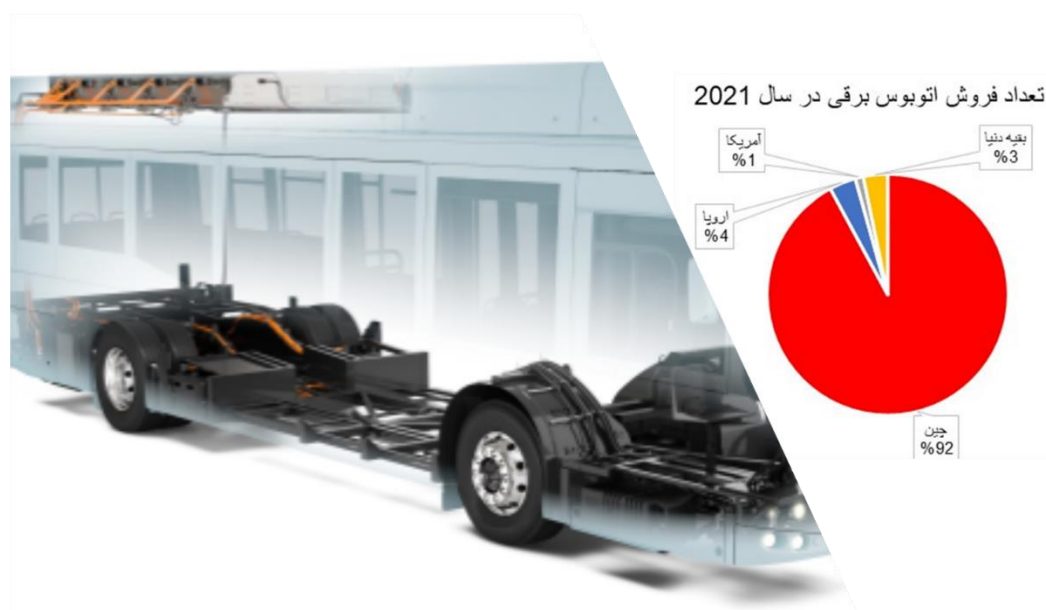
شکل ۵-۲ مقایسه ریسک نسبی فناوری‌های مختلف اتوبوس در اروپا در سال ۲۰۲۱- مقیاس صفر (کم ریسکترین) تا ده (پر ریسکترین) [۱۰۱-۱۰۲]

چین اتوبوس‌های برقی را به جریان انداخته است و تا ۳۰ درصد از فروش اتوبوس‌های شهری جدید، برقی است. سانتیاگو، شیلی، با موفقیت ۴۰۰ اتوبوس برقی با باتری را در ناوگان خود معرفی کرده، و بوگوتا، کلمبیا، تقریباً ۶۰۰ اتوبوس برقی با باتری برای سیستم حمل و نقل سریع خود سفارش داده است. همچنین، شهر لس‌آنجلس، آمریکا، قصد دارد ۱۵۵ اتوبوس ترانزیت را برقی کند و هدف

بلندپروازانه‌ای دارد تا کل ناوگان خود را تا سال ۲۰۲۸ برقی نماید. شرکت حمل و نقل متروپولیتن بنگلور (BMTC)، بزرگ‌ترین اپراتور اتوبوس حمل و نقل عمومی در هند، برنامه‌های بزرگی برای اتوبوس‌های برقی با باتری دارد. ایالت بنگلور هند در نظر دارد در چند سال آینده ۱۸۰۰ دستگاه از متروپولیتن بنگلور خریداری کند و ایالت کارناتاکا قصد دارد تا سال ۲۰۳۰ تمام ۶۵۰۰ اتوبوس BMTC را به خودروهای بدون آلاینده‌گی تبدیل کند [۱۰۲-۱۰۳].

خرید اتوبوس، یک سرمایه‌گذاری سنگین و درازمدت است. در حالی که با استفاده از مدل هزینه کل مالکیت (TCO)، هزینه آنها در کل طول عمر سرویس کمتر است. البته، هزینه خرید اولیه می‌تواند تا ۱۵۰ درصد بیشتر از اتوبوس‌های دیزلی در برخی بازارها باشد. البته باید توجه داشت که قیمت خرید اولیه و برنامه‌ریزی ساخت اتوبوس‌های بین شهری بسیار متفاوت از اتوبوس‌های حمل و نقل داخل شهری است و محاسبات اقتصادی هزینه کل مالکیت آنها نیز کاملاً متفاوت خواهد بود.

زیرساخت‌های جدید مورد نیاز برای پشتیبانی از ناوگان اتوبوس‌های برقی نیز بسیار متفاوت‌تر و پرهزینه‌تر از خودروهای شخصی است. بدون برنامه‌ریزی مناسب، محدودیت‌های شارژ و پیمایش اتوبوس‌های برقی به جای یک راه‌حل درازمدت، به یک چالش تبدیل خواهد شد. تصمیم‌های بدون برآورد اقتصادی دقیق برای جایگزینی اتوبوس‌های شهری می‌تواند منجر به هدر رفتن منابع شود. ناهمگونی بین عرضه و تقاضای مسافرت شهروندان می‌تواند به معنای هزینه‌های بالاتر جایگزینی و رضایت کمتر باشد.

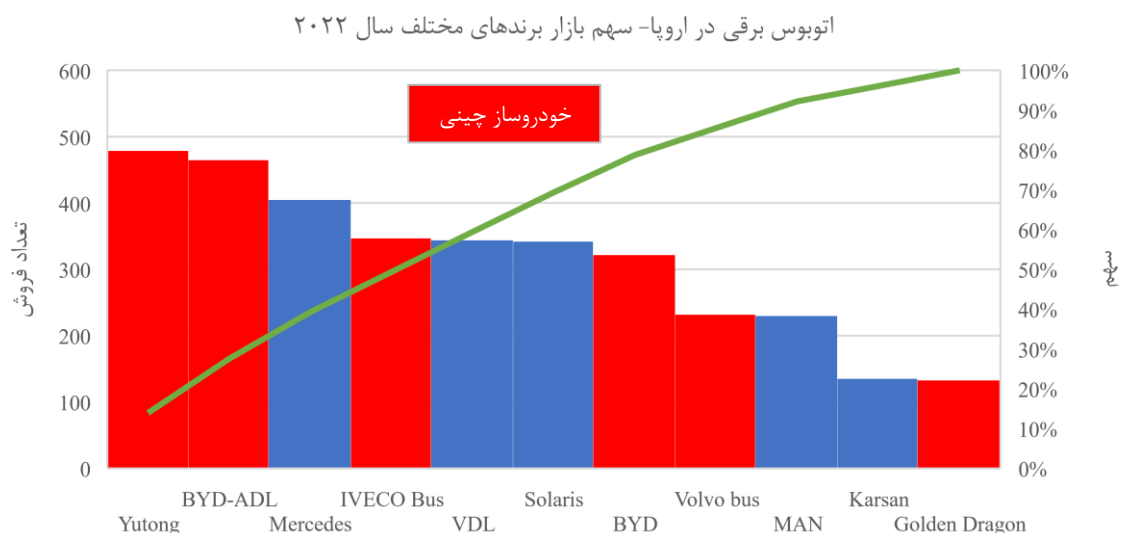


شکل ۳-۵ تعداد فروش اتوبوس برقی در سال ۲۰۲۱ [۲-۴]

برای برنامه‌ریزی دقیق اقتصادی برقی‌سازی ناوگان شهری، نیاز به پاسخ به سوالات کلیدی اولیه وجود دارد: در قدم اول، کدام مسیر(ها) باید برقی شوند؟ حداقل مشخصات فنی اتوبوس‌های برقی برای یک مسیر خاص چیست؟ راهبرد شارژ ناوگان چگونه باید باشد؟ توزیع پیمایش ناوگان در ساعات و ماه‌های مختلف سال چگونه است؟ مدل‌های هزینه کل مالکیت (TCO) مبتنی بر داده‌های تجربی می‌توانند جواب این سوالات را روشن کنند. شناسایی چرخه‌های رانندگی هر شهر منحصربه‌فرد است و شناسایی چرخه‌ها بر اساس داده‌های واقعی عملکرد اتوبوس احتراقی فعلی یک نیاز مبرم برای برنامه‌ریزی آینده است. نداشتن مشخصه‌های چرخه‌های

رانندگی یک شهر به معنای در نظر گرفتن فرضیات پر خطا یا کپی کردن کورکورانه از کشورهای دیگر خواهد بود.

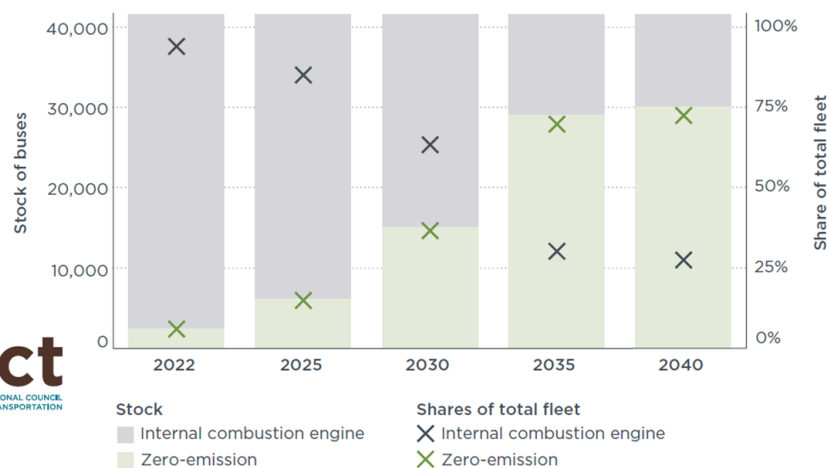
بیش از ۹۰ درصد اتوبوس‌های برقی جدید در سال ۲۰۲۱، در چین پلاک شده‌اند (شکل ۵-۳). تقریباً ۵۹/۱ درصد اتوبوس‌های شهری در شهرهای چین تا سال ۲۰۲۱ برقی شده‌اند. لازم به ذکر است که ۵۰ درصد کل باتری اتوبوس‌های تولیدی در چین، تولید شرکت CATL است. تعداد اتوبوس‌های برقی در اروپا رو به رشد است که اکثراً تولید چین هستند (شکل ۵-۴).



شکل ۵-۴ نام‌های تجاری اتوبوس برقی در اروپا [۲-۴]



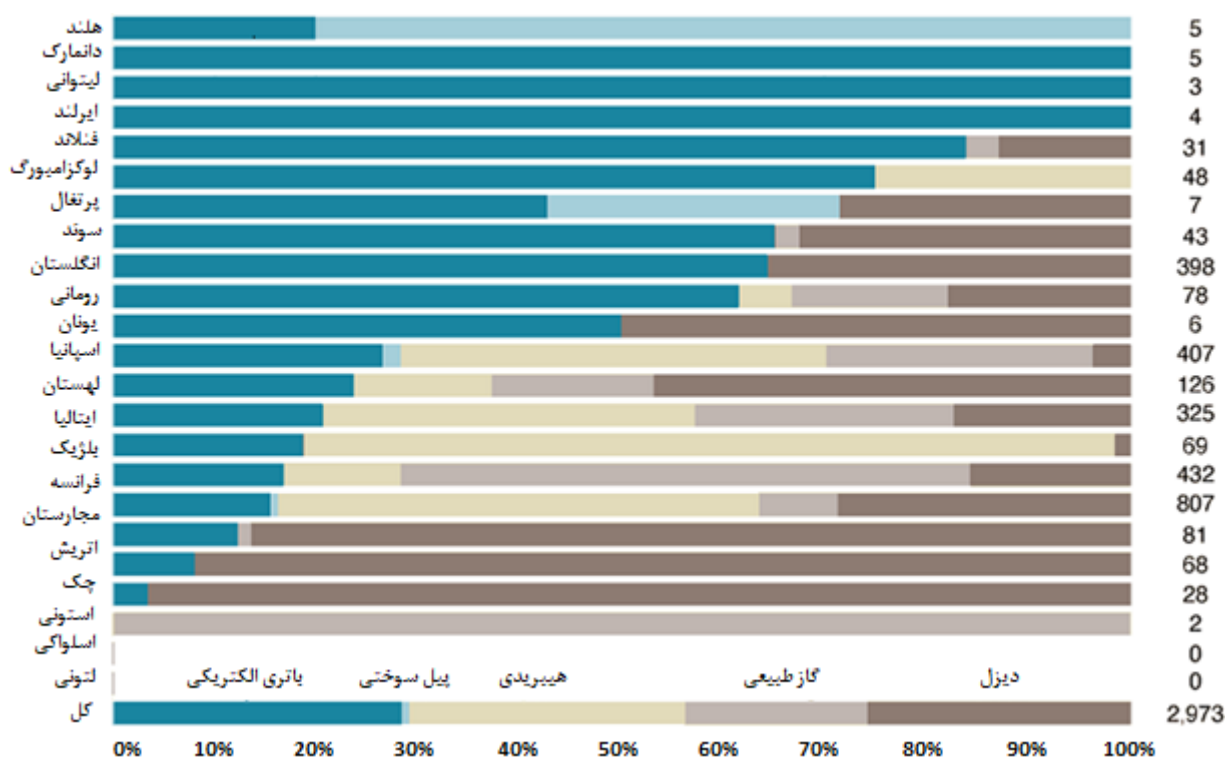
icct
THE INTERNATIONAL COUNCIL
ON CLEAN TRANSPORTATION



شکل ۵-۵ روند تغییرات سهم بازار اتوبوس برقی در پایتخت‌های اروپایی [۱۰۳]

تا پایان سال ۲۰۲۱، ناوگان اتوبوسرانی نزدیک به ۷۰۰ هزار دستگاه در اتحادیه اروپا شامل بیش از ۹۰۰۰ اتوبوس برقی و ۲۰ هزار اتوبوس گاز طبیعی بوده است. اتوبوس‌های بدون آلاینده‌گی بیش از ۶ درصد از ناوگان اتوبوسرانی را در تمام ۳۱ پایتخت اتحادیه اروپا تشکیل می‌دهند که به طور قابل توجهی بالاتر از میانگین ۱/۵ درصدی کشوری در سراسر اتحادیه اروپا است (شکل ۵-۵).

تعدادی از کشورهای عضو اتحادیه اروپا و بسیاری از شهرهای بزرگ به جدیت قصد دارند بکارگیری اتوبوس‌های بدون آلاینده‌گی را در سال‌های آینده گسترش دهند. هلند و دانمارک به مراتب بلندپروازانه‌ترین کشورها در حوزه اتوبوس برقی هستند و تمرکز خود را به خروج کامل از موتور احتراق داخلی در فروش اتوبوس در سال ۲۰۲۵ معطوف کرده‌اند و پس از آنها، ایرلند از سال ۲۰۳۰ و اتریش از سال ۲۰۳۲ قرار دارند (شکل ۵-۶). به طور خلاصه، بیش از نیمی از پایتخت‌های اروپای قصد دارند تا سال ۲۰۴۰ فقط اتوبوس‌های بدون آلاینده‌گی در جاده‌های خود داشته باشند.



شکل ۵-۶ تعداد (سمت چپ) و سهم بازار اتوبوس برقی در کشورهای مختلف اروپا در نیمه اول سال ۲۰۲۳ [۱۰۴]

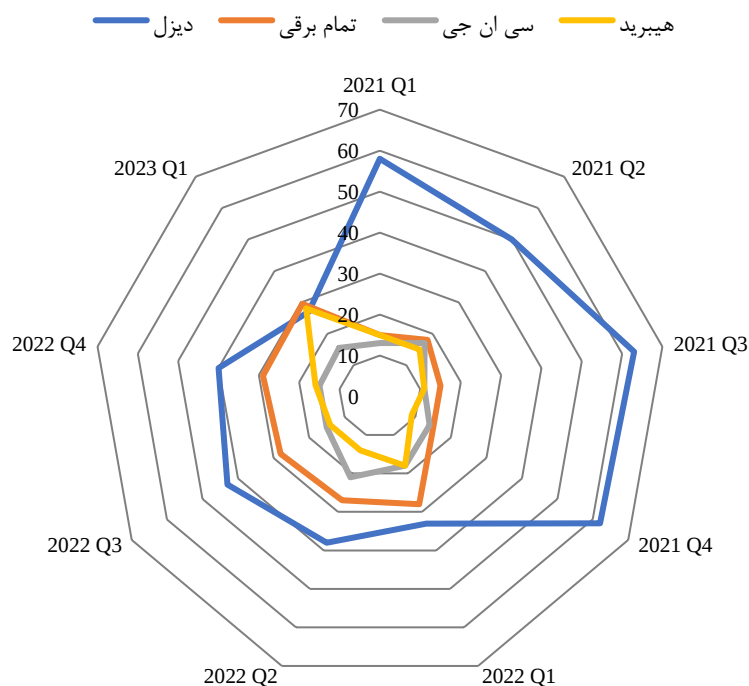
تجزیه و تحلیل چرخه عمر اخیر ICCT نشان داد که اتوبوس شهری انتشار گازهای گلخانه‌ای را تا ۱۷ درصد نسبت به همتای دیزلی خود کاهش می‌دهد، در حالی که اتوبوس‌های برقی باتری دار که از ترکیب شبکه برق اروپا بین سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۴۰ استفاده می‌کنند، کاهش ۷۵ درصدی را به همراه داشته‌اند. جالب است بدانید که هنوز سرمایه‌گذاری‌های زیادی در زمینه موتورهای گاز طبیعی در فرانسه، اسپانیا و ایتالیا انجام می‌شود.

شورای ICCT در می ۲۰۲۳ اعلام کرد که فروش اتوبوس شهری برقی از گازوئیل در اروپا پیشی گرفته است (شکل ۵-۷). کمیسیون اروپا اخیراً پیشنهاد کرده است که تا سال ۲۰۳۰، فقط اتوبوس‌های شهری بدون آلاینده‌گی می‌توانند در اتحادیه فروخته شوند. اما پذیرش اتوبوس‌های بدون آلاینده‌گی در اروپا در مقایسه با چین ناچیز است. سهم فروش اتوبوس‌های بدون آلاینده‌گی در چین در سال ۲۰۲۲ به رقم باورنکردنی ۹۱ درصد رسیده است.

۴-۵ گسترش اتوبوس های برقی نیازمند به روز رسانی سیاست گذارهای هدفمند

بر اساس مطالعه بانک اروپا در حوزه سیاست گذاری برای استقرار اتوبوس های برقی راهبردهای ذیل توصیه می شود:

- تعیین اهداف روشن برای استقرار اتوبوس های برقی، از جمله وزن دهی به اهداف گوناگون
- تعیین ضرب الاجل های خط مشی، مطالعه دقیق و اختصاص منابع مالی مورد نیاز.
- سیاست گذاری متعادل در مورد برگشت سرمایه، کرایه مسافر، یارانه، سرعت تجاری سازی، و هزینه های عملیاتی
- آماده سازی یک استراتژی جامع استقرار اتوبوس های پاک در مناطق مورد نیاز
- تبیین مقررات حاکمیتی و قراردادی برای عملیات اتوبوس قبل از سرمایه گذاری در خودروسازی
- آگاهی و بروزرسانی از پیشرفت های علمی و صنعتی
- محاسبه دقیق هزینه کل مالکیت (TCO) با در نظر گرفتن ترافیک محلی و بهره برداری؛ محاسبه سرمایه مورد نیاز برای تجهیز و ارزیابی هزینه های عملیاتی و کارکرد بر اساس پیمایش روزانه و ملاحظات نگهداری
- انتخاب بین تکنولوژی کششی الکتریکی AC و DC با در نظر گرفتن عواملی مانند هزینه، سرعت شارژ و راندمان.
- برنامه ریزی برای یک استراتژی سیستماتیک شارژ اتوبوس، مکان های نقطه شارژ، تقسیم بین شارژ شبانه در پارکینگ و فرصت های برگشت انرژی به شبکه
- مدیریت ریسک در مرحله برنامه ریزی پروژه، و منعکس کردن آنها در قراردادهای خرید و استفاده
- به روز رسانی مفروضات هزینه مهندسی با در نظر گرفتن کاهش هزینه های بالقوه بر اساس عوامل محلی



شکل ۵- ۷ روند تغییرات سهم بازار اتوبوس برقی در اروپا [۱۰۴]

۵-۴-۱ فقدان شواهد لازم برای انتخاب روشن بین قوای محرکه هیدروژنی و تمام برقی برای خودروهای سنگین

با توجه به مصرف انرژی زیاد کامیون‌ها، تعیین دقیق مصرف انرژی هر نوع قدرت محرکه، مثل مصرف سوخت برای کامیون‌های دیزلی، مصرف انرژی برقی برای کامیون‌های باتری برقی، یا مصرف هیدروژن برای کامیون‌های برقی پیل سوختی بسیار مهم است. تحلیل تا به امروز این است که انتخاب روشی بین کامیون‌های هیدروژنی و برقی با داده‌های فعلی حتی در کشورهای توسعه یافته در حمل و نقل وجود ندارد. به نظر می‌رسد فناوری‌های نوظهور جدید، هم کامیون‌های هیدروژنی و هم کامیون‌های تمام برقی، گزینه‌های امیدوارکننده‌ای را برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای ارائه دهند. اما به اطلاعات بیشتری برای تأیید اینکه کدام فناوری برای آینده بازار اقتصادی پر رونق دیجیتال و کم کربن مناسب‌تر است، نیاز داریم.

بر اساس تجزیه و تحلیل فناوری باتری، کامیون‌های برقی باتری‌دار بعید است که بتوانند الزامات لازم برای اکثر عملیات‌های طولانی مدت را در کوتاه‌مدت برآورده کنند. حتی در کشورهای پیشرفته، کامیون‌هایی که با هیدروژن کار می‌کنند هنوز در مراحل اولیه هستند. بسیاری از سازندگان در حال بررسی تولید کامیون‌های برقی و سلول سوختی با باتری برای رسیدن به اهداف کربن‌زدایی خود هستند. با این حال، توانایی سازندگان کامیون برای سرمایه‌گذاری در چندین فناوری رقیب ممکن است محدود باشد. آنها در نهایت یکی از گزینه‌ها را انتخاب می‌کنند، اما هنوز شواهد محکم کافی برای انتخاب آنها وجود ندارد.

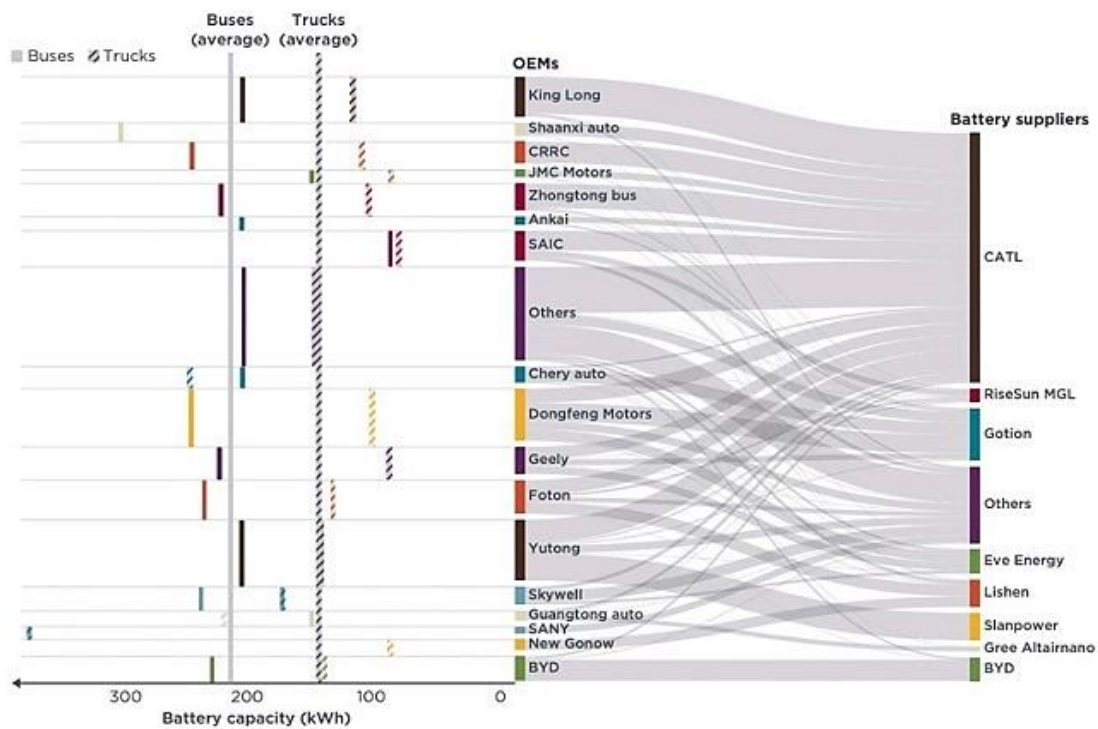
در حالی که تقریباً ۱۰ درصد از تمام خودروهای فروخته شده در سراسر جهان در سال ۲۰۲۱ برقی بودند، آمار فروش جهانی برای خودروهای سنگین تنها ۰/۳ درصد بود. تاکنون، خودروهای سنگین برقی به طور قابل توجهی تنها در چین مستقر شده‌اند که توسط

دولت چین پشتیبانی می‌شوند. تا سال ۲۰۳۰ می‌توان انتظار داشت که سنگین‌های برقی بیشتری را در جاده‌ها به شرط کاهش هزینه کل مالکیت کمتر نسبت به نوع احتراقی ببینیم.

اروپا مطمئناً اسناد، نقشه‌های راه، و سیاست‌های دقیق‌تری نسبت به سایر مناطق جهان در زمینه توسعه و ترویج حمل و نقل برقی باتری‌دار دارد. ایالات متحده آمریکا، منطقه‌ای است که تاکنون از نظر گسترش توسعه حمل و نقل برقی عمومی از اروپا عقب‌تر است. با این حال، ارقام فعلی نشان می‌دهد که فروش خودروهای برقی در ایالات متحده در سال‌های اخیر به سرعت افزایش یافته است. قانون کاهش تورم و قیمت‌های بالای بنزین، شتاب جدیدی را برای پذیرش خودروهای برقی در ایالات متحده ایجاد کرده‌اند. سهم بازار چشمگیر خودروهای برقی در سواحل غربی و شرقی اکنون در حال حرکت به داخل کشور ایالات متحده است. زیرساخت شارژ خودروهای برقی نیز به سرعت در ایالات متحده در حال گسترش است و چالش همگام با افزایش تقاضا است.

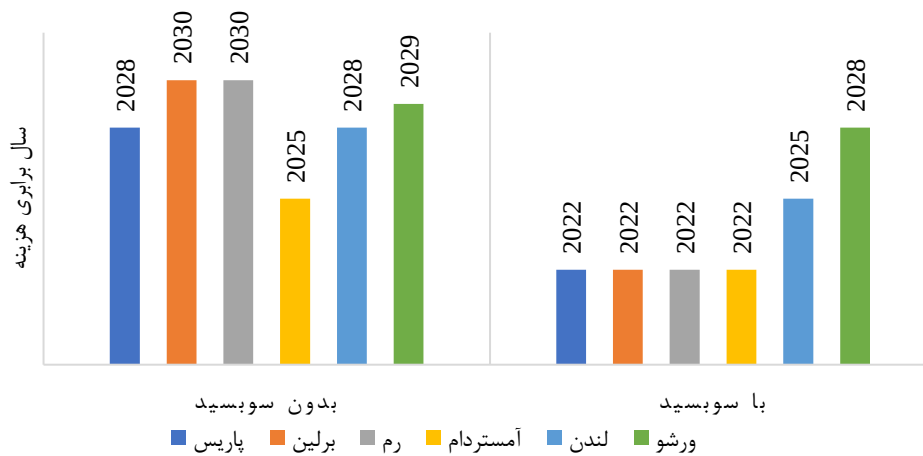
لازم به ذکر است که اتوبوس‌ها و کامیون‌های برقی در چین تحت سلطه فناوری باتری چینی و زنجیره تامین چینی هستند. شکل ۵-۸ زنجیره تامین باتری اتوبوس‌ها و کامیون‌های برقی در چین را نشان می‌دهد.

صنعت تجارت الکترونیک (خرید آنلاین) طی دو سال گذشته شاهد رشد ۱۵ درصدی بوده است. این رشد، باعث گسترش کامیون و کامیونت‌های تحویل نهایی (Last Mile Delivery)، برای توزیع مرسولات به مشتری، در اروپا شده است. این خودروها با وزن ناخالص بین ۳/۵ تا ۷ تن، ۱۱ درصد سهم بازار را در سال ۲۰۲۰ به خود اختصاص داده‌اند و انتظار می‌رود این رشد ادامه یابد. در نتیجه، بخش مهمی از پایدار کردن حمل و نقل، مربوط به کربن‌زدایی از این بخش است. با توجه به مسافت پایین رانندگی این خودروها (روزانه کمتر از ۱۰۰ کیلومتر) و برنامه سفرهای قابل پیش‌بینی، این خودروها گزینه‌های خوبی برای برقی شدن هستند. ولی این خودروها بدون یارانه هنوز از مشابه سوخت فسیلی خود گران‌تر هستند.

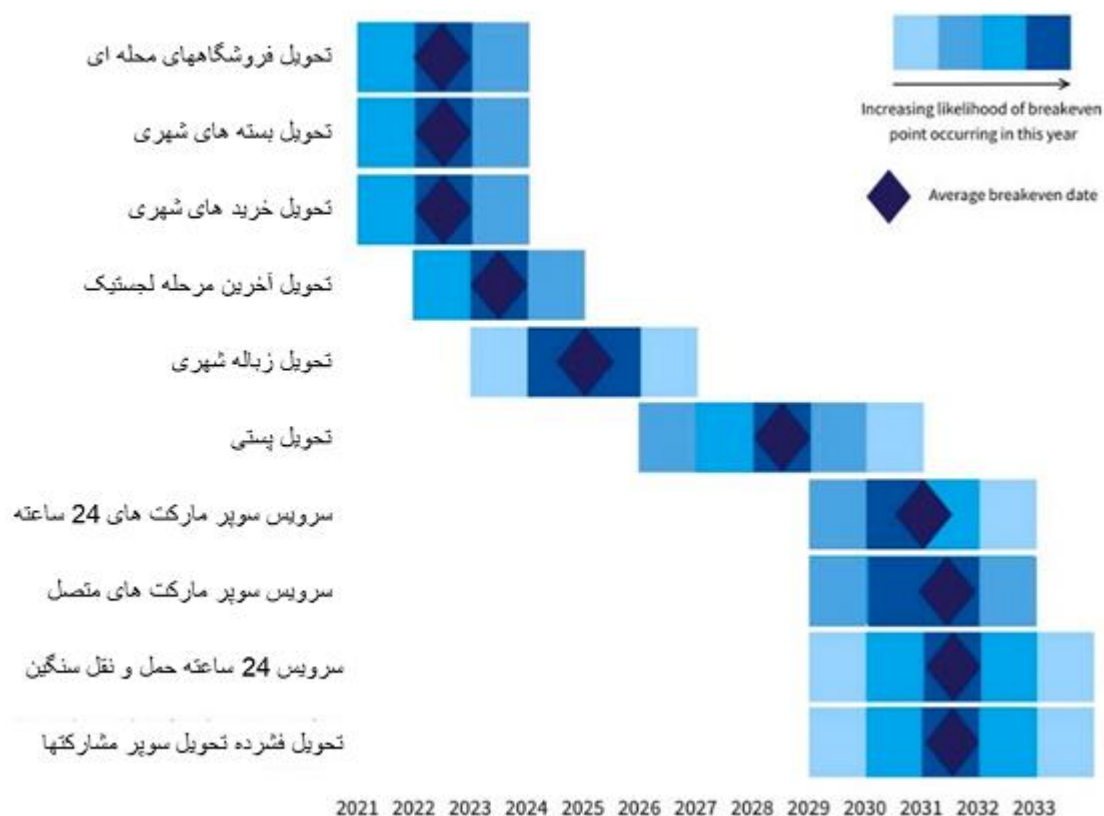


شکل ۵-۸ زنجیره تامین باتری اتوبوس‌ها و کامیون‌های برقی در چین [۱۰۵]

سال برابری هزینه (مجموع هزینه مالکیت) کامیونت فسیلی با مشابه تمام برقی در چند شهر انتخابی اروپا



شکل ۵-۹ سال برابری هزینه کامیونت برقی با فسیلی در چند شهر انتخابی اروپا



شکل ۵-۱۰ سال برابری هزینه کامیونت‌های برقی بر حسب نوع کاربرد در انگلستان [۱۰۶]

در سال‌های آتی در اروپا و آمریکا با ارائه یارانه دولتی و مقررات جدید انتشار، قیمت مالکیت این خودروها ارزان‌تر از مشابه فسیلی خواهند شد. داده‌ها حاکی از آن است که یارانه منطقی می‌تواند سال برابری هزینه‌ها (مجموع هزینه مالکیت) را تا ۶ سال کاهش دهد. برابری قیمت کامیون‌های برقی و دیزلی بر اساس کاربرد و شهر مورد استفاده از آنها متفاوت است (شکل ۵-۹). برخی از کامیون‌ها به دلیل کاربرد خاص آنها، خیلی زودتر از سایرین به برابری قیمت می‌رسند (شکل ۵-۱۰).

۶ مدل اقتصادی و کسب و کار

۶-۱ اهمیت نگاه اقتصادی

خودرو اغلب به عنوان صنعتی مهم در نظر گرفته می‌شود که در آن تکامل اجتماعی و فنی بازتاب پیدا می‌کند. فناوری‌های جدید برای توسعه حمل و نقل پایدار می‌توانند مدل کسب و کار صنعت خودروسازی سنتی با ۱۲۰ سال دوام را به سرعت متحول کنند. تسریع در پذیرش خودروهای برقی مستلزم در نظر گرفتن استفاده خلاقانه‌تر از مدل‌های تجاری جایگزین و مفید برای حمل و نقل پاک است.

در سال ۲۰۱۷، شرکت دایسون اعلام کرد که مخفیانه بر روی یک خودروی برقی جدید کار می‌کرده است که هدف آن عرضه در سال ۲۰۲۰ بود. دایسون در سال ۲۰۱۹ اعلام کرد که پروژه خودروی برقی‌اش شکست خورده و ادامه نخواهد داد. چرا شرکت موفق مهندسی دایسون که پشتوانه مالی قوی مشابه به تسلا داشت نتوانست در تولید خودرو برقی موفق شود؟ بدیهی است که مشکل، کمبود نیروی انسانی ماهر و منابع مالی برای دایسون نبود. گزارش‌های رسانه‌ای، عدم بررسی اولیه اقتصادی (عدم تحلیل درست هزینه‌ها، چشم‌انداز رقابتی بازار، اندازه بازار هدف، دست کم گرفتن هزینه‌های تولید و حاشیه سود)، کمال‌گرایی مهندسی (تمرکز بر محصول به جای نگاه اقتصادی برای راه‌اندازی یک برند خودرو) را به عنوان دلایل شکست این پروژه اعلام کرده‌اند. شرکت دایسون حدود ۶۰۰ میلیون دلار را از دست داد تا متوجه شود که تولید خودرو برقی کار آسانی نیست با اینکه به تمام منابع مالی و فناوری‌های مورد نیاز دسترسی داشت. پس اهمیت درک صحیح و نوآوری در مدل اقتصادی کمتر از نوآوری در جذب فناوری نیست.

۶-۱-۱ اهمیت اقتصادی، نحوه شراکت را دگرگون می‌کند

خودروسازان موفق جهان در حوزه خودرو برقی فقط در فناوری سرمایه‌گذاری نکرده‌اند بلکه تمام جنبه‌های حمل و نقل برقی و مدل‌های اقتصادی جنبی را در نظر گرفته‌اند. برای بهره بردن از فناوری‌های جدید کم‌آلاینده، طرز فکر نو و ایجاد مدل اقتصادی سالم و پایدار ضروری است.

تا به امروز، تویوتا خود را چندان علاقمند به گسترش خودروهای تمام برقی نشان نداده است. تویوتا، سازنده شماره یک خودرو در جهان، همیشه بیش از حد، غرب محور بوده است. اما تویوتا دونده‌های سریع چینی را در چشم‌انداز خودروهای برقی نادیده نمی‌گیرد. تویوتا بدون شک BYD را مانند تسلا بسیار جدی می‌گیرد. جالب است بدانید که BYD شریک خودروهای تویوتا در چین و همچنین یک رقیب رو به رشد آن در سطح جهانی است. مهم‌تر از آن، BYD بسیاری از ویژگی‌هایی که برای چندین دهه، تویوتا را به موفق‌ترین شرکت خودروسازی جهان تبدیل کرده است را تقلید می‌کند.

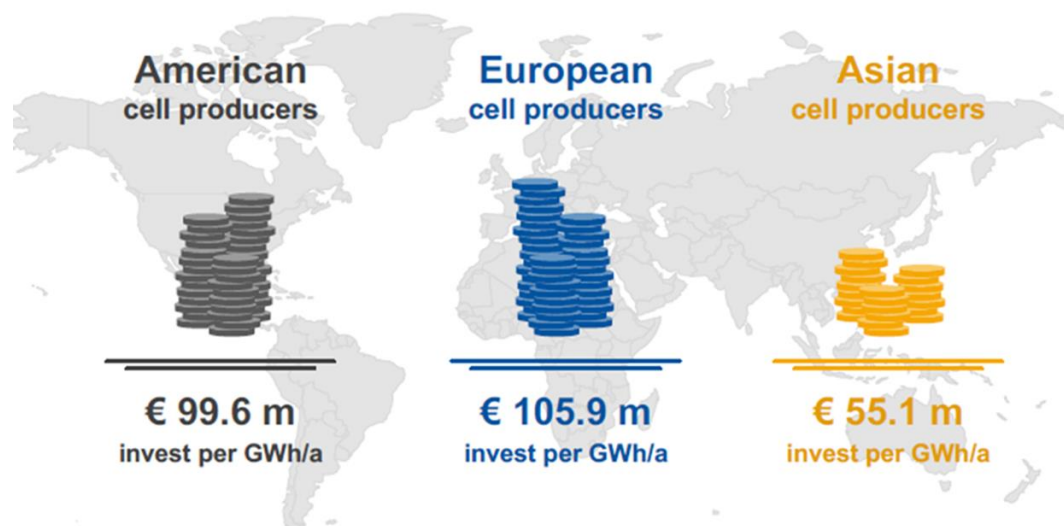
نیروهای تغییر یافته، بازار جهانی را مجبور کردند که اتحاد خودرو فرانسه-ژاپن بین رنو، نیسان و میتسوبیشی تغییر جدی پیدا

کند تا شراکت این غول‌های خودروساز غربی را با یک برنامه جدید در جهت به حداکثر رساندن ارزش‌آفرینی سوق دهد. گروه رنو و نیسان، اعضای مؤسس Alliance، برای اطمینان از اثربخشی و به حداکثر رساندن ارزش‌آفرینی محصولات خود، توافق کرده‌اند که شرایط مشارکت متقابل و حاکمیت خود را مجدداً بازنگری کنند. این سه خودروساز، برنامه‌های جدید برای آمریکای لاتین، اروپا و هند دارند. همکاری مشترک ایجاد زیرساخت شارژ در اروپا، یکی از اهداف همکاری شرکت‌های رنو و نیسان برای سرعت بخشیدن در سهم خود در بازار خودروهای برقی است. آن‌ها همچنین برای پیدا کردن شرکای جدید در صنعت بازیافت باتری و ضایعات تولید همکاری خواهند کرد. توافقنامه جدید Alliance برای یک دوره همکاری دیگر ۱۵ ساله در مارچ ۲۰۲۳ اعلام خواهد شد.

۶-۱-۲ ماشین سازنده ماشین - قمار مهندسی یا دور اندیشی

اصطلاحی که تسلا برای اشاره به تجهیزات، کارخانه‌ها و فرآیندهایی که می‌توانند سلول‌های باتری لیتیوم یون را بهتر، سریع‌تر، با هزینه کمتر و با استفاده کارآمدتر تولید کنند، "ماشین سازنده ماشین" بود و این اتفاق در حال رخ دادن است. تقریباً ۳۰۰ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری در کارخانه‌های جدید باتری در چهار سال گذشته اعلام شده است که ناشی از رشد سریع صنعت خودرو برقی و صنایع وابسته در چین است که بزرگ‌ترین تولیدکننده جهان می‌باشد. وجود گیگافکتوری‌ها در یک مکان می‌تواند صنایع مرتبط و زنجیره‌های تامین مختلف را پشتیبانی و به رشد اقتصاد ملی بسیار کمک کند.

بر اساس ارزیابی Gigafactory Benchmark، در مجموع ۱۳۱ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری در سال گذشته انجام شده است که ۲۴ درصد افزایش نسبت به سال قبل از آن داشته است. چین ۷۴ درصد از کل سرمایه‌گذاری را به خود اختصاص داده است. فقط شرکت چینی CATL، ۱۲/۶ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری در ظرفیت باتری جدید را در سال گذشته اعلام کرده است [۱۰۷].



شکل ۶-۱ هزینه ساخت کارخانه‌های تولید سلول باتری [۷۶]

ساخت کارخانه‌های گیگافکتوری در آمریکای شمالی به طور متوسط ۴۶ درصد گران‌تر از کارخانه‌های چینی است و میانگین هزینه آن برای هر گیگاوات ساعت بیش از ۱۰۰ میلیون دلار است. به عبارتی دیگر، آمریکا برای رسیدن به چین باید ریسک

سرمایه‌گذاری بسیار بالاتری در گیگا فکتوری‌ها انجام بدهد. بر اساس داده‌های عمومی، حداقل ۱۰ میلیارد دلار در کارخانه آستین تسلا، در طول زمان سرمایه‌گذاری خواهد شد. سرمایه‌گذاری با ریسک پذیری بالا برای مقابله با نفوذ باتری چینی در اروپا هم دنبال می‌شود. ساخت کارخانه‌های گیگا فکتوری در آلمان می‌تواند تا ۲/۵ برابر مشابه آن در چین پر هزینه‌تر باشد (شکل ۶-۱) ولی با این حال اروپا این سرمایه‌گذاری‌ها را انجام می‌دهد چون از آینده رقابت با چین در بازار جهانی بسیار نگران است [۷۶].

سرمایه‌های نجومی که با اشتیاق به سمت گیگا فکتوری‌ها در حال حرکت هستند، فقط با فروش انبوه خودرو برقی شروع به بازگشت خواهند کرد. فقط زمان می‌تواند قضاوت کند که آیا این سرمایه‌گذاری‌ها با ریسک بالا آینده اندیشی بوده یا قماری جدید است.

با توجه به افزایش سریع تقاضای پیش‌بینی شده برای باتری‌های لیتیوم یون، تعداد کارخانه‌های گیگا که در حال حاضر برنامه‌ریزی و اعلام شده‌اند، در طول ۲ تا ۳ سال گذشته رشد قابل توجهی داشته‌اند. تحلیل بازار کنونی نشان می‌دهد که برنامه‌ها و اعلامیه‌های فعلی برای ظرفیت تولید سلول جدید تا سال ۲۰۳۰ به ۳ تراوات ساعت خواهد رسید. در حالی که این ظرفیت، تقاضای پیش‌بینی شده را برآورده نمی‌کند، دوره زمانی نسبتاً کوتاه مورد نیاز برای ساخت کارخانه‌های جدید تولید سلول، زمان لازم را برای سرمایه‌گذاری اضافی و توسعه مورد نیاز فراهم می‌کند.

چین و آسیا بر بازار تولید سلول و باتری تسلط دارند، اما این صنعت شاهد تغییر به سمت بومی‌سازی تولید باتری لیتیوم یونی است. با افزایش تقاضا برای وسایل نقلیه برقی و ذخیره انرژی تجدیدپذیر، کشورها به مزایای داشتن قابلیت‌های تولید باتری محلی پی برده‌اند. این امر به تضمین امنیت عرضه و کاهش وابستگی به واردات و همچنین ایجاد شغل و حمایت از اقتصادهای محلی کمک می‌کند. انتظار می‌رود که اروپا تا سال ۲۰۲۷ سهم خود از ظرفیت تولید را به ۲۲ درصد افزایش دهد، در حالی که انتظار می‌رود ظرفیت تولید ایالات متحده از حدود ۷ درصد در سال ۲۰۲۲ به ۱۰ درصد از ظرفیت تولید جهانی برسد (شکل ۶-۲). ظرفیت تولید چین از حدود ۸۹۳ گیگاوات ساعت در سال ۲۰۲۲ به ۶۱۹۷ گیگاوات ساعت در سال ۲۰۲۷ خواهد رسید که هنوز حدود ۷۰ درصد از ظرفیت تولید جهانی را تا سال ۲۰۲۷ برای خود نگه خواهد داشت.

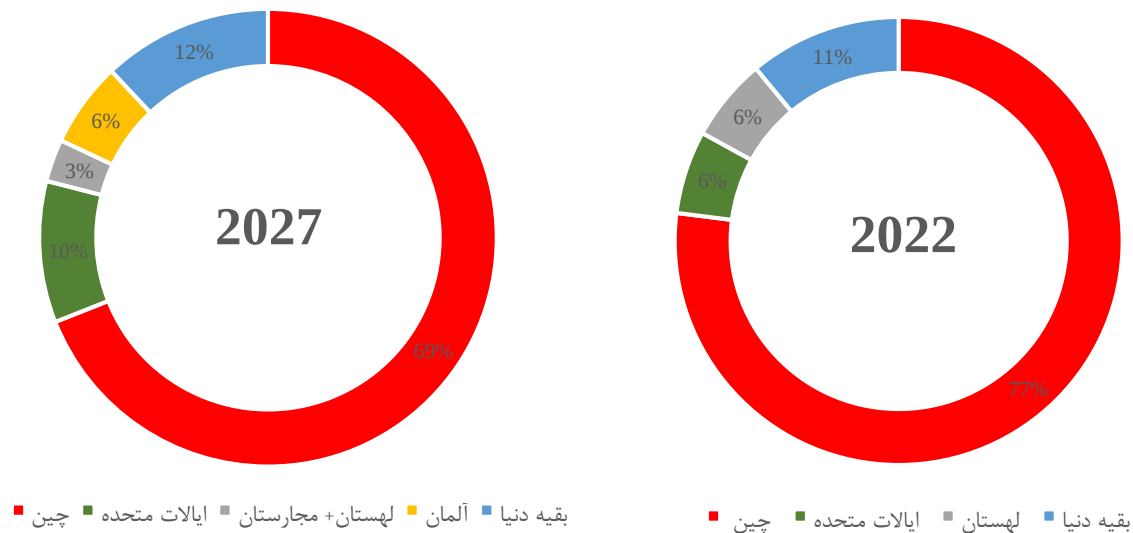
بیشتر این رشد توسط تولیدکنندگان فعلی مانند CATL، BYD، LG Energy Solution، SK Innovation و Samsung SDI انجام شده است. شرکت‌های OEM خودرو در اروپا و ایالات متحده نیز به دنبال وارد شدن به سرمایه‌گذاری‌های مشترک برای تضمین عرضه و تخصص در این قطعه حیاتی برای خودروهای برقی هستند. به عنوان مثال، فورد و SK Innovation، GM و LG، و سامسونگ SDI و Stellantis برای تولید در ایالات متحده قراردادهایی منعقد کرده‌اند، در حالی که در اروپا، ACC بین Saft و گروه PSA تشکیل شده است، Northvolt و VW نیز برای تولید سلول با هم همکاری می‌کنند.

۶-۱-۳ شرکت‌های نوپای کم هزینه - رقابتی جدی

استارت‌آپ‌ها و شرکت‌های نوپا نیز به دنبال ورود به بازار باتری هستند. این موضوع به ویژه در اروپا و ایالات متحده مشاهده می‌شود. شرکت‌های Northvolt، Freyr، iM³NY، Verkor، InoBat، Phi⁴Tech و Italvolt تنها نمونه‌هایی از شرکت‌های جوان تر و

سرمایه‌گذارها با هدف ورود به بازار پرقاب‌ت باتری هستند.

مشکلات در دستیابی به تجهیزات و ابزار برای خطوط تولید، عملیات راه‌اندازی و مدیریت نرخ ضایعات، و خرید مواد اولیه و اجزاء، زمانی که کارخانه‌های جدید آنلاین شوند و حجم سلول‌های باتری تولید شده افزایش یابند، تحت تاثیر قرار خواهند گرفت. برخی از پروژه‌ها به تعویق افتاده‌اند و لغو پروژه‌ها نیز یک خطر برای بازیگران جدید است. مشکلات بریتیش ولت در بریتانیا می‌تواند به عنوان هشدار در مورد دشواری ایجاد یک شرکت تولید سلول و باتری از پایه باشد. رقابت با غول‌های آسیایی چالش برانگیز خواهد بود. بسیاری از این شرکت‌های تأسیس شده از چندین دهه تجربه، دسترسی به بازارهای داخلی قوی، به ویژه در چین، دسترسی به سرمایه و توسعه روابط با مشتری برخوردار بوده‌اند. این امر می‌تواند برای شرکت‌های کوچک‌تر یا تازه‌واردها در بازار، چالش برانگیز باشد و به‌ویژه بر چشم‌انداز تولید در اروپا تاثیر بگذارد.

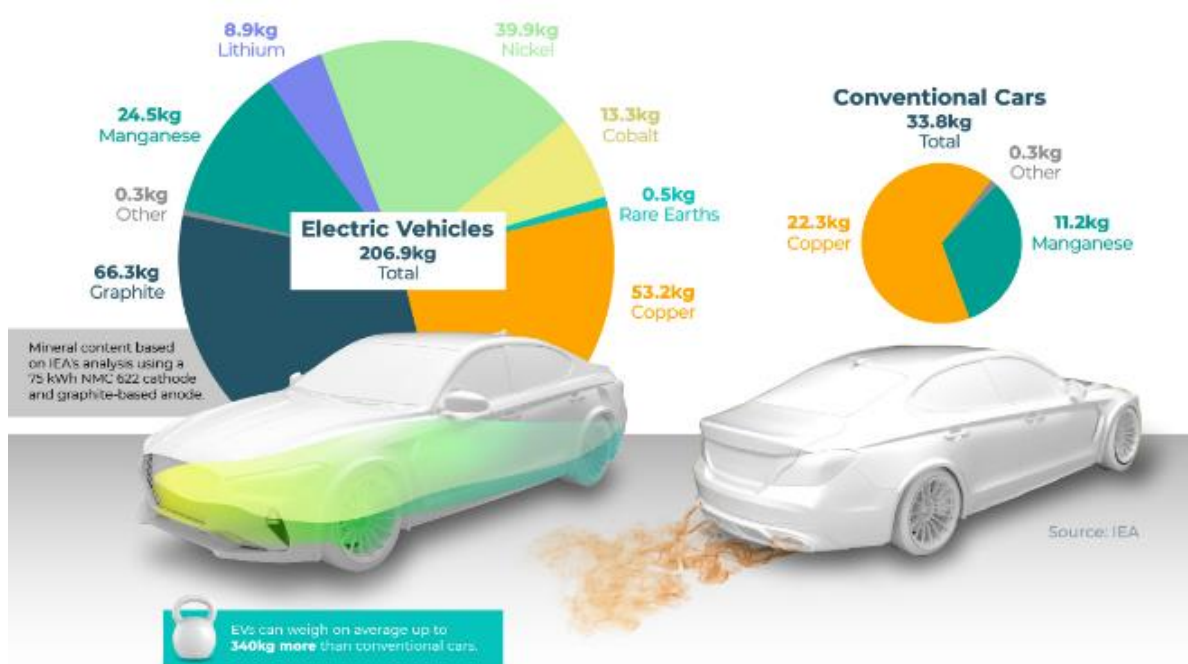


شکل ۶-۲ توان تولید باتری جهانی در سال ۲۰۲۲ و سال ۲۰۲۷ [۷۴]

با این وجود، رشد سریع مورد انتظار و مورد نیاز از صنعت لیتیوم یون مستلزم مجموعه وسیعی از بازیگران در مناطق مختلف است تا بتوانند باتری‌های لیتیوم یونی تولید کنند. لازم به ذکر است که باتری‌های لیتیوم یونی زیربنای صنعت خودروهای برقی و کلید پذیرش افزایش سطوح انرژی‌های تجدیدپذیر هستند.

