

# بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

## سند راهبردی و نقشه‌ی راه توسعه‌ی فناوری زیرساخت خودروی برقی

اعضای محترم کمیته راهبری تدوین سند:

✦ مهندس مژگان بشیری

✦ دکتر سید محمدتقی بطحایی

✦ دکتر مهدی حبیبی‌دوست

✦ دکتر محمدامین رحیمی

✦ مهندس حسین زیارتی

✦ مهندس فرامرز شهبازی

✦ دکتر منوچهر صادقیان

✦ مهندس محمدعلی صالحی

✦ مهندس احمد فیروزی

✦ مهندس سید سعید مرتضوی

✦ دکتر سید محمدصادق میرغفوریان

مدیر پروژه: مهندس محمد اسکویی

پژوهشکده کنترل و مدیریت شبکه

راهبر: معاونت فناوری

ناشر: پژوهشگاه نیرو

کارفرما: شرکت توانیر

سفارش‌دهنده: وزارت نیرو

ویرایش اول

۱۳۹۴

## پیشگفتار

این گزارش با نام «گزارش مرحله ۱ و ۲: «تدوین سند راهبردی و نقشه راه خودرو برقی»» در رابطه با شرح فعالیتهای مراحل اول و دوم پروژه «تدوین سند راهبردی و نقشه راه خودرو برقی» می‌باشد. در این گزارش به بررسی مبانی سند راهبردی برای وسایل نقلیه الکتریکی و هیبریدی پرداخته شده است. در همین راستا، نخست چهارچوب موضوع و مطالعات بررسی شده، سپس ویژگی‌های فناوری ۶ محصول اصلی و کلیدی این حوزه بیان شده است.

مدیر پروژه : محمد احمدی

تهیه کنندگان گزارش : محمد احمدی، حمیدرضا شهبازی،

فرهاد حسینی، شیما موفق، نسرین

به‌نیا، محمدجواد فرح

مشاور : حسام‌الدین خاجی (مدیر پروژه)،

وحید خانزاده

ناظر : معاونت پژوهشی

کارفرما : پژوهشگاه نیرو

## فهرست مطالب

فصل اول: معرفی خودروهای برقی و هیبریدی .....	۲
۱-۱- مقدمه .....	۳
۲-۱- سیستم داخلی خودروهای الکتریکی .....	۵
۱-۲-۱- پیکربندی کلی وسایل نقلیه الکتریکی .....	۷
۲-۲-۱- مصرف انرژی .....	۹
۳-۱- مزایای خودروهای الکتریکی نسبت به خودروهای احتراق داخلی .....	۱۰
۱-۳-۱- مقایسه راندمان .....	۱۱
۲-۳-۱- مقایسه آلاینده‌گی .....	۱۳
۳-۳-۱- مقایسه هزینه انرژی .....	۱۴
۴-۱- انواع کلی خودروهای برقی .....	۱۴
۱-۴-۱- خودروهای الکتریکی (EV) .....	۱۵
۲-۴-۱- خودروهای الکتریکی هیبریدی (HEV) .....	۱۵
۳-۴-۱- خودروهای الکتریکی هیبریدی قابل اتصال به شبکه (PHEV) .....	۱۶
۵-۱- جمع بندی .....	۱۶
فصل دوم: تدوین مبانی سند توسعه فناوری و استخراج نقشه راه خودرو برقی .....	۱۸
۱-۲- ضرورت توسعه و توجیه پذیری توسعه فناوری خودرو برقی .....	۱۹
۱-۱-۲- محیط زیست .....	۱۹
۱-۱-۱-۲- محیط زیست و انرژی .....	۲۰
۲-۱-۱-۲- هزینه‌های اجتماعی .....	۲۱

- ۲۱-۱-۱-۲-۳- گرمایش زمین.....
- ۲۱-۱-۱-۲-۴- اثر گلخانه‌ای.....
- ۲۲-۱-۱-۲-۵- اثرات گرمایش زمین :.....
- ۲۲-۱-۱-۲-۶- سند ملی محیط زیست جمهوری اسلامی ایران.....
- ۲۳-۱-۱-۲-۷- ویژگی های الگوی محیط زیست جمهوری اسلامی ایران.....
- ۲۳-۱-۱-۲-۸- سند بین المللی نقشه آبی.....
- ۲۴-۱-۲-۲- توسعه پایدار.....
- ۲۵-۱-۲-۱-۲- مفهوم توسعه پایدار.....
- ۲۶-۱-۲-۲- سند ملی چشم انداز ۲۰ ساله کشور.....
- ۲۶-۱-۲-۳- سند بین المللی ریو +۲۰.....
- ۲۸-۱-۲-۳- اقتصاد انرژی.....
- ۲۸-۱-۲-۳-۱- تراز انرژی.....
- ۲۹-۱-۲-۳-۲- عرضه‌ی انرژی.....
- ۲۹-۱-۲-۳-۳- تقاضای انرژی.....
- ۳۰-۱-۲-۳-۴- بازارهای انرژی.....
- ۳۰-۱-۲-۳-۵- کارایی انرژی.....
- ۳۱-۱-۲-۳-۶- شدت انرژی.....
- ۳۲-۱-۲-۳-۷- چالش‌های زیست محیطی.....
- ۳۲-۱-۲-۳-۸- انرژی و رشد اقتصادی.....
- ۳۳-۱-۲-۳-۹- انرژی و توسعه.....
- ۳۴-۱-۲-۳-۱۰- انرژی‌های نو.....
- ۳۴-۱-۲-۳-۱۱- سیاست انرژی.....
- ۳۶-۱-۲-۳-۱۲- سند بین المللی چشم انداز فناوری انرژی.....

۳۸.....	۲-۱-۴- علم و فناوری
۳۸.....	۲-۱-۴-۱- چشم انداز علم و فناوری در افق ۱۴۰۴
۳۸.....	۲-۱-۴-۲- اولویتهای علم و فناوری کشور
۳۹.....	۲-۱-۴-۳- نقشه راه بین المللی تکنولوژی خودرو برقی
۴۰.....	۲-۱-۵- مزایای استفاده از خودرو های برقی
۴۲.....	۲-۱-۶- جمع بندی
۴۳.....	۲-۱-۶-۱- سند استراتژی صنعت خودرو در کشور (سال ۱۳۸۸)
۴۴.....	۲-۲- تبیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات
۴۴.....	۲-۲-۱- تبیین سطح تحلیل
۴۵.....	۲-۱-۱-۲- مرزهای جغرافیایی
۴۷.....	۲-۱-۲-۲- سطح کاربرد خودروی برقی در حمل و نقل
۴۸.....	۲-۲-۲- تبیین افق زمانی تحلیل
۵۰.....	۲-۳- تبیین مشخصه های فناوری خودرو برقی
۵۰.....	۲-۳-۱- ابعاد ماهیت
۵۶.....	۲-۳-۲- بررسی پیچیدگی فناوری ها
۵۶.....	۲-۳-۱- مقدمه ای بر پیچیدگی و توانمندی تکنولوژی
۵۹.....	۲-۲-۳-۲- تعیین سطح پیچیدگی به روش اطلس فناوری
۷۴.....	۲-۳-۲-۳- تعیین پیچیدگی به روش ACT
۷۸.....	۲-۳-۳- چرخه عمر
۸۲.....	۲-۴- جمع بندی فصل دوم
۸۴.....	فصل سوم: هوشمندی فناوری خودرو برقی
۸۵.....	۳-۱- شناسایی حوزه های فناورانه خودرو برقی

- ۳-۱-۱-۱- دوچرخه برقی ..... ۸۶
- ۳-۱-۱-۱- تاریخچه دوچرخه برقی ..... ۸۹
- ۳-۱-۱-۲- کاربردهای دوچرخه برقی ..... ۸۹
- ۳-۱-۱-۳- طبقه بندی دوچرخه های برقی ..... ۹۱
- ۳-۱-۱-۴- موتور و سیستم کنترلی ..... ۹۲
- ۳-۱-۱-۵- باتری ..... ۹۸
- ۳-۱-۱-۶- شارژر ..... ۹۹
- ۳-۱-۱-۷- نمایشگر ..... ۹۹
- ۳-۱-۱-۸- تبدیل دوچرخه معمولی به دوچرخه برقی ..... ۱۰۰
- ۳-۱-۲- موتورسیکلت برقی ..... ۱۰۴
- ۳-۱-۲-۱- طراحی و پیکربندی موتورسیکلت برقی ..... ۱۰۶
- ۳-۱-۳- خودروی الکتریکی هیبرید ..... ۱۱۰
- ۳-۱-۳-۱- خودروی الکتریکی هیبرید سری ..... ۱۱۲
- ۳-۱-۳-۲- خودروی الکتریکی هیبرید موازی ..... ۱۱۳
- ۳-۱-۳-۳- خودروی الکتریکی هیبرید سری-موازی (ترکیبی) ..... ۱۱۴
- ۳-۱-۳-۴- سیستم مدیریت انرژی ..... ۱۱۶
- ۳-۱-۳-۵- کنترل در HEV ..... ۱۱۷
- ۳-۱-۳-۶- مفسر فرمان راننده ..... ۱۱۸
- ۳-۱-۳-۷- کنترلر سیستم ..... ۱۱۸
- ۳-۱-۳-۸- کنترلر الکترونیکی ..... ۱۱۹
- ۳-۱-۳-۹- تجهیزات یک خودرو هیبرید ..... ۱۲۰
- ۳-۱-۳-۱۰- واحد کنترل الکترونیکی باتری (BCU یا BMS) ..... ۱۲۳
- ۳-۱-۳-۱۱- اینورتر، کانورتر ..... ۱۲۴

- ۱۲۶ ..... سیستم کنترلی ۱-۳-۱۲-۳-۱-۳
- ۱۲۸ ..... موتور و ژنراتور ۱-۳-۱۳-۳-۱-۳
- ۱۳۴ ..... سامانه خاموش-روشن ۱-۳-۱۴-۳-۱-۳
- ۱۳۶ ..... کلاچ ۱-۳-۱۵-۳-۱-۳
- ۱۳۶ ..... سیستم تهویه مطبوع الکتریکی، گرمکن و تهویه هیبرید در خودرو هیبرید (HVAC) ۱-۳-۱۶-۳-۱-۳
- ۱۳۸ ..... خودرو الکتریکی خالص ۱-۳-۴-۱-۳
- ۱۴۰ ..... اجزای خودرو برقی ۱-۳-۴-۱-۳
- ۱۴۲ ..... ایستگاه شارژ ۱-۳-۵-۱-۳
- ۱۴۳ ..... ایمنی در ایستگاه‌های شارژ ۱-۳-۵-۱-۳
- ۱۴۳ ..... استانداردهای ایستگاه‌های شارژ ۱-۳-۵-۲-۳
- ۱۴۷ ..... ساختار و تکنولوژی ایستگاه‌های شارژ ۱-۳-۵-۳-۳
- ۱۵۱ ..... مقایسه انواع مختلف شارژ ۱-۳-۵-۴-۳
- ۱۵۲ ..... مبادله توان خودرو با شبکه ۱-۳-۵-۵-۳
- ۱۵۵ ..... نمونه‌های از نیاز به شارژ سریع بجای شارژ کند در مقبولیت خودرو ۱-۳-۵-۶-۳
- ۱۵۵ ..... زمان شارژ خودرو در شارژ‌های مختلف ۱-۳-۵-۷-۳
- ۱۵۶ ..... ایستگاه تعویض باتری ۱-۳-۵-۸-۳
- ۱۵۷ ..... ایستگاه‌های شارژ تجدید پذیر ۱-۳-۵-۹-۳
- ۱۵۸ ..... سیستم ذخیره‌ساز انرژی ۱-۳-۶-۱-۳
- ۱۵۸ ..... ابرخازن ۱-۳-۶-۱-۳
- ۱۶۳ ..... چرخ دوار (فلای ویل) ۱-۳-۶-۲-۳
- ۱۶۶ ..... باتری ۱-۳-۶-۳-۳
- ۱۶۷ ..... معرفی کلی ساختار باتری‌های لیتیوم-یون ۱-۳-۶-۴-۳
- ۱۶۸ ..... الکتروود مثبت (کاتد) ۱-۳-۶-۵-۳

- ۱۶۸ ..... ۳-۱-۶-۶- الکتروود منفی (آند)
- ۱۶۹ ..... ۳-۱-۶-۷- انواع الکتروولیت‌ها
- ۱۷۴ ..... ۳-۱-۶-۸- خودروهای برقی و مصارف باتری لیتیومی
- ۱۷۶ ..... ۳-۱-۶-۹- تعاریف حوزه باتری
- ۱۷۷ ..... ۳-۱-۶-۱۰- اجزای باتری لیتیومی
- ۱۷۸ ..... ۳-۱-۶-۱۱- اجزاء سازنده سل
- ۱۸۵ ..... ۳-۲- آینده پژوهی فناوری خودرو برقی
- ۱۸۵ ..... ۳-۱-۲- آخرین دستاوردهای صنعت خودروسازی جهان در نسل نو خودروهای هیبریدی
- ۱۸۵ ..... ۳-۱-۱-۲- اتومبیل Mercedes S400 Bluehybrid
- ۱۸۷ ..... ۳-۲-۱-۲- هوندا اینسایت
- ۱۸۹ ..... ۳-۱-۲-۳- تویوتا پریوس
- ۱۹۱ ..... ۳-۱-۲-۴- فولکس واگن XL1، مقرون به صرفه ترین اتومبیل جهان
- ۱۹۲ ..... ۳-۱-۲-۵- خودرو هیبریدی BMW i8
- ۱۹۳ ..... ۳-۱-۲-۶- خودرو لکسوس هیبرید 2013 E3 300h
- ۱۹۴ ..... ۳-۱-۲-۷- خودروی هیبرید شرکت ولوو
- ۱۹۵ ..... ۳-۱-۲-۸- لندروور هیبرید
- ۱۹۶ ..... ۳-۱-۲-۹- فورد C-MAX Energi 2013، کارآمدترین خودروی هیبرید پلاگین در آمریکا
- ۱۹۶ ..... ۳-۱-۲-۱۰- پژو هیبرید
- ۱۹۷ ..... ۳-۱-۲-۱۱- خودروی مفهومی هیبرید لکسوس LF-CC
- ۱۹۷ ..... ۳-۱-۲-۱۲- میتسوبیشی Outlander 2014، اولین خودروی پلاگین هیبرید شاسی بلند
- ۱۹۹ ..... ۳-۱-۲-۱۳- فولکس واگن Jetta 2013، سریع‌ترین خودروی هیبرید دنیا
- ۲۰۰ ..... ۳-۱-۲-۱۴- مزدا مدل Mazda6 یا Atenza با سیستم i-ELoop
- ۲۰۱ ..... ۳-۲- آخرین دستاوردهای صنعت خودروسازی جهان در نسل نو خودروهای الکتریکی



- ۲۰۱ ..... ۳-۲-۱- خودرو تسلا مدل S
- ۲۰۳ ..... ۳-۲-۲- خودروی LEAF شرکت نیسان
- ۲۰۵ ..... ۳-۲-۳- خودروی الکتریکی فولکس واگن e-Golf و e-U
- ۲۰۷ ..... ۳-۲-۴- رنو اسپارک ماشین الکتریکی مسابقه‌ای مخصوص مسابقات فرمول E
- ۲۰۸ ..... ۳-۲-۵- خودروی الکتریکی جدید بی.ام.و i3 مدل ۲۰۱۴
- ۲۱۰ ..... ۳-۲-۶- لندرور دیفنדר الکتریکی
- ۲۱۱ ..... ۳-۲-۷- خودروی Infiniti LE در سال ۲۰۱۴ با شارژر بی‌سیم
- ۲۱۲ ..... ۳-۲-۸- اولین خودروی الکتریکی بدون راننده
- ۲۱۳ ..... ۳-۲-۹- تویوتا RAV4 EV
- ۲۱۳ ..... ۳-۲-۱۰- شورلت اسپارک EV
- ۲۱۳ ..... ۳-۲-۱۱- بنز کلاس B
- ۲۱۳ ..... ۳-۲-۱۲- هوندا فیت EV
- ۲۱۳ ..... ۳-۲-۱۳- فیات E500
- ۲۱۴ ..... ۳-۲-۱۴- خودروی فوکوس الکتریک
- ۲۱۴ ..... ۳-۲-۱۵- اسمارت الکتریک درایو
- ۲۱۴ ..... ۳-۲-۱۶- میتسوبیshi i - Mi EV
- ۲۱۴ ..... ۳-۳- جمع بندی فصل سوم
- ۲۱۶ ..... مراجع
- ۲۱۷ ..... مراجع

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۱- نمونه‌ای از طرح داخلی خودروی برقی ..... ۳
- شکل ۲- طرح کلی خودروهای برقی ..... ۵
- شکل ۳- جزئیات ساختاری یک خودروی الکتریکی و تعامل بین اجزاء آن ..... ۶
- شکل ۴- پیکربندی کلی خودروهای برقی ..... ۷
- شکل ۵- طرح کلی قوای محرک یک وسیله نقلیه الکتریکی ..... ۸
- شکل ۶- پیکربندی ممکن برای وسایل نقلیه الکتریکی: (الف) سیستم نیروی محرکه‌ی رایج با انتقال دهنده‌ی چند دنده و کلاچ، (ب) انتقال دهنده‌ی تک دهنده بدون نیاز به کلاچ، (ج) استفاده از چرخ‌دنده‌ی ثابت یکپارچه و دیفرانسیل، (د) دو موتور الکتریکی جداگانه و دنده‌ی ثابت با محور محرکشان، (ه) محرک مستقیم با دو موتور جداگانه و دنده ثابت و (و) دو موتور الکتریکی کشنده با ساختار درون چرخ ..... ۹
- شکل ۷- شماتیکی از رابطه بین توان ورودی و خروجی در خودروهای برقی ..... ۱۱
- شکل ۸- شماتیکی از مراحل تولید قدرت در یک خودروی الکتریکی ..... ۱۱
- شکل ۹- شماتیکی از مراحل تولید قدرت در یک خودروی احتراق داخلی ..... ۱۲
- شکل ۱۰- طرح کلی از مراحل تولید قدرت در یک خودروی احتراق داخلی ..... ۱۲
- شکل ۱۱- رویکردهای چهارگانه در آینده پژوهی فناوری خودرو برقی ..... ۱۹
- شکل ۱۲- سند ملی محیط زیست، به‌عنوان سند بالادستی حوزه محیط زیست ..... ۲۳
- شکل ۱۳- نقشه آبی آژانس بین‌المللی انرژی، سند جهانی در حوزه محیط زیست ..... ۲۴
- شکل ۱۴- سند چشم انداز ۱۴۰۴، سند بالادستی در حوزه توسعه پایدار ..... ۲۶
- شکل ۱۵- سند بین‌المللی ریو+۲۰، سند جهانی در حوزه توسعه پایدار ..... ۲۷
- شکل ۱۶- نمودار مصرف انرژی جهانی تا سال ۲۰۸۹ ..... ۳۵
- شکل ۱۷- سهم بخش حمل و نقل از مصرف انرژی در جهان ..... ۳۶
- شکل ۱۸- سند بین‌المللی چشم‌انداز فناوری انرژی، سند بالادستی در حوزه اقتصاد انرژی ..... ۳۷
- شکل ۱۹- پیش بینی انتشار گاز دی‌اکسید کربن تا سال ۲۰۵۰ و ۲۱۰۰ ..... ۳۷

- شکل ۲۰- پیش بینی افزایش استفاده از خودروهای برقی تا سال ۲۰۵۰..... ۳۸
- شکل ۲۱- نقشه جامع علمی کشور، سند بالادستی ملی در حوزه علم و فناوری ..... ۳۸
- شکل ۲۲- نقشه راه تکنولوژی خودرو برقی، سند جهانی در حوزه علم و فناوری ..... ۳۹
- شکل ۲۳- حوزه های چهارگانه آینده پژوهی فناوری خودرو برقی ..... ۴۰
- شکل ۲۴- مزایای استفاده از خودروهای برقی در رویکرد کلان..... ۴۱
- شکل ۲۵- جمع بندی رویکردهای چهارگانه و مزایا و معضلات در یک نگاه ..... ۴۲
- شکل ۲۶- سطوح تقسیم بندی کلان..... ۴۵
- شکل ۲۷- تقسیم بندی کلان در دیدگاه ملی و منطقه ای ..... ۴۶
- شکل ۲۸- تقسیم بندی روش های حمل و نقل ..... ۴۸
- شکل ۲۹- افق برنامه ریزی مطابق با اسناد ملی و جهانی ..... ۴۹
- شکل ۳۰- منحنی رشد جمعیت ..... ۵۱
- شکل ۳۱- نرخ رشد خودرو با توجه به نرخ رشد جمعیت در سال ۲۰۵۰ ..... ۵۱
- شکل ۳۲- مقایسه جایگاه مدل های ارزیابی توانمندی تکنولوژیک..... ۵۸
- شکل ۳۳- اجزای تکنولوژی در طبقه بندی مدل ..... ۶۲
- شکل ۳۴- تعیین پیچیدگی فناوری دوچرخه برقی با روش اطلس تکنولوژی ..... ۷۰
- شکل ۳۵- تعیین پیچیدگی فناوری موتورسیکلت برقی با روش اطلس تکنولوژی ..... ۷۱
- شکل ۳۶- تعیین پیچیدگی فناوری خودروی هیبریدی با روش اطلس تکنولوژی ..... ۷۱
- شکل ۳۷- تعیین پیچیدگی فناوری خودروی برقی با روش اطلس تکنولوژی ..... ۷۲
- شکل ۳۸- تعیین پیچیدگی فناوری خودروی برقی با روش اطلس تکنولوژی ..... ۷۳
- شکل ۳۹- تعیین پیچیدگی فناوری خودروی برقی با روش اطلس تکنولوژی ..... ۷۳
- شکل ۴۰- نمودار S شکل منحنی چرخه عمر تکنولوژی ..... ۷۸
- شکل ۴۱- وضعیت فناوریهای خودروی برقی در منحنی چرخه عمر=مرحله ی رشد ..... ۸۱
- شکل ۴۲- دوچرخه برقی و اجزای آن ..... ۸۸

- شکل ۴۳- اجزای دوچرخه برقی ..... ۹۱
- شکل ۴۴- موتور BRUSHED DC ..... ۹۳
- شکل ۴۵- موتور DC بدون جاروبک ..... ۹۴
- شکل ۴۶- سیستم کنترلی موتور بدون جاروبک ..... ۹۶
- شکل ۴۷- نمایشگر یک دوچرخه برقی ..... ۱۰۰
- شکل ۴۸- تجهیزات لازم جهت تبدیل دوچرخه معمولی به دوچرخه برقی ..... ۱۰۰
- شکل ۴۹- درخت فن آوری دوچرخه برقی ..... ۱۰۴
- شکل ۵۰- کیت تبدیل موتورسیکلت معمولی به موتورسیکلت برقی ..... ۱۰۷
- شکل ۵۱- درخت فن آوری موتورسیکلت برقی ..... ۱۱۰
- شکل ۵۲- ساختار یک خودروی الکتریکی هیبرید سری ..... ۱۱۳
- شکل ۵۳- ساختار یک خودروی الکتریکی هیبرید موازی ..... ۱۱۴
- شکل ۵۴- ساختار یک خودروی الکتریکی هیبرید سری- موازی ..... ۱۱۵
- شکل ۵۵- ساختار ترکیبی سری-موازی پیچیده ..... ۱۱۶
- شکل ۵۶- سیستم کنترلی مدیریت انرژی در خودرو هیبرید ..... ۱۱۸
- شکل ۵۷- اجزای کنترلر سیستم ..... ۱۱۹
- شکل ۵۸- انواع استراتژی های مدیریت انرژی در خودروی هیبرید ..... ۱۲۰
- شکل ۵۹- نمایی از یک باتری متشکل از چندین سلول ..... ۱۲۲
- شکل ۶۰- شمای یک باتری LI-ION ..... ۱۲۲
- شکل ۶۱- واحد کنترل الکترونیکی باتری ..... ۱۲۴
- شکل ۶۲- شمای مداری یک کانورتر ..... ۱۲۵
- شکل ۶۳- کانورتر DC-DC مبدل ۴۰۰ به ۱۲ ولت ..... ۱۲۵
- شکل ۶۴- سیستم کنترل مرکزی (ECU) یک خودرو ..... ۱۲۷
- شکل ۶۵- سیستم های کنترلی در خودروی هیبرید ..... ۱۲۸

- شکل ۶۶- بلوک دیاگرام سیستم کنترلی یک خودروی هیبرید..... ۱۲۸
- شکل ۶۷- شمای یک موتور القایی ..... ۱۳۰
- شکل ۶۸- ISG تولید کمپانی DENSO ..... ۱۳۵
- شکل ۶۹- شماتیک ISG در یک خودرو هیبرید ..... ۱۳۵
- شکل ۷۰- درخت فن آوری های خودروهای هیبریدی ..... ۱۳۷
- شکل ۷۱- خودرو الکتریکی خالص با یک موتور مرکزی ..... ۱۳۹
- شکل ۷۲- خودرو الکتریکی خالص با یک موتور در هر چرخ ..... ۱۳۹
- شکل ۷۳- تایر خودرو و موتور درون آن شرکت پورشه ..... ۱۴۰
- شکل ۷۴- شمای کلی از اجزاء تشکیل دهنده خودروی برقی ..... ۱۴۰
- شکل ۷۵- درخت فن آوری خودروهای الکتریکی خالص ..... ۱۴۰
- شکل ۷۶- نمونه‌های از سوکت مورد استفاده در ایستگاه شارژ ..... ۱۴۴
- شکل ۷۷- مود ۱ شارژ خودرو ..... ۱۴۵
- شکل ۷۸- مود ۲ شارژ خودرو ..... ۱۴۶
- شکل ۷۹- مود ۳ شارژ خودرو ..... ۱۴۷
- شکل ۸۰- مود ۴ شارژ خودرو ..... ۱۴۷
- شکل ۸۱- ایستگاه‌های شارژ سطح یک و دو و سریع ..... ۱۴۷
- شکل ۸۲- نمایی از اتصال خودرو الکتریکی به ایستگاه شارژ سطح ۱ ..... ۱۴۸
- شکل ۸۳- نمایی از کانکتور و سوکت شارژ خودرو ..... ۱۴۸
- شکل ۸۴- جزییات و اجزاء کانکتور و سوکت ..... ۱۴۹
- شکل ۸۵- نمونه‌هایی از ایستگاه شارژ سطح دو و شماتیک شارژ خودرو ..... ۱۵۰
- شکل ۸۶- کانکتور CHADEMO در کنار کانکتور J1772 ..... ۱۵۱
- شکل ۸۷- شماتیک شارژ DC و نمایی از سوکت روی خودرو ..... ۱۵۱
- شکل ۸۸- روند تغییرات درصد پوشش ایستگاه‌های شارژ از اکتبر ۲۰۰۷ تا مارس ۲۰۰۸ در توکیو ..... ۱۵۵

- شکل ۸۹- درخت فن آوری ایستگاههای شارژ ..... ۱۵۸
- شکل ۹۰- سیستمهای ذخیره ساز انرژی ..... ۱۵۸
- شکل ۹۱- شمای یک ابرخازن ..... ۱۵۹
- شکل ۹۲- نحوه کاربرد ابرخازن در خودرو الکتریکی ..... ۱۵۹
- شکل ۹۳- مدل مداری ابر خازن ..... ۱۵۹
- شکل ۹۴- توپولوژی پسیو ..... ۱۶۰
- شکل ۹۵- توپولوژی اکتیو ..... ۱۶۰
- شکل ۹۶- تغییرات انرژی خازن در مودهای مختلف حرکتی خودرو ..... ۱۶۱
- شکل ۹۷- طرح دانشگاه ایلینویز ..... ۱۶۱
- شکل ۹۸- طرح تغذیه موتور با یک مبدل DC-DC ..... ۱۶۲
- شکل ۹۹- اتصال مستقیم خازن به DC LINK ..... ۱۶۲
- شکل ۱۰۰- مدهای مختلف انتقال توان در حالتهاى مختلف خودرو الکتریکی ..... ۱۶۳
- شکل ۱۰۱- مقایسه بین توان و انرژی ابرخازن، فلای ویل و باتری ..... ۱۶۳
- شکل ۱۰۲- دیاگرام نحوه اتصال چرخ دوار به سیستم تغذیه خودرو الکتریکی ..... ۱۶۴
- شکل ۱۰۳- شمای طرح شرکت WILLIAM F1 ..... ۱۶۵
- شکل ۱۰۴- شمای کلی باتری لیتیوم یون ..... ۱۶۹
- شکل ۱۰۵- هدایت کامپوزیت‌های مختلف براساس کسر حجمی از اکسیدهای مختلف ..... ۱۷۰
- شکل ۱۰۶- نمودار هدایت آرنیوس ..... ۱۷۳
- شکل ۱۰۷- نمودار ظرفیت در مقابل تعداد چرخه‌های شارژ و دشارژ در حضور و عدم حضور نانو مواد ..... ۱۷۴
- شکل ۱۰۸- مقایسه شماتیک باتریهای مختلف براساس چگالی انرژی حجمی بر چگالی انرژی وزنی ..... ۱۷۶
- شکل ۱۰۹- شمای کلی سل، مدول و باتری ..... ۱۷۷
- شکل ۱۱۰- مدول به همراه کنترل کننده ..... ۱۷۸
- شکل ۱۱۱- فویل آلومینیومی و مسی که جمع کننده جریان در باتری است ..... ۱۷۹

- شکل ۱۱۲- جداکننده مورد استفاده در سل ..... ۱۸۱
- شکل ۱۱۳- پوشش سل، مدول و تشکیل باتری ..... ۱۸۲
- شکل ۱۱۴- درخت فن آوریهای باتری وسایل نقلیه الکتریکی و هیبریدی ..... ۱۸۴
- شکل ۱۱۵- نمای جانبی بنز مدل S400 ..... ۱۸۵
- شکل ۱۱۶- نمای روبرو بنز مدل S400 ..... ۱۸۶
- شکل ۱۱۷- فولکس واگن XL1 ..... ۱۹۱
- شکل ۱۱۸- خودروی اسپرت و هیبریدی BMW 18 ..... ۱۹۲
- شکل ۱۱۹- سیستم داخلی خودرو بی ام و ..... ۱۹۳
- شکل ۱۲۰- خودروی لکسوس E3 300H ..... ۱۹۳
- شکل ۱۲۱- ولوو هیبریدی ..... ۱۹۴
- شکل ۱۲۲- خودروی لندرور هیبریدی ..... ۱۹۵
- شکل ۱۲۳- خودروی فورد C-MAX ENERGY ..... ۱۹۶
- شکل ۱۲۴- پژو هیبرید ..... ۱۹۶
- شکل ۱۲۵- خودروی مفهومی هیبرید لکسوس LF-CC ..... ۱۹۷
- شکل ۱۲۶- خودروی میتسوبیshi OUTLANDER 2014 ..... ۱۹۸
- شکل ۱۲۷- طرح کلی اجزاء سیستم هیبرید خودروی میتسوبیshi ..... ۱۹۸
- شکل ۱۲۸- فولکس واگن JETTA 2013 ..... ۱۹۹
- شکل ۱۲۹- مزدا ۶ جدید ..... ۲۰۰
- شکل ۱۳۰- خودرو تسلا مدل S ..... ۲۰۱
- شکل ۱۳۱- مشخصات خودرو کاملاً برقی تسلا مدل S ..... ۲۰۲
- شکل ۱۳۲- ویژگی های خودرو کاملاً برقی مدل S ..... ۲۰۲
- شکل ۱۳۳- ملاحظات ایمنی در خودرو LEAF ..... ۲۰۴
- شکل ۱۳۴- مدل دوم (سمت راست) خودرو LEAF در مقایسه با مدل اولیه آن ..... ۲۰۴

- شکل ۱۳۵ - خودروی الکتریکی فولکس واگن E-GOLF و E-U ..... ۲۰۵
- شکل ۱۳۶ - فولکس واگن E-GOLF ..... ۲۰۶
- شکل ۱۳۷ - فولکس واگن E-UP ..... ۲۰۷
- شکل ۱۳۸ - رنو اسپارک ..... ۲۰۷
- شکل ۱۳۹ - بی.ام.و I3 ..... ۲۰۸
- شکل ۱۴۰ - لندرور دیفنדר الکتریکی ..... ۲۱۰
- شکل ۱۴۱ - خودروی INFINITI LE الکتریکی ..... ۲۱۱
- شکل ۱۴۲ - خودروی الکتریکی بدون راننده ..... ۲۱۲



## فهرست جدول‌ها

- جدول ۱- مقایسه راندمان در خودروهای برقی و خودروهای احتراق داخلی ..... ۱۳
- جدول ۲- درجات پیچیدگی ماشین آلات و تجهیزات فنی ..... ۶۳
- جدول ۳- درجات پیچیدگی توانایی‌های انسانی ..... ۶۴
- جدول ۴- درجات پیچیدگی اطلاعات و دانش فنی ..... ۶۶
- جدول ۵- درجات پیچیدگی سازماندهی و مدیریت ..... ۶۸
- جدول ۶- امتیازدهی پیچیدگی فناوری‌های براساس مدل ACT ..... ۷۶
- جدول ۷- پیچیدگی فناوری‌های ۶ گانه با استفاده از روش ACT ..... ۷۷
- جدول ۸- معرفی مراحل چرخه عمر ..... ۸۱
- جدول ۹- مشخصات کیت TC25 ..... ۱۰۲
- جدول ۱۰- مشخصات کیت LE25 ..... ۱۰۲
- جدول ۱۱- مشخصات کیت FE25 ..... ۱۰۳
- جدول ۱۲- مشخصات و ویژگی‌های برجسته خودروهای الکتریکی و هیبریدی ..... ۱۱۱
- جدول ۱۳- انواع خودروهای هیبریدی سری-موازی در سازندگان مختلف ..... ۱۱۶
- جدول ۱۴- مشخصات فنی خودرو LEAF ..... ۲۰۳
- جدول ۱۵- مکان ایستگاه‌های شارژ بر اساس انواع آن ..... ۱۵۲
- جدول ۱۶- مقایسه شارژهای سه گانه ..... ۱۵۲
- جدول ۱۷- زمان شارژ خودرو در شارژهای مختلف ..... ۱۵۶
- جدول ۱۸- مقایسه مشخصات کلی انواع باتری‌های قابل شارژ ..... ۱۶۷
- جدول ۱۹- مشخصات باتری‌های لیتیومی با کاتدهای مختلف ..... ۱۷۵
- جدول ۲۰- تفاوت مدول‌هایی که در باتری بکار می‌رود ..... ۱۷۸
- جدول ۲۱- انواع نمک‌های لیتیومی ..... ۱۸۰



## مقدمه

مصارف بالای سوخت توسط وسایل نقلیه موتوری نظیر اتومبیلها، موتورسیکلت ها و... در سطح جهان با توجه به کاهش منابع سوخت فسیلی و آلاینده‌گی زیاد محیط زیست توسط این مصرف کنندگان، موجب توجه روزافزون به استفاده از تجهیزات استفاده کننده از سایر منابع انرژی گشته است. مطابق بررسی ها، چنانچه روند مصرف انرژی به شکل موجود ادامه پیدا کند، میزان دی اکسید کربن موجود در محیط زیست تا سال ۲۰۵۰ به دوبرابر میزان آن در سال ۲۰۰۵ خواهد رسید که از دیدگاه مسایل زیست محیطی و نقشه راه های موجود، قابل قبول نخواهد بود. مطابق برنامه های جهانی، این مقدار بایستی در سال ۲۰۵۰ به نصف میزان آن در سال ۲۰۰۵ برسد.

