

صنایع اتومبیل سازی تسلا

نویسنده

فرانک تی روتارمل،

دیوید کینگ

مترجم

سبحان مرادی

یکم ژانویه سال ۲۰۱۵، ایلان ماسک^۱، مدیر عامل شرکت تسلا^۲ در حالی که قهوه خود را می‌نوشد و از اولین روز سال لذت می‌برد، بر روی آی‌پد خود به شماره اخیر روزنامه وال استریت ژورنال مراجعه می‌نماید. عنوان یکی از مطالب روز نظر او را جلب می‌کند: «قیمت بنزین در ۸۸ روز گذشته، به صورت پیاپی کاهش یافت، این بیشترین دوره کاهش قیمت بوده است.» کاهش قیمت بنزین که در سپتامبر ۲۰۱۴ آغاز شده بود، با کاهش قیمت سهام شرکت تسلا موتورز هم‌زمان بود. با افزایش قیمت نفت و در نتیجه قیمت بنزین، انگیزه مردم برای خرید خودروهای الکتریکی افزایش یافته بود. اما حالا با کاهش قیمت بنزین، انگیزه خرید کمتر می‌شد و تقاضا به احتمال زیاد کاهش می‌یافت. این یکی از مسائلی بود که پیش روی ماسک در این اولین روز سال جدید خودنمایی می‌کرد. علاوه بر هزینه فروش کمتر به دلیل افزایش تولید، تسلا با افزایش رقابت و شرایط اقتصادی‌ای مواجه بود که احتمالاً باعث کاهش تقاضا برای خودروهای الکتریکی می‌شد.

ماسک یک کارآفرین و به دنبال گذاشتن اثری از خود در جهان به عنوان یک میراث بود و فکر می‌کرد شرکت تسلا می‌تواند به او کمک می‌کند نام خود را به یادگار بگذارد. او قبلاً برای برخی از موفقیت‌هایش شناخته شده بود و به عنوان «ترکیبی از هنری فورد و رابرت اوپنهاইمر» و همچنین «تونی استارک»، مخترع غیرمعمول شناخته شده به عنوان «مرد آهنی»^۳ توصیف شده بود (در واقع، ماسک در فیلم مرد آهنی ۲ نقش کوچکی داشت). اما با توجه به رویارویی با مسائل فشرده کسب‌وکار و تقاضای بیشتر برای توسعه سولارسیتی^۴ و اسپیس ایکس^۵، آیا او می‌تواند راهی پیدا کند تا همه شرکت‌ها به خوبی کار کنند؟

ماسک ضمن اینکه سعی داشت اطلاعات ضروری که باید بررسی می‌شدند را اولویت بندی نماید، به بسیاری از موانع در مسیر تسلا موتورز فکر می‌کرد. آیا تسلا شرکت خودروسازی بزرگ آمریکایی بعدی خواهد بود؟ آیا می‌تواند با خودروهای الکتریکی تعادل بازار را به نفع خود از بین ببرد؟ همان‌طور که شرکت‌های خودروسازی ژاپنی و کره‌ای در گذشته با خودروهای احتراقی با کیفیت بالا و مصرف سوخت پایین خود این کار را انجام دادند؟ رقبا چه کارهایی برای رقابت با تسلا انجام خواهند داد و تسلا چگونه باید استراتژی خود را تغییر داده و تنظیم نماید؟ آیا یک شرکت خودروسازی الکتریکی با زیرساخت محدود می‌تواند مزیت ویژه‌ی رقابتی پیدا کند؟ آیا مدل کسب‌وکار تسلا قابل دستیابی است؟ مهم‌تر اینکه، آیا تسلا می‌تواند تولید خودروی مدل اس^۶ و مدل ایکس^۷ آینده خود را با حفظ کیفیت بالا و هم‌زمان کاهش هزینه، به مقدار تقاضا افزایش دهد؟ آیا ماسک باید به جای آن، شرکت تسلا موتورز را به یک شرکت خودروسازی بزرگ فروخته یا با یک شرکتی که در حال حاضر در تسلا سهامدار است، نوعی از همکاری را

¹ Elon Musk

² Tesla Motors Inc,

³ Iron Man

⁴ SolarCity

⁵ SpaceX

⁶ Model S

⁷ Model X

در نظر بگیرد؟ هنگامی که ماسک مقاله وال استریت ژورنال را می‌خواند، دست به لیوان قهوه‌اش برد و به خود گفت: «سال‌های آینده برای این شرکت چگونه خواهند بود و چه کاری باید انجام دهم تا موفقیت آن را تضمین نمایم؟»

ایلان ماسک: کارآفرین و نابغه

در سال ۱۹۸۹، ایلان ماسک در سن ۱۷ سالگی برای فرار از ملحق شدن به نیروهای مسلح از وطن خود، آفریقای جنوبی، مهاجرت کرد. ماسک می‌گوید: «مشکلی با خدمت کردن در سیستم نظامی ندارم، اما خدمت در ارتش آفریقای جنوبی برای سرکوب مردم سیاه پوست به نظرم راه خوبی برای گذراندن زمان نمی‌آید.» سپس او به کانادا رفت و در سال ۱۹۹۰ در دانشگاه کوئینز^۸ ثبت نام کرد. پس از دریافت یک بورسیه تحصیلی، به دانشگاه پنسیلوانیا منتقل شد. در سال ۱۹۹۵ با مدرک کارشناسی در رشته‌های اقتصاد و فیزیک فارغ التحصیل شده و به کالیفرنیا رفت تا در دانشگاه استنفورد دکترای فیزیک کاربردی و علم مواد را دنبال نماید.

پس از تنها دو روز، ماسک تحصیلات تکمیلی خود را ترک کرد و به همراه برادرش، کیمبال ماسک، شرکت زیپ^۹ را تأسیس نمود که یک ارائه دهنده نرم‌افزارهای انتشار محتوای آنلاین برای سازمان‌های خبری بود. در سال ۱۹۹۹، شرکت کامپیوتری کامپاک^{۱۰} شرکت زیپ^۲ را با قیمت ۳۴۱ میلیون دلار خریداری کرد (این شرکت در نهایت در سال ۲۰۰۲ توسط شرکت اچ‌پی^{۱۱} خریداری شد).

ایلان ماسک پس از این موفقیت به همراه دو شخص دیگر شرکت پی‌پال^{۱۲} را به عنوان راهی برای پرداخت آنلاین تأسیس کرد. در سال ۲۰۰۲، شرکت ای‌بی^{۱۳} این شرکت را با قیمت ۱.۵ میلیارد دلار خریداری کرد و ایلان ماسک به ازای ۱۱.۷ درصد سهامی که در این شرکت داشت ۱۷۵ میلیون دلار به دست آورد. اگرچه او به لحاظ مالی درآمد بسیار زیادی را به دست آورد، اما هنوز هم احساس نارضایتی از این قرارداد داشت. او فکر می‌کرد که اجازه دادن به ای‌بی برای خرید پی‌پال، پتانسیل این شرکت را محدود کرد و آن را به عنوان یک ابزار آنلاین برای یک بازار محدود به جای یک پلتفرم مالی آنلاین کامل به کار برد.

ماسک خود را به عنوان یک «مهندس و کارآفرین که شرکت‌هایی را برای حل چالش‌های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی بنیانگذاری کرده و عملیاتی می‌کند» توصیف می‌نمود. او به رهبری شرکت‌هایی در سه حوزه مختلف را برعهده داشت: خودروهای الکتریکی، انرژی تجدیدپذیر و اکتشاف فضا. دو پروژه از سه پروژه او سولارستیتی و اسپیس‌ایکس، به نظر می‌رسید که با موفقیت پیش می‌روند. هدف سولارستیتی این است که به شرکتی شبیه به

^۸ Queen's University

^۹ Zip2

^{۱۰} Compaq Computer Corp.

^{۱۱} HP

^{۱۲} PayPal

^{۱۳} eBay

والمارت^{۱۴} در زمینه نصب پنل‌های خورشیدی تبدیل شود و تا سال ۲۰۱۴، ۳۴ درصد از پنل‌های خورشیدی در ایالات متحده توسط این شرکت نصب و راه‌اندازی شده بودند. اسپیس‌ایکس به هدف ارسال ماهواره‌ها به مدار با یک چهارم هزینه‌های فعلی دست یافته بود. از زمانی که ماسک مسئولیت مهندسی را بر عهده گرفت، موفق به پرتاب موشک‌هایی شده بود که به فضای بیرون دسترسی دارند. در ماه مه ۲۰۱۲، فضاپیمای دراگون^{۱۵} شرکت اسپیس‌ایکس به ایستگاه فضایی بین‌المللی متصل شد، محموله‌های خود را تحویل داد و به سلامت به زمین بازگشت. تا آن زمان، فقط دولت‌ها توانسته بودند این کار را انجام دهند. اخیراً اسپیس‌ایکس مأموریت تأمین نیازهای ایستگاه فضایی بین‌المللی را بر عهده گرفته بود، همچنین این شرکت با ناسا در یک مأموریت به مریخ همکاری می‌کرد و با بوئینگ در توسعه بازار مسافران فضایی تجاری همکاری می‌نمود.

ماسک با وجود دریافت جایزه «کارآفرین برتر سال ۲۰۰۷» توسط مجله اینکوپوریشن^{۱۶}، احساس نمی‌کرد که به آرزوهای شخصی خود دست یافته‌است. بسیاری در جامعه سرمایه‌گذاری خطرپذیر و فناوری کالیفرنیا، ایلان ماسک را به عنوان شخصی می‌دیدند که ایده‌های خوبی دارد و پروژه‌های پر ریسکی را حیات می‌بخشد، اما بعد از مدتی از آن‌ها را رها می‌کند. او قصد داشت این باور را تغییر دهد. به همین دلیل، ماسک رویاهای بزرگی برای شرکت تسلا موتورز، طراح و سازنده خودروهای الکتریکی مستقر در کالیفرنیا، در سر داشت؛ او می‌خواست با این شرکت میراثی از خود برجای بگذارد. به همین دلیل، پس از اخراج سه مدیر عامل در چند سال اخیر، ماسک خود رهبری شرکت را بر عهده گرفت.

مروری کوتاه بر تاریخچه شرکت تسلا موتورز

شرکت تسلا موتورز در سال ۲۰۰۳ در شهر سان کارلوس کالیفرنیا به عنوان یک شرکت خودروسازی متمرکز بر توسعه خودروهای الکتریکی تأسیس شد. ایلان ماسک، هم‌موسس و یکی از نخستین سرمایه‌گذاران شرکت، در ابتدا ۷ میلیون دلار سرمایه‌گذاری کرده و پس از آن ۳۰ میلیون دلار دیگر را نیز به شرکت اختصاص داد.

شرکت تسلا موتورز برای طراحی اولین محصول خود، یعنی خودروی رودستر^{۱۷} با نام کد «ستاره تاریک^{۱۸}»، یک مسابقه طراحی برگزار کرد. شرکت خودروسازی لوتوس^{۱۹}، یک تولیدکننده بریتانیایی، در این مسابقه برنده شد و به صورت مشترک این خودرو جدید را طراحی کرده و ساخت. به دلیل تجربه و تخصص لوتوس در ساخت خودروهای مسابقه‌ای و ورزشی، این شرکت هم‌پیمان مناسبی برای این پروژه بود. در واقع، خودروی تسلا رودستر بر اساس خودروی الیزه^{۲۰} ساخت شرکت لوتوس به عنوان یک مدل اولیه طراحی شده بود. متخصصان با استفاده از ابزارهای

¹⁴ Walmart

¹⁵ Dragon

¹⁶ Inc. Magazine

¹⁷ Roadster

¹⁸ Dark Star

¹⁹ Lotus Cars

²⁰ Elise

نرم افزاری لوتوس، شاسی خودروی رودستر را طراحی کرده و آن را به وسیله همان شرکت نیروژی که الیز لوتوس را ساخته بود، تولید کردند.

در دسامبر ۲۰۰۶، مجله تایم خودروی تسلا رودستر را به عنوان بهترین اختراع سال در دسته حمل و نقل معرفی کرد. با این حال، در سال ۲۰۰۷، مشخص شد که میزان فروش برای حفظ کسب و کار کافی نیست؛ شرکت در حال از دست دادن پول بود. پس از بررسی وضعیت مالی تسلا، ماسک فهمید که هر خودروی فروخته شده، به شرکت ۵۰،۰۰۰ دلار ضرر می‌زند. به عنوان مدیرعامل، مارتین ابرهارد به سرمایه‌گذاران این اطمینان را داده بود که ساخت هر رودستر فقط ۶۵،۰۰۰ دلار هزینه دارد که به نظر می‌رسید قیمت نهایی فروش ۹۲،۰۰۰ دلاری آن را توجیه می‌کرد. در واقع، ماسک فهمید که هزینه بخش‌های مختلف شرکت و زیرمجموعه‌ها و تأمین کالاهای لازم برای ساخت هر خودرو، برای شرکت عددی معادل با ۱۴۰،۰۰۰ دلار است و رودستر حتی با ابزار فعلی تسلا نیز توجیه اقتصادی برای تولید ندارد. همچنین، او مشکلاتی اساسی در ایمنی طرح موجود یافت. ماسک کاملاً شگفت‌زده از وضعیت پیچیده، اظهار کرد: «ما بهتر بود فقط یک چک ۵۰،۰۰۰ دلاری به هر مشتری ارسال کرده و وارد مرحله ساخت خودرو نمی‌شدیم».

بنابراین، ماسک مارتین ابرهارد را اخراج کرد و خودش مدیریت شرکت را به عهده گرفت تا مشکل خودروی رودستر را حل کند. تقریباً هر سیستم مهم در خودرو، از جمله بدنه، موتور، الکترونیک، قدرت، گیربکس، باتری، سیستم تهویه مطبوع و ... باید مجدد طراحی می‌شدند. تغییرات بسیار زیادی مورد نیاز بود که در راستای حفظ مشخصات عملکردی و ایمنی منتشر شده خودروی رودستر و همچنین کاهش هزینه‌ها به منظور سودآوری، لازم بود.

شرکت تسلا موتورز در سال ۲۰۰۸، خودروی رودستر با طراحی مجدد شد را با قیمت پایه ۱۰۹،۰۰۰ دلار معرفی کرد. تا ۳۱ دسامبر ۲۰۰۹، تسلا ۵۱۴ کارمند داشت و ۹۳۷ مدل رودستر را در ۱۸ کشور جهان فروخته بود. بیش از ۱۲۰۰ نفر دیگر هم پیش‌پرداخت جهت رزرو رودستر پرداخت کرده بودند که باعث شد که شرکت مبلغ ۷۰ میلیون دلار به عنوان وام بدون بهره دریافت کند. سه سال بعد، تا ۳۱ دسامبر ۲۰۱۲، تسلا بیش از ۲،۴۵۰ مدل رودستر فروخته بود. شرکت، نسخه ۲۰۰۸ خودروی تسلا رودستر را لغو کرده و با مدل جدیدی با نام تسلا رودستر ۲ جایگزین نمود که عملکرد حرکتی آن با موتور الکتریکی بهبود یافته بود و هزینه تولید کمتری داشت. خودروی رودستر اسپورت که در ۳.۷ ثانیه از صفر تا ۶۰ مایل در ساعت شتاب می‌گرفت (سریع‌تر از پورشه جی تی ۹۱۱) محصول بعدی در لیست تولید شرکت بود. تا پایان سال ۲۰۱۲، شرکت تسلا موتورز به طور کامل تولید خودروی رودستر را متوقف کرد.