۶-۱-۴ خودروسازان، معدنچی‌های آینده

به نقل از سایت اینوو، شرکت‌های چینی در حال حاضر حدود ۵/۸ درصد از بازار خودروهای برقی در اروپا را به دست گرفته‌اند که تا سال ۲۰۳۰ توانایی این را دارند که به راحتی تا ۲۰ درصد بازار اروپا را از آن خود کنند. این زنگ خطری جدی برای خودروسازان اروپایی خواهد بود زیرا مواد معدنی مورد نیاز خودروهای برقی بسیار بیشتر از خودرو احتراقی است [۱۰۹-۱۱۰].



شکل ۶-۳ مقایسه مواد معدنی مورد نیاز خودروهای برقی و فسیلی [۲]

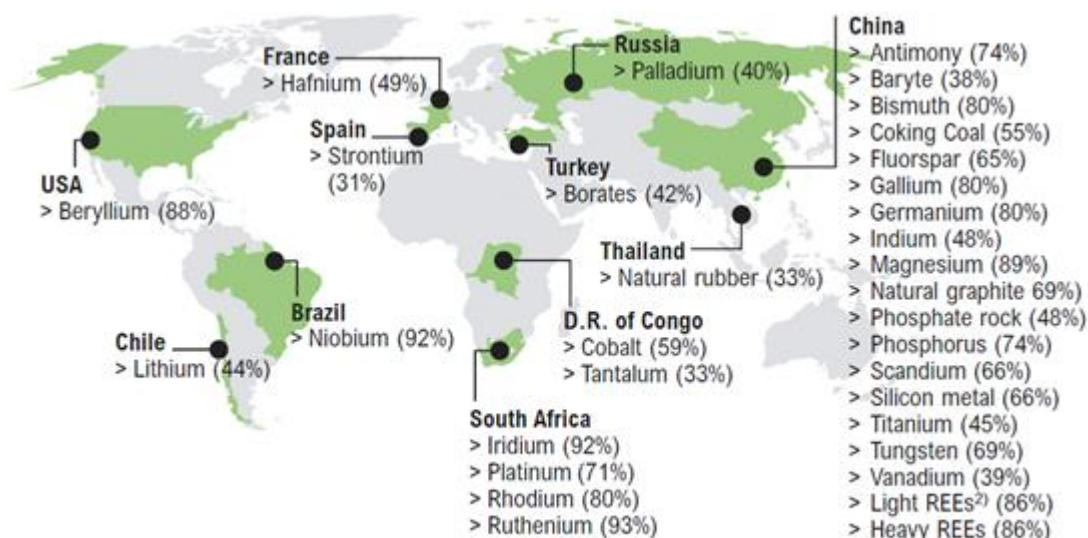
تا سال ۲۰۵۰، اتحادیه اروپا به حدود ۶۰ برابر لیتیوم بیشتر و ۱۵ برابر بیشتر کبالت برای استفاده در باتری خودروهای برقی نیاز خواهد داشت. شکل ۶-۴، کشورهایی که بیشترین سهم از عرضه جهانی مواد خام حیاتی را به خود اختصاص داده‌اند را نشان می‌دهد که چین تقریباً در همه بخش‌ها تسلط دارد [۱۰۸].

راهبردهای مختلفی توسط خودروسازان بین‌المللی برای کاهش هزینه باتری و تضمین دسترسی به مواد لازم و تثبیت یک زنجیره تامین مرتبط قابل اعتماد اعلام شده است. شکل ۶-۵ فعالیت‌های مختلف توسط خودروسازان بزرگ را در زمینه‌های مختلف زنجیره تامین را نشان می‌دهد. دلایل اصلی این راهبردهای متنوع، مستقل بودن بیشتر از چین و افزایش انعطاف‌پذیری آنها در برابر اختلالات پیش‌بینی نشده در زنجیره تامین در سطح جهانی است.

برای مقابله با تهدیدهای صنعت چین، غربی‌ها به دنبال تسخیر کل زنجیره تامین از جمله معادن هستند، کاری که چینی‌ها از حدود ۲۰ سال پیش شروع کرده‌اند. واقعیت این است که برای لیتیوم و سایر مواد کمیاب در دنیا، معادن جدید و جذاب (از نظر اقتصادی) وجود ندارند. بنابراین، خودروسازان همواره نگران انتقال از خودروی احتراقی به برق و تهدید بازار توسط خودروسازان چینی هستند.

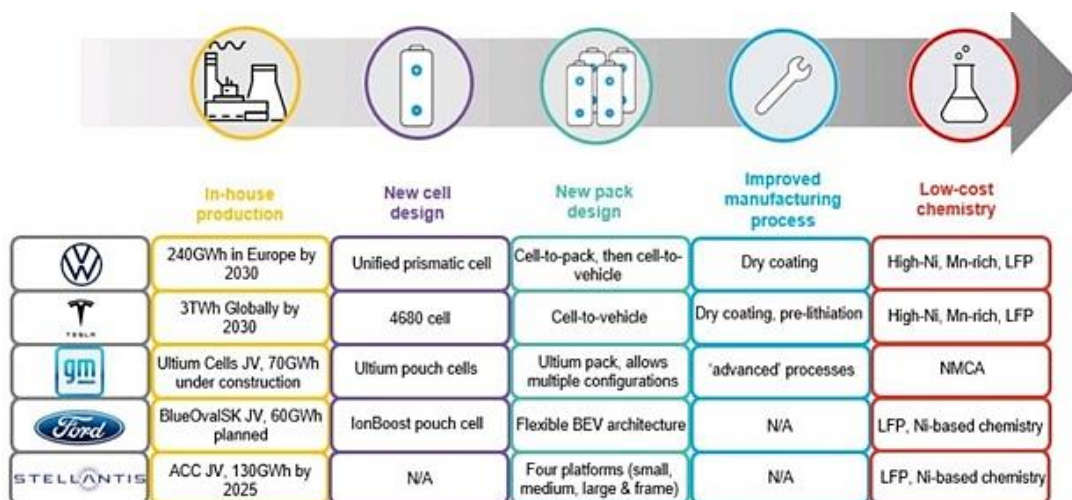
آژانس بین‌المللی انرژی پیش‌بینی می‌کند که تا سال ۲۰۳۰، افزایش تقاضای باتری خودروهای برقی به ۵۰ پروژه جدید لیتیوم، ۶۰ معدن نیکل و ۱۷ توسعه کبالت نیاز داشته باشد [۲]. رسیدن به این مقدار، یک چالش بزرگ است. به علاوه، حداقل بیشتر از ۱۵ سال طول می‌کشد تا یک پروژه تهیه مواد معدنی توسعه یابد. تهدید اقتصاد خودروسازان منجر به تغییر نگرش آنان نسبت به بخش معدن شده است و خودروسازان متوجه شده‌اند که صنعت خودرو دیگر نمی‌تواند به تامین مواد خام به عنوان خرید خارج از کار

روزمرگی خود نگاه کند. به عنوان مثال مرسدس بنز یکی از شرکت‌های خودروسازی مطرح جهانی است که توافق‌نامه‌هایی را امضا کرده است و بعضی از محصولات را طی قراردادهای جدید با معدنچی‌ها پیش خرید کرده و کار روی تأسیسات پردازشی معادن خود را نیز آغاز کرده است.



Selected CRMs and examples of end-use

شکل ۶-۴ عرضه کننده اصلی مواد خام [۱۷۶]

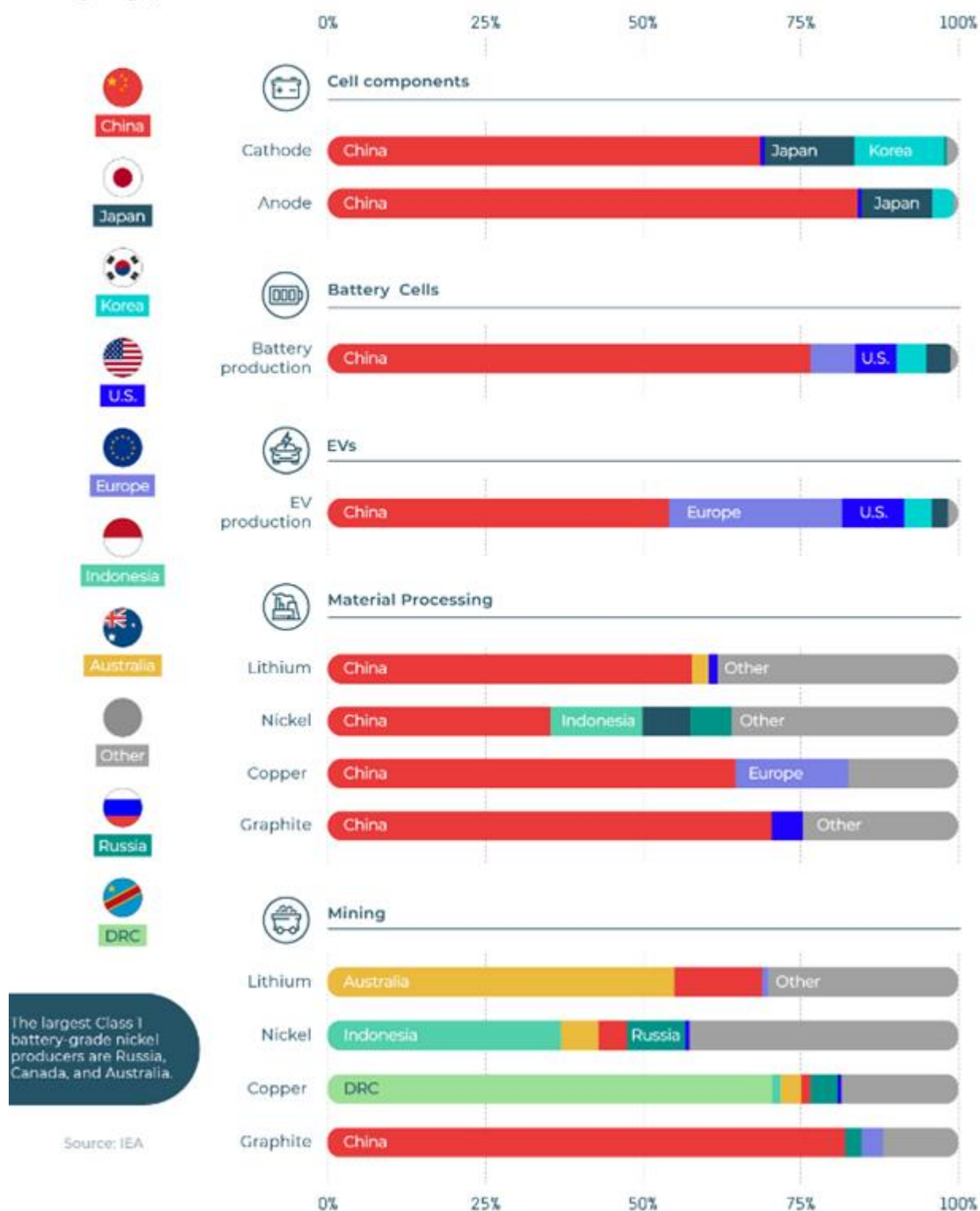


شکل ۶-۵ راهبردهای مختلف چند خودروساز برای کاهش هزینه‌ها مربوط به باتری [۴]

خودروسازان به اهمیت تامین پایدار این مواد حیاتی برای حمایت از جاه طلبی‌های سبز خود پی برده‌اند. در نتیجه، آنها سرمایه‌گذاری مستقیم در بخش معدن را برای اطمینان از منبع قابل اعتماد ورودی باتری آغاز کرده‌اند (شکل ۶-۷).

Global EV Battery Supply Chain

by Geographical Distribution

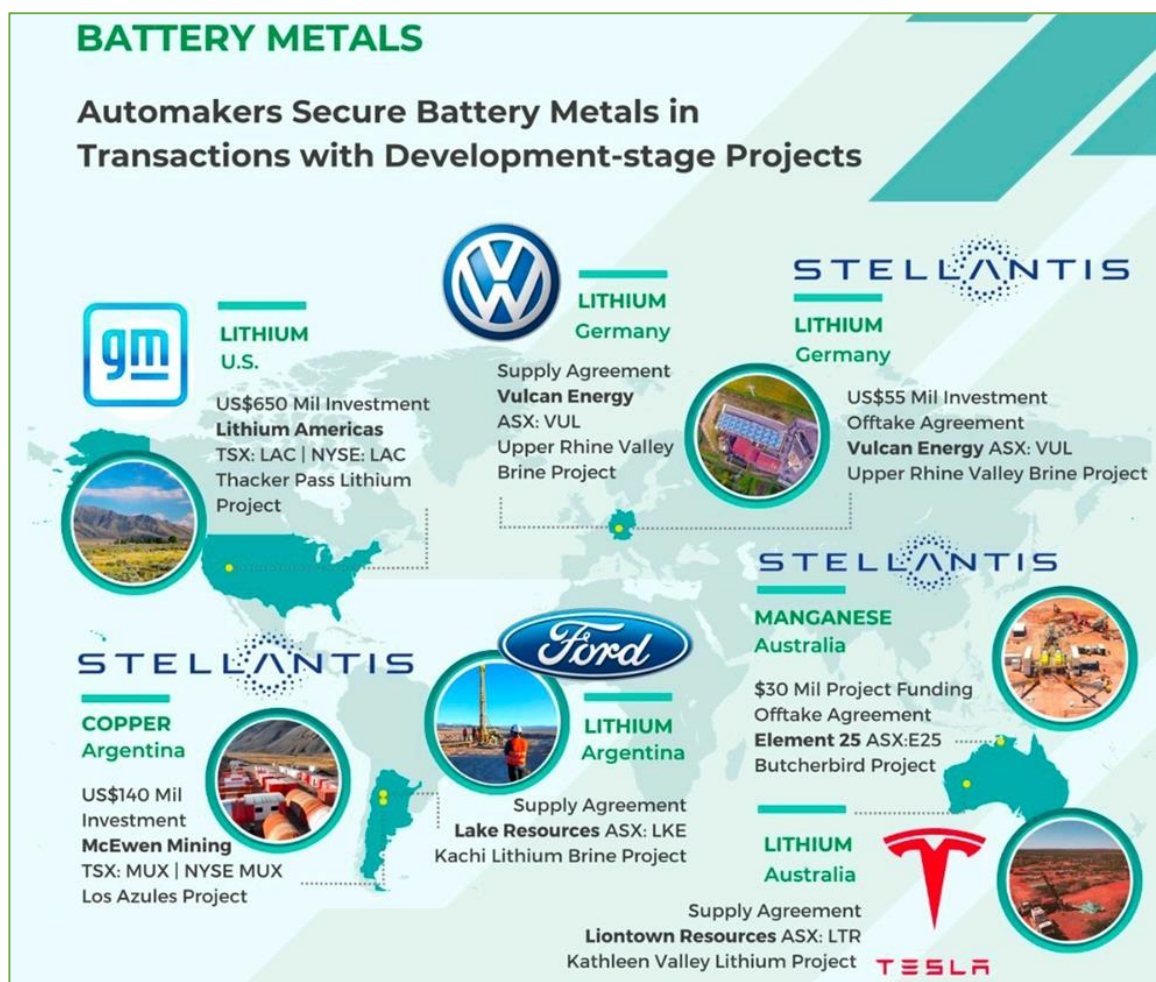


شکل ۶-۶ نقش کشورهای مختلف در زنجیره تامین باتری جهان [۲]

جنرال موتورز با سرمایه گذاری ۶۵۰ میلیون دلاری در شرکت Lithium Americas Corp، در درجه اول برای حمایت از توسعه پروژه لیتیوم Thacker Pass در نوادا، حرکت قابل توجهی انجام داده است. این سرمایه گذاری به جنرال موتورز حقوق انحصاری ۴۰۰۰۰ تن لیتیوم داخلی در سال را اعطا می کند که برای شرکت برای واجد شرایط بودن برای یارانه های خودروهای برقی تحت مدل اقتصادی و کسب و

قانون کاهش تورم ایالات متحده بسیار مهم است. شرکت Stellantis اخیراً چرخش قابل توجهی را در بخش مس انجام داده است زیرا آنها ۱۵۵ میلیون دلار برای ۱۴/۲ درصد از سهام McEwen Copper، یکی از شرکت های تابعه McEwen Mining که مالک پروژه مس Los Azules در آرژانتین می باشد، سرمایه گذاری کرده است. این پروژه در بین ۱۰ معدن برتر جهان مس توسعه نیافته رتبه بندی شده است. هدف پروژه لوس آزولس تولید ۱۰۰۰۰۰ تن کاتد تصفیه شده در سال از سال ۲۰۲۷ است [۱۱۱].

در حالی که لیتیوم بر بحث های پیرامون فلزات باتری مسلط است، مس نقش مهمی به عنوان جمع کننده جریان در خودروهای برقی دارد. این نه تنها در بسته باتری بلکه در موتور برقی، شینه ها و سیم کشی داخلی نیز استفاده می شود. آژانس بین المللی انرژی (IEA) بیان می کند که باتری های لیتیوم- آهن- فسفات، که در بخش قابل توجهی از بازار خودروهای برقی مورد استفاده قرار می گیرند، تقریباً به ۵۰ درصد مس بیشتر نسبت به باتری های نیکل- منگنز- کبالت نیاز دارند. از آنجایی که خودروسازان اهمیت فزاینده مس را درک می کنند، سرمایه گذاری های معدنی را انجام می دهند تا منبع قابل اعتمادی از مواد را در زنجیره تامین خود تضمین کنند. با این حال، این می تواند یک سرمایه گذاری پرخطر باشد زیرا استخراج معدن تجارت اصلی خودروسازان نیست [۲].



شکل ۶-۷ سرمایه گذاری خودروسازان بین المللی در فعالیت های استخراج فلزات کلیدی

به گزارش فایننشیال تایمز، اولا کالنیوس، مدیر اجرایی گروه آلمانی مرسدس، گفت: اگر پنج سال پیش از من می پرسیدید،

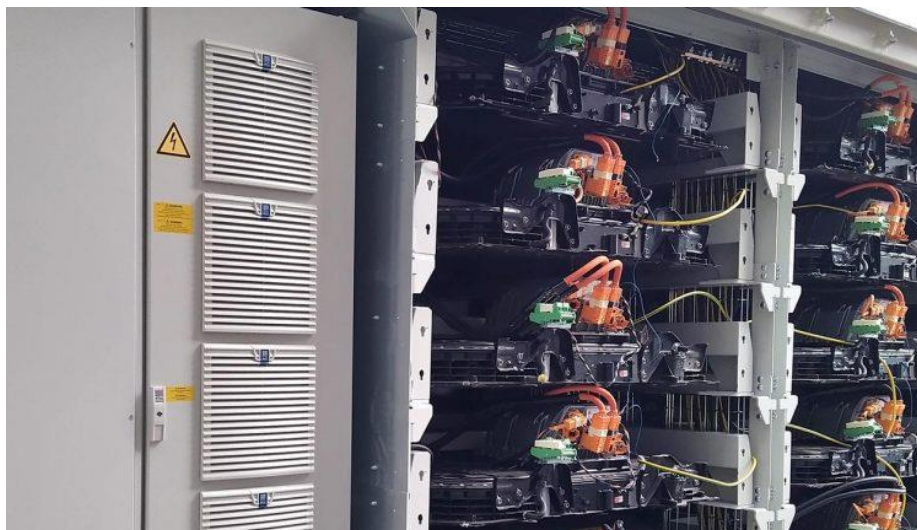
می‌گفتم که این (معدن) کار ما نیست. اولاً کالنیوس می‌گوید: آنچه را که در پایان دهه به آن نیاز داریم، متوجه خواهیم شد موقعیت فعلی‌مان چیست! الان مسئله این نیست که لیتیوم کافی در این سیاره وجود ندارد و یا وجود دارد. این معادن نیاز به استخراج دارند و باید پالایش شوند و تمام مراحل را طی کنند که بسیار زمان‌بر است. شرکت Skilton، یک شرکت مشاوره‌ای، پیش‌بینی می‌کند که در آینده، صنعت به دو دسته برنده و بازنده تقسیم می‌شود که آن بر اساس کنترل و یا دسترسی آسان شرکت‌های خودروسازی به مواد معدنی برای تحقق رؤیای برقی‌شدن است. همچنین در زنجیره تامین خودروسازی برقی، تولیدکنندگان باتری، تولیدکنندگان کاتد و پردازنده‌های معدنی بین شرکت‌های خودروسازی و معدنچیان قرار گرفته‌اند که حاکی از تغییر اکوسیستم صنعت خودروسازی و تامین قطعات است [۱۱۲].

۶-۱-۵ عمر دوم باتری‌های خودرو- نوآوری جذاب با بازاری بزرگ

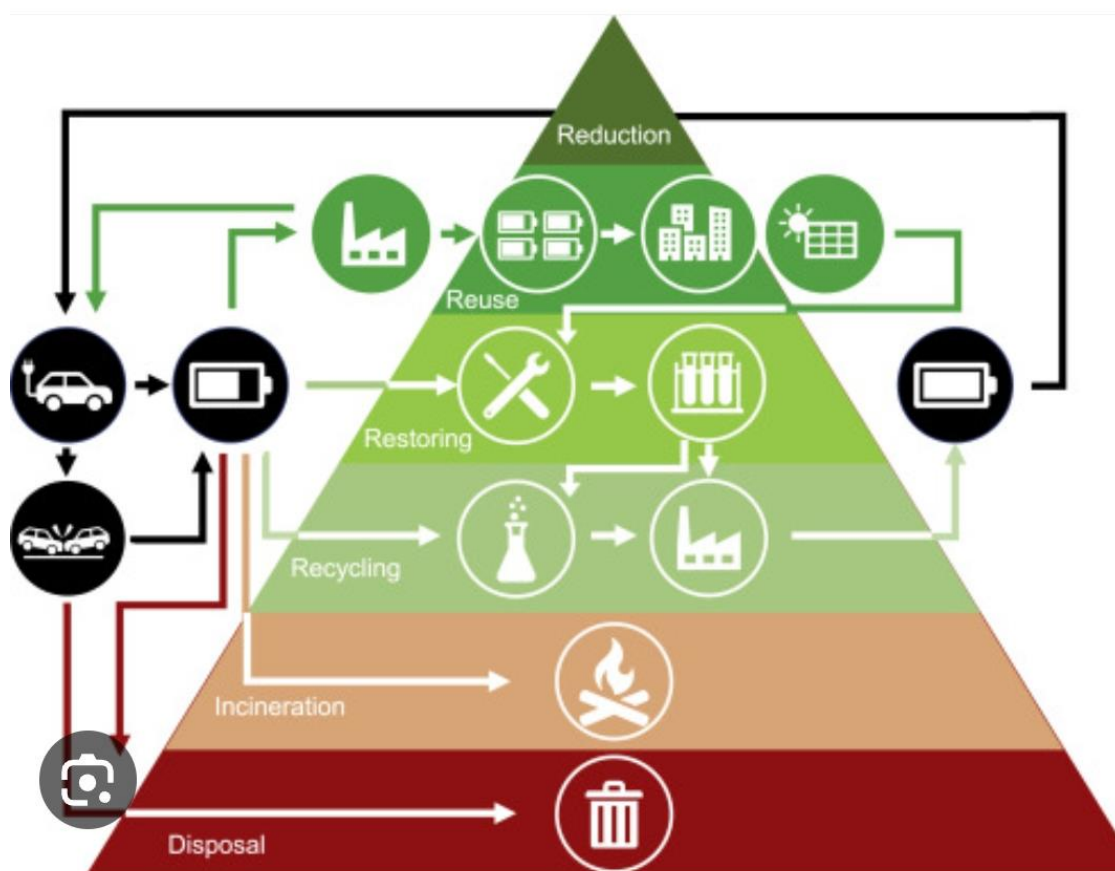
کارشناسان Fraunhofer پیش‌بینی می‌کنند که تا سال ۲۰۳۰، اروپا به ظرفیت بازیافت تا ۴۲۰۰۰۰ تن مواد باتری در هر سال نیاز خواهد داشت. بوش اعلام کرد که ماشین‌آلات، تجهیزات و نرم‌افزارهایی را برای پاسخگویی به تقاضای فزاینده برای باتری و بازیافت مواد خام موجود در آنها مانند لیتیوم، کبالت و نیکل نیاز است. این شرکت اعلام کرد که شرکت تابعه آن، Bosch Rexroth، شرکت Battery Lifecycle Company را با اولین سیستم کاملاً خودکار اروپا برای تخلیه و جداسازی ماژول‌های باتری تامین می‌کند. شرکت Battery Lifecycle اولین کارخانه کاملاً خودکار اروپا را در سایت خود در Magdeburg می‌سازد و Bosch Rexroth این فناوری را تامین می‌کند. این سایت، باتری‌های مستعمل را از سازندگان مختلف برای بازیافت آماده می‌کند. حامل‌های کارخانه جدید، هر کدام مواد باتری تا وزن ۱۵۰ کیلوگرم را با سرعت ۱۸ متر در ثانیه حمل می‌کنند. بوش می‌گوید این به این معنی است که تخلیه خودکار هشت باتری لیتیوم‌یونی از خودروهای برقی کمتر از ۱۵ دقیقه طول می‌کشد. این شرکت اضافه می‌کند که راه‌حل خودکار آن، سرعت بازیافت را تا حد زیادی افزایش می‌دهد. با فرآیند دستی که در حال حاضر استفاده می‌شود، تخلیه عمیق باتری تا ۲۴ ساعت طول می‌کشد. قرار است سایت این شرکت تا ۱۵۰۰۰ تن از مواد باتری را هر سال بازیافت کند. این سایت قرار است در تابستان ۲۰۲۳ به بهره‌برداری برسد [۱۱۳-۱۱۴].

یک پروژه آزمایشی توسط آئودی که در آن باتری‌های قدیمی خودروهای برقی برای ذخیره برق از منابع تجدیدپذیر و جبران نوسانات در شبکه برق تغییر کاربری داده می‌شوند، جدیداً گزارش شده است. این باتری‌های دور ریخته شده، که هنوز ظرفیت باقیمانده دارند، روی هم چیده شده و به هم متصل می‌شوند تا یک مگاوات انرژی تولید کنند (شکل ۶-۸). هدف این پروژه آزمایشی، تثبیت شبکه برق آلمان است که به دلیل منابع انرژی تجدیدپذیر وابسته به آب و هوا و تنگناهای شبکه، نوساناتی را تجربه می‌کند. اپراتورهای پروژه در حال بررسی ابتکار عمل برای داشتن هزاران عدد از این باتری‌های نو و دست دوم خودرویی برای تثبیت فرکانس در سراسر آلمان هستند. سایر خودروسازان مانند مرسدس بنز نیز از باتری‌های دور ریخته شده برای ذخیره انرژی استفاده می‌کنند. این نوآوری، مزایای زیست‌محیطی و افزایش طول عمر باتری‌ها را به همراه داشته و استفاده از آنها را برای اهداف ثانویه به عنوان یک مدل اقتصادی

موفق ممکن ساخته است. لازم به ذکر است که دستورالعمل اروپا ۲۰۰۶/۶۶/EC الزام می‌کند که حداقل ۵۰ درصد از مواد موجود در باتری‌ها یا انباشته‌های استفاده شده باید بازیافت شوند و تولیدکنندگان، مسئول جمع‌آوری باتری‌ها و دفع آنها هستند. مطالعات مختلفی از نحوه بازیافت یا استفاده دوم باتری‌های خودرو برقی در حال انجام است که اهمیت این موضوع را نشان می‌دهد. چرخه زندگی دوم و یا بازیافت باتری به صورت شماتیک در شکل ۶-۹ نشان داده شده است [۱۱۶-۱۱۷].



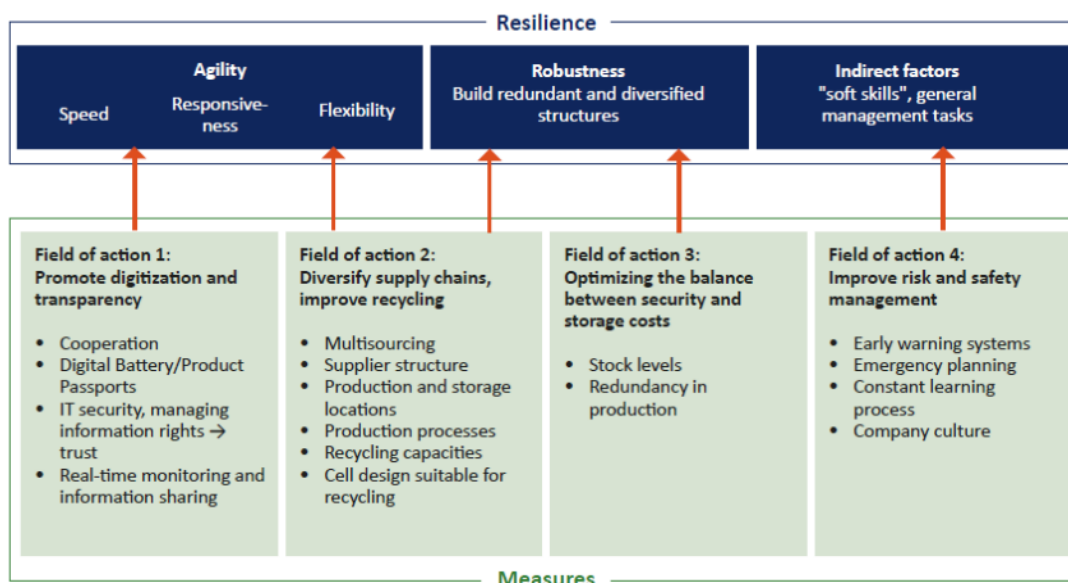
شکل ۶-۸ استفاده از باتری‌های مصرفی خودروهای برقی با ظرفیت ذخیره سازی



شکل ۶-۹ شماتیک چرخه بازیافت باتری یا زندگی دوم باتری [۱۱۷]

۶-۲ نیاز زنجیره تامین باتری به زیر بنای اقتصادی مستحکم

بازار باتری‌های خودروهای برقی به سرعت در حال تکامل است و هر روزه بازیگران جدیدی به این مجموعه اضافه و یا از آن حذف می‌شوند. طبقه‌بندی بازیگران و انعطاف‌پذیری زنجیره تامین، بینش‌های ارزشمندی را برای درک ظرفیت زنجیره تامین برای هدایت موثر در رویارویی با اختلالات خارجی ارائه می‌دهد. این طبقه‌بندی، تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای رویدادهای منفی جهانی از جمله گسترش ناگهانی بیماری‌های همه‌گیر، درگیری‌های نظامی، بحران‌های سیاسی و محاصره مسیرهای حمل و نقل را امکان‌پذیر می‌کند. تجزیه و تحلیل قوی یک زنجیره تامین باتری می‌تواند به ارائه بینش‌های ارزشمندی در مورد پتانسیل رشد این صنعت در یک کشور کمک کند و به تدوین راهبرد های رقابت‌پذیری در راستای رشد صنعت برقی سازی کمک نماید.



شکل ۶-۱۰ فاکتورهای ارزیابی زنجیره تامین [۶۶]

بر اساس یکی از آخرین مقالات تحقیقاتی در مورد تولید سلول باتری منتشر شده در آوریل ۲۰۲۳ به نمایندگی از وزارت امور اقتصادی و اقلیم فدرال آلمان، معیارهایی در ارزیابی و ارزش‌گذاری زنجیره تامین مالی از نظر فنی و اقتصادی بسیار مهم شناخته شده‌اند. یک زنجیره تامین باتری موفق، آن زنجیره تامينی است که دسترسی بدون وقفه به مواد خام باتری از منابع اولیه و ثانویه باتری را دارد. اهمیت در نظر گرفتن محدودیت‌های تجاری در این حوزه نیز فاکتور مهمی به شمار می‌آید. به صورت کلی عوامل زیر در تعریف زنجیره تامین موفق پذیر نقش دارند (شکل ۶-۱۰) [۶۶]:

- **چابکی:** چابکی که به پاسخگویی و انعطاف‌پذیری تعبیر می‌شود، به عنوان یک ویژگی حیاتی برای غلبه بر بحران است.
- **استحکام:** استحکام شامل مهارت‌های است که بازگشت سریع به سطوح عملکرد بالا پس از یک بحران را تسهیل می‌کند. استانداردسازی فرآیندها، ظرفیت‌های اضافی، و اتخاذ بهترین شیوه‌ها نمونه‌ای از عناصری هستند که استحکام را تقویت می‌کنند.

- **فاکتورهای مدیریتی:** شفافیت سازی، تاسیس سیستم‌های نظارتی، مدیریت سیستماتیک ریسک و انتخاب مکان‌های تولید باتری در ارزیابی پارامتر چابکی تاثیر می‌گذارد.

باید توجه داشت که هر ساله تغییرات مهم فناوری در شیمی سلولی باتری‌ها رخ می‌دهد، برخی از فناوری‌ها، افزایش چگالی را هدف قرار داده‌اند، اما هزینه و در دسترس بودن سلول باتری در سال‌های اخیر پارامتر مهم‌تری در زنجیره تامین باتری بوده است. علاوه بر روند تکامل مواد سلولی، نحوه انباشته شدن این سلول‌ها در یک بسته نیز در حال تکامل است. با ظهور باتری‌های جدید، موادی که در اطراف سلول‌ها برای بسته بندی مورد استفاده قرار می‌گیرند نیز باید تغییر کنند. روند مواد سطح سلولی باعث تغییر تقاضا برای موادی مانند نیکل، کبالت و لیتیوم می‌شود. هدف از ظهور فناوری‌های باتری‌های جدید، ارائه راه حل‌های بلند مدت برای کم کردن وابستگی به مواد خام است که اقتصاد بازیافت باتری‌ها می‌تواند مکمل مهمی در اقتصاد و پایداری باتری‌ها به شمار بیاید.

زنجیره تامین باتری با در نظر گرفتن عواملی مانند استحکام، چابکی و فاکتورهای مدیریتی، همزمان با اجرای اقدامات خاص مانند دیجیتالی کردن، تنوع، بازیافت و مدیریت ریسک، باید انعطاف‌پذیری خود را افزایش دهد. این تلاش‌ها به رشد و پایداری صنعت باتری کمک می‌کند و یک کشور یا یک خودروساز را در موقعیت مطلوب رقابتی برای برآورده کردن خواسته‌های صنعت آینده قرار می‌دهد.

۳-۶ زنجیره تامین باتری

با آنچه از آخرین مقالات معتبر و تحقیقات گسترده می‌توان استنباط کرد، متزلزل نبودن زنجیره تامین باتری شرط حیاتی برای خودروسازان می‌باشد، پنج پیشنهاد راهبردی مقاوم سازی زنجیره تامین در ذیل خلاصه شده است:

- **دیجیتالی سازی برای به حداکثر رساندن شفافیت زنجیره تامین:** دیجیتالی شدن، فرصت ارزشمندی است، به ویژه از طریق معرفی گذرنامه‌های استاندارد محصولات دیجیتال برای مواد خام، محصولات میانی و باتری‌ها. پذیرش استانداردهای مشترک بالا در امنیت فناوری اطلاعات و مدیریت حقوق اطلاعات، اعتماد را در میان ذینفعان تقویت می‌کند و امکان نظارت و به اشتراک گذاری اطلاعات را بین ذینفعان زنجیره تامین فراهم می‌کند.
- **تنوع بخشی عرضه:** انعطاف‌پذیرتر کردن روش‌های تولید، کاهش وابستگی به محصولات واسطه‌ای خاص باعث چابکی و استحکام زنجیره تامین خواهد شد. معرفی محصولات متنوع‌تر، به ویژه از نظر مواد شیمیایی سلولی (به عنوان مثال، گرافیت طبیعی در مقابل مصنوعی) و مواد کاتدی (مانند NCM در مقابل LFP)، خطر اختلال در عرضه را کاهش می‌دهد. تعادل بین هزینه‌های ذخیره سازی و هزینه‌های تخمینی ناشی از اختلالات زنجیره تامین باید به طور مستمر مورد سنجش قرار گیرد. برقراری تنوع، امنیت عرضه را تضمین می‌کند و در عین حال بار مالی را کاهش می‌دهد.
- **بازیافت:** بازیافت نقش بسیار مهمی در کاهش محدودیت‌های عرضه و رسیدگی به تقاضای آتی برای مواد خام در اقتصاد

بازیافت جامع ایفا می‌کند. با پیش‌بینی افزایش بازده باتری‌ها پس از سال ۲۰۳۰، ایجاد پیش‌نیازهای لازم برای فرآیندهای بازیافت کارآمد، مانند طرح‌های سلولی سازگار با بازیافت و ظرفیت‌های پردازش کافی، ضروری است.

- **اجرای مدیریت ریسک و امنیت منسجم:** اجرای سیستم‌های هشدار اولیه، طرح‌های واکنش اضطراری، و فرآیندهای یادگیری مداوم، انعطاف‌پذیری را با ارایه راه‌حل‌های به موقع و موثر تقویت می‌کند.
- **گسترش تعهد کاری و بهره‌وری در کل هرم منابع انسانی:** پرورش فرهنگی محیط کار می‌تواند محیطی مناسب برای یادگیری، سازگاری و بهبود مستمر را به ارمغان بیاورد. ذینفعان زنجیره تامین با یادگیری مستمر و ترویج فرهنگ اخلاق کاری می‌توانند توانایی تحلیل ریسک، اقدامات هدفمند برای تقویت انعطاف‌پذیری زنجیره‌های تامین مواد خام باتری را فرموله کنند.

۴-۶ مدل‌های تامین مالی طرح‌های سبز زیست محیطی جهانی

تخمین اندازه دقیق بدهی جهانی برای تامین مالی سبز چالش برانگیز است، اما واضح است که بازاری در حال رشد بوده و به منبع مهمی برای تامین مالی پروژه‌های طرح‌های سبز زیست محیطی تبدیل شده است. آژانس بین‌المللی انرژی تخمین می‌زند که کل سرمایه‌گذاری در انرژی پاک که شامل تامین مالی بدهی و سهام می‌شود، در سال ۲۰۲۰ به ۵۰۱ میلیارد دلار رسیده است که ۹ درصد افزایش نسبت به سال گذشته نشان می‌دهد [۲]. با این حال، تمام این سرمایه‌گذاری‌ها به طور خاص به شکل تامین مالی با بدهی سبز Green Debt Financing نیست، زیرا شامل سرمایه‌گذاری‌های سهام، یارانه‌های دولتی و سایر اشکال تامین مالی نیز می‌شود. تامین مالی سبز Green Financing به تامین مالی پروژه‌هایی اطلاق می‌شود که از نظر زیست‌محیطی پایدار بوده و با هدف کاهش اثرات منفی فعالیت‌های انسانی بر محیط زیست انجام می‌شود. انواع مختلفی از تامین مالی سبز در سراسر جهان وجود دارد، از جمله:

- اوراق قرضه سبز

- وام سبز

- وام مسکن سبز

- خطوط اعتباری سبز

- اعتبارات کربن

- وام‌های مرتبط با پایداری Sustainability

- بیمه سبز

محبوبیت انواع مختلف تامین مالی سبز به کشور، منطقه و بازار بستگی دارد و در غرب بیشتر از هر منطقه‌ای بالغ شده است. با این حال، اوراق قرضه سبز و وام‌های سبز عموماً محبوب‌ترین انواع تامین مالی سبز در جهان هستند. اکثر گزینه‌های تامین مالی سبز، مدل اقتصادی و کسب و

تامین مالی بدهی Debt Financing هستند، مانند اوراق قرضه سبز، وام سبز، وام مسکن سبز، خطوط اعتباری سبز، و وام‌های مرتبط با پایداری. گزینه‌های تامین مالی، به سرمایه‌گذاران و وام‌دهندگان اجازه می‌دهند تا سرمایه‌ای را برای پروژه‌های سازگار با محیط زیست فراهم کنند و در عین حال بازده مالی سرمایه‌گذاری خود را کسب نمایند.

با این حال، برخی از گزینه‌های تامین مالی سهام برای پروژه‌های سبز نیز وجود دارد، مانند صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر سبز، که در آن سرمایه‌گذاران به استارت‌آپ‌ها یا شرکت‌های کوچکی که بر توسعه فناوری‌ها یا محصولات سازگار با محیط زیست تمرکز می‌کنند، در ازای سهمی از مالکیت، بودجه ارائه می‌کنند. علاوه بر این، یارانه‌های دولتی، کمک‌های بلاعوض و مشوق‌های مالیاتی نیز برای پروژه‌های سبز وجود دارد که شامل تامین مالی بدهی یا سهام نمی‌شوند.

پروفسور هلم از دانشگاه آکسفورد، نگرش غرب برای وام گرفتن را حتی برای اهداف خوبی مانند طرح‌های سبز، به چالش کشیده است. دولت‌های غربی، مانند بریتانیا، تبلیغ می‌کند که نه تنها می‌توانند تا سال ۲۰۳۵ به Net Zero in Electricity برسند، بلکه هزینه زیادی نیز نخواهد داشت. پروفسور هلم این سیاست مالی غرب را به چالش می‌کشد که آیا این ادعا درست است که هزینه فراهم کردن این منابع مالی ناچیز است؟ واقعیت این است که تمام سرمایه‌گذاری سبز مورد نیاز از طریق استقراض پرداخت می‌شود و بازده آن سرمایه‌گذاری، هزینه اولیه و بهره را پس می‌دهد [۹۰].

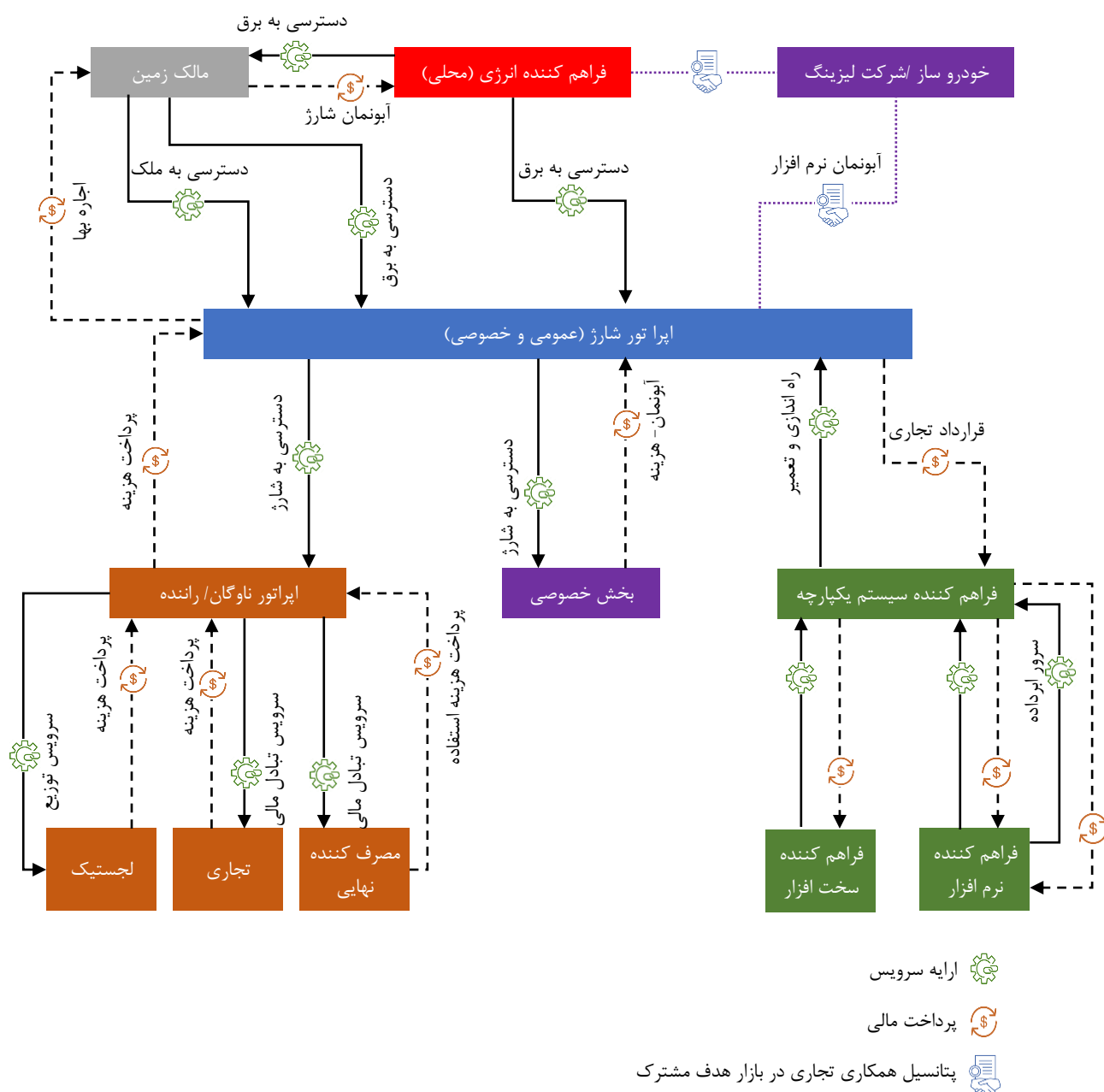
در بریتانیا و به دنبال آن در بسیاری از کشورهای غربی، شرکت‌های انرژی تازه تاسیس خصوصی، شروع به وام گرفتن کرده‌اند و از بازدهی که از مشتریان آینده به دست می‌آورند، بازپرداخت بدهی خود را شروع می‌نمایند. چهل سال بعد از شروع این نوع حمایت مالی (Finance) در بریتانیا، اشتباهی وام گرفتن و مقروض شدن به صورت سرسام آوری اعتیادآور شده است. ابتکار سبز شدن (کم آلاینده شدن انرژی) خوب است و آینده را برای نسل بعدی سالم تر می‌کند، اما نسل بعدی (در غرب) در نهایت باید این وام‌ها را از طریق مالیات و غیره پس دهد. پروفسور هلم سوال می‌کند درست است نسل ما که محیط را آلوده کرده است، برای نسل بعدی یک وام پرداخت نشده نیز هدیه دهد [۹۰]؟

دولت‌هایی که در ترویج انرژی‌های سبز و فناوری‌های وابسته می‌خواهند سرمایه‌گذاری کنند، باید به دقت برای تامین بودجه کافی مربوطه برنامه‌ریزی کنند. تامین مالی بدهی Debt Financing برای هر منطقه‌ای با شرایط اقتصادی خاص خود لزوماً مفید نخواهد بود. برای تغییرات کلان در سطح ملی مانند جایگزینی انرژی سبز به جای فسیلی، رسیدن به انرژی صفر در الکتریسیته (Net Zero in Electricity) و توسعه زیرساخت شارژ وسایل نقلیه برقی که به طور مستقیم یا غیرمستقیم به تامین مالی بدهی وابسته است، مطالعات اقتصادی دقیقی نیاز است.

۵-۶ مدل کسب و کار

در راستای برقی‌سازی، نوآوری در مدل کسب و کارهای جدید در یک بازار هدف خاص که مشارکت فعال همه ذینفعان را تشویق می‌کند، بسیار مهم است. با این حال، مهم است که اذعان کنیم که مشارکت همه ذینفعان ممکن است برای هر نوع حمل و نقل،

تجارت یا بازار هدف متفاوت باشد. الزامات و پویایی ذینفعان، بسته به بازار هدف خاص نیز می‌تواند به طور قابل توجهی متفاوت باشد. به عنوان مثال، هنگام در نظر گرفتن شیوه‌های حمل و نقل عمومی مانند اتوبوس، تاکسی، یا وسایل نقلیه سنگین، ذینفعان درگیر ممکن است ساختارها و اولویت‌های تجاری متمایزی داشته باشند. با این وجود، راه اندازی یک مدل کسب و کار در اکوسیستم برقی چه نیاز به مشارکت همه ذینفعان باشد و چه معدودی از آنها، نیاز به تامل و برنامه‌ریزی دارد [۱۸۱]. شکل ۶-۱۱، یک شماتیک خلاصه از مشارکتها و توافقات تجاری احتمالی بین ذینفعان اکوسیستم برقی را ارائه می‌دهد. لازم به ذکر است که گونه‌های متفاوتی از شکل ۶-۱۱ نیز امکان شکل پذیری دارد.



شکل ۶-۱۱ نحوه ارتباط ذینفعان مختلف برای آرایه مدل اقتصادی حمل و نقل برقی [۱۸۱]

تعاملات بین ذینفعان می‌تواند تحت مشارکت دو جانبه برای منافع مشترک یا تنظیم توافقات تجاری خلاصه شود. این توافقنامه‌های تجاری، یک رابطه متقابل را ایجاد می‌کنند که در آن، یک نهاد خدمات خاصی را دریافت می‌کند و بر اساس آن به ارائه‌دهنده پرداخت می‌نماید. توافقات متنوع تجاری دوطرفه، بالقوه در بازار حمل و نقل برقی بسیار گسترده بوده و وابسته به بازار هدف هستند.

۷ نوآوری برای اقتصاد سبزتر

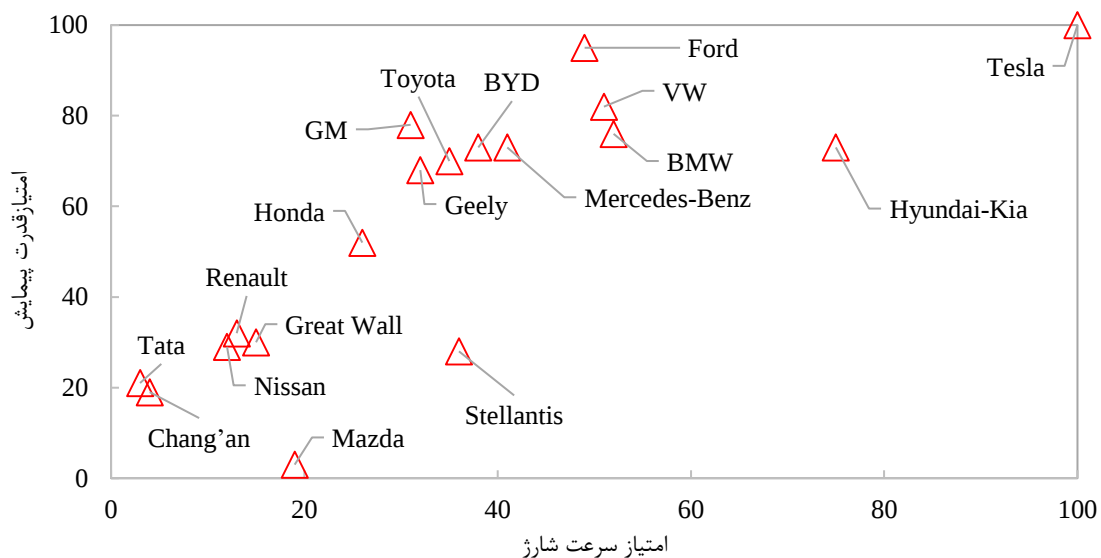
عبور از یک فناوری به فناوری دیگر یک فرصت مهم برای توسعه کسب و کار پایدار است و در مورد خودروهای برقی یک گام اساسی در جهت کاهش انتشار آلاینده‌گی است. این فصل به بررسی نقش مهم عوامل اقتصادی در موفقیت آمیز بودن گذار به خودروهای برقی و پرورش یک مدل کسب و کار پایدار می پردازد. مشوق‌های مالی، سیاست‌های دولت، پویایی بازار و پتانسیل رشد اقتصادی سازگار با محیط‌زیست بررسی می شود. در این فصل، با شناخت روند قیمتی محصولات، تاثیر متقابل بین ملاحظات اقتصادی و اهداف زیست‌محیطی، بینش‌هایی در مورد اینکه چگونه می توان به سمت خودروهای برقی جهت گیری کرد و در عین حال کمک به اقتصاد سبزتر را تضمین کرد، ارائه می‌شود.

۷-۱ مدل‌های متنوع در راه بازار ولی نه به قیمت ارزان

انتظار می‌رود که مصرف‌کنندگان در سراسر جهان در سال ۲۰۲۳، حدود ۱۰ میلیون خودروی برقی خریداری کنند که تقریباً ۱۴ درصد کل بازار است، اما خودروی برقی هنوز ارزان نیست و اشتیاق مصرف‌کنندگان، شاید تب قیمت‌های اقتصادی‌تر خودروهای برقی را بالاتر ببرد. بلومبرگ پیش‌بینی می‌کند که حدود ۲۰ مدل خودروی برقی کاملاً جدید طی ۱۲ ماه آینده در آمریکا عرضه شود که تقریباً همان مقداری است که در سال ۲۰۲۲ عرضه شده است. کسانی که به دنبال یک SUV برقی هستند، در سال ۲۰۲۳ امکان انتخاب‌های خود را دو برابر خواهند دید. در سال ۲۰۲۳، تعداد زیادی شاسی بلند شیک‌تر، از جمله نسخه‌ای از هامر EV GMC (با قیمتی کاملاً بالای صد هزار دلار)، اولین لکسوس برقی با نام RZ، نسخه برقی GV۷۰ هیوندای، کراس اوور از Polestar (که به سادگی ۳ و ۴ نام‌گذاری شده‌اند)، و مرسدس EQE و EQS (در بالای هرم لوکس‌ترین خودروهای برقی)، در راه هستند. حتی صحبت از یک ولوو برقی بزرگ جدید وجود دارد.