یکی از مناسبترین روشها جهت دستیابی به این هدف، در کنار روش هایی نظیر استفاده از تولید پراکنده انرژی در محل مصرف و تولید همزمان برق و حرارت، استفاده از وسایل نقلیه موتوری است که نیروی محرکه آنها از انرژی الکتریکی شبکه یا باتری ها تامین می شود. این موضوع در کلیه کشورها بویژه کشورهای توسعه یافته نظیر ایالات متحده و ژاپن اهمیت ویژه ای یافته است. علاوه بر آن، کشورهایی نظیر چین و هندوستان نیز پیشرفتهای قابل ملاحظه ای در این مقوله داشته اند.

در کشور ما، ارزان بودن حامل های انرژی، از دلایل افزایش مصرف بی رویه سوخته های فسیلی بوده است که با آغاز طرح هدفمندسازی یارانه ها، این مصرف به شکل مناسبتری مدیریت گردیده است. با این وجود، آلودگی شدید هوا که بخشی از آن به دلیل مصرف روزانه ۶۰ میلیون لیتر بنزین در کشور است و محدودیت منابع نفتی و هزینه های زیاد تولید بنزین در کنار کیفیت پایین خودروها و فرسودگی آنها با توجه به عدم خروج آنها از چرخه حمل و نقل کشور پس از پایان طول عمر استاندارد که موجب افزایش مصرف بنزین در آنها می شود، همگی بر لزوم همگامی با تلاش های جهانی در راستای دستیابی به تکنولوژی خودروهای برقی تاکید دارند.

از طرف دیگر، تحقیقات انجام گرفته نشان می دهد که چنانچه برای رانندگی از ترکیب دو سیستم محرکه رانشی مبتنی بر انرژی الکتریکی و انرژی موتور احتراق درونی استفاده شود، حدود ۴۲٪ کاهش انتشار دی اکسید کربن نتیجه خواهد شد. لذا مطالعه در زمینه خودروهای الکتریکی دارای جنبه های مثبت فراوانی است.

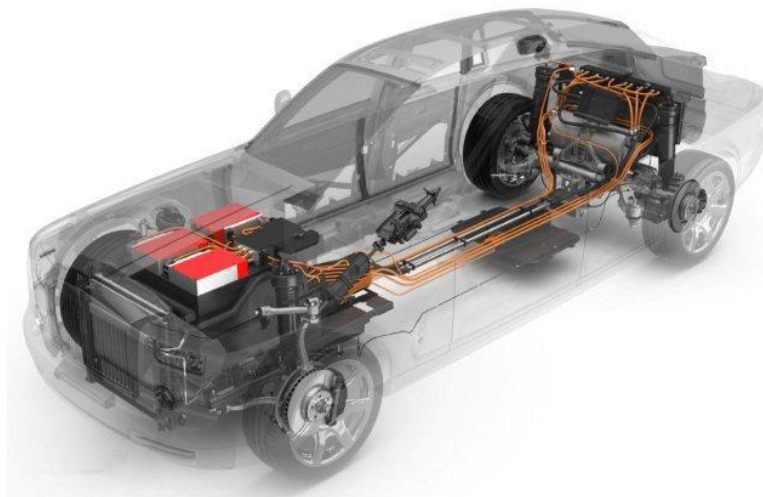
## فصل اول:

# معرفی خودروهای برقی و هیبریدی

## ۱- معرفی خودروهای برقی و هیبریدی

### ۱-۱- مقدمه

ملاحظات زیست‌محیطی و ملاحظات اقتصادی، عوامل مؤثر در تولید خودروهای پاکیزه، کارآمد و مناسب جهت حمل‌ونقل شهری می‌باشند. خودروها بخشی از زندگی روزمره ما را تشکیل می‌دهند. باین‌حال مواد و گازهای متصاعد شونده از آگروز خودروهای موتور احتراق داخلی منبع عمده آلوده سازی شهری هستند که خود اثرات گلخانه‌ای را به همراه دارد و در نهایت به گرم شدن کره زمین می‌انجامد. وابستگی به نفت به عنوان منبع مطلق انرژی جهت خودروها، کاهش منابع سوختی و وجود نوسان‌های شدید در بازار عرضه دیگر موضوعاتی است که لزوماً ایجاد تغییر در تکنولوژی‌های متداول مورد استفاده در صنعت خودرو را گوشزد می‌کند. ظرف ۵۰ سال آینده تقریباً ۴ میلیارد نفر به جمعیت ۶ میلیارد نفری کره زمین اضافه می‌گردد. صرف‌نظر از هرگونه پیشرفت در فناوری‌های جدید و بهره‌وری در مصارف انرژی، تقاضا برای انرژی رو به افزایش است و این افزایش را هم‌اکنون در کاهش مقدار نفت موجود در انبارهای کشورهای صنعتی و افزایش قیمت جهانی نفت می‌توان ملاحظه کرد [۱].



شکل ۱- نمونه‌ای از طرح داخلی خودروی برقی

تعداد خودروهای کره زمین در طی ۱۰ سال گذشته، دو برابر شده و به حدود یک میلیارد رسیده است. از سوی دیگر به دلیل کاهش منابع زیرزمینی، تولید نفت و گاز کشورهای غیر اوپک رو به کاهش رفته و وابستگی کشورهای غربی به اوپک افزایش خواهد یافت. کشورهای اوپک نیز به واسطه کاهش منابع نفتی تا آن زمان قادر به افزایش تولید نخواهند بود و به عبارت دیگر

در آینده‌ای نه‌چندان دور، منابع موجود در کره زمین قادر به پاسخگویی نیازهای انرژی جامعه بشری نخواهند بود. در ضمن یک فاکتور اقتصادی ذاتی در کارایی و راندمان تبدیل ضعیف انرژی موتورهای احتراقی وجود دارد. اگرچه تعداد خودروهای الکتریکی جایگزین، زمانی که راندمان را بر مبنای تبدیل از نفت خام به نیروی جنبشی در چرخ‌ها ارزیابی می‌کنیم، چندان بالا و زیاد نیست ولی تفاوت‌هایی وجود دارد. مواد متصاعد شونده به‌واسطه تولید نیرو فعالیت نیروگاه‌های تولید برق در مقایسه با آن دسته از مواد متصاعد شونده‌ای که از موتور خودروهای احتراقی خارج و پخش و پراکنده می‌شوند بسیار کمتر است. مردم ساکن در شهرها در معرض مواد متصاعد شونده از نیروگاه‌های برق نمی‌باشند، چراکه این نیروگاه‌ها اکثراً خارج از محوطه شهری قرار دارند. خودروهای الکتریکی دارای موتورهای الکتریکی راندمان بالا و کنترلرها هستند. این خودروها فاقد مواد دفعی متصاعد شونده‌اند و قادرند مسئله آلودگی را به شیوه‌ای کارآمد، برطرف یا کم کنند، نتیجه اینکه، خودروهای الکتریکی تنها خودروهای ممکن دارای مواد متصاعد شونده در حد صفر<sup>۱</sup> هستند.

ایده خودروهای برقی از اواسط قرن نوزدهم ظهور یافت، یعنی حتی قبل از خودروهای دارای نیرومحركه گازوئیلی. در سال ۱۹۰۰، تعداد ۴۲۰۰ خودرو فروخته شد که از این بین ۴۰ درصد با نیروی بخار، ۳۸ درصد با نیروی برق و ۲۲ درصد آن، گازوئیلی بودند. با این حال اختراع استارتر برای خودروهای بنزینی و گازوئیلی، پیشرفت تکنولوژی در تولید کلی و حجم وسیع آن‌ها و بی‌اعتمادی و مشکلات شارژ باتری‌ها، باعث کمرنگ شدن نقش خودروهای الکتریکی در اوایل دهه ۱۹۰۰ شد. با این حال، مسائل و ملاحظات زیست‌محیطی و وابستگی به نفت باعث برگشت نگرش‌ها به سمت خودروی الکتریکی در اوایل دهه ۱۹۶۰ شد. تمایل به خودروهای الکتریکی و بررسی در این زمینه، در دهه ۱۹۹۰ به اوج خود رسید. خودروهای الکتریکی تنها گروه از خودروها هستند که می‌توانند به‌عنوان خودروهای با میزان آلودگی صفر (در گازهای خروجی از اگزوز) معرفی شوند. این خودروها با استفاده از یک موتور الکتریکی به‌عنوان سیستم محرکه و یک باتری به‌عنوان منبع انرژی الکتریکی کار می‌کنند.

اگرچه پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینه موتورهای الکتریکی، الکترونیک قدرت، میکروکنترلرها و کنترل میکروپروسسوری درایور موتورها و... صورت گرفته است ولی پیشرفت فناوری باتری‌ها بسیار کند بوده است. به این دلیل، مشکل کوتاه بودن برد این خودروها هنوز به قوت خود باقی است. باوجود محدودیت‌های مربوط به این فناوری، خودروهای هیبرید الکتریکی در حال

<sup>1</sup> Zero Emission Vehicles

حاضر گزینه بهتری برای جایگزینی خودروهای درون سوز به نظر می‌رسند. خودروهای هیبرید الکتریکی به‌عنوان خودروهایی با میزان آلودگی بسیار پایین<sup>۱</sup> محسوب می‌شوند و محدودیت‌های مربوط به خودروهای الکتریکی را ندارند.

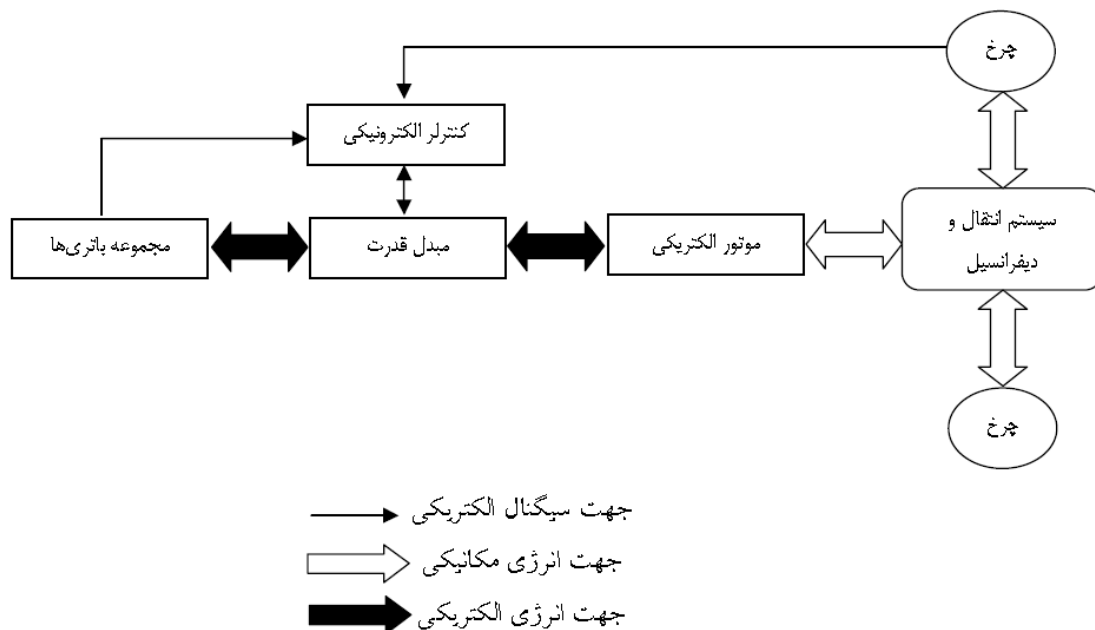
## ۱-۲- سیستم داخلی خودروهای الکتریکی

یک خودروی الکتریکی دارای دو ویژگی زیر می‌باشد:

۱. منبع انرژی آن، متحرک، قابل حمل و دارای ماهیت شیمیایی یا الکتروشیمیایی.

۲. نیروی کشش و حرکت تنها توسط موتور الکتریکی به وجود می‌آید.

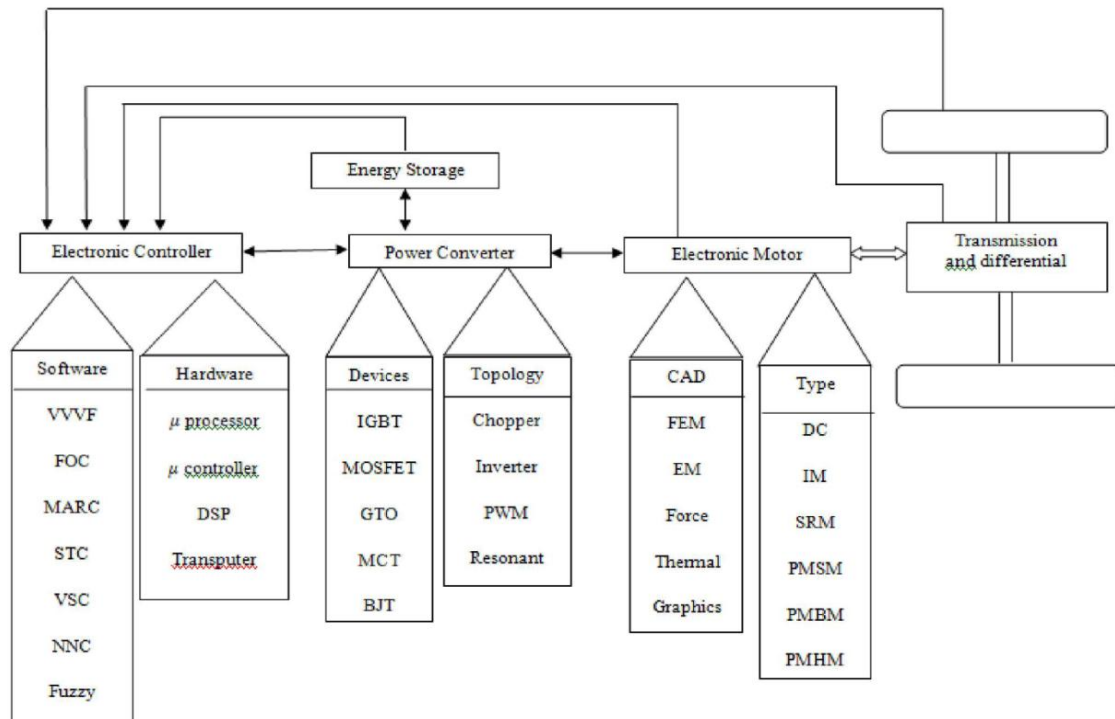
شکل زیر نشانگر خودروی الکتریکی با یک منبع انرژی قابل حمل می‌باشد. تبدیل انرژی الکترومکانیکی بین منبع انرژی خودرو و چرخ‌ها، پیش برنده خودرو محسوب می‌شود که دارای اجزاء الکتریکی و مکانیکی می‌باشد.



شکل ۲- طرح کلی خودروهای برقی

اجزاء اصلی یک خودروی الکتریکی شامل موتور، کنترلر، منبع انرژی و سیستم انتقال می‌باشد. جزئیات ساختاری یک خودروی الکتریکی و تعامل بین اجزاء آن در شکل زیر نشان داده شده‌اند. در این شکل همچنین انتخاب‌های ممکن برای هر زیرمجموعه از سیستم نشان داده شده است.

<sup>1</sup> Ultra Low Emission Vehicles



شکل ۳- جزئیات ساختاری یک خودروی الکتریکی و تعامل بین اجزاء آن

باتری‌های الکتروشیمیایی و مخصوصاً باتری‌های سربی- اسیدی به دلیل قیمت پایین‌تر و تکنولوژی ساخت مناسب، منبع متداول و مرسوم انرژی خودروهای الکتریکی محسوب می‌شوند. با این حال تکنولوژی باتری‌های جدید مطمئن در بسیاری از خودروهای پیش نمونه مورد تست و ارزیابی قرار گرفته‌اند. باتری‌ها برای دریافت انرژی و ذخیره آن نیازمند به شارژ در اولین محل قابل دسترسی به انرژی می‌باشند. مشکل محدودیت دامنه کاری خودروهای الکتریکی کار کننده با باتری، تحقیقات را به سمت منابع انرژی جایگزین مثل پیل سوختی (سوخت سلولی) و چرخ لنگرها کشانده است. نمونه‌های آزمایشی از خودروهای الکتریکی با سوخت‌های سلولی نیز ساخته شده‌اند که تولید آن‌ها در آینده‌ی نزدیک به چشم خواهد خورد.

اکثر موتورهای الکتریکی به‌کاررفته در خودروهای الکتریکی از نوع جریان مستقیم، القایی و یا مغناطیس دائم می‌باشند. وجود مشکلات مربوط به ماشین‌های DC، سازندگان را بر آن داشت تا انواع مختلف ماشین‌های AC را مورد بررسی قرار دهند. هزینه کم و عدم نیاز به حفظ و نگهداری باعث شد تا ماشین‌های القایی به عنوان یک جایگزین مناسب در نظر گرفته شوند. با این حال، عملکرد ماشین القایی در سرعت و قدرت بالا تنها با بالا بردن حجم و وزن آن‌ها، ممکن است.

عملکرد عالی به همراه میزان قدرت بالا در ماشین‌های مغناطیس دائم، آن‌ها را به راه‌حل و گزینه‌ای فعال جهت کاربرد در خودروهای الکتریکی تبدیل کرده است؛ با این حال از هزینه بالای مگنت‌های دائم نمی‌توان اجتناب کرد. قدرت بالا و هزینه

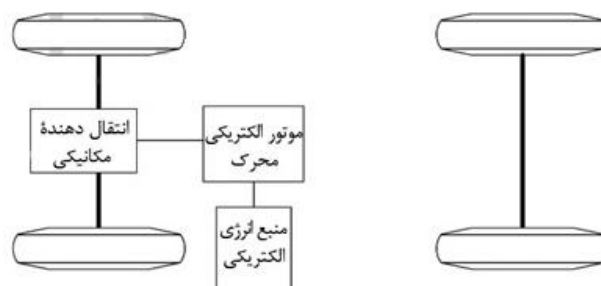


تولید نسبتاً پایین ماشین‌های رلوتانس سویچ شونده، باعث شده تا امروز به یکی از گزینه‌های مناسب برای کاربرد در خودروهای الکتریکی مطرح شوند.

طراحی موتور الکتریکی نه تنها شامل جنبه‌های الکترومغناطیس ماشین می‌شود بلکه جنبه‌های حرارتی و مکانیک ماشین را نیز شامل می‌گردد. موتور الکتریکی توسط یک مبدل الکترونیک قدرت تغذیه می‌گردد که ولتاژ مستقیم و ثابت خروجی از باتری را به یک منبع ولتاژ و فرکانس متغیر برای کارکرد موتور در نقطه کاری مطلوب تبدیل می‌کند. مدارات الکترونیک قدرت از قطعات نیمه‌هادی قدرت تشکیل شده‌اند. تکنولوژی فعال‌سازی و کنترل مدارات الکترونیک قدرت مهم‌ترین مسئله در عملکرد خوب و بالای آن‌ها می‌باشد. پیشرفت و توسعه در پردازشگرهای سیگنال دیجیتال سرعت بالا یا میکروپروسورها، ساخت الگوریتم‌های کنترلی پیچیده را با دقت بسیار بالا برای مدارات الکترونیک قدرت فراهم می‌کند.

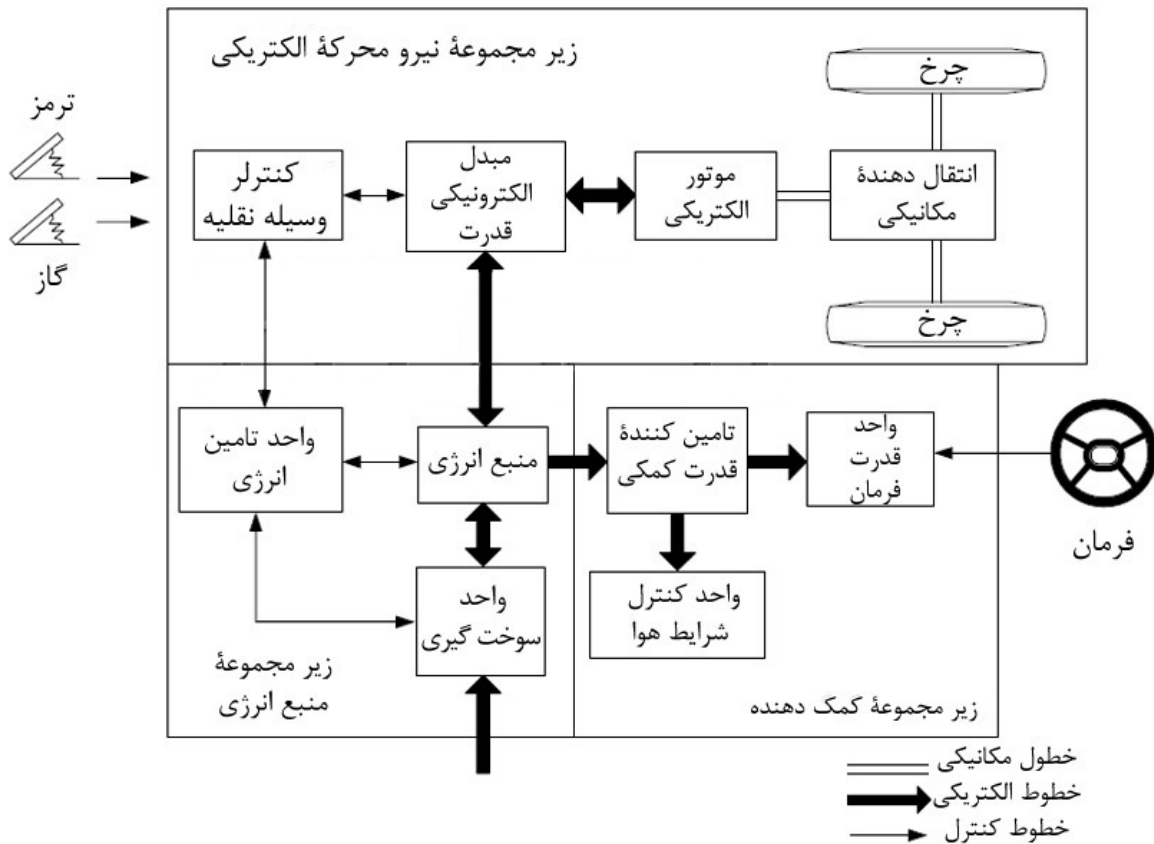
### ۱-۲-۱- پیکربندی کلی وسایل نقلیه الکتریکی

قبلاً، با جایگزین کردن موتور احتراق داخلی و مخزن سوخت با یک موتور الکتریکی محرک و یک باتری، وسیله نقلیه‌ی احتراق داخلی تبدیل به یک وسیله نقلیه‌ی الکتریکی می‌شد و همان‌طور که در شکل نشان داده شده، دیگر اجزاء، بدون تغییر باقی می‌ماندند. اشکالاتی همچون وزن سنگین، انعطاف‌پذیری کمتر و تضعیف عملکرد موجب شد تا استفاده از این‌گونه وسایل نقلیه‌ی الکتریکی کمتر و کمتر شود. از این‌رو، وسایل نقلیه‌ی الکتریکی مدرن بر اساس بدنه و طراحی ساختارهای منحصربه‌فرد توسعه داده شدند. این موجب شد تا از لوازمی منحصربه‌فرد در ساختار وسایل نقلیه‌ی الکتریکی استفاده شود تا انعطاف‌پذیری و نیروی محرکه‌ی آن‌ها بهبود یابد [۱].



شکل ۴- پیکربندی کلی خودروهای برقی

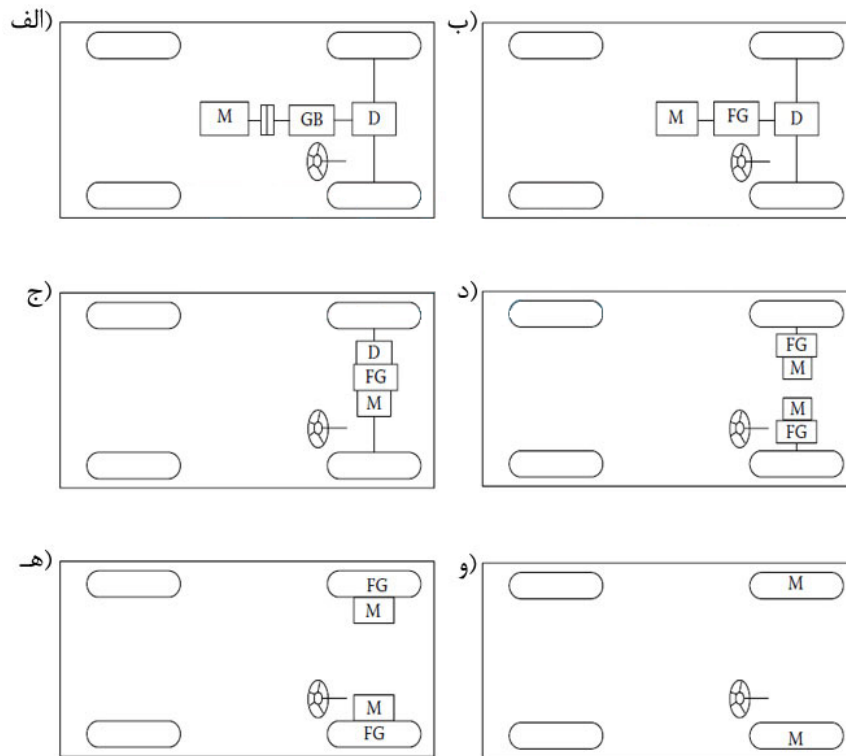
قوای محرک یک وسیله نقلیه الکتریکی شامل سه زیرمجموعه‌ی اصلی است: نیرومحرکه‌ی الکتریکی، منبع انرژی و کمک دهنده که این سه زیرمجموعه، خود دارای زیرمجموعه‌هایی هستند که در شکل زیر به‌طور کامل نمایش داده شده‌اند.



شکل ۵- طرح کلی قوای محرک یک وسیله نقلیه الکتریکی

بسته به ورودی‌هایی که از طریق پدال‌های گاز و ترمز اعمال می‌شوند، کنترل‌کننده‌ی وسیله نقلیه سیگنال کنترل مناسبی را به مبدل الکترونیکی قدرت ارسال می‌کند که وظیفه‌ی مبدل الکترونیکی قدرت، تنظیم توان جاری شده بین موتور الکتریکی و منبع انرژی می‌باشد. جریان توان برگشت، به دلیل احیای ترمز وسیله نقلیه‌ی الکتریکی رخ می‌دهد. این انرژی بازیافت شده می‌تواند در منبع انرژی ذخیره شود زیرا منبع انرژی قابلیت پذیرش این انرژی را دارد. اکثر باتری‌های وسایل نقلیه‌ی الکتریکی همچون ابرخازن‌ها و فلایویل‌ها، به آسانی توانایی پذیرش انرژی بازیافت شده را دارند. واحد مدیریت انرژی با کنترل‌کننده‌ی وسیله نقلیه همکاری می‌کند تا احیای ترمز و انرژی به‌دست‌آمده از طریق آن را کنترل کند. این بخش همچنین با واحد سوخت‌گیری در ارتباط است تا آن را کنترل کند و میزان قابلیت استفاده از منبع انرژی را به تصویر بکشد. منبع توان کمکی، توان موردنیاز با سطوح ولتاژهای مختلف را برای همه‌ی بخش‌های کمکی وسیله نقلیه‌ی الکتریکی تأمین می‌کند، مخصوصاً برای واحدهای کنترل‌کننده‌ی شرایط هوا و توان فرمان.

همان‌طور که در شکل زیر نشان داده شده، به علت وجود چندین مشخصه‌ی نیرومحرکه‌ی الکتریکی و منابع انرژی، پیکربندی‌های مختلفی برای وسایل نقلیه‌ی الکتریکی امکان‌پذیر است.



C: کلاچ  
D: دیفرانسیل  
FG: دنده ثابت  
GB: جعبه دنده  
M: موتور الکتریکی

شکل ۶- پیکربندی ممکن برای وسایل نقلیه الکتریکی: (الف) سیستم نیروی محرکه‌ی رایج با انتقال‌دهنده‌ی چند دنده و کلاچ، (ب)

انتقال‌دهنده‌ی تک دنده بدون نیاز به کلاچ، (ج) استفاده از چرخ‌دنده‌ی ثابت یکپارچه و دیفرانسیل، (د) دو موتور الکتریکی

جداگانه و دنده‌ی ثابت با محور محرکشان، (ه) محرک مستقیم با دو موتور جداگانه و دنده ثابت و (و) دو موتور الکتریکی

کشنده با ساختار درون چرخ.

### ۱-۲-۲- مصرف انرژی

در حمل‌ونقل، معمولاً واحد انرژی به جای ژول (J) یا کیلوژول (kJ)، کیلووات-ساعت (kWh) می‌باشد. مصرف انرژی بر مسافت که به صورت kWh/km بیان می‌شود، به طور کلی برای ارزیابی مصرف انرژی وسیله نقلیه استفاده می‌شود. با این

حال، واحدی که برای وسایل نقلیه با موتور احتراق داخلی استفاده می‌شود، معمولاً یک واحد فیزیکی از حجم سوخت بر مسافت طی شده همچون لیتر بر ۱۰۰ کیلومتر (L/100km) می‌باشد.

در ایالات متحده آمریکا معمولاً مسافت بر واحد حجم سوخت استفاده می‌شود که به صورت مایل بر گالن بیان می‌شود (mpg)؛ به عبارت دیگر، برای وسایل نقلیه الکتریکی با نیروی باتری، واحد مصرف انرژی اصلی بر حسب kWh که در ترمینال باتری‌ها اندازه‌گیری می‌شود، مناسب‌تر است. ظرفیت انرژی باتری معمولاً بر حسب kWh اندازه‌گیری می‌شود و رنج رانندگی با هر بار شارژ شدن باتری به راحتی قابل محاسبه است. شبیه به وسایل نقلیه با موتور احتراق داخلی، L/100km (برای سوخت‌های مایع) یا kg/100km (برای سوخت‌های گازی همچون هیدروژن) یا mpg یا مایل بر کیلوگرم واحد مناسب‌تری از اندازه‌گیری برای وسیله نقلیه می‌باشند که از سوخت‌های گازی استفاده می‌کنند.

مصرف انرژی، ادغامی از توان خروجی در ترمینال‌های باتری می‌باشد. برای جلو راندن، توان خروجی باتری برابر است با توان مقاومت و توان‌های تلف شده در انتقال دهنده و درایو موتور الکتریکی که شامل تلفات توان در لوازم الکترونیکی می‌باشد. همان‌طور که قبلاً گفته شد، وقتی احیاکننده‌ی ترمز در وسیله نقلیه الکتریکی مؤثر باشد، موتور الکتریکی به عنوان یک ژنراتور عمل می‌کند و قسمتی از انرژی ترمز که در وسایل نقلیه معمولی هدر می‌رود می‌تواند بازیافت شود و در باتری‌ها ذخیره شود. حال برای محاسبه توان احیاکننده‌ی ترمز در ترمینال‌های باتری می‌توانیم از رابطه‌ی زیر استفاده کنیم:

$$P_{b-out} = \alpha \frac{V}{\eta_r \eta_m} = \left( Mg(f_r + i) + \frac{1}{2} \rho_a C_D A_i V^2 + M \delta \frac{dV}{dt} \right)$$

که در این رابطه، زاویه‌ی جاده (i) یا شتاب dV/dt یا هر دو منفی هستند و  $\alpha$  عامل احیاکننده‌ی ترمز نامیده می‌شود که مقداری بین صفر و یک دارد و درصد کل انرژی ترمز است که می‌تواند توسط موتور الکتریکی بازیافت شود. عامل احیاکننده‌ی ترمز، تابعی از قدرت ترمز اعمال شده، طراحی و سیستم کنترل ترمز است [۱].

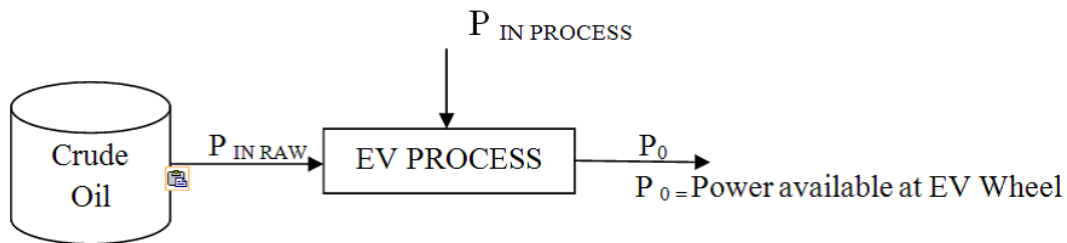
### ۱-۳- مزایای خودروهای الکتریکی نسبت به خودروهای احتراق داخلی

مزایا و معایب نسبی یک خودروی الکتریکی نسبت به یک خودروی احتراق داخلی را می‌توان از مقایسه این دو بر اساس رانندمان، آلاینده‌گی، هزینه و وابستگی به نفت بهتر متوجه شد. این مقایسه‌ها باید با دقت بالا انجام شود و عادلانه بودن و بی‌طرف بودن برای هر دو سیستم تضمین شود.

### ۱-۳-۱- مقایسه راندمان

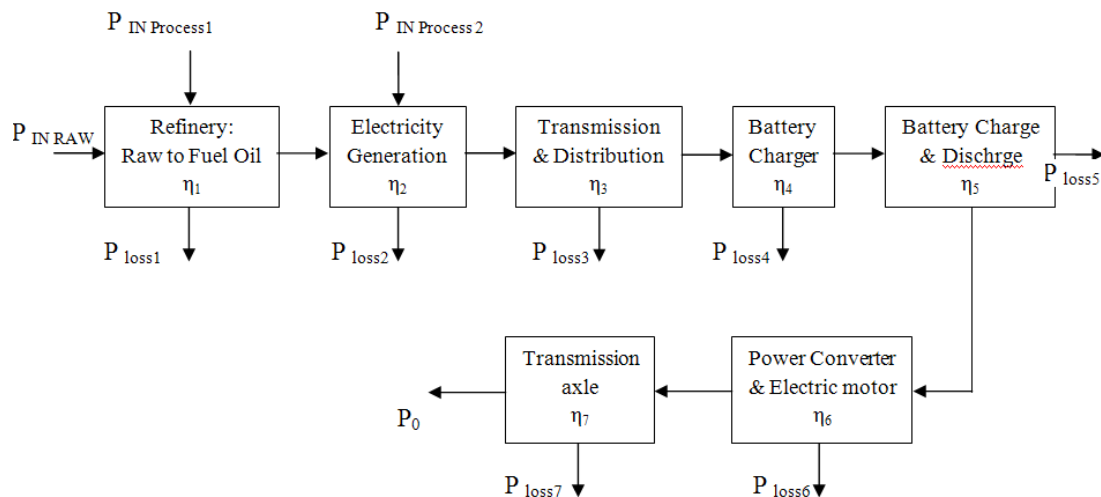
جهت ارزیابی بین هر دو خودرو در سطح جاده‌ای، کلیه مراحل از تبدیل نفت خام تا نیروی ایجاد شده در چرخ‌ها باید در نظر گرفته شود. برای محاسبه راندمان کلی در خودروهای الکتریکی باید راندمان تبدیل نفت خام که باعث تولید برق می‌گردد نیز در نظر گرفته شود. قدرت ورودی یک خودروی الکتریکی حاصل دو منبع است، منبع قدرت ذخیره شده و دیگری منبع قدرت وابسته. قدرت ذخیره شده در طی حرکت از یک واحد ذخیره‌سازی انرژی تأمین می‌شود. قدرت تحویل داده شده توسط یک باتری از طریق واکنش الکتروشیمیایی، یا قدرت به دست آمده از یک تکه زغال‌سنگ توسط سوزاندن آن، مثال‌هایی از قدرت ذخیره شده می‌باشند. قدرت وابسته به شکل غیرمستقیم از مواد خام به دست می‌آید. برق به دست آمده از نفت خام و تحویل داده شده را با  $P_{INRAW}$  و نوع ذخیره شده را با  $P_{INPROCESS}$  نشان می‌دهند. با توجه به شکل زیر می‌توان نوشت:

$$P_{IN} = P_{INPROCESS} + P_{INRAW}$$



شکل ۷- شماتیکی از رابطه بین توان ورودی و خروجی در خودروهای برقی

مراحل کامل تولید قدرت در یک خودروی الکتریکی را می‌توان با استفاده از شکل زیر نشان داد.