در مارس ۲۰۰۹، تسلا نسخه اولیه‌ای از سواری خانوادگی مدل اس را به عموم معرفی کرد. تا پایان سال، تسلا حدود ۲۰۰۰ رزرو مشتری برای این خودرو دریافت کرده بود (پیش‌پرداخت حداقل ۵۰۰۰ دلار). این نسخه آزمایشی به یک سدان با کیفیت تبدیل شده بود و تا ژوئن ۲۰۱۲، حدود ۱۲۰۰۰ رزرو جذب نمود. تسلا مدل اس را در کارخانه فریمونت کالیفرنیا تولید می‌کرد که در ماه مه ۲۰۱۰ آن را با قیمت ۴۲ میلیون دلار از تویوتا خریداری کرده بود. این خودرو برای پنج نفر بزرگسال طراحی شده بود، در ۴.۴ ثانیه به سرعت ۶۰ مایل در ساعت می‌رسید و در حالت

معمول، با یک بار شارژ، بیش از ۳۰۰ مایل مسافت طی می‌کرد. ماسک در وبلاگ تسلا در مورد کارایی خودروی الکتریکی و برد آن اینگونه توضیح داده بود: «با باتری ۸۵ کیلووات‌ساعت، هدف ما طی کردن مسافت‌های بیش از ۳۰۰ مایل با استفاده از یک روش آزمایشی خاص می‌باشد، همان روشی که برای رودستر استفاده شده‌است. این هدفی است که هیچ خودروی الکتریکی در تاریخ تا به این زمان آن را محقق نکرده است. از این جهت خوشحال هستیم که موفق به عبور از این هدف شده‌ایم». یک پژوهشگر ارشد دانشگاه مرکزی فلوریدا با استفاده از خودروی مدل اس خود، بیش از ۴۲۳ مایل با یک بار شارژ سفر کرد.

تحويل مدل اس در تاریخ ۲۲ ژوئن ۲۰۱۲ آغاز شد و با بازخوردهای مثبتی همراه شد. تا دسامبر ۲۰۱۲، بیش از ۲۰ هزار پیش‌پرداخت برای خرید این خودرو واریز شده بود و تسلا در تابستان سال ۲۰۱۳ حدود ۵۰۰ خودرو در هفته تولید می‌کرد.^(۱۷) قیمت پایه مدل اس از ۱ ژانویه ۲۰۱۳ مبلغ ۵۲۴۰۰ دلار تعیین شد.^(۱۸) مجله خودرویی موتور ترند^{۲۱} در مورد مدل اس نقدهای فوق العاده‌ای را ارائه کرد و اظهار نمود: «بطور کلی، مدل اس تسلا، یک خودروی بسیار شگفت‌انگیز است»^(۱۹)

با الهام گرفتن از موفقیت خودروی مدل اس، تسلا کار روی خودروی الکتریکی هفت نفره جدیدی به نام مدل ایکس را آغاز کرد که بهترین ویژگی‌های یک خودروی شاسی‌بلند را با مزایای یک مینی‌ون ترکیب می‌کرد. پس از تأخیرهای چندین باره، تسلا قصد داشت که اولین مدل ایکس را در اواخر سال ۲۰۱۵ تحويل دهد.^(۲۰) در سال ۲۰۱۴، تسلا اعلام کرد که پس از مدل اس و مدل ایکس، خودروی بعدی که تولید خواهد شد، مدل ۳ خواهد بود.^(۲۱) تسلا با تولید این خودروی جدید سعی در ورود به بازارهای بزرگ‌تر با یک خودرو کم‌حجم‌تر داشت. خودرویی که حدود ۳۵۰۰۰ دلار هزینه داشت و دارای بردی به میزان ۲۰۰ مایل در هر بار شارژ باطری بود. برنامه‌ریزی برای عرضه مدل ۳ در سال ۲۰۱۷ بود.

تسلا در تاریخ ۲۹ ژوئن ۲۰۱۰، اولین عرضه عمومی^{۲۲} خود را انجام داد که اولین باری بود که یک شرکت خودروساز آمریکایی توانست پس از فورد که در سال ۱۹۵۶ در بورس عرضه عمومی شد وارد بازار سهام شود. در روز نخست معامله، سهام تسلا با قیمت ۲۳.۸۹ دلار بسته شد و ۲۶۶.۱ میلیون دلار برای شرکت تأمین سرمایه کرد.^(۲۳) با این حال، تسلا در اولین گزارش سالانه خود، زیان عملیاتی به مبلغ ۱۴۶.۸ میلیون دلار گزارش کرد و این زیان‌ده بودن شرکت تا اوایل سال ۲۰۱۳ ادامه یافت.^(۲۴) زمانی که تسلا نخستین گزارش از دوره سودآوری خود را در ۱۰ سال گذشته اعلام کرد و مبلغ سود بالای ۱۱ میلیون دلار را گزارش داد (جزئیات در شکل ۱ آورده شده است)، سرمایه‌گذاران تمایل بیشتری برای خرید سهام آن پیدا نمودند. در نتیجه افزایش تقاضا برای خرید سهام تسلا، باعث افزایش قیمت آن شد و قیمت سهام تسلا در اوایل ماه سپتامبر ۲۰۱۴ به بیش از ۲۸۰ دلار رسید و پس از آن شروع به کاهش کرد (جزئیات در شکل ۲ آورده شده است). مشکل دیگری که شرکت تسلا با آن مواجه بود،

²¹ Motor Trend

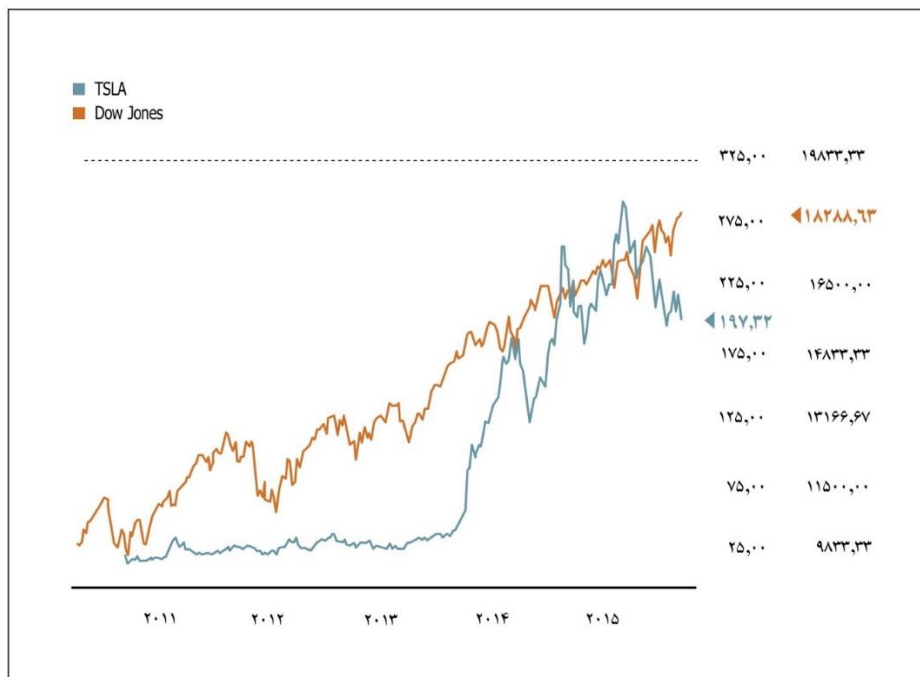
²² IPO (Initial Public Offering)

وجود بیش از ۳ میلیارد دلار در ساختار سهامی خود بود که از محل قرارداد وام‌های قابل تبدیل به سهام^{۲۳} تامین شده بود. به‌منظور آن‌که سرمایه‌گذاران تصمیم به دریافت سرمایه خود از طریق بازپرداخت نقدی یا بالاتر بردن نرخ بهره نگیرند سهام تسلا می‌بایست در طی شش سال پیش رو حداقل ۱۶ درصد افزایش می‌یافت.^(۲۴)

شکل ۱، صورت سود و زیان شرکت تسلا

سال مالی	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲	۲۰۱۳	۲۰۱۴
موجودی نقد و سرمایه‌های کوتاه‌مدت	۱۷۳,۱۵۵	۳۰۳,۸۰۳	۲۲۰,۹۸۴	۸۴۸,۹۰۱	۱۹۲۳,۶۶۰
مطالبات (کل)	۶,۷۱	۹,۵۳۹	۲۶,۸۴۲	۴۹,۱۰۹	۲۲۶,۶۰۴
موجودی‌ها (کل)	۴۵,۱۸۲	۵۰,۰۸۲	۲۶۸,۵۰۴	۳۴۰,۳۵۵	۹۵۳,۶۷۵
مالکیت، ساختمان و تجهیزات - کل (خالص)	۱۲۲,۵۹۹	۳۱۰,۱۷۱	۵۶۲,۳	۱۱۲۰,۹۱۹	۲۵۹۶,۰۱۱
استهلاک، تخریب و انحلال (تجمعی)	۲۲,۳۹۳	۳۴,۲۲۲	۶۰,۸۴۳	۱۵۹,۶۴۲	۳۰۷,۲۵
دارایی‌ها (کل)	۳۸۶,۰۸۲	۷۱۸,۴۸۸	۱۱۱۴,۱۹	۲۴۱۶,۹۳	۵۸۴۹,۲۵۱
حساب‌های پرداختی (تجاری)	۲۸,۹۵۱	۵۶,۱۴۱	۳۰۳,۳۸۲	۳۰۳,۹۶۹	۷۷۷,۹۴۶
بدهی‌های بلندمدت	۷۲,۳۲۴	۲۷۱,۱۸۵	۴۱۱,۴۶	۵۹۸,۹۷۴	۱۸۱۸,۷۸۵
بدهی‌ها (کل)	۱۷۹,۰۳۴	۴۸۹,۴۰۳	۹۸۹,۴۹	۱۷۴۹,۸۱	۴۸۷۹,۳۴۵
حقوق صاحبان سهام (کل)	۲۰۷,۰۴۸	۲۲۴,۰۴۵	۱۲۴,۷	۶۶۷,۱۲	۹۱۱,۷۱
فروش (خالص)	۱۱۶,۷۴۴	۲۰۴,۲۴۲	۴۱۳,۲۵۶	۲۰۱۳,۴۹۶	۳۱۹۸,۳۶۵
هزینه کالاهای فروش رفته	۷۵,۳۹	۱۲۵,۷۳۸	۳۵۴,۸۷۶	۱۴۵۱,۱۵۱	۲۲۰۰
هزینه فروش، عمومی و اداری	۱۱۷,۵۶۹	۳۱۳,۰۸۳	۴۲۴,۳۵	۵۱۷,۵۴۵	۱۰۶۸,۳۶۰
مالیات بر درآمد	۰,۱۷۳	۰,۴۸۹	۰,۱۳۶	۲,۵۸۸	۹,۴۰۴
درآمد قبل از اقلام فوق عادی	(۱۵۸,۸۴۵)	(۲۵۴,۴۱۱)	(۳۹۶,۲۱۳)	(۷۴,۳۱۴)	(۲۹۴,۰۴۰)

شکل ۲: نمودار قیمت سهام تسلا نسبت به شاخص صنعتی داو جونز از زمان عرضه اولیه شرکت تسلا



صنایع خودروسازی ایالات متحده

در طول چند دهه گذشته، سه شرکت خودروساز بزرگ یعنی جنرال موتورز^{۲۴}، فورد^{۲۵} و کرایسلر^{۲۶} صنعت خودروسازی آمریکا را تحت تسلط خود قرار داده بودند (جزئیات در شکل ۳ آورده شده است). جنرال موتورز در سال ۱۹۶۲ با به دست آوردن بیش از ۵۰ درصد سهم از بازار خودروی آمریکا، لقب رهبر بازار خودرو را به خود اختصاص داد. تا سال ۲۰۰۹، سهم بازار جنرال موتورز به کمتر از ۲۰٪ کاهش یافت و در عین حال، سهم بازار سه شرکت بزرگ هم برای نخستین بار به زیر ۵۰٪ رسید.^(۲۵) جنرال موتورز و کرایسلر اعلام ورشکستگی کردند، در حالی که فورد نیز صرفاً سعی می کرد خود را از زیان دهی خارج کند. چه عاملی منجر به رکود این شرکت ها شده بود؟

در دهه ۹۰ میلادی، سه شرکت بزرگ خودروساز آمریکایی شامل جنرال موتورز، فورد و کرایسلر جهت دهی تولید خود را از خودروهای سایز متوسط و کوچک به سمت «جنون اس یووی»^{۲۷} سوق دادند. آن ها مدل کسب و کار خود را بر پایه این فرض بنا کرده بودند که قیمت بنزین در آینده پایین خواهد ماند و مردم آمریکا همچنان تمایل به

²⁴ General Motors (جنرال موتورز)

²⁵ Ford

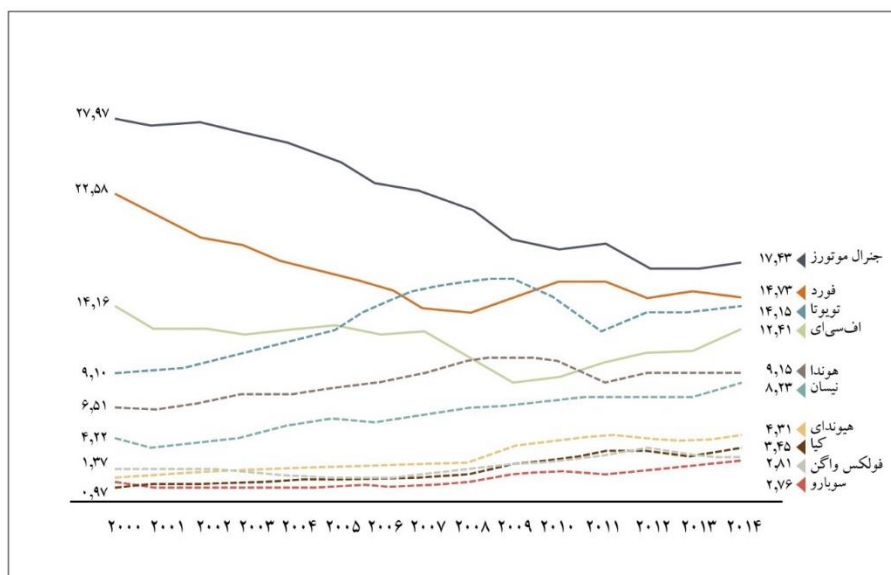
²⁶ Chrysler

²⁷ Craze اس یووی

خرید خودروهای بزرگ و اس‌یووی‌ها خواهند داشت. در صورتی که این فرضیات صدق می‌نمودند، استراتژی این شرکت‌ها سودآور می‌شد؛ زیرا پیکاپ‌ها^{۲۸} و اس‌یووی‌ها بیشترین حاشیه سود در بین تمامی کلاس‌های خودروهای تولیدی را داشتند. در حقیقت، پیکاپ فورد اف-۱۵۰ هنوز هم پرفروش‌ترین خودرو در ایالات متحده به شمار می‌رفت. خودروی هامر^{۲۹} نیز یکی از محصولات پرسود جنرال موتورز بود که حدود ۷ مایل به‌ازای هر گالن مصرف سوخت داشت.