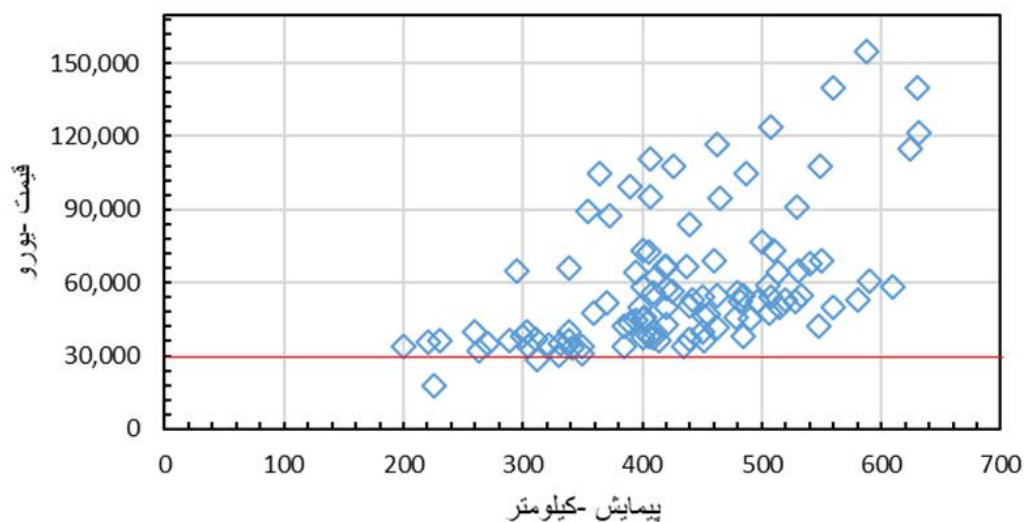
در شکل ۷-۱، امتیاز خودروسازان مطرح از دید سرعت شارژ و قدرت پیمایش نامی ارائه شده است. البته، نویسنده بر این باور است که این نمودار باید از نظر مقایسه بین شرکت‌های مختلف با هم تفسیر شود و مقادیر مطلق داده شده به هر شرکت به عنوان امتیاز در مرجع اصلی ممکن است تابع باورهای فردی باشد.

ما همچنین شاهد تعداد بیشتری از خودروهای برقی لوکس مانند Rivian R۱S و Lyric جدید کادیلاک خواهیم بود. آریا نیشان که مدت‌ها در انتظارش بودیم، سرانجام با قیمت پایه ۴۳۱۹۰ دلار وارد بازار آمریکا شده است. یک تولیدکننده ویتنامی (VinFast)، با VF ۸ خود، یک SUV کوچک با قیمت ۴۰۷۰۰ دلار (باتری در یک مدل اقتصادی جدید اشتراکی ماهانه) اولین تجربه را در بازار آمریکا آغاز خواهد کرد. رانندگان اروپایی نیز شاهد تنوع بیشتری از خودروهای برقی جدید در بازار خود خواهند بود ولی با قیمت‌های اکثراً بالای ۳۰ هزار یورو در بازار اروپا و تقریباً ۳۰ هزار دلار در بازار آمریکا روبرو هستند. شکل ۷-۲ قیمت خودروهای برقی سواری موجود در بازار هلند را خلاصه می‌کند که بجز یک خودرو، همگی بالای ۳۰ هزار یورو قیمت دارند.



شکل ۷-۱ مقایسه خودرو سازان مطرح در سرعت شارژ و قدرت پیمایش نامی محصولات خود [۳۵]

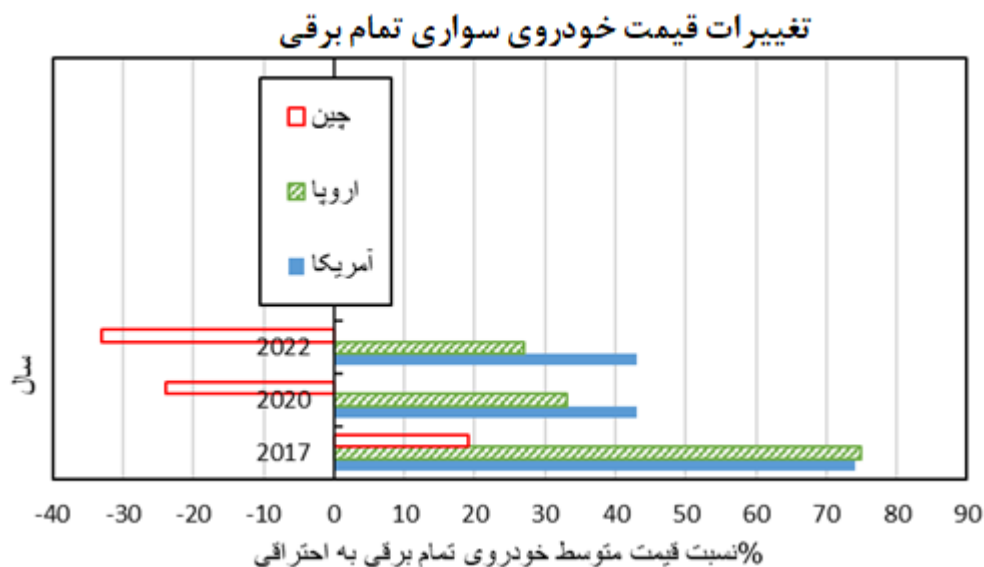
قیمت خودروهای سواری تمام برقی در کشور هلند



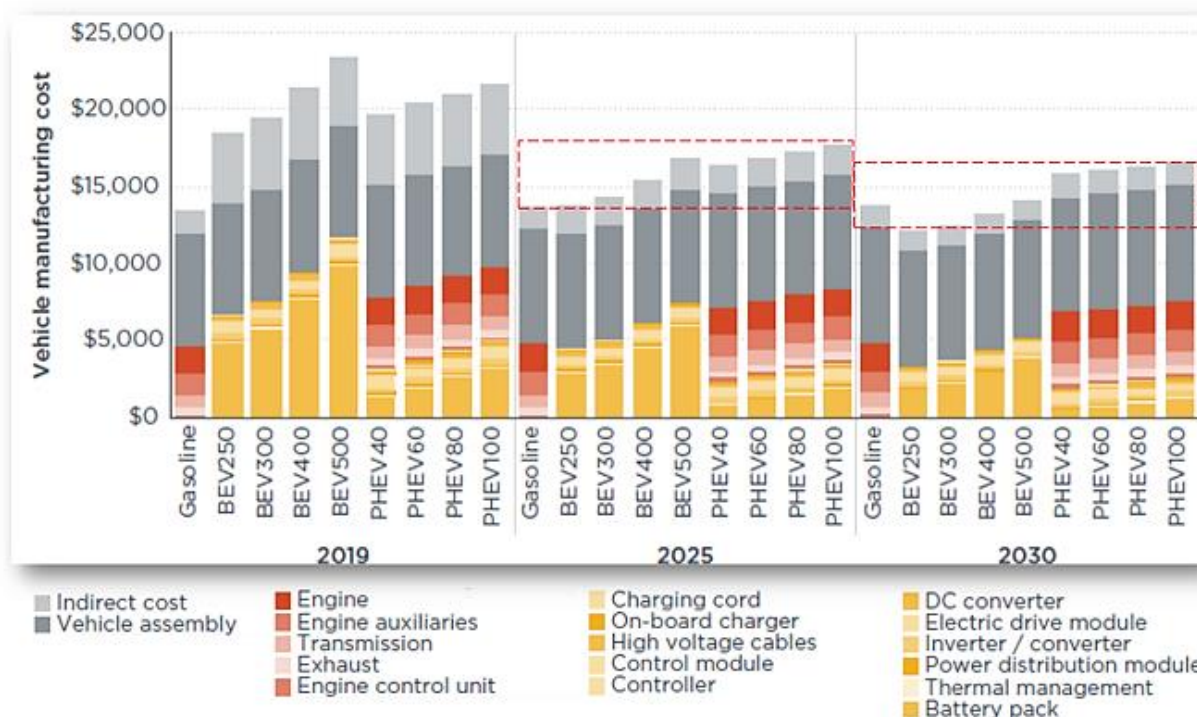
شکل ۷-۲ قیمت خودروهای برقی سواری موجود در بازار هلند

قیمت خودروی برقی رابطه مستقیم با بزرگی باتری دارد. با اینکه باتری بزرگتر منجر به قدرت پیمایش بالاتر می‌شود و اطمینان خاطر بیشتری به مصرف‌کنندگان می‌دهد، ولی خودروهای بزرگتر (SUV) و باتری‌های بزرگتر باعث افزایش قیمت خودرو و اثرات منفی زیست‌محیطی می‌شوند. اگر واقعاً نگران محیط زیست و توسعه پایدار هستیم و به دنبال جنبه‌های لوکس فناوری نیستیم، آنچه نیاز داریم خودرویی است که نیاز روزانه ما را برطرف کند.

مهم‌ترین مانع گسترش وسایل نقلیه برقی در کشورهای در حال توسعه، قیمت بالای آنها است به نحوی که گاهی اوقات قیمت آنها بیش از ۷۰ درصد در مقایسه با خودروهای احتراقی بیشتر است. داده‌ها حاکی از آن است که هنوز قیمت خودروهای تمام برقی از قیمت خودروهای فسیلی در اکثر کشورهای جهان بیشتر است و روند کاهش نسبی قیمت‌ها فقط در چین مشاهده شده است (شکل



شکل ۷-۳ تغییرات قیمت خودروی سواری تمام برقی [۱۱۸]

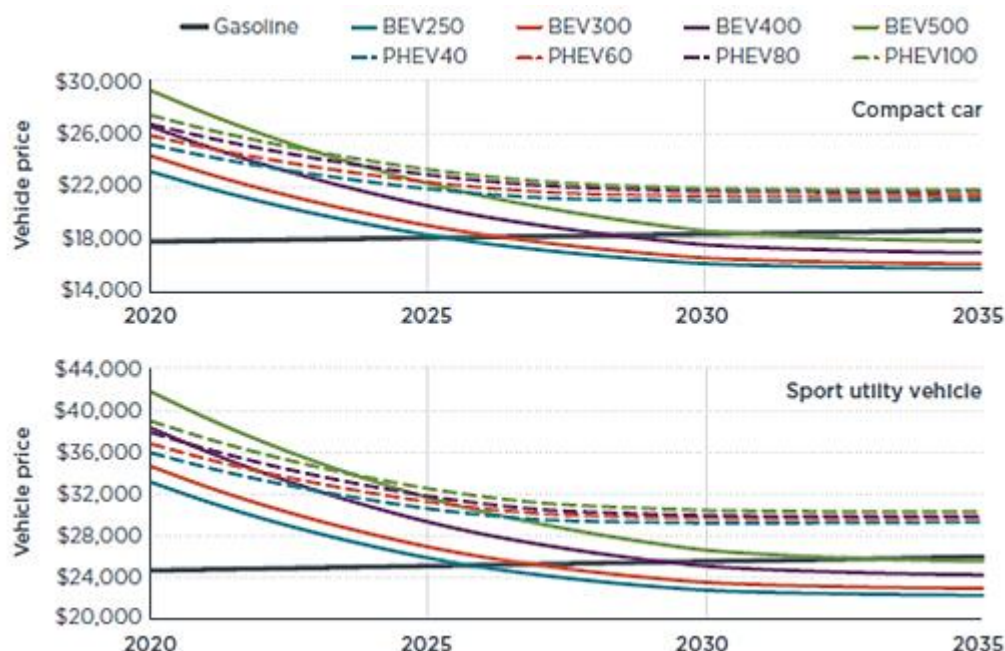


شکل ۷-۴ هزینه های ساخت خودرو در چین در همه گروه های قوای محرکه در سال های انتخابی [۳۰]

۷-۱-۱ هزینه ساخت خودرو سواری در چین

هزینه های ساخت خودرو در چین در همه گروه های قوای محرکه در حال کاهش است. به طوری که از سال ۲۰۲۵ به بعد، چین قادر خواهد بود خودروهای کامپکت معمولی (بنزینی، تمام برقی، پلاگین) را با قیمت تولیدی بین ۱۵ هزار تا ۱۸ هزار دلار (بدون احتساب مالیات و سود) تولید کند. رقابت با چنین قیمت تمام شده برای هر خودرو ساز خارج از چین چالش ساز خواهد بود (شکل ۷-۷).

همزمان با کاهش هزینه تولید خودروهای تمام برقی (۲۵۰ تا ۴۰۰ کیلومتر پیمایش) در چین، قیمت این خودروها هم در بازار تا سال ۲۰۳۵ روند کاهشی خواهد داشت (شکل ۷-۵). کاهش قیمت خودروهای پلاگین به اندازه تمام برقی نخواهد بود که این به علت هزینه بالاتر خط مونتاژ پلاگین است (به دلیل تعداد قطعات بیشتر).



شکل ۷-۵ روند نزولی قیمت‌های خودرو در چین در همه گروه‌های قوای محرکه در سال‌های مختلف [۳۰]

۷-۱-۲ جنگ قیمت‌ها در حوزه خودروهای مقرون به صرفه

نحوه تولید قوای محرکه انبوه خودرو توسط شرکت‌های خودروساز، بر سایر صنایع وابسته و غیر وابسته تأثیرات مستقیم دارد. به نظر می‌آید تولید خودرو لوکس برقی در کشورهای غربی کم ریسک‌تر از ورود به بازار خودروهای ارزان قیمت برقی است، ولی بازار خودروهای لوکس بسیار محدودتر است [۷۸]. خودروسازان مطرح به دنبال کاهش هزینه‌ها برای تولید خودروهای اقتصادی هستند. به عنوان نمونه تسلا در حال کار بر روی یک پلتفرم جدید و نسل بعدی خودرو است که انتظار می‌رود در آینده‌ای نه چندان دور آماده شده و در سال ۲۰۲۳ معرفی شود.

تسلا برای فروش بیشتر، بر روی خودروهای مدل ۳ و مدل Y خود تا ۲۰ درصد تخفیف داده است. قیمت مقرون به صرفه‌تر در تسلا، برای شرکت‌های قدیمی خودرویی که وارد بازار خودروهای برقی می‌شوند دردسر جدی ایجاد کرده است. قیمت مدل ۳ تسلا اکنون با شورلت بولت جنرال موتورز مقایسه می‌شود که از حدود ۳۰ هزار دلار شروع می‌شود. از سوی دیگر، کاهش قیمت‌های تسلا دردسر زیادی برای استارت‌آپ‌ها ایجاد کرده است. در سوئد و بریتانیا که سال گذشته یارانه خودروهای برقی را به صفر کاهش داده‌اند، تسلا باید هزینه‌های برخی از این یارانه‌های از دست رفته را نیز پوشش دهد تا بازاری را جذب کند که تحت شرایط اقتصاد کنونی، انعطاف‌پذیری هم‌قیمتی با خودروهای احتراقی را هم ندارد [۱۱۹].

برای دستیابی به کاهش هزینه تا ۵۰ درصد (احتمالا کاهش هزینه مربوط به سخت‌افزار/تولید)، تسلا احتمالا درصدد تولید یک مدل برقی اقتصادی‌تر برای عموم (معروف به تسلا ۲۵ هزار دلاری) است، یا شاید تسلا می‌خواهد یک رباتاکسی ارزان تولید کند که یک وسیله حمل و نقل بسیار ساده و خودران می‌تواند باشد.

سرمایه‌گذاری ۳/۶ میلیارد دلاری اخیر تسلا در کارخانه گیگافکتوری نوادا، هزینه تولید باتری برای تسلا را کاهش خواهد داد. توسعه کارخانه نوادا شامل خطوط تولید با حجم بالا برای کامیون نیمه برقی جدید تسلا و همچنین یک مرکز جدید تولید سلول باتری ۴۶۸۰ خواهد بود که ۱۰۰ گیگاوات ساعت در سال تولید خواهد کرد. از لحاظ تئوری، این میزان باتری برای تولید ۱/۵ میلیون خودروی سبک در سال کافی است. ایلان ماسک، مدیرعامل تسلا اعلام کرده است که هدف بلندمدت کارخانه نوادا تولید سالانه ۵۰۰ گیگاوات ساعت است.

طبق برآوردهای خبری جدید، خطوط تولید نیمه کامیون حدود ۰/۵ تا ۰/۶ میلیارد دلار هزینه برای تسلا خواهد داشت، به این معنی که تاسیسات تولید باتری ۱۰۰ گیگاوات ساعتی، سالانه حدود ۳ میلیارد دلار هزینه خواهند داشت و این به معنای کاهش قابل توجه هزینه سرمایه‌گذاری در هر گیگاوات ساعت است. به نظر می‌رسد تسلا تنها در دو سال، هزینه‌های سرمایه‌گذاری باتری را از ۶۰۰ میلیون دلار به ۳۰۰ میلیون دلار در هر ۱۰ گیگاوات ساعت کاهش داده است. این کاهش هزینه، زنگ خطری برای رقبای تسلا است. کارشناسان معتقدند اگر تسلا بتواند هزینه تولید باتری را در ۳۰۰ میلیون دلار در هر ۱۰ گیگاوات ساعت نگه دارد، هزینه سرمایه اولیه باتری تسلا ۶۰ تا ۷۰ درصد کمتر از همتایان چینی و کره‌ای خود خواهد بود. این کاهش چشمگیر در هزینه‌های سرمایه‌گذاری تولید باتری می‌تواند دلیلی باشد که حدس بنزیم مبنی بر اینکه تسلا برای پلتفرم نسل سوم خودرو خود، یک مدل ۲۵ هزار دلاری را بررسی می‌کند. زمان نشان خواهد داد که تسلا در پلتفرم جدید به دنبال چیست. البته تولید انبوه تسلا ۲۵ هزار دلاری بیش از یک گمانه‌زنی نیست چون تسلا نشان داده است که همیشه محصولاتش را غافل‌گیرکننده به بازار معرفی می‌کند. اما به طور کلی، همیشه این خبر مثبت است که خودروسازان به دنبال نوآوری در مدل‌های ارزان‌تر خودروهای برقی هستند.

تجربه کشورهای دیگر نشان داده است که ساخت پروتوتایپ خودرو برقی، یک قدم مثبت ولی بسیار متفاوت‌تر از تدوین پلتفرم است زیرا توسعه وسایل نقلیه مطلوب با قیمت مناسب چالش بسیار بزرگ‌تری است. به عنوان مثال، جنرال موتورز در آوریل ۲۰۲۳ اعلام کرد که به طور رسمی تولید شورلت بولت برقی خود را پایان می‌دهد. بولت که به عنوان یک محصول بسیار موفق در سال ۲۰۱۷ معرفی شد، با قیمت اولیه ۲۵۶۰۰ دلار، مقرون به صرفه ترین خودروی برقی در بازار بود. شورولت بولت برقی پس از سال‌ها عملکرد ضعیف توانست آینده خودروهای تمام برقی جنرال موتورز را به حرکت درآورد ولی نتوانست در کورس رقابت بی‌رحم جهانی دوام بیاورد [۱۲۱].

۷-۱-۳ تعهد رقابت منصفانه درست بعد از شروع جنگ قیمت‌ها

تاکنون، چین بزرگترین تولیدکننده خودروهای برقی بوده است و پیش‌بینی می‌شود که تا آینده نزدیک رهبر بازار خودروهای

برقی باقی بماند. با این حال، جنگ قیمتی در بازار خودرو چین ناشی از رقابت شدید بین خودروسازان نوپا است. جنگ قیمت در ابتدا توسط تسلا در اواخر سال ۲۰۲۲ در بازار چین آغاز شد و باعث شد که برندهای بزرگ در اوایل سال ۲۰۲۳، تخفیف‌های سنگینی را برای جذب مشتریان در میان رکود فروش ارائه دهند. تسلا و BYD، بزرگترین برند خودرو در چین، این نبرد را آغاز کرده و قیمت‌ها را در طول پنج ماه اول سال ۲۰۲۳ کاهش دادند. این رقابت، صنعت خودروسازی را که قبلاً ستون اقتصاد چین بود را تا حدی متزلزل کرده است. در حال حاضر، بیش از ۴۰ خودروساز در چین، تخفیف‌هایی را بر روی خودروهای برقی و فسیلی خود اعمال کرده‌اند. شرکت‌های چینی شروع به ارائه مشوق‌های مختلف برای وسایل نقلیه برقی خود کردند تا مصرف‌کنندگان بیشتری را جذب نمایند. کاهش قیمت از چند صد دلار برای مدل‌های ارزان‌تر تا ده‌ها هزار دلار برای عرضه‌های گران‌تر متغیر بوده است. در ژوئیه ۲۰۲۳ مجموعه‌ای متشکل از ۱۶ خودروساز، توافقنامه‌ای برای تعدیل نوسانات قیمت خودروهای برقی در بزرگترین بازار خودروهای برقی (چین) امضا کرده‌اند. شاید این توافق غیرالزام‌آور، نشان‌دهنده پایان احتمالی جنگ شدید قیمت خودروهای برقی در سال ۲۰۲۳ باشد. درک دلایل بالقوه جنگ قیمت در چین به عنوان بزرگترین و رقابتی‌ترین بازار برای خودروهای برقی بسیار مهم است. برخی از تحلیلگران نگران هستند که مصرف‌کنندگان به انتظار کاهش قیمت عادت کنند که منجر به کاهش سفارشات و هرج و مرج در بازار می‌شود. در نتیجه، روند منظم بازار آسیب‌پذیر خواهد بود. البته باید به خود یادآوری کنیم که نقطه شروع قیمت خودروی برقی بالا بوده و تخفیف، انتظار بازار بود اما آنچه که ما شاهد بودیم هرج و مرج نسبی در قیمت گذاری در همه برندهای بزرگ خودروهای برقی در بازار چین است [۱۷۹].

نوسانات ناپایدار قیمت می‌تواند پیامدهای منفی هم برای مصرف‌کنندگان و هم برای صنعت داشته باشد، زیرا نوسانات مداوم قیمت باعث ایجاد عدم اطمینان می‌شود و تصمیم‌گیری برای خرید را برای مصرف‌کنندگان دشوار می‌کند. زمانی که قیمت‌ها دائماً در حال نوسان هستند، ممکن است شرکت‌ها برای حفظ ثبات مالی تلاش کنند. مصرف‌کنندگان ممکن است در برخی از مقاطع زمانی از قیمت‌های پایین‌تر سود ببرند، اما اثرات بلندمدت آن می‌تواند مضر باشد. نوسانات ناپایدار قیمت می‌تواند اعتماد و اطمینان در صنعت را از بین ببرد، زیرا مصرف‌کنندگان به صنعت یا تکنولوژی خاص بدبین می‌شوند. در نتیجه، برندها آسیب می‌بینند زیرا نمی‌توانند محصولات خود را متمایز کنند. به طور کلی، نوسانات و ناپایداری قیمت می‌تواند اثرات مخربی بر مصرف‌کنندگان و صنعت، از جمله کاهش ثبات، نوآوری و اعتماد مصرف‌کننده داشته باشد. رهبران صنعت خودروهای برقی از جمله تسلا و تولیدکننده برتر خودروهای برقی چین، BYD، متعهد شده‌اند که رقابت منصفانه را تقویت کنند و از قیمت‌گذاری نامنظم در بزرگترین بازار خودروهای برقی خودداری نمایند. این توافق در طی مراسم امضای قرارداد در انجمن خودروی چین که در شانگهای برگزار شد، انجام گردید. در حقیقت، وزارت صنعت و فناوری اطلاعات چین، به انجمن خودروسازان چین دستور داده بود تا ۱۶ شرکت را برای امضای این توافق غیر الزام‌آور جمع‌آوری کند. چهار اصل کلیدی این توافقنامه شامل پایبندی به قوانین صنعت، اجتناب از بازاریابی همراه کننده، اولویت بندی کیفیت محصول و انجام مسئولیت‌های اجتماعی است.

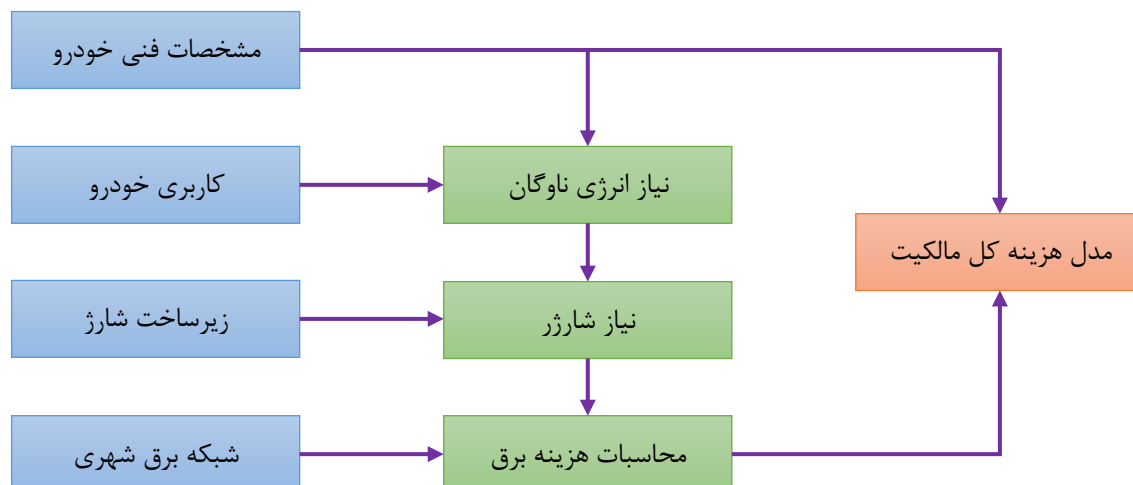
به نظر می‌رسد قرارداد امضا شده توسط شانزده خودروساز، از جمله تسلا و بی‌وای‌دی، یادآوری رقبا به یکدیگر در به احترام

گذاشتن رقابت جوانمردانه و اصول رشد در بازار بسیار رقابتی خودروهای برقی باشد. در واقعیت، این توافقنامه فاقد مفاد نسبتاً جدید تجاری است. به عبارت دیگر، این توافقنامه شبیه ضرب المثل قدیمی است که همه رقبا در یک کشتی هستند و باید برای جلوگیری از نتایج نامطلوب بازار با یکدیگر همکاری کنند. این توافقنامه با تأکید بر لزوم رقابت عادلانه و پایبندی به اصول اولیه به دنبال جلوگیری از غرق شدن صنعت تازه متولد شده خودروهای برقی است و ارتقا فضای سالم بازار چیزی است که همه باید به آن احترام بگذارند. چند درس استراتژیک از این رویداد می‌توان گرفت که عبارتند از [۱۷۹]:

۱. **همکاری بین رقبا:** این توافقنامه، تمایل رقبا را برای همکاری و یافتن زمینه‌های مشترک به نفع صنعت و به عنوان یک اصل حرفه‌ای برجسته می‌کند.
 ۲. **اهمیت رقابت منصفانه:** تعهد به رقابت منصفانه و اجتناب از اقداماتی که می‌تواند بازار را مختل کند، بسیار مهم است.
 ۳. **رضایت مصرف‌کننده:** نارضایتی مشتریان به دلیل نوسانات قیمت، نشان دهنده اهمیت در نظر گرفتن مصرف‌کننده و تأثیر بالقوه بر شهرت برند است.
 ۴. **مداخله دولت:** دخالت وزارت صنعت و فناوری اطلاعات چین نقش نهادهای نظارتی را در رسیدگی به چالش‌های صنعت و تضمین ثبات بازار نشان می‌دهد.
 ۵. **تقاضای بازار و مدیریت موجودی:** جنگ قیمت تا حدودی ناشی از عدم تعادل عرضه و تقاضا ایجاد شده است، که اهمیت مدیریت تولید و سطوح موجودی را به طور موثر برجسته می‌کند.
 ۶. **ایجاد تعادل بین سودآوری و رشد بازار:** هدف این توافق، تثبیت رشد و مدیریت ریسک است که نیاز به تعادل بین سودآوری و حفظ گسترش بازار را یادآوری می‌کند.
 ۷. **اهمیت قوانین محلی برای شرکت‌های بین‌المللی:** مشارکت تسلا به عنوان تنها خودروساز خارجی نشان دهنده تعهد این شرکت به بازار چین و تلاش‌های آن برای حرکت در چشم انداز رقابتی است.
 ۸. **نقش سیاست‌مداران:** جنگ قیمت‌ها و توافقی‌های بعدی منعکس‌کننده تأثیر سیاست‌های دولت با هدف ارتقا و تقویت صنعت و حل چالش‌های پیش رو در دراز مدت است. تأثیر برقی‌سازی حمل و نقل فراتر از حمایت مالی و اهداف دوره‌ای دولت‌ها است و پیامدهای درازمدتی برای صنایعی مانند خودروسازی دارد.
 ۹. **اهمیت مسئولیت اجتماعی سازندگان خودرو:** تمرکز توافق بر ایفای مسئولیت‌های اجتماعی سازندگان خودرو و تأکید روزافزون بر نقشی که در شکل دادن شیوه‌های اجرایی صنعت ایفا می‌کنند را برجسته می‌نماید.
- البته باید منتظر ماند و دید که چگونه این شرکت‌ها تحت فشار بازار به توافق نامه غیر الزام آور خود پایبند خواهند بود.

۷-۱-۴ اولویت برقی سازی ناوگان

تجربه کشورهای پیشرو در برقی سازی حمل و نقل نشان داده است که تغییر ناوگان (Fleet) وسایل نقلیه به وسایل نقلیه بدون آلایندهی مانند تمام برقی از اهمیت بالایی در کربن زدایی حمل و نقل جاده ای و کاهش انتشار گازهای گلخانه ای برخوردار است. فناوری وسایل نقلیه بدون آلایندهی به سرعت در حال پیشرفت است و به قابلیت تجاری دست می یابد و تغییر ناوگان می تواند به عنوان یک کاتالیزور برای پذیرش گسترده تر خودروهای تمام برقی توسط مردم باشد [۱۲۲].



شکل ۷-۶ چهارچوب مدل سازی برای محاسبه هزینه کل مالکیت ناوگان [۱۲۳]

برای تسریع برقی سازی ناوگان، اجرای رویکردهای سیاستی موثر و تسهیل استقرار سریع زیرساخت های شارژ بسیار مهم است. اقدامات سیاستی شامل اهداف حذف تدریجی، معرفی مقررات جدید خودروهای برقی، الزامات به صاحبان ناوگان، مشوق های مالی، و حمایت از توسعه زیرساخت شارژ می باشد.

مزایای برق سازی ناوگان حمل و نقل عبارتند از:

- **مقیاس:** تفاوت هزینه بین خودروهای بدون آلایندهی و موتورهای احتراق داخلی در مقیاس می تواند هزینه ها را کاهش دهد و پذیرش گسترده خودروهای برقی را گسترده تر کند.
- **مزیت های اقتصادی:** خودروهای برقی مزایای قابل توجهی از جمله افزایش بهره وری انرژی، کاهش نیازهای تعمیر و نگهداری و کاهش هزینه های سوخت گیری را به همراه دارند. این مزایا به صاحبان ناوگان و اپراتورها صرفه جویی طولانی مدت در هزینه ها را می دهد. محاسبه هزینه کل مالکیت ناوگان ها به تصمیم گیری در این مورد کمک می کند (شکل ۷-۶) [۱۲۳].

- **هزینه های سلامت:** ناوگان برقی به کاهش آلودگی هوا کمک می کند. آن منجر به افزایش پیامدهای مثبت بهداشت عمومی، به ویژه در مناطق شهری که به طور نامتناسبی تحت تاثیر آلودگی قرار دارند، می شود. برق رسانی ناوگان از مرگ های زودرس

جلوگیری می‌کند و مزایای زیست محیطی قابل توجهی را برای شهرهای بسیار آلوده به ارمغان می‌آورد.

باید توجه داشت که خودروهای بدون آلاینده‌گی، پیشرفت‌های قابل توجه فنی داشته‌اند. این خودروها عمدتاً در حوزه خودروهای سبک، شاهد افزایش فروش و نفوذ به بازار هستند. اگرچه در دسترس بودن خودروهای برقی تجاری ممکن است در مناطق مختلف جهان متفاوت باشد، پیشرفت‌ها در بخش‌های خاص خودرو می‌تواند تاثیر کاتالیزوری بر پذیرش گسترده‌تر بازار داشته باشد. ناوگان در مقیاس کوچک به دلیل دسترسی محدود به منابع مالی، تخصص فنی و زیرساخت شارژ با موانع منحصر به فردی در انتقال خودروهای برقی مواجه می‌شوند.

۷-۱-۵ مدل‌های کسب و کار خدمات‌محور نمونه‌ای از یک گذار اجتماعی

در سال‌های اخیر، تغییر قابل توجهی در ترجیحات مصرف‌کنندگان مشاهده شده است که به موجب آن مدل‌های مبتنی بر خدمات بر رویکردهای سنتی محصول محور برتری یافته‌اند. این روند به ویژه در حوزه وسایل نقلیه برقی و حمل و نقل مشترک صادق بوده است. قابل ذکر است، مفاهیمی مانند شارژ به عنوان یک سرویس و وسیله نقلیه به عنوان یک سرویس به عنوان پارادایم‌های جایگزین در حال ظهور هستند.

شارژ به عنوان یک سرویس، مستلزم ارائه زیرساخت شارژ قابل دسترس برای دارندگان خودروهای برقی است که نیاز به مالکیت فردی و نگهداری از ایستگاه‌های شارژ را از بین می‌برد. به طور مشابه، وسیله نقلیه به عنوان یک سرویس، کاربران را قادر می‌سازد تا به راحتی به وسایل نقلیه برقی در صورت تقاضا دسترسی داشته باشند و هزینه‌های مربوط به مالکیت را از بین ببرند. این مدل‌های خدمات‌محور نمونه‌ای از یک گذار اجتماعی گسترده‌تر به سمت ارزش‌گذاری مصرف تجربی بر مالکیت مادی هستند.

پذیرش فزاینده شارژ به عنوان یک سرویس و وسیله نقلیه به عنوان مدل خدمات، نشان دهنده همگرایی چندین عامل است. اولاً، جذابیت مالی این مدل‌ها از هزینه‌های اولیه پایین‌تر برای مصرف‌کنندگان ناشی می‌شود. با واگذاری مالکیت، افراد می‌توانند از سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی که در خرید خودروهای برقی یا راه‌اندازی زیرساخت شارژ شخصی دخیل هستند، چشم‌پوشی کنند. ثانیاً، راحتی ارائه شده توسط رویکردهای مبتنی بر خدمات را نمی‌توان دست‌کم گرفت. شارژ به عنوان یک سرویس، مالکان خودروهای برقی را از پیچیدگی‌های نگهداری ایستگاه‌های شارژ فردی آزاد می‌کند، زیرا امکانات شارژ عمومی یا خدمات مبتنی بر اشتراک، جایگزین‌های قابل دسترسی را ارائه می‌دهند. به همین ترتیب، وسیله نقلیه به عنوان یک سرویس، دسترسی انعطاف‌پذیر و بدون دردسر به راه‌حل‌های حمل و نقل برقی را بدون تعهدات مرتبط مانند مالکیت، بیمه، نگهداری و استهلاک به کاربران ارائه می‌دهد. با کاهش تعداد کلی وسایل نقلیه در جاده‌ها از طریق حمل و نقل مشترک و ترویج استفاده از وسایل نقلیه برقی، این مدل‌ها به کاهش انتشار کربن و ترویج شیوه‌های حمل و نقل پایدار کمک می‌کنند.

عوامل فرهنگی، اقتصادی و زیرساختی بر میزان جذب این مدل‌های خدماتی در مناطق مختلف تاثیر گذاشته است. عواملی مانند سیاست‌ها و مشوق‌های دولت، در دسترس بودن زیرساخت‌های شارژ، سیستم‌های حمل و نقل عمومی، و نگرش مصرف‌کننده نسبت

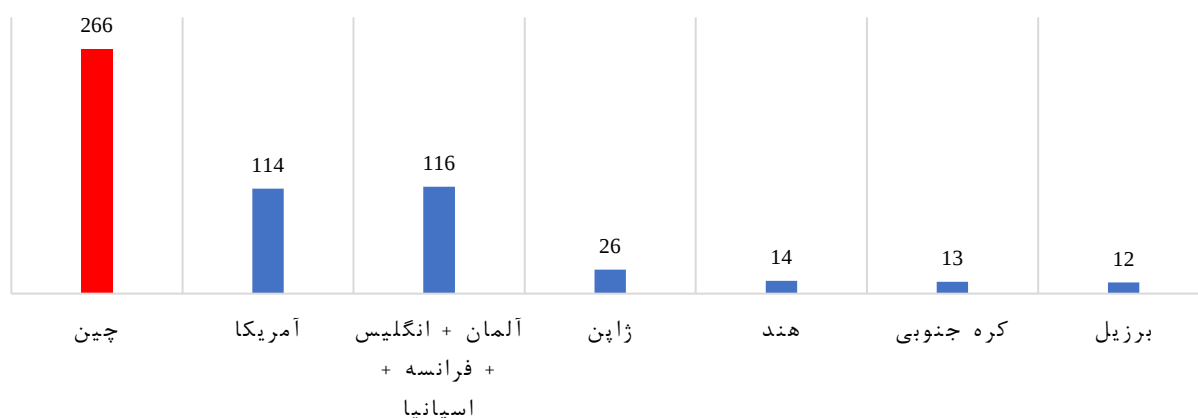
به مالکیت و اشتراک‌گذاری، همگی نقش‌های اساسی دارند. برخی از کشورها، به ویژه کشورهایی که دارای شبکه های شارژ خوب، سیستم های حمل و نقل عمومی قوی، و تمایل به خدمات مشترک هستند، شاهد موفقیت بیشتری در پیاده سازی و اتخاذ این مدل‌های خدمات محور بوده اند. در مقابل، مناطقی با زیرساخت شارژ محدود و ترجیح قوی تر برای مالکیت خودرو شخصی ممکن است با موانع مهم‌تری برای پذیرش گسترده مواجه شوند.

به طور خلاصه، تغییر به سمت مدل‌های مبتنی بر خدمات در بخش‌های خودروهای تمام برقی و حمل و نقل مشترک نشان‌دهنده یک گذار اجتماعی بزرگ‌تر به سمت اولویت دادن به تجربیات بر دارایی‌های مادی است. مدل های شارژ به عنوان سرویس و خودرو به عنوان خدمات مزایای ملموسی مانند کاهش هزینه های اولیه، راحتی و پایداری محیطی را ارائه می دهند. با این وجود، موفقیت دراز مدت این مدل‌ها به عوامل متعددی بستگی دارد و نرخ پذیرش آنها در کشورهای مختلف به دلیل شرایط فرهنگی، اقتصادی و زیرساختی متفاوت است. نوآوری در مدل های کسب و کار جایگزین، مانند شارژ به عنوان محصول و وسیله نقلیه به عنوان خدمات برای کمک به صاحبان ناوگان در غلبه بر هزینه های اولیه و خطرات فناوری، به ویژه در بازارهای نوظهور و اقتصادهای در حال توسعه ضروری به نظر می آید.

۶-۱-۷ وابستگی آینده گسترش خودروهای برقی به سبز بودن انرژی و زیرساخت‌های شارژ هوشمند شهری

خودرو برقی، موقعی سبز است که برق مصرفی خود را از منابع تجدیدپذیر دریافت کند و بصورت هوشمند مدیریت شود. با نگاهی به توسعه بازارهای جهان، به نظر می‌رسد که روند تولید برق تجدیدپذیر در حال رشد است ولی تعهد مناطق مختلف جهان برای گذار از سوخت فسیلی به تجدیدپذیر بسیار متفاوت است. مقایسه سرمایه‌گذاری کشورها در گذار به انرژی پاک در شکل ۷-۷ گزارش شده است.

ده کشور برتر جهان در سرمایه گذاری
برای گذار از سوخت فسیلی به تجدیدپذیر

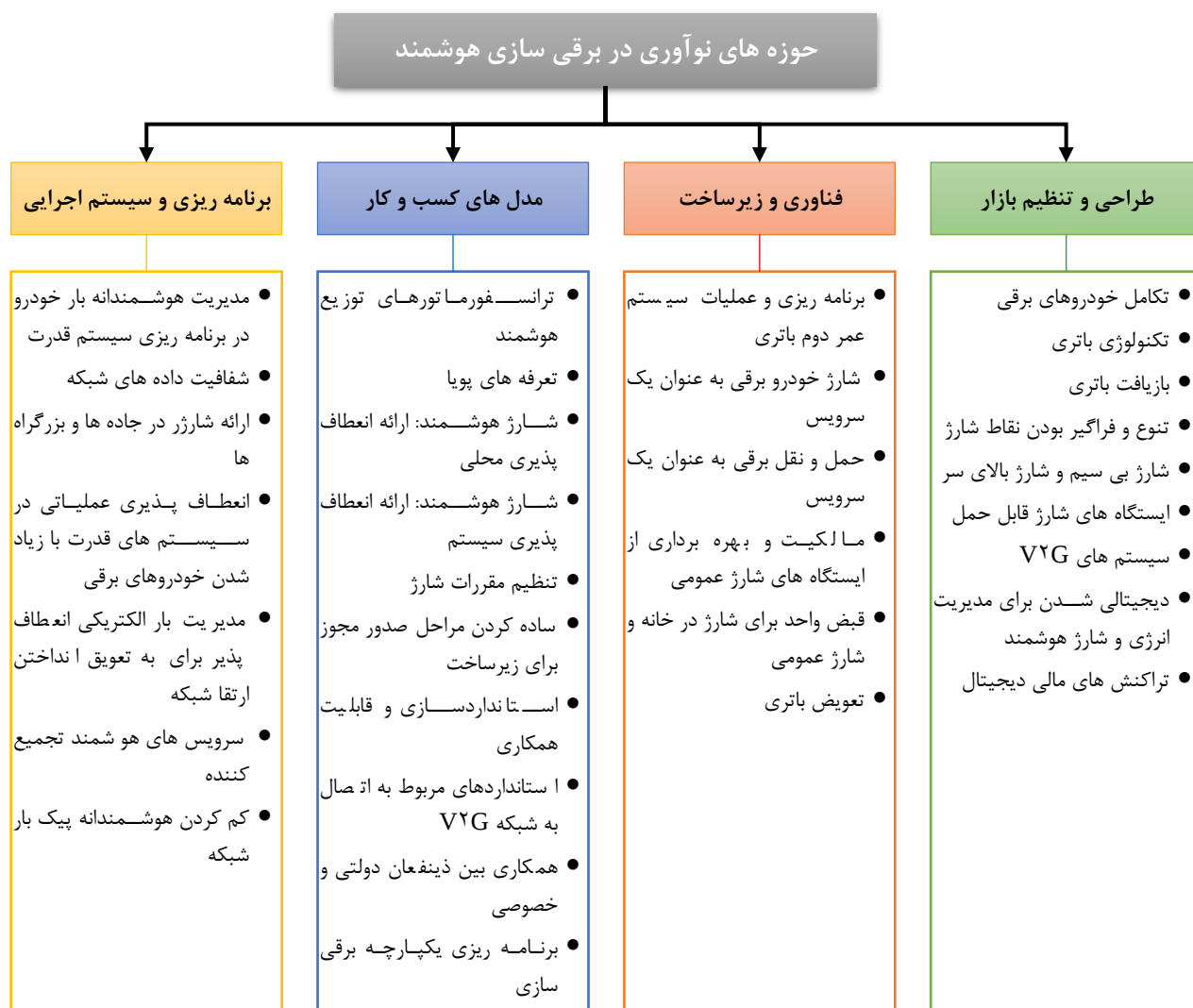


شکل ۷-۷ مقایسه سرمایه‌گذاری کشورها در گذار به انرژی پاک [۴]

تفاوت‌های قابل توجهی بین کشورهای اروپایی در مورد وضعیت توسعه زیرساخت شارژ هوشمند وجود دارد. در میان‌مدت، زیرساخت‌های شارژ عمومی در هر جایی که واقعاً برای اپراتور و مشتریان از نظر اقتصادی منطقی باشد، یافت خواهد شد. بدون توجه اقتصادی درازمدت، گسترش زیرساخت‌های شارژ یک رؤیای بی‌ثمر خواهد بود. تجربه کشورهای پیشرو نشان می‌دهد که انتخاب دقیق مکان و انتخاب قدرت ایستگاه شارژ برای هر سایت بسیار مهم است.

هزینه‌های ساخت منابع انرژی تجدیدپذیر همچنان رو به کاهش است. با این حال، وضعیت کنونی دائمی نیست، زیرا این شرایط با تنش‌های ژئوپلیتیکی و مدل‌های اقتصادی ارتباط تنگاتنگی دارد. در میان‌مدت و بلندمدت، انتظار می‌رود تولید برق در سطح جهانی ارزان‌تر شود. از آنجایی که خودروهای برقی می‌توانند در هر زمانی که پارک هستند، شارژ و یا دشارژ (برق را به شبکه برگردانند) شوند، با ذخیره کردن در زمان پیک‌های تولید، نقش کلیدی در ایجاد ثبات در شبکه برق خواهند داشت. برای این کار، مدیریت بار پویا برای تمام ایستگاه‌های شارژ جدیدی که وارد بازار می‌شوند، ضروری است.

شارژ در خانه یا محل کار با استفاده از برق برگرفته از انرژی‌های تجدیدپذیر همیشه جایگزین ارزان‌تری برای کاربران خواهد بود. بسته به میزان انرژی تجدیدپذیر موجود در شبکه، زمان مدنظر از شبانه‌روز و بار شبکه، شارژ هوشمند به طور اتوماتیک و هوشمند، مدیریت شارژ را با هزینه کمتر امکان پذیر خواهد کرد. بنابراین بدون زیرساخت هوشمند شهری حتی با وجود انبوه انرژی غیرفسیلی، مدیریت شارژ در ابعاد کشوری ناکارآمد خواهد بود. شکل ۷-۸ نمونه‌های از حوزه‌های تحت مطالعه و تحقیق و توسعه در کشورهای مختلف در زمینه برقی سازی هوشمند را ارائه می‌کند [۱۲۴-۱۲۷].



شکل ۷-۸ حوزه های نوآوری در برقی سازی هوشمند

۷-۲ مزیت بازار: مقرون به صرفه بودن یا داشتن نام تجاری قوی

ایجاد یک اقتصاد پویا برای عبور از خودروهای فسیلی به سمت خودروهای برقی می تواند یک فرصت قابل توجه برای رشد اقتصادی و پایداری زیست محیطی یک کشور به همراه داشته باشد. با اتخاذ سیاست هایی که نوآوری، مقرون به صرفه بودن و پذیرش را ترویج می کند، سیاست گذاران می توانند به تسریع حرکت به سمت یک سیستم حمل و نقل پاک تر و پایدارتر کمک کنند. در صنعت خودروسازی پیشرفته جهانی که به شدت رقابتی و در حال تکامل است، سه عامل ساده اما کلیدی مطلوبیت از دید مشتری، توان فنی و مقرون به صرفه بودن، موفقیت هر خودرو تجاری و آینده بازار را تعیین می کند. توان فنی با شرایط جغرافیایی و نوع استفاده مصرف کنندگان رابطه مستقیم دارد. مطلوبیت و مقرون به صرفه بودن، مهم ترین عواملی هستند که رشد بالقوه هر خودرو در بازار هدف را تعیین می کنند.

مطلوبیت به جذابیت خودرو به جذابیت محصول برای خریداران بالقوه اشاره دارد. به منظور مطلوب ساختن یک محصول،

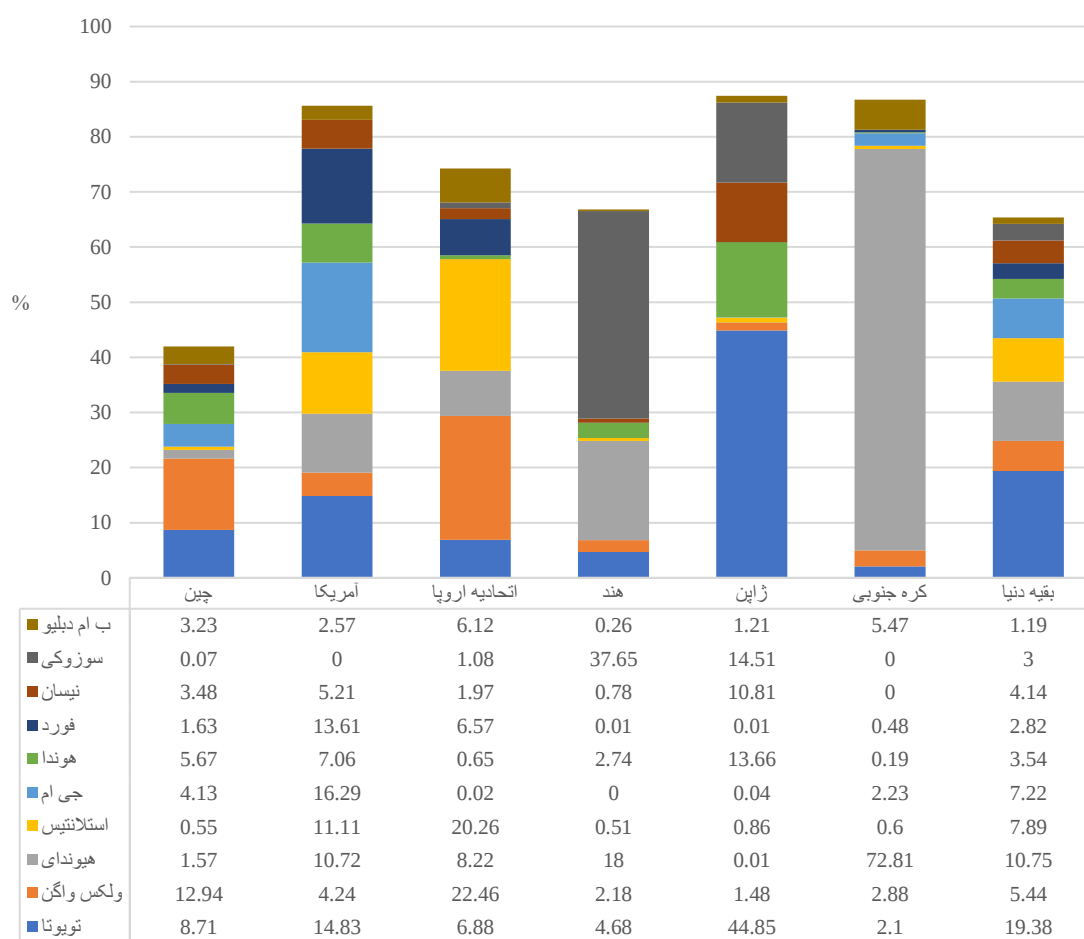
شرکت‌های خودروسازی، سرمایه‌گذاری زیادی در تحقیق و توسعه، فناوری، طراحی و بازاریابی می‌کنند. با این حال، در حالی که مطلوبیت از دید مشتری یک عامل مهم در تعیین رشد بالقوه یک محصول در بازار است، نباید به ضرر مقرون‌به‌صرفه بودن تمام شود. همچنین در حالی که ارتقا عملکرد فنی نیز نقش عمده در مطلوبیت یک محصول دارد، نباید به ضرر مقرون‌به‌صرفه بودن تمام شود. مقرون‌به‌صرفه بودن اشاره به هزینه کلی خودرو برای مصرف‌کننده نهایی اشاره دارد. به منظور دستیابی به رشد مثبت در بازار، خودرو جدید نه تنها باید از نظر سرمایه‌گذاران، محصول تجاری خوبی باشد، بلکه از نظر توان مالی اکثر خریداران بالقوه نیز باید مقرون‌به‌صرفه باشد. توازن بین محصول قابل سرمایه‌گذاری و مقرون‌به‌صرفه بودن می‌تواند باعث موفقیت یا شکست هر خودرو در بازار آینده باشد. ایلان ماسک (بنیان‌گذار شرکت تسلا) افزایش هزینه (تولید و هزینه‌های عملیاتی) را یکی از مهم‌ترین چالش‌های اصلی می‌داند که بسیاری از شرکت‌های خودروسازی برای حفظ سهم بازار خود با آن مواجه هستند. شرکت‌های خودروساز با افزایش هزینه خود مجبور به افزایش قیمت خودروهای خود می‌شوند که این افزایش قیمت برای بخش قابل توجهی از خریداران بالقوه غیرقابل قبول است. ایلان ماسک معتقد است که برای غلبه بر این چالش، شرکت‌های خودروسازی یا باید بر کاهش چشمگیر هزینه‌ها تمرکز کنند تا محصولات خود را برای طیف وسیع‌تری از مصرف‌کنندگان مقرون‌به‌صرفه‌تر کنند یا از بازار آزاد به طور طبیعی کنار زده خواهند شد. با اینکه قیمت تمام شده و مقرون‌به‌صرفه بودن در بازار رقابتی مهم است، سیاست کاهش هزینه نباید منجر به پایین آوردن عملکرد رقابتی خودرو از لحاظ مشخصات فنی و رفاهی باشد، زیرا کاهش کارایی بر مطلوبیت محصول تاثیر می‌گذارد و در درازمدت به برند خودروساز آسیب می‌رساند. برای حفظ مطلوبیت و همچنین دستیابی به مقرون‌به‌صرفه بودن، شرکت‌های خودروساز باید بر افزایش کارایی، کاهش هزینه‌های سربار و اتخاذ فناوری‌های جدید تولید و نوآوری برای کاهش هزینه کلی خودرو تمرکز کنند. ایلان ماسک معتقد است تا زمانی که شرکت‌های خودروساز قادر به تولید و فروش خودروهای برقی خودران با قیمت مناسب (در حد استطاعت مردم) و در حجم بالا نباشند، در بازار آزاد رقابتی به چالش کشیده خواهند شد. دقت داشته باشیم در بازار آزاد اکثر سرمایه‌گذاران برای برگشت سرمایه خود و سود سرمایه‌گذاری صبور نیستند که این می‌تواند فشار بیشتری بر خودروساز ایجاد کند.