شکل ۸- شماتیکی از مراحل تولید قدرت در یک خودروی الکتریکی

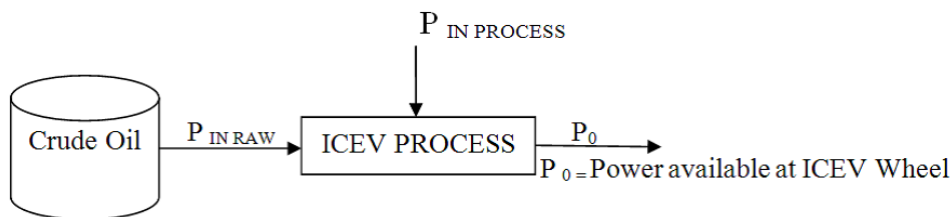
قدرت وابسته توسط منبع آنتن‌ها در اولین مرحله به سیستم، وارد می‌شود. با این حال قدرت ذخیره شده را می‌توان در هر مرحله‌ای اضافه کرد. هر مرحله راندمان و کارایی خود را بر اساس ورودی به آن مرحله و خروجی تحویل داده شده به مرحله بعدی، محاسبه می‌کند. به عنوان مثال، راندمان اولین مرحله بر اساس ورودی و خروجی‌اش به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\eta_1 = \frac{P_1}{P_{IN..RAW} + P_{IN..PROCESS1}}$$

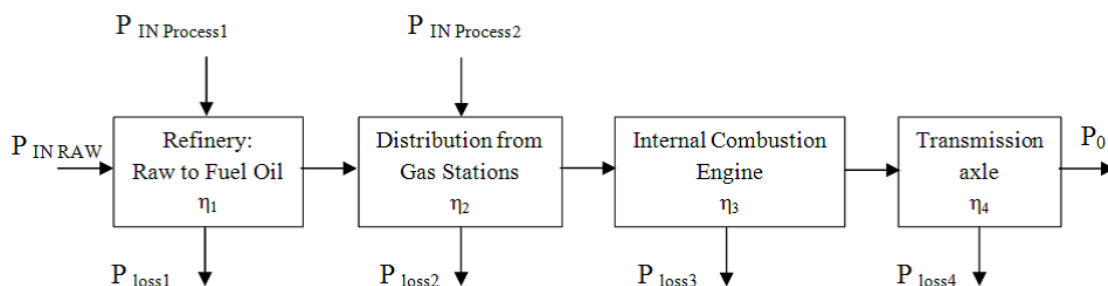
راندمان هر مرحله باید بر اساس قدرت ورودی و خروجی آن محاسبه شود. راندمان می‌تواند بر اساس تکنولوژی به کاررفته در هر مرحله تنوع بالایی داشته باشد. راندمان کلی را می‌توان از ضرب راندمان‌ها در هر مرحله به دست آورد و به صورت زیر نوشت.

$$\eta_{EV} = \frac{P_0}{P_{IN}} = \frac{P_0}{P_0 + \sum_{i=1}^7 P_{LOSSi}} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4 \eta_5 \eta_6 \eta_7$$

در دو شکل زیر مراحل تولید قدرت در یک خودروی احتراق داخلی و به صورت مرحله‌ای نشان داده شده است.



شکل ۹- شماتیکی از مراحل تولید قدرت در یک خودروی احتراق داخلی



شکل ۱۰- طرح کلی از مراحل تولید قدرت در یک خودروی احتراق داخلی

راندمان کلی خودروی احتراقی را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت:

$$\eta_{ICEV} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4$$

یک مقایسه نمونه‌ای راندمان بین خودروی الکتریکی و خودروی احتراقی را می‌توان بر اساس مراحل تولید قدرت در هر خودرو توسط جدول زیر نشان داد. بر اساس این جدول می‌توان بیان داشت که راندمان کلی خودروی الکتریکی در مقایسه با خودروی احتراق داخلی قابل قیاس است.

جدول ۱ - مقایسه راندمان در خودروهای برقی و خودروهای احتراق داخلی

Efficiency (%)			Efficiency (%)		
ICEV	Max.	Min.	EV	Max.	Min.
Crude oil			Crude oil		
Refinery (prtroleum)	90	85	Refinery (fuel oil)	97	95
Distribution of fuel tank	99	95	Electricity generation	40	33
Engine	22	20	Transmission to wall outlet	92	90
Transmission/axle Wheels	98	95	Battery charger	90	85
			Battery (lead/acid)	75	75
			Motor/controller	85	80
			Transmission/Axle Wheels	98	95
Overall efficiency (crude oil to Wheels)	19	15	Overall efficiency (crude oil to Wheels)	20	14

### ۱-۳-۲ - مقایسه آلاینده‌گی

سیستم حمل‌ونقل دربرگیرنده یک سوم کل مصرف انرژی است و به دلیل تولید آلودگی‌های کربنی از منابع اصلی آلاینده‌گی محیطی به حساب می‌آید. انجمن و سازمان انرژی آمریکا چنین مطرح ساخته است که اگر ۱۰ درصد خودروهای سراسر جهان از نوع خودروهایی با میزان آلودگی صفر باشند، آنگاه آلاینده‌های هوا در حدود ۱ میلیون تن در سال کاهش خواهند یافت و ۶۰ میلیون تن گاز دی‌اکسید کربن گلخانه‌ای نیز حذف می‌شود. با برقی کردن ۱۰۰ درصد خودروهای احتراقی یعنی جایگزینی هر خودروی احتراقی با یک خودروی الکتریکی نتایج زیر حاصل می‌شود:

- ✓ دی‌اکسید کربن هوا که به گرم شدن جهانی مرتبط است، به نصف کاهش می‌یابد.
- ✓ اکسیدهای نیتروژن (یک گاز گلخانه‌ای و عامل گرم شدن کره زمین) نیز به آهستگی بر اساس استانداردهای کاربردی مربوط به مواد متصاعد شونده تحت نظارت دولت از بین خواهند رفت.
- ✓ زائادات نفتی کاهش می‌یابد چراکه خودروهای الکتریکی به نفت و سوخت نیازی ندارند.

- ✓ خودروهای الکتریکی باعث کاهش آلودگی صوتی می‌شوند چراکه آرام‌تر از خودروهای احتراق داخلی کار می‌کنند.
- ✓ آلودگی حرارتی نیروگاه‌های بزرگ تولید برق با افزایش خودروهای الکتریکی افزایش خواهد یافت.
- ✓ دی‌اکسید سولفور حاصل از فرایند تولید برق (با سوخت زغال سنگ) که به باران اسیدی مربوط می‌شود نیز به آهستگی افزایش می‌یابد.

### ۱-۳-۳- مقایسه هزینه انرژی

هزینه مالی اولیه تولید خودروهای الکتریکی نسبت به خودروهای احتراق داخلی به دلیل فقدان فرصت و امکان تولید انبوه آن بیشتر است. ولی هزینه مالی تولید خودروهای الکتریکی با افزایش حجم تولید، کاهش خواهد یافت. هزینه و قیمت خودروهای الکتریکی به دلیل قیمت باتری به کار رفته از هزینه مالی خودروهای احتراقی نیز بیشتر است. مبدل‌های الکترونیک قدرت نیز گران هستند. هزینه طول عمر و کارکرد کلی یک خودروی الکتریکی را کمتر از یک خودروی احتراقی تخمین می‌زنند. خودروهای الکتریکی، مطمئن‌تر و نیازمند حفظ و نگهداری کمتری هستند و همین موضوع آن را نسبت به خودروی احتراقی مناسب‌تر نشان می‌دهد.

### ۱-۴- انواع کلی خودروهای برقی

به‌طور کلی، خودروهای برقی به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- خودروهای الکتریکی (EV)<sup>۱</sup>
- خودروهای الکتریکی هیبریدی (HEV)<sup>۲</sup>
- خودروهای هیبریدی قابل اتصال به شبکه (PHEV)<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> Electrical Vehicle

<sup>۲</sup> Hybrid Electrical Vehicle

<sup>۳</sup> Plugin Hybrid Electrical Vehicle



### ۱-۴-۱- خودروهای الکتریکی (EV)

این خودروها دارای موتور الکتریکی به همراه باتری‌هایی برای تأمین انرژی الکتریکی بوده و از انرژی باتری‌ها هم به عنوان نیروی محرکه موتور الکتریکی خودرو و هم برای تأمین انرژی لازم برای سایر تجهیزات استفاده می‌شود. باتری‌ها می‌توانند هم از اتصال به شبکه و هم از انرژی ترمز خودرو و حتی از منابع الکتریکی غیر شبکه نظیر پیل‌های خورشیدی شارژ شوند. مزایای اصلی این خودروها عبارت‌اند از:

- ✓ کاملاً عاری از آلاینده‌گی گازهای گلخانه‌ای هستند.
- ✓ سروصدای بسیار کم تولید می‌کنند.
- ✓ راندمان بسیار بالاتر از موتورهای احتراق داخلی دارند.
- ✓ قیمت موتورهای الکتریکی آن‌ها کم است.

عیب اصلی این خودروها، وابستگی کامل به باتری (که تکنولوژی آن هنوز به ظرفیت و چگالی انرژی قابل مقایسه با سوخت‌های فسیلی نرسیده است) می‌باشد.

### ۱-۴-۲- خودروهای هیبریدی (HEV)

این خودروها هم دارای موتور سوختی و هم دارای موتور برقی با باتری کافی (۱ تا ۳ کیلووات ساعت) با قابلیت ذخیره انرژی از موتور سوختی و ترمز خودرو هستند. باتری‌ها در زمان مورد نیاز به کمک خودرو می‌آیند. تا نیروی کمکی را تولید کنند یا در سرعت‌های پایین، با خاموش شدن موتور سوختی، نیرومحرکه خود را تأمین نمایند.

در دهه گذشته حدود ۱/۵ میلیون دستگاه خودروی برقی هیبریدی به فروش رفته است. در کشورهای توسعه‌یافته‌ای نظیر ایالات متحده آمریکا، حدود ۳ درصد از خودروهای موجود هیبریدی است.

معایب این خودرو عبارت‌اند از:

- ✓ عدم قابلیت شارژ از شبکه برق
- ✓ وابستگی به موتور مصرف‌کننده سوخت فسیلی (عدم قابلیت حرکت خودرو تنها با استفاده از موتور برقی)

### ۱-۴-۳- خودروهای الکتریکی هیبریدی قابل اتصال به شبکه (PHEV)

این خودروها که برای از بین بردن معایب خودروهای برقی هیبریدی طراحی شده‌اند، قابل شارژ از شبکه بوده و در نتیجه نیاز به باتری‌های بیشتری نسبت به آن‌ها دارند. عبارت پلاگین هیبریدی برای این نوع از سیستم‌ها بکار می‌رود. در این خودروها، سیستم موتور سوخت فسیلی به صورت کامل وجود دارد.

خودروهای هیبریدی قابل اتصال به شبکه، نسبت به HEV ها دارای باتری‌های بیشتری هستند (حدود ۵ برابر). تفاوت اساسی باتری‌های این دو نوع خودروی برقی، این است که باتری‌های PHEV بایستی قابلیت تخلیه سریع و شارژ سریع را داشته باشند، درحالی‌که باتری‌های HEV در حالت تقریباً شارژ کامل عمل می‌کنند و تخلیه در آن‌ها به ندرت اتفاق می‌افتد.

قیمت باتری‌های PHEV بین ۱/۳ تا ۱/۵ برابر باتری‌های EV است، با این وجود به دلیل تعداد کمتر باتری، قیمت کل باتری‌ها در خودروهای PHEV کمتر از EV خواهد بود.

برای این خودروها، می‌توان موارد زیر را ذکر نمود:

✓ با تولید انبوه باتری، قیمت آن به ۱۵۰ دلار بر کیلووات ساعت می‌رسد که برای اتومبیلی با برد متوسط (۴۰ کیلومتر با

باتری ۸ کیلووات ساعت)، قیمت کل باتری‌ها حدود ۶۰۰ دلار خواهد بود.

✓ چنانچه طول عمر اتومبیل ۲۰۰ هزار کیلومتر باشد، هزینه سوخت صرفه‌جویی شده در حدود ۴۰۰۰ دلار خواهد بود که

کمتر از هزینه باتری است.

✓ کاهش قیمت باتری به ۵۰۰ دلار بر کیلووات ساعت باعث ایجاد رقابت بین خودروهای الکتریکی هیبریدی قابل

اتصال به شبکه و خودروهای بنزینی معمول می‌شود.

در مورد خودروهای هیبرید الکتریکی به‌طور کامل در بخش بررسی فناوری‌های خودروهای هیبریدی توضیح داده خواهد شد.

### ۱-۵- جمع بندی

در این فصل به معرفی کلی خودروهای هیبریدی الکتریکی پرداخته شد. مزایای خودروهای الکتریکی و هیبریدی نسبت به خودروهای احتراق داخلی به طور اجمالی بررسی و ارائه گردید. از لحاظ راندمان انرژی، آلاینده‌گی و هزینه‌های تولید این بررسی‌ها ارائه گشت.

در ادامه انواع خودروهای برقی EV، الکتریکی هیبریدی HEV و خودروهای الکتریکی هیبریدی قابل اتصال به شبکه PHEV معرفی شده و ساختار کلی هر یک به همراه مشخصات فنی عمومی آنها توضیح داده شد.

در فصل دوم که در حقیقت مطابق با فعالیتهای مرحله اول قرارداد تعریف پروژه می‌باشد، به تدوین مبانی سند توسعه فناوری و استخراج نقشه راه خودرو برقی پرداخته خواهد شد.

## فصل دوم:

# تدوین مبانی سند توسعه فناوری و استخراج نقشه

## راه خودرو برقی

## ۲- تدوین مبانی سند توسعه فناوری و استخراج نقشه راه خودرو برقی

### ۲-۱- ضرورت توسعه و توجیه پذیری توسعه فناوری خودرو برقی

در یک قرن گذشته سرعت رشد بشر با ارتقا علم و بهداشت به شدت افزایش یافته و این افزایش منجر به افزایش شدید مصرف انرژی و منابع طبیعی زمین شده است. افزایش مصرف و کاهش شدید منابع طبیعی متفکرین علم و اقتصاد را به این رویکرد سوق داده است که بتوان به سمت توسعه پایدار در تمام جهات حرکت نمود.

از طرفی استفاده بیش از حد از سوختهای فسیلی موجب افزایش دی اکسید کربن و افزایش گرمای زمین و ایجاد مشکلات عدیده زیست محیطی شده است. این موارد موجب نمایان شدن چالش های جدی در سطح ملی و جهانی شده است. چالشهایی از قبیل محیط زیست، اقتصاد انرژی، توسعه پایدار و توسعه علم و فناوری با رویکرد محیط زیست و توسعه پایدار. در ادامه به بررسی این چالش ها پرداخته می شود.



شکل ۱۱- رویکردهای چهارگانه در آینده پژوهی فناوری خودرو برقی

### ۲-۱-۱- محیط زیست

نگرشی گذرا بر وضعیت محیط زیست جهان در دو دهه گذشته نشان می دهد که نه فقط اثرات مخرب انسانی بر محیط زیست کاهش نیافته بلکه مسائل حاد و بغرنج جدید مانند آلودگی شدید جو، کاهش تنوع زیستی، پارگی لایه اوزون، پدیده گلخانه ای و گرم شدن کره زمین، افزایش سطح آب اقیانوسها، تغییرات شدید اقلیمی و اثرات مختلف و متعدد بروز نموده است و در ایران نیز همانند سایر ملل، توسعه شهرنشینی و تبدیل تدریجی مناطق روستایی و جوامع کشاورزی به مناطق شهری و صنعتی، موجب تغییر روابط مناسب انسانی با محیط زیست اطراف خود گردیده است. این تغییرات به علت عدم اعمال کنترل و نظارت بر محیط زیست حادث شده است. در سطح کشور قوانین محیط زیستی شاخه مهم و مستقلى از حقوق عمومی تلقی می شود که با اصل

پنجاهم قانون اساسی قوام گرفته و اخیراً با مصوبات و قوانین مربوط به ارزیابی اثرات محیط زیستی از تکوین و تکامل نسبی برخوردار شده است.

در فرایند سیر تکامل مدیریت محیط زیست به عنوان یک نظام گسترده و پویا برای مواجهه با آلودگی و تخریب محیط زیست، رویکردهای پیشگیرانه ای مورد نظر قرار گرفته‌اند. در این راستا، از پایان دهه ۱۹۶۰ میلادی، ارزیابی اثرات محیط زیستی به عنوان فعالیتی به منظور شناسایی و پیش‌بینی اثرات یک پروژه بر روی رفاه و سلامت انسان و نیز بر محیط بیو ژئو فیزیکی او به منظور بررسی و انتشار اطلاعات این اثرات مطرح و اجرای قانونی آن جایگاه ویژه ای در کشورهای مختلف جهان یافته است.

با توجه به اثرات تخریبی و بعضاً غیرقابل جبران و بسیار پرهزینه بسیاری از پروژه های توسعه، ارزیابی محیط زیستی به عنوان یک ابزار قدرتمند برای دستیابی به توسعه پایدار از سال ۱۳۷۳ در کشور ایران جایگاه قانونی یافته است.

توجه به محیط زیست و طبیعت در دوران ما تبدیل به معیار شده است، معیار ی که هر روز بیش از پیش در جهان فراگیر می‌شود به طوری که از اواخر دهه ۱۹۶۰ که پدیده محیط زیست گرایی در جهان پدیدار می‌شود و در سال ۱۹۷۱ کنفرانس سازمان ملل پیرامون محیط زیست انسانی در استکهلم سرآغاز تلاش دولتها برای پاسخگویی به این نیاز جهانی بود.

بیست سال پس از اعلامیه استکهلم، اجلاس معروف کره زمین در ریودوژانیرو واقع در کشور برزیل تشکیل و باعث ایجاد جریان فکری توسعه و محیط زیست به عنوان دو روی سکه گردید و عبارت توسعه پایدار یکی از اساسی‌ترین جلوه‌های علایق مردم سراسر جهان درآمد.

ضرورت اجرای اصل پنجاهم قانون اساسی و لزوم توجه به عامل محیط زیست و منابع طبیعی، موجب شده است که برنامه ریزی بخش محیط زیست برای نخستین بار در سال ۱۳۶۲ در برنامه پنج ساله اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور کنار سایر بخشها انجام شود.

## ۲-۱-۱-۱- محیط زیست و انرژی

چگونگی تولید و استفاده از حاملهای انرژی در بخشهای مختلف مصرف کننده، از عوامل مؤثر در ایجاد آلودگی محیط زیست در مقیاس محلی، منطقه ای و بین‌المللی می‌باشد.

بر همین اساس توجه به میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای و بررسی روند تغییرات آنها طی دوره‌های زمانی مختلف، ابزاری مناسب را جهت برنامه ریزی و سیاست‌گذاری لازم برای کاهش آثار و تبعات منفی مصرف انرژی فراهم می‌آورد.

بخش‌های حمل و نقل، نیروگاه‌ها و صنایع سهم به‌سزایی در تولید دی‌اکسیدگوگرد و اکسیدهای ازت دارند، به طوری که ۸۱٫۸۶ درصد از انتشار کل این گاز در ایران مربوط به این بخش‌ها می‌باشد.

منبع اصلی تولید گاز دی‌اکسیدکربن نیز بخش‌های خانگی، تجاری و عمومی، حمل و نقل و نیروگاه‌ها هستند. دو سوخت گازوئیل و بنزین که عمدتاً در بخش حمل و نقل کشور مورد استفاده قرار می‌گیرند بیشترین مقدار آلودگی را تولید می‌کنند. افزایش مصرف حامل‌های انرژی و برق در کشور در راستای توسعه و تغییر شرایط زندگی و رفاه اجتماعی، یکی از عوامل تأثیرگذار بر روند فوق می‌باشد.

با توجه به اقدامات انجام شده در زمینه بهینه‌سازی مصرف انرژی، علی‌رغم افزایش مصرف انرژی، انتظار می‌رود میزان انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای سطح تثبیت شده‌ای را در کشور داشته باشند، با این وجود میزان انتشار برآورد شده در سال ۱۳۸۵ بیانگر افزایش انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای می‌باشد.

#### ۲-۱-۱-۲- هزینه‌های اجتماعی

هزینه‌ای که به علت اثرات زیست محیطی مستقیم انتشار آلاینده‌ها باعث تخریب اکوسیستمها، آسیب به ساختارها (اعم از ساختمانها، پلها و...) و سلامتی افراد گردد، هزینه تخریب نامیده می‌شود. در واقع هزینه تخریب، هزینه‌ای است که اثرات تخریب‌کننده یا سوء یک آلاینده یا فعالیت بر محصولات کشاورزی، اکوسیستمها، مواد و سلامت انسان را برآورد می‌کند و اغلب هزینه‌ای است که در قیمت تمام شده در نظر گرفته نمی‌شود. به عبارت دیگر به مجموع پولی که بتواند صدمات ناشی از انتشار مواد آلاینده و گازهای گلخانه‌ای را جبران نماید، هزینه تخریب یا هزینه‌های اجتماعی گفته می‌شود. جهت محاسبه هزینه‌های تخریب نیاز به کمی کردن اثر آلاینده‌ها و فعالیتها در محیط‌های اثرپذیر (انسانی و طبیعی) می‌باشد.

#### ۲-۱-۱-۳- گرمایش زمین

تقریباً ۱۰۰٪ از افزایش دمای مشاهده شده در ۵۰ سال اخیر به دلیل افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای در جو مانند بخار آب، دی‌اکسید کربن، متان و ازن می‌باشد. گازهای گلخانه‌ای گازهایی هستند که در اثر گلخانه‌ای شرکت دارند و بزرگترین منبع این گازها احتراق سوخته‌های فسیلی است که به نشر دی‌اکسید کربن می‌انجامد.

#### ۲-۱-۱-۴- اثر گلخانه‌ای

وقتی نور خورشید به سطح زمین می‌رسد، بخشی از آن جذب می‌شود و زمین را گرم می‌کند و بیشتر بخش باقیمانده به سمت جو با طول موج بالاتری نسبت به نور خورشید بازتابش می‌شود که بخشی از این طول موجهای بلند توسط گازهای گلخانه‌ای

در جو جذب می‌شوند. جذب انرژی این تشعشعات امواج، جو را گرم می‌کند. این گازهای گلخانه‌ای مثل آینه عمل کرده و مقداری از این انرژی گرمایی که باید به فضا می‌رفته را به زمین بر می‌گردانند. این برگرداندن شدن انرژی گرمایی توسط جو «اثر گلخانه‌ای» نامیده می‌شود. هر چه غلظت گازهای گلخانه‌ای مانند دی اکسید کربن در اتمسفر بالاتر باشد، انرژی گرمای بیشتری به زمین منعکس می‌شود. نشر دی اکسید کربن به جو عمدتاً توسط احتراق سوخت‌های فسیلی (نفت، گاز، بنزین و ...) در ۵۰ سال گذشته به گونه اسف باری افزایش یافته است.

### ۲-۱-۱-۵- اثرات گرمایش زمین :

دو اثر اصلی و مهم گرمایش زمین عبارتند از:

۱. افزایش دمای زمین از ۳ تا ۵ درجه سلسیوس تا سال ۲۱۰۰

۲. افزایش سطح آب دریا حداقل ۲۵ متر تا سال ۲۱۰۰

افزایش دمای زمین موجب تغییرات وسیعی می‌شود. علاوه بر ذوب شدن یخهای زمین، سطح آب دریاها به خاطر انبساط حرارتی اقیانوسها بالا می‌رود. الگوهای بارشی تغییر می‌کند. مجموع قدرت طوفانهای سالیانه از سال ۱۹۷۵ تا کنون به میزان قابل توجهی افزایش داشته است زیرا شدت و میانگین زمان آن افزایش داشته است.

تغییرات دما و الگوهای بارشی تعداد دفعات، طول زمان و شدت دیگر وقایع مربوط به آب و هوا مانند سیلها، خشکسالیها، امواج گرمایی و همچنین گردبادها را نیز افزایش می‌دهد.

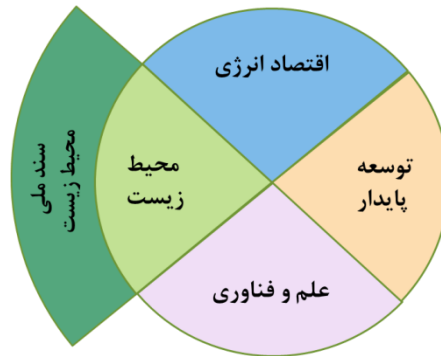
از دیگر اثرات گرمایش زمین می‌توان به افزایش و یا کاهش بازده کشاورزی، عقب‌نشینی یخها و انقراض برخی گونه‌ها اشاره نمود. اثر دیگر بازگشت بیماری مالاریا به مکانهایی است که پیشتر از بین رفته بوده است. بنا بر اکثر مطالعات (که تا سال ۲۱۰۰ را مورد بررسی قرار داده اند) انتظار می‌رود که گرمایش تا سال ۲۱۰۰، ادامه یابد چون طول عمر دی اکسید کربن در جو بین ۵۰ تا ۲۰۰ سال تخمین زده می‌شود. طبق تحقیقات صورت گرفته اخیر، گرمایش زمین در طی ۱۰۰ سال گذشته بیشتر منشا انسانی داشته است.

### ۲-۱-۱-۶- سند ملی محیط زیست جمهوری اسلامی ایران

سند ملی تحول محیط زیست جمهوری اسلامی ایران که با الهام از آموزه های اسلامی و با استناد به مطالبات ترازبایی جهانی و بر اساس چشم انداز در افق ۱۴۰۴ و با آرمان بزرگی چون تبدیل محیط زیست سرزمین به الگو و معیار برازنده میهن اسلامی



در سطح جهان اسلام و کشورهای منطقه تدوین و تصویب گردیده است. متضمن رویکردی جامع نگر، واقع بینانه و نو اندیشانه به تحول در محیط زیست جمهوری اسلامی ایران است.



شکل ۱۲- سند ملی محیط زیست، به عنوان سند بالادستی حوزه محیط زیست

سند ملی محیط زیست جمهوری اسلامی ایران، با این نگرش که محیط زیست مشکل فرآیند پیشرفت کشور نبوده و نیست بلکه فرصت بزرگ برای پیشرفت میهن است، طراحی گردیده است.

#### ۲-۱-۱-۷- ویژگی های الگوی محیط زیست جمهوری اسلامی ایران

آینده نگری، هوشمندی و پیش بینی پیامدهای فناوری: دانش و فناوری بیشتری آثار مطلوب یا نامطلوب را در محیط زیست دارد بنابراین، ضمن توجه به نقش موثر فناوری های پیشرفته در فرآیند توسعه سالم، آینده نگری و پیش بینی پیامدهای محیط زیستی دانش و فناوری، مبنای حمایت از توسعه دانش و فناوری های نوین است.

#### • وضعیت مطلوب محیط زیست جمهوری اسلامی ایران

اهداف محیط زیست کشور در افق چشم انداز:

دستیابی به رتبه اول منطقه ای در

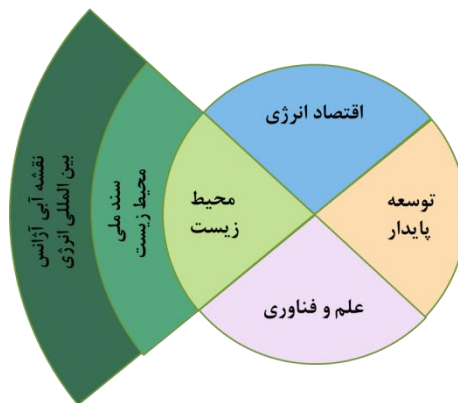
- کاهش انتشار گازهای گلخانه ای
- استفاده از انرژی های پاک و تجدید پذیر
- ...

#### ۲-۱-۱-۸- سند بین المللی نقشه آبی

این سند که با هدف بهره وری انرژی با رویکرد محیط زیست توسط آژانس بین المللی انرژی تدوین شده است.

اهداف اصلی این سند را می توان به صورت خلاصه در سه محور کلی بیان نمود.

- ۱- افزایش بهره‌وری انرژی
- ۲- گسترش انرژی‌های نو
- ۳- کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن
- ۴- تغییر منابع انرژی



شکل ۱۳- نقشه آبی آژانس بین‌المللی انرژی، سند جهانی در حوزه محیط زیست

## ۲-۱-۲- توسعه پایدار

توسعه پایدار مفهوم تازه‌ای است که با دیدگاهی همه‌جانبه سعی در رشد و توسعه جنبه‌های گوناگون یک جامعه دارد از طرفی مفهوم کیفی است که بیان می‌دارد، نسل حاضر در استفاده از منابع طوری عمل نمایند که نسل آینده در تامین نیازهایش دچار مشکل نگردد.

این دیدگاه نگرشی آینده‌نگر است و وظیفه نسل حاضر را در قبال نسل آینده مشخص می‌کند. نگرش و هدف مذکور زمانی قابل دستیابی است که بتوان ابعاد مختلف توسعه پایدار را شناخت و جهت بهینه کردن آنها تمهیدات لازم مدیریتی و برنامه‌ریزی را در نظر گرفت. بطور کلی توسعه پایدار را مثلی سه‌جانبه در نظر می‌گیرند که اضلاع آن توسعه اقتصادی، توسعه زیست محیطی و توسعه اجتماعی می‌باشد. اگر چه هر یک از این اضلاع را میتوان به زیر گروهها و بخشهای بیشتری تقسیم نمود. لیکن سه بعد اصلی توسعه را موارد مذکور می‌دانند.

در سال ۱۹۷۱ سازمان ملل سمیناری در خصوص محیط زیست و توسعه در شهر فونکس (سوئیس) برگزار کرد. در این اجلاس ریشه مسائل زیست محیطی در فقر و صنعتی شدن شناخته شد. این موضوع در اجلاس استکهلم در سال ۱۹۷۲ دنبال گردید و

در اعلامیه کوکویوک در سال ۱۹۷۴، تفسیر جامعتر و عمیقتری در این زمینه عرضه گردید. در ۱۹۷۸ کمیسیون برون‌ت لندن با ابداع الگوی توسعه پایدار، دغدغه محیط زیست را با مفهوم توسعه درآمیخت.

در سمپوزیوم لاهه در ۱۹۹۱ واقعیات تکان دهنده‌ای از تخریب محیط زیست جهانی، منجر به تدوین خط مشی‌های بنیادی در این زمینه شد. در سال ۱۹۹۲ در اجلاس زمین در ریودوژانیرو (برزیل) با شرکت بیش از ۱۷۰ کشور و بیش از هزار سازمان غیردولتی بطور جامعتری به مسائل محیط زیست جهان پرداخته شد و راهکارها و توافقه‌های جدیدی میان کشورهای جهان صورت گرفت که حاصل آن منشوری بنام دستور کار ۲۱ بود و بالاخره در سال ۲۰۰۲ در اجلاس ژوهانسبورگ تصمیمات تازه‌ای جهت رفع چالش اصلی توسعه پایدار یعنی فقر و نیز رفع مشکلات مربوط به منابع آب، انرژی، بهداشت، تنوع زیستی و الگوی تولید و مصرف صورت گرفت. این اجلاس دنباله‌رو اهداف دستور کار ۲۱ بود و مقرر شد که همه کشورها با همه تهدیداتی که محیط زیست و توسعه پایدار را تحت کنترل قرار می‌دهند، مبارزه کنند.

### ۲-۱-۲-۱- مفهوم توسعه پایدار

مفهوم توسعه معادل رشد قرار می‌گیرد. توسعه یک مفهوم کیفی را مشخص می‌کند و می‌توان آن را معادل با افزایش کیفیت زندگی دانست که مسائلی چون بهداشت، آموزش، رفاه، آزادی بیان و غیره را در بر می‌گیرد، اما مفهوم پایداری توسعه شامل چندین مفهوم است، یعنی پایداری اکوسیستم محیط زیست، پایداری منابع طبیعی، پایداری اقتصادی و پایداری رفاه و توسعه انسانی. بنابراین توسعه پایدار یعنی ایجاد فضای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی که تضمین کننده کیفیت مطلوب زیستی باشد و بتواند مسائل یاد شده را بصورت پایدار و ماندگار حفظ کند.

مفهوم پایداری از دیدگاه‌های مختلف متفاوت است، بطوریکه اقتصاددانان بر رشد پایدار و مستمر اقتصادی و مصرف مواد غذایی و کالاها تأکید دارند؛ اکولوژیست‌ها در پایداری و استمرار بقای بیوسفر، همچنین تنوع ژنتیکی گونه‌های گیاهی و جانوری نظر دارند جامعه‌شناسان، تأثیر فرهنگ و سنتها در تقاضا برای مصرف و استمرار و پایداری سنن و رسوم را مورد توجه قرار می‌دهند؛ در حالیکه هریک از این گروهها بر یکی از ابعاد توسعه تأکید دارند، توسعه پایدار کلیه ابعاد و جوانب فنی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و زیست محیطی را بصورت همه جانبه مورد توجه قرار می‌دهد.

سازمان FAO توسعه پایدار را مدیریت و حفاظت از شالوده منابع طبیعی و جهت دادن به تغییرات فناورانه و نهادی میداند، به نحوی که تحقق نیازهای نسلهای فعلی و آتی انسان به صورت مستمر تأمین و تضمین شود؛ چنین توسعه‌ای از منابع ژنتیک

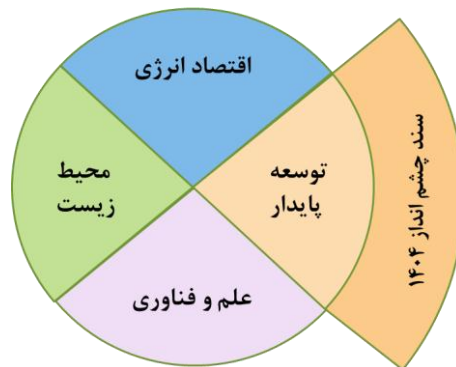
گیاهی و حیوانی، آب و زمین حفاظت میکند و نیز از نظر زیست محیطی فرساینده و ویرانگر نیست، از نظر فنی متناسب، از نظر اقتصادی شکوفا و از نظر اجتماعی قابل قبول است.

از نظر سازمان یونسکو پایداری یعنی اینکه هر نسل منابع آب، خاک و هوا را پاک و بدون آلودگی به همان وضعیتی که تحویل گرفته است، باقی بگذارد.