اما هنگامی که فروش اس‌یووی در سال ۲۰۰۴ شروع به کاهش کرد، سه شرکت بزرگ خودروساز آمریکایی در تشخیص و سازگاری با تغییرات الگوی خرید مشتری، کند عمل کردند. پس از بحران مالی ۲۰۰۸، فروش خودرو در ایالات متحده به حدود ۱۱ میلیون دستگاه کاهش یافت که در مقایسه با آمار ۱۸ میلیون فروش در سال ۲۰۰۰ به نوبه خود یک رکورد تلقی می‌شد. در حالی که قیمت یک گالن بنزین در تابستان ۲۰۰۸ به بیش از ۴ دلار رسید، تقاضا برای خودروهای جدید پیکاپ و اس‌یووی‌ها به صورت قابل توجهی کم شد. با این حال، تا دسامبر ۲۰۱۴، قیمت بنزین در ایالات متحده به کمتر از ۲ دلار برای هر گالن کاهش یافت (جزئیات در شکل ۴ آورده شده است) و به فروش پیکاپ‌ها دوباره رونق داد.^(۲۶)

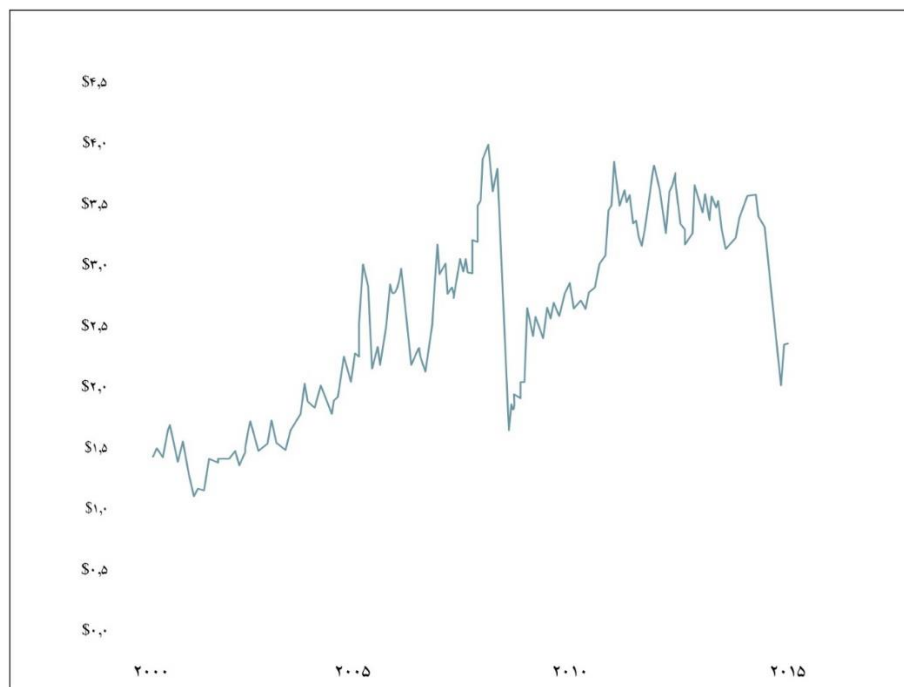
شکل ۳: نمودار قیمت سهام سه شرکت بزرگ خودروسازی نسبت به سایرین



²⁸ Pickup

²⁹ Hummer 1

شکل ۴: قیمت بنزین در ایالات متحده آمریکا



جنرال موتورز

سه شرکت بزرگ خودروساز آمریکایی به دلیل ساختار گسترده‌تر هزینه‌های خود در این بازار، در جدال با رقبای خود دچار سختی و مشکلات بودند. برخلاف رقبای خودروساز خارجی، شرکت‌های آمریکایی باید هزینه‌های طولانی مدت مرتبط با مزایای اجتماعی و بازنشستگی کارکنان خود را پوشش می‌دادند. در این بخش، جنرال موتورز بیشترین ضرر را متحمل شد. در برهه‌ای از زمان، جنرال موتورز هزینه کامل حق بیمه سلامتی برای همه کارکنان، خانواده‌هایشان و بازنشستگان را پرداخت می‌کرد. هنگامی که هزینه‌های مربوط به مراقبت‌های پزشکی در ایالات متحده در سال‌های پایانی قرن بیستم با افزایشی قابل توجه روبرو شد، بیشتر این طرح‌های سنتی دچار مشکل کمبود منابع شدند. گام‌هایی مانند ارائه بسته بازنشستگی به کارگران سالخورده و توافقات با اتحادیه‌های کارگری برای انتقال هزینه‌های بازنشستگی به یک صندوق مستقل، با اینکه کمک کننده بودند اما مشکلات مالی جنرال موتورز را به‌طور کامل حل نمی‌کردند.

علاوه بر این، جنرال موتورز نیز به اتحادیه کارگران خودروساز^{۳۰} امتیازاتی قابل توجه نظیر افزایش دستمزد و مزایای ساعتی داده بود. به عنوان مثال، کارگرانی که اخراج شده بودند، در صورت انتظار برای استخدام مجدد، می‌توانستند از حقوق تقریباً کامل در مراکز کارایی بهره ببرند. جنرال موتورز با یک بحران مواجه بود. به دلیل هزینه‌های ناشی

³⁰ United Auto Workers (UAW)

از نیروی کار، جنرال موتورز بدون استفاده از حمایت دولت در قالب تشویق‌های مالیاتی قادر به کسب درآمد از خودروهای کوچک و با کارایی بالا نبود. اما به علت اینکه اتحادیه کارگری نفوذ بالایی داشت، جنرال موتورز نمی‌توانست اقدامات مناسبی را برای کاهش هزینه‌های نیروی کار خود، به صورت تعدیل نیرو یا مذاکره برای دستمزد کمتر انجام دهد.

جنرال موتورز ۶۰ روز پس از دادخواست ورشکستگی با یک ترازنامه مالی کاملاً متفاوت مجدداً به عرصه رقابت بازگشت. همچنین ۴ برند از زیرمجموعه‌های آن نیز کاسته شد. دولت ایالات متحده برای خارج کردن این شرکت از حالت ورشکستگی نزدیک به ۵۸ میلیارد دلار را تحت برنامه «تارپ»^{۳۱} فراهم کرد و به عبارتی مالک واقعی این شرکت شد. در دسامبر ۲۰۱۲، جنرال موتورز اعلام کرد که قصد دارد ۵.۵ میلیارد دلار برای خرید بخش زیادی از سهام خود که توسط خزانه دولت آمریکا نگه داشته می‌شد، هزینه کند. دولت آمریکا آخرین بخش از سهام خود را نیز در دسامبر ۲۰۱۳ فروخت.^{۳۲} در کل، دولت آمریکا حدود ۱۰.۵ میلیارد دلار از سرمایه‌گذاری ۴۹.۵ میلیارد دلاری خود در جنرال موتورز را از دست داد.^{۳۳} در همین حین، در سال ۲۰۱۴، جنرال موتورز تعداد زیادی از خودروهای خود را از بازار جمع‌آوری کرد و دلیل آن نیز معایبی بود که منجر به چندین فوت شده و باعث ایجاد خطر برای سلامتی عمومی شده بود.^{۳۴}

کرایسلر

در سال ۱۹۹۸، شرکت کرایسلر به حدی با مشکل مواجه بود که شرکت خودروساز آلمانی دایملر^{۳۲} ۳۶ میلیارد دلار برای افزایش سرمایه به این شرکت پرداخت. این معامله به عنوان «ادغام دو شرکت برابر» در رسانه‌ها منعکس شد، ولی وقتی چندین مدیر برجسته آمریکایی اخراج شدند و مدیران دایملر جانشین آن‌ها شدند، حقیقت این معامله آشکار شد. تصمیم آن‌ها برای بازنشستگی برند پلیموث^{۳۳}، به آشکار شدن ذات این حقیقت دامن زد.^{۳۴} در اصل، این ادغام می‌بایست به کرایسلر دسترسی به بازارهای اروپایی می‌داد که بتواند محصولات بهتری تولید کند و نیز به هر دو شرکت قدرت بازار بیشتری را اعطا کند.

با این حال، فرهنگ مدیریتی دو شرکت با هم در تضاد بود و دایملر-کرایسلر هرگز به تأثیرات هم‌کاری مورد انتظار نرسید.^{۳۵} در نهایت، دایملر تصمیم گرفت که به تنهایی عمل کند و در ماه اوت سال ۲۰۰۷، ۸۰.۱ درصد از شرکت کرایسلر را با قیمت ۷.۴ میلیارد دلار به شرکت سبروس کپیتال^{۳۴} فروخت. این شرکت امیدوار بود بتواند با تغییر حالت شرکت از سهامی عام به خاص، از فشارهای عمومی ناشی از گزارش‌های مالی کاسته و شرکت را نوسازی کند. ولی متأسفانه مشکلات شرکت کرایسلر بسیار بزرگتر از آن بود که سبروس بتواند آن‌ها را مرتفع کند و کرایسلر در آوریل سال ۲۰۰۹ بر اساس فصل ۱۱ قانون تجارت اعلام ورشکستگی کرد.

³¹ Troubled Asset Relief Program (TARP)

³² Daimler

³³ Plymouth

³⁴ Cerberus Capital

در این زمان، دولت فدرال وارد شد و ۶.۶ میلیارد دلار برای تأسیس «کرایسلر جدید» پرداخت کرد. از این میزان، ۵۵ درصد متعلق به صندوق بازنشستگی و ۲۵ درصد به شرکت خودروسازی ایتالیایی فیات^{۳۵} بود که دولت‌های آمریکا و کانادا سهام اقلیت را در دست داشتند.^(۳۴،۳۳) قدم بعدی بازسازی شرکت، با شروع معاملات شرکت فیات-کرایسلر در بورس نیویورک در تاریخ ۱۳ اکتبر ۲۰۱۴ آغاز شد.^(۳۵) فیات، کرایسلر را به پلتفرم خودروهای کوچک و با کارایی بالاتر تبدیل کرد و همچنین برای کرایسلر دسترسی به شبکه توزیع جهانی فیات را فراهم کرد. امید می‌رفت کرایسلر با طراحی، مهندسی، تولید، خرید و بازاریابی، صرفه‌جویی در هزینه را تحقق بخشد، در حالی که فیات به بازار خودروی آمریکایی دسترسی زیادی پیدا می‌کرد.

فورد

شرکت فورد در اوج حباب مالی با گرو گذاشتن تقریباً تمامی دارایی خود، توانست ۲۴.۵ میلیارد دلار قرض کند که برایش دسترسی زیادی به یک خط اعتبار مالی فراهم می‌نمود.^(۳۶) این شامل نشان تجاری آبی فورد بود که تا ماه می ۲۰۱۲ آن را به دست نیاورد.^(۳۷) فورد درخواستی برای دریافت کمک دولتی ارائه نکرد و همچنین هیچ گونه تأمین مالی دولتی دریافت نکرد، ولی همچنان این شرکت با مدل‌های جذاب و جدیدی مانند فورد فوکوس^{۳۶} و فورد اکسپلورر^{۳۷} بازگشت موفقیت‌آمیزی را تجربه نمود.

در اکتبر ۲۰۱۲، فورد با اجرای موفق استراتژی خود که شامل افزایش قیمت خودروهایش به همراه کاهش هزینه‌های تولید آن‌ها بود، سود سه ماهه سوم ۱.۶ میلیارد دلاری را منتشر کرد. به گفته رابرت شینکس، مدیر مالی فورد: «اگر به ۵ یا ۱۰ سال قبل برگردیم، حاشیه سود خوبی روی کامیون‌هایمان داشتیم ... روی اس‌یووی‌های بزرگ عملکرد خوبی داشتیم ... روی خودروهای بزرگ خوب عمل نکردیم و در دیگر خودروها سودهای بزرگی از دست دادیم. این یک تغییر بزرگ از جایی است که بودیم»^(۳۸،۳۹) فورد پس از آن تکنولوژی اکوبوست^{۳۸} را توسعه داده بود که به بهبود مصرف سوخت در خودروهای بزرگش کمک می‌کرد، همچنین در نظر داشت وارد بازار خودروهای الکتریکی شود.

رقبای خارجی

از زمان نخستین شوک قیمت نفت در سال‌های ۱۹۷۴-۱۹۷۳، تولیدکنندگان غیرآمریکایی خودرو برای ورود به بازار آمریکا تلاش بی وقفه‌ای داشتند. به دلیل سرمایه‌گذاری بیشتر در تحقیق و توسعه نسبت به شرکت‌های خودروساز آمریکایی، تولیدکنندگان آلمانی، ژاپنی و کره‌ای خودروهایی با کیفیت بالاتر، مهندسی پیشرفته‌تر و با بهره‌وری سوخت بهتر به بازار عرضه کردند. به دلیل عدم تأمین هزینه‌های بهداشت و بازنشستگی کارکنان شرکت، شرکت‌های خارجی همچنین می‌توانستند خودروهایشان را با قیمت‌های کمتری تولید کرده و به فروش برسانند.

³⁵ Fiat

³⁶ Ford Focus

³⁷ Ford Explorer

³⁸ Eco-Boost

(که منجر به افزایش فروش و یا حاشیه سود بالاتر می‌شد). تا نوامبر ۲۰۱۲، تولیدکنندگان خودرو ژاپنی تویوتا^{۳۹} و هوندا^{۴۰} به ترتیب در رتبه سوم و پنجم فروش خودرو در ایالات متحده قرار داشتند. نیسان^{۴۱} (ژاپن)، هیوندای^{۴۲} (کره) و کیا^{۴۳} (کره) نیز در بازار آمریکا به عنوان بازیگران قوی بازار شناخته می‌شدند.^(۴۰)

تولیدکنندگان خودرو ژاپنی، تویوتا و هوندا، از دیرباز به عنوان رهبران در تولید خودروهای با کیفیت بالا و مصرف سوخت بهینه شناخته می‌شدند. تویوتا همیشه بزرگترین شرکت خودروسازی ژاپن بود و در اوایل سال ۲۰۰۹، در تولید و فروش جهانی، شرکت جنرال موتورز را پشت سر گذاشت. از آن زمان به بعد، جنرال موتورز و تویوتا چندین بار رتبه اول در فروش جهانی کلی را به یکدیگر واگذار کردند. هوندا دومین بزرگترین شرکت خودروسازی ژاپن بود و در رتبه پنجم جهانی، پس از جنرال موتورز، تویوتا، فولکس‌واگن^{۴۴} و فورد قرار داشت. به دلیل محدودیت‌های صادراتی‌ای که در سال ۱۹۸۱ توسط دولت ریگان اجرا شد، شرکت‌های ژاپنی در زمینه تأسیس واحدهای تولید در ایالات متحده سرمایه‌گذاری زیادی کردند. کارخانه‌های ژاپنی به طور معمول با اتحادیه‌ای همکار نبودند و هزینه‌های کمتری برای نیروی کار و هزینه‌های جانبی (مانند بازنشستگی و بهداشت) در مقایسه با همتایان آمریکایی خود پرداخت می‌کردند. این موضوع برای شرکت‌های خودروسازی ژاپنی، امکان تولید و فروش خودروهایشان با قیمت رقابتی در بازار آمریکا فراهم نموده بود. تأسیس واحدهای تولید در ایالات متحده، همراه با فعالیت‌های خیریه، تلاش‌های لابی‌گرایانه و به اشتراک‌گذاری فناوری، یک گام مهم در بهبود روابط عمومی و کاهش مسئولیت خارجی آن‌ها بود.