مری بارا، مدیرعامل جنرال موتورز، در ماه ژوئن ۲۰۲۳ اعلام کرد که خودروهای برقی سودآور در محدوده ۳۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰ دلار تا پایان دهه یا حتی بعد از آن قابل اجرا نخواهند بود. مدیرعامل جنرال موتورز تصدیق می‌کند که تسلا در حال حاضر در فناوری، سودآوری و مقیاس خودروهای برقی پیشروتر از جنرال موتورز است. ایلان ماسک معتقد است که برای رفع مشکل هزینه در تولیدکنندگان خودرو (برقی و غیربرقی)، تولیدکنندگان باید هزینه‌ها را فوراً به طور چشمگیری کاهش دهند وگرنه محصول آنها به زودی از بین می‌رود. بنابراین انتخاب یک قیمت مناسب بسیار مهم است زیرا با افزایش قیمت، درصد افرادی که توانایی خرید خودرو را دارند، به طور تصاعدی کاهش می‌یابد.

یک زنجیره تامین پایدار برای پویایی صنعت خودرو حیاتی است. خودروسازان بین‌المللی با چالش‌های متعددی در زنجیره تامین، از جمله انتقال به وسایل نقلیه برقی در حالی که به تولید خودروهای موتور احتراق داخلی ادامه می‌دهند، مواجه هستند. علاوه بر این، بازیکنان جدید و چابک، سهم بازار آنها را تهدید می‌کنند. خودروسازان بین‌المللی سنتی باید ساختار خود را دوباره بازبینی کنند وگرنه

در مقابل رقبای پویاتر بازنده خواهند بود. برای رقابتی ماندن، OEMها باید نواسان شدید تقاضا و عرضه بی ثبات را مدیریت کنند و در عین حال هزینه خود را کاهش دهند که پیش برد این دو امر کاری بسیار چالش بر انگیز است.

شرکت‌های OEM باید از تفکر نا کارآمد میراثی دور شوند و از منابع خود به نحو احسن استفاده کنند. تولیدکنندگان OEM باید مدام تصمیم بگیرند که سیاست درون سپاری یا برون سپاری را چطور پیش ببرند. در چه حوزه‌هایی باید خودشان تولید را انجام دهند و کدام یک را به شرکای خود بسپارند. برون سپاری امکان دسترسی به فناوری تولید، نوآوری در فرآیند و مواد و اهرم‌های کاهش هزینه را سریع‌تر فراهم می‌کند اما ریسک جدیدی برای خودروسازان تعریف خواهد کرد. شفافیت زنجیره تامین در سراسر زنجیره ارزش با استفاده از ابزارهای دیجیتال، کارایی خلق ارزش داخلی و کنترل فرآیندها از آغاز تا پایان را ممکن می‌سازد. میزان برون سپاری و راهبرد مرتبط می‌تواند بسته به حجم تولید تغییر کند [۱۲۶].



شکل ۷-۹ محبوبیت برندهای مختلف در کشورهای مختلف [۱۲۷]

دیجیتالی شدن و فناوری‌های وابسته می‌توانند فرآیندهای تولید را متحول کنند، شفافیت را در سراسر زنجیره ارزش تضمین کنند و امکان تصمیم‌گیری سریع را فراهم نمایند. در حالی که OEMها، سال‌هاست حجم زیادی از داده‌های تولید را جمع‌آوری می‌کنند، هنوز استفاده چندانی از این داده‌ها برای بهبود فرآیند خود نکرده‌اند. به طور مثال داده کاوی و الگوریتم‌های خودآموز می‌توانند تعمیر

و نگهداری ابزار و کار آمدی فرآیندها را پیش‌بینی کنند و به بهینه‌سازی کیفیت محصول کمک نمایند. پیشرفت در حسگرها، هوش مصنوعی، و متصل در داخل کارخانه می‌تواند OEMها را آماده کنند تا از قبل به هر گونه اختلال راه‌حل مناسب آمادگی داشته باشند. با توجه به تجزیه و تحلیل اخیر F Munzo، تولید کنندگان خودروهای بین‌المللی، بازار متفاوتی در سطح جهانی دارند. در ژاپن، تویوتا خوب عمل می‌کند. البته تویوتا در سراسر جهان نیز بسیار محبوب است. گروه فولکس واگن در چین و اروپا پیش‌تاز فروش است اما در ایالات متحده و هند نقش کوچکی دارد. هیوندای کیا در کره بسیار محبوب است در حالی که جنرال موتورز رهبر بازار ایالات متحده و کانادا است. سوزوکی برند بین‌المللی پیشرو در هند است (شکل ۷-۹).

۷-۲-۱ نام تجاری

توصیف یک نام تجاری با هدایت مصرف کنندگان است نه صاحبان نام تجاری زیرا شهرت یک نام تجاری به ارزش درک شده برای مشتریان بستگی دارد و منعکس کننده این است که آیا محصول برای مشتری کار می‌کند یا نه. نام‌های تجاری و ارزش اقتصادی محصولات مستقیماً با یکدیگر ارتباط دارند. در شکل ۷-۱۰ شهرت نام تجاری چندین خودروساز بین‌المللی و منطقه خلاصه شده است. سال‌ها است که آلمانی‌ها از تولید خودروی خود در خارج کشور به خاطر نام تجاری مثبتشان بهره می‌برند.

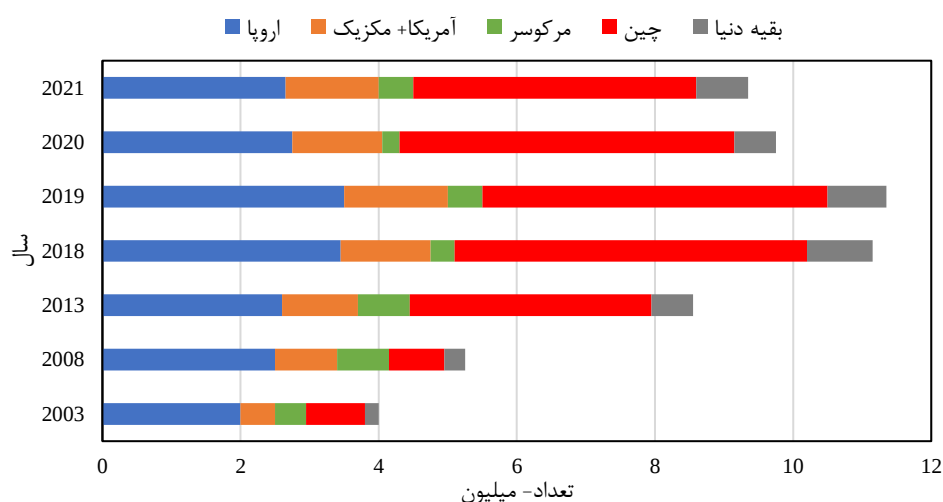
اما برای سازندگان خودروهای سواری آلمانی، سال ۲۰۲۱ برای تولید در خارج سالی چالش‌برانگیز بود. کاهش ۶ درصدی به ۱۲/۵۴ میلیون، بسیار محدودتر از سال قبلش بود که با شیوع همه‌گیری ویروس کرونا در بهار ۲۰۲۰ با توقف تقریباً تولید جهانی مشخص شد. در سال‌های اخیر، چالش اصلی کمبود نیمه‌هادی‌ها بود که با فشارهای وارده بر تجارت جهانی به دلیل قرنطینه‌های همه‌گیری در آسیا نیز تشدید شد. تجزیه و تحلیل بر اساس قاره نشان می‌دهد که مناطق مختلف به درجات متفاوت تحت تأثیر کمبود نیمه‌هادی قرار گرفته‌اند. چین، بزرگ‌ترین بخش با سهم ۴۵ درصدی از تولیدات خارجی آلمان، بیشترین ضربه را خورد. در آنجا، تولید خودروهای سواری خارجی آلمان با ۱ درصد کاهش به ۴۰/۳۶ میلیون دستگاه در سال ۲۰۲۱ رسید. کمبود نیمه‌هادی‌ها قبلاً در پایان سال ۲۰۲۰ در چین آشکار شده بود. عامل منفی دیگر این بود که سازندگان آلمانی نتوانستند بازار متوسط خود را حفظ کنند. تقاضا می‌توانست تولید را به‌طور قابل توجهی افزایش دهد، اما عرضه محدود نیمه‌هادی‌ها امکان تولید بیشتر خودروهای آلمانی را امکان‌پذیر نکرد.

تولید در خارج شرکت‌های آلمانی در آمریکا در سال گذشته با ۱۲ درصد افزایش به ۱/۸۱ میلیون دستگاه رسید. در ایالات متحده آمریکا، رکورد ۰/۸۷ میلیون خودروی سواری با اصالت آلمانی تولید شد که ۱۸ درصد بیشتر از سال قبل است (شکل ۷-۱۱). اکثر این خودروها SUV بودند. بحران کرونا باعث شده است که OEMهای آلمانی سه چهارم خودروهای سواری خود را در خارج از کشور تولید کنند. یکی از عناصر کلیدی موفقیت، تمرکز بر مدل‌های لوکس‌تر آلمانی بوده است. موقعیت جهانی OEMهای آلمانی همچنین در این واقعیت آشکار می‌شود که آنها اکنون ۴/۵ میلیون خودروی سواری لوکس در خارج از کشور تولید می‌کنند که دو برابر بیشتر از داخل کشور است. در سال ۲۰۲۱، صادرات خودروهای سواری ساخت آلمان با ۱۰ درصد کاهش به ۲/۳۷۴ میلیون دستگاه رسید. این کمترین حجم از سال ۱۹۹۶ بود. در مقایسه با سال ۲۰۱۷، صادرات حدود ۲ میلیون دستگاه خودرو کاهش یافت. علاوه بر این، کمبود

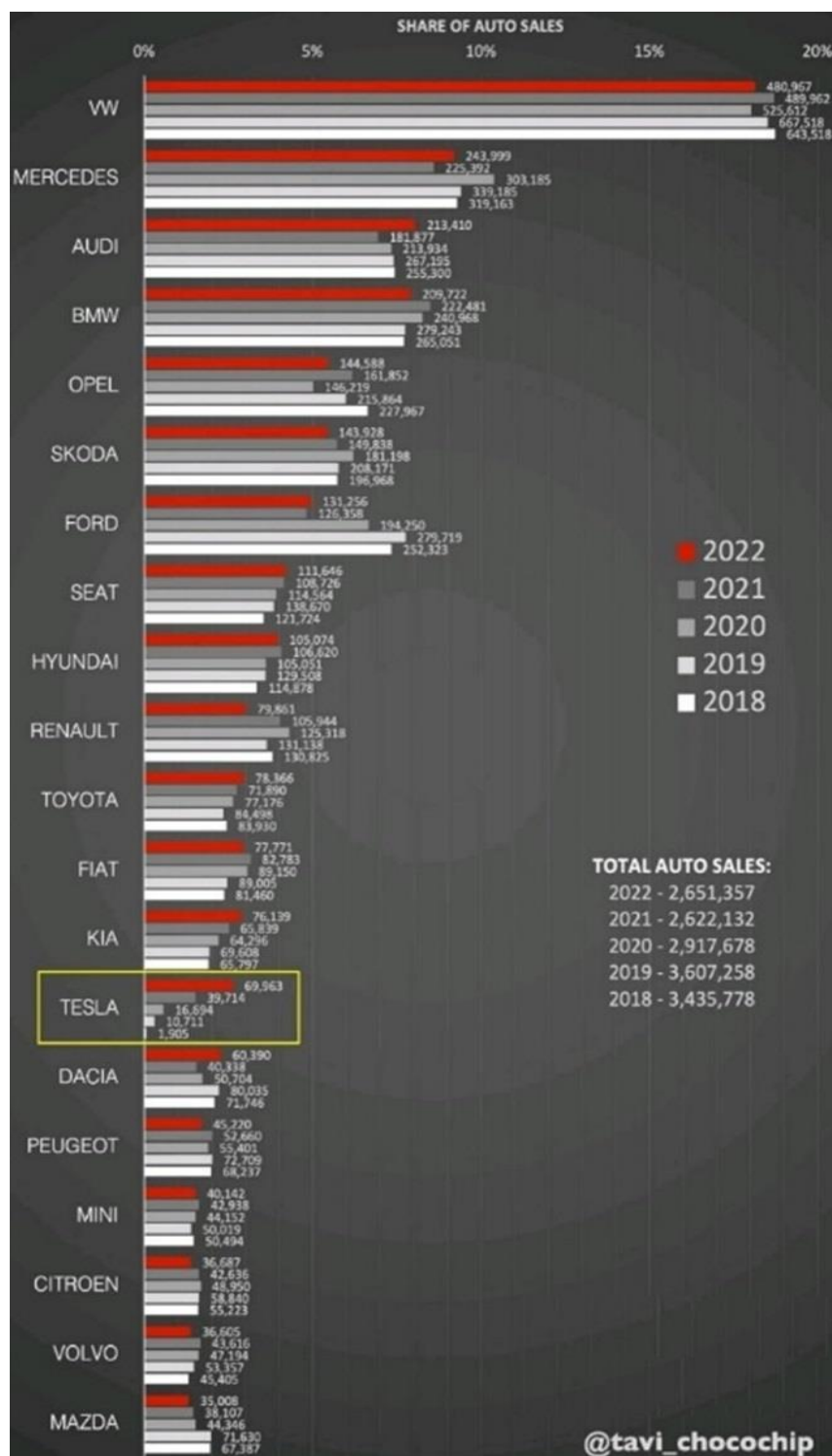
نیمه‌هادی‌ها دلیل اصلی عدم بازگشت مجدد در سال ۲۰۲۱ بیان شده است.



شکل ۷-۱۰ شهرت نام تجاری



شکل ۷-۱۱ تولید در خارج شرکت‌های خودروسازی آلمانی



شکل ۷-۱۲ محبوب‌ترین برندهای خودرو در آلمان از لحاظ کل فروش از سال ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۲

صنعت خودروسازی آلمان همچنان به صادرات بسیار وابسته است. یک عامل مهم در موفقیت خودروهای آلمانی برند قوی ساخت آلمان است که مصرف‌کننده حاضر به پرداخت قیمت بالای آن برای به دست آوردن کیفیت بالا است. گذار از موتور احتراقی به قوای محرکه برقی نیز در مشارکت خارجی سازندگان آلمانی منعکس شده است. سال گذشته ۷۶۱۰۰۰ خودروی برقی مسافربری آلمانی در خارج از آلمان تولید شد که به طور قابل توجهی بیشتر از تعداد خودروهای برقی تولید شده در خود آلمان است.

برندسازی در خودروسازی امروزی را باید جدی گرفت. جالب است بدانیم که برند خودرو فسیلی غربی هنوز در چین بهتر از برند چینی به فروش می‌رود با اینکه صنعت خودروسازی چین عملکرد بسیار موفقی در دهه‌های اخیر داشته است. این روند در مورد خودروهای برقی در چین حالت معکوس پیدا کرده است و مصرف‌کنندگان چینی، مطلوبیت را در خودروهای تمام برقی چینی یافته‌اند. این تغییر، تصادفی بوجود نیامده است، بلکه شرکت‌های خودروساز چینی با افزایش مطلوبیت و عملکرد محصولات برقی خود و همچنین کاهش هزینه تولید، گام‌های مهمی در این تغییر بازار برداشته‌اند. در حال حاضر، بسیاری از شرکت‌های چینی با محصولاتی جدید برقی وارد بازار جهانی شده‌اند که عملکرد بهتر و قیمت مقرون‌به‌صرفه‌تری نسبت به هم‌تایان غربی خود دارند. البته باید منتظر بمانیم تا ببینیم مطلوبیت (از دید مشتری) در مصرف‌کنندگان غربی چه تغییری خواهد کرد؟ و چقدر طول می‌کشد تا مصرف‌کننده غربی علاقه خود را از یک برند غربی (مانند تسلا) به یک برند چینی در بازار خودروهای برقی تغییر دهد. مثلاً هنوز در آلمان فولکس واگن در تعداد کل فروش خودرو از بقیه برندها بسیار جلوتر است. البته تسلا در خودروهای برقی در ۵ سال گذشته در آلمان فروش بسیار خوبی داشته است (شکل ۷-۱۲)، ولی هنوز از برندهای چینی در صدر جدول بهترین‌های بازار در آلمان خبری نیست.

۷-۳ ظهور و تکامل منابع اقتصادی جدید در حمل و نقل آینده

در گزارش جدیدی که اخیراً توسط شورای انتقال خودروهای آلاینده صفر، با نام تسریع پذیرش ZEV در ناوگان برای کربن زدایی حمل و نقل جاده‌ای، منتشر شده است، مدل‌های کسب و کار نوظهور در صنعت خودروهای برقی در حال تکامل هستند [۱۲۸]:

۱. خودرو به عنوان سرویس (VaaS):

- مدل مبتنی بر اشتراک، ارائه اجاره خودروهای برقی است.
- اپراتورهای ناوگان یک هزینه ماهانه یا هزینه‌ای مبتنی بر استفاده پرداخت می‌کنند.
- خدمات ممکن است شامل نگهداری، بیمه و آموزش کارکنان باشد.
- به عنوان مثال می‌توان به مدل اجاره کامیون Hyundai Hydrogen Mobility در سوئیس و Volta Trucks در اروپا اشاره کرد.

۲. برق‌سازی به عنوان یک سرویس (EaaS):

- بسته جامع ارزیابی و طرح برق‌سازی ناوگان، اجاره زیرساخت‌های خودرو و شارژ، مشوق ناوبری، نگهداری، بیمه و آموزش کارکنان است.
- از تجزیه و تحلیل داده‌های تله‌ماتیک برای بهینه‌سازی انتخاب وسیله نقلیه و راهبرد های شارژ استفاده می‌شود.
- پشتیبانی اداری برای دریافت، یارانه دولتی ارائه می‌دهد.

- سرمایه گذاری برای مؤسسات مالی را کاهش می دهد و خطرات دارایی های سرگردان را برای اپراتورهای ناوگان به همراه دارد.

- به عنوان مثال می توان به مدل ارائه شده توسط سازندگان خودرو مانند Volta Trucks یا سازمان های شخص ثالث مانند WattEV اشاره کرد.

۳. مدل مشارکت عمومی و خصوصی:

- یک مدل مشارکت عمومی و خصوصی بوده که برای برقی سازی ناوگان اتوبوسرانی کاربرد دارد.
- شهرداری های محلی به عنوان واسطه بین مؤسسات مالی و اپراتورهای اتوبوس عمل می کنند.
- ارائه دهندگان ناوگان، اتوبوس های برقی را تهیه می کنند، قراردادهای لیزینگ منعقد می کنند و تخصص فنی ارائه می دهند.
- دولت های محلی ریسک های مالی را متحمل می شوند، انبارهای اتوبوس را مدیریت می کنند و هزینه های اولیه را برای اپراتورها و دولت ها کاهش می دهند.

۴. شارژ به عنوان سرویس (CaaS):

- مدل مبتنی بر اشتراک، ارائه راه حل های شارژ کلید در دست برای وسایل نقلیه برقی است.
- استقرار، نصب، بهره برداری و نگهداری زیرساخت های شارژ را ارائه می دهد.
- به برنامه ریزی توسعه سیستم، هماهنگی با شرکت های برق و بهینه سازی زمان شارژ کمک می کند.
- اپراتورهای ناوگان، هزینه ماهانه یا هزینه های مبتنی بر استفاده را پرداخت می کنند.
- اپراتورهای ناوگان را از خطرات برنامه ریزی زیرساخت و عملکرد خلاص می کند.

۵. باتری به عنوان یک سرویس (BaaS):

- مدل تعویض باتری که در آن صاحبان ناوگان، بدنه خودرو را بدون باتری خریداری می کنند.
- اپراتورهای ایستگاه تعویض باتری، باتری های کاملاً شارژ شده را در اختیار داشته و به آنها دسترسی دارند.
- در چین و هند برای انواع مختلف خودرو در حال گسترش است.
- هزینه های وسیله نقلیه و باتری را جدا کرده و مدیریت چرخه عمر باتری را بهتر می کند.

البته همه این مدل های تجاری جدید ممکن است در همه جا کار نکنند و نیاز به نظارت و ارزیابی مستمر داشته باشند. نقش دولت ها در توانمندسازی مدل های کسب و کار نوظهور عبارتند از:

۱- طراحی طرح های یارانه انعطاف پذیر:

- بازاریگری در ساختارهای تشویقی برای انطباق با مدل های تجاری جدید.

- با حمایت از مدل های نوظهور مانند VaaS و CaaS، مشارکت بخش خصوصی باید تقویت شود.

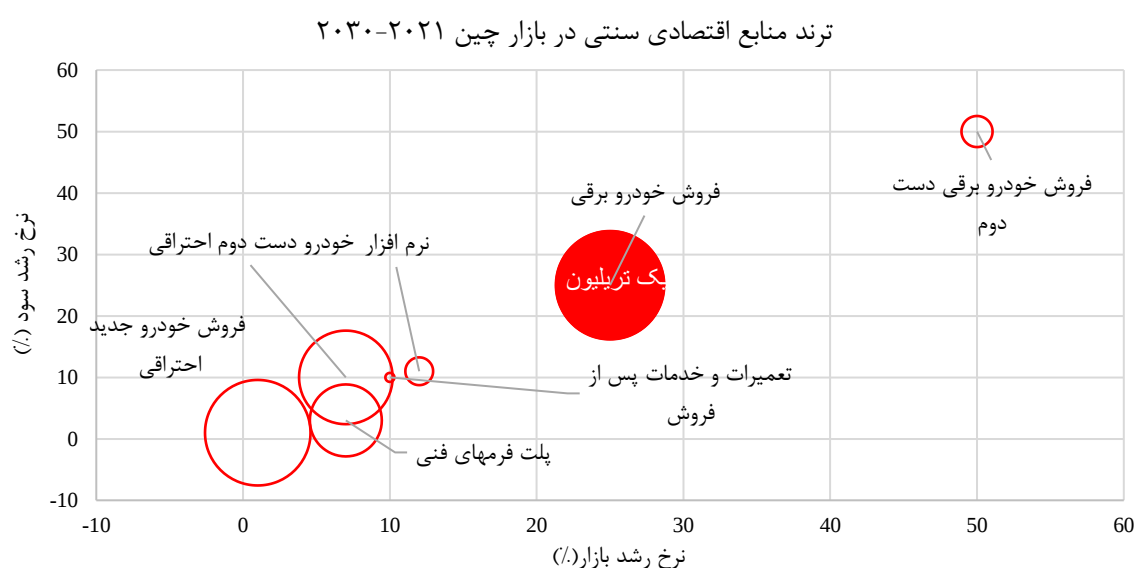
- طرح های تامین مالی متناسب با مالکان ناوگان کوچک ارائه شود.

۲- از بین بردن ریسک سرمایه گذاری ها برای بخش خصوصی:

- توسعه طرح ها و ابزارهای مالی برای رسیدگی به ریسک ارزش باقیمانده

- ایجاد ابزارهای حفاظت به منظور حمایت از ضرر بخش خصوصی و افزایش اعتبار معاملات وام برای رونق دادن به بازار

- برای اطمینان بخشیدن به وام دهندگان و نهادهای شخص ثالث، بخشی از ریسک به یک طرف تامین مالی معتبر انتقال داده شود.

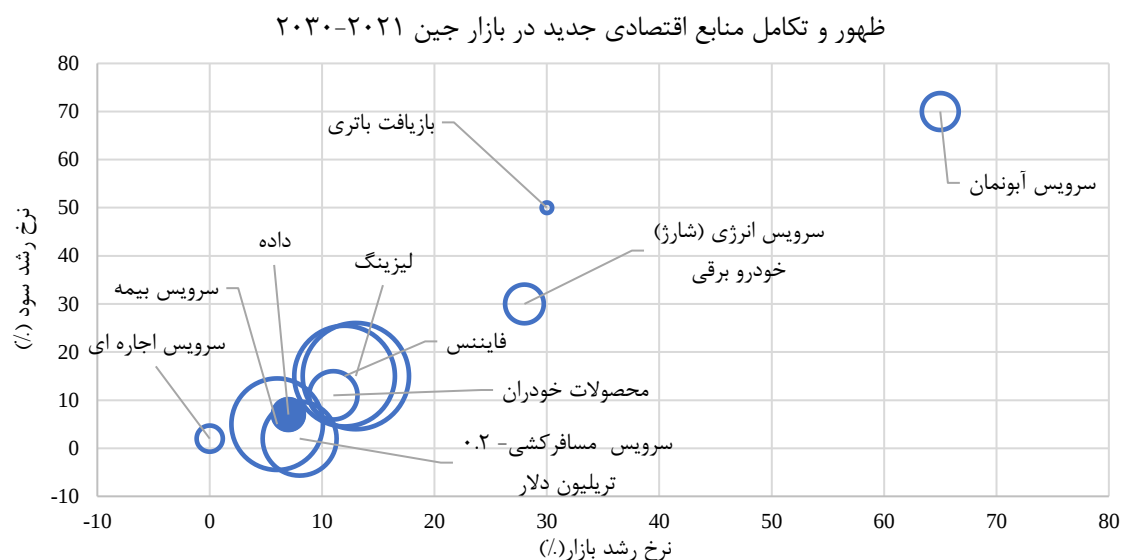


شکل ۷-۱۳ منابع سنتی درآمدی در بازار خودرو چین [۱۲۸-۱۲۹]

۷-۳-۱ منابع جدید درآمدی در بازار خودرو چین

تحول برقی سازی، پیامدهای گسترده ای برای کل صنعت و زنجیره های مالی یک کشور خواهد داشت. ساختارها و نگرش های سنتی صنایع خودروسازی باید به سرعت تکامل یابند تا بتوانند با تحولات جدید بازار کنار بیایند. برای حفظ و یا افزایش دسترسی به منابع اقتصادی در اکوسیستم حمل و نقل آینده، شاهد سازماندهی محصولات و سرویس های جدید خودروسازان در دهه پیش رو خواهیم بود. هم سازندگان و هم تامین کنندگان زنجیره تامین باید نوآوری های کاربر محور ارائه دهند. منابع سنتی درآمدی در بازار خودرو چین و منابع جدید درآمدی در بازار خودرو چین در شکل ۷-۱۳ و شکل ۷-۱۴ با هم مقایسه شده اند. این شکل ها نشان می دهند که روند منابع اقتصادی بر حسب نوع و اندازه بازار در ده سال آینده به طور فزاینده ای دگرگون می شود. به این معنی که از الان تا سال ۲۰۳۰، برای تولید کنندگان و تامین کنندگان زنجیره تامین، زمان تعیین کننده ای است. البته ورود به بازارهای جدید برای دسترسی به منابع اقتصادی بی چالش نیست. داده ها از چین حاکی از آن است که ۷۰ درصد سرمایه گذاری ها برای ورود به این بازارها با شکست

مواجهه شده است که عمده ترین دلیل آن دست کم گرفتن پیچیدگی اکوسیستم حمل و نقل جدید توسط سرمایه گذاران است.



شکل ۷-۱۴ منابع جدید درآمدی در بازار خودرو چین [۱۲۹]

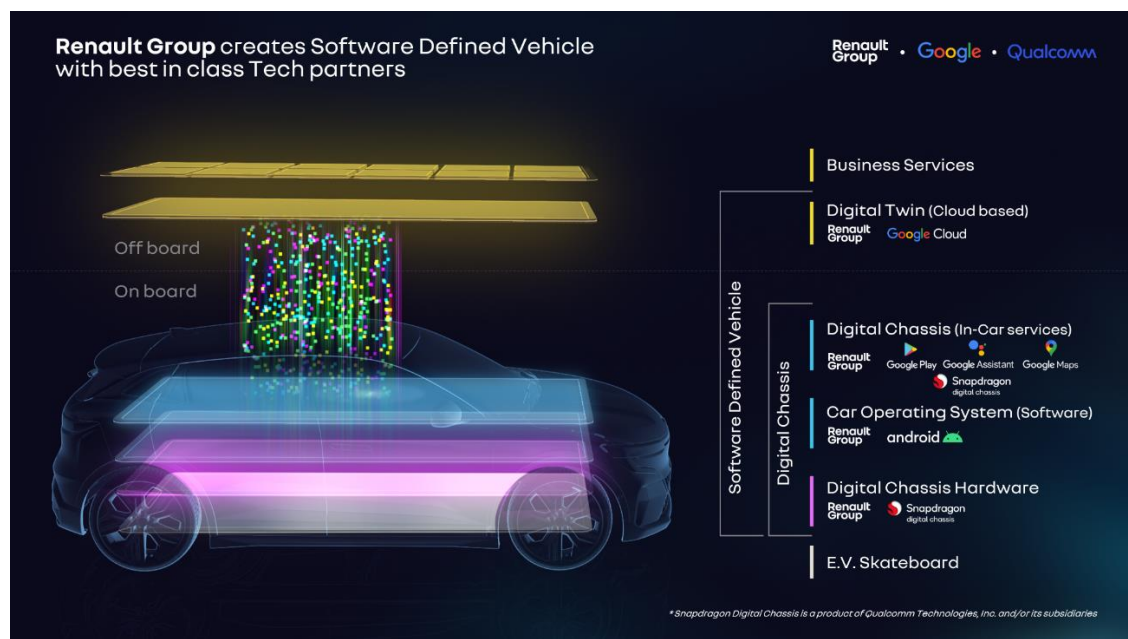
۷-۳-۲ اهمیت نرم افزار و فن آوری اطلاعات مانند اهمیت چرخ برای خودروهای برقی آینده

وسایل نقلیه در حال تبدیل شدن به رایانه روی چرخ هستند. اهمیت نرم افزار برای خودروها به حدی افزایش یافته است که اکثر شرکت های مطرح خودروساز جهان درصدد استفاده بهترین مهندسان نرم افزار هستند. مرسدس بنز یک مرکز نرم افزاری جدید ۲۰۰ میلیون یورویی را افتتاح کرده است که جدیدترین سرمایه گذاری این شرکت در تقویت قابلیت های نرم افزاری داخلی است. حدود ۷۵۰ نفر از ۳۰۰۰ استخدامی جدید این خودروساز فقط بر روی توسعه نرم افزار مرسدس بنز تمرکز خواهند کرد. مرسدس بنز هنوز با رویای بزرگ خود که ایجاد یک تیم جهانی ۱۰ هزار نفری مهندسان نرم افزار در برلین، چین، هند، ژاپن و ایالات متحده فاصله دارد.

نرم افزارهای وسایل نقلیه کاربردهای مختلفی در خودرو همچون سرگرمی سرنشینان، عملکرد نیروی محرکه و مدیریت رانندگی دارند. اروپایی ها خود را به عنوان پیشرو در زمینه نرم افزارهای خودرو در سطح جهانی می بینند و نوآوری مداوم نرم افزاری مزیت آنها در برابر چینی ها است. ارتباطات فراگیر خودرو با محیط اطراف (V2X) یک بازار رو به رشد است که به شدت به کارایی نرم افزار خودرو بستگی دارد. ارزش بازار جهانی V2X تا سال ۲۰۲۸، ۱۲ تا ۱۹ میلیارد دلار تخمین زده شده است. خودرو برقی غیر هوشمند توانایی حداکثری در مدیریت مصرف انرژی باتری را نخواهد داشت. نرم افزار در اقتصاد خودرو روز به روز اهمیت بیشتری پیدا می کند. امنیت سایبری نیز یک نگرانی رو به رشد در وسایل نقلیه مدرن است.

نرم افزار محور چند لایه، مفهوم جدید خودروی است که در آن، وسیله نقلیه پیرامون نرم افزار پیشرفته طراحی می شود. در Software Defined Vehicle (SDV)، توانایی ارتقا مشخصات فنی خودرو در طول عمر آن برای بهبود مداوم کیفیت از طریق یک معماری متمرکز نرم افزاری ممکن خواهد بود (شکل ۷-۱۵). این یک انقلاب است که بسیاری از خودروسازان مانند گروه رنو در حال آماده

شدن برای آن هستند. خودروهای آینده که پیرامون نرم‌افزار تعریف شده‌اند، کمی براساس یک گوشی هوشمند کار خواهند کرد، اما به روشی بسیار پیچیده‌تر! بنابراین در آینده، نرم‌افزار مهم‌تر از سخت‌افزار خواهد بود و این روش طراحی، مدل‌های اقتصادی جدیدی را به صنعت و جامعه معرفی خواهد کرد.



شکل ۷-۱۵ خودروهای آینده- نرم‌افزارمحور چند لایه-معماری مفهومی شرکت رنو

الزامات زنجیره تامین امروزی، همکاری بیشتر بین نهادهای موجود و افزایش چابکی با استفاده از سیستم‌های فناوری اطلاعات متفاوت (مثل cloud solutions) و به روز کردن فرآیندهای قدیمی است. تمرکز بر پلتفرم‌ها و فناوری‌های اطلاعات جدید به اکوسیستم حمل و نقل برقی در حال ظهور ارزش می‌افزاید. هزینه و مقیاس تغییر حتی باعث شده است که رقبا با هم همکاری کنند تا بتوانند ریسک تغییر را مدیریت نمایند. به عنوان مثال، GM-Honda JV برای تمرکز بر به اشتراک‌گذاری تیم‌های طراحی و فن‌آوری تولید برای ساده‌سازی تولید خودروهای برقی و موتور احتراقی ایجاد شده است.

۷-۳-۳ چرخه رانندگی واقعی- هر چه بیشتر از الگوی مصرف بدانیم کمتر هزینه می‌کنیم

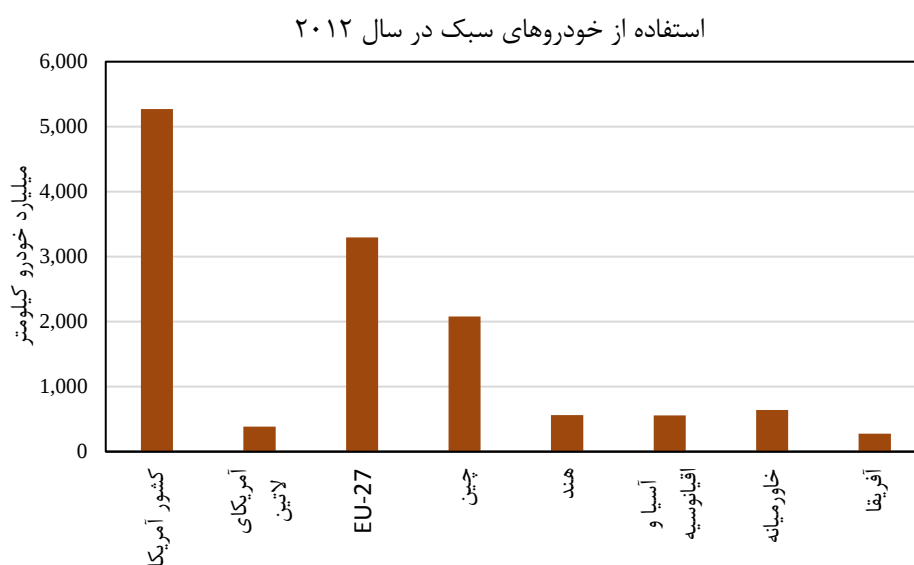
نحوه استفاده از حمل و نقل جهانی در مناطق مختلف جهان بسیار متفاوت است. در حالی که در هند و چین وسایل نقلیه دوچرخ و اتوبوس نقش عمده‌ای در حمل و نقل شهروندان دارند، در آمریکا مصرف‌کنندگان ترجیح می‌دهند از خودروی شخصی استفاده کنند (شکل ۷-۱۶ الی شکل ۷-۱۸). با متفاوت بودن نحوه استفاده از وسایل حمل و نقل، چرخه رانندگی نیز متفاوت خواهد بود.

یک چرخه رانندگی واقعی نمایه‌ای از شرایط رانندگی در جغرافیای یک شهر است و هیچ شهری با دیگری چرخه رانندگی یکسانی ندارد. داشتن داده‌های دقیق از چرخه‌های رانندگی در دنیای واقعی می‌تواند به عنوان ورودی‌هایی برای تخمین انتشار آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای در سطح مسیر و همچنین برای محاسبه هزینه‌ها و فواید فناوری‌های جایگزین مانند برقی‌سازی باشد. چرخه‌های

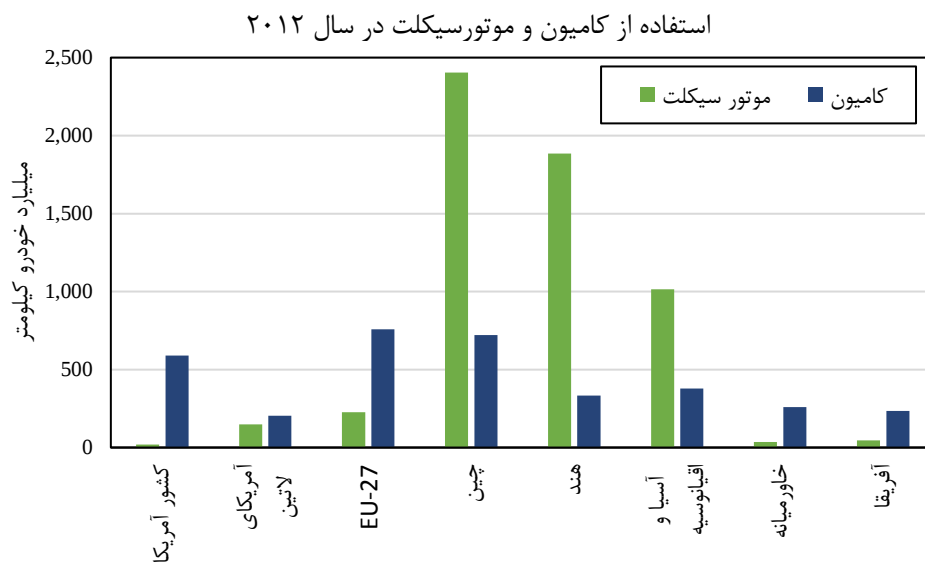
رانندگی دنیای واقعی، مفروضات و ورودی‌های واقع‌بینانه را ارائه می‌کنند و به‌جای میانگین گرفتن یا کپی کردن از کشورهای دیگر که می‌تواند دور از ذهن باشد، نشان‌دهنده محدوده‌ی شرایط عملیاتی خودرو خواهند بود.

داده‌های مورد نیاز برای تخمین درست چرخه رانندگی شامل تاریخ، زمان روز، سرعت، ارتفاع و نوع خودرو است. علاوه بر این، داده‌های عملیات سطح مسیر جمع‌آوری شده شامل موقعیت مکانی مبتنی بر GPS از طول و عرض جغرافیایی خودروها در مسیر، اطلاعات شناسایی برای هر مسیر، اطلاعات حرکتی از تمام حرکت‌ها و توقف‌ها است. سپس این داده‌ها از طریق الگوریتم‌های مربوطه پردازش می‌شوند. نتایج خروجی این پردازش، تحلیل شفاف اقتصادی و آلاینده‌ی تغییر از سوخت فسیلی به برقی می‌تواند برای برنامه‌ریزی اقتصادی و مصرف‌کننده بکار گرفته شود.

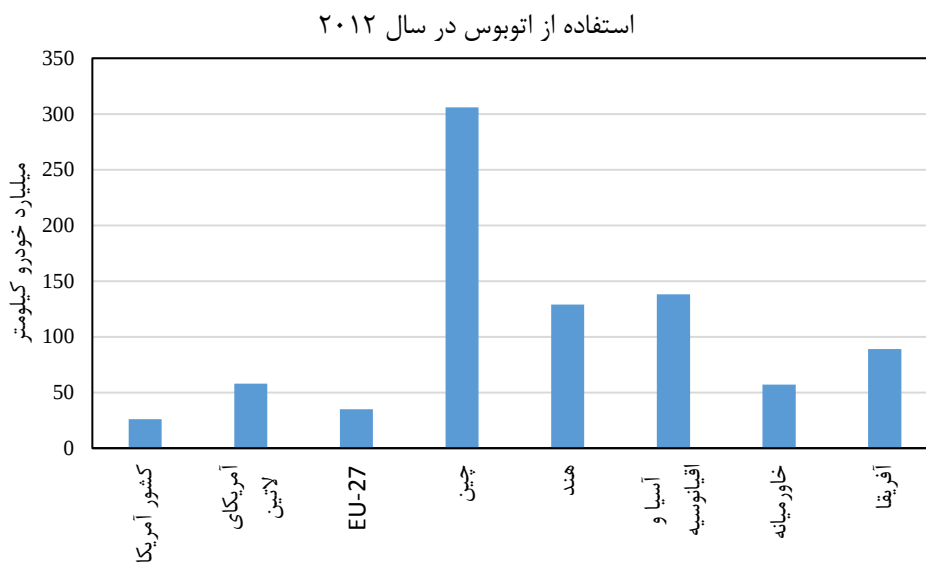
در کشورهای پیشرو، برنامه‌های نرم‌افزاری با قابلیت تخمین سود و زیان تغییر قوای محرکه، به صورت مجانی یا پولی در اختیار مصرف‌کنندگان (قبل یا بعد از تغییر) قرار می‌گیرد. جالب است که حتی شرکت‌های انرژی در کشورهای غربی هم، چنین نرم‌افزارهایی را تولید می‌کنند. (شکل ۷-۱۶ الی شکل ۷-۱۸) نشان از درجه زیادی از تنوع در مناطق مختلف جهان در استفاده از نوع وسیله نقلیه می‌باشد. مثلاً داده‌ها نشان می‌دهند که مصرف خودرو سواری شخصی در آمریکای شمالی به مراتب بیشتر از آسیا و آفریقا است.



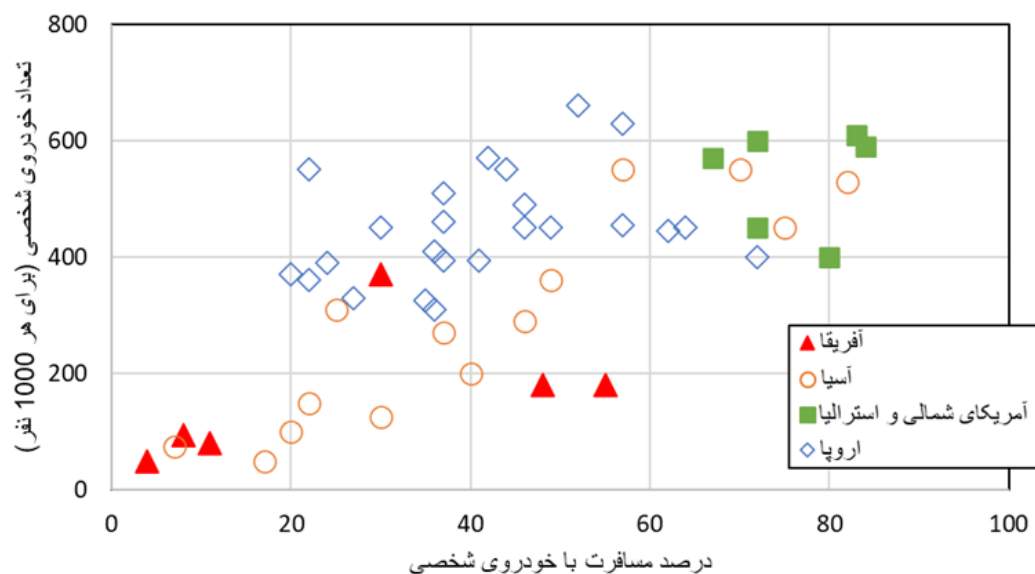
شکل ۷-۱۶ استفاده از خودروهای سبک در سال ۲۰۲۰ [۱۳۲]



شکل ۷-۱۷ استفاده از کامیون و موتور سیکلت در سال ۲۰۲۰ [۱۳۲]

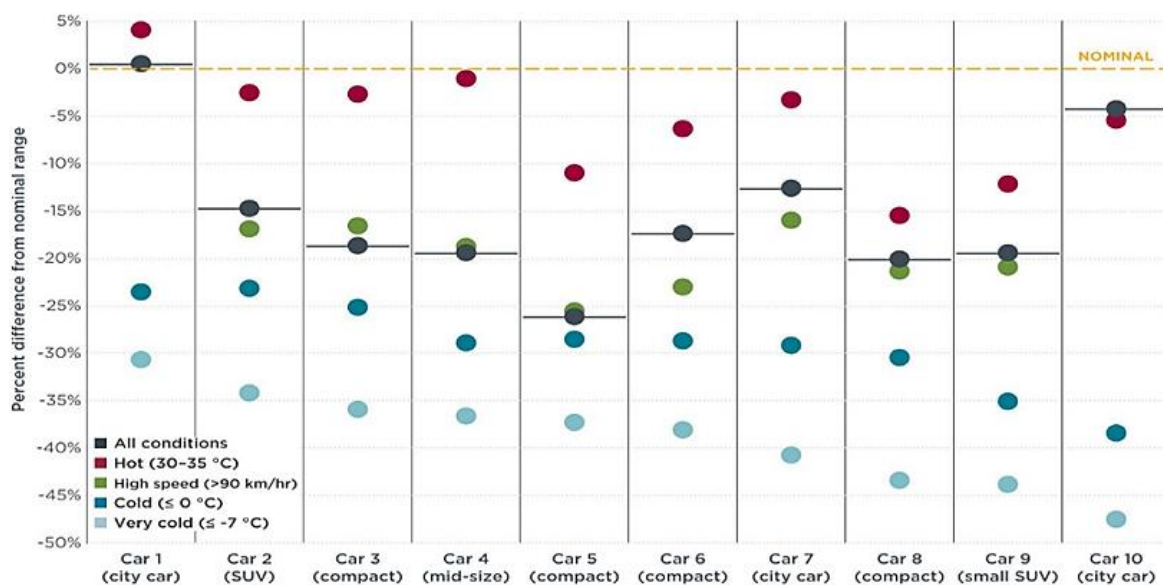


شکل ۷-۱۸ استفاده از اتوبوس در سال ۲۰۲۰ [۱۳۲]



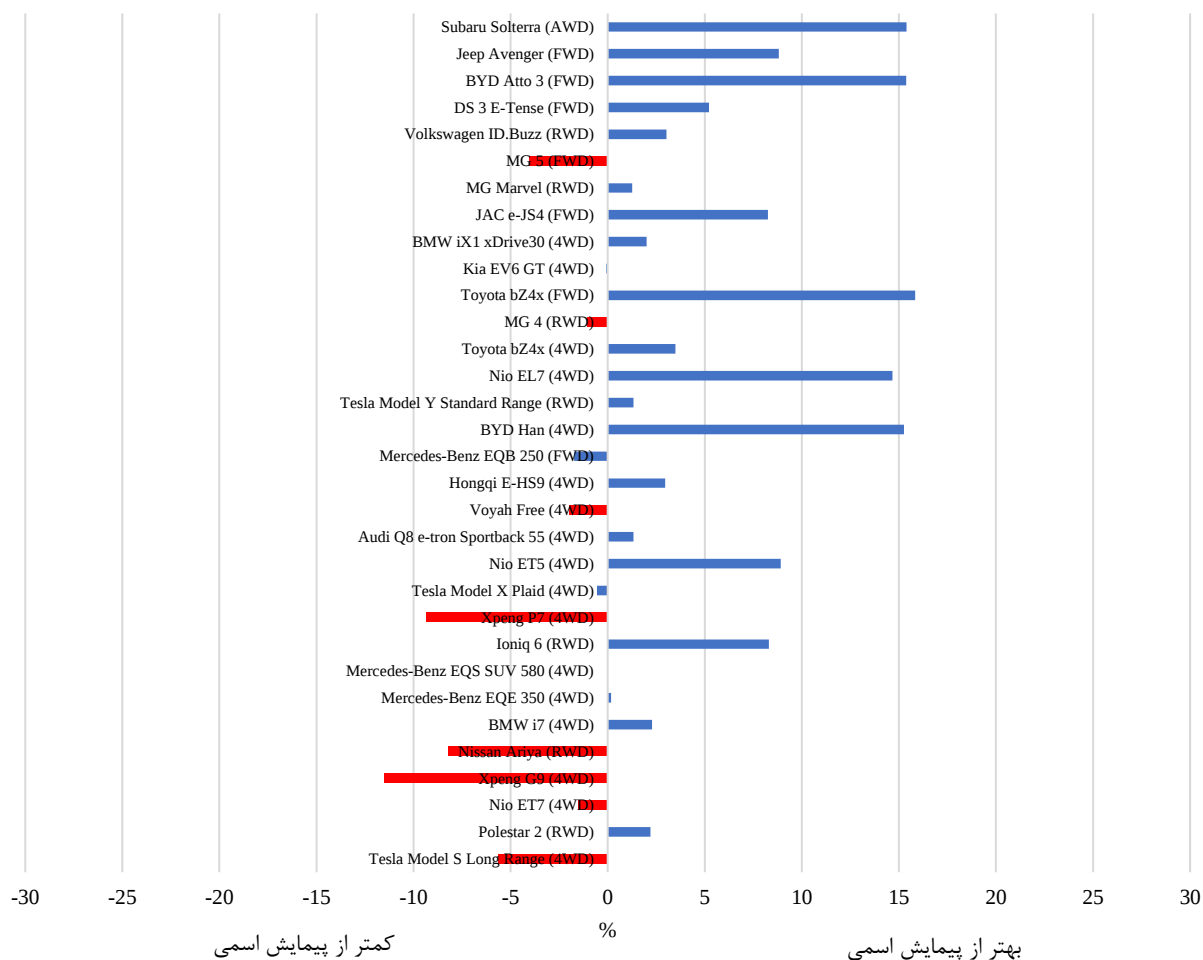
شکل ۷-۱۹ مقایسه مالکیت خودرو (تعداد در هر ۱۰۰۰ نفر) و استفاده شخصی در مناطق مختلف جهان [۱۳۳]

شورای بین‌المللی حمل و نقل پاک (ICCT) که محدوده رانندگی در دنیای واقعی وسایل نقلیه برقی در چین را تجزیه و تحلیل کرده است، عنوان می‌کند که به طور متوسط برد واقعی خودروهای برقی بسته به شرایط مختلف در چین ۳۵ درصد کمتر از برد رسمی آنها است (شکل ۷-۲۰). علت این تفاوت، تاثیر عوامل مختلفی از جمله رفتار رانندگی، شرایط محیطی و استفاده از تهویه مطبوع است. این مطالعه همچنین نشان می‌دهد که شکاف بین رتبه‌بندی برد رسمی و دنیای واقعی برای خودروهای برقی با باتری‌های کوچک‌تر و آن‌هایی که مصرف انرژی کمتری دارند، بیشتر است. همچنین، این مطالعه بیان می‌کند که شکاف بین رتبه‌بندی رسمی و واقعی در سال‌های اخیر کاهش یافته است، که نشان می‌دهد فناوری خودروهای برقی در حال بهبود است. البته در مقایسه دیگر در نروژ (شکل ۷-۲۱)، تفاوت بین پیمایش واقعی خودروهای برقی با سیکل WLTP برای اکثر خودروها قابل قبول اعلام شده است.