بالاخره اینکه توسعه پایدار به معنای مدیریت استفاده از منابع طبیعی، انسانی و اقتصادی در کنار حفاظت از محیط زیست، به گونه‌ای که پیشرفت اقتصادی، اجتماعی و سیاسی جوامع را به دنبال داشته و ابعاد مختلف توسعه انسانی به ویژه افزایش رفاه ناخالص را به صورت پایدار و مستمر برای نسل امروز و آینده بشر، به ارمغان آورد.

### ۲-۱-۲- سند ملی چشم انداز ۲۰ ساله کشور

در ایران، مسیر توسعه پایدار ملی در چارچوب «سند چشم‌انداز توسعه در افق ۱۴۰۴» طراحی و سیاست‌های کلی آن به بخش‌های مختلف ابلاغ گردیده است.



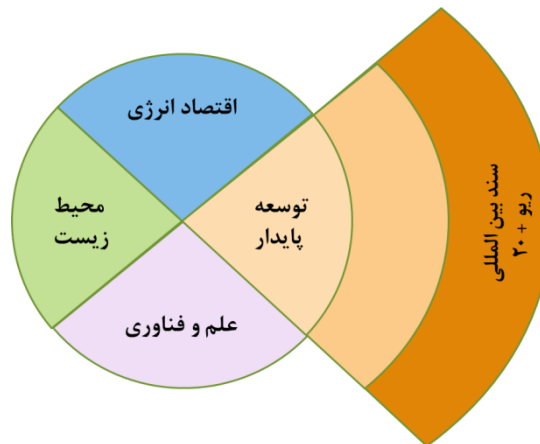
شکل ۱۴- سند چشم انداز ۱۴۰۴، سند بالادستی در حوزه توسعه پایدار

یکی از مهم‌ترین سیاست‌ها در این زمینه، توسعه کارآفرینی است. در واقع توسعه کارآفرینی موتور توسعه اقتصادی است و مدیران کارآفرین نیز به عنوان معیاری با اهمیت برای بیان سطح توسعه یافتگی هر کشور می‌باشد.

### ۲-۱-۲- سند بین‌المللی ریو ۲۰+

با بروز موضوعات نوظهور و تحت الشعاع قرار گرفتن مباحث توسعه ای، جامعه جهانی بار دیگر پس از ۲۰ سال از اجلاس ۱۹۹۲، مجدداً در سال ۲۰۱۲ در ریودو ژانیرو گردهم آمدند و به همین دلیل نام آن را اجلاس ریو ۲۰+ گذاشتند تا دستاوردهای

بیست ساله اجلاس ریو در حرکت به سوی توسعه پایدار و چشم انداز آتی برنامه‌های مورد توافق را بررسی نمایند.



شکل ۱۵- سند بین المللی ریو+۲۰، سند جهانی در حوزه توسعه پایدار

«اقتصاد سبز برای کاهش فقر» و «چارچوب نهادینه توسعه پایدار» و هدایت حاکمیت جهانی به سوی «حاکمیت بین المللی زیست محیطی» موضوعات اصلی در دستور کار ریو+۲۰ بودند.

دستاورد اجلاس ریو+۲۰ سندی با عنوان «آینده ای که ما می خواهیم» بود که حاصل نشست ها، مذاکرات و هم اندیشی های دینفعان مختلف سیاسی، دولتی، غیر دولتی، خصوصی و جوامع مدنی طی گردهمایی مذکور است، که ضمن تاکید بر دستور کار ۲۱، می کوشد نوع جدیدی از تعاملات را در خصوص چالش های نوظهور اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی در راس برنامه های دستیابی به جهانی پایدار بیان نماید.

#### ✓ در بخش های انرژی و حمل و نقل پایدار سند آمده است:

انرژی: تاکید بر استفاده از ترکیب مناسب انرژی برای پاسخگویی به نیازهای توسعه ای از طریق افزایش استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر و دیگر فناوری ها با انتشار کمتر کربن، استفاده کارآمد تر از انرژی، اتکای بیشتر به فناوریهای پیشرفته انرژی شامل فناوری های پاک، و استفاده پایدار از منابع سنتی انرژی، تسهیل سرمایه گذاری بخش خصوصی و عمومی در فناوری انرژی پاک، اقدامات راندمانی انرژی در برنامه ریزی های شهری، ساختمانها، حمل و نقل، تولید کالا و خدمات و طراحی محصولات، ارتقای مشوق های جایگزین و حذف موانع بر سر راه کارآمدی انرژی و تنوع سبد انرژی.

حمل و نقل پایدار: توسعه سیستم های حمل و نقل پایدار شامل سیستم های کارآمد چند مدلی انرژی، به ویژه سیستم های حمل و نقل جمعی، سوختها و خودروهای پاک و همچنین سیستم های بهبود یافته حمل و نقل در

مناطق روستایی، ارتقا رویکرد یکپارچه برای سیاست گذاران در سطح ملی، منطقه ای و محلی برای خدمات حمل و نقل.

## ۲-۱-۳- اقتصاد انرژی

امروزه، اهمیت انرژی و آثار آن بر کسی پوشیده نیست. واقعیت این است که انرژی توانسته است در همه ابعاد زندگی انسان‌ها، از نیازهای اولیه گرفته تا سیاست، توسعه و حتی فرهنگ به نوعی وارد شود. بنابراین ارائه تعریفی دقیق از اقتصاد انرژی به مثابه یک رشته علمی آسان نیست. زیست شناسی را می‌توان علم مطالعه موجودات زنده نامید. به همین روال نجوم، ستاره شناسی، فیزیک، زمین شناسی و سایر علوم پایه را نیز می‌توان تعریف و قلمرو آنان را تحدید نمود. اما در مورد علوم اجتماعی همچون اقتصاد، علوم سیاسی و جامعه شناسی کار کمی دشوارتر می‌شود، چراکه موضوع این علوم انسان‌ها هستند و معرفی یک رشته علمی با عبارت «شناخت انسان‌ها» بیش از اینکه کمکی به درک موضوع کند، گمراه کننده است.

اقتصاد انرژی به عنوان یک رشته علمی - یا بهتر است بگوییم یک حوزه علمی میان رشته‌ای - شناخته می‌شود و اشتراکاتی با علوم پایه (زمین شناسی، مهندسی انرژی، فیزیک و ...) و با علوم اجتماعی (بیش از همه اقتصاد و پس از آن علوم سیاسی، جامعه شناسی، حقوق و ...) دارد. بنابراین وسیع‌تر از آن است که بتوان آن را به یک تعریف کوتاه محدود کرد. به همین دلیل است که تعاریفی چون «علم مطالعه منابع و مصارف انرژی» و امثال آن نمی‌توانند همه ابعاد این رشته را تبیین نمایند. بنابراین برای شناخت بهتر این رشته علمی در ابتدا ضرورتی است محورهای اصلی آن را برشماریم. آنچه واضح است، این رشته بیشترین ارتباط را با علم اقتصاد دارد و از میان حوزه‌های مختلف علوم اقتصادی، مباحث ذیل بیشترین کاربرد را در این رشته دارند: اقتصاد خرد، اقتصاد کلان، اقتصاد منابع طبیعی، اقتصاد سنجی و تجارت بین الملل؛ اما محورهای اصلی اقتصاد انرژی که در سال‌های اخیر بیشتر از همه مورد توجه قرار گرفته است؛ عبارتند از:

## ۲-۱-۳-۱- تراز انرژی

فارغ از ساز و کارهای تامین منابع (عرضه انرژی) و محل‌های مصارف (تقاضای انرژی)، مبحث تراز انرژی به بررسی جریان انرژی در سطوح مختلف منطقه‌ای، استانی یا ایالتی، کشوری و بین المللی می‌پردازد. اینکه مراکز عرضه و مصرف انرژی در کجا واقع شده‌اند، جریان ارتباطی میان مراکز تولید و مصرف چگونه برقرار می‌شود، ورودی‌ها (تزریق) و خروجی‌ها (نشستی) به جریان انرژی چه ساز و کارها و آثاری دارند و مسائلی از این دست، همگی در این حوزه می‌گنجد. ترکیب مباحث فوق با جغرافیای سیاسی، انسانی و جغرافیای توسعه یافتگی مباحث جالبی را در اقتصاد توسعه و اقتصاد سیاسی انرژی می‌گشاید.

## ۲-۱-۳-۲- عرضه انرژی

هم اکنون بخش عمده منابع انرژی علی رغم اینکه پتانسیل زیادی برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نور خورشید، باد، امواج و گرمای زمین وجود دارد، همچنان از استخراج ذخایر پایان‌پذیر سوخت‌های فسیلی تامین می‌شوند. ماهیت پایان‌پذیری و کمیابی موجب شده است مبحث عرضه انرژی (به ویژه سوخت‌های فسیلی) بر خلاف عرضه کالاها و خدمات (که عمدتاً متاثر از ساختار هزینه تولید است)، متاثر از یک عامل مهم دیگر به نام «رانت کمیابی» نیز باشد. به بیان دیگر، منابع پایان‌پذیر انرژی دارای ارزش ذاتی هستند، به گونه‌ای که حتی اگر به صورت ذخیره بمانند و استخراج نشوند، ارزش ذاتی دارند. این ارزش ذاتی در تعیین ساختار عرضه آنها، اثری مجزا از اثر هزینه استخراج، هزینه‌های حمل، بازاریابی و فروش دارد.

در بحث عرضه انرژی مسایل دیگری نیز بررسی می‌شوند، مسائلی از قبیل ترکیب عرضه انرژی در مقیاس‌های مختلف منطقه‌ای، کشوری و بین‌المللی، دورنمای ذخایر باقی مانده و عرضه سازمان‌های بین‌المللی عرضه کنندگان، نقش و اهمیت آنها در بازار عرضه انرژی، سرمایه‌گذاری در منابع انرژی و پیامدهای آن، حساسیت و کشش‌پذیری عرضه در قبال شرایط مختلف اقتصادی و سیاسی.

## ۲-۱-۳-۳- تقاضای انرژی

مصارف حیاتی انرژی در جریان تولید ملی و جهانی کالاها و خدمات موجب شده است بر خلاف عرضه انرژی که مختص مناطق خاص یا کشورهای خاصی است، تقاضای انرژی کمابیش در تمام کشورهای جهان عمومیت داشته باشد. به همین دلیل است که اقتصاد جهان به سرعت در مقابل نوسانات بازار انرژی عکس‌العمل نشان می‌دهد. امروزه کمتر مدل رشد اقتصادی را می‌توان یافت که در آن انرژی به عنوان یک نهاد کلیدی ایفای نقش نکند.

در مبحث تقاضای انرژی مسائل متنوعی مطرح می‌شوند: تفکیک مصارف انرژی و ارتباط آن با سطح توسعه یافتگی، عوامل موثر بر تقاضای انرژی، سیاست‌های مدیریت تقاضای انرژی، کشش‌های تقاضای انرژی و ارتباط آن با توسعه یافتگی، ارتباط میان الگوی رشد اقتصادی و تقاضای انرژی و ...

## ۲-۱-۳-۴ - بازارهای انرژی

مبحث بازارها و تجارت انرژی یکی از قدیمی ترین و گسترده ترین بخش های اقتصاد انرژی است. بازارهای انرژی محل تراکنش میان عرضه کنندگان و متقاضیان انرژی است؛ جایی که قیمت انرژی تعیین می شود و آثار گسترده خود را بر اقتصاد، سیاست و اجتماع بر جای می گذارد.

شناخت انواع بازارهای انرژی، به تفکیک نوع حامل انرژی از زیربخش های عمده این مبحث است. برای مثال در مورد نفت، بررسی و شناخت بازارهای مبادلات مالی و فیزیکی نفت، انواع روش های مبادله نفت، قراردادهای متنوع موجود در بازارهای مالی (قراردادهای آتی، سلف و سوآپ) و اثر آنها بر تعیین بهای جهانی نفت از مباحث اصلی هستند.

در بخش برق مباحث آزاد سازی انرژی برق و راه اندازی بازار برق (در ادامه موج فرآیند خصوصی سازی که از اروپا به ویژه بریتانیا شروع شد)، مقررات زدایی یا اصلاح مقررات عرضه و تقاضای برق و انطباق بازاری برق با محدودیت فنی و فیزیکی تبادل برق از مباحث جالبی هستند که قدمت زیادی در اقتصاد انرژی ندارند.

روش های تعیین قیمت در بازارها، واکنش بازارها به متغیرهای دورنزا و برنزای اقتصادی و سیاسی، هدایت کنندگان بازارها و ساختارهای مالی و پولی موازی و مکمل بازارهای انرژی از دیگر مباحث مهم این حوزه هستند.

## ۲-۱-۳-۵ - کارایی انرژی

انرژی یکی از نهاده های کلیدی تولید است و هزینه آن تاثیر زیادی در بهای تمام شده محصولات دارد. از سوی دیگر، همانطور که اشاره شد انرژی های پایان پذیر و کمیاب، هم اکنون ارزانترین حامل های انرژی هستند. استفاده از انرژی های پایان ناپذیر و انرژی های پاک (نور خورشید، باد، امواج و ...) نیازمند سرمایه گذاری های سنگین و فن آوری پیشرفته است و همین وضعیت موجب می شود انرژی های پایان ناپذیر نسبت به سوخت های فسیلی مزیت قیمتی نداشته باشند. با این حال سوخت های فسیلی نیز چندان ارزان نیستند و با روند مصرف فعلی، زمان زیادی تا اتمام ذخایر موجود باقی نمانده است. بنابراین صرفه جویی و مصرف بهینه که در مورد همه نهاده های تولیدی مهم است، در مورد منابع پایان پذیر انرژی اهمیت حیاتی دارد.

برای کارایی یک تعریف علمی جامع در مهندسی مکانیک و مهندسی برق وجود دارد: کارایی برابر است با نسبت انرژی (یا کار) ورودی به سیستم به انرژی (کار) خروجی از سیستم. شاخص کارایی یک عدد بدون بعد (بدون واحد) است و معمولاً بر حسب



درصد بیان می‌شود. برای مثال کارایی یک واحد نیروگاه گازی برابر است با ارزش حرارتی گاز ورودی به توربین (بر حسب ژول) نسبت به انرژی الکتریکی خروجی از ژنراتور (بر حسب ژول).

امروزه عده زیادی از دانشمندان تنها راهکار مشکلات بزرگی مثل گرم شدن هوای زمین، امنیت عرضه انرژی و پایان ذخایر سوخت‌های فسیلی را توجه به کارایی انرژی در ساخت خانه‌ها، خودروها، وسایل برقی و نیز در نحوه اداره کسب و کارها، شرکت‌ها و سازمان‌ها می‌دانند.

از سال ۱۹۷۳ میلادی، همزمان با شوک اول نفتی بحث‌های داغ کارایی انرژی همواره مطرح بوده است اما تا سال‌های اخیر و اوج گرفتن دوباره بهای نفت، کمتر مبنای سیاست‌گذاری بوده‌اند. نکته بسیار مهم در مورد کارایی انرژی این است که کارآ کردن مصرف انرژی باید توجیه اقتصادی داشته باشد. بدون شک حرکت به سوی کارایی انرژی مستلزم سرمایه‌گذاری است؛ اما این سرمایه‌گذاری تا زمانی توجیه خواهد داشت که عواید حاصل از صرفه جویی در مصرف انرژی در نتیجه افزایش کارایی، از هزینه سرمایه‌گذاری برای افزایش کارایی بیشتر باشد. به همین دلیل است که با وجود یارانه‌های سنگین انرژی قیمت تمام شده بسیار ارزان انواع انرژی (گاز، سوخت و برق) در کشور ما، عملاً تلاش برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش کارایی محکوم به شکست بوده است.

### ۲-۱-۳-۶- شدت انرژی

یکی از مهمترین شاخص‌ها برای بخش کارایی انرژی در سطح کلان، شاخص شدت انرژی است. البته برای کارایی انرژی علاوه بر شاخص کلی فوق، شاخص‌های دیگری نیز برای بخش‌های مختلف اقتصاد (حمل و نقل، خانوار، کشاورزی، صنعت، خدمات و ...) تعریف می‌شود. شاخص شدت انرژی، طبق تعریف زیر مجموعه شاخص‌های کارایی انرژی است اما همبستگی بالایی با آن دارد. شدت انرژی به بیان ساده عبارت است از: میزان انرژی صرف شده برای تولید یک واحد از تولید ناخالص داخلی.

بر پایه آمارهای گزارش سال ۲۰۰۶ انجمن اطلاعات انرژی آمریکا، ایران از لحاظ شدت انرژی در رتبه دوم جهان قرار دارد. طبق این گزارش برای هر دلار تولید ناخالص داخلی در ایران ۱۰/۸ مگاژول انرژی مصرف می‌شود. این جایگاه با توجه به قیمت انرژی و روند کاهش ذخایر نفتی و گازی بسیار نامطلوب است. از علل اصلی این وضعیت، یارانه سنگین انرژی و غیر واقعی بودن قیمت انرژی در کشور است.

### ۲-۱-۳-۷- چالش‌های زیست محیطی

از زمان انقلاب صنعتی انگلستان که آغاز مصرف انبوه زغال سنگ در صنایع و حمل و نقل بود، مساله آلودگی‌های سوخت‌های فسیلی همواره مطرح بوده است. همانطور که اشاره شد انرژی‌های پاک و تجدید پذیر عموماً نسبت به سوخت‌های فسیلی گرانتر تمام می‌شوند. از قرن هجدهم به بعد، جهان شاهد مصرف روزافزون سوخت‌های فسیلی بوده است. یکی از مهمترین محصولات جانبی سوخت‌های فسیلی، آلودگی است. فرآیند احتراق با ایجاد دود موجب آلودگی محیط زیست می‌شود. هر چند آلودگی‌های همراه را می‌توان کاهش داد اما مساله تنها دود نیست. مشکل بزرگتر که در سال‌های بسیار مورد بحث قرار گرفته است، افزایش گازهای گلخانه‌ای است. افزایش غلظت گاز دی اکسید کربن که محصول اصلی فرآیند احتراق است، در جو زمین موجب تشدید پدیده اثر گلخانه‌ای و افزایش تدریجی دمای زمین می‌شود. افزایش دمای زمین نیز موجب تغییرات مخرب متعددی در زیست بوم زمین می‌شود که مهمترین آنها عبارتند از آب شدن یخ‌های قطبی و بالا آمدن سطح آب اقیانوس‌ها و در خط انقراض قرار گرفتن گونه‌های جانوری و گیاهی به علت زمانبر بودن فرآیند سازگاری آنها با محیط .

آلودگی یک کالای عمومی در عین حال یک کالای بد (کالایی که مصرف آن با کاهش مطلوبیت همراه است) می‌باشد. به همین دلیل عرضه آن توسط صنایع آلوده کننده موجب نارضایتی جامعه می‌شود. کنترل آلودگی در اقتصادهای توسعه یافته به حدی اهمیت دارد که مجموعه قوانین مدونی برای کنترل آلودگی، استانداردهای آلودگی و مالیات بر آلودگی وضع شده است.

در بسیاری از کشورهای اروپایی، به هر واحد صنعتی یک سهمیه مجاز تولید دی‌اکسید کربن داده می‌شود. جریمه تخطی از این سهمیه آن چنان بالا است که واحدهای صنعتی ترجیح می‌دهند با اقدامات مناسب و استفاده از فن‌آوری‌های جدید میزان تولید خود را با توجه به سقف مجاز آلودگی‌شان بهینه کنند. همچنین در بسیاری از این کشورها بازارهایی برای خرید و فروش مجوزهای انتشار آلاینده‌ها وجود دارد. برای مثال، اگر یک کارخانه با مجوز انتشار ۱۰۰ واحد دی‌اکسید کربن، بتواند با بهبود روش تولید ۶۰ واحد آلاینده منتشر کند، ۴۰ واحد سهمیه استفاده نشده خود را می‌تواند در بازار عرضه و بابت آن مبلغ خوبی از متقاضیان دریافت نماید.

### ۲-۱-۳-۸- انرژی و رشد اقتصادی

شاخص‌های مختلفی برای تبیین ارتباط میان انرژی و رشد اقتصادی تدوین شده است. بررسی رابطه علت و معلولی میان انرژی و رشد اقتصادی نیز از مباحث جالب این حوزه است. اثر نوسانات بازار نفت بر رشد اقتصادی جهان طی چند سال اخیر کاملاً مشهود است. حتی عده‌ای این بحث را با انگیزه‌های سیاسی قدرت‌های بزرگ نیز ارتباط می‌دهند. یک مثال ملموس رشد

اقتصادی سریع دو کشور چین و هند طی سال‌های اخیر است. بسیاری از کارشناسان معتقدند بخش بزرگی از افزایش صد دلاری بهای نفت طی دو سال اخیر ناشی از افزایش تقاضای این دو اقتصاد نوظهور است. به عبارت دیگر، دو کشور چین و هند به خاطر سنگین بودن وزن تقاضایشان توانسته‌اند تراز نفت جهان را نامتعادل کنند و موجب افزایش بهای نفت شوند؛ این نمایانگر اثر رشد اقتصادی بر بهای انرژی است.

اما یک دیدگاه سیاسی دیگر نیز می‌توان به این موضوع داشت؛ برای نمونه آمریکا با حمله به عراق و ناامن کردن منطقه خاورمیانه موجب شد بهای نفت در بازارهای جهانی به شدت رشد کند. افزایش بهای نفت موجب می‌شود رقبای نوظهور آمریکا در اقتصاد جهانی با افزایش هزینه تولید و کاهش توان رقابتی در بازارهای جهانی مواجه شوند. بنابراین از سرعت رشد اقتصادی این کشور به نفع بازیگران قدیمی اقتصاد جهانی کاسته می‌شود. این نمونه‌ای از اثر انرژی بر رشد اقتصادی است.

### ۲-۱-۳-۹- انرژی و توسعه

توسعه مفهومی فراتر از رشد اقتصادی دارد. توسعه حائز ابعاد مختلف فرهنگی، سیاسی، اجتماعی و اقتصادی است. متأسفانه علی‌رغم ارزش فراوان و حیاتی منابع انرژی و منابع طبیعی، نقشه توسعه یافتگی جهانی انطباق اندکی با نقشه توزیع منابع طبیعی دارد. هنوز نیز بسیاری از کشورهای غنی از انرژی منابع طبیعی درست مثل دوران استعمار به خام فروشی ثروت‌های طبیعی خود به استعمارگران سابق مشغول‌اند.

اینکه اصولاً منابع طبیعی فراوان می‌توانند موتور توسعه یک کشور باشند یا خیر بحث جالبی است که موضوع نظریه "نفرین منابع" است. طبق این نظریه (نفرین منابع) فراوانی منابع طبیعی در یک کشور لزوماً به توسعه یافتگی آن کشور کمک نمی‌کند حتی ممکن است مانع توسعه یافتگی شود. بعد اقتصادی این نظریه بیشتر بر نظریه بیماری هلندی (که اقتصاد ما نیز علائمی از آن را نشان می‌دهد) مبتنی است. بعد فرهنگی این نظریه بر این دلالت دارد که در کشورهای غنی از منابع طبیعی بازده سرمایه‌گذاری روی آموزش، نیروی انسانی و فرهنگ طی یک دوره بلند مدت محقق می‌شود و بازدهی هنگفت سرمایه‌گذاری روی منابع طبیعی (به ویژه نفت و گاز) به سرعت عاید حکومت می‌شود؛ بنابراین سرمایه‌گذاری روی آموزش و فرهنگ ظاهراً سودآور نیست و توسعه فرهنگی به کندی محقق می‌شود. در بعد توسعه سیاسی نیز نظریه "نفرین منابع" آشکار می‌دارد حکومت‌های کشورهای غنی از منابع طبیعی، بر عواید حاصل از فروش این منابع متکی‌اند و نه بر مالیات‌های جمع‌آوری شده از مردم. بنابراین عنصر پاسخگویی دولت در قبال جامعه، که سنگ زیربنای حقوق سیاسی جامعه و توسعه یافتگی سیاسی است، وجود ندارد یا کم اثر است.

## ۲-۱-۳-۱۰- انرژی‌های نو

با افزایش قیمت حامل‌های سوختی با منشاء فسیلی و نیز مشکلات زیادی که این منابع انرژی برای محیط زیست ایجاد می‌کنند، انرژی‌های نو (که پیشتر در هنگام شوک اول نفت یکبار مطرح شده و به دلیل محدودیت‌های فنی تا حدود زیادی رها شده بود) دوباره بحث انگیز و پر طرفدار شده‌اند.

اخیراً روش‌های جدید استحصال انرژی از نور خورشید، انرژی امواج، انرژی گرمای زمین، پیل سوختی، بیوماس، انرژی باد، انرژی هسته‌ای و... توانسته‌اند سرمایه‌گذاری‌های خوبی جذب کنند. نتایج تحقیقات در مورد انرژی‌های نو، بسیار نوید بخش هستند.

باید به این نکته توجه کرد که توسعه انرژی‌های نو دو بخش دارد؛ فنی و اقتصادی. آنچه مسلم است به لحاظ فنی مشکل غیر قابل حلی برای انرژی‌های نو وجود ندارد. اما شکل اصلی، شکل اقتصادی است؛ آیا سرمایه‌گذاری در انرژی‌های نو، اقتصادی و به صرفه است؟ برای مثال طبق یک برآورد ساده، هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای تولید یک مگاوات برق با توربین‌های بادی بالغ بر ۲/۵ میلیون یورو است. در حالی که هر مگاوات برق با توربین گازی سیکل ساده تنها به ۶۰۰ تا ۷۰۰ هزار یورو سرمایه‌گذاری نیاز دارد. به علاوه اینکه برای هر توربین بادی به توان ۰/۶۷ مگاوات به ۲۵۰۰ متر مربع زمین نیاز است، در حالی که یک واحد ۱۶۰ مگاواتی گازی شامل توربین و ژنراتور و پست انتقال و سیستم خنک کننده تنها به ۲۰۰۰ متر مربع زمین نیاز دارد.

استفاده از انرژی‌های نو، نیازمند تغییر فرهنگ و عادات مصرفی نیز هست. در حال حاضر، در بخش‌های وسیعی از ایران می‌توان با هزینه اندک یک اجاق خورشیدی برای پخت و پز یا گرم کردن آب استحمام تهیه کرد اما به علت تغییر نکردن عادات مصرفی مردم ممکن است این طرح با شکست مواجه شود.

## ۲-۱-۳-۱۱- سیاست انرژی

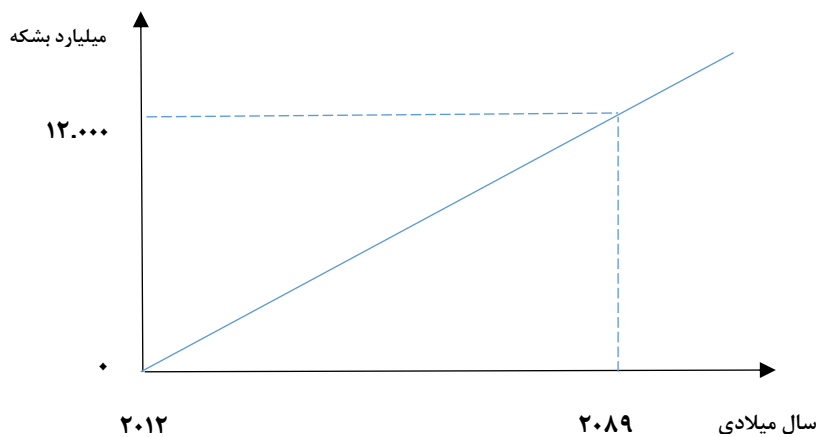
علاوه بر آلودگی سوخته‌های فسیلی یکی از معضلاتی که دنیا با آن روبروست، محدود بودن این سوخته‌هاست. برای روشن تر شدن موضوع ابتدا باید به دو سوال کلیدی پاسخ داد:

۱. جهان در قرن حاضر به چه میزان انرژی نیاز دارد؟

جمعیت جهان با روند رشد کنونی تا پایان قرن حاضر به ۱۰ میلیارد نفر خواهد رسید. از طرفی تا سال ۲۱۰۰، پنج میلیارد نفر به متقاضیان انرژی های مدرن افزوده خواهد شد. با توجه به رشد جمعیت و افزایش تقاضا برای انرژی، جهان برای تامین انرژی بشر در سال ۲۱۰۰ از ۸۰ میلیارد بشکه کنونی به ۲۸۰ میلیارد بشکه نفت نیاز خواهد داشت.

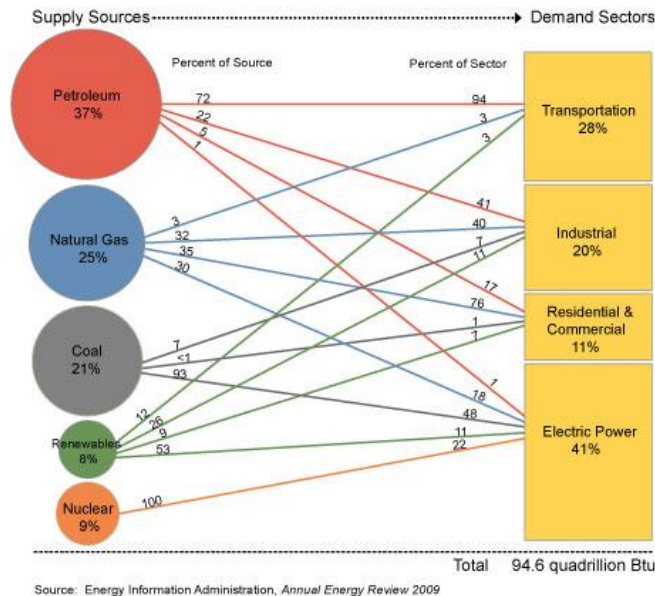
۲. منابع انرژی آسان (نفت، گاز و ذغال سنگ) تا چه زمانی در دسترس بشر هستند؟

طبق تحقیقات انجام شده مجموع کل ذخایر انرژی های آسان (نفت، گاز و ذغال سنگ) حدوداً ۱۲۰۰۰ میلیارد بشکه. از طرفی در حال حاضر ۸۶ درصد انرژی مورد نیاز بشر را انرژی های آسان تامین می کنند که این میزان معادل ۷۰ میلیارد بشکه می شود که در پایان قرن به ۲۴۰ میلیارد بشکه خواهد رسید. اگر متوسط مصرف سالانه انرژی تا پایان قرن را حدود ۱۵۵ میلیارد بشکه در نظر بگیریم، منابع انرژی آسان حداکثر تا ۷۷ سال آینده قابل استفاده خواهند بود.



شکل ۱۶ - نمودار مصرف انرژی جهانی تا سال ۲۰۸۹

توجه به نکات مطرح شده و جدی بودن خطر اتمام منابع فسیلی استفاده از انرژی های جایگزین را ضروری جلوه می دهد. علاوه بر این کاهش منابع سوخت فسیلی منجر به افزایش قیمت سوخت شده که همین مسئله موجب مقرون به صرفه بودن استفاده از انرژی های نو در تمام بخش ها می شود. استفاده ۲۸ درصدی بخش حمل و نقل از انرژی نیز بشر را ملزم به بهره گیری از انرژی های جایگزین در این بخش می نماید که مناسب ترین جایگزین، استفاده از انرژی الکتریسیته و در نتیجه بهره گیری از خودروهای برقی می باشد.

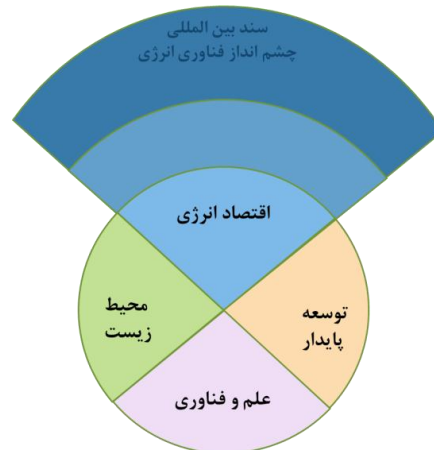


شکل ۱۷- سهم بخش حمل و نقل از مصرف انرژی در جهان

در حال حاضر دنیا با تعیین هدف استفاده ۵۰ درصدی از خودروهای برقی در سال ۲۰۵۰ به سرعت به سمت این هدف در حال حرکت است. لذا با توجه به مطالب ارائه شده فوق و دستیابی به اهداف سند چشم انداز ۱۴۰۴ و پیشروی همگام با جامعه جهانی، ایران نیز نیازمند حرکتی جدی در صنعت می باشد.

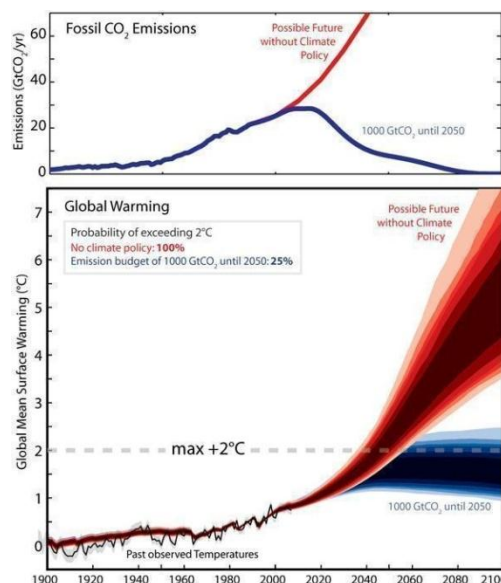
### ۱-۲-۳-۱۲- سند بین المللی چشم انداز فناوری انرژی

سند چشم انداز فناوری انرژی با رویکرد نحوه استفاده از انرژی های مختلف با در نظر گرفتن نقشه آبی، توسط آژانس بین المللی انرژی تدوین شده است. این سند علاوه بر بررسی میزان عرضه و تقاضا برای انرژی های مختلف، به بررسی استفاده بهینه از انرژی نیز پرداخته است که منجر به استفاده پایدار از انرژی برای نسلهای آینده باشد.



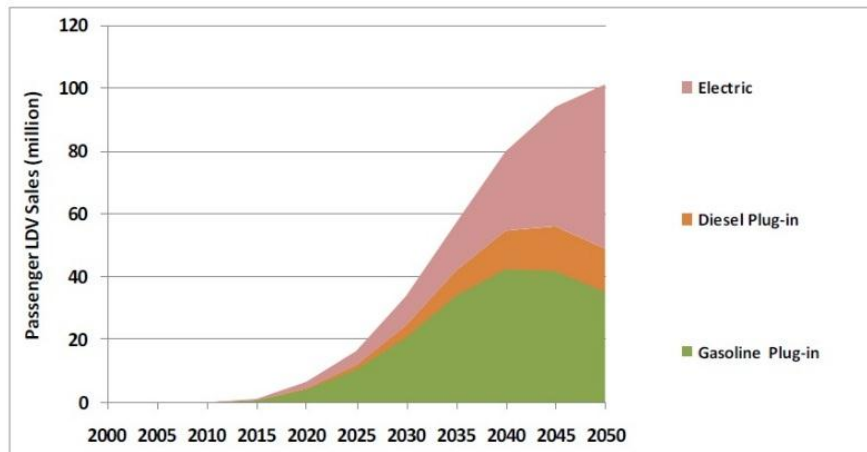
شکل ۱۸- سند بین المللی چشم انداز فناوری انرژی، سند بالادستی در حوزه اقتصاد انرژی

از جمله مسائلی که مد نظر این سند قرار گرفته است، کاهش گازهای گلخانه ای خصوصا گاز دی اکسید کربن می باشد و هدف پیش روی سند کاهش این گاز در سال ۲۰۵۰ به نصف میزان انتشار آن در سال ۲۰۰۵ است.