از لحاظ توسعه، تولیدکنندگان خودروی کره‌ای در بازار خودروی آمریکا مانند شرکت‌های ژاپنی در دهه ۱۹۸۰ جایگاهی خوبی را به دست آورده‌اند. به عنوان جایگزین‌هایی ارزان قیمت و به‌صرفه برای خودروهای آمریکایی، ژاپنی و اروپایی، آن‌ها در بین خریداران خودروی آمریکایی شناخته‌تر و پذیرفته‌شده‌تر بودند. برخی کارشناسان معتقد بودند که هیوندای در کیفیت هم‌رده با شرکت‌های تویوتا و هوندا بود.

رقبای دیگری که در آینده ممکن بود با شرکت‌های خودروسازی فعلی رقابت کنند، تولیدکنندگان خودرو چینی بودند. یکی از شرکت‌هایی که باید به آن توجه می‌شد بی‌وای‌دی موتورز^{۴۵} بود. این شرکت خودروهای هیبریدی و الکتریکی را در چین به فروش می‌رساند. این شرکت از شروع فعالیت خود به عنوان یک شرکت تولیدکننده باتری، برتری واضحی داشت و باتری‌های فسفات آهن لیتیومی‌ای را توسعه داده بود که خودروها را قادر به راندن ۲۵۰ مایل با یک شارژ سه ساعته می‌کرد.^(۴۱ و ۴۲) این شرکت اولین گام خود برای ورود به بازار آمریکا را با ساخت اتوبوس ۴۰ فوتی با عمر باتری ۲۴ ساعته برداشت که می‌توانست مسافت ۱۵۵ مایل را با یک‌بار شارژ طی کند. به عنوان

³⁹ Toyota

⁴⁰ Honda

⁴¹ Nissan

⁴² Hyundai

⁴³ Kia

⁴⁴ Volkswagen

⁴⁵ BYD Motors

اولین شرکت خودروسازی چینی که قصد نفوذ به بازارهای غربی را داشت، بی‌وای دی توجه وارن بافت را جلب کرده و او حدود ۲۳۰ میلیون دلار برای ۱۰ درصد سهام این شرکت سرمایه‌گذاری کرده بود.^(۴۳) با اینکه بی‌وای دی در حال حاضر خودروهای الکتریکی خود را در خارج از چین به فروش نمی‌رساند، قیمت پیش‌بینی شده برای خودروهای بی‌وای دی درمقایسه با قیمت مدل‌های تسلا، به طور قابل توجه کمتر بود.

سه شرکت خودروسازی آلمانی دایملر، بی‌ام‌و^{۴۶} و فولکس‌واگن در سال ۲۰۱۳ هر کدام بین ۲ تا ۴ درصد از بازار آمریکا را در اختیار داشتند.^(۴۴) تقاضا برای خودروهای فولکس‌واگن به طور آهسته‌ای افزایش یافته بود، بدون اینکه سودآوری را به خطر بیندازد.^(۴۵) پورشه که به صورت کامل زیرمجموعه‌ای از فولکس‌واگن بود، یک بازیکن قدرتمند در بخش خودروهای ورزشی لوکس بود، در حالی که آئودی، یک زیرمجموعه‌ی دیگر متعلق به فولکس‌واگن از سال ۱۹۶۶، شهرت قوی‌ای را به سبب ماشین‌های لوکس متوسط و اس‌یووی‌های خود داشت. مانند همتایان ژاپنی‌شان، تولیدکنندگان خودرو آلمانی به دلیل توانایی‌های مهندسی و طراحی، مزیت رقابتی برتر بازار را در چند سال اخیر به دست آوردند. با افزایش قیمت سوخت، تقاضا برای خودروهای آلمانی نیز افزایش یافته بود، زیرا این خودروها با ترکیبی از عملکرد بالا و لوکس بودن به همراه کارایی سوختی ارائه می‌شدند.

پیش‌رانه‌های جایگزین برای خودروها

قطع تامین نفت در دهه ۱۹۷۰ نیاز به خودروهای کوچک‌تر و با کارایی سوختی بیشتر را بیش از هر زمان دیگر برجسته کرد. نگرانی از وابستگی آمریکا به نفت خارجی، کنگره را برآن داشت که قسمت پنجم «بهبود کارایی خودرو»، به قانون اطلاعات و صرفه جویی در هزینه خودرو، اضافه شود. این قانون استانداردهای «کافه^{۴۷}» را برای خودروهای سواری و کامیون‌های سبک تعیین می‌کرد و هدف داشت تا کارایی سوختی خودروهای جدید را تا سال ۱۹۸۵ دو برابر کند.^(۴۶)

در سال ۱۹۹۰، هیئت مدیره منابع هوایی کالیفرنیا مصوبه‌ای را برای معرفی خودروهای صفرانشار^{۴۸} تصویب کرد. این قانون مشخص کرد که ۲ درصد از خودروهایی که برای فروش در کالیفرنیا تولید می‌شدند، باید تا سال ۱۹۹۸ بدون آلاینده باشند و این عدد در سال ۲۰۰۱ به ۵ درصد و در سال ۲۰۰۳ به ۱۰ درصد افزایش یابد. اصلاحات پس از آن، الزامات سال ۱۹۹۸ و ۲۰۰۱ را حذف کرد، اما مقدار ۱۰ درصد برای سال ۲۰۰۳ را حفظ کرد و همچنین اجازه اعتبارات برای خودروهای نیمه صفرانشار را نیز صادر نمود.^(۴۷)

اولین خودروی الکتریکی تولید شده توسط جنرال موتورز در سال ۱۹۹۶ با نام «ای‌وی وان^{۴۹}» به عنوان یک خودروی لیزینگ فقط در بازار کالیفرنیا و آریزونا عرضه شد. رقاباتی نظیر تویوتا و هوندا نیز به سرعت با خودروهای الکتریکی

⁴⁶ BMW

⁴⁷ Corporate Average Fuel Economy (CAFE)

⁴⁸ Zero Emission Vehicles (ZEV)

⁴⁹ EV1

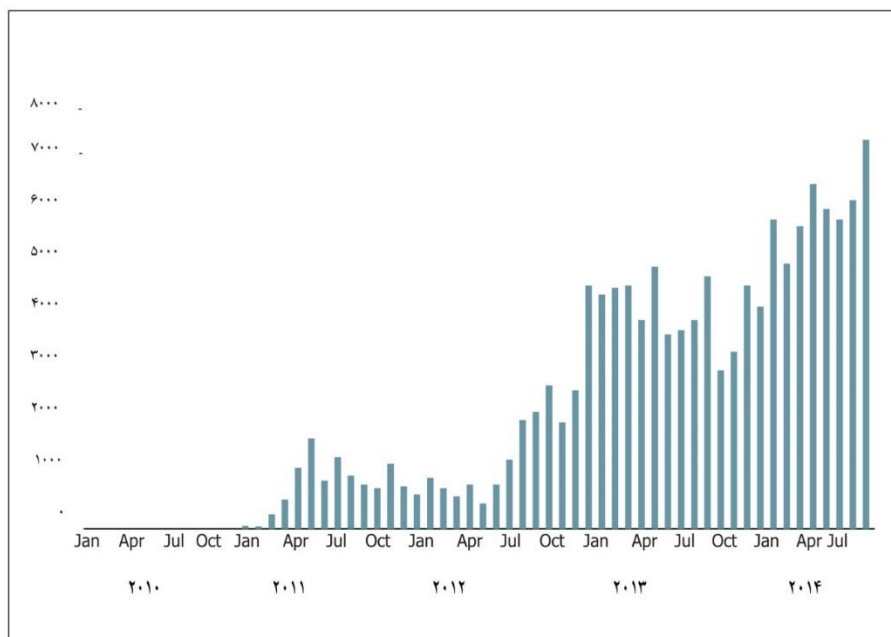
خود به این کارزار رقابت پیوستند. با این حال، بیشتر این مدل‌های اولیه پس از اینکه سازندگان خودرو با موفقیت قانون «کافه» را در دادگاه فدرال به چالش کشیدند، امتیازات و مهلت‌های قابل توجهی از هیئت مدیره منابع هواپیمایی کالیفرنیا گرفتند. به نظر سرپرست سابق جنرال موتورز، ریک واگنر، بدترین تصمیم دوران او در جنرال موتورز «قطع برنامه خودروی الکتریکی ای‌وی وان و عدم تخصیص منابع صحیح برای خودروهای هیبریدی بود. این تصمیم سودآوری را تحت تأثیر قرار نداد، اما تصویر شرکت را تحت تأثیر قرار داد». رئیس تحقیقات و توسعه جنرال موتورز، لری برنز، اکنون آرزو می‌کرد که جنرال موتورز نمونه الکتریکی ای‌وی وان را که مهندسانش بیش از ده سال قبل در مسیر توسعه قرار داده بودند، متوقف نمی‌کرد: «اگر می‌توانستیم زمان را به عقب برگردانیم، می‌توانستیم خودروی چوی‌ولت^{۵۰} را ۱۰ سال پیشتر داشته باشی»^(48, 49)

توسعه مهم بعدی در سال ۲۰۰۳ رخ داد، زمانی که دولت آمریکا سرمایه‌گذاری ۱.۳ میلیارد دلاری در تحقیقات مربوط به خودروهای با قدرت هیدروژنی را پشتیبانی کرد. بسیار جای تعجب بود که در همین زمان، کنگره تخفیف‌های مالیاتی تا حداکثر ۱۰۰۰۰۰ دلار برای خرید اس‌یووی‌های با مصرف سوخت بالا و تنها ۴۰۰۰ دلار برای خرید خودروهای الکتریکی را تصویب کرد که منجر به پیامدهای ناخواسته‌ای شد. اگرچه تخفیف مالیاتی ۱۰۰۰۰۰ دلار در اصل برای کامیون‌های تجاری مدنظر کنگره قرار گرفته بود، اما با تفاسیر مختلف از متن قانون، همه‌ی خودروهای سنگین را شامل می‌شد. این امر به جنرال موتورز اجازه داد فروش هابر اولیه را با قیمت ۱۲۵۰۰۰ دلار و مصرف سوخت ۷ مایل به‌ازای هر گالن ترویج دهد.

علاقه به منابع انرژی جایگزین به دلیل نگرانی‌های محیط زیستی رو به افزایش بود و قیمت نفت نیز نامطمئن شده بود. تولیدکنندگان خودرو در پاسخ به این موضوع سرمایه‌گذاری‌های قابل ملاحظه‌ای در تحقیق و توسعه فناوری‌های مختلف در زمینه تامین انرژی رقابتی صورت دادند. به نظر می‌رسید که نبردهای صنعتی در حال پدیدار شدن است و برنده این نبرد احتمالاً یک الگوی جدید را برای حمل و نقل شخصی ایجاد خواهد کرد. برق، هیدروژن، بایو دیزل، گاز طبیعی فشرده و اتانول از جمله محبوب‌ترین گزینه‌ها به عنوان جایگزین‌های مناسب برای سوخت‌های فسیلی در نظر گرفته می‌شدند. با این حال برخی از افراد پیش‌بینی می‌کردند که موتور احتراق داخلی حداقل تا ۵۰ الی ۱۰۰ سال آینده، به خصوص در خودروهای هیبریدی، همچنان استفاده خواهد شد. با این حال، در سال ۲۰۰۹، استانداردهای قانونی بیشتر شدند و میانگین مصرف سوخت ۳۵.۵ مایل به‌ازای هر گالن برای مدل‌های ۲۰۱۲-۲۰۱۶ الزامی شد.

از سال ۱۹۹۵ به بعد، تعداد خودروهای با سوخت جایگزین با افزایشی پایدار روبرو شد (نمودار ۵ را ببینید). در سال ۲۰۱۰، تقریباً ۱ میلیون خودروی با سوخت جایگزین در ایالات متحده در حال استفاده بودند و این روند در آینده با تمرکز بیشتر تولیدکنندگان بر این اقدام ادامه داشت.

شکل ۵: فروش باتری خودروهای الکتریکی



خودروهای الکتریکی دارای باتری

دو نوع اصلی خودروی الکتریکی وجود دارد. یک نوع خودروی الکتریکی "خالص" که گاهی به آن "خودروی الکتریکی دارای باتری"^{۵۱} اطلاق می‌شود. علت این نام‌گذاری این است که در این خودرو فقط از باتری برای تامین انرژی لازم به منظور حرکت استفاده می‌شود. با بهره‌گیری از اینکه موتورهای الکتریکی می‌توانند به عنوان ژنراتور نیز عمل کنند، خودروهای الکتریکی از ترمز کردن برای صرفه جویی در بخش قابل توجهی از انرژی مصرفی هنگام شتاب‌دهی استفاده می‌کنند که باعث افزایش کارایی خودرو می‌شود. به علاوه، خودروهای الکتریکی خالص در طول شتاب‌دهی نسبت به موتورهای احتراق داخلی، گشتاور بالاتری را در محدوده‌ی سرعت‌های بیشتر دارند. به عنوان مثال، تسلا رودستر با توان ۲۸۸ اسب بخار، شتاب و سرعت بیشتری نسبت به پورشه جی تی ۹۱۱ دارد. هزینه‌های اجرا و خدمات رسانی برای خودروی الکتریکی نیز بسیار کمتر از خودروهای بنزینی است. شرکت تسلا موتورز تخمین زده بود که هزینه هر مایل رانندگی با رودستر فقط ۰.۰۲ دلار است. این به این خاطر بود که موتورهای الکتریکی در مقایسه با صدها قطعه برای یک موتور احتراق داخلی که نیازمند طراحی و ساخت مهندسی شده و دقیق می‌باشد،

⁵¹ Battery Electric Vehicle (BEV)

قطعات کمتری داشت. خودروهای الکتریکی خالص معمولاً بسیار ساکت هستند و هیچ گاز خروجی‌ای تولید نمی‌کنند.

معایب اصلی خودروهای الکتریکی دارای باتری، مسائل مربوط به خود باتری است. باتری گران‌ترین قسمت خودرو است، در طول عمر مفید خود دچار فرسایش می‌شود، سنگین است، نیاز به زمان شارژ طولانی دارد و نسبت انرژی به وزن بسیار محدودی دارد. این نسبت کم، برد رانندگی خودروهای الکتریکی را به طرز قابل توجهی محدود می‌کند. متعادل کردن برد در برابر عملکرد، ظرفیت باتری در برابر وزن و نوع باتری در برابر هزینه، از چالش‌های اصلی تولیدکنندگان خودروهای دارای باتری الکتریکی است. باتری نیکل-فلز-هیدرید معمولاً طول عمری برابر با خود خودرو دارد، اما برد آن کمتر از ۲۰۰ مایل است و شارژ کردن باتری ساعت‌ها طول می‌کشد. خودروهای الکتریکی با باتری لیتیوم-یون جدید، با هر مرتبه شارژ توانایی طی کردن ۲۵۰ تا ۳۰۰ مایل دارند. بسیاری از کارشناسان معتقد بودند که مشکلات تولید باتری، محدودیت بزرگی برای صنعت خودروهای الکتریکی به حساب می‌آمد. مارک دوول، پژوهشگر در موسسه پژوهش قدرت الکتریکی در پالوآلتو، کالیفرنیا بیان کرد: «باتری‌ها بدون شک محدودیت شماره یک خودروهای الکتریکی هستند. همچنین، در حال حاضر باتری به عنوان گران‌ترین قطعه و مؤلفه محسوب می‌شود».^(۵۰)

بنابراین، شرکت تسلا متعهد شد که یک کارخانه با مساحت ۴ کیلومتر مربع در نزدیکی رینو در نوادا بسازد تا باتری لیتیوم-یون خود را ساخته و هر سال ۵۰۰۰۰۰ باتری برای تأمین کارخانه خودروسازی خود در فریمونت، کالیفرنیا تولید کند.^(۵۱) این مجموعه قرار بود در سال ۲۰۱۷ تولید را آغاز کند و برای افتتاح و راه‌اندازی این کارخانه در نزدیکی منابع لیتیوم برای فراهم کردن قابلیت تأمین انرژی تجدیدپذیر، به سرمایه‌گذاری ۵ میلیارد دلاری نیاز بود.^(۵۲) پرسش‌هایی پیرامون اینکه آیا باتری‌های لیتیوم-یون قادر به ارائه عملکرد مورد انتظار از نظر طول عمر و زمان شارژ دهی خواهند بود مطرح بود.^(۵۳) در تاریخ ۱۲ ژوئن ۲۰۱۴، ایلان ماسک اعلام کرد که به این کیفیت از تولید باتری دست یافته‌اند و این حرکت باعث شد که تولیدکنندگان خودروی بزرگی مانند بی‌ام‌و و نیسان به استفاده از تکنولوژی تسلا فکر کنند و اگر این اتفاق می‌افتاد، باتری‌های تسلا به عنوان استاندارد صنعت شناخته می‌شدند.^(۵۴)

به هر حال، همه‌ی فعالان صنعت علاقه‌مند به پیشرفت تکنولوژی باتری بودند. برای مثال، چند شرکت کوچک در آمریکا بر روی باتری‌های لیتیوم-یون با امید به تأمین نیازهای خودروسازان، تمرکز کرده بودند. دو شرکت بوستون پاور^{۵۲} که باتری‌های لپ‌تاپ تولید می‌کرد و ولنس تکنولوژی^{۵۳} که باتری‌های مورد استفاده سواری سگوی^{۵۴} را تولید می‌نمود، قصد داشتند به تولید باتری خودرو روی بیاورند. شرکت‌های چینی و ژاپنی که قبلاً هم در ساخت باتری‌های لیتیوم-یون تخصص داشتند، به دنبال به دست آوردن سهمی از این صنعت در حال ظهور بودند. حتی

⁵² Boston Power Co.