شکل ۷-۲۰ مقایسه پیمایش واقعی خودروهای برقی با مقدار تخمین سازنده برای چند خودرو در دماهای مختلف [۱۳۴]

درصد تفاوت بین پیمایش اسم و سیکل WLTP



شکل ۷-۲۱ نتایج یک آزمایش در نروژ برای مقایسه پیمایش واقعی خودرو های برقی با سیکل WLTP [۱۸۶]

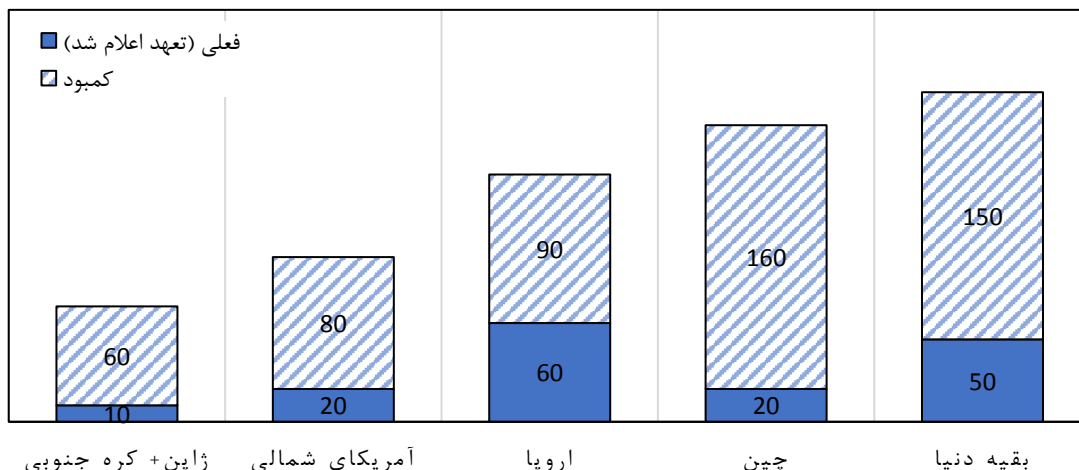
شکل ۷-۱۹ نشان می دهد که مالکیت خودرو سواری و استفاده شخصی در مناطق مختلف جهان چگونه با هم ارتباط دارند. که شورای ICCT پیشنهاد می کند که خودروسازان باید تخمین های دقیق تری از برد ارائه کنند تا به مصرف کنندگان در تصمیم گیری آگاهانه در مورد خرید خودرو های برقی کمک کنند. این شورا همچنین نیاز به پروتکل های تست قوی تر را برای اندازه گیری دقیق برد خودروی برقی در شرایط دنیای واقعی نشان می دهد. اینچنین مطالعات میدانی از عملکرد واقعی خودرو های برقی بر نیاز به نوآوری مداوم در فناوری و صحنه گذاری مستقل در مورد کارایی خودرو تاکید می کند [۱۳۴].

۷-۳-۴ خودرو های هیدروژنی - فناوری در حال تکامل

خودرو های هیدروژنی (FCEV) به عنوان رقیب اصلی خودرو های تمام برقی مخصوصاً برای کاربرد خودرو های سنگین مطرح شده اند. تحقیق و توسعه این فناوری به شدت توسط غول های نفتی حمایت می شود و خودروسازان مطرحی مثل تویوتا از علاقه شان

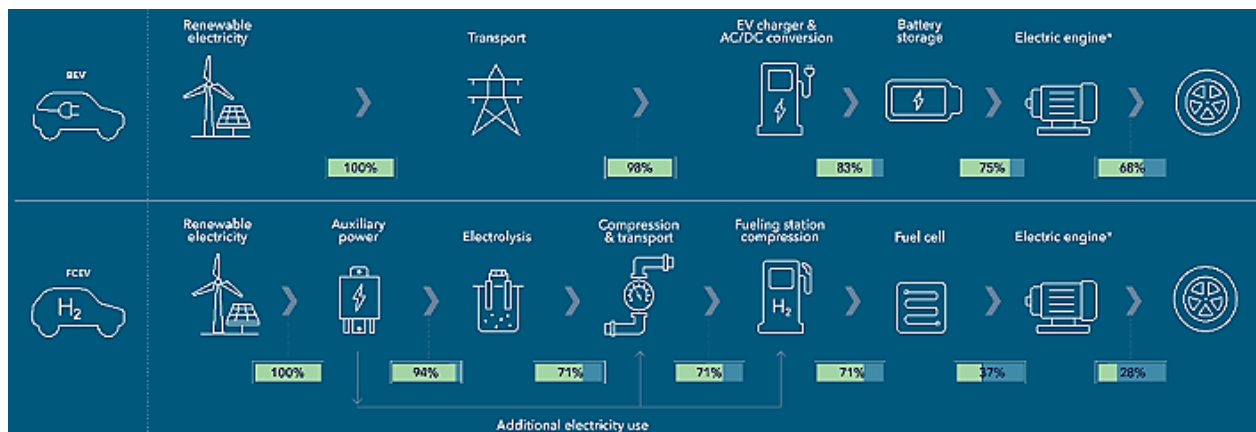
به این فناوری در مقایسه با تمام برقی خبر داده‌اند. سرمایه‌گذاری جهانی علیرغم حمایت‌های سیاسی، هنوز تا حد مطلوب بسیار فاصله دارد (شکل ۷-۲۲).

سرمایه‌گذاری لازم در صنعت هیدروژن (میلیارد دلار) برای رسیدن به سیاست بالادستی تعیین شده در سال ۲۰۳۰



شکل ۷-۲۲ سرمایه‌گذاری لازم تا سال ۲۰۳۰ (میلیارد دلار) در صنعت هیدروژن [۱۳۵]

خودروهای تمام برقی و FCEV دو فناوری کاملاً متمایز نیستند، بلکه تفاوت اصلی در نحوه ذخیره انرژی در خودرو است. پیش‌رانه از موتور به پایین یکسان است. کاربردهای انرژی با تقاضای بالا، مناطقی با عرضه برق تجدیدپذیر محدود و موارد استفاده که به برد طولانی با زمان سوخت‌گیری کوتاه نیاز دارند، برای استفاده از FCEV مناسب‌تر هستند. این را می‌توان با دوگانگی موتورهای احتراقی دیزلی و بنزینی مقایسه کرد که بسته به مورد استفاده و محیط نظارتی، مکمل یکدیگر بوده‌اند.



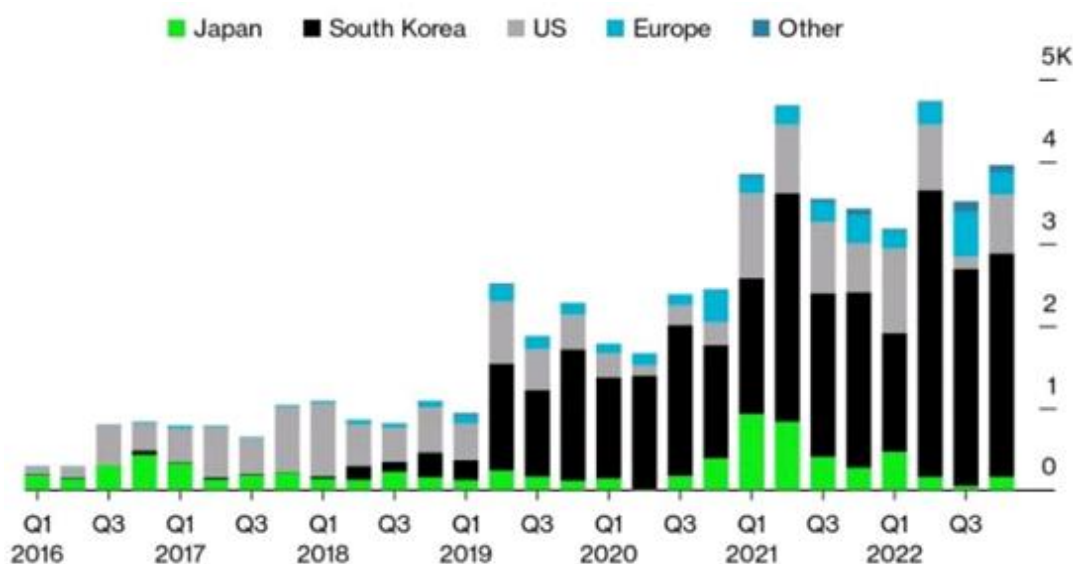
شکل ۷-۲۳ مقایسه بهره‌وری چرخه برقی و هیدروژن [۱۵]

اشکال اصلی FCEV های هیدروژنی این است که صرف نظر از مسیر تامین، فرآیند تولید هیدروژن در مقایسه با برق و سوخت‌های جایگزین، وابسته به نوع هیدروژن، انرژی‌بر است. در نتیجه، بازده کل انرژی (چاه تا چرخ) FCEV بسیار کمتر از ICEV و BEV و دیزل فعلی است. در خودروهای سنگین HGV، بازده کل انرژی کامیون تمام برقی می‌تواند چهار تا شش برابر بهتر از FCEV باشد. برای ارزیابی اقتصادی خودروهای اصلی FCEV هیدروژنی باید طیف وسیع‌تری از عوامل در نظر گرفته شود (شکل ۷-۲۳). امکان‌سنجی

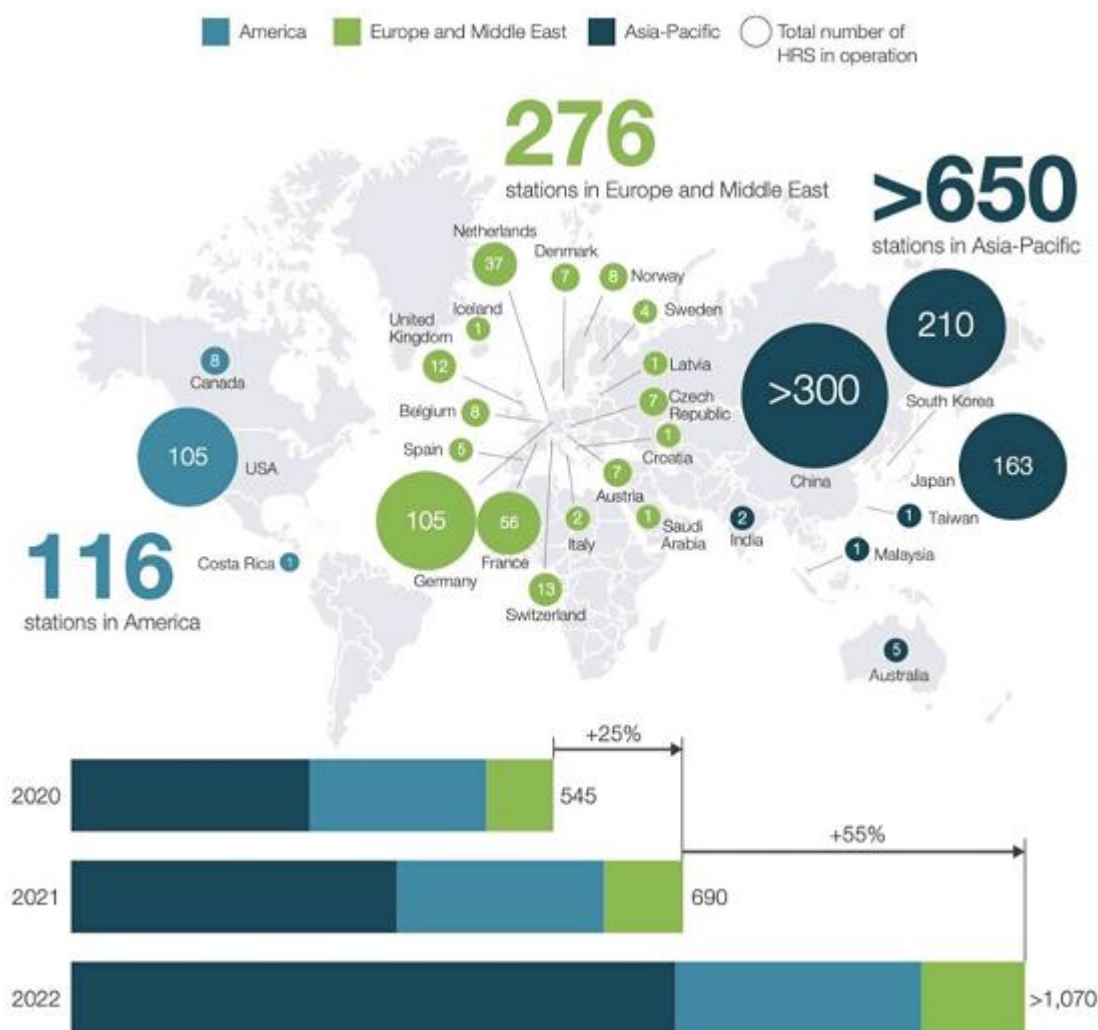
فناوری‌های مختلف خودروهای هیدروژنی برای شناسایی بهترین نوع خودروها مطابق با این فناوری، به مطالعات بیشتری نیاز دارد.

تا پایان سال ۲۰۲۲ کلاً ۵۶ هزار خودروی پیل سوختی در جهان فروخته شده است و آسیایی‌ها با سهم بازار ۷۳ درصد، بزرگ‌ترین خریدار خودروهای از نوع سواری این فناوری هستند (شکل ۷-۲۴). فروش اتوبوس‌های پیل سوختی در اروپا در سال گذشته نسبت به سال ۲۰۲۱ کاهش یافته است. در سال ۲۰۲۲، در مجموع ۳۷۰ اتوبوس شهری پیل سوختی در اروپا مشغول به کار بوده‌اند. شرکت Van Hool با مجموع ۱۰۶ اتوبوس هیدروژنی و سهم بازار ۲۸/۶ درصد همچنان رتبه اول در بازار را دارد، سپس Solaris با ۱۰۴ ثبت‌نام (۵۴ ثبت نام در سال گذشته) و پس از آن Wrightbus با مجموع ۸۲ اتوبوس قرار دارند. در مجموع، ۶۵۰ ایستگاه شارژ هیدروژن تا پایان سال ۲۰۲۱ در جهان راه‌اندازی شده است و کشورهای چین، کره جنوبی و ژاپن پیشتازان ساخت این ایستگاه‌ها هستند (شکل ۷-۲۵).

بر اساس مطالعات اخیر ICCT، هیدروژن تجدیدپذیر تولید شده در محل (در یک ایستگاه سوخت‌گیری) می‌تواند نقش عمده در راهبرد کربن‌زدایی اتحادیه اروپا داشته باشد. اگرچه با در نظر گرفتن هزینه‌های راه‌اندازی در محل، در مقایسه با هزینه‌های حمل و نقل هیدروژن از محل مرکزی و الکترولیز در محل، هزینه‌های تولید هیدروژن بالاتری نسبت به تولید مرکزی وجود دارد. با فرض میانگین قیمت هیدروژن سبز برگرفته از انرژی تجدیدپذیر در محل در منطقه اتحادیه اروپا، قیمت ۱۱ یورو به ازای هر کیلوگرم هیدروژن در سال ۲۰۲۰ برآورد شده است. از ۱۱ یورو هزینه، مبلغ ۴/۵ یورو به ازای هر کیلو هزینه متوسط ساخت جایگاه و ۶ یورو هزینه تولید هیدروژن سبز در اروپا است.



شکل ۷-۲۴ فروش خودروهای سواری هیدروژنی در جهان

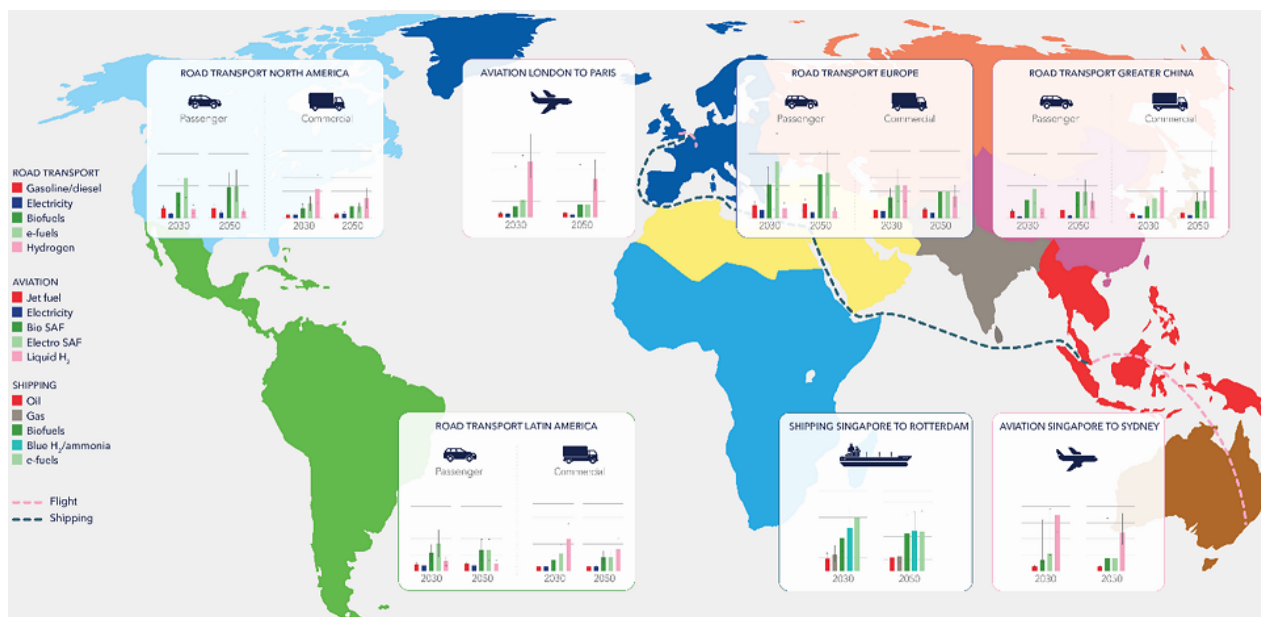


شکل ۷-۲۵ ایستگاه‌های شارژ هیدروژن

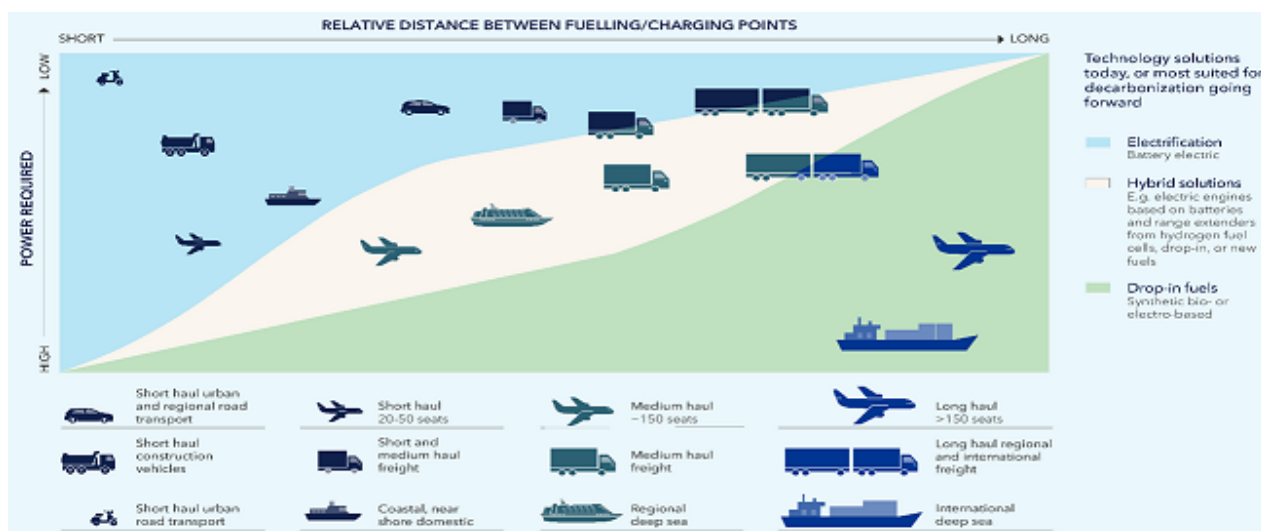
پیش‌بینی می‌شود قیمت تمام شده ۱۱ یورو در سال ۲۰۲۰، به قیمت ۷ یورو به ازای هر کیلوگرم هیدروژن در سال ۲۰۳۰ و ۵ یورو به ازای هر کیلوگرم هیدروژن در سال ۲۰۵۰ کاهش یابد. این ارقام فاصله زیادی با آرزوی اتحادیه اروپا برای ۱/۸ یورو به ازای هر کیلوگرم هیدروژن تا سال ۲۰۳۰ برای مصرف‌کننده است.

مقایسه زمان احتمالی تجاری شدن قوای محرکه هیدروژنی در مناطق مختلف جهان در شکل ۷-۲۶ و زمان احتمالی تجاری شدن قوای محرکه هیدروژنی بر حسب نیاز و کاربرد در شکل ۷-۲۷ نشان داده شده‌اند. زمان احتمالی تجاری شدن قوای محرکه هیدروژنی با کاربردهای مختلف نیز در شکل ۷-۲۸ خلاصه شده است. تقاضای برق برای حمل و نقل جاده‌ای، هوایی و کشتیرانی رو به افزایش است که این نیاز می‌تواند به دلیل افزایش وسایل نقلیه باتری و تولید هیدروژن باشد (شکل ۷-۲۹).

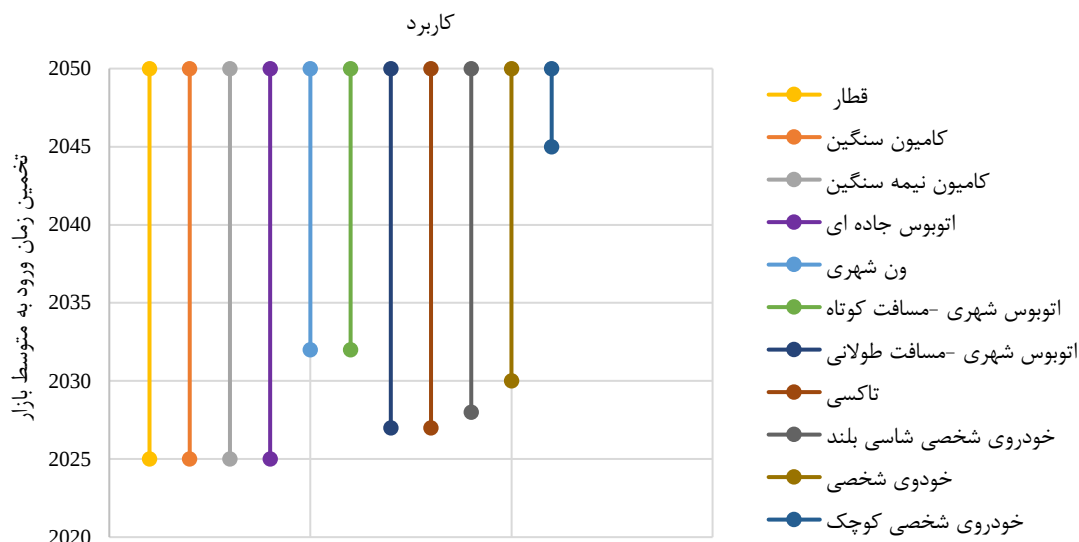
بدیهی است که صرف‌نظر از فناوری، بعضی از کشورها مخصوصاً در غرب آسیا (و ایران) موقعیت ممتازی در تولید هیدروژن بدون (کم) کربن در آینده خواهند داشت، چون با فرض سرمایه‌گذاری قابل قبول در این کشورها، به انواع انرژی‌های ارزان دسترسی خواهند داشت.



شکل ۲۶-۷ مقایسه زمان احتمالی تجاری شدن قوای محرکه هیدروژنی در مناطق مختلف جهان [۱۵]

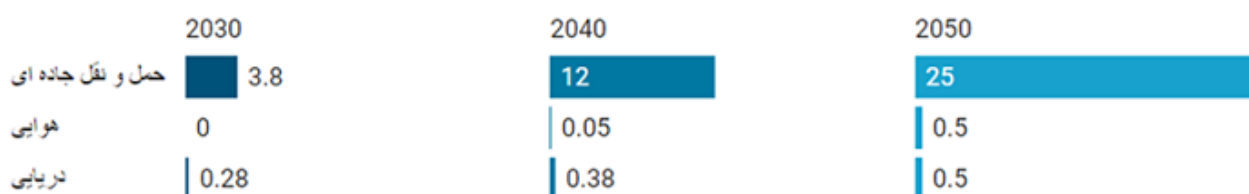


شکل ۲۷-۷ زمان احتمالی تجاری شدن قوای محرکه هیدروژنی بر حسب نیاز و کاربر [۱۵]



شکل ۷-۲۸: زمان احتمالی تجاری شدن قوای محرکه هیدروژنی با کاربردهای مختلف [۱۳۶]

EJ/yr



شکل ۷-۲۹: تقاضای برق برای حمل و نقل جاده ای، هوایی و دریایی [۱۵]

فناوری هیدروژن، پتانسیل بالایی در کاربردهای مختلف حمل و نقل دارد ولی تا تجاری شدن این کاربردها فاصله بیشتری در مقایسه با حمل و نقل باتری وجود دارد. در ضمن، نامطمئنی زیادی که برای یک فناوری جدید معمول است، وجود دارد. بسته به نوع کاربرد، احتمال تجاری شدن قوای محرکه هیدروژنی این وسایل بین سال‌های ۲۰۲۵ تا سال ۲۰۴۵ اتفاق خواهد افتاد (شکل ۷-۲۸).

۷-۳-۵ راهبرد خودروهای هیدروژنی

استفاده از باتری، برای کاهش آلودگی برقی‌سازی کافی نیست و هیدروژن می‌تواند نقش تکمیلی را بازی کند. لذا ترویج پذیرش هیدروژن سبز در سطح بین الملل به نظر ضروری می‌رسد. ولی هزینه نسبی بالا هیدروژن سبز در مقایسه با هیدروژن خاکستری مانع از توسعه سریع هیدروژن سبز شده است و نیاز به ابتکارات سیاست‌گذاری برای بالا بردن جذابیت در سرمایه گذاری هیدروژن سبز وجود دارد. بزرگ‌ترین چالش در فناوری هیدروژن، تخمین اینکه به چه مقدار و چه نوع هیدروژنی (سبز تا خاکستری) دسترسی خواهیم داشت، چه زمانی نیاز خواهیم داشت و چگونه می‌توانیم آن را از مکانی به مکان دیگر منتقل کنیم و توزیع کنیم، بسیار سخت است. شرکت مشاوره بین المللی دیلویت نکات ذیل را در تنظیم راهبرد خودروهای هیدروژنی یادآور می‌شود:

- مقررات ساده و هماهنگ می‌تواند گسترش فناوری هیدروژن را تسریع کند. تسهیل تولید و استفاده از هیدروژن نیاز به تنظیم مقررات هماهنگ ملی و بین‌المللی و حتی تنظیم یک سیستم جدید صدور گواهینامه برای دادن تاییده در مورد شدت انتشار چرخه هیدروژن در یک منطقه یا یک فناوری خاص دارد.
- رویکردهای سیاست‌گذاری و وضع مقررات اجرایی جدید برای توسعه و استفاده از هیدروژن با توجه به شرایط اقتصادی، بلوغ صنعت و مواضع سیاسی، متفاوت است.
- رویکردهای سیاستی در مناطق مختلف جهان بسیار متفاوت است. سیاست‌گذاری سمت تقاضا و اقدامات سمت عرضه بسته به نوع اکوسیستم محلی می‌تواند بسیار متفاوت باشد. ابتکارات نظارتی منطقه‌ای منعکس‌کننده عوامل محلی مانند وضعیت اقتصادی، بلوغ صنعت، و موقعیت سیاسی است.
- اتحادیه اروپا ترکیبی از دستورات سمت تقاضا و اقدامات سمت عرضه را برای افزایش رقابت‌پذیری هیدروژن سبز و تضمین امنیت عرضه به کار می‌گیرد. در صورتیکه ایالات متحده اولویت خود را بر روی اقدامات مربوط به عرضه، ارائه اعتبارات مالیاتی و مشوق‌ها به تولیدکنندگان هیدروژن کم‌کربن متمرکز کرده است. استرالیا استراتژی صادرات محور را اتخاذ می‌کند و بودجه ملی و منطقه‌ای و مشوق‌هایی را برای ترویج تولید هیدروژن آبی و سبز فراهم می‌کند. چین و هند با یارانه‌های سمت تقاضا، مشوق‌های مالی و معافیت‌های هزینه برق تجدیدپذیر، حمایت از هیدروژن سبز را انجام می‌دهند.
- سیاست‌گذارهای بالا دستی برای انتقال فناوری به سمت تولید و مصرف انبوه با حداقل کردن آلاینده‌گی در طول چرخه نیاز به تصویب قوانین نظارتی جدید دارند.
- سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی برای توسعه حمل و نقل هیدروژنی در مقیاس انبوه، زیرساخت‌های مربوطه، تامین انرژی‌های تجدیدپذیر مورد نیاز و شبکه‌های توزیع هیدروژن پاک مورد نیاز است. پروژه‌های فعلی تحقیق و توسعه حمل و نقل هیدروژنی عمدتاً در مقیاس کوچک تمرکز داشته‌اند.
- تسریع در صدور مجوزها (از تولید تا توزیع و مصرف)، ایجاد فرآیندهای صدور گواهینامه‌های تاییده، استانداردسازی، و ساده سازی مقررات می‌تواند گسترش فناوری هیدروژن را تسریع کند

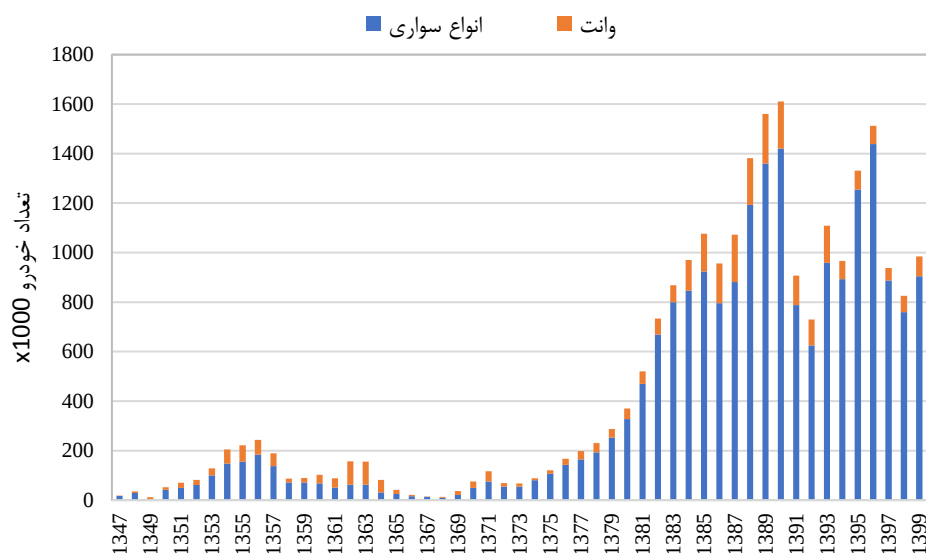
۸ پتانسیل حمل و نقل برقی در ایران

۸-۱ سیر تحول صنعت خودرو ایران

صنعت خودروسازی ایران در اوایل دهه ۱۹۶۰ با تولید پیکان، خودرویی بر پایه هیلمن هانتر بریتانیایی آغاز شد. در سال‌های بعد، صنعت به شدت به نفوذ خارجی و سرمایه‌گذاری شرکت‌های اروپایی و آمریکایی متکی بود. تولیدکنندگان OEM خارجی که در ایران فعالیت داشته‌اند عبارتند از ایران خودرو، سایپا، پارس خودرو، گروه بهمن، کرمان خودرو، رنو، پژو، هیوندای، تویوتا، فولکس واگن و مرسدس بنز.

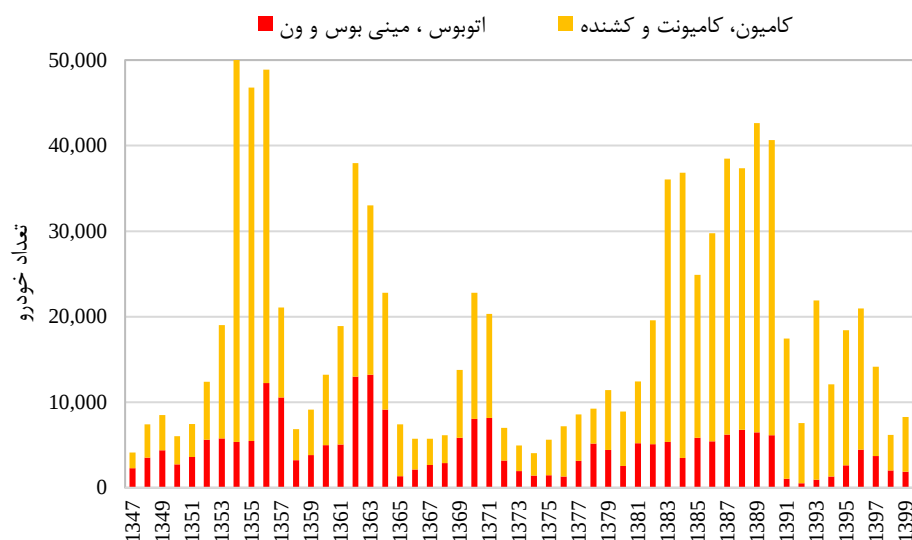
صنعت خودروسازی ایران علی‌رغم مواجهه با چالش‌های مهم پس از انقلاب ایران و تحریم‌های اقتصادی اعمال شده توسط کشورهای غربی، در سال‌های اخیر پیشرفت چشم‌گیری داشته است. با این حال، در مقایسه با صنایع خودروسازی اتحادیه اروپا و چین، صنعت ایران در چندین زمینه کلیدی عقب است. دلایل متعددی وجود دارد که چرا صنعت خودرو ایران فاقد چشم‌انداز بلندمدت است که از جمله آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **بی ثباتی بازار:** وضعیت تقاضا و عرضه ایران ناپایدار است. این مسئله برای سرمایه‌گذاران و کسب و کارها بلا تکلیفی ایجاد می‌کند. این بی ثباتی، برنامه‌ریزی و اجرای راهبردهای بلندمدت را دشوار می‌کند.
- **تحریم‌های اقتصادی:** ایران سال‌هاست که در معرض تحریم‌های اقتصادی قرار گرفته است و همین امر امکان دسترسی این کشور به آخرین فناوری و منابع مورد نیاز برای توسعه صنعت خودرو مدرن را محدود کرده است.
- **تمرکز کوتاه‌مدت:** بسیاری از تولیدکنندگان خودرو در ایران به جای سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه بلندمدت، بر سود کوتاه‌مدت تمرکز کرده‌اند. این تمرکز کوتاه‌مدت منجر به فناوری قدیمی و فقدان نوآوری شده است.
- **عدم همکاری:** صنعت خودروی ایران با عدم همکاری و هماهنگی بین ذینفعان مختلف خود از جمله تولیدکنندگان، سیاست‌گذاران، استارت‌آپ‌ها و دانشگاه‌ها مواجه بوده است. این عدم همکاری، ایجاد یک راهبرد بلندمدت منسجم را دشوار کرده است.



شکل ۸-۱ روند تولید سواری و وانت در ایران از سال ۱۳۴۷

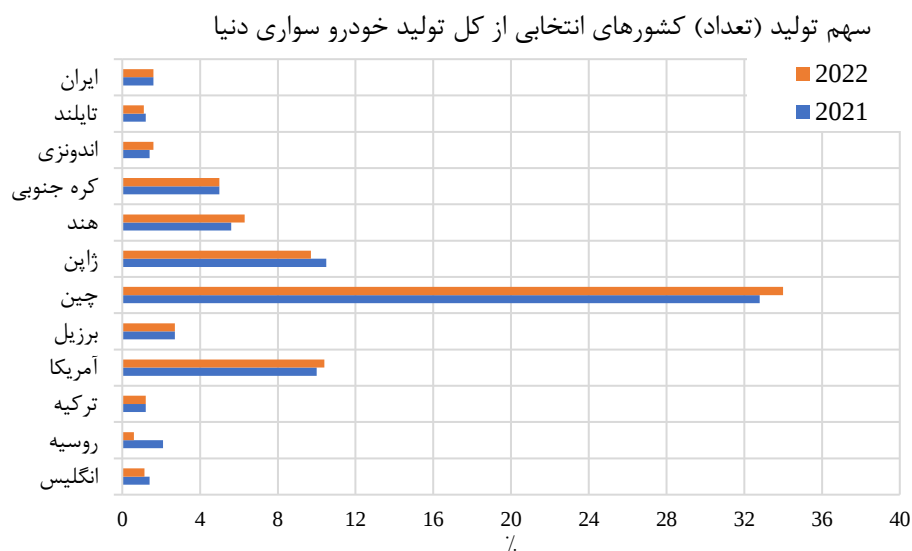
ایران در تولید طیف وسیعی از وسایل نقلیه، از خودروهای سواری گرفته تا کامیون و اتوبوس، به خودکفایی رسیده است. صنعت خودروسازی کشور نیز به تولید قطعات خودرو، موتور و سایر قطعات گسترش یافته است. ایران بخش قابل توجهی از تولیدات خودروی خود را به کشورهای همسایه صادر می‌کند. در مقابل، بسیاری از تولیدات کشور متکی به طرح‌ها و فناوری‌های قدیمی است. این صنعت همچنین در تامین مواد و قطعات پیشرفته به دلیل تحریم‌های اقتصادی اعمال شده توسط کشورهای غربی با چالش‌هایی مواجه است. از نظر سرمایه‌گذاری‌های خارجی، هم اتحادیه اروپا و هم چین در جذب خودروسازان خارجی برای ایجاد کارخانه‌های تولیدی در کشورهای خود موفق بوده‌اند و حجم قابل توجهی از سرمایه‌گذاری از سوی شرکت‌های ژاپنی، کره‌ای و آمریکایی صورت گرفته است. در مقابل، صنعت خودروسازی ایران تا حد زیادی متکی به تولید داخلی بوده و سرمایه‌گذاری خارجی محدود شده است. صنعت ایران اگر امیدوار است در مقیاس جهانی رقابت کند و با روندهای در حال تغییر در بازار خودرو همگام باشد، باید به چالش‌ها رسیدگی کند [۱۳۸]. شکل ۸-۱، روند تولید سواری و وانت در ایران از سال ۱۳۴۷ نشان می‌دهد. روند تولدی کامیون، اتوبوس و ون در ایران نیز در شکل ۸-۲ نشان داده شده است.



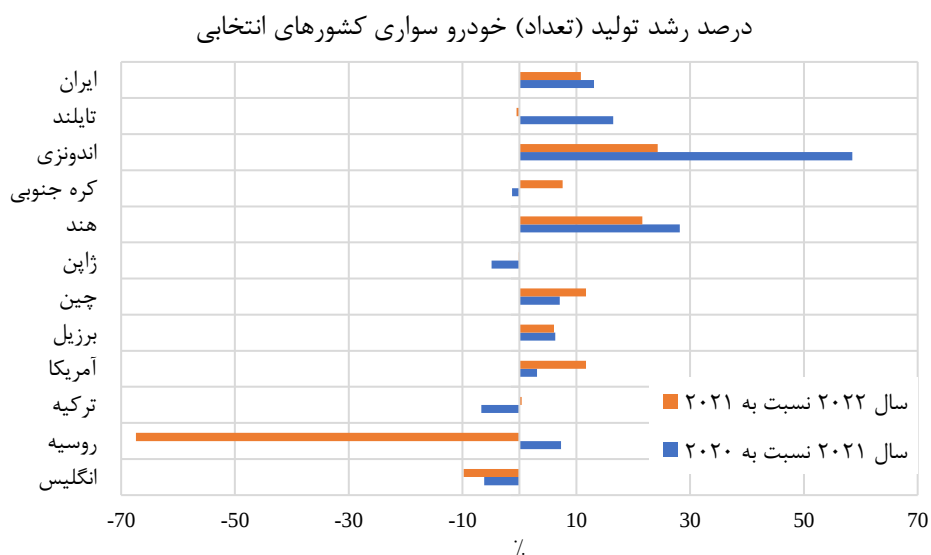
شکل ۸-۲ روند تولید کامیون، اتوبوس و ون در ایران

۸-۲ ایران جزو بیست کشور تولید کننده خودرو

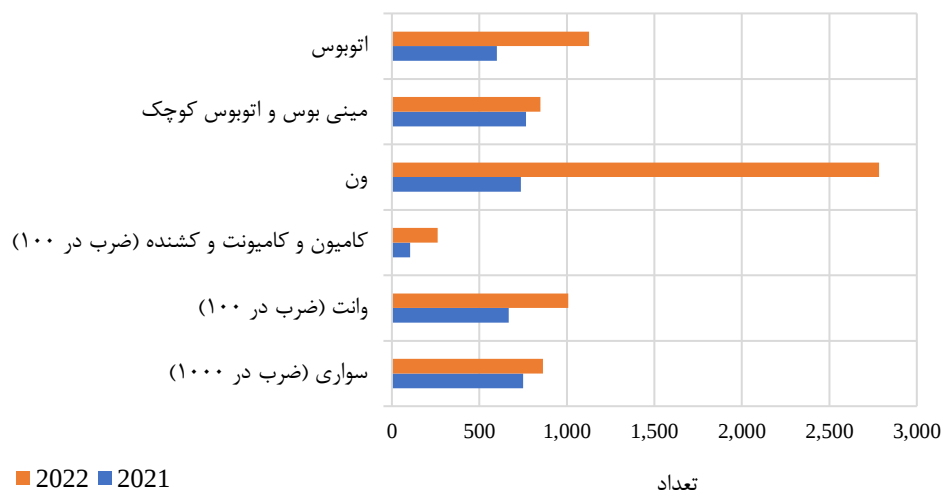
پس از نفت و گاز، صنعت خودروسازی پویاترین صنعت ایران است که ۱۰ درصد تولید ناخالص داخلی و ۴ درصد نیروی کار فعال (۷۰۰ هزار نفر) را به خود اختصاص داده است. ایران با تولید ۷۹۴۲۹۷ دستگاه خودرو در سال ۲۰۲۱ در رده نوزدهم خودروسازهای بزرگ جهان قرار دارد. در سال ۲۰۱۶، خرید سالانه خودروی نو در ایران (برای انواع خودروها) بالغ بر ۱/۵ میلیون دستگاه بوده است. در سال ۲۰۲۱ ارزش بازار خودرو ایران ۲۸/۸۵ میلیارد دلار بوده است و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۷ به ۴۰ تا ۵۰ میلیارد دلار برسد. آمار تولید خودرو سواری در دو سال اخیر و درصد رشد تولید خودرو سواری در کشورهای انتخابی در شکل ۸-۴ و شکل ۸-۵ نشان داده شده است. شکل ۸-۶ نیز تولید انواع خودرو در ایران را نشان می‌دهد.



شکل ۸-۳ تولید خودرو سواری در دو سال اخیر در کشورهای انتخابی [۱۹]



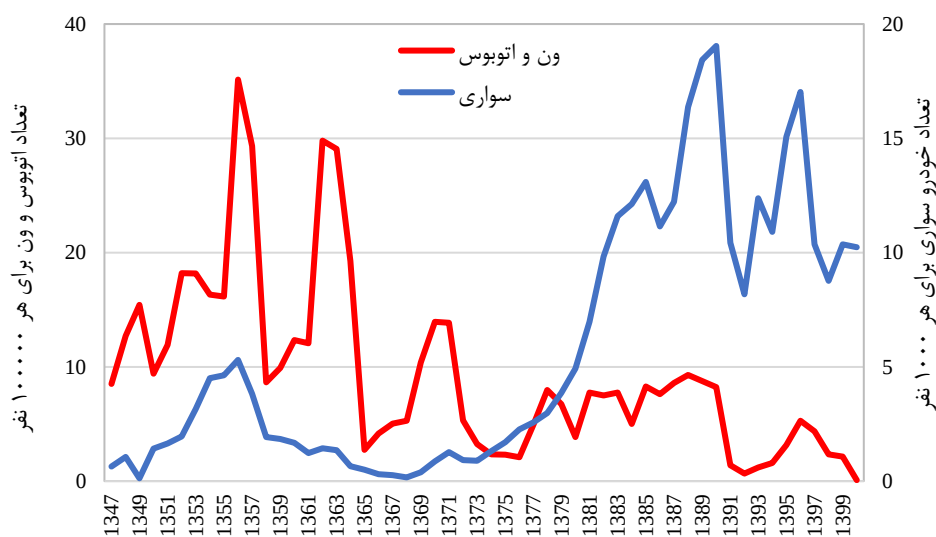
شکل ۸-۴ درصد رشد تولید خودرو سواری در کشورهای انتخابی [۱۹]



شکل ۸-۵ تولید انواع خودرو در ایران

۸-۳ حمل و نقل برقی فرصتی برای تحول بنیادین

ایران بازاری جذابی برای خودروسازان خارجی است. انقلاب برقی در حمل و نقل، خبر خوبی برای جهان و ایران است ولی پیچیدگی اکوسیستم حمل و نقل منحصر به فناوری‌های مربوط به خودرو نمی‌شود. اکوسیستم حمل و نقل برقی با هدف توسعه پایدار بسیار متفاوت‌تر از اکوسیستم حمل و نقل با سوخت فسیلی است. هر کشوری برای رسیدن به آمادگی حمل و نقل برقی باید بر چالش‌های خاص خود غلبه کند. کاهش وابستگی سیستم حمل و نقل به سوخت‌های فسیلی و یارانه‌های مرتبط، کمک قابل توجهی به اقتصاد ایران خواهد کرد.



شکل ۸-۶ روند تولید انواع خودرو در ایران از سال ۱۳۴۷

با توجه به سطح نسبتاً پایین انعطاف‌پذیری تغییر در صنعت ایران، کمبود زیرساخت‌ها، سیاست و راهبردهای ناکافی در کم‌کردن

آلایندگی‌های زیست محیطی و نبود مشوق‌های لازم، سوخت فسیلی ارزان و قیمت بالای خودروها، تولید خودرو برقی در ایران را با چالش جدی مواجه کرده است. ایران باید جایگاه خود در بازار رقابتی حمل و نقل برقی جهانی را ارزیابی کند. ایران نیاز به ارزیابی دقیق زنجیره تامین پیچیده جهانی از استخراج مواد خام تا بازیافت و توسعه فناوری‌های مربوطه در این صنعت را دارد. سیاست‌گذاری درازمدت و شفاف بالادستی می‌تواند نقش کلیدی در پایداری و موفقیت ایران در این بازار را ایفا کند. اگر تولیدکنندگان و سازندگان خودرو ایرانی می‌خواهند با زنجیره تامین کارآمد چینی و فناوری‌های خاص پیشرفته غرب رقابت کنند، باید وسعت چالش پیش روی خود را به خوبی درک کنند.

پیش‌بینی می‌شود جمعیت ایران در سال ۲۰۳۰ به ۹۰ میلیون نفر و در سال ۲۰۵۰ به ۱۰۳ میلیون نفر افزایش یابد. تحقیقات دانشگاهی حاکی از آن است که موجودی خودروهای سواری در ایران ممکن است تا سال ۲۰۵۰ به ۶۴ میلیون خودرو برسد که اگر سیستم حمل و نقل به رویکرد تجاری معمول ادامه دهد، ممکن است تقاضای بنزین داخلی تا ۲۸۰ درصد افزایش یابد و انتشار گازهای گلخانه‌ای بدتر شود. افزایش قابل توجه مالکیت وسایل نقلیه سواری، به ویژه در شهرهای بزرگ، نتیجه علاقه‌مندی مصرف‌کنندگان به خرید خودرو است که جامعه ایرانی، برخورداری از خودرو را به معنای ورود به طبقه متوسط می‌داند. افزایش تعداد وسایل نقلیه شخصی باعث ازدحام ترافیک، آلودگی هوا و صوت و تصادفات جاده‌ای می‌شود. ایران در میان ۱۷۵ کشور در مرگ و میر ناشی از تصادفات در رتبه ۱۱۳ قرار دارد که بالاتر از میانگین جهانی است و احتمالاً مربوط به فناوری‌های قدیمی وسایل نقلیه و اقدامات ایمنی جاده‌ای است [۱۳۸].

سازمان جهانی بهداشت، تهران را به لیست آلوده‌ترین شهرهای جهان اضافه کرده است. حمل و نقل در کیفیت پایین هوای شهر نقش دارد. هزینه‌های مرتبط با آلودگی هوا در تهران ۲/۶ میلیارد دلار در سال تخمین زده می‌شود و سازمان بهداشت جهانی تخمین می‌زند که سالانه بیش از ۴۰۰۰ نفر در اثر آلودگی $PM_{2.5}$ هوای محیط، جان خود را از دست بدهند. سایر شهرهای بزرگ ایران نیز از آلودگی هوا رنج می‌برند [۱۳۹].

اما برای تحول حمل و نقل، ایران یک مزیت عمده جهانی دارد و آن دسترسی ارزان به انرژی است که ایران را در موقعیت منحصر به فردی قرار می‌دهد که برای برنامه‌ریزی حمل و نقل کم‌آلاینده در کوتاه‌مدت و بلندمدت خود احتیاج به هزینه کلان سرمایه‌گذاری کمتری خواهد داشت [۱۴۰].

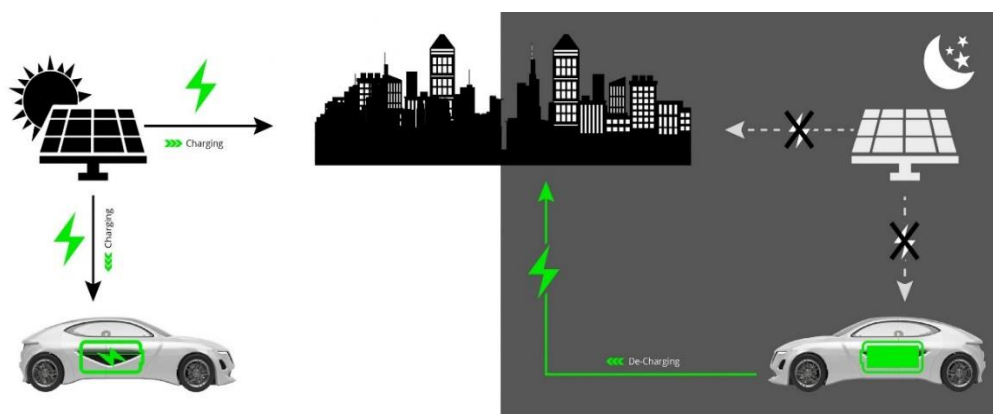
۸-۴ تحقیقات میدانی در چگونگی حمل و نقل برقی ایران - نادر و بدون حمایت کافی

بررسی مقالات دهه اخیر چاپ شده در بخش حمل و نقل برقی نشان می‌دهد که مقالات فنی و علمی در مورد حمل و نقل برقی در ایران نادر است و بیشتر کارهای قبلی بر مرور ادبیات عمومی کشورهای دیگر متمرکز شده است [۱۴۲].

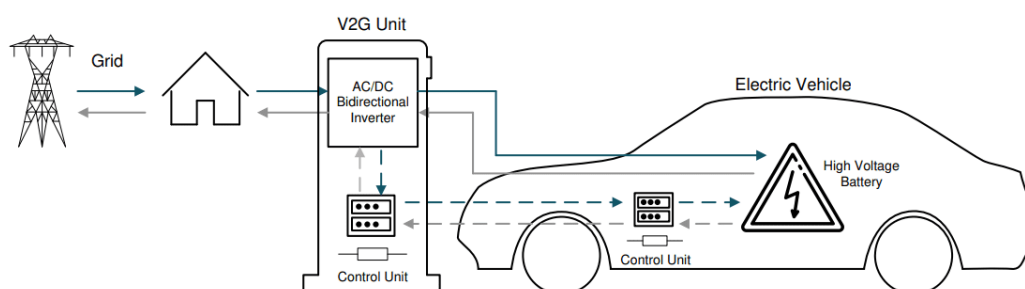
با اینکه بررسی مقالات جهانی نشان می‌دهد که خودروهای برقی در آینده رقابتی‌تر می‌شوند و ایران ممکن است از فناوری‌های پاک‌تر برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از بخش حمل و نقل خود بهره‌مند شود. با این حال، عملاً هیچ آزمایشی در مورد عملی

بودن شارژ هوشمند و تکنولوژی ارتباط انتقال انرژی بین وسیله نقلیه و شبکه از منظر شبکه یا خودرو در ایران انجام نشده است (شکل ۸-۵) [۱۴۳-۱۴۵].