شکل ۱۹- پیش بینی انتشار گاز دی اکسید کربن تا سال ۲۰۵۰ و ۲۱۰۰

از طرفی با توجه به بخشهای مختلف مصرف انرژی، یکی از آلوده کننده ترین بخش ها، حمل و نقل می باشد که این سند بهترین راه حل را بهره گیری از خودروهای برقی تشخیص داده است. هدفی که برای استفاده از خودروهای برقی در جهان پیش رو قرار گرفته است، فروش ۵۰ درصدی خودروهای برقی در بخش خودروهای سبک می باشد. علاوه بر این توجه فراوانی به افزایش بهره وری مدل‌های خودروهای برقی شده است.

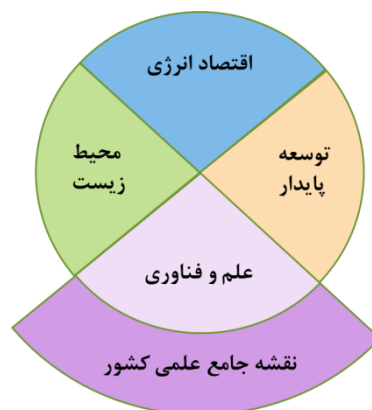


شکل ۲۰- پیش بینی افزایش استفاده از خودروهای برقی تا سال ۲۰۵۰

## ۲-۱-۴- علم و فناوری

### ۲-۱-۴-۱- چشم انداز علم و فناوری در افق ۱۴۰۴

نقشه جامع علمی کشور بنا به تعریف، مجموعه ای است جامع و هماهنگ و پویا و آینده نگر، شامل مبانی، اهداف، سیاستها و راهبردها، ساختارها و الزامات تحول راهبردی علم و فناوری مبتنی بر ارزش های اسلامی برای دستیابی به اهداف چشم انداز بیست ساله کشور. در این سند تلاش شده بر مبانی ارزشی و بومی کشور، تجربیات گذشته و نظریه ها و نمونه های علمی و تجارب عملی تکیه شود.



شکل ۲۱- نقشه جامع علمی کشور، سند بالادستی ملی در حوزه علم و فناوری

### ۲-۱-۴-۲- اولویتهای علم و فناوری کشور

از آنجا که حصول اطمینان از رشد و شکوفایی در برخی از اولویتهای نیازمند توجه و هدایت و پشتیبانی در سطوح کلان مدیریتی کشور است و در برخی دیگر رشد و توسعه با پشتیبانی مدیریتهای میانی و تخصیص غیر متمرکز منابع حاصل خواهد، اولویتهای



به ترتیب در سه سطح الف و ب و ج تنظیم شده اند. این دسته بندی ناظر بر نحوه و میزان تخصیص منابع، اعم از مالی و انسانی و توجه مدیران و مسئولان است.

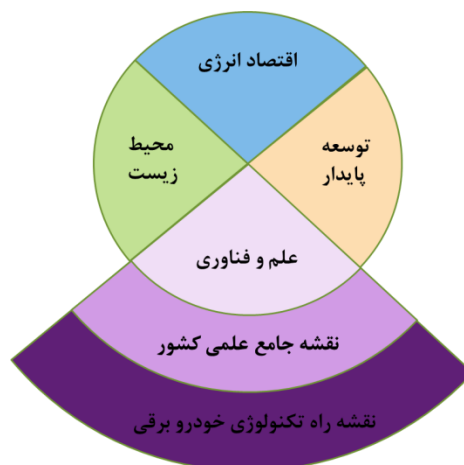
### ✓ اولویتهای الف:

در فناوری: فناوری هوا فضا - فناوری اطلاعات و ارتباطات - فناوری هسته ای - فناوری های نانو و میکرو - فناوری های نفت و گاز - فناوری زیستی - فناوری های زیست محیطی - فناوری های نرم و فرهنگی

### ۱-۲-۳-۴- نقشه راه بین المللی تکنولوژی خودرو برقی

اهداف استراتژیک نقشه راه :

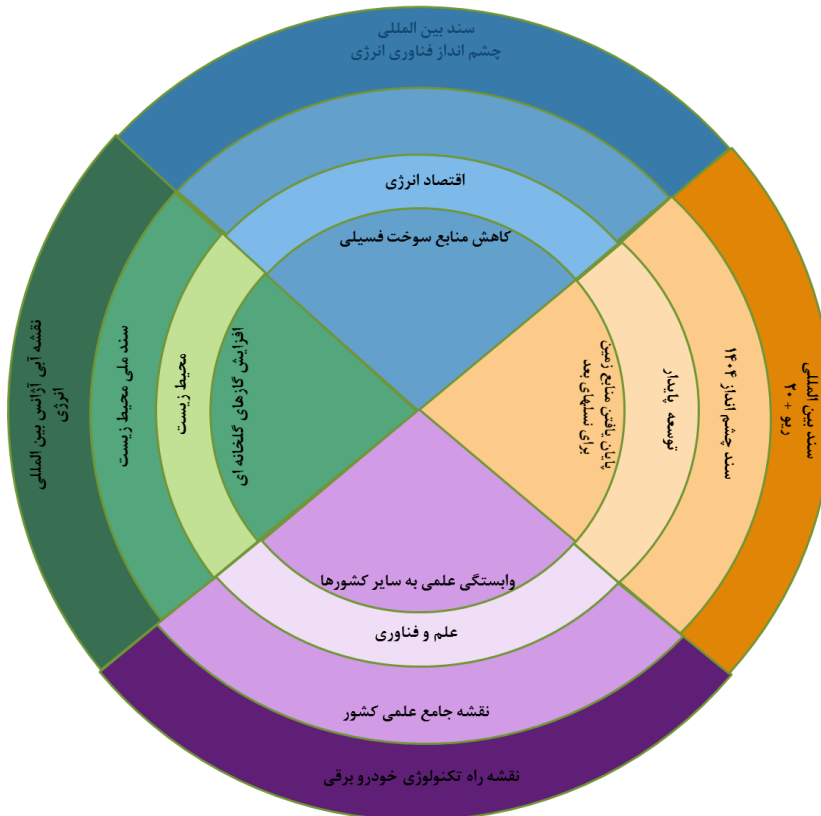
- ۱- هدف گذاری میزان فروش
- ۲- تدوین استراتژی های مناسب برای معرفی صحیح خودروهای برقی به بازار
- ۳- بهبود شناخت صنعت نسبت به نیازهای رفتارهای مصرف کنندگان
- ۴- تدوین و کمی سازی مشخصات و استانداردهای عملکردی برای توصیف خودروها
- ۵- حمایت از RD&D ها در خصوص ذخیره انرژی بمنظور کاهش هزینه ها
- ۶- گسترش و بهبود کارکرد ساختگاه های شارژ



شکل ۲۲- نقشه راه تکنولوژی خودرو برقی، سند جهانی در حوزه علم و فناوری

با توجه به مطالب عنوان شده جهان با معضلات زیست محیطی، افزایش تقاضای انرژی، کاهش منابع، نیاز شدید به رشد فناوری برای ارتقا سطح رفاهی بشر و بسیاری موارد دیگر در رابطه با چالشهای عنوان شده روبروست و همواره در جستجو

راهکاری برای حل این معضلات. ابداع و بهره‌گیری از انواع فناوری های جدید نیز در راستای پاسخگویی به همین چالش هاست .



شکل ۲۳- حوزه های چهارگانه آینده پژوهی فناوری خودرو برقی

## ۲-۱-۵- مزایای استفاده از خودرو های برقی

استفاده از انرژی الکتریسیته در خودرو های برقی بالطبع مزایایی را برای این نوع خودروها به ارمغان می آورد که از جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد :

۱. **کاهش گازهای گلخانه ای :** عدم استفاده از سوخت فسیلی در خودرو برقی باعث میشود که این خودروها هیچ نوع گازی را در هوا منتشر نکنند که این امر را به هدف جهانی ارائه شده در نقشه آبی و سند محیط زیست کشور نزدیک می نماید.
۲. **کاهش مصرف سوخت های فسیلی :** با توجه به اینکه ۳۰ درصد از مصرف انرژی های فسیلی در بخش حمل و نقل می باشد ، بهره گیری از خودروهای برقی می تواند تاثیر قابل توجهی در کاهش مصرف آنها داشته باشد.

۳. **کاهش آلودگی صوتی** : عدم استفاده از موتور های احتراقی در خودرو برقی ایجاد صدا در این نوع خودرو را به حداقل می رساند.
۴. **افزایش راندمان در حمل و نقل** : با قطع مصرف سوخت فسیلی در خودروهای برقی و افزایش تعداد این نوع خودروها به مرور میزان مصرف سوختهای فسیلی کاهش یافته و این مسئله منجر به افزایش راندمان در حمل و نقل می گردد.
۵. **افزایش بازده خودروهای بنزینی** : در برخی از انواع خودروهای برقی (هیبریدی) ، استفاده از برق و سوخت به صورت همزمان صورت می گیرد. همین امر موجب کاهش قابل توجه مصرف سوخت در این خودروها و افزایش بازدهی سوختی در آنها می شود.
۶. **کاهش هزینه نگهداری خودرو** : استفاده از باتری و سیستم پیشران الکتریکی، منجر به عدم استفاده از سیستم های مکانیکی در خودروهای موجود می شود و این مسئله نیز طبعاً باعث کاهش هزینه تعمیرات و نگهداری از اینگونه خودروها خواهد شد.

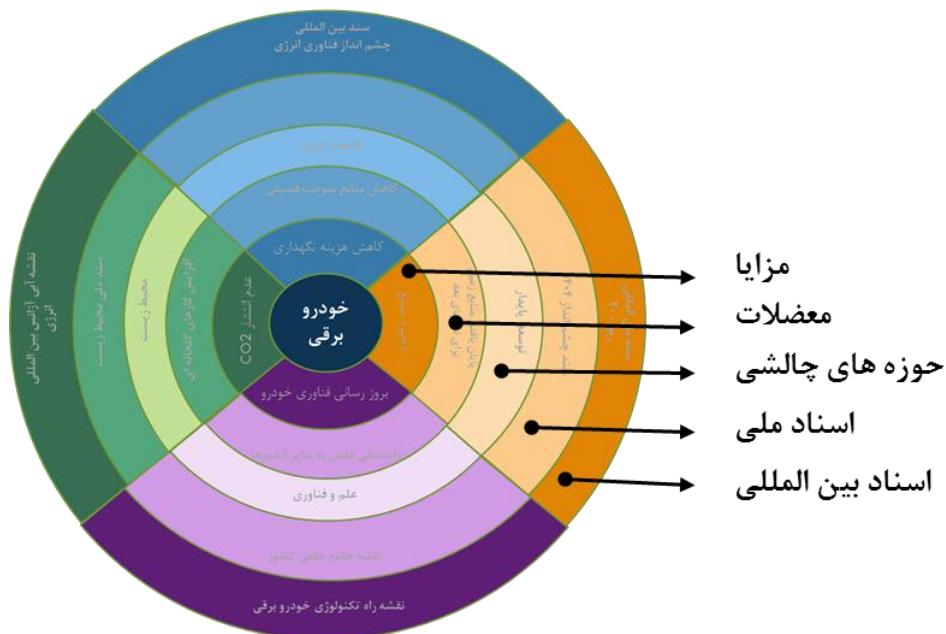


شکل ۲۴- مزایای استفاده از خودروهای برقی در رویکرد کلان

## ۲-۱-۶- جمع بندی

با توجه به حوزه های چالشی مطرح شده در ارتباط با صنعت خودرو می توان به بررسی لایه های اسناد موجود ملی و بین المللی پرداخت.

در لایه بین المللی در حوزه های اقتصاد انرژی، محیط زیست، علم و فناوری و توسعه پایدار به صورت کلی و جزئی صنعت خودرو برقی مورد توجه قرار گرفته است بعنوان مثال در حوزه اقتصاد انرژی به صورت هدفمند به میزان تاثیرگذاری خودرو برقی در مصرف انرژی و همچنین چشم انداز تولید و فروش این خودرو پرداخته شده و در حوزه علم و فناوری به صورت خاص نقشه راه خودرو برقی در سطح جهانی تدوین شده است.



شکل ۲۵- جمع بندی رویکردهای چهارگانه و مزایا و معضلات در یک نگاه

این در حالیست که در سطح ملی تنها به صورت کلی در خصوص کاهش آلودگی های زیست محیطی و توسعه پایدار انرژی صحبت شده و هیچ چشم انداز، سند ملی و نقشه راهی درباره خودرو برقی وجود ندارد.

با توجه به حرکت سریع جهانی بمنظور تغییر حوزه های انرژی و کاهش آلودگی گازهای گلخانه ای و نگاه ویژه به تاثیر خودرو برقی در دستیابی به این اهداف، وجود سند ملی و اقدام جدی در این خصوص باید مدنظر قرار بگیرد.

بنابراین با توجه عدم وجود اسناد ملی و چشم انداز مرتبط با صنعت خودرو برقی، آینده نگری مرتبط با این صنعت با توجه به چشم انداز بین المللی صنعت خودرو برقی و بعنوان کشوری پیرو باید مورد توجه قرار بگیرد. یقیناً برای آماده نمودن سند راهبردی مورد نظر، باید یک رویکرد ملی وجود داشته باشد و در آن نیازهای کنونی و آینده کشور دیده شود. باتوجه به این امر که در حوزه صنعت خودرو سند بالادستی خاصی متأسفانه در کشور تاکنون تدوین نشده است، به نظر می‌رسد که در این بخش بایستی با تکیه بر حوزه های دیگری همچون اسناد بالادستی حوزه محیط زیست و یا دانشهای بنیادی تکیه نمود.

البته یکبار در سال ۱۳۸۶ پیش نویس سند چشم انداز تخصصی در حوزه صنعت خودرو در وزارت صنایع و معادن تهیه شده است. اما به دلیل وجود نواقص و مشکلات متعدد در زمینه صنعت خودروی کشور، این سند به تصویب نرسیده و ابلاغ نیز نشده است. این سند از تیرماه ۱۳۹۳ مجدداً مورد توجه وزارت صنعت قرار گرفته و هم اکنون درحال بازنگری و اصلاح می‌باشد. چنانچه بتوان کلیات سند مزبور را مورد توجه قرار داد، می‌توان برپایه آنچه تاکنون درباره‌ی این سند منتشر شده است، نکات زیر را مدنظر قرار داد. در ادامه متن کامل منتشر شده در سال ۱۳۸۸ با عنوان «سند استراتژی صنعت خودرو در کشور» را مرور میکنیم:

### ۱-۲-۱-۶-۱- سند استراتژی صنعت خودرو در کشور (سال ۱۳۸۸)

متن این استراتژی به شرح زیر است:

چشم انداز صنعت خودرو در افق ۱۴۰۴:

در راستای سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ ابلاغی مقام معظم رهبری "دست یافتن به جایگاه نخست اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه آسیای جنوب غربی با تاکید بر جنبش نرم افزاری و تولید علم"، صنعت خودرو به عنوان پیشتاز و لکوموتیو صنعت کشور از طریق ایجاد توانمندی‌ها و قابلیت‌های علمی، فنی و ... می‌تواند در دستیابی به چشم‌انداز کشور ایفای نقش نماید. بر این اساس چشم انداز صنعت خودرو به شرح زیر تعیین می‌شود:

دستیابی به جایگاه نخست صنعت خودرو منطقه، رتبه پنجم آسیا و رتبه یازدهم در جهان از طریق

رقابت پذیری مبتنی بر توسعه فناوری.

راهبردهای دستیابی به چشم‌انداز فوق عبارتند از:

- پایگاه تولید خودرو با علامت تجاری داخلی، مشترک یا جهانی در منطقه با تاکید بر صادرات محصولات تولیدی
- پایگاه تولید قطعات و مجموعه‌های خودرو با علامت تجاری معتبر داخلی یا جهانی در منطقه، با تاکید بر مزیت رقابتی
- جذب سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی (مستقیم یا مشترک) در راستای جذب فناوری‌های نوین و توسعه صادرات
- پایگاه مراکز طراحی، آزمون و خدمات مهندسی خودرو در منطقه

در بخش ۱-۴ این سند در رابطه با «ارتقاء توانمندی‌ها و قابلیت‌های فناورانه» آمده است:

- ارتباط نظام‌مند صنعت خودرو با دانشگاه مخصوصا در حوزه فناوری‌های جدید و منتج به توسعه پایدار (سازگار با محیط

زیست، مواد قابل بازیافت، خودروهای کم مصرف، برقی، هیبریدی و ...)

در بخش ۳-۴ این سند در رابطه با «تولید قطعات/ مجموعه‌های رقابت پذیر» آمده است:

- طراحی محصول و توسعه در حوزه تکنولوژی‌های نوین در بخش قوای محرکه به ویژه موتورهای پایه گاز سوز،

بنزینی، دیزلی، برقی و هیبریدی

همانطور که پیش تر ذکر شد این سند، تنها سند بالادستی است که به طور مستقیم در حوزه صنعت خودرو تهیه و تدوین شده است، که آنهم باتوجه به عدم تصویب نهایی و ابلاغ فاقد پشتوانه کافی جهت ارجاع به آن در پروژه حاضر است.

## ۲-۲- تبیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات

به منظور تدوین مبانی سند توسعه فناوری خودروی برقی در کشور، نخست باید چهارچوب موضوع برای انجام بررسی‌های بیشتر شناسایی شود.

### ۲-۲-۱- تبیین سطح تحلیل

در این بخش، بر اساس تعریف پروژه، سطح تحلیل براساس تأثیرگذاری تصمیم‌گیری‌های اتخاذ شده در سند راهبردی بر ابعاد مختلف جامعه تقسیم بندی می‌گردد. همانطور که از نام موضوع انتخابی بر می‌آید، نتیجه تصویب این سند راهبردی به تصمیم‌گیری‌هایی برای توسعه خودروی برقی در کشور می‌انجامد. بنابراین موضوع این سند راهبردی، خودروی برقی است که به عنوان یک محصول فناورانه می‌باشد، که دارای ابعاد مختلف فناوری و اجزای متفاوت فناوری است. بنابراین سطوح اثرگذاری و اثرپذیری «سند راهبردی و نقشه راه خودرو برقی» بسیار گسترده می‌باشد. برای تبیین مناسب سطوح مورد تحلیل در

این سند، ابعاد موضوع سند از منظرهای مرزهای جغرافیایی، گستره کاربرد و سطوح اثرگذار بخشی مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

### ۲-۱-۱-۲-۱- مرزهای جغرافیایی

مرزهای جغرافیایی مورد بررسی در سند راهبردی از سه سطح منطقه ای، ملی و فراملی تقسیم بندی می گردد. سطح منطقه ای مرزهای اثرگذاری خودروی برقی در زیر بخش های منطقه ای مورد بررسی قرار می دهد، سطح ملی اثرگذاری توسعه خودروی برقی را در ابعاد ملی تقسیم بندی می نماید و سطح فراملی محدوده ارتباطی همکاری های صنعتی و فناورانه با بخش های مرتبط بین المللی در این حوزه را تعیین می نماید.

### ➤ سطح ملی و منطقه ای

توسعه خودروی برقی در تقسیم های فعلی کشور یکی از زیر بخش های اقتصاد با عنوان صنعت می باشد. همچنین در بخش صنعت به عنوان یکی از قطب های اصلی یعنی صنعت خودروسازی به عنوان یک صنعت مادر قرار می گیرد. اما هم در سطح صنعت و هم در سطح صنعت خودروسازی، با بسیاری از بخش های صنعتی و صنایع دیگر پشتیبان صنعت خودرو سازی مرتبط می باشد.

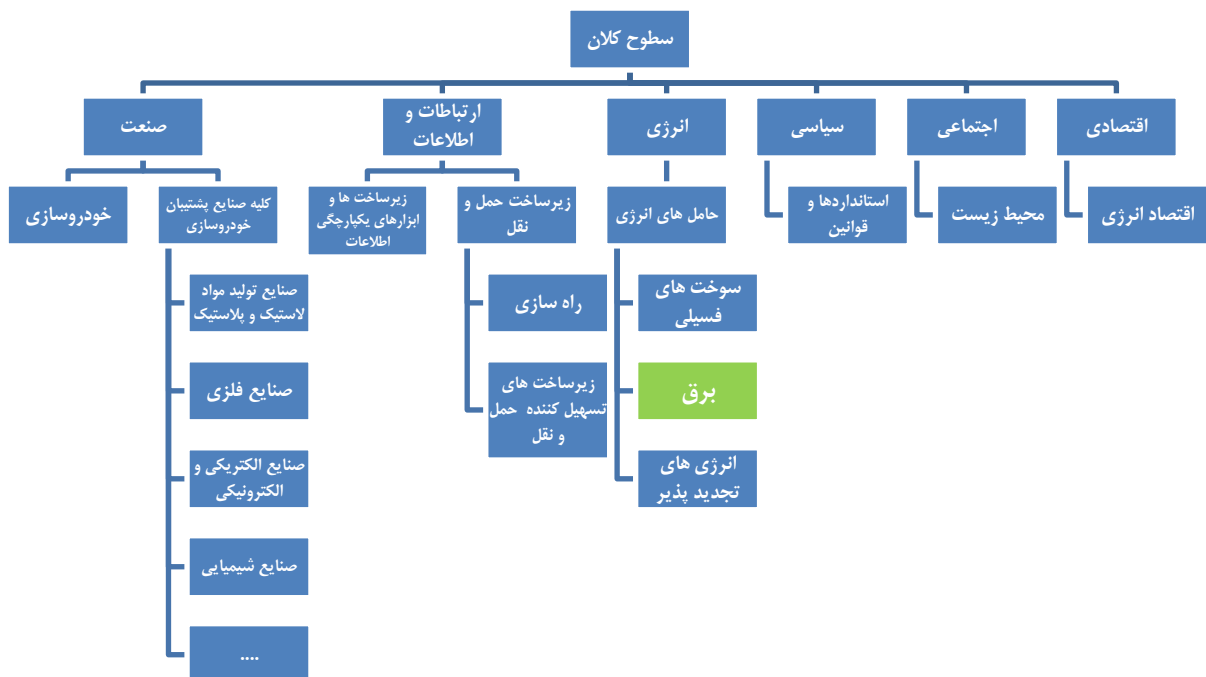


شکل ۲۶- سطوح تقسیم بندی کلان

در سطح منطقه ای، کاربرد خودروی برقی بر سه حوزه تأثیر می گذارد. با توجه به اینکه به شدت باعث کاهش آلودگی هوا و آلودگی صوتی می گردد، یکی اصلی ترین بخش هایی که از این بخش تأثیر می پذیرد بخش زیست محیطی می باشد که یکی از مهمترین بخش های بعد اجتماعی کشور می باشد. همچنین یکی دیگر از اثرات توسعه خودروی برقی در کشور، اثر چشم گیری است که بر حفظ منابع انرژی از جمله انرژی فسیلی، انرژی برق با منابع برقی و گازی و سیکل ترکیبی درد و

همچنین اثر زیادی بر روش توسعه زیرساخت های حامل های انرژی برقی برای پشتیبانی از رساندن انرژی به حمل و نقل بر پایه خودروی برقی خواهد داشت. و مطمئناً توسعه کاربری فناوری پیشرفته ای مانند خودروهای برقی، باید توسط سیستم های ارتباطی و اطلاعاتی یکپارچه پشتیبانی شود و در نتیجه سطح تحلیل سند از نظر تقسیم بندی کلان کشور و در سطح منطقه ای حوزه های اقتصادی، اجتماعی، اطلاعات و ارتباطات و انرژی را مد نظر خواهد داد.

همچنین از منظر بخش های زیر مجموعه سطوح کلان و منطقه ای در کشور، ذیل بخش صنعت دو تقسیم بندی را میتوان برای زیر بخش های اصلی در نظر گرفت. یک زیر بخش صنعت خودروسازی است که بستر اصلی تولید خودروی برقی می باشد. بنابراین در این سند علاوه بر موضوعات مرتبط با ماهیت فناوری های بکار رفته در خودروی برقی، باید به موضوعات کلان آمادگی زیرساخت صنعت خودروسازی (زنجیره صنعت خودروسازی از تأمین تا خدمات پس از فروش) برای توانمندی در تولید خودروی برقی نیز پرداخته شود. همچنین در بخش صنعت، بسیاری از صنایع دیگر وظیفه پشتیبانی صنعت خودروسازی را بر عهده دارند مانند، صنایع پتروشیمی و شیمیایی، صنایع فلزی، صنایع الکتریکی و الکترونیکی، صنایع لاستیک سازی و غیره. بنابراین در این سند موضوعات مرتبط این صنایع برای توسعه خودروی برقی نیز باید به صورت کلان بررسی گردد.



شکل ۲۷- تقسیم بندی کلان در دیدگاه ملی و منطقه ای



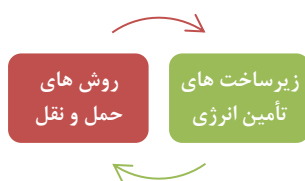
با توجه به اینکه این سند در سطح متولیان یکی از حوزه های اثرگذار بر توسعه خودروی برقی تهیه میگردد، بنابراین، راهکارهای و برنامه ریزی راهبردی در بخش های مرتبط با حامل های انرژی و برق تعمیق شده و در حوزه های دیگر به صورت برنامه های کلان و توصیه های راهبردی بدان پرداخته می شود.

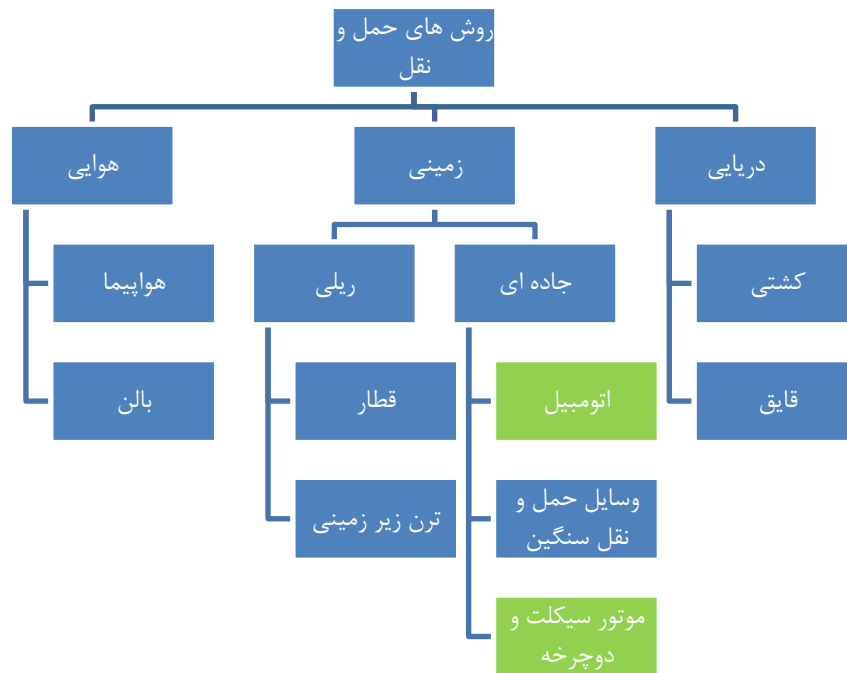
### ➤ سطح فراملی

پیشران های موضوع توسعه خودروی برقی در دنیا از سطوح بین المللی مانند آژانس بین المللی انرژی تا برخی کشورهای پیشرفته و در حال توسعه دارای صنعت خودروسازی مطرح بوده و اسناد بین المللی و ملی بسیاری در این خصوص تدوین شده است. همچنین بسیاری از کشورها به صورت مستقل و یا به صورت همکاری های تحقیق و توسعه ای و ساخت و تولید، برنامه های مدون و پروژه های در حال اجرا دارند. با توجه به اینکه خودروی برقی با مجموعه ای فناوری های پیشرفته ای که در درون خود جای داده است، دارای جایگاه بسیار بلوغ یافته تری نسبت به کشور ما دارد و به بیان دیگر، کشور ما در حال حاضر در نوآوری (زنجیره ایده تا ثروت) فناوری های خودروی برقی، به طور قطع جزو کشورهای پیرو می باشد، شناخت وضعیت بین المللی و ارائه راهکارهای توسعه ارتباط با حرکت های فراملی در این حوزه، باید مدنظر «سند راهبردی و نقشه راه خودروبرقی» قرار بگیرد.

### ۲-۱-۲- سطح کاربرد خودروی برقی در حمل و نقل

به طور کلی حمل و نقل از دو بخش اصلی زیر ساخت و وسائط نقلیه تشکیل شده است که معمولاً بخش های زیرساخت حمل و نقل وابستگی کامل به نوع و روش های حمل و نقل دارا می باشند. روش های حمل و نقل در حال حاضر به سه روش زمینی، دریایی و هوایی برای جابجایی از یک نقطه به نقطه دیگر تعریف شده است و وسایل مرتبط با هر روش میتواند جزو کاربرد موتورهای برقی و هیبریدی به عنوان نیروی محرک حمل و نقل مطرح باشد. همچنین کاربرد زیرساخت های حمل و نقل و فناوری های مرتبط با آن برای روش های تأمین و انتقال انرژی موتورهای برقی مطرح می باشد.





شکل ۲۸- تقسیم بندی روش های حمل و نقل

با توجه به سطح تکنولوژی موجود در دنیا و محدودیت های موتورهای برقی از نظر باتریها و شارژها مانند توان ، حجم، وزن و غیره، کاربرد موتورهای برقی در دنیا بیشتر در صنایع ریلی و جاده ای برای اتومبیل، موتورسیکلت ها و دوچرخه ها عملیاتی شده و از سطح تحقیق و توسعه به سطح تجاری سازی وارد شده است. بنابراین با توجه به اینکه کشور ما در وضعیت پیرو در این حوزه قرار دارد و بیشترین مشکلات و چالش های کشور مرتبط با استفاده از سوخت های فسیلی در حمل و نقل جاده ای مطرح می باشد ، بهترین سطح تحلیل از نظر نوع و کاربرد در این سند توسعه محصولات و فناوری های مرتبط با کاربرد خودروهای برقی برای کاربرد حمل و نقل جاده ای در سطح اتومبیل و موتور سیکلت و دوچرخه می باشد.

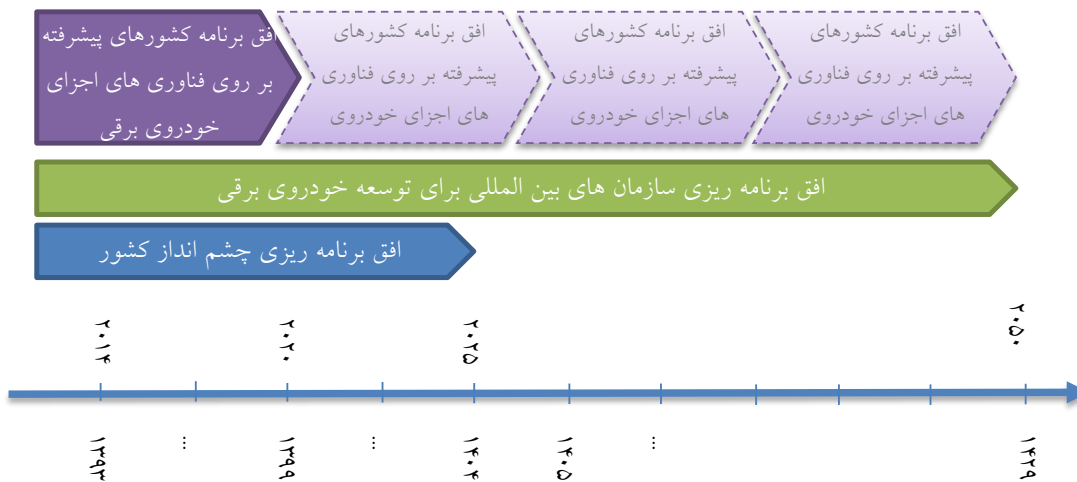
همچنین با توجه به اینکه قطارهای برقی از تکنولوژی های متفاوتی برای استفاده برق در نیروی محرکه خود بهره میگیرند (به طور مستقیم) از محدوده این سند خارج می باشد.

## ۲-۲-۲- تبیین افق زمانی تحلیل

برنامه ریزی برای اسناد ملی معمولاً بلندمدت و میان مدت می باشد. افق برنامه ریزی اسناد توسعه فناوری نیز به عنوان اسناد ملی باید براساس چند پیش فرض تعیین گردد. اولین پیش فرض برای تعیین افق برنامه ریزی در نظر گرفتن افق برنامه ریزی

چشم انداز کشور می باشد و با توجه به اینکه افق برنامه ریزی چشم انداز کشور سال ۱۴۰۴ می باشد، سعی می شود افق برنامه ریزی اسناد ملی توسعه فناوری تا سال ۱۴۰۴ در نظر گرفته شود.

همچنین با توجه به اینکه در توسعه فناوری خودروی برقی کشور ما یک کشور پیرو نسبت به کشورهای پیشرفته دیگر می باشد، بنابراین برنامه ریزی توسعه فناوری خودروی برقی باید با در نظر گرفتن زمان برنامه ریزی توسعه این فناوری در جهان انجام شود.



شکل ۲۹- افق برنامه ریزی مطابق با اسناد ملی و جهانی

به طور کلی افق برنامه ریزی سازمان های بین المللی مانند سازمان بین المللی انرژی برای توسعه خودروی برقی تا سال ۲۰۵۰ برنامه ریزی شده و برخی از کشورها نیز مانند کانادا برنامه ریزی خود را تا سال ۲۰۵۰ انجام داده اند. اما بیشتر کشورهای پیشرفته افق برنامه ریزی خودروی بر مبنای توسعه هر یک از فناوری های خاص خودروی برقی تا سال ۲۰۲۰ برنامه ریزی شده است که معمولاً پیرو برنامه ریزی جهانی تا سال ۲۰۵۰ به صورت مقطعی برنامه ریزی شده است.

بنابراین با در نظر گرفتن افق برنامه ریزی برای ۱۴۰۴، میتوان در سند ملی توسعه فناوری خودروی برقی به فناوری های اصلی پرداخته شود و فناوری های با افق زمانی بیشتر به طور کلی پس از ۱۴۰۴ زمان بندی گردد. بنابراین افق زمانی برنامه ریزی سند ۱۴۰۴ می باشد.

## ۲-۳- تبیین مشخصه‌های فناوری خودرو برقی

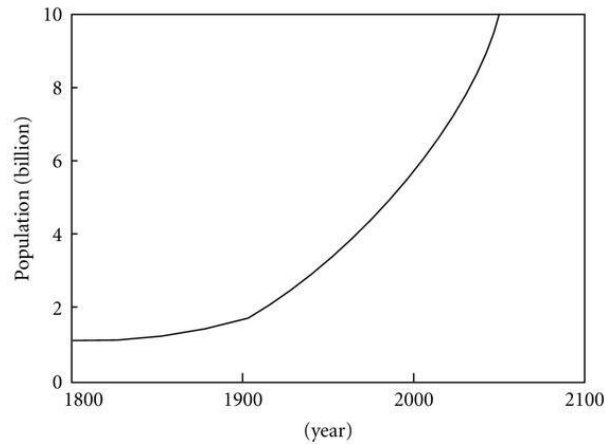
### ۲-۳-۱- ابعاد ماهیت

➤ سابقه حضور فناوری خودرو برقی ها در بازار و شکل‌گیری بازار آن چه مدت است؟

امروزه با توجه به آلودگی‌های ناشی از خودروها و محدودیت‌های سوخت فسیلی، کارخانه‌های خودروسازی گام مهمی در مقابله با این امر برداشته‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به خودروهای هیبریدی (Hybrid Vehicles)، خودروهای تمام برقی (Electrical Vehicle)، فناوری پیل سوختی (Fuel Cell)، موتورهای با پاشش مستقیم بنزینی (GDI)، موتورهای HCCI و خودروهای دوگانه‌سوز (Bifuel) اشاره کرد.