⁵³ Valence Technology Corp.

⁵⁴ Segway

اندی گرو^{۵۵}، رئیس سابق شرکت اینتل^{۵۶} در حال تلاش برای تولید باتری‌های پیشرفته برای خودروهای برقی بود.^(۵۵) طبق گفته آقای گرو، اگر شرکت‌های آمریکایی با جدیت توسعه باتری خودروهای الکتریکی را دنبال می‌کردند، کشور می‌توانست در بحران اقتصادی ناشی از نفت پیروز شود؛ و به جای وابستگی به واردات نفت، به وابستگی به باتری وارداتی برسد.

با وجود محدودیت‌های موجود در باتری‌ها، شرکت‌های خودروسازی، از جمله سه شرکت بزرگ آمریکایی و شرکت‌های خارجی، خودروهای الکتریکی خود را به بازار عرضه کردند. شرکت کرایسلر در سال ۲۰۰۷، بخش حفاظت از محیط زیست خود را برای ساخت خودروهای الکتریکی تأسیس کرد و یک سال بعد، نخستین نمونه خودروی الکتریکی خود را معرفی کرد: خودروی الکتریکی داج ای‌وی اسپورت^{۵۷}. با این حال، پس از اینکه فیات سهام شرکت کرایسلر را خریداری کرد، شرکت بخش خودرو الکتریکی را لغو کرد و مدل‌های آن را از محصولات آینده خود حذف نمود، اما به تازگی فیات خودروی الکتریکی جدیدی با برد ۸۷ مایل در هر بار شارژ را معرفی کرده بود.^(۵۶) در دسامبر ۲۰۱۲، فورد خودروی الکتریکی فورد فوکوس را با قیمت پایه ۳۹۲۰۰ دلار و برد ۷۶ مایل در بازار آمریکا معرفی کرد.^(۵۷) جنرال موتورز نیز در سال ۲۰۱۴، خودروی الکتریکی کوچکی به نام اسپارک^{۵۸} با هزینه ۱۹۱۸۵ دلار به بازار عرضه کرد. انتظار می‌رفت این خودرو با یک بار شارژ ۸۲ مایل مسافت را بپیماید. جنرال موتورز این خودرو را به عنوان مکملی برای هیبرید الکتریکی کامپکت خود اضافه کرد.

در میان خودروسازان ژاپنی، نیسان لیف^{۵۹} یک هاچبک کوچک پنج نفره بود که با برد الکتریکی ۷۳ مایل در شهر و کارایی سوخت برابر با حداقل ۹۹ مایل به‌ازای هر گالن، به بازار عرضه شده بود. لیف در کارخانه نیسان در تنسی ساخته می‌شد و با فروش ۴۰۰۰۰ دستگاه در سال ۲۰۱۴، بازار خودروهای الکتریکی را رهبری می‌نمود.^(۵۸) مدل سال ۲۰۱۵ با احتساب حمایت‌ها و اعتبارات مالیاتی، با قیمت تقریبی ۲۱۵۱۰ دلار در فهرست قیمت ثبت شده بود.^(۵۹) میتسوبیشی^{۶۰} نیز خودروی الکتریکی خود را در ایالات متحده فروخته بود. این خودرو تقریباً ۶۲ مایل با هر بار شارژ طی می‌کرد و کارایی سوختی تقریبی ۱۱۲ مایل به‌ازای هر گالن داشت.^(۶۰) علاوه بر این، چند شرکت کوچک اروپایی، خودروهای مفهومی آینده را به بازار معرفی کرده‌بودند.^(۶۱)

علاوه بر این، رقبای غیرسنتی نیز در بازار خودروهای الکتریکی وارد شدند. به عنوان مثال، شرکت گوگل بر روی ساخت خودروی خودران کار می‌کرد و در ژانویه ۲۰۱۵، نمونه اولیه خود را رونمایی نمود.^(۶۲) همچنین، گزارش‌های خبری از سرمایه‌گذاری اپل در یک خودروی الکتریکی تحت عنوان "تایتان"^{۶۱} نیز منتشر شده بود.^(۶۳) هر دوی این شرکت‌ها عملکردی مشابه تسلا نداشتند، اما هر دو شرکت با برندهای معتبر و منابع مالی قابل توجه در بازار حضور

⁵⁵ Andy Grove

⁵⁶ Intel

⁵⁷ Dodge EV Sports

⁵⁸ Spark

⁵⁹ Nissan Leaf

⁶⁰ Mitsubishi

⁶¹ Titan

داشتند. به طور کلی، خودروهای الکتریکی با گزینه‌های متنوعی در برد و قیمت در حال ظهور بودند. سؤالی که باقی می‌ماند این بود که آیا گوگل و یا اپل به کسب و کار تولید خودرو وارد خواهند شد یا بر روی نرم‌افزار و باتری تمرکز می‌کنند؛ در نتیجه نقش سازنده تجهیزات اصلی را به عهده گیرند و مجوز استفاده از فناوری خود را به دیگران بفروشند، مانند گوگل که با سیستم عامل آندروید^{۶۲} خود استاندارد جدیدی در صنعت ایجاد کرده بود. از طرف دیگر، اپل به رویکرد اختصاصی‌تری در دستگاه‌های تلفن همراه با یکپارچه سازی سخت‌افزار، نرم‌افزار و خدمات برای قفل کردن مشتریان در اکوسیستم خود پایبند بود.

خودروهای الکتریکی با پیشرانه ترکیبی و قابلیت شارژ

نوع دیگری از خودروهای الکتریکی وجود داشتند که بر روی پیشرانش ترکیبی که موتور الکتریکی را با یک موتور احتراق داخلی ترکیب می‌کرد، تکیه می‌نمودند. خودروهای الکتریکی هیبریدی^{۶۳} تمام مزایای خودروهای الکتریکی خالص را داشتند، اما با استفاده از یک موتور احتراق داخلی با قدرت بنزین، مشکل محدودیت برد را حل می‌کردند. خودروهای الکتریکی هیبریدی قابل شارژ شامل یک باتری بودند که برق را برای موتور الکتریکی ذخیره می‌کرد و می‌توانست شارژ شود. به دلیل این که باتری بار پیشرانش را با موتور به اشتراک می‌گذاشت، موتورهای هیبریدی به طور قابل توجه کوچکتر از خودروهای بنزینی و مشابه‌های سنتی خود بودند که وزن و هزینه خودرو را کاهش می‌داد. خودروهای الکتریکی قابل شارژ، آلودگی هوا، وابستگی به نفت و گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دادند. دیگر امتیازات شامل بهبود امنیت انرژی ملی، کمتر شدن صف در جایگاه‌های بنزین، راحتی شارژ در خانه، فرصت‌های ارائه امداد برق در خانه و ارسال برق به شبکه بود.

ایلان ماسک یکی از مخالفان سرسخت خودروهای هیبریدی بود. او ادعا می‌کرد که خودروهای الکتریکی هیبریدی، معایب اتومبیل‌های الکتریکی و بنزینی را ترکیب می‌کنند و مزایای هر دونوع را نابود می‌کنند. او می‌گفت که هیبریدها «خودروهای الکتریکی بد» هستند زیرا باید یک موتور و سیستم پیشرانش اضافی را به همراه خود داشته باشند که وزن، هزینه و قطعات اضافی برای نگهداری و تعمیر را افزایش می‌دهد.^(۶۴) او موتورهای احتراق داخلی را بسیار کوچک، ضعیف و به طور مادام‌العمر کم کارآمدتر از موتورهای در اندازه کامل می‌دانست. علاوه بر این، ترکیب این تکنولوژی‌ها در یک خودرو، پیچیدگی فناوری و در نتیجه هزینه، نرخ خطا و هزینه‌های نگهداری را افزایش می‌داد. از طرف دیگر، حامیان هیبرید، بر این باور بودند که این معایب می‌تواند از طریق پژوهش و توسعه به طور کامل برطرف شود.

علیرغم نواقص خودروهای الکتریکی هیبریدی، فروش آن‌ها در ایالات متحده از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۷ به طور پایداری افزایش یافت و سپس با کاهش کلی فروش خودروها به دلیل رکود، شروع به کاهش نمود. با این حال، همانطور که از سال ۲۰۱۱ فروش خودروها دوباره شروع به رشد کرد، فروش خودروهای هیبریدی افزایش دوچندان نمود. تویوتا

⁶² Android OS

⁶³ Hybrid Electric Vehicles (HEVs)

بیشترین تعداد از هیبریدهای اولیه را به فروش رساند و خودروی پریوس^{۶۴} خود را در سال ۲۰۰۰ درحالی به بازار معرفی کرد که تنها یک سال از معرفی اولین خودروی الکتریکی به بازار نگذشته بود. در سپتامبر ۲۰۱۲، تویوتا تخمین زد که فروش مدل‌های هیبریدی در سراسر جهان احتمالاً در این سال و تا سال ۲۰۱۵ به بالای ۱ میلیون واحد خواهد رسید.^(۶۵) با توجه به این پیش‌بینی، تویوتا قصد داشت تا پایان سال ۲۰۱۵، ۲۱ خودرو هیبریدی جدید یا بازطراحی شده را عرضه کند.

سازندگان آمریکایی نسبت به پیشروی تویوتا در فناوری‌های هیبریدی، نسبتاً کند عمل کردند. در نمایشگاه خودرویی بین‌المللی شمال آمریکا در سال ۲۰۰۹ در دیترویت، کرایسلر مینی‌ون مفهومی‌ای را با دو محرک الکتریکی و بنزین معرفی کرد. با این حال، همانطور که در مورد نمونه پرآوازه اسپرت الکتریکی کرایسلر صادق بود، این مدل‌ها هنگامی که شرکت فیات بخش توسعه خودروهای الکتریکی کرایسلر را تعطیل کرد، متوقف و توسط مدل ای ۵۰۰ فیات جایگزین شدند. تا سال ۲۰۱۲، فورد دو مدل خودروی هیبریدی با قیمت تقریبی ۲۵۰۰۰ دلار در بازار آمریکا معرفی کرد.

۱۰ سال پس از معرفی اولین تویوتا پریوس، جنرال موتورز در سال ۲۰۰۷ با معرفی خودروی ولت، تویوتا را برای کسب سهم بازار بیشتر به چالش کشید. ولت یک خودروی هیبریدی با قابلیت شارژ بود که می‌توانست کارایی سوخت خودرو را به ۵۰ مایل به‌ازای هر گالن برساند. با این حال، ولت در آن زمان راه طولانی برای مطرح شدن به عنوان یک رقیب واقعی در بازار خودروهای هیبریدی عمومی در پیش‌رو داشت. نه تنها قیمت آن حدود ۴۰۰۰۰ دلار بود (نسبت به ۲۳۰۰۰ دلار برای پریوس^(۶۶))، بلکه نسخه اولیه ولت با مشکلات فنی جدی روبرو شد. برای تامین قدرت باتری لازم برای یک سفر ۴۰ مایلی لازم بود به مدت ۶ ساعت شارژ شود. موتور بنزینی ولت پس از ۴۰ مایل رانندگی با باتری در دسترس بود، اما این مسئله دیگری را نیز به وجود می‌آورد: باک بنزین باید به صورت دوره‌ای تخلیه می‌شد تا بنزین خراب نشود.

به نظر می‌رسید شرکت جنرال موتورز قادر به جبران هزینه‌های تحقیق و توسعه خود نخواهد بود که باعث می‌شد تا برخی تحلیلگران ادعا کنند که ولت چیزی بجز یک ماشین نمایشی نبود که صرفاً نشان دهد جنرال موتورز در روند بازار حضور دارد و در فناوری خودروهای نسل بعدی سرمایه‌گذاری می‌کند.^(۶۷) در واقع، جنرال موتورز در سال ۲۰۱۲ به دلیل عدم تقاضای کافی از جانب خریداران، تولید ولت را به مدت چند هفته متوقف کرد. همچنین، گمانه‌زنی‌هایی وجود داشت که جنرال موتورز هر ولت را با ضرر فروخته است؛ یکی از دلایل این موضوع، پکیج‌های لیزینگ با قیمت پایین و تخفیفات قیمتی بود که برای جذب مشتریان و افزایش فروش ارائه شده بودند.^(۶۸)

در بخش خودروهای لوکس نیز در سپتامبر ۲۰۰۷ دو شرکت بزرگ خودروسازی راه‌اندازی یک شرکت مشترک به نام فیسکر اتوموتیو^{۶۵} را اعلام کردند. در سال ۲۰۱۱ این شرکت یک خودروی هیبریدی لوکس با قیمت اولیه ۱۱۰۰۰۰ دلار معرفی کرد، اما به دلیل مشکلات مالی، تولید آن را در ژوئیه ۲۰۱۲ متوقف کرد. در دسامبر ۲۰۱۲،

⁶⁴ Prius

⁶⁵ Fisker Automotive

اعلام شد که شرکت از یک بانک سرمایه‌گذاری برای جذب سرمایه کمک گرفته‌است. همچنین، شرکت به دنبال شرکای تجاری در چین و بخش‌هایی از اروپا بود که امید می‌رفت در آنجا علاقه بیشتری به خودروهای الکتریکی وجود داشته باشد.^(۶۹) در آوریل ۲۰۱۳، شرکت ۷۵ درصد از کارکنان خود را اخراج کرد و اعلام ورشکستگی نمود.
(۷۰)

سوخت‌های گیاهی و گاز طبیعی

علاوه بر الکتریسیته، محققان در حال بررسی اتانول و گاز طبیعی به عنوان سوخت جایگزین برای سیستم‌های پیش‌ران خودرو بودند. اتانول یک سوخت زیستی است که به راحتی از شکرهای طبیعی (نشاسته) در محصولاتی مانند نیشکر و ذرت به دست می‌آید. با کمی تغییر در طراحی، خودروهایی که با سوخت بنزین کار می‌کردند، می‌توانستند با غلظت‌های اتانول تا ۸۵ درصد (E85) کار کنند.