درک مصرف‌کنندگان از تغییر به حمل و نقل برقی به طور کامل مورد بررسی قرار نگرفته و مطالعات اقتصادی ادامه دار نبوده است [۱۴۶]. به طور نمونه فقط تا سال ۲۰۱۸، ده‌ها آزمایش میدانی تجاری‌سازی عمده در فناوری هوشمند سازی با خودرو واقعی (برای درک فرایند شارژ خودرو سازی) در سراسر جهان گزارش شده است ولی هیچ گزارش علمی از آزمایش میدانی قابل توجه در ایران در ۴ سال اخیر چاپ نشده است [۱۴۱]. به عنوان مثال چطور شبکه برق ایران به رفتار شارژ ایرانیان جواب خواهد داد و آیا در زمان اوج مصرف، قدرت جوابگویی خواهد داشت یا نه؟



شکل ۸-۷ نقش متنوع خودروی برقی در پایداری اکوسیستم انرژی پایدار [۱۴۷]



شکل ۸-۸ خودروهای برقی و قابلیت شارژ و دشارژ [۱۴۹]

۸-۵ انرژی، مزیت فوق‌العاده ایران

کشورهای غرب آسیا در موقعیت ممتازی از لحاظ انرژی قرار دارند. این موقعیت منحصر به فرد به کشورهای این منطقه برتری قابل ملاحظه‌ای می‌دهد. به نقل از شرکت مشاوره‌ای مکنزی، منطقه غرب آسیا بیشترین سهم از تولید جهانی نفت را به خود اختصاص داده است، اما این پتانسیل را دارد که به صادرکننده انرژی پاک و پایدار مانند هیدروژن و محصولات سبز تبدیل شود. اقدامات اولویت‌دار برای انجام این کار عبارتند از [۱۴۹-۱۵۰]:

- ترویج سرمایه‌گذاری برای افزایش عرضه CCUS، هیدروژن کم‌کربن و آمونیاک.
- تقویت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و تسهیل یکپارچه‌سازی انرژی‌های تجدیدپذیر با ارتقا زیرساخت‌های پشتیبانی، به عنوان مثال: شبکه‌های انتقال و ذخیره‌سازی طولانی مدت.
- ایجاد انگیزه برای برق‌رسانی و بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها، صنعت و بخش حمل و نقل.
- ترویج کسب و کارهای سبز که در حال ایجاد راه‌حل‌های انرژی جدید به منظور تنوع بخشیدن به اقتصاد محلی و گرفتن فرصت‌های اقتصادی جدید از دوران گذار هستند.

سازمان بین‌المللی انرژی اعتقاد دارد که سیاست‌های اشتباه یارانه‌های انرژی می‌تواند از چند جهت بر اقتصاد هر کشوری تاثیر منفی بگذارد. اولاً، یارانه‌ها اغلب از طریق بودجه‌های دولتی یا مالیات تامین می‌شوند که می‌توانند منابع را از سایر حوزه‌های مهم مانند آموزش، مراقبت‌های بهداشتی و زیرساخت منحرف کنند. این امر می‌تواند منجر به تخصیص کمتر و کارآمد منابع و کاهش رشد اقتصادی شود. ثانیاً، یارانه‌های انرژی می‌توانند بازارها را غیر واقعی کرده و سرمایه‌گذاری در فناوری‌های انرژی پاک‌تر و کارآمدتر را کاهش دهند که می‌تواند فرصت‌های اقتصادی و نوآوری را محدود نماید. با کاهش مصنوعی هزینه انرژی، یارانه‌ها می‌توانند زمینه بازی نابرابر را ایجاد کنند که به ضرر فناوری‌های جدید و نوظهور انرژی است. ثالثاً، یارانه‌های انرژی می‌توانند منجر به مصرف ناکارآمد و بیهوده انرژی نیز شوند که می‌تواند تقاضای انرژی را افزایش داده و زیرساخت‌های انرژی را تحت فشار قرار دهد. این می‌تواند منجر به افزایش قیمت انرژی و افزایش آسیب‌پذیری در برابر اختلالات عرضه انرژی شود [۱۵۱-۱۵۲].

سازمان بین‌المللی انرژی اعتقاد دارد که اگر یارانه‌های انرژی درست مدیریت نشوند، می‌توانند با ایجاد انحراف در بازارها، تخصیص نادرست منابع و دلسرد کردن نوآوری و کارایی، تاثیرات منفی بر اقتصاد و رشد فناوری‌های سبز هر کشوری داشته باشند. با اصلاح یارانه‌های انرژی، سیاست‌گذاران می‌توانند یک سیستم انرژی پایدارتر و کارآمدتر ایجاد کنند که هم برای اقتصاد و هم برای فناوری‌های سبز مفید باشد.

۸-۶ روند کلی سیاست‌گذاری کلان کشورهای مختلف

ابزار Global EV Policy Explorer، یک ابزار داده ایجاد شده توسط آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) است که اطلاعاتی در مورد سیاست‌های مربوط به وسایل نقلیه برقی در سراسر جهان ارائه می‌دهد. این ابزار، حوزه‌های سیاستی مختلفی از جمله مشوق‌های خرید خودروهای برقی، مقررات مربوط به استفاده و تولید خودروهای برقی و زیرساخت‌های شارژ، و اهدافی برای پذیرش خودروهای برقی را شامل می‌شود. این ابزار به کاربران اجازه می‌دهد تا سیاست‌ها را بر اساس کشور یا منطقه جستجو کنند و خط‌مشی‌ها را بر اساس نوع، سطح دولت و تاریخ، فیلتر و ارزیابی نمایند. اطلاعات ارائه شده شامل خلاصه‌ای از خط‌مشی، اهداف آن و هرگونه جزئیات مرتبط مانند مدت زمان و دامنه خط‌مشی است. ابزار Global EV Policy Explorer یک نمای کلی جامع از سیاست‌های در حال اجرا در سراسر جهان ارائه می‌دهد و می‌تواند به کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه در شناسایی بهترین شیوه‌ها و زمینه‌های بهبود در

سیاست‌گذاری کلان کمک کند. بر اساس تجزیه و تحلیل Global EV Policy Explorer، انواع مختلفی از سیاست‌های مربوط به وسایل نقلیه برقی وجود دارد که شامل موارد ذیل است [۱۵۳-۱۵۴]:

۱. مشوق‌ها:

مالی: شامل اعتبارات مالیاتی، معافیت‌ها و تخفیف‌ها برای خرید خودروهای برقی یا تجهیزات شارژ

غیرمالی: شامل مزایایی مانند پارکینگ رایگان، دسترسی به خطوط اتوبوس‌رانی و کاهش عوارض برای خودروهای برقی

۲. مقررات: شامل مقررات مربوط به خودروهای برقی مانند استانداردهای انتشار گازهای گلخانه‌ای، استانداردهای بهره‌وری سوخت، و دستورات برای پذیرش خودروهای برقی است.

۳. استانداردها: شامل تدوین استانداردهایی برای تولید خودرو، زیرساخت‌های شارژ و ارتباط میان این دو می‌شود.

۴. تحقیق و توسعه: شامل تامین مالی و حمایت از تحقیق و توسعه مرتبط با خودروهای برقی و فناوری مربوطه است.

۵. خدمات دولتی: شامل سیاست‌های مربوط به خرید خودروهای برقی توسط سازمان‌های دولتی و ارائه‌دهندگان حمل و نقل عمومی می‌شود.

۶. زیرساخت: شامل سیاست‌های مربوط به توسعه و استقرار زیرساخت شارژ است.

۷. آموزش و اطلاع‌رسانی به شهروندان: شامل سیاست‌هایی با هدف آموزش مصرف‌کنندگان و ارتقا آگاهی از خودروهای برقی و فناوری مربوطه است.

۸-۷ انواع مشوق‌ها برای گسترش خودروهای برقی و هیدروژنی

هم خودروهای برقی باتری دار و هم خودروهای مبتنی بر هیدروژن مزایای زیست‌محیطی برای کاهش آلودگی را ارائه می‌دهند و آنها را به اجزای حیاتی سیستم‌های حمل و نقل پایدار آینده تبدیل می‌کنند. شباهت‌ها و تفاوت‌هایی در مشوق‌های سیاست‌گذاری برای هر دو فناوری وجود دارد که نیاز به توسعه سیاست‌های بالادستی را برجسته می‌کند.

تجربه کشورهای دیگر اهمیت در نظر گرفتن عواملی مانند بلوغ فناوری، نیازهای زیرساختی، توسعه بازار و زمینه‌های منطقه‌ای در طراحی سیاست‌های موثر و پایدار را پررنگ می‌کند. مشوق‌های سیاستی برای هر دو فناوری معمولاً بر جنبه‌هایی مانند توسعه زیرساخت‌ها، حمایت از تحقیق و توسعه، و مزایای زیست‌محیطی مرتبط با پذیرش آنها تمرکز دارند. هنوز هم سیاست‌گذاران در سراسر جهان برای طراحی استراتژی‌ها و مشوق‌هایی برای پیشبرد پذیرش این فناوری‌ها تلاش می‌کنند. اثربخشی چنین سیاست‌هایی به ارزیابی دقیق شرایط ملی و منطقه‌ای هر کشور بستگی دارد و کمتر کشوری وجود دارد که بتواند بدون ارزیابی شرایط ملی خود سیاست‌گذاری کلان‌گذار از خودروی فسیلی به حمل و نقل برقی یا هیدروژنی را از کشور پیشرو دیگر کپی کند.

می توان گفت که تفاوت های قابل توجهی در سیاست گذاری بالادستی و نظارتی خودروهای برقی و هیدروژنی وجود دارد. این تفاوت نشأت گرفته از ویژگی های متفاوت حمل و نقل برقی (باتری دار) و خودروهای مبتنی بر هیدروژن است. خودروهای برقی بازار بالغ تری دارند و از زیر ساخت های مستقر و مورد قبول مصرف کنندگان سود می برند. سیاست های مربوط به خودروهای برقی بر عواملی مانند تولید برق پاک، تحریک تقاضای مصرف کننده و مقرون به صرفه بودن بازار متمرکز است. در مقابل، خودروهای مبتنی بر هیدروژن با چالش های منحصربه فردی مواجه هستند که مشوق هایی را برای تولید، ذخیره سازی، توزیع و مشارکت های صنعتی ضروری می سازد. تدوین سیاست های موثر مستلزم بررسی دقیق شرایط خاص یک کشور، از جمله منابع موجود، قابلیت های فن آوری، امکان سنجی اقتصادی و اولویت های چشم انداز آن کشور است. سیاست گذاران باید از وسوسه تکرار سیاست های اجرا شده توسط سایر کشورها بدون در نظر گرفتن شرایط ملی اجتناب کنند. انطباق سیاست و واقعیت های ملی باید در چهارچوب محکم علمی - اقتصادی رخ دهد که امکان متناسب سازی قوانین با شرایط منحصربه فرد کشور را فراهم کند.

کشورها باید سیاست هایی را تدوین کنند که منابع انرژی متنوع را به صورت پایدار و اقتصادی مصرف کنند، صنایع داخلی را ارتقا بخشند یا سایر اهداف راهبردی الویت دار کشور را برآورده کنند. سیاست گذاری های مبتنی بر معرفی مشوق های واردات و صادرات، مشوق های تولید و مصرف، در سطح جهانی به دلیل تفاوت در منابع، قابلیت های فناوری و اولویت های سیاست متفاوت است. شرایط و اهداف منحصر به فرد هر کشور مستلزم تدوین انگیزه های متناسب با نیازهای خاص آنها است. تنوع جهانی این مشوق ها نشان دهنده تعامل پیچیده بین استراتژی های انرژی ملی، عوامل اقتصادی و اهداف اجتماعی - محیطی است از جمله:

- **مشوق های واردات و صادرات:** برای خودروهای برقی و خودروهای مبتنی بر هیدروژن پیامدهای متفاوتی در سطح جهانی دارد. ماهیت و میزان این مشوق ها به موقعیت یک کشور از نظر منابع، فناوری و پویایی اقتصاد و بازار هدف بستگی دارد. کشورهایی با ظرفیت تولید داخلی محدود، مشوق های واردات خودروها را افزایش می دهند. چنین مشوق هایی باید شامل کاهش یا حذف تعرفه های واردات، ساده سازی روبه های گمرکی و هماهنگ سازی استانداردهای خودرو برای تشویق تجارت بین المللی باشد. این رویکرد به کشورها اجازه می دهد تا به سرعت انتخاب های مصرف کننده را متنوع کنند و هر گونه کندی موقت در تولید داخلی را پر نمایند. کشورهایی با قابلیت های تولید داخلی قوی و مزیت رقابتی در خودروهای برقی یا خودروهای مبتنی بر هیدروژن ممکن است فعالیت های صادراتی را تشویق کنند. مشوق های صادراتی می توانند به شکل حمایت مالی، موافقت نامه های تجاری و طرح های توسعه بازار برای ارتقا تجارت بین المللی خودروهای تولید داخل باشد. با افزایش صادرات، کشورها می توانند رشد اقتصادی خود را افزایش دهند، صنعت خودروسازی خود را تقویت کنند و نفوذ خود در بازار جهانی را گسترش دهند.

- **مشوق های مربوط به تولید و مصرف انرژی:** این مشوق ها برای خودروهای برقی و خودروهای مبتنی بر هیدروژن عمدتاً ناشی از چشم انداز انرژی و اولویت های سیاست یک کشور است. کشورهای غنی از منابع انرژی تجدیدپذیر، مانند

انرژی باد، خورشیدی یا برق آبی، ممکن است مشوق هایی را برای تولید برق سبز در اولویت قرار دهند. این می تواند شامل یارانه ها، کمک های مالی، یا اقدامات نظارتی برای حمایت از گسترش زیرساخت های انرژی های تجدیدپذیر و تشویق سرمایه گذاری در فناوری های تجدیدپذیر باشد. با تولید برق پاک، کشورها می توانند انتشار کربن را کاهش دهند و به اهداف انرژی پایدار دست یابند و در عین حال از رشد خودروهای برقی و بازارهای خودروهای مبتنی بر هیدروژن حمایت کنند.

- **مشوق های مربوط به مصرف کنندگان نهایی:** این مشوق ها به هدف پذیرش و استفاده از خودروهای برقی یا خودروهای مبتنی بر هیدروژن توسط مصرف کنندگان نهایی است. کشورها اغلب یارانه های خرید، مشوق های مالیاتی و توسعه زیرساخت ها را برای تشویق مصرف کنندگان به سوی این گزینه های حمل و نقل پاک اجرا می کنند. با ترویج مصرف این وسایل نقلیه، کشورها می توانند تقاضای بازار را تحریک کنند، و به اهداف کاهش انتشار آلاینده های محیط زیستی دست یابند.

۸-۷-۱ سیاست گذاری موفق برقی سازی نیرو

نیروژ تصویر قانع کننده ای از اهمیت دوام اقتصادی و انطباق فناوری راهبردی ارائه می دهد. نیروژ از نظر انرژی فسیلی غنی است و در خط مقدم توسعه فناوری وسایل نقلیه برقی قرار ندارد، اما روند صنعت را خیلی زود تشخیص داده و برای تغییر از مدت ها پیش برنامه ریزی کرده بود. فعالیت های خودروهای برقی در نیروژ به طور جدی در دهه ۱۹۹۰ آغاز شد. حالا از هر ۱۰ خودروی جدید فروخته شده در این کشور، ۹ خودرو برقی یا هیبریدی هستند، در حالی که کمتر از نیمی از خودروهای فروخته شده در اتحادیه اروپا، برقی هستند. دولت نیروژ قصد دارد تا سال ۲۰۲۵ تمام خودروهای جدید را به BEV تبدیل کند و در مسیر خوبی از پیشرفت در این زمینه قرار دارد. نیروژ به طرز ماهرانه ای خودروهای برقی وارد کرده و در عین حال عناصر خاصی از اکوسیستم را به صورت راهبردی توسعه داده است. نیروژ با اجرای سیاست های مطلوب، مانند مشوق های سخاوتمندانه، معافیت های مالیاتی و سرمایه گذاری در زیرساخت های شارژ، بازاری پر جنب و جوش برای خودروهای برقی ایجاد کرده است. نیروژ ملاحظات اقتصادی را برای مصرف کننده و سایر ذینفعان حمل و نقل در اولویت قرار داده و تخصیص منابع را بهینه کرده است. تولید برق نیروژ عمدتاً از سدهای برق آبی است که به کاهش انتشار کلی این کشور کمک می کند [۱۵۵].

کشورهای در حال توسعه اغلب با موانع اقتصادی چند وجهی روبرو می شوند که توانایی عکس العمل آنها را برای واکنش به فناوری جدید کند می کند. فقدان سیاست مالی برای پاسخگویی به فناوری های جدید، دسترسی محدود به سرمایه، تلاطم بازار و سیستم نظارتی آماده نشده مانع انطباق فناوری در زمان مناسب می شود. مسئله اولیه ای که کشورهای در حال توسعه در سازگاری با فناوری جدید با آن مواجه هستند، خود فناوری نیست، بلکه پایه های اقتصادی ای است که بتوانند توانایی لازم برای واکنش به موقع به تغییرات را داشته باشد. در حالی که دسترسی به فناوری بی شک مهم است، یک اقتصاد قوی و زیرساخت های تثبیت شده به عنوان اساس

جذب موثر فناوری های جدید عمل می کند. داستان موفقیت آمیز برقی سازی حمل و نقل نیروژ ضرورت داشتن نگاه اقتصادی در یک محیط رقابتی را نشان می دهد. نیروژ، یک کشور نفت خیز، نشان داده است که بومی سازی همه جنبه برقی سازی حمل و نقل لزوماً بهترین گزینه برای تطبیق با فناوری جدید نیست.

در دنیای امروز، بومی سازی همه جانبه فناوری برای دستیابی به استقلال از دیگران، توان مالی بسیار بالایی را می طلبد و حتی می تواند پیشرفت تطبیق را به تاخیر بیندازد. به جای بومی سازی همه جانبه فناوری در برقی سازی حمل و نقل باید گلوگاه های کلیدی شناسایی و برطرف شوند و استفاده راهبردی از منابع و رقابت برنامه ریزی شود. انجمن خودروهای برقی نیروژ که در نیروژ با نام Norsk Elbilforening نیز شناخته می شود، یک سازمان غیرانتفاعی با بیش از ۱۲۰۰۰۰ عضو است که سالانه هزینه ای را برای کمک به پذیرش و استفاده از وسایل نقلیه برقی پرداخت می کند. در ازای آن، سازمان به طور فعال سیاست گذاران را به چالش می کشد تا سیاست ها و مقررات مطلوب برای خودروهای برقی را تحت فشار قرار دهند [۱۵۵].

۸-۷-۲ فازهای مختلف سیاست گذاری برقی سازی حمل و نقل

طبق گزارش آژانس بین المللی انرژی (IEA)، فرآیند برقی سازی در فازهای مختلفی رخ می دهد که هر کدام نیازمند سیاست ها، آمادگی ها و پیشرفت های فن آوری خاص هستند. جدول ۸-۱، خلاصه ای از چهار مرحله برقی سازی را بیان کرده و پیچیدگی فزاینده این تغییر در اکوسیستم حمل و نقل و انرژی یک کشور و نیاز به برنامه ریزی دقیق و توسعه سیاست برای اطمینان از انتقال موفقیت آمیز را برجسته می کند. در مرحله اولیه برقی سازی، تمرکز بر ایجاد زمینه برای پذیرش گسترده وسایل نقلیه برقی است. این مرحله، در درجه اول شامل توسعه زیرساخت های لازم، از جمله ایستگاه های شارژ و تأسیس زنجیره تولید قابل اعتماد، برای حمایت از تقاضای رو به رشد در بازار هدف برای خودروهای برقی است. همانطور که فرآیند برقی سازی در مراحل بعدی شتاب می گیرد و نیازهای زیرساختی گسترده تر می شوند، افزایش در دسترسی بودن و دسترسی به زیرساخت شارژ و فناوری اطلاعات و هوشمندی کنورها به یک اولویت کلیدی تبدیل می شوند. همچنین، همکاری بین دولت ها، تامین کنندگان انرژی و شرکت های خصوصی برای افزایش سریع و کارآمد شبکه شارژ نیز حیاتی تر می شود. در مراحل بلوغ نهایی، تعامل بین سیستم های انرژی و وسایل نقلیه برقی پیچیده تر می شود. این مرحله، بر تعامل زیرساخت شارژ با شبکه برق و بهینه سازی مدیریت جریان انرژی تمرکز دارد. فناوری های شبکه هوشمند، مانند سیستم های پاسخگویی به تقاضا و قابلیت بازگشت انرژی وسیله نقلیه به شبکه (V2G) در موقع نیاز، به صورت تجاری امکان پذیر خواهند بود و باعث خواهند شد که پایداری شبکه تضمین گردد و همچنین از منابع انرژی تجدیدپذیر استفاده حداکثری شود. در مراحل نهایی، پذیرش گسترده ای از خودروهای برقی حاصل شده و تمرکز به سمت ارتقا فناوری و زیرساخت خواهد بود. علاوه بر فناوری های پایه، تجاری سازی گسترده فناوری های پیشرفته مانند شارژ بی سیم، شارژ فوق سریع و باتری های حالت جامد به طور فزاینده ای امکان پذیر خواهد شد. کشورهایی مانند نیروژ در مراحل بلوغ گذار به حمل و نقل برقی هستند و همچنان فعالیت های خود را در زمینه جذب فناوری مربوطه و نوآوری اقتصادی ادامه می دهند [۱۸۲].

فازهای آماده‌سازی برای برقی‌سازی حمل و نقل				عنوان
اول	دوم	سوم	چهارم	
- تعداد خودرو برقی محدود و هنوز تاثیر قابل توجهی بر شبکه وجود ندارد	- گسترش خودرو برقی و بار الکتریکی مربوطه، قابل توجه اما انعطاف پذیری تقاضا از طرف شبکه کم	- بار الکتریکی قابل توجه و انعطاف پذیری مورد تقاضا زیاد	- انعطاف پذیر بار الکتریکی بسیار قابل توجه و انعطاف پذیری مورد تقاضا نیز بسیار زیاد	تاثیر بار بر شبکه / انعطاف پذیری بار
- گسترش خودرو برقی از طریق مشوق ها و استقرار بیشتر شارژهای عمومی	- اقدامات انعطاف پذیری اولیه کافی است	- آغاز تجمیع پذیری هوشمند	- برگشت قابل توجه بار به شبکه و رفع کمبودهای سیستم	اقدامات کاربردی
- فراهم کردن (ساخت یا واردات) انواع خودرو برقی متناسب با اقلیم و بازار هدف	- کنتورهای هوشمند ساعتی - تمایز اندازه‌گیری انرژی مورد نیاز خودرو از بقیه بارهای شبکه	- کنتورهای با قابلیت اندازه‌گیری آنلاین - آماده‌سازی زیرساخت های مخابراتی و اینترنتی	- اندازه‌گیری دقیق وضعیت سلامت باتری	فناوری مورد نیاز
- استاندارد سازی و هماهنگی پروتکل های مختلف خودرو-شارژر - داده کاوی و تهیه آمار دقیقی از خودروهای وارد شده به بازار - جمع‌آوری داده‌های مربوط به رانندگی و نحوه شارژ	- آمادگی فناوری تبادل اطلاعات بین بخش‌ها و ذینفعان مختلف	- قدرت پیش بینی انرژی مورد نیاز شارژ خودروها و نیاز شبکه و استرس احتمالی شبکه برق محلی	- سیستم‌های اینترنتی قابل استفاده برای تجارت برق غیرمتمرکز - پیش بینی اثر سیکل‌های مختلف بازگشت بار به شبکه (V ₂ G) و بر سلامتی باتری - استاندارد های بین‌المللی مرتبط به فناوری V ₂ G	راه‌اندازی کاربردی سیستم
- تهیه چهارچوب فنی و اقتصادی برای تشویق به هماهنگی با نیاز و عرضه شبکه	- تعرفه‌های مختلف ساعتی برای تشویق شارژ در زمان کم‌باری شبکه - سیاست‌های استفاده از برق خودرو در محل شارژهای خصوصی در موقع لزوم	- استانداردهای دقیق شارژر هوشمند - تعرفه های آنلاین - اجازه فعالیت به تجمیع-کننده‌ها در بازار	- منطقی کردن مالیات ها بر استفاده و ذخیره‌سازی و حذف عوارض اضافی - استانداردهای دقیق بازگشت بار به شبکه (V ₂ G)	مقررات و تنظیم مدل- های اقتصادی

۸-۸ ابرچالش کشورهای در حال توسعه و نیاز به تدوین چشم‌انداز جامع

کشورهای در حال توسعه که سرشار از منابع فسیلی هستند، هنگام تصمیم‌گیری در انتخاب فناوری‌های سوخت جایگزین (برقی، هیدروژنی و غیره) با چالش فزاینده‌ای روبرو هستند. کشورهای در حال توسعه با در نظر گرفتن دقیق عوامل اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی، انجام مطالعات متنوع امکان سنجی، و یادگیری از تجربیات سایر کشورها می‌توانند تصمیمات آگاهانه‌ای در مورد آینده حمل و نقل پایدار خود بگیرند. البته مشارکت با کشورهای پیشرو بسته به شرایط خاص و نحوه ساختار مشارکت می‌تواند سودمند

باشد. در زمینه دسترسی به فناوری حمل و نقل برقی، دیپلماسی فعال می‌تواند نقش حیاتی ایفا کند. همکاری با سایر کشورها باید شامل تعامل با شرکای متعدد برای اطمینان از تنوع دیدگاه‌ها و تخصص مورد نیاز صنعت داخلی و اولویت دادن به توسعه اقتصادی-اجتماعی درازمدت به جای دستاوردهای کوتاهمدت باشد.

با توجه به شرایط کنونی بازار جهانی خودروهای برقی، مزایای بالقوه این فناوری از نظر کاهش آلاینده‌گی و افزایش بهره‌وری انرژی، در نظر گرفتن موضوعات ذیل هنگام تنظیم سیاست‌های ملی در مرحله گذار از سوخت بنزینی به برقی توصیه می‌شود:

- **تدوین چشم‌انداز جامع:** سیاست‌گذاران باید چشم‌انداز بلندمدت برای رشد صنعت و بازار خودرو داشته باشند که نیازهای اقتصاد و محیط زیست را در نظر گرفته و این نیازها را به شیوه‌ای راهبردی متعادل کنند. سیاست‌های بالادستی مانند بهبود استانداردهای آلاینده‌گی، استانداردهای مصرف سوخت و مشوق‌های مالیاتی می‌توانند نقش مهمی در شکل دادن بازار خودرو داشته باشند.
- **ایجاد تعادل در منافع ملی:** در حالی که خودروهای برقی مزایای قابل توجهی را از نظر کاهش انتشار و افزایش بهره‌وری انرژی ارائه می‌دهند، سیاست‌گذاران باید این منافع را با سایر منافع ملی مانند رشد اقتصادی، واقعیت‌های منابع و به حداقل رساندن وابستگی به شرکت‌های خارجی متعادل کنند. بررسی اثرات احتمالی تغییر در صنعت خودرو و همچنین آمادگی صنایع مرتبط مانند تولید باتری و انرژی‌های تجدیدپذیر باید در نظر گرفته شود. اثرات احتمالی می‌توانند شامل اثرات منفی یا مثبت بر زنجیره تامین و رشد اقتصادی باشد.
- **سرمایه‌گذاری راهبردی:** سرمایه‌گذاری آگاهانه در خودروهای برقی و صنایع وابسته می‌تواند به رشد اقتصادی و کاهش وابستگی به شرکت‌های خارجی کمک کند و در عین حال اهداف پایداری را نیز پیش ببرد. سرمایه‌گذاری قابل توجهی در تحقیق و توسعه در سطح ملی نیاز است که باعث دسترسی آسان صنعتگران به فناوری‌های پیشرفته و مقرون‌به‌صرفه می‌شود. تدوین راهبرد بلندمدت صنایع خودروسازی و صنایع وابسته مانند انرژی و اولویت‌دادن به توسعه پایدار می‌تواند دسترسی به فناوری‌های جدید را افزایش دهد.
- **تولید داخلی و حمایت از تحقیق و توسعه:** سرمایه‌گذاری در تولید داخلی و حمایت از تحقیق و توسعه برای فناوری‌های مرتبط با حمل و نقل برقی و صنایع وابسته می‌تواند به ارتقا رشد اقتصادی در بلندمدت کمک کند، زیرا اتکا حداکثری به قطعات و فناوری‌های خارجی ممکن است پیامدهای ناخواسته‌ای داشته باشد که در سال‌های اخیر در مورد ریزتراشه‌ها دیده شده است.
- **درک محدودیت‌های منابع و ایجاد زنجیره تامین داخلی:** سیاست‌گذاران باید محدودیت‌های منابع، مانند در دسترس بودن مواد برای تولید باتری را در هنگام ترویج رشد صنعت خودروهای برقی در نظر بگیرند. ایجاد یک زنجیره تامین داخلی قوی برای خودروهای برقی و صنایع مرتبط می‌تواند به افزایش اعتماد سرمایه‌گذاران کمک کند.

- **درک عمومی و آموزش:** تغییر در هیچ جامعه‌ای بدون چالش نیست. تشویق به پذیرش خودروهای برقی مستلزم آموزش و اطلاع رسانی عمومی برای کمک به مصرف‌کنندگان برای درک مزایای خودروهای غیربنزینی و از بین بردن تصورات اشتباه در مورد آنها است.
- **رویکرد مرحله‌ای و حفاظت از منافع مصرف‌کنندگان:** رویکرد مرحله‌ای برای ارتقا پذیرش خودروهای برقی می‌تواند به تعادل بین مزایای پایدار با سایر منافع ملی، مانند رشد اقتصادی و محدودیت‌های منابع کمک کند. منافع کوتاه و بلندمدت مصرف‌کنندگان با کم کردن ریسک تغییر، امکان پذیر خواهد بود. از جمله این راهکارها می‌توان به ارائه یارانه‌ها برای خرید خودروهای برقی و مشوق‌هایی برای ایجاد زیرساخت‌های شارژ اشاره کرد. همچنین اعمال مقررات تشویقی و تنبیهی مرحله‌ای برای ملزم کردن تولیدکنندگان به تولید درصد معینی از خودروهای برقی می‌تواند به شکل‌گیری تدریجی ساختار سالم اقتصادی بازار حمل و نقل کمک نماید. با اتخاذ مدل‌های تجاری متنوع، سیاست‌گذاران می‌توانند رشد بازار خودروهای برقی را مدیریت کنند و سیستم حمل و نقل پاک‌تری را به مصرف‌کنندگان ارائه دهند.
- **همکاری با ذینفعان:** همکاری با صنایع مختلف، محیط زیست، شورای شهرها و شهرداری‌ها در حصول اطمینان از یک رویکرد متعادل و راهبردی برای ترویج خودروهای برقی بسیار مهم است.
- **تشویق مدل‌های کسب و کار نوآورانه:** با فراگیرتر شدن خودروهای برقی، سیاست‌گذاران باید اهمیت خلاقیت در ارائه مدل‌های کسب و کار مرتبط با فرهنگ بومی را در نظر بگیرند.
- **همکاری جهانی و دیپلماسی فعال:** همکاری جهانی، از جمله دیپلماسی فعال، در ارتقا رشد صنعت خودروهای برقی و در عین حال ایجاد توازن بین منافع ملی، از جمله از طریق همکاری در تحقیق و توسعه، تعیین استانداردها، سیاست تجاری، و تلاش‌های دیپلماتیک برای کاهش موانع بسیار مهم است.

۸-۹ توسعه راهبرد صنعتی، پشتوانه پیشرفت اقتصادی

راهبردهای دقیق، پایه‌ای محکم برای تصمیم‌گیری در یک کشور را تشکیل می‌دهند که منافع بلندمدت را برای جامعه و اقتصاد تضمین می‌کنند. سیاست‌گذاری‌ها بر پایه راهبرد کلان شفاف، می‌توانند نقش مهمی در شناسایی کاستی‌ها و کاهش خطرات مرتبط با پیشرفت‌های فناوری جدید ایفا نمایند. مشارکت مردم در تدوین خط مشی، کارایی راهبردها را بهبود می‌بخشد و در عین حال، پیامدهای منفی تطبیق فناوری جدید را به حداقل می‌رساند. با ارزیابی دلایل و توسعه فناوری‌های متنوع، مرور علمی و اقتصادی مستمر، سیاست‌گذاران قادر خواهند بود تا با موفقیت موانع تحول ملی را مدیریت کرده و از فرصت‌های جدید با وجود چالش‌های سنگین بهره‌برداری کنند [۱۵۶، ۱۶۰ و ۱۶۱].

در مواجهه با نوآوری‌های دگرگون‌کننده مانند ظهور قوای محرکه برقی، راهبردها باید با تحولات پویای بازار سازگار و

انعطاف‌پذیر باقی بمانند. چنین راهبرد مستحکمی مستلزم ارزیابی‌ها و بازنگری‌های مداوم برای حفظ ارتباط با بازار هدف و اثربخشی سیاست‌گذاری‌ها است. در دنیای پیچیده پیشرفت‌های تکنولوژیکی، بلوغ توسعه راهبرد صنعتی بسیار مهم است. خط‌مشی‌های جامع تدوین شده، جهت‌گیری و مسئولیت‌پذیری را تشویق می‌کنند و به ذینفعان قدرت می‌دهند تا همراه با اتخاذ تصمیمات آگاهانه که وضعیت موجود را پیش می‌برد، منافع بسیار بزرگ‌تر جامعه را در نظر بگیرند. گذار به یک سیستم حمل و نقل پایدار با یافتن تعادل بین استفاده از فناوری‌های موجود و قبول تغییر و توسعه راهبرد صنعتی تضمین می‌شود.

۸-۱۰ قانون‌گذاری بالادستی در صنعت - دوراندیشی به جای واکنش

باید دقت داشت که قانون‌گذاری بالادستی در صنعت در بازار رقابتی جهانی مستلزم رویکردی راهبردی است که منافع ذینفعان مختلف از جمله مصرف‌کنندگان، کسب و کارها و کشور را در نظر می‌گیرد. یکی از جنبه‌های حیاتی رویکرد راهبردی در حمل و نقل، ایجاد شاخص‌های کلیدی عملکرد است که موفقیت ابتکارات سیاست‌گذاری و تاثیر آن‌ها بر زندگی مردم را به طور دقیق و مستمر اندازه‌گیری می‌کند. شاخص‌های کلیدی عملکرد باید مردم محور باشند و به جای اندازه‌گیری صرف سرعت پذیرش فناوری، بر روی اندازه‌گیری تاثیر پیشرفت‌ها بر زندگی افراد تمرکز کنند. به عنوان مثال، شاخص‌های کلیدی عملکرد را می‌توان برای اندازه‌گیری تاثیر بهبود حمل و نقل بر عواملی مانند ایمنی، مقرون‌به‌صرفه بودن، دسترسی و پایداری محیط زیست طراحی کرد. در نهایت، موفقیت هر سیاست فنی یا صنعتی به توانایی آن در ایجاد جامعه‌ای عادلانه‌تر و پایداری بیشتری دارد. با اولویت دادن به تاثیرگذاری به جای سرعت انطباق (اغلب کورکورانه)، سیاست‌گذاران باید سیاست‌های اقتصادی‌ای را دنبال کنند که رشد اجتماعی و شکوفایی اقتصادی به همراه داشته باشد.

یکی از دلایل اصلی برقی‌سازی در جهان، مبارزه با آلاینده‌گی عنوان شده است. ایران نیز به طور گسترده از دستورالعمل‌های اتحادیه اروپا در مورد آلاینده‌گی گازهای خروجی خودرو پیروی کرده است ولی تا به حال در کنترل آلاینده‌گی حمل و نقل موفق نبوده است. اگرچه ایران قصد دارد خودروهایی با استانداردهای یورو ۵ و بالاتر تولید کند، اما داده‌های رانندگی در دنیای واقعی نشان‌دهنده کیفیت بسیار پایین‌تر آلاینده‌های خروجی از اگزوز است. ایران در حال حاضر مقررات خاص عملی و تشویقی در سطح ملی یا شهری برای استفاده از خودروهای برقی ندارد. لازم به ذکر است که مشوق‌های مالیاتی محدود برای واردات خودروهای کم‌آلاینده، مصرف‌کنندگان زیادی را به خود جلب نکرده است [۱۶۱].

با وجود اینکه شورای کلان‌شهرهای ایران به شدت رسیدگی به آلودگی هوا را تبلیغ می‌کنند، اما همچنان آلودگی هوا یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های بهداشتی ایران است و حمایت کافی از تحقیقات کاربردی نشده است. اگرچه خودروهای برقی در ایران نادر هستند، اما وسایل حمل و نقل کوچک برقی مانند دوچرخه برقی، موتور سیکلت و اسکوتر در شهرهای بزرگ ایران کم‌کم محبوبیت بیشتری پیدا می‌کنند.

۸- ۱۱ خودرو برقی در ایران - واردکننده باشیم یا تولیدکننده

وسایل نقلیه برقی به عنوان حمل و نقل پاک عموماً در جهان مورد ستایش قرار گرفته شده است و بسیاری از دولت‌ها در سراسر جهان مشوق‌ها و یارانه‌هایی را برای تشویق به پذیرش آن‌ها ارائه می‌کنند. با این حال، توسعه یک اکوسیستم حمل و نقل برقی موفق بیش از آشنایی با فناوری مربوطه کار می‌برد. زیرساخت‌های جاده‌ای و سیاست‌گذاری شفاف اقتصادی از جمله عناصر مختلف مورد نیاز برای یک اکوسیستم خودروی برقی موفق هستند.

یکی از عناصر کلیدی مورد نیاز برای یک اکوسیستم حمل و نقل موفق، زیرساخت‌های جاده‌ای است. استفاده از وسایل نقلیه برقی در جاده‌های با مدیریت ضعیف و سیستم‌های ترافیکی ناکافی، مشکل ترافیکی و آلودگی ذرات بدلیل سایش لاستیک‌ها را حل نخواهد کرد. کشورها نیاز به تدوین یک برنامه جامع برای ارتقا و نگهداری جاده‌ها، سیستم‌های مدیریت ترافیک و زیرساخت شارژ برای پشتیبانی از خودروهای آینده خود صرف‌نظر از نوع قوای محرکه هستند. در کشورهای در حال توسعه، ارتقا زیرساخت‌های جاده‌ای می‌تواند یک چالش مهم باشد زیرا ممکن است منابع محدودی برای چنین توسعه زیرساختی در دسترس باشد.

یکی دیگر از عناصر مهم مورد نیاز برای یک اکوسیستم برقی موفق، سیاست‌گذاری شفاف اقتصادی است. دولت‌ها باید سیاست‌هایی ایجاد کنند که انگیزه گسترش خودروهای برقی را فراهم نمایند. به عنوان مثال، سیاست‌هایی را می‌توان برای تشویق خودروسازان به تولید بیشتر خودروهای برقی یا ایجاد مشوق‌های مالی برای مصرف‌کنندگانی که خودروهای برقی خریداری می‌کنند، اجرا کرد. البته سوالی که برای گسترش حمل و نقل برقی در ایران مطرح می‌شود، این است که آیا بهتر است ایران واردکننده خودروی برقی باشد یا تولیدکننده آن؟ آیا می‌تواند مثل آمریکا یا اروپا به فکر تولید مشترک خودرو خارجی (مثلاً با چین) برای صنعت خودروی برقی خود باشد یا نه؟ این سوال جنبه‌های عمیق سیاسی و اجتماعی دارد ولی از نظر اقتصادی برای انتخاب هر سیاست بالادستی (واردکننده یا تولیدکننده) باید دلیل‌های کافی وجود داشته باشد. برای این منظور پیشنهاد شده است که ریسک موارد ذیل دقیق ارزیابی شود:

- وضعیت توان تولید داخلی (فناوری و مواد اولیه؟)
- وضعیت بازار داخلی (قیمت تمام شده؟)
- انتظار بازار و نیاز داخلی (فزاینده یا بی تفاوت)
- ایجاد بستر بازار رقابتی تولیدکنندگان نهایی و زنجیره تامین
- آمادگی زیرساخت‌ها و صنایع وابسته
- وسعت بازار جهانی و اهمیت آن
- وضعیت توان تولید جهانی (برای واردات؟)
- وضعیت بازار نیاز جهانی (برای مواد اولیه؟)
- توان رقابتی تولیدکنندگان داخلی و جهانی در کیفیت محصول

- تنوع در تامین زنجیره جهانی (یا انحصاری؟)
 - قابل اطمینان بودن زنجیره جهانی در درازمدت (نوع وابستگی کشور به کشور ثالث)
 - توانایی در برطرف کردن نگرانی‌های محیط زیستی
 - توانایی در برطرف کردن نگرانی‌های حقوق کارگری
 - وضعیت تولید در کشورهای دیگر
- برای ارزیابی موارد فوق، درس‌های کلیدی‌ای وجود دارد که می‌توان از اکوسیستم‌های موفق خودرو برقی در سراسر جهان آموخت که شامل موارد ذیل هستند:
۱. **سیاست‌گذاری مطلع و پیشرو:** اولین قدم در تدوین سیاست‌های سازگار با تولید یا واردات، ایجاد چشم‌انداز و اهداف روشن است. این شامل درک مزایا و خطرات بالقوه فناوری و بیان نتایج مطلوبی است که سیاست هدف آن دستیابی به آن است.
 ۲. **تجزیه و تحلیل متخصص محور:** گام بعدی، انجام یک تحلیل و ارزیابی جامع شامل تاثیر آن بر جامعه، اقتصاد و محیط زیست و همچنین خطرات و مزایای بالقوه آن است. این شناسایی نیاز به همکاری بین دولت، خودروسازان، شهروندان و سایر ذینفعان برای ارزیابی ریسک موارد بسیار مهم فوق است.
 ۳. **طراحی خط مشی:** بر اساس تجزیه و تحلیل و ارزیابی، سیاست‌گذاران باید خط مشی‌هایی را طراحی کنند که روشن، قابل اجرا و موفقیت آنها قابل اندازه‌گیری باشد.
 ۴. **نظارت و ارزیابی:** با توجه به تغییرات گسترده در صنعت برقی‌سازی حمل و نقل در جهان و اثرات احتمالی آن بر ایران، سیاست‌گذاران باید اثربخشی سیاست (تولید یا واردات) را به طور منظم نظارت و ارزیابی کنند. این شامل جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل نتایج و انجام تنظیمات اجرایی مورد نیاز است.
 ۵. **وضعیت استانداردها و مقررات ملی:** توسعه یک فناوری جدید مستلزم تدوین استانداردها و مقررات ملی موثر است. این مقررات فنی و فرآیندی باید شامل همه زمینه‌های زیرساخت‌های شارژ و یکپارچه سازی شبکه برق، ساختمان و ساخت و ساز، ایمنی عمومی، حفاظت از مصرف‌کننده، فرآیندهای بازیافت یا استفاده مجدد از باتری‌های خودرو، و آموزش مهارت باشد.
 ۶. **بازخورد و بهبود مستمر:** در نهایت، سیاست‌گذاران باید به دنبال بازخورد از ذینفعان باشند و از آن برای بهبود مستمر سیاست‌ها در طول زمان استفاده کنند. خودروهای برقی آخرین فناوری جدید نخواهند بود و یک صنعت با فرآیند یادگیری مستمر و ارزیابی ریسک مستمر با شرایط متغیر و اطلاعات جدید می‌تواند پویایی خود را به حداکثر برساند. سیاست‌گذاران باید با سایر کشورها همکاری کنند تا بهترین شیوه‌ها و درس‌های آموخته شده را به اشتراک بگذارند. همکاری بین‌المللی

موثر می‌تواند به تسریع توسعه سیاست مربوطه کمک کند.

۸-۱۲ دیپلماسی قوی، تسهیل دهنده رشد فناوری

دیپلماسی می‌تواند با تسهیل همکاری و هماهنگی بین کشورها، تشویق سرمایه‌گذاری و تجارت و رفع موانع ورود، نقش مهمی در ارتقا نفوذ بازار خودرو ایفا کند. نمونه موفق کشوری که از دیپلماسی برای ارتقا نفوذ در بازار خودرو استفاده کرده است، آلمان است. صنعت خودروسازی آلمان به دلیل باکیفیت بودن و شناخته‌شدن در عرصه‌های جهانی، بخش قابل توجهی از اقتصاد آلمان را به خود اختصاص داده است. خودروسازان آلمانی با سرمایه‌گذاری و ایجاد مشارکت با شرکت‌های خارجی در گسترش دامنه فعالیت خود در سطح جهانی موفق بوده‌اند. علاوه بر این، آلمان در روابط دیپلماتیک با کشورهای سراسر جهان برای تسهیل تجارت و سرمایه‌گذاری در صنعت خودروسازی خود همواره تلاش می‌کند. به عنوان مثال، دولت آلمان به طور فعال در حال ترویج فناوری خودروهای برقی بوده و با کشورهای دیگر برای پیشبرد تحقیق و توسعه در این زمینه مشارکت کرده است. علاوه بر این، آلمان فعالانه برای رفع موانع تجاری و ترویج تجارت آزاد کار کرده است که به گسترش بازار صنعت خودروسازی این کشور کمک کرده است. از طریق این تلاش‌ها، آلمان توانسته است نفوذ خود در بازار خودرو را در سطح جهانی افزایش دهد و جایگاه خود را به عنوان پیشرو در صنعت خودرو حفظ کند. در حال حاضر، تولید خارج از کشور خودروسازی آلمان به مراتب بیشتر از صادرات آلمان است.

۹ جمع بندی - اقتصاد حمل و نقل برقی

در سال‌های اخیر، صنعت جهانی خودروسازی با چالش‌های بی‌سابقه‌ای مواجه شده است. این چالش‌ها ناشی از پیشرفت‌های فناوری و تغییر رفتار هستند. همچنین کل زنجیره تامین و ایجاد ارزش افزوده نیز در حال تغییر است. پیامدهای بحران‌های اخیر در اروپا، اقتصاد خودروسازان این قاره را به چالش کشیده است. استرس مالی خودروسازان اروپایی و فشار برای سرمایه‌گذاری‌های قابل توجه در خودروهای برقی و فناوری خودران این چالش‌ها را دوچندان کرده است.

بر اساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، انتظار می‌رود که تقاضای جهانی خودرو برقی در سال ۲۰۲۳ افزایش یابد. تخمین زده می‌شود که فروش جهانی خودروهای برقی به رکورد دیگری در سال ۲۰۲۳ برسد. اکثریت فروش خودروهای برقی تا به امروز عمدتاً در چین، و سپس اروپا و ایالات متحده متمرکز شده است؛ با این حال، تولید خودروهای برقی در سال ۲۰۲۳ بدون چالش نخواهد بود و هنوز تعداد زیادی از کشورها متقاعد نشده‌اند که خودروهای مبتنی بر سوخت فسیلی خود را با خودروهای برقی عوض کنند.

صنعت خودرو با تغییر به سمت خودروهای برقی در حال تحولی عظیم است. چین، بزرگ‌ترین بازار خودرو در جهان، در خط مقدم این تغییر قرار دارد و نام‌های تجاری چینی بر بازار خودروهای برقی تسلط دارند. در عین حال، غرب با رقابت فزاینده‌ای از سوی خودروسازان چینی مواجه است که در حال گسترش حضور خود در اروپا و آمریکا هستند. اکثر خودروسازان بین‌المللی فعال در بازار چین، برنامه درازمدت برای تولید خودروهای با سوخت فسیلی در چین اعلام نکرده‌اند، زیرا با گذشت زمان، توجیه فروش خودروهای موتور احتراق داخلی در چین کمتر می‌شود و این احتمال وجود دارد که خودروسازان بین‌المللی بیشتری در سال‌های آینده از چین خارج شوند. هزینه تولید پایین خودروهای تمام برقی بالاترین مزیت چین برای کنترل بازار داخلی خود است و خودروسازان بین‌المللی توان رقابت با خود چین را در بازار چین نخواهند داشت.

در اروپا، سیاست‌گذاری ترجیحی برای خودروهای برقی به نفع جایگزینی خودروهای ساخت اروپا با خودروهای ساخت چین خواهد بود، صرف نظر از اینکه این خودروها در چین تولید می‌شوند یا خیر. باز بودن بازار، اروپا را برای صادرات چین بسیار جذاب‌تر از بازار آمریکا می‌کند. با توجه به قانون حمایتی ایالات متحده که به شدت تولید خودرو در داخل را تشویق می‌کند، تسخیر بازار آمریکا برای چینی‌ها بسیار سخت خواهد بود، ولی به هر حال، وابستگی خودروسازان آمریکایی به زنجیره تامین خودروهای برقی چین ادامه خواهد داشت. اروپا ممکن است اجازه سرمایه‌گذاری بیشتر چینی‌ها در مونتاژ خودروهای چینی در اروپا را بدهد. اجازه سرمایه‌گذاری چینی‌ها در مونتاژ خودروهای اروپایی احتمالاً مخالفت‌هایی را از سوی خودروسازان اروپایی ایجاد می‌کند، اما اگر هدف تنها کربن زدایی حمل و نقل به هر قیمتی باشد، برای اروپا بسیار سودمندتر خواهد بود وسایل نقلیه با مارک چین که در داخل خاک اروپا مونتاژ می‌شوند را در جاده‌های خود داشته باشد.

در اروپا تفاوت قابل توجهی در نتایج و رویکردهای سیاست‌گذاری در میان کشورهای عضو اتحادیه وجود دارد. در حالی که اکثر کشورهای اروپایی بودجه عمومی برای گسترش بازارهای حمل و نقل برقی دریافت کرده‌اند، سطح و نوع حمایت ارائه شده متفاوت

است. در اروپا دیده می‌شود که بین بودجه دولتی و گسترش سریع زیرساخت شارژ ارتباط مستقیم وجود دارد. کشورهایی که توسعه کمتری در تولید خودروهای برقی داشته‌اند، از سطح حمایت دولتی کمتری نیز برخوردار بوده‌اند. در حالی که کشورهایی که سطح توسعه بالایی داشتند، با انواع مختلف بودجه حمایت شده‌اند. البته این روند استثنا هم داشت و برخی از کشورهای اروپایی با اینکه حمایت مالی بالایی داشتند به سطوح پایین‌تری از بلوغ بازار دست یافتند و برخی دیگر از کشورها که حمایت مالی محدودی از اتحادیه داشتند، به سطوح بالایی از بلوغ بازار دست یافته‌اند. به نظر می‌آید، فقط اختصاص بودجه برای سرعت بخشیدن به برقی‌سازی حمل و نقل کافی نیست. در اروپا، حضور اپراتورهای شارژ دولتی (CPOs) هم اثرات مثبت و هم منفی داشته است. با گسترش اپراتورهای خصوصی، برخی از بازارها با CPOهای بزرگ تحت حمایت دولت رقابتی‌تر شده‌اند. عملکرد CPOهای دولتی یا وابسته به دولت در کشورهای مختلف اروپا متفاوت است. آنچه واضح است، حمایت دولتی در رشد بازار خودروهای برقی لازم است. در حالی که پیچیدگی‌ها و تفاوت‌هایی بین کشورها وجود دارد.

عزم جدی چین در گذار سریع به خودروهای برقی به وضوح در اجرای بی‌قید و شرط سیاست‌هایشان دیده می‌شود. هم اکنون خودروسازان چینی درگیر یک جنگ قیمتی شدید برای فروختن خودروهای انباری بنزینی خود هستند. کاهش چشمگیر قیمت‌ها در ماه مارس ۲۰۲۳ تنها آغاز ماجرا است. نگرانی چینی‌ها از این واقعیت است که هنوز نزدیک به دو میلیون خودرو بنزینی در موجودی انبارهای خودروسازان چینی وجود دارد که با استاندارد آلاینده‌ی جدید China VI مطابقت ندارند که از اول جولای ۲۰۲۳ لازم‌الاجرا می‌شود. خودروسازان چینی تنها چند ماه فرصت دارند تا انبارهای خود را خالی کنند. پس انتظار کاهش بیشتر در قیمت خودروهای بنزینی چینی را خواهیم داشت. شرکت‌های OEM و فروشندگان چینی به طور فعال در حال لابی کردن با دولت برای اجرای تأخیری استاندارد جدید آلاینده‌ی از طریق انجمن‌های صنعتی هستند.