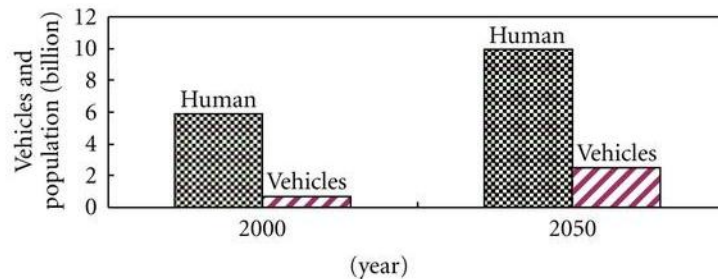
بازده بالا، آلاینده‌گی کم، مسافت قابل پیمایش بالا، ایمنی مطلوب و قیمت قابل رقابت با خودروهای متداول از جمله ویژگی‌های حائز اهمیت برای خودروهای هیبریدی است. بسیاری از خودروسازان بزرگ مبادرت به تولید این خودروها در سطحی گسترده نموده‌اند.

شکل‌های ۱۵ و ۱۶ به ترتیب میزان رشد جمعیت و خودرو در ۵۰ سال آینده را نشان می‌دهد. از شکل ۱۵ می‌توان متوجه شد جمعیت کره زمین از عدد ۶ میلیارد نفر در سال ۲۰۰۰ به ۱۰ میلیارد در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید و متعاقباً شکل ۱۶ نشان می‌دهد که میزان خودروهای دنیا از عدد ۷۰۰ میلیون به عدد ۲/۵ میلیارد افزایش پیدا خواهد کرد. اگر همه این ۲/۵ میلیارد خودرو از موتورهای احتراق داخلی استفاده کنند آنگاه با سرعت بسیار زیادی ذخایر نفت و گاز دنیا به پایان خواهد رسید و در ضمن میزان آلودگی هوا و متعاقباً گازهای گلخانه‌ای در جهان از سطح هشدار بسیار فراتر خواهد رفت. بنابراین نگرانی‌های مرتبط با حفظ انرژی و محیط زیست موجب توسعه مجدد وسایل نقلیه الکتریکی در دنیا شده است.



شکل ۳۰- منحنی رشد جمعیت

در سال ۱۸۳۴ اولین بار خودروی الکتریکی که نیروی محرکه مورد نیاز خود را توسط یک باتری تهیه می‌کرد ارایه شد اما با گذشت زمان و در حدود سال ۱۹۳۰ با پیشرفتهایی که در موتورهای احتراق داخلی (ICE) صورت گرفت و با توجه به ضعف بارز خودروهای الکتریکی در قیاس با خودروها با موتور احتراق داخلی که همانا ظرفیت باتری بود تمام بازار خودرو توسط خودروهای موتور احتراق داخلی پر شد.



شکل ۳۱- نرخ رشد خودرو با توجه به نرخ رشد جمعیت در سال ۲۰۵۰

طبق گزارشات منتشره در سال ۲۰۰۷، ۳۹/۲ درصد از آلاینده‌های موجود در محیط زیست توسط وسایل نقلیه تولید می‌شوند. بنابراین جامعه بشری اگر در فکر پیگیری از یک فاجعه زیست محیطی و جلوگیری از افزایش گازهای گلخانه‌ای است باید به میزان قابل توجهی میزان آلاینده‌های ناشی از خودروها را کاهش دهد. به همین دلیل اکثر دولت‌ها قوانین سرسختی را برای انتشار آلاینده‌ها وضع کرده‌اند که بعنوان نمونه می‌توان به استاندارد یورو ۴ اشاره کرد که از سال ۲۰۰۵ در اروپا در حال اجرا می‌باشد. همچنین با وضع مالیات سنگین در فروش سوخت بعلاوه قیمت گران سوخت، استفاده از خودروهای با موتور احتراق

درونی دیگر برای مشتریان مقرون به صرفه نمی باشد. بنابراین کمپانی‌های اتومبیل‌سازی دنیا مجبور به توسعه خودروهای الکتریکی و هیبرید شده‌اند.

EVها خودروهایی هستند که در آنها بخشی از نیروی محرکه یا کل آن توسط نیروی الکتریکی تامین می‌گردد. EVها به چهار دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از: خودروهای الکتریکی خالص (PEV)، خودروهای الکتریکی هیبرید (HEV)، خودروهای الکتریکی هیبرید شارژ شونده توسط شبکه (PHEV) و خودروهای الکتریکی با سوخت سلولی<sup>۱</sup> (FCEV).

امروزه با توجه به تکنولوژی‌های موجود، مراحل توسعه مختلفی وجود دارد. مشخصات و ویژگی‌های برجسته خودروهای الکتریکی در جدول ۱ نمایش داده شده است. موتور الکتریکی و درایو آن در تمامی مدل‌های خودرو الکتریکی وجود دارد که دانش و تکنولوژی مرتبط با آن و همچنین سازگاری آن با خودرو تا حد زیادی پیشرفت کرده است. اما دو مشکل موجود در هزینه اولیه باتری و مدیریت باتری و عدم امکان پیدایش یک راه حل مناسب برای آنها در آینده نزدیک موجب شده است تا از PEV استفاده چندانی نگردد و بجای آن به سراغ HEV و PHEV رفتند. FCEV پتانسیل بلند مدت خوبی برای ورود به عرصه اتومبیل‌های دنیا دارند اما تکنولوژی مربوط به هزینه و سوخت‌گیری مجدد آن در مراحل اولیه پیشرفت می‌باشد. بنابراین در این گزارش به بررسی بیشتر FCEV پرداخته نمی‌شود.

### • دوچرخه برقی

دوچرخه برقی در دهه ۱۸۹۰ میلادی طرح ریزی شد. اولین دوچرخه برقی در آن سالها مجهز به یک موتور DC با جاروبک و کموتاتور بود و چون دوچرخه مجهز به گیربکس نبود این موتور می‌توانست از باتری ۱۰ ولت تا ۱۰۰ آمپر جریان بکشد. در سال ۱۹۸۷ دوچرخه برقی با دو هاب موتور<sup>۲</sup> اختراع شد که موتور در داخل خود چرخ طراحی شده بود. سیستم این دوچرخه برقی به صورت خودرو هیبرید موازی بود و امکان استفاده از هر دو مدل نیروی محرکه در هر لحظه امکان پذیر بود. بعدها در سال ۱۸۹۹ میلادی از هاب موتور در چرخ عقب استفاده شد. در دهه ۱۹۹۰ سنسورهای گشتاور و سیستم‌های کنترلی توسعه یافتند و در دوچرخه‌های برقی به کار گرفته شدند.

<sup>۱</sup> Fuel Cell Electric Vehicle

<sup>۲</sup> Hub Motor

## • خودرو الکتریکی

ایده خودروهای برقی از اواسط قرن نوزدهم ظهور یافت، یعنی حتی قبل از خودروهای دارای نیرومحرکه گازوئیلی. در سال ۱۹۰۰، تعداد ۴۲۰۰ خودرو فروخته شد که از این بین ۴۰ درصد با نیروی بخار، ۳۸ درصد با نیروی برق و ۲۲ درصد آن، گازوئیلی بودند. با این حال اختراع استارت برای خودروهای بنزینی و گازوئیلی، پیشرفت تکنولوژی در تولید کلی و حجم وسیع آن‌ها و بی‌اعتمادی و مشکلات شارژ باتری‌ها، باعث کمرنگ شدن نقش خودروهای الکتریکی در اوایل دهه ۱۹۰۰ شد. با این حال، مسائل و ملاحظات زیست‌محیطی و وابستگی به نفت باعث برگشت نگرش‌ها به سمت خودروی الکتریکی در اوایل دهه ۱۹۶۰ شد. تمایل به خودروهای الکتریکی و بررسی در این زمینه، در دهه ۱۹۹۰ به اوج خود رسید. خودروهای الکتریکی تنها گروه از خودروها هستند که می‌توانند به‌عنوان خودروهای با میزان آلودگی صفر (در گازهای خروجی از اگزوز) معرفی شوند. این خودروها با استفاده از یک موتور الکتریکی به‌عنوان سیستم محرکه و یک باتری به‌عنوان منبع انرژی الکتریکی کار می‌کنند. اگرچه پیشرفت‌های قابل توجهی در زمینه موتورهای الکتریکی، الکترونیک قدرت، میکروکنترلرها و کنترل میکروپروسسوری درایور موتورها و... صورت گرفته است ولی پیشرفت فناوری باتری‌ها بسیار کند بوده است. به این دلیل، مشکل کوتاه بودن برد این خودروها هنوز به قوت خود باقی است. با وجود محدودیت‌های مربوط به این فناوری، خودروهای هیبرید الکتریکی در حال حاضر گزینه بهتری برای جایگزینی خودروهای درون‌سوز به نظر می‌رسند. خودروهای هیبرید الکتریکی به‌عنوان خودروهایی با میزان آلودگی بسیار پایین<sup>۱</sup> محسوب می‌شوند و محدودیت‌های مربوط به خودروهای الکتریکی را ندارند.

## • خودرو هیبریدی

یک مهندس آمریکایی به نام H.Piper در ۲۳ نوامبر ۱۹۰۵ یک ماشین هیبریدی ساخت که قادر بود در طی ۱۰ ثانیه به سرعت ۲۵ مایل بر ساعت بگیرد. موتور این خودرو ترکیبی از موتور بنزینی و موتور الکتریکی بود که امروزه به‌عنوان موتور هیبریدی شناخته می‌شود. Piper در سه سال و نیم بعد، اختراع خود را ثبت نمود اما پیشرفت سریع موتورهای احتراق داخلی با قدرت و گشتاور بالا در آن دوره، همچنین قابلیت استارت بدون هندل آن‌ها و از همه مهم‌تر پایین بودن قیمت سوخت‌های فسیلی و مطرح نبودن آلودگی محیط‌زیست، سبب عدم توجه به این نوع خودروها شد.

<sup>1</sup> Ultra Low Emission Vehicles

در پی بحران‌های نفتی سال‌های ۱۹۷۰ دوباره این خودروها مورد توجه قرار گرفتند ولی تا سال ۱۹۹۰ که کار اصولی با مشارکت PNGV (Partnership for a New Generation Vehicle) در آمریکا آغاز گردید، این خودروها به طور جدی پیگیری نشدند. امروزه خودروهای هیبریدی مورد توجه کمپانی‌های بزرگ جهان قرار گرفته‌اند که از آن جمله می‌توان به شرکت‌هایی مانند تویوتا، هوندا، میتسوبیسی، فورد، فیات، جنرال موتورز، دایملر کرایسلر، نیسان، پژو و ... اشاره نمود. توفیق این محصولات به حدی چشمگیر بوده که از دسامبر سال ۱۹۹۷ تا ابتدای سال ۲۰۰۰ بیش از چهل هزار محصول پریوس کمپانی تویوتا به فروش رسیده است.

یافته‌های یکی از بزرگ‌ترین تأمین‌کنندگان جهان (continental AG) حاکی از آن است که هم‌اکنون علاقه‌مندی قابل‌ملاحظه‌ای نسبت به خودروهای برقی (Electric) و هیبریدی (Hybrid) در بین مشتریان ایجاد شده است. مطابق بررسی‌های این شرکت که حاصل نظرسنجی بیش از ۸ هزار نفر از رانندگان در هشت بازار عمده خودرو، چین، آلمان، فرانسه، انگلستان، ژاپن، استرالیا، سوئیس و آمریکا می‌باشد؛ در مجموع ۳۶ درصد از مشتریان به خرید خودرویی با قوای محرکه هیبرید و ۴۵/۸ درصد نیز به خرید خودروی برقی تمایل داشته‌اند. در این بین ملاحظات زیست‌محیطی و قیمت فزاینده سوخت به طور مساوی مهم‌ترین عوامل این انتخاب بوده‌اند. این روند در واقع نشان‌دهنده توانمندی قابل توجه برای تأمین‌کنندگان تکنولوژی‌های مرتبط با خودروهای دوستدار محیط‌زیست است.

در این نظرسنجی ۴۵ درصد از خودروسازان اعلام کرده‌اند که قیمت فزاینده سوخت، آن‌ها را به سمت تولید خودروهای کم‌مصرف‌تر مجبور کرده است. در این میان، ۶۲/۶ درصد ژاپنی‌ها و ۵۵/۲ درصد آلمانی‌ها بیشترین درصد را داشته‌اند. بخش عمده‌ای از افراد نظرخواهی شده در بازارهای فوق بر این باورند که استفاده از سوخت‌های متعارف همچون بنزین و گازوئیل در آینده گران‌تر خواهند شد. روند صعودی در قیمت سوخت همچنین موجب گرایش بیشتر به سیستم‌های جایگزین خواهد شد. از دیگر سو، یافته‌های این بررسی نشان‌دهنده آن است که آگاهی نسبت به سیستم‌های جایگزین در مناطق مختلف جهان کاملاً متفاوت است.

رانندگان انگلیسی در میان بازارهای هشت‌گانه مورد بررسی دارای پایین‌ترین اطلاعات نسبت به سوخت‌های جایگزین بوده‌اند. تنها ۳/۹ درصد پاسخ‌دهندگان نسبت به موضوع فوق مطلع بوده‌اند. در حالی که این رقم در بین ژاپنی‌ها که مطلع‌ترین بازارها به شمار می‌روند ۴۶/۹ درصد بوده است. ضمناً تنها ۶/۶ درصد از مردم آمریکا نسبت به سوخت‌های هیبریدی آگاهی داشته‌اند.



روی دیگر تحولات در حوزه سوخت‌های جایگزین نو اقدامات فعالان این صنعت در حال وقوع است. در این بخش، خودروسازان تلاش‌های متعددی را برای عرضه خودروهایی با سوخت‌های جایگزین در دستور کار قرار داده‌اند. در این رابطه، شرکت خودروسازی رنو اعلام کرد که تولید خودروهای برقی رنو تا سال ۲۰۱۴-۲۰۱۵ سالانه به ۱۰۰ هزار دستگاه خواهد رسید. بر این اساس رنو در نظر دارد سه مدل خودروی اصلی، شامل خودروهای Clio، Megane saloon و Kangoo light-van را تا سال ۲۰۱۰ برای بازارهای اسرائیل و دانمارک به صورت برقی عرضه کند. طی این سال نیشان نیز وارد بازار خودروهای برقی خواهد شد. با این حال، رنو به رغم فشارهای فزاینده برای به کارگیری تکنولوژی‌های جدید سبز نسبت به خودروهای هیبریدی چندان خوش‌بین نیست. به باور این خودروساز تولید این خودرو به دلیل میزان صرفه‌جویی‌های ایجاد شده در بخش دی‌اکسید کربن برای مشتریان بسیار گران خواهد بود. هزینه‌های یک خودروی هیبریدی به ازای هر تن صرفه‌جویی گاز CO<sub>2</sub>، ۶۰۰ یورو خواهد بود در حالی که هزینه‌های هر تن CO<sub>2</sub> صرفه‌جویی شده خودروهای برقی به ازای هر تن ۲۰۰ یورو می‌باشد. از سوی دیگر، پژو - سیتروئن (PSA) و شرکت ژاپنی میتسوبیشی موافقت‌نامه‌ای را برای بررسی امکان‌سنجی گسترش همکاری‌های فنی در زمینه موتورهای برقی امضا کرده‌اند. بر اساس این موافقت‌نامه، طرف ژاپنی که در نظر دارد طی سال‌های آتی مقام نخست خودروساز عمده در حوزه تولید انبوه خودروهای برقی را به خود اختصاص دهد، تکنولوژی تبدیل برقی به قوای محرکه خودرو را در اختیار طرف فرانسوی خود قرار خواهد داد. همچنین تأمین باتری‌های لیتیوم (Lithium-Ion) را برای پژو انجام خواهد داد. دو طرف همچنین امکان‌پذیری ایجاد سرمایه‌گذاری مشترک برای تولید خودروهای برقی را در بین سال‌های ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار خواهند داد.

همچنین در خبری دیگر، شرکت جیام اروپا اعلام کرد که به جای برنامه‌ریزی برای تولید یک خودروی ارزان‌قیمت برای اوپل در نظر دارد بر یک خودروی کاملاً برقی تمرکز کند. جنرال موتورز ضمن اعلام خبر سرمایه‌گذاری ۹ میلیارد یورویی در اوپل همچنین اعلام کرد اوپل تولید چند مدل خودروی برقی را در دستور کار قرار خواهد داد.

در این بین به نظر می‌رسد افزایش قیمت نفت و سرعت رشد آن، تلاش این دسته از خودروسازان را برای عرضه خودروهایی با سوخت‌های جایگزین تسریع خواهد کرد. گزارش‌های آماری در خصوص وابستگی اتحادیه اروپا (EU) به واردات نفت حاکی از آن است که این منطقه روزانه ۱ میلیارد یورو برای واردات این فرآورده سوختی هزینه می‌کند. همچنین واردات نفت برای استفاده در سوخت خودروها حدود ۴۰ درصد از مجموع واردات روزانه ۴/۴ میلیون بشکه‌ای اتحادیه را شامل می‌شود که رقم قابل‌ملاحظه‌ای است. بر اساس داده‌های مؤسسه اروپا (Transport & Environment) T&E واردات سوخت برای خودرو

در اروپا هم‌اکنون سالانه به ۴۰ میلیارد دلار رسیده است که این رقم بیش از ارزش افزوده صنعت خودروسازی اروپا در سال است. مطابق آمار مرکز یورواستات (Euro Stat) ارزش افزوده صنعت خودروسازی اعم از خودروهای سواری، ون، کامیون و همچنین تأمین‌کنندگان اروپا طی سال ۲۰۰۵ میلادی ۱۳۲ میلیارد یورو بوده است. در این میان، کشور آلمان بزرگ‌ترین واردکننده نفت برای مصارف سوخت خودروها به شمار می‌رود (سالانه ۲۵ میلیارد یورو). پس از آلمان بیشترین میزان مربوط به کشورهای فرانسه، ایتالیا و انگلستان است. دانمارک تنها کشور عضو صادرکننده نفت اتحادیه اروپا است. اتحادیه اروپا در سال ۲۰۰۷ میلادی ۷۹ درصد از نیازهای نفتی خود را وارد کرده است. این تحولات در شرایطی به وجود آمده است که سیاست‌های منطقه‌ای اتحادیه اروپا نیز در حال اعمال برنامه‌هایی برای اجباری کردن اهدافی در ارتباط با کاهش مصرف سوخت خودروها می‌باشد. اجرایی شدن این برنامه‌ها عملاً موجب تولید خودروهایی کارتر از لحاظ مصرف سوخت و گرایش به سوخت‌های جایگزین را به همراه خواهد داشت.

## ۲-۳-۲- بررسی پیچیدگی فناوری‌ها

### ۲-۳-۲-۱- مقدمه ای بر پیچیدگی و توانمندی تکنولوژی

بسیاری از صاحب نظران معتقدند که برنامه‌ریزی و مدیریت تکنولوژی از نوع استراتژیک بود و لذا از اصول حاکم بر برنامه‌ریزی و مدیریت استراتژیک تبعیت می‌کند. استراتژی تکنولوژی ناظر بر انتخاب بین گزینه‌های تکنولوژیک و نحوه بکارگیری آنها در محصولات، فرایندها یا سیستمها و روشهای انجام فعالیت‌ها می‌باشد. به بیان دقیق‌تر استراتژی تکنولوژی با سیاستهای بنگاه در زمینه عملیاتی، مالی، بازرگانی، تحقیق و توسعه و نیروی انسانی تلاقی می‌کند.

بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت که هدف از تبیین استراتژیهای توسعه تکنولوژی (برنامه‌ریزی توسعه تکنولوژی) دستیابی به تکنولوژی مناسب، کاربرد موثر آن در تولید محصول یا انجام خدمت و در نهایت تحقق اهداف کلی بنگاه است. به عبارت دیگر استراتژی تکنولوژی هم‌راستا و همراه با استراتژی توسعه بنگاه می‌باشد.

برای دستیابی به این هدف می‌بایست به تکنولوژی از دو جنبه پیچیدگی و سطح توانمندی نگریست که این دو در واقع دو روی یک سکه هستند و نشان‌دهنده بررسی یک موضوع (فناوری) از دو بعد متفاوت و بهم پیوسته. برای روشن تر شدن این دو مقوله لازم است ابتدا تعریف مناسبی از آنها ارائه گردد.

## • پیچیدگی

پیچیدگی (Complexity) همواره نقشی عمده و پراهمیت در همه زمینه‌های علمی و فنی بر عهده داشته است. هرچند بشر از آغاز تا به امروز، به صورتی پیوسته با این مشکل بزرگ دست به گریبان بوده است، امروزه، ظهور و نمود پیچیدگی رشد و شیوعی چنان روزافزون و سریع به خود گرفته است، که بسیاری، قرن جدید میلادی را سده پیچیدگی نام نهاده‌اند.

**تعریف:** هرگاه مجموعه‌ای متشکل از عوامل متعدّد و گوناگون، در مقیاس‌های متفاوت، با اتّکاء و وابستگی ذاتی و جدایی‌ناپذیر عوامل بر همدیگر وجود داشته باشد، و بالاتر از همه این‌ها، اگر نشود با حذف و قطع برخی از مؤلفه‌ها و اعضاء، به کوچک‌تر ساختن آن مجموعه پرداخت، با پیچیدگی مقابل هستیم.

از طرفی چیزی که باعث عدم درک درست یک مجموعه پیچیده می‌شود ناشناخته بودن آن است و شناخت درست می‌تواند منجر به درک بهتر سیستم شده و پیچیدگی فهم آن را در ذهن کاهش داده و امکان استفاده از آن را مقدور سازد. به عنوان مثال کاربری یک نرم افزار شبیه سازی برای یک فرد با تحصیلات متوسط بسیار پیچیده است در حالی که اگر این فرد آموزش های متناسب برای استفاده از این نرم افزار را دیده باشد کاربری از پیچیدگی خارج شده و به نظر ساده خواهد بود .

## • توانمندی

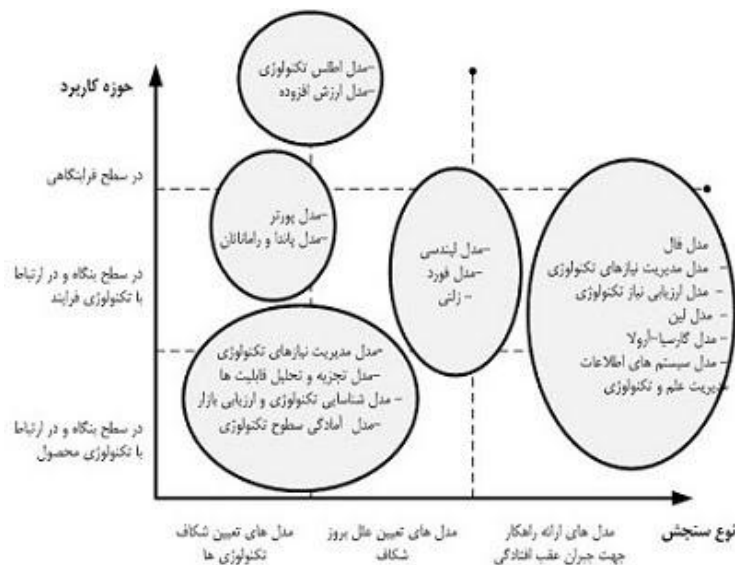
به طور کلی توانمندی تکنولوژی به معنی مجموعه‌ای از مهارت‌های انسانی است، این مجموعه مهارت‌ها شامل موارد مدیریتی و فنی است و همه آن‌ها برای استقرار و بهره‌برداری از یک مجموعه صنعتی و تکنولوژی همراه با بازده مناسب مورد نیاز است. تعریف دیگری توسط وستفال در خصوص توانمندی تکنولوژی ارائه شد که آن را توانائی استفاده مؤثر از دانش و علم بیان کرده است. درواقع استفاده مؤثر از علم و دانش به منظور بر طرف کردن نیازمندی‌های یک شرکت در حوزه تکنولوژی را توانمندی تکنولوژی می‌گویند. در ادبیات مدیریت تکنولوژی، توانمندی تکنولوژیک در سطح سازمان را مجموعه‌ای از توانایی‌های وظیفه‌ای سازمان که به سادگی قابل تقلید نبوده و در ایجاد ارزش افزوده و بهبود موقعیت سازمان به کار می‌آید تعریف می‌نمایند.

به زبانی دیگر توانمندی تکنولوژیک در یک سازمان صنعتی به توانایی‌هایی اطلاق می‌شود که موجب انتخاب صحیح، استقرار، راه‌اندازی، تعمیر و نگهداری، اصلاح و گسترش تکنولوژی گردد. استوارت توانمندی تکنولوژی را اینگونه تعریف می‌نماید، توانایی یک سازمان تا مرحله‌ای که بتواند یک تکنولوژی را اجرا (پیاده) کند و سپس به اصلاح و بهبود آن به پردازد و نهایتاً تکنولوژی جدیدتری را خلق کند. بنگاه‌های صنعتی باید بتوانند در کنار سیاست گذاری هوشمندانه در مورد بازار و محصولات

تولیدی، مزیت رقابتی خود را در حوزه تکنولوژی محصول یا فرایندهای تولید توسعه داده و حفظ نمایند. در این راستا، درک اهمیت مزیت تکنولوژی و تدوین استراتژی مناسب برای کسب و توسعه تکنولوژی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. هرچه فرآیند ارزیابی توانمندی‌های تکنولوژیک دقیق‌تر و علمی‌تر باشد، میزان توانمندی‌های سازمان در ایجاد، توسعه و بهره‌برداری بهینه از تکنولوژی‌ها بیشتر خواهد بود. لذا برخورد علمی و حساب‌شده با موضوع ارزیابی تکنولوژی، مدیریت و نظارت بر چگونگی انجام آن یکی از مهم‌ترین راه‌حل‌ها برای قرار گرفتن در مسیر توسعه تکنولوژی است. یکی از ارکان مهم جهت تدوین نقشه راه تکنولوژی در صنعت، ارزیابی سطح توانمندی تکنولوژی جاری، هدف‌گذاری و تدوین مسیر رسیدن به سطح مطلوب می‌باشد.

### • ارزیابی توانمندی تکنولوژی

ارزیابی توانمندی تکنولوژی عبارت است از یک اقدام علمی که تلاش می‌کند، اولاً پی‌آمدهای مستقیم یا غیرمستقیم انواع تکنولوژی را پیش‌بینی کند و یا عبارتی آن پی‌آمدها و اثراتی که تکنولوژی بر محیط کسب و کار یک بنگاه آن اثر می‌گذارد را پیش‌بینی و ارزیابی کند. ثانیاً اهداف و سیاست‌هایی برای ارتقای پیامدهای مطلوب و حداقل نمودن پی‌آمدهای غیر مطلوب را مشخص و معین می‌کند. در نوار زیر می‌توان جایگاه هر یک از مدل‌ها را بر حسب حوزه کاربرد و نوع سنجش عملکردی آنها مشاهده نمود.



شکل ۳۲- مقایسه جایگاه مدل‌های ارزیابی توانمندی تکنولوژیک

## • ارتباط سطح توانمندی و پیچیدگی فناوری

در هر یک از تحلیل های ارزیابی توانمندی تکنولوژی (روش اطلس در تحلیل حاضر) برای تعیین سطوح توانمندی ناگزیر خواهیم بود سطوح متفاوتی از پیچیدگی را در نظر بگیریم تا از این طریق به شناخت مناسبی از سطح توانمندی مبحث مورد نظر دست یابیم. به عنوان مثال در روش اطلس توانمندی ها از چهار بعد ماشین آلات و تجهیزات فنی، توانمندی نیروی انسانی، توانمندی دانش فنی و اطلاعاتی و توانمندی مدیریت و سازماندهی مورد بررسی قرار می گیرد. برای درک توانمندی در هر یک از آنها و درک گپ موجود بین توانمندی داخلی و بالاترین سطح آن در دنیا ناگزیریم سطوح متفاوت پیچیدگی را از پایین ترین سطح تا بالاترین سطح شناسایی نموده و به عنوان مقیاسی برای درک جایگاه توانمندی در نظر بگیریم و این میزان درک درست از سطوح متفاوت پیچیدگیست که میزان توانمندی سازمان را نمایش می دهد.

### ۲-۲-۳-۲- تعیین سطح پیچیدگی به روش اطلس فناوری

این تجزیه و تحلیل که به نحو روشن و مشخصی بر جنبه های مختلف تکنولوژی تمرکز می یابد، روشی کمی است برای اندازه گیری سهم هر یک از چهار جزء تکنولوژی تولید در سطح کارخانه یا شرکت. بررسی مزبور با توجه به دو معیار اصلی انجام می گیرد. معیار اول به تعیین میزان پیچیدگی هر یک از اجزاء تکنولوژی مربوط می شود. در هر یک از چهار جزء تکنولوژی درجات مختلفی از پیچیدگی وجود دارد. این پیچیدگی ها از سطح بسیار ساده ای آغاز گشته و به مراحل بسیار پیچیده ای تکامل می یابد. مثلاً در جزء ماشین آلات، سطوح مزبور از ابزارهای دستی ساده مانند آچار و غیره شروع و در بالاترین سطح به استفاده از روبات ها ختم می شود.

در مورد مهارت و تجربیات، سطوح پیچیدگی از توانایی کار با ماشین آغاز می گردد و در نهایت به توانایی نوآوری و خلاقیت تکامل می یابد. معیار دوم به موقعیت اجزا تکنولوژی مورد استفاده در مقایسه با اجزا بهترین تکنولوژی جهان مربوط می شود [۲]. چهار بعد تکنولوژی (ماشین آلات و تجهیزات، توانایی های انسانی، اطلاعات و سازماندهی و مدیریت) تبدیل کننده های داده ها به ستاندها می باشند. علاوه بر این هیچگونه تبدیلی بدون حضور تمام این چهار جز امکان پذیر نیست. بنابراین می توان گفت که در هر فعالیت تولیدی، هر چهار جزء بطور جمعی به ویژگی های تکنولوژیکی فرایند تبدیل کمک می کند.

از بررسی کیفی میزان پیچیدگی چهار بعد تکنولوژی هر واحد تولیدی می‌توان تصویر قابل قبولی از پیچیدگی فنی آن واحد بدست آورد، ولی برای ایجاد توافق نظر در میان تصمیم‌گیران استفاده از روشی کمی که بتواند مکمل روش کیفی باشد، می‌تواند مفید واقع شود.

با در نظر داشتن این ملاحظات، در اطلس تکنولوژی پیشنهاد شده که از روشی کمی برای اندازه‌گیری نقش فنی چهار جزء تکنولوژی در یک واحد تولیدی استفاده شود، این روش بطور کلی به دو جنبه بستگی دارد: جنبه اول به تعیین میزان پیچیدگی هر یک از این اجزا فنی در یک واحد تولیدی مربوط می‌شود و جنبه دوم موضوع به تعیین موقعیت تکنولوژی مورد مصرف کنونی در رابطه با آخرین وضعیت هر یک از اجزا مربوطه باز می‌گردد.

در این روش نخست هر یک از اجزا به عوامل کوچکتری تجزیه می‌شوند و به آنها نسبت به مطلوب ترین موقعیت هر جزء در جهان امتیاز داده می‌شود. هنگامی که میزان پیچیدگی چهار جزء بعد فنی در یک مکان تبدیل ارزیابی می‌شود، لازم است که حد بالا و پایین پیچیدگی فنی تعیین شود. این نوع ارزیابی‌ها را باید متخصصین (یعنی افرادی که کاملاً در مورد واحد تولیدی مورد ارزیابی و هم درباره آخرین وضعیت جهانی هر کدام از این اجزاء آگاهی داشته باشند) انجام دهند. متخصصین مزبور با استفاده از فرایند نمره دهی می‌توانند نمره مناسبی برای واحد تولیدی مورد نظر تعیین کنند.

۱- که برای ارزیابی موقعیت جهانی چهار بعد تکنولوژی فوق الذکر، استفاده می‌شود را می‌توان بطور کلی در موارد زیر خلاصه نمود:

۲- مشخصات عملکردی<sup>۱</sup> برای بعد افزار فنی (T)<sup>۲</sup>: مثل گستره عملیات، دقت مورد نیاز، کنترل‌ها، روشهای حمل و نقل و غیره.

۳- ویژگی‌های شایستگی<sup>۳</sup> برای بعد نیروی انسانی (H)<sup>۴</sup>: مثل خلاقیت، تمایل به یادگیری، تمایل به موفقیت، تمایل به کار تیمی، ریسک پذیری، وقت شناسی و غیره.

<sup>1</sup> State-of-art

<sup>2</sup> Performance Specification

<sup>3</sup> Competence Characteristics

<sup>4</sup> Human Ware

۴- الزامات کفایتی برای اطلاعات<sup>۱</sup> (I): مثل توانمندی بازاریابی و دسترسی، تعداد ارتباطات، امکان بروزرسانی، سهولت مبادله و جامعیت و غیره.

۵- معیارهای اثربخشی<sup>۳</sup> برای بعد سازماندهی و مدیریت (O): مثل رهبری، حفظ استقلال داخلی کارکنان، حس جهت یابی، مشارکت کارکنان، فضای نوآورانه، صداقت و غیره.

### • اجزاء تکنولوژی در طبقه بندی مدل

همانگونه که قبلاً توضیح داده شد، تکنولوژی را می توان عامل تبدیل منابع طبیعی به منابع تولید شده معرفی نمود. این عامل می تواند شامل سخت افزارها، نرم افزارها، دانش فنی و غیره باشد و در حقیقت این تعریف گسترده تر از تصورات عموم است که تکنولوژی را ترکیبی از سخت افزار و نرم افزار می دانند. با این توضیحات می توان اجزاء تکنولوژی را به چهار دسته کلی تقسیم نمود:

(۱) ماشین آلات و ابزار تولید: یعنی وسیله یا وسایلی که تکنولوژی در آن جای گرفته است و شامل تمام امکانات فیزیکی لازم برای انجام عملیات تبدیل (یا تولید) می شود مانند: ابزار آلات، تجهیزات، ماشین آلات، ساختمانها و غیره.

(۲) مهارتها و تجربیات تولیدی: یعنی تکنولوژی نهفته در انسانها که شامل تمام تواناییهای لازم برای انجام عملیات تولید می شود. مانند: تخصص، مهارت، چالاکی، نوآوری و ابتکار، نبوغ و غیره.

(۳) اطلاعات و دانش فنی تولید: یعنی تکنولوژی نهفته در اسناد که شامل تمام اطلاعات و ارقام مورد نیاز برای انجام فعالیتهای تولیدی می شود. مانند: طرحها، نقشهها، مشخصات مشاهدات، روابط، محاسبات ریاضی، نمودارها و نظریه های علمی.

(۴) سازماندهی و مدیریت تولید: یعنی تکنولوژی نهفته در سازمان که شامل تمام چارچوبهای مورد نیاز برای فعالیتهای تولید می باشد. مانند: سیستماتیک کردن، سازماندهی، شبکه سازی، مدیریت و بازاریابی.