با اینکه سوخت‌های زیستی به انتشار دی‌اکسید کربن دامن نمی‌زنند، اما هنوز هم انتقاداتی به آن‌ها وارد بود. برخی اعتقاد داشتند که استفاده از اتانول به عنوان منبع سوخت، عامل افزایش قیمت مواد غذایی می‌باشد.^(۷۳) چراکه برای تولید اتانول نه تنها باید مساحت گسترده‌ای از زمین به کشت محصولات خاص اختصاص داده می‌شد، بلکه محصولات کشاورزی نیز باید برای تولید سوخت به کار می‌رفت و نه برای تأمین غذای انسان یا دام. منتقدان همچنین معتقد بودند که رشد این محصولات نیازمند مصرف انرژی بیشتری نسبت به سوختی است که توسط این محصولات کشاورزی تولید می‌شود، بنابراین فرآیند به‌طور ذاتی غیر کارآمد بود. علاوه بر این، استفاده از محصولات کشاورزی برای تولید سوخت به‌طور قابل توجهی سیاسی شده بود. در ایالات متحده، اتانول حاصل از ذرت یا نیشکر تنها به دلیل یارانه‌های دولتی، قیمت رقابتی داشت. کشورهای دیگر مانند برزیل، به دلیل وجود نیروی کار کم‌هزینه، قادر به تولید سوخت‌های زیستی با هزینه کمتری بودند، اما دولت آمریکا واردات ارزان‌ترین محصولات برزیل را نیز به بازار خود ممنوع کرده بود تا از تولیدکنندگان داخلی حمایت کند. در نتیجه، با لحاظ کردن این یارانه‌ها و موانع تجاری باعث می‌شد استفاده از سوخت‌های زیستی عملاً با ضرر همراه باشد.^(۷۴)

سوخت‌های زیستی که از دانه روغنی تولید می‌شدند، در کشورهای اروپایی به عنوان جایگزین سوخت فسیلی محبوبیت بیشتری داشتند، زیرا قیمت بنزین در آنجا چهار برابر قیمت آمریکا بود. اگرچه سوخت‌های زیستی در اکثر ایالاتی که دانه روغنی تولید می‌کردند در دسترس بود، اما تا حدی قیمتی بالاتر از سوخت فسیلی داشت. همچنین، سوخت‌های زیستی تراکم انرژی پایین‌تری نسبت به سوخت‌های فسیلی و بنزین داشت که منجر به کاهش کارایی سوخت می‌شد. با این حال، موتورهای با سوخت‌های زیستی به دلیل عدم انتشار دی‌اکسید کربن، نسبت به موتورهای بنزینی، دوست‌دار محیط‌زیست به شمار می‌آمدند.

گاز طبیعی فشرده با فشار بالا که به طور اصلی از متان تشکیل شده بود، می‌توانست به عنوان جایگزینی برای بنزین در سوخت موتورهای احتراقی عادی استفاده شود. سوختن متان مقدار کمتری دی‌اکسید کربن را نسبت به تمامی

سوخت‌های فسیلی تولید می‌کرد. خودروها می‌توانستند با سوخت گاز طبیعی فشرده و همچنین بنزین تنظیم شوند، تا راننده بتواند در حین کار از منابع سوخت متفاوت استفاده کند.

هیدروژن و سلول سوختی

هیدروژن می‌توانست از طریق یکی از دو روش به عنوان سوخت جایگزین استفاده شود: احتراق یا تبدیل به سلول سوختی. در احتراق، هیدروژن به صورت "سوخته" در موتورهای به صورت اصولی با بنزین ترکیب می‌شود. در روشی دیگر، هیدروژن از طریق سلول‌های سوختی در تولید برق به روش شیمیایی استفاده شده و سپس موتورهای الکتریکی را قدرت می‌بخشد. شرکت‌های خودروسازی آلمانی فولکس‌واگن و آئودی بخش تحقیق و توسعه خود را در مورد سلول‌های سوختی راه‌اندازی کردند، در حالی که مرسدس قصد داشت مجموعه محدودی از مدل‌های خود را براساس فناوری سلول سوختی به بازار عرضه کند.

یکی از حوزه‌های اصلی تحقیقاتی که در حال انجام بود، افزایش برد خودروهای هیدروژنی و کاهش وزن، مصرف انرژی و پیچیدگی سیستم‌های ذخیره‌سازی بود. عیب اصلی برای هر دو روش احتراق و سلول سوختی این بود که هیچ زیرساختی برای تأمین و ذخیره هیدروژن به صورت عمده وجود نداشت. ساخت چنین زیرساختی نه تنها نیاز به صنعت خودروسازی داشت، بلکه دولت‌ها نیز برای تکمیل زیرساخت فناوری هیدروژن باید وارد سرمایه‌گذاری می‌شدند. به همین دلیل، برخی از متخصصان معتقد بودند که زمانی طولانی لازم خواهد بود که خودروهای هیدروژنی به تولید انبوه برسند.^(۷۵) با این حال، تولیدکنندگان بزرگ برای تحقیق در زمینه فناوری سلول سوختی، همکاری‌های مختلفی را با یکدیگر تشکیل دادند. در تابستان سال ۲۰۱۳، جنرال موتورز و هوندا تصمیم به همکاری در ایجاد فناوری و زیرساخت برای تأمین سوخت خودروهای با سلول سوختی گرفتند. نیسان و فورد نیز در حال همکاری برای توسعه خودروهای با سلول سوختی بود که از سال ۲۰۱۷ عرضه می‌شد.^(۷۶) در عین حال، تویوتا برنامه‌هایی برای معرفی خودرویی با قیمت ۵۷۰۰۰ دلار با استفاده از سلول‌های سوختی وابسته به شبکه‌ای از ایستگاه‌های سوخت دهی هیدروژنی را اعلام کرده بود.^(۷۷)

تلاش برای دستیابی به استاندارد

اگرچه بسیاری از منابع سوخت جانبی در حال تولید و توسعه بودند، اما هنوز استاندارد کلی صنعت شکل نگرفته بود. شرکت‌هایی که مبالغ قابل توجهی را در تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری کرده بودند، همچنان از فناوری خود به عنوان بهترین فناوری موجود در بازار یاد می‌کردند. بسیاری از تولیدکنندگان خودرو تصمیم گرفتند تا زمانی که یک برنده روشن مشخص شود، به تحقیق و توسعه خود ادامه دهند.

در عین حال، تعیین یک استاندارد جدید برای سیستم‌های سوخت و حرکت، تنها گام اول در کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی بود. همانطور که شرکت‌های نفتی متعدد، سامانه‌های ملی ایستگاه‌های سوخت و لوله‌هایی برای انتقال بنزین از پالایشگاه به پمپ دارند، هر منبع انرژی جایگزین نیز زیرساخت منحصر به فرد خود را نیاز خواهد داشت. در عین حال، تکنولوژی‌های پشتیبانی و دستگاه‌های جانبی استاندارد هم باید توسعه داده شوند تا خودروهای

جدید بتوانند در هر جایی که سفر می‌کنند سوخت‌گیری کرده، تعمیر شده و خدمات داده شوند. این جزئیات بزرگترین مانعی بودند که باعث می‌شد هیچ یک از فناوری‌های جدید و جایگزین به طور کامل پذیرفته نشود.

زیرساخت خودروهای الکتریکی

چهار نوع اصلی زیرساخت در حال توسعه برای گسترش برد و کاهش زمان شارژ خودروهای الکتریکی وجود داشت. اولین نوع، موسسات ملی استاندارد و فناوری ایالات متحده و کمیسیون تنظیم‌کننده انرژی فدرال بودند که شدیداً در تعریف استانداردهای شبکه‌های هوشمند آینده فعالیت می‌کردند.^(۷۸) دولت آمریکا انگیزه‌های اقتصادی به منظور تشویق به مالکیت خودروهای الکتریکی ارائه می‌داد و تصورش این بود که برای تامین نیازهای آمریکایی‌ها، یک زیرساخت الکتریکی باید در دسترس باشد. شبکه‌های هوشمند شبکه‌های الکتریکی بودند که از فناوری‌های دوطرفه اندازه‌گیری دیجیتالی، حسگری، پایش و کنترل استفاده می‌کردند تا تولید برق، انتقال، توزیع و مصرف را بهبود دهند. با ارائه اطلاعات در مورد شرایط شبکه به کاربران سیستم، اپراتورها و دستگاه‌های خودکار، شبکه هوشمند پاسخ‌های پویا را در برابر نیازهای انرژی فراهم می‌کرد که در نتیجه انرژی را صرفه جویی کرده، کاهش هزینه‌ها و افزایش قابلیت اعتماد را ارائه می‌داد. پس از نصب در سطح کشور، شبکه هوشمند همچنین می‌توانست برای شارژ باتری‌های خودروهای الکتریکی یک پاسخ ارائه دهد.^(۷۸)

شرکت بتر پلیس^{۶۶} که ارائه دهنده خدمات خودرو الکتریکی بود و در کالیفرنیا نیز استقرار داشت، نوع دیگری از زیرساخت الکتریکی را توسعه می‌دهد. شای آگاسی، موسس این شرکت اسرائیلی-آمریکایی، مدل کاری شرکت خود را مانند ارائه دهنده‌های تلفن همراه توصیف می‌کرد که کاربران می‌توانستند با خرید دقیق باتری شارژ شده، از خدمات استفاده کنند. اگر قرارداد خدمات به اندازه کافی بزرگ بود، شرکت "بتر پلیس" حتی ممکن بود خودروی "رایگان" یا با تخفیف بسیار بالا ارائه دهد، تقریباً مانند اینکه ارائه دهنده‌های تلفن همراه در صورت امضای قرارداد خدمات دو ساله، تلفن‌های همراه با تخفیف ارائه می‌دهند.^(۷۹) در مارس ۲۰۰۸، تحلیلگران بانک دویچه اعلام کردند که روش شرکت "بتر پلیس" ممکن است به یک "تغییر پارادایمی" در صنعت خودرو منجر شود و باعث "تحول بنیان افکن عظیم" در آن شود و شرکت "بتر پلیس" "طرفیت برای حذف موتور بنزینی را دارد."^(۸۰)

با این حال، سازندگان خودروهای آلمانی (که قدرت بازار قابل توجهی داشتند) نسبت به مدل آگاسی به شدت شک داشتند. آن‌ها مدعی بودند که طرح کسب و کار "بتر پلیس" آزادی خلاقیت طراحی را با ورود محدودیت‌های زیادی بر روی بدنه خودرو مختل می‌کرد. علاوه بر این، مسائل حقوقی نامشخصی درباره مالکیت باتری بین اپراتور ایستگاه، شرکت "بتر پلیس" و مالکان خودرو وجود داشت. همانطور که توسط سازندگان آلمانی پیش‌بینی شده بود، شرکت آگاسی در نهایت در ژوئیه ۲۰۱۳ به دلیل توسعه کند بازار خودروهای الکتریکی مجبور به ثبت درخواست

⁶⁶ Better place

ورشکستگی شد و دارایی‌های خود را تخلیه کرد.^(۸۱) پس از سقوط شرکت "بتر پلیس"، بر عهده تسلا بود تا برای ایجاد یک شبکه ملی ایستگاه خدمات خودروی الکتریکی تلاش کند.

تسلا آماده بود که ایستگاه‌های شارژ را برای اینکه رانندگان بتوانند به صورت رایگان از یک سوی کشور به سوی دیگر سفر کنند در سراسر ایالات متحده ایجاد کند. تسلا شبکه را به طور عمده و مخفیانه با ساخت ایستگاه‌های شارژ در شهرهای فولسوم، گیلروی، هریس رنج، بارستو، تیجون رنج و لوس آنجلس در کالیفرنیا ایجاد نمود. در بهار سال ۲۰۱۵، تسلا نزدیک به ۴۰۰ ایستگاه سوپرشارژ را با بیش از ۲۱۰۰ نازل شارژ (جزئیات در شکل ۶ آمده است) اجرا کرد. این شرکت بیان کرد که هدف از زیرساخت، "سفر سریع و کاملاً الکتریکی از ونکوور تا سن دیگو، میامی تا مونترآل و لس آنجلس تا نیویورک" بود.^(۸۲)

شکل ۶: نقشه پراکندگی ایستگاه‌های شارژ تسلا

ایالات متحده، مارس ۲۰۱۵





این امر تنها در صورت رانندگی با یک خودروی تسلا یا خودرویی که از همان تکنولوژی استفاده می‌کرد، قابل اعمال بود. تا آن زمان، ایستگاه‌های شارژ فقط با خودروهای مدل اس هم‌خوانی داشتند و این سؤال پیش می‌آمد که آیا ماسک باید میلیون‌ها دلار را برای ساخت یک زیرساخت راهبردی صرف کند که فقط یک خودرو بتواند به صورت روزانه از آن بهره‌برد؟ افزایش بهره‌وری از این سرمایه‌گذاری، دلیلی بود که تسلا مجوز خود را عمومی نمود. "ایستگاه‌های شارژ ابری" تسلا، قابلیت شارژ باتری را تا ۲۰۰ مایل در ۳۰ دقیقه، به صورت رایگان داشتند. شرکت متوجه شد که این هنوز هم به مراتب کندتر از پمپ بنزین است، به همین دلیل ماسک یک شوخی بازاریابی عمومی را آماده کرد. در یک رویداد زنده، وی جایگزینی دو باتری مدل اس را از طریق یک سیستم رباتیکی در همان مدت زمانی که یک کارمند تسلا ۲۰ گالن بنزین می‌زند، نشان داد. بنابراین، او اثبات کرد، حداقل در ذهن خود و ذهن بسیاری از کارکنان تسلا، خودروهای الکتریکی پتانسیل دارند که سریع‌تر از اتومبیل‌های دارای موتور بنزینی سوخت‌گیری کنند. در نهایت، ایستگاه‌های شارژ ابری نیز با این سیستم تعویض باتری تجهیز می‌شدند. اگرچه خدمات مخصوص به مالکین تسلا قیمتی بین ۶۰ تا ۸۰ دلار داشت، اما قرار بود هزینه آن برای مالکان تسلا، با قیمت پر کردن یک مخزن بنزین تقریباً برابر باشد.^(۸۳)

شراکت‌های استراتژیک

تسلا توانسته بود با بازیگران بزرگ در صنعت خودرو معاملات مهمی انجام دهد. در سال ۲۰۰۹، قدرتمندترین شرکت مهندسی خودرویی آلمانی که به نام دایملر شناخته می‌شد، حدود ۱۰ درصد سهام تسلا را به ارزش حدود ۵۰ میلیون دلار خریداری کرد.^(۸۴) ماسک و تیمش با تغییر یک خودروی دایملر و آماده‌سازی یک خودروی الکتریکی

در مدت شش هفته، مدیران متشکک دایملر را شگفت‌انگیز کردند.^(۸۵) همکاری در فوریه ۲۰۱۲ تعمیق یافت؛ تسلا اعلام کرد: "ما همچنین با افتخار شروع یک برنامه توسعه با دایملر برای تولید خودروی جدید مرسدس بنز با موتور تسلا را اعلام می‌کنیم."^(۸۶) با این حال، تا پایان سال ۲۰۱۴، دایملر سهام خود را در تسلا به فروش رساند، اما برنامه توسعه و همکاری ادامه یافت.^(۸۷)

دایملر تنها شرکت خودروسازی سنتی نبود که به تسلا علاقه‌ای نشان داد. پس از آنکه ماسک شرکت را در سال ۲۰۱۰ عرضه عمومی کرد، تویوتا ۵۰ میلیون دلار (۲.۴ درصد) از سهام تسلا را خریداری نمود.^(۸۸) با این قرارداد، تسلا مالکیت کارخانه اتومبیل‌سازی‌ای را که در فریمونت کالیفرنیا واقع شده بود، به دست آورد که بعداً به صورت کامل آن را خریداری نمود. در ابتدا این کارخانه به عنوان یک مشارکت بین تویوتا و جنرال موتورز راه‌اندازی شده بود. تسلا در اکتبر ۲۰۱۰ اعلام کرد که با فراهم کردن قطعاتی برای قدرت‌بخشیدن به نسخه الکتریکی سواری راو۴ تویوتا، به همکاری بیشتر با تویوتا می‌پردازد.^(۸۹) مانند دایملر، تا پایان سال ۲۰۱۴، تویوتا نیز بخشی از ۲.۴ درصد سهام خود را در تسلا به فروش رساند.^(۹۰) هر دو شرکت دایملر و تویوتا سود سرشاری از این معاملات به دست آوردند.