همکاری خودروسازان غربی و چین می‌تواند صنعت خودروسازی جهانی را انعطاف‌پذیرتر، متنوع‌تر و پربرونق‌تر کند. با این حال، چنین همکاری‌های جامعه بین‌المللی برای خودروهای تمام برقی هنوز در حال تکامل است و هر یک از طرفین شرقی و غربی تلاش می‌کنند تا حمایت خود را از صنعت و مصرف‌کنندگان خود به حداکثر برسانند. خودروسازانی که مشتاق رقابت با چین در حوزه خودروهای تمام برقی هستند، باید سطح مزیت‌های فنی خود را هر روز بالاتر و اقتصادی‌تر کنند.

خودروهای برقی، مانند هر فناوری دیگری، برای موفقیت در بازار باید توجیه اقتصادی داشته باشند. هزینه تولید، نگهداری و راه‌اندازی یک خودروی برقی باید با هزینه یک خودروی بنزینی قابل رقابت باشد تا بتوان مصرف‌کننده را برای تغییر تشویق کرد. اگر تولید و کارکرد خودروهای برقی گران‌تر از خودروهای بنزینی باشد، بازار خودروهای برقی رشد نخواهد کرد.

برای ایجاد یک مدل اقتصادی مناسب در یک اکوسیستم حمل و نقل برقی موفق، ذینفعان باید با یکدیگر همکاری کنند تا چالش‌های اقتصادی را برطرف نمایند و انگیزه‌های جدید برای ترویج پذیرش خودروهای برقی را برای عموم ایجاد کنند. همچنین درس‌های زیادی برای یادگیری از رشد کشورهای آسیایی مانند ژاپن، کره جنوبی و چین در خودروسازی وجود دارد که اهم آنها، پشتکار بهبود مستمر کیفی است. این درس‌ها برگرفته از فرهنگ کاری آسیایی هستند. در این کتاب، تحولات عمده اخیر اقتصادی

۹-۱ نکات مهم در اقتصاد حمل و نقل برقی جهان

۹-۱-۱ روند بازار

- چشم‌انداز حمل و نقل برقی حاکی از یک اکوسیستم پیچیده و در عین حال به هم پیوسته جهانی است که فرصت‌های اقتصادی جدیدی برای سرمایه‌گذاران و صنعت‌گران نوآور خواهد داشت. در سال ۲۰۲۳، کربن‌زدایی از بخش حمل و نقل و صنعت خودروسازی همچنان امری مثبت ولی از نظر اقتصادی چالش برانگیز خواهد بود.
- در حال حاضر، افزایش قیمت برق، تورم، کمبود مواد خام و دسترسی آسان به ریزتراشه‌ها، چشم‌انداز آینده حمل و نقل برقی در غرب را با چالش مواجه کرده‌اند. در لابه‌لای این چالش‌های متنوع، احتمالاً تعدادی از مدل‌های کسب و کار جدید، هم در تولید و هم در زنجیره ارزش مرتبط ظاهر خواهند شد.
- تسلا، پیشرو در حمل و نقل برقی، توجه بیشتری به نوآوری در تولید انبوه داشته و ۲ سال پیش اعلام کرد که به جای تمرکز بر بهبود در سلول‌ها و باتری‌ها، زمان و منابع بیشتری را در روش‌های نوآورانه برای تولید انبوه آنها سرمایه‌گذاری خواهد کرد تا با تغییرات گام به گام در کاهش هزینه و بالابردن بهره‌وری تولید، به بهتر کردن عملکرد برسد. پس اهمیت تولید موثر و کم‌هزینه کمتر از اهمیت نوآوری در فناوری نیست.
- در دهه‌های اخیر، چین به عنوان مرکز کلیدی تولید فناوری سبز ظاهر شده است. از وسایل نقلیه برقی گرفته تا فرآوری مواد معدنی حیاتی، چین در تمام مراحل تولید جایگاه قدرتمندی پیدا کرده است. این موقعیت جهانی چین نتیجه سیاست‌های چند دهه‌ای و راهبردی چین است که هدف آن تلفیق نیازهای انرژی با اهداف صنعتی بوده است.
- تولیدکنندگان چینی به طور فزاینده‌ای سهم بازار بیشتری را در اروپا، ایالات متحده، آسیا، اقیانوسیه و هند در سال‌های آینده به دست خواهند آورد. بازار بزرگ ایران برای خودروسازان چینی نیز بسیار جذاب خواهد بود. از نظر اجزای کلیدی مانند باتری، وسایل الکترونیکی، استفاده از هوش مصنوعی و رانندگی خودران، چینی‌ها نه تنها جلوتر از بقیه به نظر می‌رسند، بلکه با سرعت این فاصله را زیاد می‌کنند. اگر خودروسازان غربی چابکی خود را از نظر نوآوری از دست بدهند، چین قادر خواهد بود در میان مدت و بلندمدت قسمت‌های زیادی از بازار را به سرعت برای خود تضمین کند. چین توانایی این را دارد که تا سال ۲۰۲۷ سهم قابل توجهی از حمل و نقل برقی جهان را به دست آورد. خودروسازان غربی در اروپا و ایالات متحده احتمالاً رقابت با چین را به طور فزاینده‌ای سخت خواهند یافت. هیچ راه‌حل ساده یا کوتاه‌مدتی برای رقابت با چین وجود ندارد.
- برای ادامه حیات، بازیگران سنتی صنعت خودرو باید برای رقابت با رقیبان ناآشنا و سرسخت آماده شوند و مدل‌های جدید

اقتصادی خود را سریع‌تر به روز کنند. از سوی دیگر، گول‌های اینترنتی و دیگر بازیگران نوظهور به طور ساختارشکنانه‌ای وارد بازار می‌شوند. نتیجه این تغییرات، اعمال فشار اقتصادی زیاد بر تولیدکنندگان سنتی خواهد بود.

- کشورهای ثروتمند اروپایی مانند نروژ رشد بالایی در راه‌اندازی خودروهای برقی داشته‌اند که دلایل عمده آن سرمایه‌گذاری بالا در زیرساخت‌های شهری و ارایه مشوق‌های تاثیرگذار برای مصرف‌کنندگان برای تغییر در الگوی مصرف بوده است.
- تولیدکنندگان و تامین‌کنندگان خودروی جهانی باید برای به روز کردن محصولات و خط تولید خود برای خودروهای برقی، سرمایه‌گذاری هنگفتی کنند. در عین حال، تولیدکنندگان خودرو نیز باید در زنجیره تامین خود سرمایه‌گذاری جدی کنند تا اطمینان حاصل نمایند که ریسک کمتری برای تولید دارند.

- داده‌های محدود از چین نشان می‌دهد که بین آنچه خودروهای برقی ادعای توانایی پیمایش می‌کنند، در مقایسه با رانندگی در دنیای واقعی، در بعضی شرایط فاصله وجود دارد. واقعیت این است که حتی متخصصان نیز در حال کسب تجربه در این موضوع هستند. لیکن سیاست‌گذاران باید از اجرای موثر استانداردهای پیشنهادی، از جمله ایجاد یک آژانس مستقل برای نظارت بر انطباق، توسعه یک برنامه آزمایشی قوی و صدور گواهینامه، و ارتقا فن‌آوری‌های پیشرفته خودرویی که می‌تواند به رعایت استانداردهای پیشنهادی کمک کند، اطمینان حاصل کنند تا مصرف‌کننده با اطمینان بیشتر، خودروی برقی خود را انتخاب کند.

- پیش‌بینی تحول حمل و نقل برقی در جهان در دهه‌های بعد ۲۰۴۰ آسان‌تر از دهه فعلی ۲۰۲۳ است. در سال‌های آتی، برقی‌سازی، فقط صنعت حمل و نقل را دگرگون نخواهد کرد. خودروهای متصل، به عنوان فناوری دگرگون ساز بعدی، به سرعت در حال توسعه است. در حمل و نقل متصل پاک، بیشتر از فناوری خودرو، باید زیرساخت‌های مخابراتی شهری آمادگی کامل داشته باشند.

- خودروسازان و تامین‌کنندگانی که در حال حاضر نمی‌توانند سود قابل قبولی در محصولات خود داشته باشند، نمی‌توانند برای آینده سرمایه‌گذاری کنند و بالطبع از رقابت سخت آینده کنار زده خواهند شد. انتظار می‌رود تا ده سال آینده، زمانی که تولید هوشمند با تسریع دگرگونی دیجیتال در حمل و نقل ترکیب شود، صنعت خودروسازی کاملاً متفاوت‌تر از آنچه در آغاز سال ۲۰۲۰ شاهد بودیم، دگرگون شود. صرف نظر از موقعیت جغرافیایی، فقط چابک‌ترین و دوراندیش‌ترین سازمان‌ها از دگرگونی پیش رو در بازار بی‌رحم جهانی جان سالم به در خواهند برد.

- دیپلماسی می‌تواند نقش مهمی در موفقیت صنعت خودرو هم از نظر گسترش نفوذ در بازار و هم از نظر تطبیق فناوری، و همچنین اجتناب از پیامدهای مخرب روابط دیپلماتیک ضعیف، داشته باشد. با ترویج همکاری، سرمایه‌گذاری و تجارت و رفع موانع ورود، کشورها می‌توانند برای پیشرفت صنعت خودرو و دستیابی به نتایج سودمند متقابل با یکدیگر همکاری کنند. نمونه موفق دیپلماسی، خودروسازی آلمان است که حتی در دوران سخت کرونا از هر پنج خودرو فروخته شده در جهان

یک خودرو لوگوی آلمانی را نشان می داد. آلمان روابط دیپلماتیک قوی با دیگر کشورهای اروپایی به ویژه کشورهای اتحادیه اروپا دارد. آلمان همچنین با چین، ایالات متحده و ژاپن شراکت دارد که منجر به افزایش سرمایه گذاری در صنعت خودروسازی این کشور شده است. به عنوان مثال، در سال ۲۰۲۰، شرکت CATL چین برنامه های خود برای ساخت یک کارخانه باتری در آلمان را اعلام کرد که باتری هایی را برای خودروسازان آلمانی مانند BMW و Daimler تامین خواهد کرد.

۹-۱-۲ باتری

- انتظار می رود ظرفیت تولید جهانی باتری از سال ۲۰۲۲ تا ۲۰۲۷ هشت برابر شود. بلومبرگ تخمین می زند که ایالات متحده به ۸۷ میلیارد دلار و اروپا تا سال ۲۰۳۰ به ۱۰۲ میلیارد دلار برای دستیابی به این اهداف نیاز دارند.
- سازندگان قطعات باتری، در حال حاضر گام های مهمی برای تامین امنیت مواد خام مرتبط با فناوری برمی دارند. از بارزترین این گام ها می توان به تلاش برای تضمین قراردادهای بلندمدت اشاره کرد که این نشان دهنده شناخت اهمیت تقویت زنجیره تامین است.
- مطالعات اخیر بازار جهانی نشان می دهد که چشم انداز بسیار قوی در تولید سلول باتری در چین، اروپا و ایالات متحده آمریکا وجود دارد. با این حال وابستگی شدید به چین یک واقعیت غیرقابل انکار برای کل زنجیره تامین باتری است. هم ایالات متحده و هم اروپا سرمایه گذاری های قابل توجهی را برای بومی سازی زنجیره های تامین و تامین تقاضای باتری داخلی انجام خواهند داد. با وجود این سرمایه گذارهای بزرگ، تسلط چین در بخش باتری از ۷۷ درصد سهم بازار در سال ۲۰۲۲ به ۶۹ درصد در سال ۲۰۲۷ کاهش خواهد یافت.
- اروپا در نظر دارد تا سال ۲۰۲۷ شش کشور از ده کشور برتر تولید کننده باتری داشته باشد که نشان دهنده کاهش وابستگی آن به چین است. کشورهای اروپای مرکزی و شرقی از جمله لهستان، اسلواکی، مجارستان، جمهوری چک، لتونی و صربستان، سرمایه گذاری ها و پیشرفت های جدیدی را در تاسیسات تولید باتری خود تجربه می کنند. شرکت LG Energy Solution Wrocław لهستان که در حال حاضر بزرگترین مرکز تولید باتری خودروهای برقی در اروپا است، انتظار می رود در آینده نزدیک، ظرفیت خود را از ۸۶ گیگاوات ساعت به ۱۱۵ گیگاوات ساعت افزایش دهد. صنعت باتری مجارستان از آنجایی که CATL قصد دارد یک کارخانه با ظرفیت ۱۰۰ گیگاوات ساعت در هانگری ایجاد کند، سرمایه گذاری های چینی را افزایش خواهد داد.
- استحکام زنجیره های تامین باتری برای حفظ توسعه تولید باتری در سال های آینده، حیاتی است. با درک اهمیت راهبردی دسترسی به مواد خام و تاثیر بالقوه محدودیت های تجاری، کسب و کارها باید انعطاف پذیری زنجیره تامین را در اولویت قرار دهند.
- تنوع فناوری، بازیافت و مشارکت های راهبردی برای تضمین یک زنجیره تامین انعطاف پذیر و پایدار برای تولید باتری

ضروری است.

- باتری‌های خودرو می‌توانند نقش فعالی در سیستم انرژی آینده داشته باشند. فناوری‌های (V2X) Vehicle-to-X امکان صادرات برق را در دوره‌های تقاضای بالا یا عرضه برق کم فراهم می‌کنند. پتانسیل V2X فراتر از کاهش پیک تقاضا است، زیرا می‌تواند منبع تامین انرژی موقتی باشد. اما V2X به فناوری‌های بسیار پیشرفته‌تری برای پیاده‌سازی در سطح سیستم شبکه و وسایل نقلیه نیاز دارد.

۹-۱-۳ زیرساخت شارژ

- پذیرش گسترده وسایل نقلیه برقی، صنعت حمل و نقل را به سرعت متحول کرده و به تلاش‌های کربن‌زدایی کمک می‌کند. برای استفاده کامل از مزایای این تغییر و ترویج شیوه‌های پایدار، تسريع در اجرای جهانی زیرساخت شارژ هوشمند EV بسیار مهم است.
- پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۴۰، نصب ۳۰۰ تا ۵۰۰ میلیون زیرساخت شارژ EV نقشی اساسی در ایجاد یک سیستم انرژی هوشمند و غیرمتمرکز ایفا خواهد کرد.
- سیاست‌های فعلی عمدتاً بر زیرساخت‌های شارژ عمومی تمرکز دارند، اما ضروری است که بدانیم حدود ۹۰ درصد از شارژرهای خودروهای برقی نصب شده تا سال ۲۰۴۰ در مکان‌های خصوصی، به‌ویژه ساختمان‌های مسکونی، تجاری و صنعتی خواهند بود. بنابراین ارزیابی ارزش بالقوه استقرار فناوری شارژ هوشمند خودروهای برقی خصوصی در ساختمان‌ها برای رانندگان خودروهای برقی، اپراتورهای سیستم و سایر ذینفعان بسیار مهم است.
- به طور متوسط، ایستگاه‌های شارژ هوشمند خودروهای برقی نصب شده در ساختمان‌ها در مقایسه با نقاط شارژ عمومی برای مصرف‌کنندگان مقرون به صرفه تر هستند. شارژ هوشمند خودروهای برقی مزایای بیشتری را با ارائه خدمات شبکه و سیستم با توجه به امکان ارائه رویکرد شارژ کاملاً هوشمند و دوطرفه دارد.
- پیاده‌سازی فناوری شارژ هوشمند در ساختمان‌ها، انعطاف‌پذیری شبکه‌های محلی و جهانی را افزایش می‌دهد و نیاز به سرمایه‌گذاری‌های پرهزینه در زیرساخت‌های مرتبط را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، ارائه شارژ هوشمند خودروهای برقی در ساختمان‌ها به طور متوسط می‌تواند منجر به کاهش بیشتر انتشار CO₂ در مقایسه با شارژ عمومی یا کنترل نشده، به ویژه در سطح ساختمان شود.

۹-۱-۴ از سیاست تا اجرا

- توسعه پایدار در حمل و نقل به معنای دسترسی به سیستم‌های حمل و نقل ایمن، مقرون به صرفه، قابل دسترس و پایدار برای همه با هر سطح درآمدی، بهبود ایمنی جاده‌ها، به ویژه با گسترش حمل و نقل عمومی، با نگاه ویژه به نیازهای افراد

آسیب‌پذیر (زنان، کودکان، افراد دارای معلولیت و افراد مسن‌تر) است.

- هزینه کل مالکیت خودروهای برقی می‌تواند به طور قابل توجهی از کشوری به کشور دیگر متفاوت باشد و می‌تواند مستقیماً تحت تاثیر سیاست‌گذاری‌های ملی قرار گیرد.
- گسترش بیش از حد خودروهای شخصی با هر نیروی قوای محرکه‌ای (احتراقی یا برقی و غیره) در تضاد با توسعه پایدار است و کشورهای پیشرو با کارهای فرهنگی در جهت کاهش خودرو شخصی هستند. اولویت هر کشوری در درجه اول باید تشویق شهروندانش به استفاده از وسایل نقلیه عمومی باشد. متقابلاً وظیفه هر دولتی فراهم کردن وسایل نقلیه عمومی کافی برای شهروندانش است.
- درجه سبز بودن خودروهای دو نیرو برقی به تعهد راننده در شارژ باتری‌ها بستگی دارد.
- افزایش دسترسی به شبکه و خدمات سیستم برای خودروهای برقی برای حمایت از تبدیل سیستم‌های انرژی.
- کاهش هزینه‌های شارژ EV هوشمند برای مصرف‌کنندگان از طریق اجرای تعرفه‌های انرژی در زمان استفاده و افزایش خود مصرفی برق تولید شده از منابع تولید پراکنده. با استفاده از تعرفه‌های زمان استفاده، هزینه‌های تقاضا، و زیرساخت‌های تولید برق توزیع شده مانند پنل خورشیدی در محل، شارژ هوشمند خودروهای برقی می‌تواند منجر به صرفه‌جویی ۷۰ درصدی مصرف‌کننده در مقایسه با هزینه‌های شارژ عمومی خودروهای برقی شود. این صرفه‌جویی را می‌توان از طریق سیستم‌های مدیریت بار افزایش داد.
- ترویج شارژ خودروهای برقی در ساختمان‌ها با حذف موانع موجود باید در برنامه شهرسازی شهرهای آینده قرار گیرد. با توجه به اینکه شارژ هوشمند خودروهای برقی نقشی حیاتی در کربن زدایی حمل و نقل، ساختمان‌ها و سیستم‌های انرژی جهانی به ویژه هنگامی که با منابع و بارهای انعطاف‌پذیر در ساختمان همراه باشد، ایفا می‌کند. این رویکرد یک جایگزین کارآمد و از نظر اقتصادی جذاب برای پارادایم‌های متمرکز ارائه می‌کند و گامی مهم به سوی ادغام حمل و نقل، انرژی و تحول شهری است.

۹-۲ سیاست‌گذاری برقی‌سازی در ایران

در انتشارات سال ۲۰۲۲ دفتر ملی تحقیقات اقتصادی ایالات متحده در مورد اقتصاد وسایل نقلیه برقی، اشاره به این موضوع مهم شده است که چشم‌انداز چندوجهی سیاست برقی‌سازی صنعت حمل و نقل نشان دهنده پیچیدگی تعامل بین بخش‌های حمل و نقل و انرژی و تاثیر عظیم آنها بر اقتصاد هر کشور است. در سرتاسر جهان، سیاست‌های برقی‌سازی اغلب به منظور رسیدن به طیف وسیعی از اهداف اجتماعی و زیست‌محیطی طراحی می‌شوند.

سیاست‌های برقی‌سازی در کشورهای پیشرو موفق نبوده‌اند. اگر دلایل اقتصادی پشت شکست‌های مختلف بازار و اهداف سیاستی برقی‌سازی را بررسی کنیم، متوجه خواهیم شد که چگونه این سیاست‌گذاری‌ها با اینکه با اهداف اجتماعی و زیست‌محیطی همسو

بوده‌اند، در بازار خاصی که مربوط به مکان و زمان خاص هستند، شکست خورده‌اند. این به آن معنی است که یک سیاست با تمام انگیزه‌های کارآمدی برای پذیرش، ممکن است در هر منطقه‌ای موفق نباشد.

علاوه بر این، فناوری نوظهور دیگری در بخش حمل و نقل وجود دارد که به عنوان وسایل نقلیه سلول سوختی هیدروژنی شناخته می‌شود. در حالی که پتانسیل هیدروژن برای ایفای نقش در کربن‌زدایی بخش حمل و نقل وجود دارد، قابلیت حیات آن در همه بازارها هنوز تضمین نشده و مطالعات بیشتری مورد نیاز است.

علاوه بر خودروهای تمام برقی، انواع دیگری از وسایل نقلیه نیز وجود دارند که از نیروی برقی به درجات مختلف استفاده می‌کنند، مانند خودروهای هیبریدی. این فناوری‌های هیبریدی به ایجاد نوآوری و بهبود کارایی موتورهای احتراق داخلی کمک کرده‌اند که منجر به انتشار کمتر آلاینده‌ها و مصرف سوخت بهتر می‌شوند. با این حال، مهم است که اذعان کنیم که این فناوری‌ها مدت‌ها است که تجاری شده‌اند و واقعیت‌های بازار جهانی رشد این فناوری را دیکته می‌کند و مطالعه راهبردی اقتصادی این فناوری‌ها برای ایران دیر شده است. انتخاب یا عدم سرمایه‌گذاری در این فناوری‌ها را باید بر عهده بازار خودرو ایران قرار دهیم.

۹-۲-۱. نبایدهای سیاست‌گذاری

صنعت سنتی خودروسازی، زمان زیادی برای مقاومت در برابر ابرتغییرات جهانی پیش رو ندارد. تعلل در سیاست‌گذاری‌های مناسب منجر به ضعیف شدن موقعیت ایران در صنعت خودروسازی جهانی خواهد شد. سیاست‌گذاران در سطح ملی باید رویکردی جامع را اتخاذ کنند که فناوری‌های جدید را ارزیابی نمایند، رقابت را تشویق کرده و از صنایع داخلی در بازار جهانی حمایت کنند. رویکرد جامع سیاست‌گذاری در سطح ملی را می‌توان از طریق یک چهارچوب متعادل به دست آورد که هم مشوق‌هایی را برای تولیدکنندگان داخلی فراهم می‌کند تا با پیشرفت‌های جهانی همگام بشوند و در عین حال اطمینان حاصل می‌کند که مصرف‌کنندگان به طیف گسترده‌ای از گزینه‌های حمل و نقل باکیفیت بالا و مقرون‌به‌صرفه دسترسی دارند. با تقویت یک اکوسیستم رقابتی و نوآورانه، سیاست‌گذاران می‌توانند رشد و موفقیت یک صنعت ملی را در حالی که منافع ملموسی را برای مصرف‌کنندگان و محیط زیست ارائه می‌دهند، هدایت کنند. باید به این نکته توجه کرد که خطرات مرتبط با تقلید نادرست از کشورهای دیگر در کشورمان بسیار جدی است، از جمله:

- **کپی برداری از سیاست‌های سایر کشورها بدون در نظر گرفتن واقعیت‌های ملی:** در حالی که یادگیری از تجربیات سایر کشورها می‌تواند مفید باشد، کپی برداری مستقیم از سیاست‌های کشوری دیگر بدون در نظر گرفتن شرایط و نیازهای منحصر به فرد کشورمان می‌تواند منجر به ناکارآمدی و اجرای ناکارآمد سیاست‌های اجرایی شود، حتی اگر کشور انتخابی یک کشور توسعه یافته و موفق باشد یا در منطقه ما واقع شده باشد. همچنین صرف داشتن تولید ناخالص مشابه لزوماً به این معنی نیست که کشور ما در موقعیت یکسانی با کشور انتخابی است و باید مسیر مشابه را دنبال کرد. هر کشوری شرایط منحصر به فرد، از جمله زیرساخت‌های مختلف، منابع، ملاحظات سیاسی و نیازهای اجتماعی دارد. بنابراین، تنظیم سیاست‌ها

و راهبردهای حمل و نقل برقی باید متناسب با اهداف خاص کشور خودمان باشد. ترجیحات مصرف‌کنندگان باید به صورت علمی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد و بهترین مسیر برای تغییر احتمالی انتخاب شود.

- **تأکید بیش از حد بر فناوری بدون در نظر گرفتن تاثیرات گسترده‌تر:** شوق زدگی مفرط از فناوری و سیاست‌گذاری صرفاً با هدف ترویج فناوری بدون مطالعات بنیادین می‌تواند منجر به سیاست‌های نامتعادل شود. انجام ارزیابی‌های کامل از اثرات زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی پذیرش خودروهای برقی بسیار مهم است. این ارزیابی شامل عواملی مانند انتشار کربن چرخه حیات خودروهای برقی، تاثیرات اقتصادی، و رفاه شهروندان است.
- **فقدان چشم‌انداز بلندمدت:** سیاست‌های کوتاه‌بینانه که فاقد چشم‌انداز روشنی برای آینده هستند، می‌تواند منجر به تناقضات، عدم اطمینان و پیشرفت کند در تحولات کلان صنایع شوند. حکمرانان باید اهداف درازمدت (۲۰ ساله) و در عین حال واقع بینانه در نظر بگیرند و چشم‌انداز روشنی را در انطباق با فناوری‌های جدید ارائه نمایند.
- **اجرای سیاست‌ها بدون مدیریت اقتصاد کلان:** حفاظت از سرمایه‌گذاری‌های خصوصی برای تقویت مشارکت بخش خصوصی بسیار مهم است. برای کاهش خطرات مرتبط با اتکال بیشتر به نهادهای خارجی، قابلیت‌های داخلی و تولید، مدیریت ریسک برای مدیریت کلان برقی‌سازی حمل و نقل انجام شود.
- **عدم تناسب تولید و مصرف و توان صنایع انرژی:** گذار به خودروهای برقی یک تغییر اساسی با پیامدهای بلندمدت است. تناسب محصول در چرخه عرضه و تقاضا باید پیش‌بینی شود. صنایع انرژی باید توانایی پاسخ دادن به نیاز انرژی مصرف‌کننده در طول زمان و فصل را داشته باشند.
- **گذار سریع یا کند:** ایجاد یک جدول زمانی مشخص برای سرمایه‌گذاری و اجرا ضروری است، با توجه به اینکه زمان، یک پارامتر حیاتی در گذار از حمل و نقل فسیلی به برقی است، برای جلوگیری از انتقالی که خیلی سریع یا خیلی کند باشد، باید برنامه‌ریزی دقیقی انجام شود. علاوه بر این، سیاست‌ها باید شامل یکپارچه‌سازی وسایل حمل و نقل مختلف، مانند حمل و نقل کوچک، مترو، دوچرخه و موتورسیکلت برای ایجاد زمانی مناسب برای یک اکوسیستم حمل و نقل پایدار باشد.
- **منزوی شدن صنعت کشور با در نظر نگرفتن فناوری‌های جدید جهانی:** نادیده گرفتن تغییرات جهانی می‌تواند مانع از رشد و توسعه صنعت داخلی خودروهای برقی شود و از شکوفایی و رقابت صنایع داخلی در سطح بین‌المللی جلوگیری کند. برای سیاست‌گذاری موفق بسیار مهم است که بین حمایت از صنعت داخلی و رقابت جهانی تعادل ایجاد کرد، زیرا رقابت می‌تواند باعث نوآوری و پیشرفت در بخش حمل و نقل شود.
- **حمایت بیش از حد یا حمایت ناکافی از تولیدکنندگان و زنجیره تولید در مقابل سیل واردات:** اقدامات حمایتی سختگیرانه ممکن است ورود خودروهای برقی خارجی را محدود کند، و مانع در دسترس بودن گزینه‌های متنوع برای مصرف‌کنندگان و رقابت در بازار شود. از سوی دیگر، حمایت ناکافی از تولیدکنندگان داخلی می‌تواند منجر به سیل واردات

و عدم توسعه بنیادین صنایع داخلی شود. برای کاهش این خطرات، سیاست‌گذاران باید رویکردی متعادل اتخاذ کنند که هم رشد صنعت داخلی و هم رقابت سالم را تشویق کند. ایجاد سیاست‌ها و مشوق‌های مناسب می‌تواند تولیدکنندگان داخلی را تشویق کند تا با پیشرفت‌های جهانی در فناوری و تولید خودروهای برقی هماهنگ شوند. این سیاست‌ها می‌توانند شامل ارائه کمک‌های تحقیقاتی و توسعه، مشوق‌های مالیاتی و چهارچوب‌های نظارتی حمایتی باشند که تولیدکنندگان داخلی را تشویق به سرمایه‌گذاری در نوآوری، افزایش قابلیت‌های تولیدی و تولید خودروهای پیشرفته برقی می‌کنند.

- **عدم مطالعات اجتماعی در بازار هدف:** تغییرات اجتماعی در هر بستری نیاز به برنامه‌ریزی دارد. سیاست‌گذاران باید اطمینان حاصل کنند که مصرف‌کنندگان احساس عقب ماندن از کیفیت نمی‌کنند (ارزش پول خود را دریافت می‌کنند). این را می‌توان با ایجاد سیاست‌های مصرف‌کننده پسند که کیفیت، مقرون‌به‌صرفه بودن و دسترسی را در اولویت قرار می‌دهد، به دست آورد. ارائه مشوق‌های مالی، مانند یارانه‌ها یا معافیت‌های مالیاتی، می‌تواند خودروهای برقی را برای مصرف‌کنندگان مقرون‌به‌صرفه تر و جذاب‌تر کند.

- **عدم شناسایی روش‌های تامین مالی مناسب برای اجرای فناوری تحول آفرین:** گسترش موفقیت آمیز حمل و نقل برقی به در دسترس بودن منابع کافی و سرمایه‌گذاری‌های مالی متکی است. کپی کردن مدل‌های مالی کشورهای اروپایی برای کشور ایران می‌تواند پرریسک باشد، زیرا بستر زیرساختی، وضعیت صنعت، شرایط بانکی، و بازار ایران با کشورهای دیگر بسیار متفاوت است. گذار به حمل و نقل برقی مستلزم اختصاص بودجه قابل توجهی برای جنبه‌های مختلف، از جمله توسعه زیرساخت، تحقیق و توسعه، مشوق‌های بازار، و کمپین‌های آموزشی دارد. سیاست‌گذاران باید الزامات مالی را به دقت پیش‌بینی کرده و بودجه مناسب را برای حمایت از این طرح‌ها تخصیص دهند. غفلت از برنامه‌ریزی کافی برای منابع مالی لازم می‌تواند مانع از پیشرفت مستمر این صنعت بشود. همچنین باید دقت داشت، تامین مالی برای حمل و نقل برقی تابعی از زمان و حجم تولید و نیاز بازار است. با رشد بازار خودروهای برقی و پیشرفت فناوری، نیازهای مالی نیز تغییر و تکامل خواهند یافت. سیاست‌گذاران باید سازوکارهایی را شامل ایجاد مشارکت‌های دولتی - خصوصی، مدل‌های مالی نوآورانه و فرآیندهای بازنگری منظم برای اطمینان از در دسترس بودن منابع مالی و تخصیص موثر آنها تنظیم کنند. برنامه‌ریزی مالی بلندمدت و تعهد همه ارگان‌ها برای حمایت از تغییر نوع سوخت در سطح ملی حیاتی است.

- **تحریک مصنوعی بازار برای کوتاه مدت:** سیاست‌گذاران باید در ارتقا سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های برگشت ناپذیر دقت لازم را داشته باشند. به عبارت دیگر، هنگامی که سیستم حمل و نقل خود را از پایه فسیلی به برقی تغییر می‌دهید، دیگر دنده عقب وجود ندارد و مرحله گذار که هم خودرو برقی و هم خودروی غیر برقی در ناوگان حمل و نقل فعالیت می‌کنند (که حداقل ده‌ها سال طول می‌کشد) پیچیدگی‌های خاص خود را دارد. برجستگی روزافزون اهداف عدالت اجتماعی و زیست محیطی حمل و نقل برقی در سیاست زیست محیطی قابل توجه است ولی ابعاد اقتصادی این تغییر (کارایی هزینه)

نیز یک ملاحظه مهم است. تحریک مصنوعی تقاضا برای خودروهای برقی در منطقه‌ای که مزایای آن کم است، انحراف از اهداف عدالت اجتماعی و زیست محیطی ایجاد می‌کند. در اقتصادی مثل اقتصاد ایران با گزینه‌های مالی محدود بین‌المللی و مجموعه وسیعی از تنوع نیازهای ملی، سیاست‌گذاران باید به دنبال شناسایی راه‌هایی برای به کارگیری منابع عمومی باشند که منافع عموم را به حداکثر برسانند، که مستلزم اجتناب از ایجاد انگیزه‌های متضاد اقتصادی - اجتماعی کوتاه مدت در مقابل دستاوردهای بالقوه بلندمدت است.

- **تسویق برقی‌سازی حمل و نقل، بدون کربن‌زدایی بخش انرژی:** مزایای کاهش آلودگی ناشی از خودروهای برقی، ناهمگونی‌ای قابل توجه‌ای بر اساس تفاوت‌های منطقه‌ای در ترکیب شبکه برق نشان می‌دهد. بنابراین، این مزایا احتمالاً در طول زمان، همزمان با کربن‌زدایی شبکه، افزایش خواهند یافت. واضح است که یارانه‌های برقی را نمی‌توان بر اساس مزایای زیست محیطی در مناطقی که تولید برق با سوخت فسیلی ادامه دارد، توجیه کرد. با گذشت زمان، همانطور که الکتریسیته کربن‌زدایی می‌شود، مزایای خالص خودروهای برقی نیز بیشتر خواهد شد. همانطور که شبکه برق به سرعت در حال تغییر به سمت تجدیدپذیر بودن است تا با کربن زدایی، آلودگی‌های محیط‌زیستی را کاهش دهد، اثرات برقی‌سازی ناوگان حمل و نقل بیشتر نمایان خواهد شد.

- **سیاست‌گذاری یک مرحله‌ای و بدون ارزیابی مستمر:** سیاست‌گذاران باید در بررسی و ارزیابی مستمر بازار شرکت کنند تا روندهای نوظهور، تقاضاهای مصرف‌کننده و پیشرفت‌های فناوری را شناسایی کنند. این ارزیابی مستمر برای تعدیل تخصیص بودجه و حصول اطمینان از همسویی منابع مالی با الزامات در حال تحول حمل و نقل بسیار مهم است. علاوه بر این، تعهد به تغییر نوع سوخت در سطح ملی به طور بالقوه از ۲۰ تا ۳۰ سال یا حتی بیشتر طول می‌کشد. این بازه زمانی طولانی نیازمند تعهد مالی پایدار از سوی سیاست‌گذاران، سرمایه‌گذاران و صنعت‌گران است. برخلاف فناوری‌های دیگر، خودروهای برقی مستلزم برنامه‌ریزی بلندمدت و مدیریت مداوم منابع مالی برای حمایت از توسعه زیرساخت‌ها، گسترش شبکه‌های شارژ و برقی‌سازی و مدیریت پیشرفت فناوری خودروها است.

- **قوای محرکه برقی برای تمام کاربردها:** در حالی که خودروهای برقی برای بسیاری از وسایل نقلیه مسافربری و سفرهای مسافت کوتاه مناسب هستند، در مورد برقی‌سازی بخش‌های حمل و نقل طولانی‌مدت و کارهای سنگین چالش‌هایی وجود دارد. در این موارد، فناوری پیل سوختی هیدروژنی می‌تواند جایگزین مناسبی به ویژه برای کاربردهای سنگین مانند کامیون‌ها و راه آهن باشد. این فناوری در مقایسه با خودروهای برقی با باتری، برد طولانی‌تر و زمان سوخت‌گیری کوتاه‌تر را فراهم می‌کند و آن را به یک راه‌حل بالقوه برای نیازهای حمل و نقل خاص تبدیل می‌نماید. اما این فناوری به اندازه کافی رشد نکرده است. با پشتیبانی در امر تحقیق و توسعه، امکان استفاده متنوع از خودروهای برقی، پیل‌های سوختی هیدروژنی و سایر فناوری‌های نوظهور باید مدام ارزیابی شود. سیاست‌گذاران می‌توانند به نیازها و چالش‌های منحصربه‌فرد بخش‌های

مختلف حمل و نقل رسیدگی کنند و نیروی محرکه برتر آن بخش را بر اساس منافع ملی حمایت کنند. تنوع نیروی محرکه، تحول جامع‌تر و پایداری سیستم حمل و نقل را تسهیل می‌کند و در نهایت منجر به بهبود کیفیت هوا و افزایش ارزش افزوده انرژی و کاهش هزینه‌های سلامت شهروندان می‌شود.

- **انتظار بیش از حد یا عدم اعتماد به تحقیقات دانشگاهی داخلی:** دانشگاه‌ها نقش مهمی در پیشرفت فناوری و انجام تحقیقات دارند، انتظار بیش از حد از آن‌ها برای رسیدگی به چالش‌های فنی، منطقی نخواهد بود. چالش‌های توسعه یک فناوری با چالش‌های تولید انبوه، که شامل ملاحظات پیچیده اجتماعی، اقتصادی و زیرساختی است، باید متمایز داده شود. اطمینان از یک رویکرد متوازن که شامل همکاری بین دانشگاهیان، کارشناسان صنعت، ارگان‌های دولتی و سایر ذینفعان است، می‌تواند به پر کردن شکاف بین پیشرفت‌های علمی (در محیط دانشگاهی) و اجرای عملی (در نهادهای تحقیقاتی صنعتگران) خودروهای برقی در جامعه کمک کند.

- **عدم ملاحظات بازیافت:** باید در سیاست‌ها، ترویج استفاده مسئولانه و مدیریت زباله و عمر دوم (چرخه باتری) در نظر گرفته شود. تخصیص شاخص‌های عملکرد، کلیدی مناسب برای ذینفعان برای اجرای موثر بازیافت ضروری است. اطمینان از کیفیت و قابلیت باید متخصص محور و ممیزی گونه مدیریت شود و اجازه تولید محصولات غیر بازیافت تا حد امکان گرفته شود.

۹-۳ تبیین چشم‌انداز ۲۰ ساله حمل و نقل با نیروی محرکه متنوع

عوامل متعددی در فقدان چشم‌انداز بلندمدت در صنعت خودروی ایران نقش داشته است که منجر به عقب ماندگی در نوآوری و رقابت در مقایسه با کشورهای دیگر مانند اتحادیه اروپا و چین شده است. آینده صنعت خودروی ایران نیز غیرقابل پیش‌بینی بوده و در معرض عوامل ناشناخته مختلفی است. تجزیه و تحلیل انواع متغیرهای مهم هنگام تبیین سیاست‌های حمل و نقل برقی در سطح ملی بسیار مهم است.

داشتن چشم‌انداز روشن برای جلب حمایت و ایجاد حس هدف در مورد سیاست‌های حمل و نقل با فناوری‌های جدید از جمله برقی‌سازی بسیار مهم است. چشم‌انداز ملی چهارچوبی فراهم می‌کند که به متحد کردن ذینفعان، تعیین اهداف بلندمدت و الهام بخشیدن جامعه کمک می‌کند و فراتر از چرخه‌های سیاسی کوتاه‌مدت در کشور است. برخی از کشورها با موفقیت از نکات مثبت ملی‌گرانه به عنوان نمادی برای حمایت از سیاست‌های برقی‌سازی خود استفاده کرده‌اند. اهمیت تبیین چشم‌انداز ۲۰ ساله حمل و نقل با نیروی محرکه متنوع است. از جمله مزایای تبیین این چشم‌انداز ۲۰ ساله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- **همسویی ذینفعان:** یک چشم‌انداز روشن به همسویی ذینفعان مختلف از جمله سازمان‌های دولتی، بازیگران صنعت، گروه‌های زیست محیطی و عموم مردم کمک می‌کند. چشم‌انداز روشن هدف مشترکی را فراهم می‌کند که همه می‌توانند از

آن حمایت کنند.

- **الهام بخش:** یک چشم‌انداز قانع‌کننده می‌تواند افراد، سازمان‌ها و جوامع را برای انجام اقدام ترغیب کند. این یک احساس فوریت و انگیزه برای پذیرش تغییر و کار در جهت یک هدف مشترک و حس هم‌سرنوشتی ایجاد می‌نماید.
- **جذب سرمایه و استعداد:** یک چشم‌انداز روشن به سرمایه‌گذاران و مشاغل نشان می‌دهد که کشور، متعهد به حمل و نقل پیشرفته است. این می‌تواند سرمایه‌گذاری در توسعه زیرساخت‌ها، تحقیق و توسعه، و تاسیسات تولیدی و زنجیره تامین را جذب کند. چشم‌انداز قوی همچنین به جذب استعداد و تخصص برای حمایت از رشد بخش حمل و نقل برقی کمک می‌کند.
- **مشارکت عمومی:** چشم‌انداز کمک می‌کند تا مزایا و اهمیت حمل و نقل را به عموم مردم منتقل کند. شهروندان را آموزش داده و درگیر کرده و برای تغییر، حمایت و اشتیاق ایجاد می‌کند.
- **شناخت بین‌المللی:** یک چشم‌انداز قوی و تعهد به حمل و نقل پاک می‌تواند شهرت بین‌المللی یک کشور را به عنوان پیشرو در توسعه پایدار افزایش دهد. این می‌تواند منجر به همکاری، به اشتراک گذاری دانش، و مشارکت با سایر کشورها شود و تلاش‌های جهانی برای مبارزه با تغییرات آب و هوا را ارتقا دهد.

۹-۳-۱ نقش دولت و مجلس در برقی‌سازی - متفاوت اما مکمل

یک تحلیل جامع علمی می‌تواند کاستی‌های سیستم سوختی و قوای محرکه فعلی حمل و نقل کشورمان را روشن‌تر و برای ایجاد یک چشم‌انداز قوی ۲۰ ساله کمک کند. البته تبیین چشم‌انداز لازم است ولی به تنهایی برای کربن‌زدایی حمل و نقل یک کشور کافی نیست. اهداف باید توسط برنامه‌های اجرایی موثر دولت و مجلس، مقررات حمایتی و رشد اقتصادی، تضمین اجرایی پیدا کنند. اندازه‌گیری رشد اقتصادی، فرآیندی پیچیده و چندوجهی است که به رویکردی جامع‌تر از تکیه بر معیارهای سنتی نیاز دارد و نقش دولت و مجلس را برجسته‌تر می‌کند.

تاثیر معیارهای اقتصادی برقی‌سازی فراتر از حمایت مالی و اهداف دوره‌ای دولت‌ها است و پیامدهای درازمدتی برای صنایعی مانند خودروسازی دارد. همانطور که صنعت برقی‌سازی به تکامل خود ادامه می‌دهد، در نظر گرفتن معیارهای جامع‌تر و آینده‌نگرتر که وابستگی‌های متقابل پیچیده و پویایی‌های متغیر صنعت را توضیح می‌دهد، ضروری است. این رویکرد می‌تواند از رشد و توسعه اقتصادی پایدار حمایت کند و آینده‌ای برابر و مرفه را برای همه ترویج دهد. رشد خودروسازی یکی از شاخص‌های مهم پیشرفت اقتصادی در ایران است. در حالی که معیارهایی مانند تولید ناخالص داخلی و بهره‌وری ممکن است نگرانی‌هایی را در مورد سلامت اقتصاد کنونی خودروسازی ایران ایجاد کند، رشد بخش تولید خودروسازی با دسترسی به انرژی ارزان می‌تواند به نتایج مثبتی برای جامعه مانند ایجاد شغل و کاهش آلودگی و در نتیجه کاهش هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی کمک کند. بنابراین منطقی است که اهداف جامعه محور را به عنوان معیارهای سنجش پیشرفت اقتصادی ایران در آینده در نظر گرفته و سیاست‌های تشویقی هدفمند برای گذار به سمت خودروهای برقی در نظر بگیریم.

علاوه بر درک اهمیت معیارهای اقتصادی، شناخت چگونگی تغییر زنجیره تامین جهانی و داخلی صنعت خودرو بسیار مهم است. سازندگان خودرو داخلی باید تغییرات مربوطه را از نزدیک نظارت کنند و راهبردهای زنجیره تامین خود را بر اساس آن تنظیم کنند. در این میان، مجلس و دولت می‌توانند نقش حیاتی در جمع‌آوری و ارائه دستورالعمل‌های کاربردی ایفا کنند. از جمله این دستورالعمل‌های ارائه شده توسط دولت و مجلس می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- کمک به تسهیل و تسریع فناوری‌های جدید حمل و نقل، به عنوان یک راهبرد ملی فراگیر برنامه‌ریزی کنند تا اطمینان حاصل شود که کشور از فرصت‌ها استفاده می‌کند و خطرات و چالش‌های تغییر، مدیریت می‌شوند.
- با ایجاد یک کارگروه بین ارگان‌های دولتی برای رهبری توسعه و اجرای یک راهبرد ملی، مقام رهبری ملی داشته باشد. هماهنگی بخش‌های مختلف دولت برای گسترش زیرساخت‌های ملی و حمایت از اجرای فناوری‌های جدید امری ضروری است.
- دولت باید اهدافی بزرگ برای بهبود حمل و نقل عمومی داشته باشد. همچنین تغییر را از خود شروع کنند. به عنوان مثال، کم‌آلاینده کردن یا برقی‌سازی را از ناوگان دولتی شروع کنند که نمونه‌ای برای ارگان‌های دیگر بشود.
- استانداردهای آلاینده‌ی خودروها را سخت‌گیرانه‌تر معرفی کنند اما به صنعت اجازه بدهند در چهارچوب قوانین، راه‌حل‌های متنوع اقتصادی را دنبال نمایند.
- یک نقشه راه منسجم از امکان طراحی و ساخت باتری‌های خودرو و سیستم، ساخت قطعات، زنجیره تامین و سایر فناوری‌های مرتبط آینده تهیه و اجرا کنند.
- سیاست‌گذاری متنوعی را برای خودروهای سواری و باری اختصاص دهند.
- سیاست‌گذاری بخش انرژی و حمل و نقل را بهم نزدیک کنند تا اولویت تولید انرژی و ارتقاء زیرساخت شبکه مورد نیاز برای مدیریت تقاضای فناوری‌های جدید تامین گردند.
- با دینفعان مربوطه همکاری کنند تا استانداردها و مقررات ساختمانی جدید را به موقع معرفی نمایند تا هیچ مصرف‌کننده‌ای (به خصوص در خانه‌های هوشمند) در آینده، نگران محل شارژر وسایل نقلیه خود نباشد.

۹-۴ پتانسیل حمل نقل برقی در ایران

آنچه تاکنون در این کتاب مورد بحث قرار گرفته شده است، این حقیقت را نشان می‌دهد که معیارهای رشد اقتصادی نقش مهمی در شکل دادن به اقتصاد جهانی و صناعی مانند تولید خودرو دارند. با این حال، محدودیت‌های این معیارها باید شناخته شود و رویکرد متعادل‌تری برای اندازه‌گیری رشد اقتصادی اتخاذ شود. این می‌تواند شامل تأکید بیشتر بر سرمایه‌گذاری بلندمدت در تحقیق و توسعه، پایداری و رفاه اجتماعی باشد، نه صرفاً سود کوتاه‌مدت را در اولویت قرار دهد. یک مثال، تاثیر این معیارهای اقتصادی بر صنعت تولید

خودرو در جهان است.

در یک اقتصاد به طور فزاینده جهانی شده، کشورهای سراسر جهان به دنبال ایجاد مشارکت و همکاری برای پیشبرد رشد و نوآوری هستند. این در هیچ کجا به اندازه صنعت خودرو مشهود نیست، جایی که تولیدکنندگان، سرمایه‌گذاری هنگفتی در تحقیق و توسعه می‌کنند تا جلوتر از منحنی‌ها باقی بمانند. مشارکت می‌تواند گزینه مناسبی برای کشورهای در حال توسعه برای تسریع توسعه خود در صنعت خودرو باشد. با این حال، ارزیابی دقیق شرکای بالقوه و در نظر گرفتن برنامه‌ریزی بلندمدت، به جای تکیه بر برندهای سنتی (غربی) که ممکن است بهترین گزینه برای نیازهای کشور نباشند، بسیار مهم است.

تغییر پویایی زنجیره تامین جهانی یکی از جنبه‌های دیگر حیاتی برای صنعت خودرو است. پذیرش روزافزون فناوری اتوماسیون و در دسترس بودن انرژی ارزان، صنعت را متحول می‌کند. کشورهایی که به این منابع دسترسی دارند از مزیت ویژه‌ای برخوردار هستند. بنابراین، به جای تکیه بر برندهای معروف، باید شرکایی را در نظر گرفت که به این منابع دسترسی داشته باشند. با تنظیم و ساماندهی اقتصاد حمل و نقل در کشور و تمرکز بر ترویج تعهد کاری در تمام هرم منابع انسانی و اراده سیاسی نهادهای مربوطه، چابکی در مدیریت تغییر صنایع ایران از طریق فناوری‌های نوین (از جمله خودروسازی) افزایش خواهد یافت و عوامل تاثیرگذار در ترویج حمل و نقل برقی پایدار در سیر طبیعی پیشرفت جای خواهند گرفت. تاکید بر تحلیل عمیق و سیاست محورانه نهادهای مربوطه، بوجود آورنده بستر مناسبی برای تحقق جریان سرمایه به سمت صنعت حمل و نقل و صنایع وابسته در کشور خواهد بود.

مشاهده غیرقابل انکاری است که رشد سالم فناوری‌های جدید ارتباط تنگاتنگی با رشد اقتصادی کشورها دارد. تورم بالا می‌تواند تاثیر منفی بر بهره‌وری و قابلیت پیش بینی در بخش های تولیدی و زنجیره تامین از جمله خودروسازی داشته باشد. در کوتاه مدت، صندوق بین المللی پول برای کاهش کسری بودجه، تشدید سیاست های پولی، کاهش یارانه های انرژی و بهبود کارایی هزینه های عمومی را برای مهار تورم در ایران توصیه می‌کند. در بلندمدت، توصیه‌های صندوق بین المللی پول شامل تقویت چهارچوب هدف گذاری تورم، رسیدگی به ضعف‌های بخش مالی، و ترویج توسعه و تنوع بخش خصوصی است.