برای هر گونه تبدیل دادهها به ستاندهها، حضور هر چهار جزء فوق الزامی است.

در غیاب کامل هر یک از چهار جزء فوق، هیچگونه تبدیلی یا تولیدی صورت پذیر نخواهد بود زیرا:

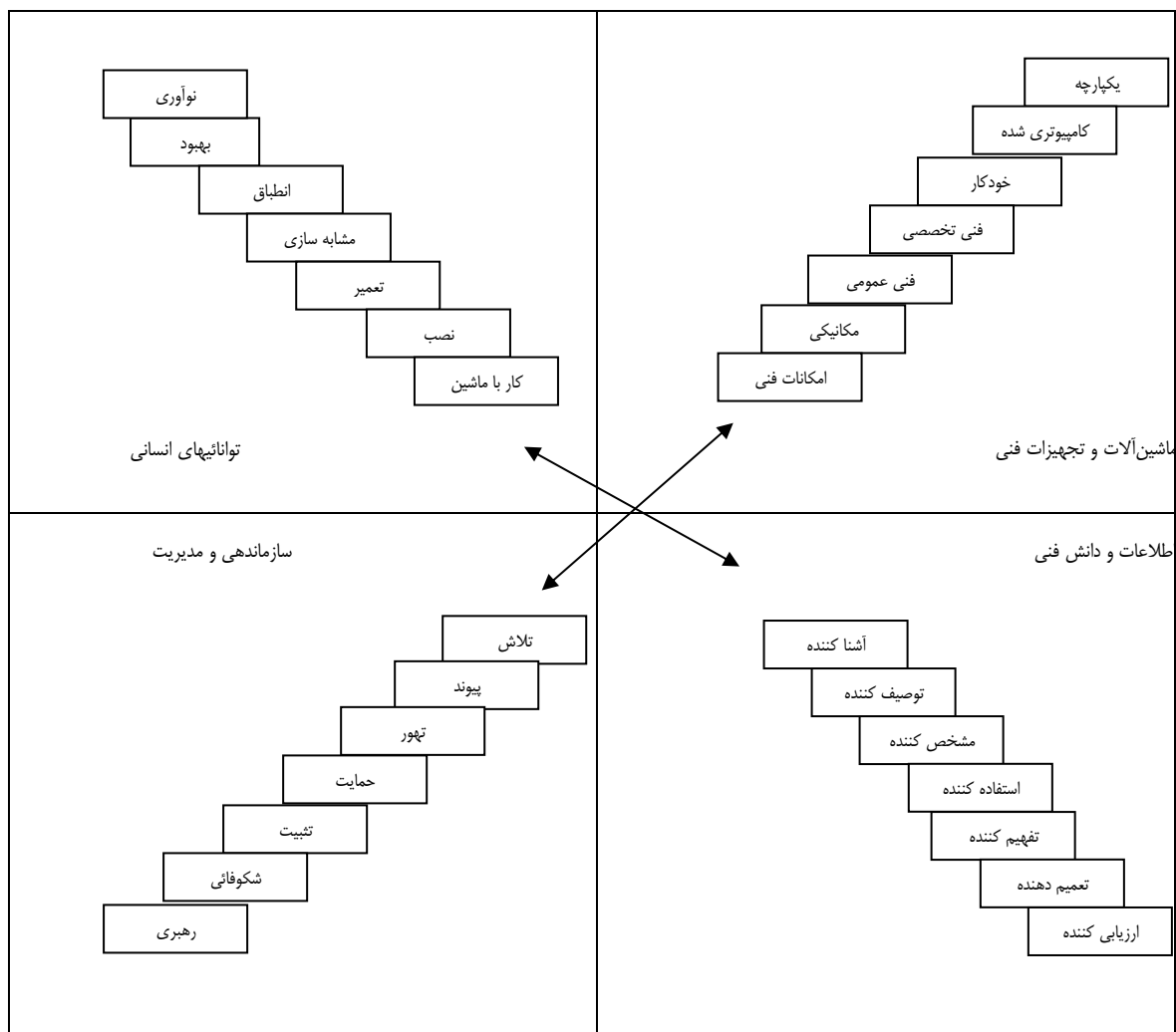
ماشین آلات و ابزار تولید، قلب فعالیتهای تبدیل دادهها و ستاندهها می باشد و توسط نیروی انسانی ایجاد، نصب و بکار می افتد.

<sup>1</sup> Adequacy Requirements

<sup>2</sup> Info ware

<sup>3</sup> Effectiveness Measures

- نیروی انسانی عامل کلیدی عملیات تبدیل (یا تولید) است که بوسیله اطلاعات و دانش فنی راهنمایی می‌شود.
- اطلاعات و دانش فنی به نوبه خود، توسط نیروی انسانی ایجاد گشته و برای تصمیم‌گیری و بکارگیری ماشین‌آلات و ابزار به کار گرفته می‌شود.
- سازماندهی و مدیریت، کنترل‌کننده ماشین‌آلات، مهارتها، تجربیات و اطلاعات و حقایق برای انجام فعالیتهای تبدیل می‌باشد. در واقع مورد آخر نقش کلیدی را برای کنترل و بکارگیری سه جزء دیگر ایفا می‌نماید.
- با استفاده از چهار جزء فوق به عنوان پایه ای برای تحقیق، می‌توان به هماهنگی و روابط متقابل میان برنامه‌ریزی اقتصادی متعارف و برنامه‌ریزی بر محور تکنولوژی در سطح شرکت، رشته یا زیر بخش، بخش و یا کلان دست یافت.



شکل ۳۳- اجزای تکنولوژی در طبقه بندی مدل



هر یک از اجزاء تکنولوژی، می‌توانند بر اساس میزان توانایی خود در درجات مختلفی از سیر تکاملی خود واقع شوند که اصطلاحاً تحت عنوان درجه پیچیدگی مطرح می‌گردد. نمودار فوق به عنوان نمونه‌شماری کلی از درجات پیچیدگی چهار جزء تکنولوژی برای هر فعالیت تولیدی را نشان می‌دهد. در اینجا می‌توان متذکر شد که اگر چه بررسی میزان پیچیدگی چهار جزء تکنولوژی از نظر اصولی مفید است، اما تفکیک بین سطوح متوالی در برخی مواقع ممکن است ساده نباشد. معهداً، این طبقه‌بندی مورد استفاده قرار خواهد گرفت. زیرا در شرایط واقعی، گامهای پیاپی افزایش پیچیدگی هر چهار جزء تکنولوژی را می‌توان در آن، مشاهده نمود.

بنابراین در مطالعه سیر واقعی فعالیتهای تولیدی، درجات فرایندهای پیچیدگی هر یک از اجزاء تکنولوژی را می‌توان مشاهده نمود. اینگونه تغییرات در میزان پیچیدگی هر یک از اجزاء به چهار دلیل زیر به وجود می‌آیند:

اول: افزایش پیچیدگی‌های کار با ماشین‌آلات، نیاز به توسعه و استفاده از وسایل پیچیده‌تری را دامن می‌زند. ماشین‌آلات و تجهیزات قلب هر سیستم صنعتی است. ولی ابزارها عمدتاً از طریق تواناییها و با استفاده از اطلاعاتی که در طول زمان اندوخته می‌شوند توسعه، نصب، بهره‌برداری و بهبود می‌یابند.

ماشین‌آلات و تجهیزات خود به تنهایی نمی‌توانند عمل نمایند و اگر توانائی استفاده از آنها وجود نداشته باشد بی‌فایده خواهند بود. معهداً با افزایش میزان پیچیدگی امکانات، میزان پیچیدگی تواناییها و اطلاعات مورد نیاز نیز می‌تواند افزایش یابد. نوعی طبقه‌بندی ممکن و نمونه‌هایی از پیچیدگی فزاینده ماشین‌آلات و تجهیزات فنی در جدول زیر نشان داده شده است.

**جدول ۲- درجات پیچیدگی ماشین‌آلات و تجهیزات فنی**

ویژگیها	درجه بندی بر حسب میزان افزایش پیچیدگی
شرح: تلاش و کنترل دستی فعالیتهای نمونه: استفاده از ابزار دستی مانند آچار و... استفاده از دست در بسته بندیها	ماشین‌آلات و تجهیزات دستی
شرح: مکمل نمودن نیروی مکانیکی یا نیروی جسمانی، کنترل فعالیتهای تماماً توسط متصدی کار انجام می‌شود.	ماشین‌آلات و تجهیزات مکانیکی
نمونه: استفاده از ابزار دستی برقی مانند مته شرح: ماشین کارهای اصلی را انجام می‌دهد و کنترل فعالیتهای کاملاً بر عهده متصدیان می‌باشد. نمونه: استفاده از ماشین‌آلاتی مانند ماشینهای تراش و آسیاب و دیگر	ماشین‌آلات و تجهیزات فنی و عمومی
ماشین ابزارهای عمومی. شرح: ماشین کارهای تخصصی را انجام می‌دهند و کنترل فعالیتهای کاملاً بر عهده متصدیان است.	ماشین‌آلات و تجهیزات فنی تخصصی
نمونه: دارهای بافندگی برقی شرح: ماشینها یک سری عملیات را بدون دخالت انسان انجام می‌دهند کنترل متصدیان در	ماشین‌آلات و تجهیزات فنی اتوماتیک

ویژگیها	درجه بندی بر حسب میزان افزایش پیچیدگی
سلسله مراتب و تکمیل فعالیت ناچیز است. اما ماشینها نمی توانند اشتباهات را برطرف نمایند و متصدیان باید اعمال اصلاحی را انجام دهند.	
نمونه: ماشین ابزارهای اتوماتیک شرح: کنترلرهای کامپیوتری موارد زیر را امکان پذیر نموده است. • تغییر سرعت و جهت بر حسب علایم اندازه گیری شده • شناسایی و انتخاب اعمال مناسب • اصلاح عملکرد پس از شروع فعالیت • تجزیه و تحلیل نیازهای محیطی، و تنظیم آن قبل از شروع به کار جهت تحقق عملکرد مطلوب • دخالت ناچیز انسان در فعالیتها نمونه: کنترل شمارشی کامپیوتری، کنترل شمارشی مستقیم و ماشین آلات تولید با کمک کامپیوتر	ماشین آلات و تجهیزات فنی کامپیوتری
شرح: تمام فعالیتهای کارخانه از طریق استفاده از امکانات کامپیوتری در هم ادغام شده است. نمونه: تقریباً هیچگونه دخالت مستقیم انسانی وجود ندارد مانند کارخانجاتی که کاملاً از روبات استفاده می کنند.	ماشین آلات و تجهیزات فنی تمام کامپیوتری

دوم: تقاضای فزاینده مهارتهای مورد نیاز برای تولید، بهبود، نصب و اداره تجهیزاتی که پیچیدگی متفاوتی دارند نیز، مستلزم تواناییهای پیچیده مناسبی است.

این تواناییها نقش کلیدی ای در انجام عملیات صنعتی دارند و در حقیقت این توانایی است که تجهیزات را سود بخش می نماید. با این وجود، میزان آنچه که می توان انجام داد را اطلاعات موجود، سازماندهی و مدیریتی که در آن فعالیتها انجام می شود، هدایت می کند. تواناییها به پیدایش اطلاعات بیشتری نیز منتهی گشته و به این طریق به بهبود بهره برداری از ماشین آلات و تجهیزات منجر می گردد.

### جدول ۳- درجات پیچیدگی تواناییهای انسانی

ویژگیها	درجه بندی بر حسب میزان افزایش پیچیدگی
نوع کار: استاندارد نوع تصمیمات: معمولی تلاشهای فیزیکی: کم، متوسط، زیاد تلاشهای فکری: خیلی کم تحصیلات: سطح دبیرستان و پایین تر آموزشهای فنی: سطح اولیه و ابتدایی طبقه بندی: کارگران غیر ماهر و نیمه ماهر	توانایی کار با ماشین

ویژگیها	درجه بندی بر حسب میزان افزایش پیچیدگی
<p>نوع کار: استاندارد نوع تصمیمات: معمولی تلاشهای فیزیکی: کم، متوسط تلاشهای فکری: کم آموزشهای فنی: دوره ای کوتاه طبقه بندی: کارگران ماهر و تکنسینها</p>	توانائی نصب
<p>نوع کار: تا حدودی غیر استاندارد نوع تصمیمات: تا حدودی معمولی تلاشهای فیزیکی: کم و متوسط تلاشهای فکری: متوسط تحصیلات: تحصیلات حرفه ای و یا دانشگاهی آموزشهای فنی: کوتاه و متوسط مدت طبقه بندی: تکنسینها، متخصصین و مهندسین</p>	توانائی تعمیر
<p>نوع کار: غیر استاندارد نوع تصمیمات: غیر معمولی تلاشهای فیزیکی: کم تلاشهای فکری: زیاد تحصیلات: تحصیلات دانشگاهی و بالاتر آموزشهای فنی: زیاد طبقه بندی: تکنسینها، متخصصین و مهندسین</p>	توانائی مشابه سازی
<p>نوع کار: غیر استاندارد نوع تصمیمات: غیر معمولی تحصیلات: دانشگاهی و بالاتر آموزشهای فنی: بالا طبقه بندی: تکنسینها، متخصصین، مهندسین</p>	توانائی بهبود
<p>نوع کار: غیر استاندارد نوع تصمیمات: غیر معمولی تلاشهای فیزیکی: کم تلاشهای فکری: بسیار زیاد تحصیلات: تحصیلات دانشگاهی و بالاتر آموزشهای فنی: خیلی بالا طبقه بندی: تکنسینها، متخصصین، مهندسین</p>	توانائی نوآوری

سوم: با افزایش میزان پیچیدگی ماشین‌آلات و تجهیزات و توانایی‌های انسانی، پیچیدگی اطلاعات و دانش فنی مورد نیاز برای راهنمایی و استفاده از این دو نیز افزایش می‌یابد. در چنین شرایطی، ارزش استناد به مدارک به نحو حیرت‌آوری افزایش پیدا می‌کند.

این اطلاعات بیانگر تجمع دانش بشری است. امروزه میزان دانش موجود به نحوی مستمر، در حال رشد است و بنابراین اطلاعات موجود نیازمند به روز شدن می‌باشند. اگر این عمل انجام نشد، انتخاب و استفاده مناسب از تجهیزات امکان پذیر نخواهد بود. پس یکی از وظایف کلیدی هر سازمانی، تضمین تهیه، استفاده و به روز نمودن انواع اطلاعات مناسب است.

#### جدول ۴- درجات پیچیدگی اطلاعات و دانش فنی

ویژگیها	درجه بندی بر حسب میزان افزایش پیچیدگی
شرح: اطلاعاتی که موجب آگاهی از ماشین‌آلات مورد نظر می‌گردد. نمونه: تصویرها، مدلها، وبروشورهایی که توضیحات اولیه در آن وجود دارد.	اطلاعات آشنا کننده
شرح: اطلاعاتی که درک اصول اصلی نهفته در مصرف و طریق استفاده مورد نظر را امکان پذیر می‌سازد. نمونه: توضیح تجهیزات و فراگرد	اطلاعات توصیف کننده
شرح: اطلاعاتی که انتخاب و نصب امکانات مورد نظر را مقدور می‌سازد. نمونه: مشخصات تجهیزات، نقشه کارخانه، جدول گردش کار، مشخصات مواد اولیه نقشه‌های مهندسی، نقشه‌های لوله کشی، مشخصات نقاشی، مشخصات نصب ماشین‌آلات و غیره.	اطلاعات مشخص کننده
شرح: اطلاعاتی که استفاده موثر ماشین‌آلات و تجهیزات را مقدور می‌سازد. نمونه: فرایندهای استاندارد فعالیتها، شرح تفصیلی قرار گرفتن تجهیزات، دستور العملهای حفاظتی، فرایند تضمین کیفیت، فرایند نگهداری از تجهیزات، یافتن نقصها و لیست نقصهای ممکنه، فرایند و دستور العمل فرایند کنترل، فرایند و دستور العمل فرایند تولید، فرایند و دستور العمل حسابداری هزینه.	اطلاعات استفاده کننده
شرح: اطلاعاتی که دانش و درک عمیق از طراحی و به کار اندازی ماشین‌آلات و تجهیزات را مقدور می‌سازد. نمونه: شرح تفصیلی فراگرد، طرحها، منجمله مشخصات و تکنیکهای مدیریت تولید	اطلاعات تفهیم کننده
شرح: اطلاعاتی که امکان بهبود در طراحی و استفاده از امکانات را فراهم می‌سازد. نمونه: اطلاعاتی که از جریان مهندسی معکوس و تحقیق و توسعه داخلی بدست می‌آید و موجب پیدایش محصول و بهبود فرایند تولید می‌گردد.	اطلاعات تعمیم دهنده

ویژگیها	درجه بندی بر حسب میزان افزایش پیچیدگی
شرح: اطلاعات موقعیتی دانش (جهانی) در مورد ماشین آلات و تجهیزات مورد استفاده برای مقاصد خاص نمونه: اطلاعات جامعی درباره آخرین تحولات در طراحی، بهبود، عملکرد و استفاده از ماشین آلات و تجهیزات	اطلاعات ارزیابی کننده

چهارم: زمانی که کم و کیف یک فعالیت تولیدی یا صنعتی توسعه می یابد، وظایف مدیریتی، مانند برنامه ریزی، سازماندهی، اداره، تحرک و نظارت بر رفتار شرکت به نحو فزاینده ای پیچیده تر می شود و بنابراین برای ادغام کارآمد ماشین آلات و تجهیزات، تواناییهای انسانی و اطلاعات، ممکن است به سازماندهی و مدیریت پیچیده تر نیاز باشد.

بنابر آنچه گفته شد، سازماندهی و مدیریت اطلاعات، تواناییها و تجهیزات هر فعالیت صنعتی را هماهنگ نموده تا تبدیل مطلوب منابع طبیعی به منابع تولید شده تحقق یابد. در عین حال که نوع سازماندهی و مدیریت مورد نیاز به میزان پیچیدگی در نظر گرفته شده تجهیزات، تواناییها و اطلاعات بستگی دارد، اما ممکن است به عنوان تعیین کننده میزان پیچیدگی مورد نیاز سه جزء دیگر نیز عمل نماید. به طور کلی، سازماندهی و مدیریت با گذشت زمان باید توسعه یابد، تا با پویایی سه جزء دیگر تکنولوژی و فضای اقتصادی- اجتماعی ای که عملیات صنعتی در آن انجام می گیرد همراستا گردد. نوعی طبقه بندی ممکن از افزایش میزان پیچیدگی سازماندهی و مدیریت در جدول زیر ارائه شده است.

## جدول ۵- درجات پیچیدگی سازماندهی و مدیریت

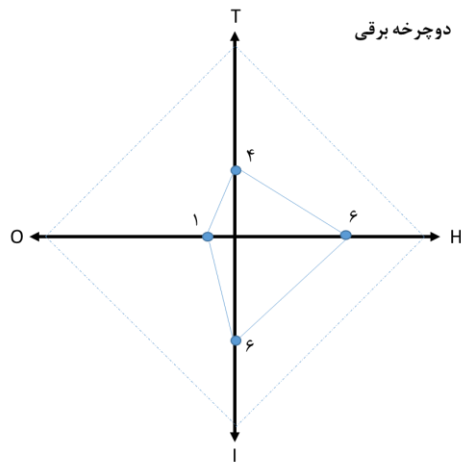
ویژگیها	درجه بندی بر حسب میزان افزایش پیچیدگی
شرح: شرکتهای کوچک، معمولاً با مدیریت مالک و با سرمایه گذاری کم و اشتغال تعداد کمی کارگر بازار؛ ویژگی کالا چنان است که برای کیفیتهای بسیار متنوع کالا بازاری وجود دارد. معمولاً این شرکتها اتکا، شدیدی به واسطه ها برای ارزیابی دارند. تولید: استفاده از امکاناتی که بسادگی در دسترس بوده و به وسیله حق امتیاز و غیره محدود نمی شود. برنامه های تولید بسیار نوسان دارد زیرا این شرکتها کنترل ناچیزی بر عرضه و قیمت گذاری محصول دارند. نیروی کار: مدیران دارای مالکیت نیز می باشند و اکثر کارگران مهارت ناچیزی دارند تامین مالی: از سرمایه خود استفاده می کنند و یا از منابع غیر رسمی آن را بدست می آورند	مرحله تلاش
شرح: شرکتهایی که در مرحله تلاش توانایی خود در مهارت استفاده از امکانات را به ثبوت رسانده اند تمایل به بخش قراردادهای جانبی با سازمانهای بزرگ پیدا می کنند. در عین حال که این امر در کوتاه مدت امنیت خاطر می نماید، اما سرنوشت شرکتهای بزرگ می شود. بازار: بازار تضمین شده ای که در کوتاه مدت، بعلت وابستگی، وجود دارد. تولید: برنامه تولید فشرده می شود، و امکان بالابردن سطح ابزار فنی با کمک سازمان طرف قرارداد وجود دارد. نیروی کار: مدیران مالک، و اکثر کارگران مهارتهای پایینی دارند. بعلت الزام به تحقیق بدون استثناء اهداف تولیدی، امور مدیریتی گرایش به رسمی شدن پیدا می کند. تامین مالی: استفاده از سرمایه شخصی، و بعلت وابستگی به سازمان های بزرگ، امکان کسب مبالغ قابل توجهی وام از سازمانهای مالی رسمی نیز به وجود می آید. سودآوری: اگر چه بازار تضمین شده ای وجود دارد، اما بعلت انتقال امور قیمت گذاری (تحصیل قیمت از سوی شرکت طرف قرارداد)، شرکت ممکن است سود مناسبی به دست نیاورد. سودآوری را می توان با کاهش هزینه افزایش داد.	مرحله پیوند
شرح: برخی شرکتها که تخصص کافی و اعتماد بنفس را در دوره وابستگی کسب کرده اند ممکن است بخواهند به روی پای خود ایستاده و بطور مستقل کالای خود را عرضه نمایند. احتمال این کار در مورد کالاهایی که عمر طولانی دارند بیشتر است. بازار: کالاهایی که تقاضای نسبتاً ثابت و فزاینده دارند. در این مرحله، بر استراتژیهای بازاریابی تاکید زیادی می شود. تولید: برنامه قابل پیش بینی تولید نیروی کار: سطح پایینی از مهارتهای نیروی کار، اما بالاتر از مرحله وابستگی، مدیران مالک به نحو رسمی تری مدیریت می کنند. از مدیران حرفه ای نیز در قسمتهای منتخبی ممکن است استفاده شود مثلاً (بازاریابی) تامین مالی: سرمایه شخصی و حمایتهای محتاطانه موسسات مالی سودآوری: کم تا متوسط	مرحله تهور
شرح: بر اساس تجربه و شهرتی که در مرحله تهور کسب گردیده، شرکت ممکن است محصولات و بازارهای جدیدی را شناسایی کرده و با استفاده از کانالهای ایجاد شده، تصمیم به تولید و عرضه آنها بگیرند. بازار: کالاهای موجود در بازارهای قدیمی و جدید، محصولات جدید در بازارهای قدیمی و شاید بازارهای جدید. تولید: تاکید بر بهبود کیفیت و افزایش کارایی تولید، استفاده از تجهیزات بهبود یافته و تخصصی شده که معمولاً از طریق همکاریهای خارجی به دست می آید. نیروی کار: بنیان مالکیت ممکن است گسترش یابد (دو یا چند شریک فعال). کارگران از مهارتهای بالاتری برخوردارند و مدیران حرفه ای بیشتری در شرکت اشتغال خواهند داشت.	مرحله حمایت

ویژگیها	درجه بندی بر حسب میزان افزایش پیچیدگی
تامین مالی: بعلت داریهای بیشتری که بعنوان وثیقه می توان از آنها استفاده کرد حمایتهای بیشتری از سوی موسسات مالی ارائه خواهد شد. سود آوری: متوسط، اما با گذشت زمان می تواند بیشتر شود.	
شرح: شرکتهایی که در مرحله حمایت فعالیت کرده اند ممکن است مایل به تثبیت موقعیت رقابتی خود از طریق افزایش سهم خود در بازار و همچنین ادامه بهبود کیفیت و تنوع محصولات خود باشند. بازار: بازاریابی فعالتر و مبتکرانه تر در بازارهای قدیم و جدید تولید: ادامه ارتقاء سطح ماشین آلات و تجهیزات و تاکید زیاد بر مهندسی ارزش، طراحی داخلی، کنترل شدید برنامه تولید نیروی کار: بنیان گسترده تر مالکیت تامین مالی: دسترسی آسان به وام از سازمانهای مالی سود آوری: متوسط تا زیاد	مرحله تثبیت
شرح: شرکتهایی که در مرحله تثبیت سریعاً به پتانسیل خود می رسند تمایل دارند از طریق تلاش مداوم برای ورود به بازارهای جدید و تجربه واکنشهای جدید به روندهای محیطی، بر موقعیتهای خود بیفزایند. بازار: بازاریابی خیلی زیاد، ممکن است نقش انتقال دهنده بین المللی تکنولوژی را ایفا نمایند. تولید: با اصلاح و بهبود متناوب محصول گرایش به استفاده از تجهیزات فنی پیشرفته دارند. نیروی کار: استفاده از مهارتهای سطح بالا و در راس قرار گرفتن مدیران حرفه ای. تفکر: استراتژیکی و نوآورانه تامین مالی: دسترسی آسان به سرمایه از سازمانهای مالی ملی و بین المللی. سود آوری: زیاد، بیشتر سود ممکن است مصرف تحقیق و توسعه شود.	مرحله شکوفایی
شرح: برخی از شرکتهایی که در مرحله کامیابی قرار دارند ممکن است رهبران جهان در رشته های تخصصی شده و با مرزهای تکنولوژی سرو کار پیدا نمایند. بازار: رهبران بازار هستند و برای تامین نیازهای آینده بازار نیز آمادگی دارند. تولید: ماشین آلات و تجهیزات شدیداً پیچیده بوده و آمادگی انتقال تکنولوژی حتی از طریق سرمایه گذاری مستقیم را دارا می باشند. سطح بسیار بالایی از تحقیق و توسعه در داخل شرکت، با تاکید بر تحقیقات پایه، وجود دارد. نیروی کار: مالکیت گسترده سطح بسیار بالایی از مهارتها کاملاً تحت مدیریت حرفه ای طراز اول اداره می شود. تامین مالی: دسترسی بسیار آسان به موسسات مالی ملی و بین المللی. سود آوری: بسیار زیاد	مرحله رهبری

## ۱- دوچرخه برقی

الف : سطوح داخلی فناوری

براساس ارزیابی‌های صورت گرفته پیچیدگی فناوری ساخت دوچرخه برقی در سطح ماشین آلات و تجهیزات فنی در حد پایین تر از متوسط، در خصوص پیچیدگی توانایی انسانی و پیچیدگی دانش فنی و اطلاعات بالاتر از متوسط و از نظر پیچیدگی سازماندهی و مدیریت در سطح بسیار پایین قرار گرفته است.



شکل ۳۴- تعیین پیچیدگی فناوری دوچرخه برقی با روش اطلس تکنولوژی

ب: سطوح خارجی فناوری

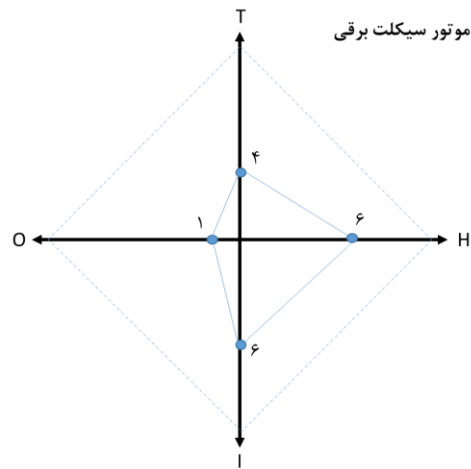
فناوری ساخت دوچرخه برقی در خارج از کشور در هریک از چهار مورد فوق در بالاترین سطح قرار دارد.

## ۲- موتور سیکلت برقی

الف : سطوح داخلی فناوری

پیچیدگی فناوری ساخت موتور سیکلت برقی همانند دوچرخه برقی در سطح ماشین آلات و تجهیزات فنی در حد پایین تر از متوسط . در خصوص پیچیدگی توانایی انسانی و پیچیدگی دانش فنی و اطلاعات بالاتر از متوسط و از نظر پیچیدگی سازماندهی و مدیریت در سطح بسیار پایین قرار گرفته است.





شکل ۳۵- تعیین پیچیدگی فناوری موتور سیکلت برقی با روش اطلس تکنولوژی

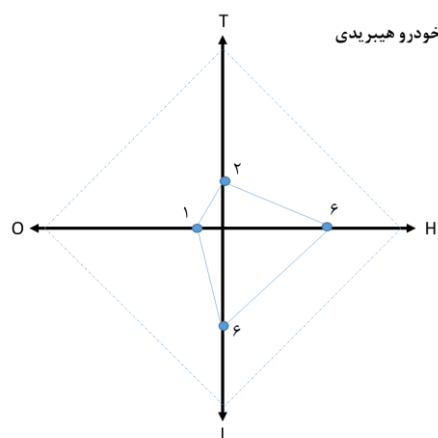
ب: سطوح خارجی فناوری

فناوری ساخت موتور سیکلت برقی در خارج از کشور در هریک از چهار مورد فوق در بالاترین سطح قرار دارد.

### ۳- خودرو هیبریدی

الف: سطوح داخلی فناوری

پیچیدگی فناوری ساخت خودرو هیبریدی در سطح ماشین آلات و تجهیزات فنی در حد پایینی قرار دارد. در خصوص پیچیدگی توانایی انسانی و پیچیدگی دانش فنی و اطلاعات بالاتر از متوسط و از نظر پیچیدگی سازماندهی و مدیریت در سطح بسیار پایین قرار گرفته است



شکل ۳۶- تعیین پیچیدگی فناوری خودروی هیبریدی با روش اطلس تکنولوژی

ب: سطوح خارجی فناوری

فناوری ساخت خودرو هیبریدی در خارج از کشور در هریک از چهار مورد فوق در بالاترین سطح قرار دارد.

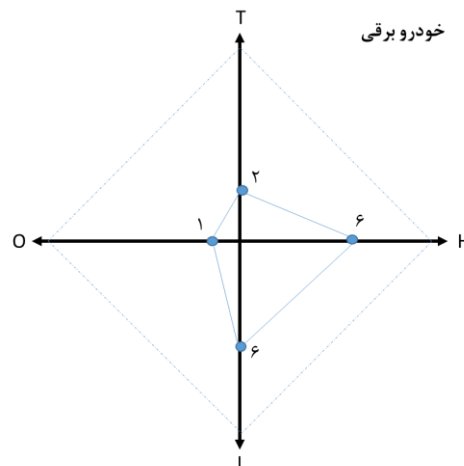
#### ۴- خودرو برقی

الف : سطوح داخلی فناوری

پیچیدگی فناوری ساخت خودرو برقی همانند خودرو هیبریدی در سطح ماشین آلات و تجهیزات فنی در حد پایینی قرار دارد . در خصوص پیچیدگی توانایی انسانی و پیچیدگی دانش فنی و اطلاعات بالاتر از متوسط و از نظر پیچیدگی سازماندهی و مدیریت در سطح بسیار پایین قرار گرفته است

ب: سطوح خارجی فناوری

فناوری ساخت خودرو برقی در خارج از کشور در هریک از چهار مورد فوق در بالاترین سطح قرار دارد.

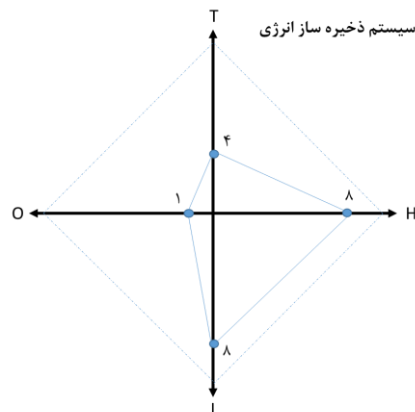


شکل ۳۷- تعیین پیچیدگی فناوری خودروی برقی با روش اطلس تکنولوژی

#### ۵- ذخیره سازهای انرژی

الف : سطوح داخلی فناوری

پیچیدگی فناوری ساخت ذخیره سازهای انرژی در سطح ماشین آلات و تجهیزات فنی در حد پایین تر از متوسط . در خصوص پیچیدگی توانایی انسانی و پیچیدگی دانش فنی و اطلاعات در سطح بالا و از نظر پیچیدگی سازماندهی و مدیریت در سطح بسیار پایین قرار گرفته است.



شکل ۳۸- تعیین پیچیدگی فناوری خودروی برقی با روش اطلس تکنولوژی

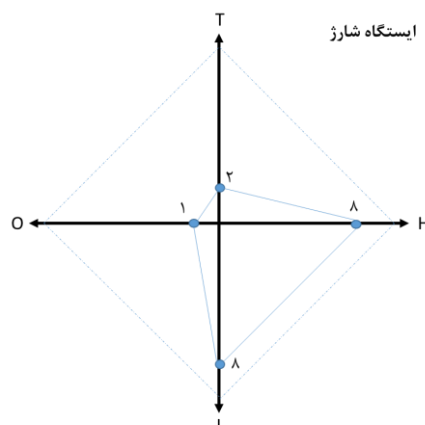
ب: سطوح خارجی فناوری

فناوری ساخت ذخیره سازهای انرژی در خارج از کشور در هریک از چهار مورد فوق در بالاترین سطح قرار دارد.

#### ۶- ایستگاه شارژ

الف : سطوح داخلی فناوری

پیچیدگی فناوری ساخت ایستگاه شارژ در سطح ماشین آلات و تجهیزات فنی در حد پایین قرار داشته و در خصوص پیچیدگی توانایی انسانی و پیچیدگی دانش فنی و اطلاعات در سطح بالا و از نظر پیچیدگی سازماندهی و مدیریت در سطح بسیار پایین قرار گرفته است.



شکل ۳۹- تعیین پیچیدگی فناوری خودروی برقی با روش اطلس تکنولوژی

ب: سطوح خارجی فناوری

فناوری ساخت ایستگاه شارژ در خارج از کشور در هریک از چهار مورد فوق در بالاترین سطح قرار دارد.

### ۲-۳-۲-۳- تعیین پیچیدگی به روش ACT

روش ACT و یا روش «تجزیه و تحلیل و ارزیابی توانایی‌های تکنولوژیکی موجود و مقایسه آن با محتوای تکنولوژیکی محصولات صنعتی»، یکی از روشهای اندازه‌گیری سطح تکنولوژی می‌باشد که توسط سازمان توسعه صنعتی ملل متحد (UNIDO) تهیه گردیده است.

سازمان یونیدو از سال ۱۹۸۲ به دنبال تهیه یک مجموعه کامپیوتری بوده است که به وسیله آن بتواند کشورهای در حال توسعه را در انتخاب استراتژیهای صنعتی و یا مشخص نمودن تواناییهای بالقوه و نقاط قوت و ضعف آنها را یاری نماید تا از این طریق قادر به تولید محصولات صنعتی با کیفیت قابل مقایسه با کشورهای صنعتی باشند.

یک نمونه از مجموعه‌های کامپیوتری که توسط یونیدو تهیه شده است، مربوط به محصولات تولیدی در رشته الکترونیک می‌باشد. برای استفاده از این مجموعه کامپیوتری کتابهای راهنما در چهار جلد و حدود ۵۵۰ صفحه به انضمام یک کتاب توضیح و تشریح مقدماتی روش در ۱۲۰ صفحه تهیه شده است.