علاوه بر این، تسلا توانست پاناسونیک، یکی از شرکت‌های عظیم صنعت الکترونیک جهان را با خود همراه کند. هدف پاناسونیک این بود که تجربیات خود در فناوری باتری را با قابلیت‌های تسلا در توسعه قدرت الکتریکی ترکیب کند.

توسعه بین‌المللی

در همان زمانی که تسلا در حال پیگیری ارتباطات استراتژیک با شرکت‌های الکترونیکی و خودروسازی بود، شروع به گسترش شبکه فروشگاه‌های تحت مالکیت شرکت کرد. قبلاً، تمام فروش‌ها از طریق تلفن، اینترنت یا حضور شخصی در رویدادهای شرکتی یا مراکز محلی صورت می‌گرفتند. تا اوایل سال ۲۰۱۵، تسلا بیش از ۶۰ مکان فروش در سراسر ایالات متحده و کانادا، ۴۰ فروشگاه در اروپا و ۷ فروشگاه در آسیا داشت.^(۹۱) با این حال، تسلا به نظر می‌رسید در چین با قیمت‌های بالا، محدودیت در مکان‌های خدماتی و مشکلاتی در ایستگاه‌های شارژ دچار مشکل شده بود.^(۹۲) تسلا حرکت جهانی خود را ادامه می‌داد و قصد داشت که مناطق بزرگ شهری، از جمله شیکاگو، نیویورک، لس‌آنجلس، لندن، مونیخ، مادرید، توکیو، هنگ کنگ و سیدنی (استرالیا) را تحت پوشش قرار دهد.

فشار قیمت

در مطالعه‌ای که توسط نیلسن انجام شد، مشخص شد که در ایالات متحده، ۷۲ درصد از افراد، خرید خودروی الکتریکی را در نظر گرفته یا آن را خریداری می‌کردند. با این حال، ۶۵ درصد از آمریکایی‌ها از خرید خودروی الکتریکی با قیمت بیشتر از خودروهای سنتی صرف نظر می‌کردند. بیشتر کسانی که می‌گفتند آماده پرداخت بیشتر

هستند، حاضر بودند حداکثر تا ۱۰۰۰ الی ۵۰۰۰ دلار بیشتر از قیمت خودروهای سنتی پرداخت کنند.^(۹۷) بنابراین، خودروهای الکتریکی باید در رقابت قیمت نیز موفق می بودند. برای کاهش هزینه های واحد، تولیدکنندگان خودروی الکتریکی مانند تسلا لازم بود قادر به افزایش تولید و فروش بیشتر باشند. یافته های معمول در صنعت نشان می داد که یک تولیدکننده خودرو باید حداقل یک میلیون واحد را در یک پلتفرم خاص تولید کند تا در قیمت های رقابتی موفق باشد.^(۹۸)

با توجه به هزینه ی پایین تر سوخت، محتوای گزارش نیلسن ممکن بود برای نسل دوم خودروهای الکتریکی تسلا، مدل اس، مشکل ساز شود. تسلا در سال ۲۰۱۲ تقریباً ۲۶۵۰ دستگاه از مدل اس را تحویل داد که کمتر از نصف آن چیزی بود که پیش بینی کرده بود؛ ولی قصد داشت تا ۲۱۰۰۰ دستگاه دیگر را تا پایان سال ۲۰۱۳ تحویل دهد. خریداران امکان خرید مدل مورد نظر با ظرفیت باتری ۲۳۰ مایل یا ۳۰۰ مایل را داشتند. نسخه ۲۳۰ مایلی به قیمت ۶۳۵۷۰ دلار (که شامل ۷۵۰۰ دلار مالیات بر ارزش افزوده بود) و نسخه ۳۰۰ مایلی به قیمت ۷۳۵۷۰ دلار (شامل مالیات بر ارزش افزوده) فروخته می شد. علاوه بر این، تسلا نسخه "پرفورمنس" مدل اس را با برد ۳۰۰ مایل، که بهبودهایی در داخل اتاق، قابلیت نگهداری و چرخ ها داشت، عرضه می کرد. نسخه پرفورمنس با قیمت ۸۳۵۷۰ دلار (شامل مالیات بر ارزش افزوده) عرضه می شد. اطلاعات مندرج در شکل ۷ مشخصات هر سه مدل را نشان می دهد. در حالی که قیمت مدل اس کمتر از خودروی رودستر بود، هر سه نسخه هنوز نسبت به خودروهای الکتریکی رایج فعلی مانند نیسان لیف با قیمت بالاتری عرضه می شدند.^(۹۹)

شکل ۷: مشخصات مدل های مختلف Model S

پی ۸۵ کیلووات ساعت دی	۸۵ کیلووات ساعت دی	۸۵ کیلووات ساعت	۶۰ کیلووات ساعت	
۲۵۳ مایل	۲۷۰ مایل	۲۶۵ مایل	۲۰۸ مایل	بازه تخمینی در سرعت ۵۵ مایل در ساعت
۳٫۲ ثانیه	۵٫۲ ثانیه	۵٫۴ ثانیه	۵٫۹ ثانیه	تا ۶۰ مایل در ساعت
۱۵۵ مایل بر ساعت	۱۵۵ مایل بر ساعت	۱۲۵ مایل بر ساعت	۱۲۰ مایل بر ساعت	حداکثر سرعت
۶۹۱ اسب بخار	۳۷۶ اسب بخار	۳۸۰ اسب بخار	۳۸۰ اسب بخار	قدرت موتور بیشینه
۸۵ کیلووات ساعت	۸۵ کیلووات ساعت	۸۵ کیلووات ساعت	۶۰ کیلووات ساعت	ذخیره انرژی
۸ سال، نامحدود	۸ سال، نامحدود	۸ سال، نامحدود	۸ سال، ۱۲۵ هزار مایل	گارانتی باتری
دارد	دارد	دارد	انتخابی	شارژ سریع (سوپرچارج)
در حال ساخت	در حال ساخت	در حال ساخت	در حال ساخت	ورود به تولید

چالش های تولید

تولید اصلی شرکت تسلا موتورز در کارخانه قبلی با پنج خودروی مدل اس در ماه آغاز شد، اما در یک سال به ۵۰۰ خودرو در ماه رسید. ماسک قصد داشت در نهایت ظرفیت تولیدی کارخانه را به ۵۰۰ میلیون واحد برساند. لغو

خودروی رودستر و نسخه‌ی پایین مدل اس به افزایش ظرفیت تولید کمک می‌کرد. اضافه کردن مدل‌های جدید به خط تولید، ممکن بود پیچیدگی تولید و مدیریت تقاضای مختلف برای مدل‌های متفاوت را افزایش دهد.^(۱۰۰)

چالش تولید ماسک، کاهش هزینه‌های تولید خودرو بود. طبق گزارش نیلسن که در بالا اشاره شد، بسیاری از خریداران علاقه‌مند به خودروهای الکتریکی بودند، اما قیمت پایین‌تری را ترجیح می‌دادند و نمی‌خواستند در تکنولوژی جدید سرمایه‌گذاری کنند. یکی از گزینه‌ها برای کاهش هزینه، انتقال بخشی از تولید به خارج از کشور در نزدیکی بازارهای جدید و کم هزینه بود. این تسهیلات همچنین می‌توانست به توسعه ظرفیت و فراهم کردن راه‌هایی برای گسترش به دیگر بازارهای جهانی مانند آسیا و اروپا کمک کند. یکی دیگر از برنامه‌ها برای کاهش هزینه، استفاده از قطعات مشترک با سایر تولیدکنندگان به جای ساخت ابزارهای خود برای قطعات سفارشی بود.^(۱۰۱)

یکی دیگر از چالش‌های تولیدی که در برابر ماسک قرار داشت، حفظ استاندارد با کیفیت بالا در بررسی جامع مصرف‌کنندگان از مدل اس و شهرت برجسته‌ی آن به عنوان خودروی سال ۲۰۱۳ در مقالات مختلف بود. با افزایش نرخ تولید و معرفی خط تولید دیگر، تسلا باید با دقت فرآیندهای جدید را طراحی و پیاده‌سازی می‌کرد که استانداردهای تعیین شده توسط مدل اس سال ۲۰۱۲ را برآورده کند. این یک تهدید واقعی برای برند تسلا بود، زیرا کاربران ابتدایی تحمل برخی از مشکلات نرم‌افزاری را پذیرفته بودند (برای مثال، سیستم هوشمند دستگیره‌های درب خودرو به گونه‌ای طراحی شده بودند که در هنگامی که از آن استفاده نمی‌شد در داخل بدنه فرو می‌رفتند. اما گاهی اوقات این سیستم هوشمند با تشخیص اشتباه اینکه چه زمانی دستگیره در دسترس مشتریان باشد، چالش‌هایی را برای آنان به وجود آورده بود). اما بازار جمعیت عمده کمتر با این نوع مشکلات کنار می‌آمد.

تسلا موتورز: تصمیم‌گیری‌های استراتژیک

علیرغم پیشرفت‌هایی که در چند سال گذشته انجام شده بود، تسلا هنوز با یک لیست جدی از مشکلات روبرو بود. مصرف‌کنندگان هنوز علاقه‌مند به سرمایه‌گذاری در خودروهای الکتریکی نبودند، به ویژه با وجود اینکه فناوری‌های دیگر نیز در رقابت برای دستیابی به یک بازار غالب بودند. زیرساخت‌های لازم برای پشتیبانی از استفاده گسترده از خودروهای الکتریکی هنوز آماده نشده بود، بنابراین خرید یک خودروی الکتریکی با اختلالات قابل توجهی همراه بود. هیچ خودروی الکتریکی تا آن زمان به عنوان استاندارد قابل قبول شناخته نشده بود، به طوری که سرمایه‌گذاری در یک خودروی الکتریکی ممکن بود در دوران بلندمدت به شکست بیانجامد. همچنین، تعداد مدل‌های کافی در دسترس نبود تا به مصرف‌کنندگان امکان بدهد تا یک انتخاب آگاهانه داشته باشند؛ به خصوص در مقایسه با تعداد خودروهای هیبریدی موجود.

در عین حال، صنعت خودروهای بنزینی همچنان در حال پیشرفت بود. برنامه‌ای که در سال ۲۰۰۹ توسط دولت آمریکا اعلام شده بود، به کاهش فروش خودروهای سنتی با موتور بنزینی کمکی نکرد. طبق گزارش وزارت حمل و

نقل آمریکا، حدود ۷۰۰۰۰۰ خودرو با مدل‌های جدیدتر و با کارایی سوخت بهتر معاوضه شدند که برای ۱۰ تا ۱۵ سال آینده همچنان در جاده‌ها حضور خواهند داشت.^(۱۰۲)

در اوایل سال ۲۰۱۳، تسلا نیز باید با دو مقاله منفی در نیویورک تایمز درباره مدل اس مواجه می‌شد. مقاله اول تجربه یک پدر و پسر در فلوریدا بود که سعی داشتند به عنوان اولین نفراتی که از مدل اس استفاده می‌کنند، مسافت ۴۰۰ مایلی را با یک مرتبه شارژ طی کنند. این تیم توانست خودرو را به مسافت ۴۲۳.۵ مایل برساند، اما برای این کار بیش از ۱۷ ساعت زمان صرف کرد و سرعت میانگین حدود ۲۵ مایل در ساعت بود.^(۱۰۳) مقاله دوم سفر یکی از نویسندگان روزنامه واشنگتن دی سی به دو ایستگاه شارژ جدید تسلا در نیوآرک دلاور و میل‌فورد کانتیکت را در ژانویه ۲۰۱۲ شرح می‌داد. این دو ایستگاه حدود ۲۰۰ مایل از هم فاصله داشتند که با توجه به اینکه شرکت اعلام کرده بود برد مدل اس ۳۰۰ مایل می‌باشد، این مسافت به راحتی قابل طی کردن بود. با این حال، سفر به خوبی پیش رفت.^(۱۰۴)

در پاسخ به مقاله دوم، ماسک اطلاعات رجیستر شده در خودروی این نویسنده را منتشر کرد که این اطلاعات با داستان او در تضاد بود و باعث شد که این دو شخص در یک دعوای حقوقی قرار بگیرند که پس از چندین جلسه رفت و برگشت، ماجرا در نهایت به بن‌بست رسید. با وجود صحت یا عدم صحت ادعاهای مقاله، این منفی‌گرایی همچنان یک چالش دیگر برای تسلا بود. ماسک ادعا کرد که نقد منفی می‌تواند باعث از دست رفتن ۱۰۰ میلیون دلار درآمد و ارزش سهام و صدها لغو سفارش برای مدل اس شود.^(۱۰۵، ۱۰۶، ۱۰۷)

ایلان ماسک علاوه بر تأخیر در تولید مدل‌های جدید، رقابت در حال افزایش و مشکلات در چین، با قیمت پایین‌تر بنزین پس از سرمایه‌گذاری‌های بزرگ در تولید باتری نیز مواجه شده بود. او به علاوه در دو شرکت اسپیس‌ایکس و سولاریستی نیز مسئولیت‌هایی برعهده داشت. منتقدان ماسک مدعی بودند که او بیش از حد تحت فشار قرار دارد و نمی‌تواند سه شرکت را هم‌زمان اداره کند. اگرچه بدون شک ماسک یک کارآفرین بزرگ بود، آیا یک مدیرعامل برجسته نیز محسوب می‌شد؟ ماسک در حالی که قهوه خود را می‌نوشتید و چالش‌های روبروی تسلا را بررسی می‌نمود، در نظر داشت به چندین سؤال پاسخ دهد.