با مطالعه دقیق منابع منتشر شده و تجربیات کشورهای پیشرو در این زمینه، احتمال روبرو شدن ایران با پنج ابرچالش اقتصادی برای گسترش حمل و نقل برقی دور از انتظار نیست که برای پاسخگویی به آن‌ها، نیازمند تفکر و برنامه‌ریزی به موقع از سیاست گذاری کلان تا اجرا در سراسر کشور می‌باشد. این ابرچالش‌ها عبارتند از:

۱. چالش‌های اقتصادی و عدم تضمین بازگشت سرمایه در حوزه حمل و نقل برقی
 ۲. هزینه‌های بهسازی زیرساخت‌ها (شهرها، جاده‌ها، ارتباطات) و صنایع (خودرو و انرژی)
 ۳. مشارکت اقتصادی ملی و بین‌المللی برای ایجاد زنجیره تأمین پایدار و قابل اعتماد
 ۴. سیاست‌های فعلی مالی انرژی و عدم تسریع در تولید انرژی سبز
 ۵. فقدان دیدگاه بلندمدت برای توسعه صنایع با هدف کاهش آلاینده‌گی بدون تاثیر مالی نامطلوب
- دلایل بوجود آمدن این ابرچالش‌های اقتصادی در ایران، کند شدن مقطعی رشد صنعتی و اقتصاد کشور و سستی ذینفعان در

تحلیل برخی از فناوری‌های دگرگون‌کننده جهانی است. ولی ایران با منابع فراوان انرژی و فارغ التحصیلان جوان با تحصیلات عالی، پتانسیل برتری در این صنعت را دارد. کشور ما پتانسیل تبدیل شدن به یک قطب جهانی در تولید خودرو، ایجاد شغل، محرک رشد اقتصادی و کمک به آینده‌ای پاک‌تر و سبزتر را دارد اما نیاز به همفکری تمام نخبگان و صنعت‌گران برای تدوین این برنامه وجود دارد. البته بدون تعهد سیاست‌گذاران و ذینفعان صنعت، خطر از دست دادن این فرصت نادر برای شکوفایی صنایع و اقتصاد کشورمان وجود دارد. با داشتن چشم‌انداز روشن و امیدوارکننده می‌توانیم به جامعه خود انرژی بخشیده، آینده جدیدی را برای صنعت خودرو سازی، دومین صنعت بزرگ ایران پس از انرژی، شکل دهیم. به منظور تسریع تغییرات مثبت در صنعت حمل و نقل پایدار، نکات مهم مربوط به ایران را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- ایران بزرگ‌ترین تولیدکننده خودرو در غرب آسیا است که توانست در سال ۲۰۲۰ جزو ۱۰ منطقه پیشرو در تولید خودرو در بازار جهانی باشد، باید تحولات زنجیره تامین جهانی را جدی بگیرد. رسیدن به حمل و نقل پاک، نیاز به توازن بین اهداف بلندمدت و واقعیات توان صنایع داخلی هر کشوری خواهد بود. رسیدن به حمل و نقل پاک در وسعت هر کشور، مسیری مارپیچ، پر از چالش‌ها و برنامه‌ریزی مجدد است و چابکی زنجیره تامین از ملزومات دوام در این بازار است.
- یک خودروساز دوراندیش مجموعه‌ای خواهد بود که ارزش افزوده بازار خودروهای برقی خود را به خوبی درک و برای بازار هدف خود برنامه‌ریزی کند. پس نیاز به نوآوری بیشتر برای توان رقابت یک ضرورت انکار ناپذیر در کل صنعت خودرو و صنایع بنیادی وابسته مخصوصاً انرژی است.
- برآورد تبعات اقتصادی، پیش‌بینی فرصت‌ها و چالش‌های حمل و نقل برقی در ایران، یک موضوع پیچیده اقتصادی است. در یک سیستم حمل و نقل برقی موفق (بخصوص در ایران)، تعامل پیچیده بین انرژی و سیستم‌های حمل و نقل بسیار مهم است. ایران نیاز به پشتیبانی انواع تحقیقات در این زمینه، از تحقیقات دانشگاهی تا جمع‌آوری داده‌های میدانی از مصرف انرژی تا تبعات اجتماعی دارد.
- اگر ایران تصمیم بگیرد در دهه‌های آینده به سمت تولید یا واردات انبوه خودروهای برقی روی بیاورد، باید سرمایه‌گذاری قابل توجهی را برای تولید انرژی سبز بیشتر جذب کند. چرا که نیروگاه‌های قدیمی ایران در حال حاضر به سوخت‌های فسیلی متکی هستند و توازن چاه تا چرخ وسایل نقلیه برقی در سطح ملی مفید نخواهد بود. سیاست‌گذاری درازمدت در صنعت انرژی و حمل و نقل باید هم‌راستا و مکمل همدیگر باشند. خصوصاً که ایران موقعیت منحصر به فرد در دسترسی به انواع منابع انرژی دارد.
- سهم وسایل نقلیه برقی همچنان در جهان در حال گسترش است و نه تنها این فناوری در خودروهای شخصی، بلکه در حمل و نقل عمومی مانند اتوبوس‌های برقی، ون‌ها، تاکسی‌ها، دوچرخه و اسکوتر رو به گسترش است. سرمایه‌گذاری در حمل و نقل عمومی می‌تواند کم ریسک و زود بازده باشد.
- هوشمندسازی شهری و زیرساخت‌ها و برنامه‌ریزی درازمدت (۲۰ ساله) برای زندگی دوم باتری‌های خودرو و بازیافت باتری‌های

فرسوده، اجزاء لازم برای تکامل حمل و نقل پاک هستند. تا به حال در ایران برنامه‌ریزی صنعتی جدی در این حوزه انجام نشده است.

- در سال‌های اخیر چند نمونه خودرو برقی در ایران به صورت نمونه اولیه (پروتوتایپ) ساخته شده است. در سال ۲۰۲۳ سوال این نیست که آیا ایران توان بومی‌سازی فناوری خودروی برقی را دارد یا نه. سوال بنیادی این است که آیا ایران توان تولید انبوه خودروی برقی رقابتی با محصولات چینی با قیمت زیر ۳۰ هزار دلار را خواهد داشت یا نه؟
- همگونی بازار عرضه و تقاضا در رشد انبوه خودرو برقی بسیار مهم است و بازار ایران نه با خودروی لوکس برقی گران قیمت و نه با خودروی برقی ارزان بی کیفیت می‌تواند این همگونی را بدست آورد.
- تکامل حمل و نقل برقی جهانی، این صنعت را بسیار هیجان انگیز خواهد کرد لذا مطالعه آن یک ضرورت اقتصادی و اجتماعی است. ایران نیاز به یک برنامه اقتصادی و اجتماعی مدون برای ایجاد یک مشارکت درازمدت در داخل کشور و زنجیره تامین جهانی برای دستیابی به سیستم حمل و نقل پاک در کوتاه‌ترین زمان را دارد تا از پایین آوردن هزینه‌های سلامت با کاهش آلودگی هوای محلی در کشور بهره ببرد.
- ایران به شرکت‌های دانش‌بنیان جسورتر بیشتری نیاز دارد تا مدل‌های کسب و کار بازار خودروی داخلی را به چالش بکشند و مدل‌های کسب و کار جایگزین را برای شکوفایی بازار حمل و نقل کم‌آلاینده با فناوری پیشرفته پیشنهاد کنند.

۹-۴-۱ سیاست‌گذاری: تجربیات چینی و درس‌های آموخته شده

انتقال به حمل و نقل برقی یک چالش پیچیده و چندوجهی است که به طیف وسیعی از راه‌حل‌ها و رویکردها نیاز دارد. در حالی که می‌توان از تجربیات کشورهایی مانند چین، اروپا و ایالات متحده درس‌های زیادی گرفت، اما هر کشوری باید در نهایت سیاست‌ها و راهبردهای خود را برای برق‌سازی بر اساس شرایط منحصر به فرد خود توسعه دهد.

تفاوت اساسی بین کشورهای مختلف وجود دارد. مثلاً یکی از عوامل کلیدی که به موفقیت صنعت خودروهای برقی چین کمک کرده است، حمایت قوی دولت است. دولت چین از طریق طیف وسیعی از سیاست‌ها و مشوق‌ها، از جمله یارانه برای تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان، معافیت‌های مالیاتی، و ساخت زیرساخت‌های شارژ، محیطی مطلوب برای توسعه و رشد خودروهای برقی ایجاد کرده است. این امر باعث شده است تا چین بتدریج به قدرت اول اقتصادی با بزرگ‌ترین بازار خودروهای برقی در جهان تبدیل شود. در مقابل، کشورهای دیگری مانند اروپا و ایالات متحده، رویکردی بازارمحور برای پذیرش خودروهای برقی در پیش گرفته‌اند و بر سرمایه‌گذاری بخش خصوصی برای ایجاد نوآوری و توسعه زیرساخت شارژ تکیه کرده‌اند. در حالی که این رویکرد منجر به توسعه فناوری‌های EV ابتکاری شده است، اما با چالش‌هایی نیز به‌ویژه از نظر هزینه‌های بالای مربوط به پذیرش خودروهای برقی مواجه بوده است.

در ادامه، در مورد موضوعات مختلف، اقدامات پیشنهادی و درس‌های آموخته شده از تجربیات چین ارائه شده است.

۱. تدوین چشم‌انداز:

اقدامات پیشنهادی:

- یک چشم‌انداز بلندمدت برای تبدیل شدن به یک بازیگر تاثیرگذار در بخش حمل و نقل برقی در بازار ملی و بین‌المللی ایجاد شود تا نیازها را برآورده کند و صنعت و تجارت را رونق ببخشد.
 - از طریق سیاست‌هایی مانند یارانه‌ها، مشوق‌های مالیاتی و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های شارژ و انرژی، حمایت قابل توجهی از صنعت خودروهای برقی از سوی دولت ارائه شود.
- تجربیات چینی و درس‌های آموخته شده:
- چینی‌ها برای تحقق چشم‌انداز خود برای تبدیل شدن به رهبر جهانی خودروهای برقی، بسیار متفکر و صبور بوده‌اند. دولت چین از طریق سیاست‌هایی مانند یارانه‌ها، مشوق‌های مالیاتی و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های شارژ، حمایت قابل توجهی از صنعت خودروهای برقی انجام داده است. کشورهای در حال توسعه، باید اقدامات مشابهی را برای حمایت از رشد صنایع خودروهای برقی خود در نظر بگیرند.
 - موفقیت چین در صنعت خودروهای برقی را می‌توان به بازار بزرگ داخلی آن نسبت داد. کشورهای در حال توسعه باید با ارائه مشوق‌هایی مانند اعتبارات مالیاتی، یارانه‌ها و دسترسی آسان به زیرساخت‌های شارژ، به دنبال ایجاد یک بازار داخلی قوی برای وسایل نقلیه برقی باشند.

۲. اکوسیستم محور

اقدامات پیشنهادی:

- رویکردهای بازارمحور و نوآوری محور برای توسعه
 - همکاری و نوآوری بین شرکت‌ها در تمام سطوح مختلف، نوسازی زنجیره صنعتی را افزایش می‌دهد.
 - تشویق به ایجاد شرکت‌های اکوسیستم‌محور از طریق همکاری فرامرزی با بازیگران بزرگ بین‌المللی
 - اهمیت پایداری در زنجیره تامین به دلیل افزایش هزینه‌های مواد خام بسیار مهم است. به مفهوم تولید مجدد، اهمیت داده شود. با استفاده مجدد از مواد مصرفی در صنعت خودرو می‌تواند پایداری محیط زیست و سودآوری آن را بهبود بخشد.
- تجربیات چینی و درس‌های آموخته شده:
- تجربیات چین در توسعه صنعت خودروهای انرژی جدید نشان می‌دهد که رویکردهای بازارمحور، نوآوری محور و همکاری فرامرزی بین شرکت‌ها و سازمان‌ها می‌توانند بهبود و تحول چشمگیری را در این صنعت به ارمغان بیاورند. همچنین ایجاد اکوسیستم صنعتی و بهره‌گیری از زیرساخت‌های مناسب نیز از اهمیت بالایی برخوردارند.

۳. تمرکز بر بازار داخلی قوی و مشتری محوری و حمایت از سرمایه‌گذاری

اقدامات پیشنهادی:

- دولت با سیاست‌های حمایتی، ریسک سرمایه‌گذاری بلندمدت بخش خصوصی را به حداقل برساند.
 - تمرکز بر بازار انبوه و حمل و نقل عمومی. شرکت‌های چینی بر توسعه و سایل نقلیه برقی برای بازار انبوه تمرکز کرده‌اند که به آنها کمک کرده تا سهم بزرگی از بازار را به دست آورند.
 - حمایت از توسعه زنجیره تامین داخلی برای کاهش وابستگی به تولیدکنندگان و تامین‌کنندگان خارجی.
- تجربیات چینی و درس‌های آموخته شده:

- سازندگان خودروهای برقی چینی از یک زنجیره تامین محلی بهره‌مند شده‌اند. کشورهای در حال توسعه باید توسعه زنجیره‌های تامین محلی را برای کاهش وابستگی به تولیدکنندگان و تامین‌کنندگان خارجی در اولویت قرار دهند.
- کشورهای در حال توسعه، باید توسعه وسایل نقلیه برقی مقرون‌به‌صرفه را برای جذب مصرف‌کنندگان داخلی در اولویت قرار دهند.

۴. سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و جذب استعدادها برتر

اقدامات پیشنهادی:

- سرمایه‌گذاری زیادی در تحقیق و توسعه برای بهبود کارایی، عملکرد و ایمنی وسایل نقلیه برقی انجام شود.
 - اولویت توسعه فناوری‌های جدید و جذب استعدادها برتر در صنعت خودروهای برقی با همکاری دانشگاه‌ها و موسسات تحقیقاتی.
- تجربیات چینی و درس‌های آموخته شده:
- چین سرمایه‌گذاری زیادی در تحقیق و توسعه برای بهبود فناوری و عملکرد خودروهای برقی انجام داده است. کشورهای در حال توسعه باید در تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری کنند تا کارایی، عملکرد و ایمنی خودروهای برقی را بهبود بخشند.

۵. سیاست‌های مبتنی بر محیط زیست

اقدامات پیشنهادی:

- یک سیاست حمایتی ایجاد شود که پذیرش خودروهای برقی را تشویق کند.
 - استانداردها و مقررات بین‌المللی مطالعه شوند.
- تجربیات چینی و درس‌های آموخته شده:
- کشورهای در حال توسعه باید یک سیاست حمایتی ایجاد کنند که پذیرش خودروهای برقی را تشویق کند. این می‌تواند

شامل ارائه مشوق‌ها به تولیدکنندگان خودروهای برقی، ترویج و توسعه زیرساخت‌های شارژ و معرفی مقرراتی باشد که استفاده از وسایل نقلیه برقی را ترویج می‌کند.

- شرکت‌های چینی تلاش کرده‌اند تا استانداردها و مقررات بین‌المللی را برای دسترسی به بازارهای خارجی رعایت کنند. کشورهای در حال توسعه، باید رعایت استانداردها و مقررات بین‌المللی برای دستیابی به بازارهای خارجی و رقابت با بازیگران مطرح در صنعت را در اولویت قرار دهند.

۶. تشویق نوآوری و کارآفرینی محلی

اقدامات پیشنهادی:

- برای کاهش هزینه‌ها و ایجاد شغل، تولید محلی در اولویت قرار گیرد. تجربیات چینی و درس‌های آموخته شده:
- کشورهای در حال توسعه، باید نوآوری و کارآفرینی در صنعت خودروهای برقی را با ایجاد یک محیط حمایتی برای استارت‌آپ‌ها و کسب و کارهای کوچک تشویق کنند.

۷. تدوین برنامه تفصیلی برای توسعه زیرساخت‌ها

اقدامات پیشنهادی:

- اولویت توسعه زیرساخت‌های شارژ برای تشویق به پذیرش وسایل نقلیه برقی.
- طرح جامع زیرساختی باید به موقع تهیه شود. تجربیات چینی و درس‌های آموخته شده:
- موفقیت چین در صنعت خودروهای برقی را می‌توان تا حدی به توسعه زیرساخت‌های جامع نسبت داد. کشورهای در حال توسعه باید توسعه زیرساخت‌های شارژ برای تشویق به پذیرش خودروهای برقی را در اولویت قرار دهند.

۸. فناوری هوشمند

اقدامات پیشنهادی:

- کنترل کیفیت و مکانیزم‌های ردیابی در طول چرخه حیات بسیار حائز اهمیت هستند. تجربیات چینی و درس‌های آموخته شده:
- فناوری هوشمند باید در فرآیندهای تحقیق و توسعه NEV، تولید و خدمات مورد استفاده قرار گیرد.
- به اشتراک‌گذاری داده‌ها، قابلیت همکاری در زیرساخت‌ها، یکپارچگی فناوری هوشمند و توسعه NEV را ارتقا می‌دهد.

۹. تقویت همکاری بین‌المللی

اقدامات پیشنهادی:

- تعمیق همکاری متقابل بین کشورها و استفاده از نهادهای بین‌المللی برای تبادل دانش و تجارب
- تقویت همکاری بین‌المللی با چین، کشورهای آسیایی و رهبران برجسته فناوری غربی.

تجربیات چینی و درس‌های آموخته شده:

- شرکت‌های چینی از بازیگران مطرح در این صنعت آموخته‌اند و به تدریج فناوری‌های خود را توسعه داده‌اند. کشورهای در حال توسعه، باید انتقال فناوری را در اولویت قرار دهند و با بازیگران مستقر در صنعت کار کنند تا از تخصص آنها بیاموزند.
- به باور چینی‌ها همکاری با کشورهای دیگر و همسویی با قوانین بین‌المللی نقش مهمی در تقویت بخش خودروهای انرژی جدید دارد. کشورهای در حال توسعه، باید همکاری‌های بین‌المللی را برای توسعه صنعت خودروهای برقی جهانی پررونق تقویت کنند. این می‌تواند شامل مشارکت با سازندگان بین‌المللی خودروهای برقی، به اشتراک‌گذاری دانش و تخصص و همکاری در تحقیق و توسعه باشد.

۱۰. مطالعه مستمر تغییرات جهانی

اقدامات پیشنهادی:

- نظارت مستمر بر سیاست‌های تولید جهانی و حفظ تعادل در راهبردهای ضروری و تخصصی برای اطمینان از رقابتی بودن صنعت محلی و رضایت مصرف‌کنندگان از محصول نهایی ضروری است.
 - توجه به رشد کشورهای آسیایی در زنجیره تامین و افزایش همکاری بیشتر با آسیا و در عین حال همکاری با غرب.
- تجربیات چینی و درس‌های آموخته شده:

- به سختی می‌توان گفت که خودروسازان آسیایی چه زمانی در اروپا یا آمریکا موفق تر خواهند شد. هر دو بازار، فرصت‌های قابل توجهی برای رشد ارائه می‌دهند و هر کدام چالش‌های منحصر به فرد خود را دارند. به عنوان مثال در اروپا استانداردهای آلایندگی سختگیرانه‌ای وجود دارد که خودروسازان باید از آنها پیروی کنند. در همین حال، در ایالات متحده، ترجیحات مصرف‌کنندگان برای خودروها و کامیون‌های بزرگ‌تر ممکن است برای خودروسازان آسیایی که در خودروهای کوچک‌تر و کم مصرف‌تر تخصص دارند، چالش ایجاد کند.
- سایر کشورهای آسیایی نیز در حال تبدیل شدن به یک بازیگر اصلی در زنجیره تامین خودرو برقی هستند؛ به عنوان مثال، تایوان موقعیت خوبی برای ایفای نقش در زنجیره تامین تولیدکنندگان خودرو، به ویژه در مورد نیمه‌هادی‌ها دارد. از آنجایی که خودروسازان به استفاده از وسایل الکترونیکی بیشتر در وسایل نقلیه خود ادامه می‌دهند، تقاضا برای نیمه‌هادی‌ها به شدت افزایش یافته است. تایوان یکی از تولیدکنندگان عمده نیمه‌هادی‌ها است و تخصص آن در این زمینه می‌تواند برای صنعت خودروسازی بسیار ارزشمند باشد.

۱۱. ترویج توسعه منابع انرژی تجدیدپذیر

اقدامات پیشنهادی:

- اولویت توسعه صنعت خودروهای برقی پایدار با تشویق به استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر.
 - مطالعه شاخص‌های فنی - اقتصادی ترکیب خودروهای برقی با منابع تجدیدپذیر بسیار مهم است.
- تجربیات چینی و درس‌های آموخته شده:
- چین برای کاهش ردپای زیست محیطی و جذب مصرف‌کنندگان آگاه به محیط زیست، تولید پایدار را در اولویت قرار داده است.
 - بررسی و کاوش در ترکیب خودروهای انرژی جدید با منابع انرژی و منابع تجدیدپذیر برای توسعه مدل‌های کسب و کار جدید، نقش مهمی در توسعه پایدار صنعت خودرو چین دارد.

۱۲. نام تجاری قوی

اقدامات پیشنهادی:

- برای رقابت با بازیگران شناخته شده در صنعت، ساخت نام‌های تجاری قوی در اولویت قرار داده شود.
 - از بازیگران مستقر در صنعت بیاموزید و انتقال فناوری را برای توسعه فناوری‌ها و محصولات جدید در اولویت قرار دهید.
- تجربیات چینی و درس‌های آموخته شده:
- چین در تبلیغ نام‌های تجاری چینی در بازار داخلی خودروهای برقی موفق بوده است.

۱۳. اخلاق کار و بهبود مستمر کیفیت

اقدامات پیشنهادی:

- موفقیت بخش‌های خودروسازی مستقیماً تحت تاثیر تعهد کاری مناسب است.
- تجربیات چینی و درس‌های آموخته شده:
- سه کشور موفق ژاپن، کره و چین در خودروسازی تاکید زیادی بر بهبود تولید وسایل نقلیه و بالا بردن کیفیت محصولات خود دارند. این تمرکز بر کیفیت به آنها اجازه داده است تا شهرت خود را برای تولید اتومبیل‌های قابل اعتماد و بادوام ایجاد کنند، که به آنها کمک کرده است تا اعتماد مصرف‌کنندگان را در سطح جهانی به دست آورند. ژاپنی‌ها، کره‌ای‌ها و مردم چین تمرکزی جدی بر بهبود مستمر دارند. آنها همیشه به دنبال راه‌هایی هستند که محصولات و فرایندها را بهتر و کارآمدتر کنند؛ این امر باعث شده است که به صنایع خودروسازی خود کمک کنند تا رقابت را حفظ نمایند.

اختصارات

Abbreviation	Description	توضیحات فارسی
AC/ DC	Alternating Current/ Direct Current	جریان متناوب / جریان مستقیم
AI	Artificial Intelligence	هوش مصنوعی
Alibaba	Chinese multinational conglomerate	شرکت چند ملیتی چینی
Auto Forecast Solutions	Company providing automotive industry forecasts and market research	شرکتی که پیش بینی های صنعت خودرو و تحقیقات بازار را ارائه می دهد
BaaS	Battery as a Service	باتری به عنوان یک سرویس
BEV	Battery Electric Vehicle	وسیله نقلیه برقی با باتری
BNEF	Bloomberg New Energy Finance	یک سازمان تحقیقاتی با تمرکز بر انرژی پاک و تامین مالی
BYD	Chinese electric vehicle manufacturer	سازنده خودروهای برقی چینی
CaaS	Charge as a Service	شارژ به عنوان سرویس
CAM	The German association of the Automotive Industry	انجمن خودرو آلمان
CATL	Chinese battery manufacturer	سازنده باتری چینی
China VI	Emission standard for vehicles in China	استاندارد آلاینده‌گی برای وسایل نقلیه در چین
Cloud Solutions	Technology services delivered over the internet	راه حل های مدیریت داده های فناوری اطلاعات
CPO	Charge Point Operator	اپراتورهای شارژ خودرو برقی
COVID-۱۹	Coronavirus Disease ۲۰۱۹	بیماری کروناویروس ۲۰۱۹
DNV	Det Norske Veritas	شرکت مشاوره مدیریت ریسک بین المللی
Debt Financing	Raising funds through borrowing	تامین مالی از طریق بدهی

EaaS	Electrification as a Service	برقی سازی به عنوان یک سرویس
EEA	European Environment Agency	آژانس محیط زیست اروپا
EFTA	European Free Trade Association	انجمن تجارت آزاد اروپا
ERS	Electric Road System	سیستم جاده برقی
EJ/Yr	Exajoule	اگزا ژول در سال
EU	European Union	اتحادیه اروپا
EV	Electric Vehicle	خودروی برقی
EV Readiness Index	Index assessing cities' readiness for electric vehicles	شاخصی که آمادگی شهرها را برای وسایل نقلیه برقی ارزیابی می کند
EVSE	Electric Vehicle Supply Equipment	شارژر خودرو برقی
FCEV	Fuel Cell Electric Vehicle	خودروی برقی سلول سوختی
Farasis	Battery technology company	شرکت فناوری باتری
(Private) Fleets	Vehicle fleets owned or operated by private entities or individuals, such as company cars, ride-hailing two- and three-wheelers and heavy goods delivery trucks	ناوگان (با مالکیت خصوصی)
(Public) Fleets	Vehicle fleets owned, operated, or contracted by local, regional, and national government agencies	ناوگان (با مالکیت عمومی)
Fit-For-۵۵	European Commission's climate and energy package	بسته آب و هوا و انرژی کمیسیون اروپا
GHG	Greenhouse Gas emission	انتشار گازهای گلخانه ای
GPS	Global Positioning System	سیستم موقعیت یاب جهانی
Gigafactory	Large-scale battery production facility	تاسیسات تولید باتری در مقیاس بزرگ
Gt	Gigaton	گیگاتون
Global EV Policy Explorer	Online tool for global electric vehicle policies	ابزار آنلاین برای کاوش در سیاست های جهانی خودروهای برقی
Heavy-duty vehicles (HDVs)	Medium and heavy commercial vehicles such as buses	خودرو سنگین

	and trucks with a GVWR greater than ۳,۵۰۰ kg	
IET	Institution of Engineering and Technology	موسسه مهندسی و فناوری
ICCT	International Council on Clean Transportation	شورای بین المللی حمل و نقل پاک
ITS	Intelligent Transportation Systems	حمل و نقل هوشمند
ICE	Internal Combustion Engine	موتور احتراق داخلی
JV	Joint Venture	سرمایه گذاری مشترک
JRC	The Joint Research Centre is the European Commission's science and knowledge service	مرکز تحقیقات اروپا
LeasePlan	Global fleet management and leasing company	شرکت مدیریت ناوگان جهانی و لیزینگ
Li	Symbol for lithium, an element used in batteries	نماد لیتیوم، عنصری که در باتری ها استفاده می شود
Light-duty vehicles (LDVs)	Vehicles with less than ۳,۵۰۰ kg of gross vehicle weight	خودروهای سبک
Mercosur	Tardec Agreement between Argentina, Brazil, Paraguay, and Uruguay	قرار داد تجاری بین المللی بین چند کشور آمریکای لاتین
McKinsey & Company	A global management consulting	مشاوره مدیریت جهانی
NAFTA	The North American Free Trade Agreement	منطقه تجاری کشورهای آمریکا و کانادا و مکزیک
Net Zero	Achieving a balance between emissions produced and removed from the atmosphere	دستیابی به تعادل بین انتشارات تولید شده و حذف شده از جو
NEV	New Energy Vehicle	خودرو با انرژیهای نو (در بازار چین)
OEMs	Original Equipment Manufacturers	تولیدکنندگان تجهیزات اصلی
PHEV	Plug-in Hybrid Electric Vehicle	خودروی برقی هیبریدی پلاگین- (دو نیرو برقی)
PATENT	Exclusive right granted for an invention	حق انحصاری اعطا شده برای مالکیت معنوی یک اختراع
Plug-in	Vehicle connected to an external power	وسیله نقلیه متصل به منبع برق خارجی

source

PwC	A global Consultancy firm	یک شرکت مشاوره جهانی
SDV	Self-Driving Vehicle	وسیله نقلیه خودران
Skilton	A global Consultancy firm	یک شرکت مشاوره جهانی
Stellantis	Multinational automotive corporation	شرکت خودروسازی چند ملیتی
SUV	Sport Utility Vehicle	خودروی کاربردی اسپرت
TCO	Total Cost of Ownership	کل هزینه مالکیت
TFEC	Total Final Energy Consumption	مصرف انرژی نهایی
Togg	Automotive manufacturer based in Turkey	تولید کننده خودرو مستقر در ترکیه
Tier ۱-۲	Tiers in the automotive supply chain	طبقات در زنجیره تامین خودرو
V۱G	Smart Charging	شارژ هوشمند
V۲G	Vehicle-to-Grid technology	شارژ و دشارژ دو طرفه
V۲X	Vehicle-to-Everything technology	ارتباط وسیله نقلیه با همه چیز
VaaS	Vehicle as a service	خودرو به عنوان سرویس
VW	Volkswagen	فولکس واگن
Wrightbus	Bus manufacturer based in Northern Ireland	سازنده اتوبوس مستقر در ایرلند شمالی
WLTP	Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure	یک سیکل بین المللی تست خودرو
ZEB or ZE	Zero-Emission Bus	اتوبوس با آلاینده‌گی صفر
ZLEV, ZEV	Zero-Emission Low-Emission Vehicle	خودروی کم آلاینده و یا با آلاینده‌گی صفر

- [١] EVgo, <https://www.evgo.com/>
- [٢] "IEA electric vehicles."
- [٣] "ICCT report, Zero-emission vehicle deployment: Europe, Middle East, and Central & South Asia," ٢٠٢٢.
- [٤] "Bloomberg Electric Vehicle Outlook," ٢٠٢٣. [Online]. <https://www.bloomberg.com/>
- [٥] www.businessinsider.com
- [٦] MIT Technology review, <https://www.technologyreview.com/>
- [٧] www.insideevs.com
- [٨] www.forbes.com
- [٩] www.cleantechnica.com
- [١٠] www.ec.europa.eu
- [١١] <https://insideevs.com/>
- [١٢] <https://www.cleantechnica.com>
- [١٣] <https://ev-database.org/>
- [١٤] "Fueling Europe's Future." [Online]. Available: <https://www.camecon.com/what/our-work/fuelling-europes-future/>
- [١٥] DNV, "Transport in transition", ٢٠٢٣.
- [١٦] McKinsey, <https://www.mckinsey.com/featured-insights/themes/how-electric-vehicles-will-shape-the-future>
- [١٧] McKinsey, "Can the automotive industry scale fast enough?"
- [١٨] Hedges Company, <https://hedgescompany.com/>
- [١٩] The European Automobile Manufacturers' Association (ACEA) Economic and Market Report State of the EU auto industry Full-year ٢٠٢٢ report. <https://www.acea.auto/>, ٢٠٢٣
- [٢٠] UNECE, <https://w3.unece.org/PXWeb/en/Charts?IndicatorCode=٤٤>.
- [٢١] ENERGYDM MANAGEMENT, <https://energydmmanagement.com/>.
- [٢٢] Deloitte, "The future of Automotive mobility to ٢٠٣٥", ٢٠٢٣.
- [٢٣] Deloitte, "٢٠٢٣ Global Automotive Consumer Study", ٢٠٢٣. Survey
- [٢٤] McKinsey, "Europe's Gen Z and the future of mobility", ٢٠٢٣. Survey
- [٢٥] EUROSTAT, <https://ec.europa.eu/eurostat>.
- [٢٦] IHS Markit, <https://www.spglobal.com/>
- [٢٧] [Evmarketsreport-evmarketsreports](https://www.evmarketsreport.com/)

- [۲۸] ICCT, “CO₂ emission standards for new passenger cars and vans in the european union”, ۲۰۲۳
- [۲۹] ICCT, An analysis of the revision of europe’s heavy-duty co₂ standards, ۲۰۲۳.
- [۳۰] Statista, <https://www.statista.com/>.
- [۳۱] CRA, EU document, “Competition analysis of the electric vehicle recharging market across the EU۲۷ + the UKCompetition”, ۲۰۲۳, Trend
- [۳۲] EV-Volumes, <https://www.ev-volumes.com/>.
- [۳۳] BCG, <https://www.bcg.com/publications/۲۰۲۲/electric-cars-finding-next-gear>
- [۳۴] PWC &Strategy, <https://www.strategyand.pwc.com/>
- [۳۵] ICCT, “The global automaker rating ۲۰۲۲”, ۲۰۲۳.
- [۳۶] Arthur. D. Little, “Global electric mobility readiness index — GEMRI X ۲۰۲۲”, https://www.adlittle.com/sites/default/files/reports/ADL_Global_EM_readiness_index_۲۰۲۲.pdf
- [۳۷] LeasePlan, EV Readiness Index ۲۰۲۳.
- [۳۸] ADL, “Mobility Guide ۲۰۲۲”, ۲۰۲۲.
- [۳۹] "Electric Cars: Calculating the Total Cost of Ownership for consumers," ۲۰۲۱. Final report for BEUC (The European Consumer Organisation) by element energy.
- [۴۰] Element energy, “Electric Cars in Germany: Calculating the Total Cost of Ownership for Consumers”, ۲۰۲۱.
- [۴۱] Automation Racon, <http://www.racon.com.mx/>
- [۴۲] Chris Miller, <https://www.nytimes.com/۲۰۲۲/۰۴/۰۴/opinion/ezra-klein-podcast-chris-miller.html>
- [۴۳] AutoForecastSolutions, <https://www.autonews.com/manufacturing/latest-numbers-automotive-microchip-shortage>.
- [۴۴] McKinsey Insights, <https://www.mckinsey.com/featured-insights>
- [۴۵] SAE, <https://www.sae.org/>.
- [۴۶] KPMG, Global semiconductor industry outlook for ۲۰۲۳, ۲۰۲۳.
- [۴۷] IDTechEx, <https://www.idtechex.com/>, ۲۰۲۳.
- [۴۸] Survey, KPMG, <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/۲۰۲۱/۱۱/global-automotive-executive-summary-۲۰۲۱.pdf>
- [۴۹] Berylls Strategy Advisors GmbH, Remanufacturing: a new imperative in times of circularity and e-mobility, ۲۰۲۳
- [۵۰] J. L. Richter, “ A circular economy approach is needed for electric vehicles”, ۲۰۲۲.
- [۵۱] Accenture Strategy and World Economic Forum, “Raising Ambitions: A new roadmap for the automotive circular economy”, ۲۰۲۰.
- [۵۲] MIT Technology Review, <https://www.technologyreview.com/author/zeyi-yang/>
- [۵۳] Reuters, <https://www.reuters.com/article/turkey-autos-farasis-int-idUSKBN۲۷۵۱BX>
- [۵۴] ICCT, <https://theicct.org/>

- [٥٥] Wood Mackenzie, <https://www.woodmac.com/>.
- [٥٦] B. Russo, Automobility Ltd, An interview with CNBC News Channel in ٢٠٢٣, ٢٠٢٣
- [٥٧] ICCT, “Zero-emission bus and truck market in China: A ٢٠٢١ update”, ٢٠٢٣.
- [٥٨] The Inflation Reduction Act, <https://www.circular.com/inflation-reduction-act-detail>
- [٥٩] <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/chinese-competition-poses-greatest-risk-europes-ev-carmakers-peugeot-ceo-٢٠٢٣-٠٥-٠٩/>
- [٦٠] CAM, The Center of Automotive Management (CAM), <https://auto-institut.de/en/>
- [٦١] CNBC, <https://www.cnbc.com/٢٠٢٣/٠٢/٠٧/inflation-reduction-act-which-states-have-most-new-green-jobs-so-far.html>
- [٦٢] Renault, ACEA, <https://www.acea.auto/press-release/e-mobility-١٤٠٠٠-public-charging-points-should-be-installed-weekly-across-eu-new-analysis-shows/>
- [٦٣] PSPA, <https://pspa.com.pl>
- [٦٤] Energystartups, <https://www.energystartups.org/top/electric-cars>.
- [٦٥] <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/lordstown-motors-loss-widens-higher-costs-delivery-delays-weigh-٢٠٢٣-٠٣-٠٦/>
- [٦٦] Resilient Supply Chains in the Battery Industry, on behalf of the German Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action, ٢٠٢٣.
- [٦٧] RolandBerger, “Future readiness in automotive production- Holistic reorientation for cost-efficient production”, ٢٠٢٣.
- [٦٨] SYSTEM IQ, “Critical raw materials for the energy transition in the EU”, ٢٠٢٣.
- [٦٩] Energystartups, <https://www.energystartups.org/top/electric-cars/>.
- [٧٠] D. Piromalis., and A. Kantaros., Digital Twins in the Automotive Industry: The Road toward Physical-Digital Convergence, MPDI, ٢٠٢٢.
- [٧١] FEV, <https://www.fev.com/>
- [٧٢] Marklines, <https://www.marklines.com/>
- [٧٣] JATO Dynamics, <https://www.jato.com/>
- [٧٤] Visualcapitals, <https://www.visualcapitalist.com/>
- [٧٥] <https://www.forbes.com/sites/katharinabuchholz/٢٠٢٣/٠٥/٠٥/electric-vehicles-go-big-infographic/>
- [٧٦] RolandBerger and PEM, “Battery Monitor ٢٠٢٢”, ٢٠٢٢. Recycle
- [٧٧] Himanshu Bhatt-EV activist, LinkedIn Page
- [٧٨] Strategy Engineers GmbH & Co. KG, “The China Passenger Vehicle Market Landscape in ٢٠٢٢/٢٣” china price war
- [٧٩] Roland Berger, <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/How-to-benefit-from-intelligent-automation.html?btc=CN>
- [٨٠] CareEdge, “India steadily making way towards greener mobility”, ٢٠٢٣.

- [٨١] A.F. N. Abdul-Manan., V. G. Zavaleta., A. K. Agarwa., G. Kalghatgi., A. A. Amer., “Electrifying passenger road transport in India requires near-term electricity grid decarbonisation”, *Nature Communications*, ٢٠٢٣.
- [٨٢] IEA, *Grid Integration of Electric Vehicles, A manual for policy makers*, ٢٠٢٢.
- [٨٣] EVreporter, <https://evreporter.com/>
- [٨٤] McKinsey, *Global Energy Perspective*, ٢٠٢٢.
- [٨٥] McKinsey, "Reboost-A comprehensive view on the changing powertrain component market and how suppliers can succeed ", ٢٠١٨. General
- [٨٦] Nyobolt, <https://nyobolt.com/>
- [٨٧] S. LaMonaca and L. Ryan, "The state of play in electric vehicle charging services – A review of infrastructure provision, players, and policies," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. ١٥٤, p. ١١١٧٣٣, ٢٠٢٢, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111733>.
- [٨٨] K. D. Afentoulis, Z. N. Bampos, S. I. Vagropoulos, S. D. Keranidis, and P. N. Biskas, "Smart charging business model framework for electric vehicle aggregators," *Appl. Energy*, vol. ٣٢٨, p. ١٢٠١٧٩, ٢٠٢٢, doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120179>. Business models
- [٨٩] Dieter Wermuth, *Wermuth Asset Management*. ٢٠٢٢.
- [٩٠] Dieter Helm, <https://dieterhelm.co.uk/>
- [٩١] Lanz, L., Noll, B., Schmidt, T.S. et al. Comparing the levelized cost of electric vehicle charging options in Europe. *Nat Commun* ١٣, ٥٢٧٧ (٢٠٢٢). <https://doi.org/10.1038/s41467-022->
- [٩٢] E.Fridman, ENSTO-E, <https://www.entsoe.eu/>
- [٩٣] RolanBerger, <https://www.rolandberger.com/en/Insights/Publications/EV-Charging-Index-new-trends-affecting-the-electric-vehicle-charging-industry.html>.
- [٩٤] ICCT, “Estimating electric vehicle charging infrastructure costs across major U.S. metropolitan areas”, Working Paper ٢٠١٩-١٤.
- [٩٥] ICCT, <https://theicct.org/publication/estimating-electric-vehicle-charging-infrastructure-costs-across-major-u-s-metropolitan-areas/> ٢٠١٩.
- [٩٦] EU, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-2023.0324-1>
- [٩٧] EU – US Trade and Technology Council, “Transatlantic Technical Recommendations for Government Funded Implementation of Electric Vehicle Charging Infrastructure”, ٢٠٢٣. <https://futurium.ec.europa.eu/en/EU-US-TTC/wg9/news>.
- [٩٨] <https://www.dw.com/en/shell-bp-boost-profit-sink-investment-in-renewable-energy/a-٦٤٦٥٦٨٠٠>
- [٩٩] ICCT, “Europe’s proposed heavy-duty CO₂ standards: room for improvement”, ٢٠٢٣
- [١٠٠] ICCT, “A comparison of the life-cycle greenhouse gas emissions of european heavy-duty vehicles and fuels”, ٢٠٢٣
- [١٠١] ERTRAC, *A Mapping of Technology Options for Sustainable Energies and Powertrains for Road Transport*, ٢٠٢٢, maturity of technologies and trl
- [١٠٢] European Bank, *Bus Going electric- A pathway to zero-emission buses*, ٢٠٢١. Policy
- [١٠٣] ICCT, “The rapid deployment of zero-emission buses in Europe”, ٢٠٢٢.

- [١٠٤] ICCT, "Electric city bus sales overtake diesel in Europe", ٢٠٢٣.
- [١٠٥] ICCT, Zero-emission bus and truck market in China: A ٢٠٢١ update, ٢٠٢٣
- [١٠٦] Transport and Environment, <https://www.transportenvironment.org/>
- [١٠٧] Gigafactory Benchmark, <https://evmarketsreports.com/٣٠٠-billion-in-new-lithium-ion-battery-gigafactories/>
- [١٠٨] RolanBerger, <https://www.rolandberger.com>
- [١٠٩] <https://source.benchmarkminerals.com>
- [١١٠] <https://www.inovev.com/>
- [١١١] <https://www.lithiumamericas.com/news/lithium-americas-announces-initial-closing-of-٦٥٠-million-investment-from-general-motors>
- [١١٢] www.ft.com
- [١١٣] Fraunhofer, <https://www.isi.fraunhofer.de/en.html>
- [١١٤] Bosch, <https://www.bosch-mobility.com/en/solutions/powertrain/battery-electric/electric-drive/>
- [١١٥] <https://www.audi-mediacycenter.com/en/press-releases/second-life-for-ev-batteries-audi-and-rwe-build-new-type-of-energy-storage-system-in-herdecke-١٤٤٦٥>
- [١١٦] UK Office for Product and Safety, "A Study on the Safety of Second-life Batteries in Battery Energy Storage Systems", ٢٠٢٣. Second life battery
- [١١٧] J. Zhu, et. al, "End-of-life or second-life options for retired electric vehicle batteries", CellPress, ٢٠٢١
- [١١٨] JATO, <https://www.jato.com/>
- [١١٩] Tesla, <https://www.tesla.com/giga-nevada>
- [١٢٠] www.darientimes.com
- [١٢١] <https://www.electrive.com/٢٠٢٣/٠٤/٢٧/general-motors-will-stop-producing-the-chevrolet-bolt/>
- [١٢٢] Deloitte, <https://www٢.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ca/Documents/ca-fleet-electrification-en.pdf>
- [١٢٣] ICCT, "Electrifying last-mile delivery- A total cost of ownership comparison of battery-electric and diesel trucks in Europe", ٢٠٢٢.
- [١٢٤] C. Xie, J. Hou, T. Zhang, T. Waller, and X. Chen, "Modeling and evaluating the impact of electricity price on commute network flows of battery electric vehicles," *Transp. Lett.*, ٢٠٢٢, doi: <https://doi.org/١٠.١٠٨٠/١٩٤٢٧٨٦٧,٢٠٢٢,٢٠٤٢٦٥٥>.
- [١٢٥] "V2GB - Vehicle to Grid Britain Requirements for market scale-up," ٢٠١٩.
- [١٢٦] Harvard Business Review, <https://hbr.org/٢٠٢٢/١٠/leveraging-new-tech-to-boost-supply-chain-resilience>
- [١٢٧] "Bus2Grid Project." <https://www.sseenergysolutions.co.uk/file/bus٢grid-brochure>
- [١٢٨] ZEV transition Council, "Accelerating ZEV adoption in fleets to decarbonize road transportation", ٢٠٢٣.
- [١٢٩] PWC&Strategy, "China Automotive Value Pools ٢٠٣٠", ٢٠٢٣.
- [١٣٠] GlobeNewswire, <https://www.globenewswire.com/en/news-release/٢٠٢٢/٠٨/١٧/٢٤٩٩٧٥١/٠/en/Automotive-V٢X-Market-worth-١٩-٥-billion-by-٢٠٢٨-Exclusive-Report-by-MarketsandMarkets.html>

- [۱۳۱] <https://www.renaultgroup.com/en/>
- [۱۳۲] ICCT, <https://theicct.org/wp-content/uploads/۲۰۲۱/۰۶/ICCT-Roadmap-Energy-Report.pdf>
- [۱۳۳] UCDAVIS, "Emissions with More Mobility and Less Mining", ۲۰۲۳.
- [۱۳۴] ICCT, <https://theicct.org/publication/pv-china-real-world-performance-apr۲۳/>
- [۱۳۵] "Hydrogen Insights," ۲۰۲۱. [Online]. Available: <https://hydrogencouncil.com/en/hydrogen-insights-۲۰۲۱/>
- [۱۳۶] <https://www.powermag.com/worlds-first-integrated-hydrogen-power-to-power-demonstration-launched/>
- [۱۳۷] Destatis.de, https://www.destatis.de/EN/Themes/Economy/Foreign-Trade/_node.html
- [۱۳۸] "Statistics of Iran vehicles." <https://www.statista.com/outlook/mmo/passenger-cars/iran>
- [۱۳۹] "Carbon Brief." [Online]. Available: <https://www.carbonbrief.org/the-carbon-brief-profile-iran/>
- [۱۴۰] "IEA Iran situation." [Online]. Available: <https://www.iea.org/countries/iran>
- [۱۴۱] "۵۳ years of electricity industry in Iran in the mirror of statistics," ۲۰۱۸. [Online]. Available: <https://amar.tavanir.org.ir>
- [۱۴۲] <https://www.elsevier.com/solutions/sciencedirect>
- [۱۴۳] EY, "Power sector accelerating e-mobility- Can utilities turn EVs into a grid asset?", ۲۰۲۲.
- [۱۴۴] J. C. M. L. Høj, L. T. Juhl, and S. B. Lindegaard, "V2G-An Economic Gamechanger in E-Mobility?," *World Electr. Veh. J.*, vol. ۹, no. ۳, p. ۳۵, ۲۰۱۸, doi: <https://doi.org/۱۰.۳۳۹۰/wevj۹.۳.۰۳۵>.
- [۱۴۵] M. Ravi, S.S.; Aziz, "Utilisation of Electric Vehicles for Vehicle-to-Grid Services: Progress and Perspectives," *Energies*, vol. ۱۵, p. ۵۸۹, ۲۰۲۲, doi: <https://doi.org/۱۰.۳۳۹۰/en۱۵۰۲۰۵۸۹>.
- [۱۴۶] A. Hassani and A. Maleki, "Projection of passenger cars' fuel demand and greenhouse gas emissions in Iran by ۲۰۵۰," *Energy Convers. Manag. X*, vol. ۱۲, p. ۱۰۰۱۲۶, ۲۰۲۱, doi: <https://doi.org/۱۰.۱۰۱۶/j.ecmx.۲۰۲۱.۱۰۰۱۲۶>.
- [۱۴۷] <https://www.elektrobit.com/trends/vehicle-to-grid-technology/>
- [۱۴۸] <https://www.ultralibrarian.com/۲۰۲۲/۰۱/۱۱/unleash-the-power-of-vehicle-to-grid-technology-ulc>
- [۱۴۹] "BP statistics," ۲۰۲۳. [Online]. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>
- [۱۵۰] Mckinsey, <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/the-clean-hydrogen-opportunity-for-hydrocarbon-rich-countries>, ۲۰۲۲.
- [۱۵۱] V. Aryanpur *et al.*, "How energy subsidy reform can drive the Iranian power sector towards a low-carbon future," *Energy Policy*, vol. ۱۶۹, p. ۱۱۳۱۹۰, ۲۰۲۲, doi: <https://doi.org/۱۰.۱۰۱۶/j.enpol.۲۰۲۲.۱۱۳۱۹۰>.
- [۱۵۲] Z. Zarepour and N. Wagner, "Cash instead of subsidy: Assessing the impact of the Iranian energy subsidy reform on households," *Energy Policy*, vol. ۱۶۸, p. ۱۱۳۱۴۵, ۲۰۲۲, doi: <https://doi.org/۱۰.۱۰۱۶/j.enpol.۲۰۲۲.۱۱۳۱۴۵>.
- [۱۵۳] IEA, Global EV Policy Explorer, ۲۰۲۱
- [۱۵۴] G. H. Broadbent, C. I. Allen, T. Wiedmann, and G. I. Metternicht, "Accelerating electric vehicle uptake: Modelling public policy options on prices and infrastructure," *Transp. Res. Part A Policy Pract.*, vol. ۱۶۲, pp. ۱۵۵–۱۷۴, ۲۰۲۲, doi: <https://doi.org/۱۰.۱۰۱۶/j.tra.۲۰۲۲.۰۵۰۱۲>.
- [۱۵۵] <https://elbil.no/english/about-norwegian-ev-association/>

- [١٥٦] "Energy annual report in Iran," ٢٠٢٠. [Online]. Available: <https://isn.moe.gov.ir/>
- [١٥٧] V. Aryanpur, M. S. Atabaki, M. Marzband, P. Siano, and K. Ghayoumi, "An overview of energy planning in Iran and transition pathways towards sustainable electricity supply sector," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. ١١٢, pp. ٥٨-٧٤, ٢٠١٩, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.05.047>.
- [١٥٨] E. Shafiei, Y. Saboohi, and M. B. Ghofrani, "Impact of innovation programs on development of energy system: Case of Iranian electricity-supply system," *Energy Policy*, vol. ٣٧, no. ٦, pp. ٢٢٢١-٢٢٣٠, ٢٠٠٩, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.02.013>.
- [١٥٩] M. Firouzi, M. Setayesh Nazar, M. Shafie-khah, and J. P. S. Catalão, "Integrated framework for modeling the interactions of plug-in hybrid electric vehicles aggregators, parking lots and distributed generation facilities in electricity markets," *Appl. Energy*, vol. ٣٣٤, p. ١٢٠٧٠٣, ٢٠٢٣, doi: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.120703>.
- [١٦٠] S. M. Hosseini, A. Aslani, and A. Kasaeian, "Energy, water, and environmental impacts assessment of electricity generation in Iran," *Sustain. Energy Technol. Assessments*, vol. ٥٢, p. ١٠٢١٩٣, ٢٠٢٢, doi: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102193>.
- [١٦١] H. Shahbazi, M. Reyhanian, V. Hosseini, and H. Afshin, "The Relative Contributions of Mobile Sources to Air Pollutant Emissions in Tehran, Iran: an Emission Inventory Approach," *Emiss. Control Sci. Technol.*, vol. ٢, ٢٠١٦.
- [١٦٢] VIRITECH, "Energy Management- The Key that unlocks Zero Emission Vehicles", ٢٠٢٢. FCEV and BEV energy management
- [١٦٣] E. Allahmoradi, S. Mirzamohammadi, A. Bonyadi Naeini, A. Maleki, S. Mobayen, and P. Skruch, "Policy Instruments for the Improvement of Customers' Willingness to Purchase Electric Vehicles: A Case Study in Iran," *Energies*, vol. ١٥, p. ٤٢٦٩, ٢٠٢٢, doi: <https://doi.org/10.3390/en15124269>.
- [١٦٤] www.energyinnovation.org
- [١٦٥] <https://www.technologyreview.com>
- [١٦٦] <https://www.carlogos.org/reviews/largest-car-companies.html> Graph
- [١٦٧] <https://www.hotcars.com/largest-car-manufacturers>
- [١٦٨] <https://www.topgear.com/>
- [١٦٩] ICCT, "Electrifying last-mile delivery: a total cost of ownership comparison of battery-electric and diesel trucks in Europe", <https://theicct.org/publication/tco-battery-diesel-delivery-trucks-jun2022/>. kamionet
- [١٧٠] Q. Song, K. Rogge, A. Ely., "Mapping the governing entities and their interactions in designing policy mixes for sustainability transitions: The case of electric vehicles in China", *Environmental Innovation and Societal Transitions* ٤٦ (٢٠٢٣), Policy China.
- [١٧١] Dalroad, "Automotive megatrends: Advanced manufacturing, circularity, digitalisation and globalisation", ٢٠٢٣.
- [١٧٢] Bloomberg Intellengnce, "BI Global Battery-Electric Vehicles: Race to the Top", ٢٠٢٢.
- [١٧٣] McKinsey, "Europe's EV opportunity—and the charging infrastructure needed to meet it" ٢٠٢٣.
- [١٧٤] David Stewart, "Leading the charge towards a competitive EV infrastructure market", October ٢٠٢٢. Trend
- [١٧٥] European Alternative Fuels Observatory, "Statistics on infrastructure and fleet data for road vehicles: EU٢٧ vehicle and fleet", October ٢٠٢٢. Trend.
- [١٧٦] RolandBerger, "Trend Compendium ٢٠٥٠- Six megatrends that will shape the world", December ٢٠٢٠. Mega Trend, china-conclusio.

- [١٧٧] Felipe Munoz, Analysis of United Nations Data, @carindustryanalysis.
- [١٧٨] VDA, Topics and Figures on the Development of the German Automotive Industry, ٢٠٢٢.
- [١٧٩] <https://www.ft.com/content/٦e٠٨ea٩b-٠c٤a-٤e٠f-٨a١٣-٠eca٠٦aa٧٦b٩>.
- [١٨٠] World Business Council, “How to use data for faster and better charging”, July ٢٠٢٣.
- [١٨١] EV reporter, Magazine, Issue No. ٣٠, *July* ٢٠٢٣.
- [١٨٢] IEA, Grid Integration of Electric Vehicles- A manual for policy makers, ٢٠٢٢.
- [١٨٣] www.sustainability.com
- [١٨٤] ICCT, Nine trends in the development of China’s electric passenger car market, March ٢٠٢٣.
- [١٨٥] ADL, Hydrogen: Trucking’s alternative fuel of the future, ٢٠٢٣.
- [١٨٦] <https://www.fia.com/news/norwegian-automobile-federation-and-motor-conduct-worlds-largest-winter-electric-car-test>.