آیا تسلا قادر خواهد بود در یک زمان نسبتاً کوتاه به حجم تولید بالاتر برسد؟ شرکت‌های خودروساز بزرگ دارای مزیت‌های رقابتی قابل توجه‌ای هستند: آنها منابع مالی و فناوری برای تولید خودروها با هزینه کمتری را دارند و سریع‌تر می‌توانند آن‌ها را به بازار و مشتریان برسانند. آیا تسلا می‌تواند با بزرگترین سازندگان خودرو در ایالات متحده (جنرال موتورز، فورد، کرایسلر، تویوتا و هوندا) رقابت کند و با یک خودرو الکتریکی سهم بازار آن‌ها را از بین ببرد؟ آیا ریسک عمومی ساختن حق‌ثبت اختراع‌های تسلا و سرمایه‌گذاری در باتری‌های لیتیومی بازده خواهد داشت؟ در نهایت، چگونه تسلا می‌تواند در عین حال با شرکت‌های دیگر در بازار خودروهای الکتریکی با قیمت بالا رقابت کند و به بازاری برای خودروهای الکتریکی با هزینه کم وارد شود؟

Endnotes

- 1 Zumbrun, J. (2014), "Americans getting pumped for the holidays, *The Wall Street Journal*:
- 2 Malone, M. (2009), "Uber entrepreneur: An evening with Elon Musk," *Fora*, April 7, <http://bit.ly/R4PHZg>.
- 3 Fowler, G. (2013), "Being Elon Musk, Tony Stark of SXSW," *The Wall Street Journal Digits*, March 9, [http:// on.wsj.com/161hD1P](http://on.wsj.com/161hD1P).
- 4 Belfiore, M. (2007), "Chapter 7: Orbit on a Shoestring," *Rocketeers* (New York: HarperCollins), pp. 166–195.
- 5 This case draws on: Davis, J. (2009), "How Elon Musk turned tesla into the car company of the future," *Wired Magazine*, September 27, <http://bit.ly/18X7gPP>; and Malone, M. (2009), "Uber entrepreneur: An evening with Elon Musk."
- 6 Elon Musk, "USA Science & Engineering Festival," <http://www.usasciencefestival.org/schoolprograms/2014-role-models-in-science-engineering/1260-elon.html>.
- 7 <http://cleantechnica.com/2015/03/11/solarcity-vivint-take-top-spots-us-residential-solar-installers-2014/>
- 8 <http://www.floridatoday.com/story/news/local/2015/03/10/boeing-spacex-look-beyond-nasa-space-customers/24724977/>
- 9 Malone, M. (2009), "Uber entrepreneur: An evening with Elon Musk"; and Davis, J. (2010), "How Elon Musk turned tesla into the car company of the future."
- 10 Page, L. (2009), "Musk hits out at co-founder's tesla roadster allegations," *The Register*, June 23, <http://bit.ly/17wcKBU>.
- 11 Zinsli, C. (2010), "tesla mounts new defense of Elon Musk's travel: IPO savings," *The Wall Street Journal*, May 27, <http://on.wsj.com/16kW8ep>.
- 12 "SEC 10-K filing," *tesla Motors, Inc.*, December 31, 2012, <http://1.usa.gov/ZA9pOV>.
- 13 "Second quarter 2012 shareholder letter," *tesla Motors, Inc.*, July 25, 2012, <http://bit.ly/167Hvx2>.
- 14 Vance, A. (2013), "Why everybody loves tesla," *Bloomberg Businessweek*, July 18, <http://buswk.co/19rt3js>.
- 15 Musk, E., and J. B. Straubel (2012), "Model S efficiency and range," *tesla Blog*, May 9, <http://bit.ly/18iWcQG>.
- 16 Motavalli, J. (2012), "Father and son drive 423 miles on one charge in tesla Model S," *The New York Times*, December 12.

- 17 Vance, A. (2013), "Why everybody loves tesla." 18 *tesla Motors*,
<http://www.teslamotors.com>.
- 19 "2013 Motor Trend Car of the Year: tesla Model S," *Motor Trend*, <http://bit.ly/U8vlhs>.
- 20 <http://blog.caranddriver.com/not-a-shocker-tesla-pushes-back-model-x-crossover-to-late-2015/>.
- 21 Chowdhry, A. (2014), "tesla Motors officially confirms Model 3 electric vehicles will go on sale in 2017,"
Forbes, July 16.
- 22 "tesla posts second biggest rally for 2012 US IPO," *Bloomberg Businessweek*,
<http://bit.ly/17wcKBU>.
- 23 "SEC 10-K filing," *tesla Motors, Inc.*, March 3, 2010, <http://1.usa.gov/16oOdiE>.
- 24 Jakab, S. (2015). "Telsa growth is a matter of survival," *The Wall Street Journal*: 11 February, p. C1.
- 25 Wardsauto.com key automotive data, retrieved October 29, 2010.
- 26 Zumbrun, J. (2014), "Americans getting pumped for the holidays," *The Wall Street Journal*: 22 December.
- 27 "Obama's car puzzle," *The Wall Street Journal*, November 12, 2008.
- 28 Woodyard, C. (2013) "general motors bailout played out over five years," USA Today:
<http://www.usatoday.com/story/money/cars/2013/12/09/general-motors-bailout-timeline/3929953/>.
- 29 Higgins, T., Katz, I., Klimasinska, K. (2013) "general motors bailout ends as U.S. sells last of 'government motors,'" BloombergBusiness: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2013-12-09/general-motors-bailout-ends-as-u-s-sells-last-of-government-motors->.
- 30 Newsday: [http://www.newsday.com/classifieds/cars/](http://www.newsday.com/classifieds/cars/general-motors-ignition-switches-takata-air-bags-lead-to-record-number-of-recalls-in-2014-1.9932627)
general motors-ignition-switches-takata-air-bags-lead-to-record-number-of-recalls-in-2014-1.9932627.
- 31 Keegan, M. C. (2009), "DaimlerChrysler: Merger or acquisition?" October Surowiecki, J. (1998), "The Daimler-Chrysler collision," *Slate*, May 15, <http://www.slate.com/id/2654/>.
- 32 Merced, M. J. (2009), "Judge clears way for sale of Chrysler to Fiat," *The New York Times*, June 1, <http://nyti.ms/161i0cQ>.
- 33 "Chrysler bankruptcy filing," *The New York Times*, April 20, 2009, <http://nyti.ms/15oJpdf>.
- 34 Reuters: <http://www.cnbc.com/id/102081712>
- 35 Stoll, J. D., M. Dolan, J. McCracken, and J. Mitchell (2008), "Big three seek \$34 billion aid," *The Wall Street Journal*, December 3, <http://on.wsj.com/17TB41f>.
- 36 CBS News: <http://www.cbsnews.com/news/ford-regains-assets-including-blue-logo-after-credit-upgrade/>.

- 37 Ramsey, M. (2012), "Ford results show power of U.S. operations," *The Wall Street Journal*, October 30, 2012, <http://on.wsj.com/PEq7KY>.
- 38 <http://www.bidnesstc.com/36538-ford-motor-company-to-manufacture-ecoboost-engines-at-cleveland/>.
<http://www.ibtimes.com/electric-car-rumor-ford-motor-company-weighs-electric-vehicle-rival-chevrolet-bolt-1837302>.
- 39 Ramsey, M. (2012), "U.S. November auto sales rise," *The Wall Street Journal*, December 3, <http://on.wsj.com/RwiYNB>.
- 40 "Bright sparks. Electric propulsion provides some excitement amid the gloom," *The Economist*, January 15, 2009, <http://econ.st/162Y4q0>.
- 41 "BYD zooms past Toyota, general motors in electric car race," *China Daily*, December 16, 2008,
- 42 Edwards, A. (2014) 'BYD Motors delivers its first two California-built electric busses to Antelope Valley Transit, Press-Telegram: <http://www.presstelegram.com/environment-and-nature/20140428/byd-motors-delivers-its-first-two-california-built-electric-buses-to-antelope-valley-transit>.
- 43 <http://www.goodcarbadcar.net/2013/03/usa-february-2013-auto-sales-brand-rankings.html>.
- 44 Boston, W. (2015). "Germany's Volkswagen posts rise in 2014 profit," *The Wall Street Journal*: <http://www.wsj.com/articles/germanys-volkswagen-posts-rise-in-2014-profit-1425052616>.
- 45 *National Highway Traffic Safety Administration*, <http://www.nhtsa.dot.gov>.
- 46 *California Air Resource Board*, <http://bit.ly/1esdwWR>. 48 *Motor Trend*, June 2008.
- 49 Naughton, K., and A. Sloan (2007), "Comin' through!" *Newsweek*, March 13.
- 50 Smith, R., and D. Clark (2008), "Ex-chief says Intel should power cars," *The Wall Street Journal*, December 12.
- 51 Elkind, P. (2014) "tesla closes on free Nevada land for gigafactory," *Fortune*: <http://fortune.com/2014/10/28/tesla-closes-on-free-nevada-land-for-gigafactory/>.
- 52 *The Wall Street Journal*: <http://www.wsj.com/articles/tesla-confirms-nevada-to-get-battery-factory-1409871734>.
- 53 Musk, E. (2014) "All our patent belong to you," tesla: <http://www.teslamotors.com/blog/all-our-patent-are-belong-you>.
- 54 <http://knowledge.wharton.upenn.edu/article/whats-driving-teslas-open-source-gambit/>.
- 55 Smith, R., and D. Clark (2008), "Ex-chief says Intel should power cars," *The Wall Street Journal*, December 12.
- 56 Krolicki, K. (2009), "Chrysler dismantles electric car plans under Fiat," *Reuters*, November 6

58 *The Economist*. 2015. "Upsetting the Apple car," February 21, pp. 61–62.

59 "Nissan Leaf," *Nissan*, <http://www.nissanusa.com/electric-cars/leaf/>.

60 Vance, A. (2013), "Why everybody loves tesla."

61 Berman, B., "Venturi fetish," *Hybrid Cars*, <http://bit.ly/1esf1Ex>.

62 <http://www.autonews.com/article/20150103/OEM06/301059928/where-is-googles-car-going?>

63 Wakabayahshi, D, and Ramsey, M. 2015. "Apple secretly gears up to create car," *The Wall Street Journal*, February 14, p. A1.

64 Malone, M. (2009), "Uber entrepreneur: An evening with Elon Musk."

65 Dawson, C. (2012), "Toyota details broader hybrid lineup," *The Wall Street Journal*, September 24.

66 "Hybrid Cars," *Motor Trend*, <http://bit.ly/15XPJLe>.

67 Corkery, M. (2010), "The great IPO race: tesla vs. general motors," *The Wall Street Journal*, January 29, <http://on.wsj.com/1beFKCd>.

68 <http://nlpc.org/stories/2014/08/07/chevy-wolt-resale-values-plunge-lease-returns-hit-market>.

69 Terlep, S. (2012), "Fisker hires investment bank to help raise funds," *The Wall Street Journal*, December 7.

70 Vance, A. (2013), "Why everybody loves tesla."

71 <http://www.digitaltrends.com/cars/fisker-karma-to-be-rebranded-as-elux-report-says/>.

72 <http://wallstcheatsheet.com/automobiles/was-the-cadillac-elr-the-electric-vehicle-flop-of-2014.html?a=viewall>.

73 Mitchell, D. (2008), "A note on rising food prices," *World Bank–Development Economics Group (DEC)*, July 1, World Bank Policy Research Working Paper No. 4682.

74 Ridley, M. (2010), "The rational optimist: How prosperity evolves," *Harper*.

75 "Hydrogen vehicles won't be viable soon, study says," *MIT Tech Talk*, March 3, 2003.

76 Takahashi, Y., and J. Bennett (2013), "general motors, Honda team up on fuel-cell technology; Auto makers to collaborate on fuel-cell vehicle systems," *The Wall Street Journal*, July 2, <http://on.wsj.com/15Gax9M>.

77 Ramsey, M. (2014) "Debuting: \$57,000 fuel-cell Toyota," *The Wall Street Journal*: November 19, p. B1.

78 Friedman, T. L. (2009), *Hot, Flat, and Crowded: Why We Need a Green Revolution—And How It Can Renew America*, 1st ed. (New York: Farrar, Straus and Giroux).

79 funds," *The New York Times*,
January 25, <http://nyti.ms/162YhcE>.

- 80 “Deutsche Bank: Project Better Place has ‘the potential to eliminate the gasoline engine,’” *Cleantech Investing in Israel*, April 15, 2008, <http://cleantech-israel.blogspot.com/2008/04/deutsche-bank-project-better-place-has.html>.
- 81 Patel, Y. (2013), “Israel’s Better Place seeks creditor protection in U.S. court,” *Dow Jones News Service*, July 22.
- 82 Lavrinc, D. (2012), “tesla locks other EVs out of its ‘supercharger’ walled garden,” *Wired*, September 25, <http://bit.ly/16qIOaH>.
- 83 Vance, A. (2013), “Gone in 90 seconds: tesla’s battery-swapping magic,” *Bloomberg Businessweek*, June 20, <http://buswk.co/157ZkMK>.
- 84 Squatriglia, C. (2005), “Share in tesla electrifies the Teutons,” *Wired*, May, <http://bit.ly/18249G9>.
- 85 Davis, J. (2010), “How Elon Musk turned tesla into the car company of the future,” *Wired*, September, <http://bit.ly/18X7gPP>.
- 86 Howell, D. (2012), “tesla Motors rises on Q4 revenue, wider Daimler deal,” *Investors Business Daily*, February 15, <http://bit.ly/1esW44F>.
- 87 Ramsey, M., J. B. White (2014), “Daimler sells its 4% stake in tesla,” *The Wall Street Journal*, October 21.
- 88 Muller, J. (2013), “What do Toyota and Mercedes see in tesla? A bit of themselves,” *Forbes*, June 1, <http://onforb.es/1gbwSuQ>.
- 89 “tesla notifies SEC of agreement with Toyota to develop electric version of RAV4,” *tesla Motors*, October 13, <http://bit.ly/1eaaB3U>.
- 90 White, J. B. (2014), “Toyota confirms sale of part of tesla stake,” *The Wall Street Journal*, October 24.
- 91 “Panasonic invests \$30 million in tesla: Companies strengthen collaborative relationship,” *tesla Motors*, November 3, 2010, <http://bit.ly/162ZJfp>.
- 93 http://www.nytimes.com/2015/02/11/business/international/tesla-seeks-a-stronger-foothold-in-china.html?_r=0.
- 94 <http://www.bloomberg.com/news/articles/2014-03-10/tesla-s-direct-sales-push-raises-auto-dealers-hackles>.
- 95 “tesla Motors 2010 annual report,” *tesla Motors*, <http://bit.ly/162ZssS>.
- 96 <http://www.teslamotors.com/blog/significantly-improved-leasing-tesla-us-bank>.
- 97 Reed, J. (2010), “Buyers loath to pay more for electric cars,” *The Financial Times*, September 19, <http://on.ft.com/1K4UfKq>.
- 98 “Second quarter 2012 shareholder letter,” *tesla Motors*.
- 99 Vance, A. (2013), “Why everybody loves tesla.”

- 100 Ohnsman, A. (2013), "tesla CEO weighs Europe, Asia plants for mass-market car," *Bloomberg Businessweek*, August 21, <http://bloom.bg/14RQnUa>.
- 101 Vance, A. (2013), "Why everybody loves tesla."
- 102 Information accessed at *Department of Transportation*, <http://1.usa.gov/1825cWD>.
- 103 Power S., J. Mitchell, and M. Dolan (2009), "Ford, Nissan among first to tap loans for retooling," *The Wall Street Journal*, June 23, <http://on.wsj.com/1bfdtv1>.
- 104 Bernard, S., and J. Soble (2010), "Ford, Nissan and tesla win green loans," *Financial Times*, June 24, <http://on.ft.com/1RmyioS>.
- 105 Motavalli, J. (2012), "Father and son drive 423 miles on one charge in tesla Model S."
- 106 Broder, J. (2013), "Stalled out on tesla's electric highway," *The New York Times*, February 8, <http://nyti.ms/18cfLEd>.
- 107 Muller, J. (2103), "Elon Musk: Bad review in New York Times cost tesla \$100 million," *Forbes*, February 26, <http://onforb.es/18cfz8b>.