مجموعه ACT بطور نمونه جهت محصولات کد ۳۸ ISIC و برای حدود ۶۰۰ محصول مختلف جمع‌آوری شده است، که کاملاً قابل طراحی برای محصولات بیشتر و یا شاخه‌های دیگر، با طرحهای صنعتی و یا ترکیب شدن با مسائل اقتصادی و مالی پروژه‌های تولیدی و نهایتاً برنامه‌ریزیهای استراتژیک و کلان ملی نیز می‌تواند باشد که البته باید برای هر کشور و یا حتی در هر محصول خاص بر اساس آموزشی که داده می‌شود، بصورت مستقل اقدام به تهیه برنامه کامپیوتری بشود. مجموعه ACT فعلاً بصورت برنامه‌های کامپیوتری بدو زبان انگلیسی و فرانسه همراه با چهار جلد کتاب دستور العمل‌های آن روی دیسکت قابل استفاده در سیستم IBM و یا PC مناسب که حداقل دارای حافظه ۵۱۲ KB باشد قابل ارائه می‌باشد و بنا به میزان اطلاع و آموزش افرادی که آنرا بکار می‌گیرند می‌توان استفاده‌های بسیار متنوعی از آن بعمل آورد. به عنوان نمونه روی این مجموعه مشخصات ۴۸ نوع اتومبیل سواری امروزی جمع‌آوری و ضرائب تکنولوژیک آنها محاسبه شده است که با داشتن اطلاعات مربوط به امکانات و محدودیت‌های صنعت اتومبیل سواری در کشور و پر کردن ماتریس مربوطه، به کمک این مجموعه می‌توان فهمید با امکانات تولیدی (مربوط به ۱۲۸ فاکتور)، اتومبیلی که می‌توانیم تولید نمائیم عملاً قابل مقایسه با

کدام یک از محصولات فعلی جهان بوده و از چه تعداد آنها مرغوبتر و از چه تعداد نامرغوبتر می‌باشد و با چه میزان سرمایه گذاری (برای رفع نقاط ضعفی که سیستم مشخص می‌نماید) می‌شود محصول را تا سطح مورد نظر که به عنوان مثال در فلان بازار خارجی قابل عرضه باشد ارتقاء کیفیت داد و از این طریق از سرمایه‌گذاری‌های موازی و غیر ضروری جلوگیری کرد و نقاط ضعف واقعی را تقویت نمود و در نهایت یک استراتژی توسعه صنعتی در صنعت اتومبیل سواری و یا هر محصول مشابه، دسترسی پیدا کرد.

### • تشریح مدل

هدف کلی از تهیه مجموعه ACT، ارایه یک روش اجرایی برای تعیین میزان پیچیدگی تکنولوژی ماشین‌آلات (با محصولات صنعتی) الکترو مکانیکی با هدف استفاده از این روش‌ها جهت شناسایی، انتخاب و مطالعه پروژه‌ها و محصولات مختلف صنعتی و یا ارزیابی وضعیت موجود با وضعیت مطلوب و در نهایت شناخت تنگناهای خطوط تولیدات صنعتی و راههای ارتقاء کیفیت تولیدات صنعتی قابل رقابت با تولیدات مشابه جهت صادرات یا تعدیل واردات، می‌باشد.

از روش ACT همچنین می‌توان جهت تصمیم‌گیری در زمینه‌های مسائل استراتژیک صنعتی، اقتصادی و بازرگانی، به لحاظ شناخت و مقایسه‌ای که از وضع موجود با وضعیت ایده آل صورت می‌گیرد، استفاده نمود. در مقابل فاکتورهای مربوط به مسائل استراتژیک صنعتی، اقتصادی و بازرگانی که در اطلاعات وارده به سیستم به کار گرفته شده‌اند، می‌تواند در ارایه نتیجه نهایی بررسی، تاثیرگذار باشد.

در حال حاضر مجموعه کامپیوتری ACT، از بین کلیه جوانب فوق الذکر، فقط ابعاد تکنولوژیکی کار را شامل شده و نتیجه حاصل از آن نیز نشان دهنده موقعیت تکنولوژیکی موجود نسبت به حالت ایده آل می‌باشد.

پس از اجرا و بکارگیری روش و کسب نتایج حاصل از مقایسه می‌توان سطح تکنولوژی را شناسایی نموده و بر اساس آن طراحی مناسبی جهت توسعه کلان تکنولوژی کشور تدوین نمود.

علاوه بر مورد اشاره شده در فوق، می‌توان به کمک روش ACT محتوای تکنولوژیکی یک محصول ساخت داخل را اندازه‌گیری نمود و آنرا با یک محصول مشابه ساخت خارج مقایسه نمود. از این طریق می‌توان دلایل برتری و توافقی کیفی و مطلوبیت بازارهای صادراتی را بطور دقیق بدست آورده و سپس با توجه به امکانات و محدودیت‌ها، کارهای اجرایی را برای انجام اصلاحات لازم طراحی نمود.

نمودار نشان داده شده در صفحه بعد، به گونه ای روشن هدف از بکارگیری روش ACT و اقدامات بعدی آن را به تصویر کشیده است.

#### مشخصات و معیارها -

برای بررسی و سنجش محتوای تکنولوژیکی یک محصول در روش ACT از ۱۲۸ فاکتور که به سه دسته اصلی تقسیم شده‌اند، استفاده می‌گردد. فاکتورهای مورد استفاده شامل مواردی می‌باشند که در طراحی و تولید محصول نقش ایفا می‌کنند. سه دسته اصلی فاکتورها عبارتند از:

#### الف- مجموعه فاکتورهای رده A

این رده شامل فاکتورهایی می‌باشد که به واحد تولیدی مرتبط می‌باشند.

#### ب- مجموعه فاکتورهای رده B

این رده شامل فاکتورهای مرتبط با عوامل زیر بنایی و زیرساختاری می‌باشد.

#### ج- مجموعه فاکتورهای رده C

این رده شامل فاکتورهای مرتبط با اجزاء می‌باشد.

هر یک از دسته‌های فوق خود شامل زیربخشهایی می‌باشند که به عنوان نمونه به برخی از آنها اشاره شده و سپس در پایان این روش (پس از تشریح روش محاسبه) لیست کلی فاکتورها ارائه می‌گردد.

#### جدول ۶- امتیازدهی پیچیدگی فناوریهای براساس مدل ACT

ایستگاه شارژ	سیستم ذخیره ساز انرژی	خودروی برقی	خودروی هیبریدی	موتورسیکلت	دوچرخه برقی	شرح شاخص‌ها	شاخصهای پیچیدگی ماهیت محصولات الکترومکانیکی
۴	۵	۶	۵	۴	۳	شامل عوامل ساخت قطعات ، مونتاژ ، کنترل کیفیت تولید ، دسترسی به سیستم های پشتیبانی برای اطمینان از برآورده شدن تعهدات تولید ، عوامل انعطاف پذیر نمودن تولید برای مدل های مختلف ، عوامل افزایش دهنده بهره وری تولید	پیچیدگی عوامل مرتبط با تولید
۲	۶	۶	۶	۳	۳	شامل هزینه های بالای طراحی ، لزوم استفاده از نرم افزارهای طراحی پیشرفته ، الزام وجود یا ارتباط با آزمایشگاه های مختلف و دفاتر فنی مهندسی ، نرخ بالای تحقیقات برای بهبود و توسعه محصول و فرآیند های تولید	شاخصهای مرتبط با طراحی

ایستگاه شارژ	سیستم ذخیره ساز انرژی	خودروی برقی	خودروی هیبریدی	موتورسیکلت	دوچرخه برقی	شرح شاخص ها	شاخصهای پیچیدگی ماهیت محصولات الکترومکانیکی
۲	۶	۶	۶	۴	۴	شامل : الزام استفاده از دستگاه های پیشرفته فلزکاری ، ماشین کاری ، تولید قطعات الکترونیکی ، الکتریکی و فتونیک ، پرداخت فلزات ، سیستم های پیشرفته ریخته گری ، سیستم های پیشرفته هندلینگ ، حمل و نقل ، تولید منعطف ، سیستم های پیشرفته رنگ ، سیستم های پیشرفته مونتاژ و لزوم استفاده از ابزارهای دقیق و نرم افزارهای پیشرفته شبیه سازی تولید مانند CAD/CAM	عوامل زیرساختی تولید
۲	۶	۶	۶	۳	۳	شامل : الزام دسترسی به سرویسهای پیشرفته خدمات فنی و ماشین کاری ، تعمیرات پیشرفته ماشین آلات ، تولید پیشرفته قطعات پلاستیکی و لاستیکی ، طراحی پیشرفته جیگ و فیکسچر و ربات ها	عوامل زیرساختی پشتیبان تولید و خدمات فناورانه تامین کنندگان
۲	۶	۶	۶	۴	۴	شامل : دارا بودن اجزا و قطعات پیچیده مکانیکی / هیدرولیکی و پنوماتیکی / الکتریکی و الکترونیکی / ذخیره کننده انرژی / نوری و لیزری / قطعات و اجزای دارای مواد و یا مکانیزم های با فناوری پیشرفته	پیچیدگی اجزا و قطعات محصول

با توجه به اطلاعات بدست آمده از ماتریس تهیه شده در خصوص فناوری های شش گانه عنوان شده ، سطح پیچیدگی هر یک از آنها در بخش های عوامل مرتبط با تولید ، شاخصهای مرتبط با طراحی ، عوامل زیر ساختی تولید ، عوامل زیرساختی پشتیبان تولید و خدمات فناورانه تامین کنندگان و پیچیدگی اجزاء و قطعات محصول به طور میانگین به شرح زیر می باشد :

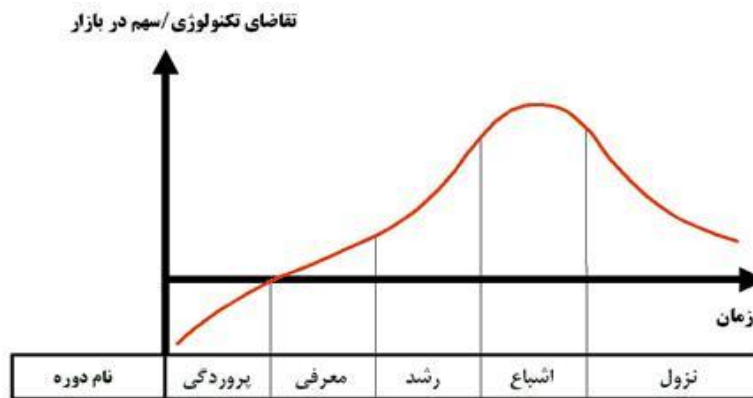
جدول ۷- پیچیدگی فناوری های ۶ گانه با استفاده از روش ACT

ردیف	سطح پیچیدگی	محصول فناورانه
۱	پایین	ایستگاه شارژ
۲	متوسط	دوچرخه برقی - موتور سیکلت برقی
۳	بالا	خودرو برقی - خودرو هیبریدی - ذخیره سازهای انرژی

## ۲-۳-۳- چرخه عمر

### ➤ فناوری خودرو برقی در چه مرحله‌ای از عمر خود قرار دارد؟

تکنولوژی‌ها یکی پس از دیگری متولد و وارد بازار می‌شوند و در نهایت برخی از آنها با ورود تکنولوژی‌های جایگزین از رده خارج می‌گردند. در حقیقت همان‌طور که زندگی موجودات زنده از مراحل اصلی تولد، رشد، بلوغ و مرگ می‌گذرد، هر تکنولوژی نیز این فراز و نشیب را تجربه می‌کند. این مراحل را چرخه عمر تکنولوژی می‌نامند. پیدایش، رشد و کاربرد تکنولوژی از یک منحنی خاص به نام S-Curve پیروی می‌کند. از چرخه عمر تکنولوژی می‌توان پیش‌بینی تکنولوژی و طرح ریزی استراتژیک یک توسعه تکنولوژی بهره گرفت.



شکل ۴۰- نمودار S شکل منحنی چرخه عمر تکنولوژی

#### • دوره پروردگی :

در این دوره، محصولات و فرآیندهای مرتبط با تکنولوژی در مرحله نوپایی قرار دارند؛ به طوری که مجموعه‌ای از نوآوری‌ها پی‌درپی رخ می‌دهند تا سرانجام یکی کامیاب شده و بر دیگران فایق می‌آید و فرصت حضور در بازار را می‌یابد (جنگ ایده‌ها). البته در این مرحله، هنوز ماهیت و گستره بازار مشخص نشده است. مشخصه این دوره، رشد اندک اولیه است که در آن آزمایش‌های تجربی صورت می‌گیرد و اشکالات اولیه سیستم رفع می‌شود.

در دوره پروردگی، پژوهشگران بخش غالب نیروی انسانی شاغل در تکنولوژی را تشکیل می‌دهند.

#### • دوره معرفی :

در این مرحله، محصول تکنولوژی وارد بازار شده است، منتهی بهره‌گیری از تکنولوژی رشد بسیار کندی دارد؛ به همین دلیل به آن دوره جنینی نیز می‌گویند. تکنولوژی در این مرحله بسیار متغیر و نامشخص (تثبیت نشده) است که به تبع آن تنوع در



محصول بالا است. هر چند تکنولوژی در این دوره دارای مشتری است، ولی هنوز مصرف‌کنندگان، آن را به‌طور کامل نشناخته‌اند و تکنولوژی نیز مصرف‌کنندگان خود را نشناخته است؛ به‌همین دلیل، در این مرحله شرکت‌های بزرگ انگیزه و رغبتی برای سرمایه‌گذاری در تکنولوژی ندارند. بنابراین تعداد شرکت‌های کوچک در این مرحله بیشتر است که به‌واسطه عدم توانایی مالی بالای آنها، ظرفیت تولید پایین است و در نتیجه آن، محصول به تولید انبوه نمی‌رسد. در این مرحله ریسک سرمایه‌گذاری بسیار بالا و در عوض قیمت‌ها و سود آن نیز بالا است.

پژوهشگران و مهندسين اصلی‌ترین بازیگران تکنولوژی در این مرحله محسوب می‌شوند.

#### • مرحله رشد :

در این مرحله، روند استفاده و بهره‌برداری از تکنولوژی به سرعت افزایش می‌یابد. با معرفی بیشتر و تثبیت نسبی موقعیت محصول در بازار و آشنا شدن مصرف‌کنندگان با آن، رقابت برای افزایش تولید و کاهش قیمت بالا می‌گیرد. بدین ترتیب، تولید انبوه در این مرحله آغاز می‌شود. این تلاش‌ها که در جهت کاهش قیمت‌ها و تولید انبوه محصولات صورت می‌پذیرد، منجر به تحولات بنیادی در فرآیندهای تولید می‌شود. بخش اعظم این تغییرات و نوآوری‌ها، در جهت ماشینی‌شدن بیشتر سیستم صورت می‌گیرد.

تحقق مرحله رشد یعنی تولید در مقیاس انبوه، مستلزم وجود منابع قابل ملاحظه مالی، تحقیقاتی، توسعه‌ای، مهندسی، مدیریتی و بازاریابی است. در این مرحله است که شرکت‌های بزرگ وارد میدان می‌شوند؛ از این رو شرکت‌های کوچک و مبتکر یا در یکدیگر ادغام می‌شوند یا اینکه توسط شرکت‌های بزرگ‌تر خریداری و یا از گردونه رقابت حذف می‌شوند.

مشخصه این دوره از نقطه نظر تکنولوژیک، استاندارد شدن محصولات، قطعات و حتی فرآیندها است، به‌گونه‌ای که بعضاً وضع استانداردهای جدید در این دوره، به منزله اهرم فشاری بر سایر رقبا مورد استفاده قرار می‌گیرد. شرکت‌های پیشرو در این عرصه، استانداردهای سختی را تدوین می‌نمایند که دستیابی رقبا به آنها دشوار یا غیرممکن است.

در دوره رشد، علاوه بر پژوهشگران و مهندسين، تکنيسين‌ها نیز در زمره نیروی انسانی مؤثر قرار می‌گیرند.

#### • دوره بلوغ :

از آنجایی که تکنولوژی در قالب محصول، خدمات و یا فرآیند جلوه می‌نماید، رشد آن تا حدودی دوام دارد و بالاخره بازار اشباع می‌شود که در این زمان، تکنولوژی وارد مرحله بلوغ شده است. در طی این مرحله، تغییرات عمده‌ای در

تکنولوژی رخ نمی‌دهد، نوآوری به شدت کاهش می‌یابد و عمدتاً به بهینه‌سازی سیستم محدود می‌شود (نوآوری غالباً اقتصادی). در این دوره، به دلیل بلوغ صنعت و تکنولوژی، بازار به بیشترین حد گسترش می‌یابد و رقابت در کاهش قیمت تشدید می‌شود، که به تبع آن تکنولوژی به فرآیندی به شدت اتوماتیک، سیستماتیک و غیرقابل انعطاف تبدیل می‌گردد R&D. در این مرحله رنگ می‌بازد و سرمایه‌گذاری صرفاً به دلایل اقتصادی (ماده اولیه و نیروی انسانی ارزان‌تر، نزدیکی به بازار و غیره) انجام می‌گیرد.

مهندسين، تکنيسين‌ها و کارگران ماهر بازیگران اصلی این دوره از تکنولوژی هستند.

#### • دوره افول:

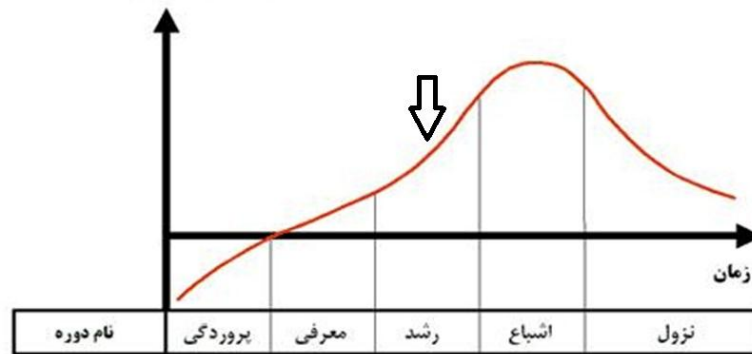
طول دوره اشباع با توجه به ماهیت تکنولوژی بسیار متغیر بوده و ممکن است از چند ماه تا چند دهه به طول بیانجامد، اما از زمانی که تکنولوژی‌های جایگزین پا به عرصه ظهور می‌گذارند، مرحله افول تکنولوژی قدیمی‌تر شروع می‌شود. از دست رفتن بازار فروش و کاهش شدید قیمت‌ها در این مرحله، شرکت‌های کشورهای توسعه‌یافته را مجبور می‌کند که تکنولوژی را به کشورهای کمتر توسعه‌یافته که هزینه‌های تولید در آنجا کمتر است انتقال دهند؛ زیرا کاهش قیمت محصول در این مرحله تا حدی است که تولید آن دیگر اقتصادی نیست. در این مرحله، هنوز برخی از کشورها بنابر دلایل خاص و عمدتاً اجتماعی (بیمه، اشتغال و غیره)، از تکنولوژی استفاده می‌نمایند.

تکنيسين‌ها و کارگران ماهر اصلی‌ترین نقش‌آفرینان این دوره از تکنولوژی هستند.

#### • نتیجه‌گیری چرخه دوره عمر:

با توجه به اینکه روند استفاده و بهره‌برداری از تکنولوژی انواع خودرو برقی، هیبریدی، ذخیره‌سازهای انرژی و ایستگاه‌های شارژ به سرعت افزایش می‌یابد. با معرفی بیشتر و تثبیت نسبی موقعیت محصول در بازار و آشنا شدن مصرف‌کنندگان با آن، رقابت برای افزایش تولید و کاهش قیمت بالا می‌گیرد. بدین ترتیب، تولید انبوه در این مرحله آغاز می‌شود. این تلاش‌ها که در جهت کاهش قیمت‌ها و تولید انبوه محصولات صورت پذیرفته، منجر به تحولات بنیادی در فرآیندهای تولید شده است.

از طرفی تولید خودروهای برقی و تجهیزات مرتبط با آنها در مقیاس انبوه، با منابع قابل ملاحظه مالی، تحقیقاتی، توسعه‌ای، مهندسی، مدیریتی و بازاریابی در حال انجام است و شرکت‌های بزرگ وارد بازار این محصول شده‌اند، لذا با توجه به مطالب فوق می‌توان نتیجه گرفت این محصولات در مرحله رشد قرار گرفته‌اند.



شکل ۴۱- وضعیت فناوریهای خودروی برقی در منحنی چرخه عمر= مرحله‌ی رشد

خلاصه مطالب مطرح شده در رابطه با چرخه عمر تکنولوژی‌ها را می‌توانید در (جدول ۸) مشاهده نمایید.

جدول ۸- معرفی مراحل چرخه عمر

باتری	خودروی تمام برقی	خودروی هیبریدی	موتور سیکلت هیبریدی	دوچرخه برقی	شرح دوره	
					<ul style="list-style-type: none"> <li>محصولات و فرآیندهای مرتبط با تکنولوژی در مرحله نوپایی قرار دارند</li> <li>مجموعه‌ای از نوآوری‌ها پی‌درپی رخ می‌دهند تا سرانجام یکی کامیاب شده و بر دیگران فایق می‌آید (جنگ ایده‌ها).</li> <li>آزمایش‌های تجربی صورت می‌گیرد و اشکالات اولیه سیستم رفع می‌شود.</li> </ul>	<b>دوره پروردگی</b>
					<ul style="list-style-type: none"> <li>محصول تکنولوژی وارد بازار شده است ولی بهره‌گیری از تکنولوژی رشد بسیار کندی دارد</li> <li>تکنولوژی در این مرحله بسیار متغیر و نامشخص (تشبیه نشده) است</li> <li>شرکت‌های بزرگ انگیزه و رغبتی برای سرمایه‌گذاری در تکنولوژی ندارند. ریسک سرمایه‌گذاری بسیار بالا و در عوض قیمت‌ها و سود آن نیز بالا است.</li> </ul>	<b>دوره معرفی (جنینی)</b>

باتری	خودروی تمام برقی	خودروی هیبریدی	موتور سیکلت هیبریدی	دوچرخه برقی	شرح دوره	
✓	✓	✓	✓	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>• روند استفاده و بهره‌برداری از تکنولوژی به سرعت افزایش می‌یابد</li> <li>• رقابت برای افزایش تولید و کاهش قیمت بالا می‌گیرد</li> <li>• تحولات بنیادی در فرآیندهای تولید در جهت کاهش قیمت‌ها و تولید انبوه محصولات صورت می‌پذیرد</li> <li>• استانداردهای محصولات، قطعات و حتی فرآیندها است</li> </ul>	<b>دوره رشد</b>
					<ul style="list-style-type: none"> <li>• تغییرات عمده‌ای در تکنولوژی رخ نمی‌دهد، نوآوری به شدت کاهش می‌یابد و عمدتاً به بهینه‌سازی سیستم محدود می‌شود</li> <li>• به دلیل بلوغ صنعت و تکنولوژی، بازار به بیشترین حد گسترش می‌یابد و رقابت در کاهش قیمت تشدید می‌شود</li> </ul>	<b>دوره بلوغ (اشباع)</b>
					<ul style="list-style-type: none"> <li>• از زمانی که تکنولوژی‌های جایگزین پا به عرصه ظهور می‌گذارند، مرحله افول تکنولوژی قدیمی‌تر شروع می‌شود.</li> <li>• از دست رفتن بازار فروش و کاهش شدید قیمت‌ها</li> </ul>	<b>دوره افول (نزول)</b>

## ۲-۴- جمع بندی فصل دوم

در این فصل ابتدا به بررسی ضرورت اجرای این طرح با تکیه بر اسناد بالادستی و حوزه‌های چالش مرتبط با صنعت خودرو برقی و هیبرید پرداخته شد.

در ادامه به منظور تدوین مبانی سند، به تعیین ابعاد موضوع و محدوده مطالعات پرداخته شد. سطح تحلیل از منظر مرزهای جغرافیایی مورد مطالعه قرار گرفت که در سطح ملی و منطقه ای مشخص گشت که با زیربخشهای زیست محیطی، صنعتی، انرژی و زیرساخت‌های حمل و نقلی در ارتباط است. در نهایت به عنوان نتیجه بحث مطرح گردید که: با توجه به اینکه این سند در سطح متولیان یکی از حوزه‌های اثرگذار بر توسعه خودروی برقی تهیه می‌گردد، بنابر این، راهکارهای و برنامه ریزی

راهبردی در بخش های مرتبط با حامل های انرژی و برق تعمیق شده و در حوزه های دیگر به صورت برنامه های کلان و توصیه های راهبردی بدان پرداخته می شود.

در سطح فراملی نیز با بررسی های صورت گرفته و مطالعه اسناد بین المللی این حوزه، عنوان شد که با توجه به این که کشور ما در حال حاضر در نوآوری (زنجیره ایده تا ثروت) فناوری های خودروی برقی، به طور قطع جزو کشورهای پیرو می باشد، شناخت وضعیت بین المللی و ارائه راهکارهای توسعه ارتباط با حرکت های فراملی در این حوزه، باید مدنظر « سند راهبردی و نقشه راه خودرو برقی» قرار بگیرد.

در بخش تعیین افق زمانی تحلیل، نیز با ارائه مقایسه ای بین برنامه ریزی های صورت گرفته در دیگر کشورها و اسناد بالادستی موجود در ایران، افق زمانی برنامه ریزی سند حاضر سند ۱۴۰۴ معرفی گشت.

در ادامه فصل و به منظور مشخص نمودن ابعاد ماهیت فناوری خودروهای برقی و هیبریدی، به سابقه حضور این فناوری ها در جهان و بازار کنونی آنها پرداخته شد. همچنین روند آتی وضعیت خودروهای برقی و هیبریدی در جهان در یک نگاه اجمالی بررسی و ارائه گردید.

از دیگر مباحث مهم مطرح در زمینه بررسی و تعیین ابعاد ماهیت، مبحث پیچیدگی فناوری می باشد که این موضوع نیز به طور کامل ارائه گردید. در این قسمت سعی شد تا با استفاده از ۲ روش اطلس فناوری و روش ACT به محاسبه پیچیدگی های هریک از ۶ محصول فناورانه مورد نظر در این سند (دوچرخه - موتورسیکلت - خودروی هیبریدی - خودروی تمام برقی - باتری - ایستگاه شارژ) به طور کامل و جداگانه پرداخته شد.

در آخرین بخش از ابعاد ماهیت نیز به موضوع چرخه عمر فناوریها پرداخته شد. سیکل چرخه عمر فناوری و مشخصات هر دوره ی آن به طور کامل تشریح گردید و در نهایت با جمع بندی های صورت گرفته مشخص شد که فناوری های ۶ گانه اصلی مورد نظر در این سند، همگی در محدوده ی دوره ی رشد از چرخه عمر فناوری به سر می برند.

در ادامه و در فصل سوم به بررسی مباحث مرتبط با هوشمندی فناوری که شامل شناسایی حوزه های فناورانه و آینده پژوهی فناوری های خودروهای برقی و هیبریدی می باشد پرداخته خواهد شد.

## فصل سوم:

# هوشمندی فناوری خودرو برقی

## ۳- هوشمندی فناوری خودرو برقی

### ۳-۱- شناسایی حوزه‌های فناوریانه خودرو برقی

در این بخش کاربردها، اجزا و زیر سیستم‌های فناوری خودرو برقی مشخص می‌شود که این کار با استفاده از درخت فناوری انجام خواهد شد. باتوجه به گستردگی موضوع و تنوع بالای محصولات مورد بحث در این حوزه که همگی ذیل عنوان کلی «وسایل نقلیه برقی<sup>۱</sup>» تعریف می‌شوند، لازم است در ابتدا دسته بندی کلی و مفهومی در این رابطه صورت پذیرد. پس از آن به بررسی کامل هر یک از این وسایل نقلیه تا حد توان و استخراج زیرسیستم‌های هریک به همراه فناوری‌های مرتبط پرداخته می‌شود.

از یک منظر کلی، وسایل نقلیه را می‌توان مطابق موارد زیر دسته بندی نمود:

۱. وسایل نقلیه دریایی

۲. وسایل نقلیه هوایی

۳. وسایل نقلیه زمینی

باتوجه به محدوده تعریف شده برای پروژه، در این بخش بندی تمرکز بر روی وسایل نقلیه زمینی خواهد بود. وسایل نقلیه زمینی نیز به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

۱. حمل و نقل ریلی

۲. حمل و نقل جاده ای

که باز باتوجه به محدوده تعریف شده، وسایل حمل و نقل جاده‌ای در این پروژه مدنظر قرار دارند. در بخش حمل و نقل زمینی و جاده ای، می‌توان دسته بندی کلی زیر را برای وسایل نقلیه در نظر گرفت:

۱. دوچرخ برقی و هیبریدی

۲. موتورسیکلت برقی و هیبریدی

۳. خودروی سواری هیبریدی

<sup>1</sup> Electrical Vehicle

۴. خودروی سواری تمام برقی

۵. اتوبوس الکتریکی

مشاهده می‌شود که وسایل نقلیه بسیار متعدد و متنوعی ذیل عنوان کلی خودروهای برقی تعریف و طبقه بندی می‌شوند. با توجه به اولویت‌های تعریف شده برای پروژه حاضر و نظر غالب اعضای کمیته محترم راهبردی پروژه، بنا بر این شد تا در این پروژه تنها به وسایل نقلیه کوچکتر از اتوبوس توجه شود و کلیه بررسی‌ها تا همین محدوده (در پروژه حاضر) منحصر شوند. در ادامه به ذکر توضیحات لازم پیرامون دوچرخه، موتور سیکلت و خودروهای سواری برقی و هیبریدی پرداخته می‌شود.

### ۳-۱-۱- دوچرخه برقی<sup>۱</sup>

دوچرخه برقی که امروزه مدل‌های بسیار متنوعی از آن در دنیا موجود می‌باشد به شکلی تحقق همان آرزوی کودکانه است. دوچرخه ی برقی یا Ebike دوچرخه ای است که به یک مجموعه الکترومکانیکی پیشرفته‌ی کمکی مجهز است. یک الکتروموتور ویژه در چرخ به نحوی تعبیه شده که صرفاً در مواقع لزوم به اراده دوچرخه سوار، نیروی پیشرفته ی کمکی به دوچرخه اعمال می‌نماید و در عین حال هیچ مزاحمتی برای رکاب زدن عادی دوچرخه سوار ایجاد نمی‌نماید. انرژی مورد نیاز الکتروموتور توسط باتری تأمین می‌شود. باتری از طریق شارژر مخصوص با برق شهر در منزل یا محل کار شارژ می‌شود. الکتروموتور از نوع DC Brushed و DC Brushless مجهز به گیربکس خورشیدی و کلاچ اتوماتیک می‌باشد که توسط یک سیستم کنترلر سویچینگ دور و قدرت آن کنترل می‌شود. نمایشگرهای دیجیتالی میزان شارژ و در مدل‌های پیشرفته تر سرعت و مسافت پیمایش را نشان می‌دهد.

پیمایش کیلومتر شهری تنها ۸۸ تومان، دوچرخه برقی را به کم استهلاک‌ترین و اقتصادی‌ترین وسیله نقلیه موتوری در سطح عمومی تبدیل کرده است. این وسیله با صرف انرژی در حدود ۰/۶ کیلووات ساعت (kwh) می‌تواند مسافتی بیش از ۳۰ کیلومتر را طی نماید. این هزینه پیمایش ۱۰۰ کیلومتر مسافت شهری با دوچرخه برقی (با نرخ قیمت برق ۴۴ تومان به ازای هر کیلووات ساعت) تنها ۸۸ تومان خواهد بود. این هزینه برای یک خودرو معمولی با بنزین ۷۰۰ تومانی ۷۰۰۰ تومان و برای یک موتورسیکلت معمولی ۲۸۰۰ تومان می‌باشد.

<sup>1</sup> Electric Bike



با توجه به خصوصیات ذکر شده، به طور کلی می‌توان دوچرخه برقی را یک وسیله نقلیه بسیار کم‌صدا، غیر آلاینده، کم‌هزینه دانست که به عنوان پربازده‌ترین، سبک‌ترین و ارزان‌ترین وسیله نقلیه موتوری شناخته می‌شود و از آن به عنوان گزینه‌ای جدید برای تردد در مسیرهای کوتاه و متوسط شهری استفاده کرد.

دوچرخه برقی دوچرخه‌ای است که به سیستم محرکه الکتریکی شامل موتور، انتقال قدرت، کنترلر و منبع تغذیه الکتریکی مجهز می‌باشد. تفاوت دوچرخه برقی با موتورسیکلت برقی در این است که هویت دوچرخه به معنی وسیله نقلیه‌ای که با انرژی انسان حرکت می‌کند<sup>۱</sup> در آن حفظ شده و کماکان انرژی ماهیچه‌ای انسان در حرکت دوچرخه برقی نقش جدی بازی می‌کند. ایده‌ی دوچرخه برقی در جهان ایده‌ی جدیدی نمی‌باشد و شاید بیش از صد سال قدمت داشته باشد؛ اما تجاری‌سازی آن به جهت پیشرفت در تکنولوژی دو جزء اساسی آن یعنی موتور الکتریکی و باتری در چند سال اخیر ممکن گردیده است.

هزینه مصرف انرژی کم، راندمان بالا و غیرآلاینده بودن از جمله خواص مطلوب خودروهای برقی می‌باشد که در دهه‌های اخیر محافل علمی، سیاسی و صنعتی را به سمت جایگزینی خودروهای برقی ترغیب نموده است؛ اما بعد از دو دهه تلاش جدی بخش صنعت، تکنولوژی خودروهای برقی با توفیق جدی روبرو نگردید. مشکل اصلی در ذخیره‌سازی انرژی لازم جهت ارضای عملکرد استاندارد مورد انتظار از یک خودرو بوده است. لذا توفیقی نیز در تجاری‌سازی خودروهای برقی صورت نگرفت؛ اما در حاشیه این تلاش‌ها خودروهای سبک‌تر با عملکرد دینامیکی، سرعت و برد محدودتر توجیه‌پذیری بهتری را برای بهره‌گیری از سیستم محرکه الکتریکی از خود نشان دادند. در رأس این وسایل دوچرخه برقی نشان داد که قادر است عملکرد دینامیکی و برد قابل قبولی را با وزن محدود و مناسب باتری و قیمت کلی مناسب ارائه نماید و به سرعت به تنها خودروی برقی با قابلیت تجاری‌سازی و تولید انبوه بدل گردید.

هزینه انرژی بسیار کمتر در مقایسه با سایر وسایل نقلیه موتوری، غیر آلاینده بودن، قیمت ارزان، استهلاک کم و فرهنگ‌سازی مناسب استفاده از این وسیله موجب شده تولید و عرضه این وسیله به بازار در کشورهای نظیر چین و ژاپن و به طور کلی آسیای جنوب شرقی به رشد چشمگیری دست یابد. تا جایی که در کشور چین ظرف مدت ۴ سال تولید این وسیله به حدود ۴ برابر افزایش یافت و از مرز یک میلیون دستگاه در سال فراتر رفت.

<sup>۱</sup> HPV (Human Powered Vehicle)

اگرچه بازارهای آمریکایی و اروپایی دوچرخه برقی از نظر کمی رونق بازارهای آسیای جنوب شرقی را دارا نمی‌باشد، آمار تقاضای این وسیله در این بازارها نیز رو به فزونی می‌باشد [۳].

در ایران به جهت ارزانی سوخت و ماهیت فرهنگ حمل‌ونقل و ترافیک توجه کمتری به دوچرخه برقی شده است. عدم شناخت عامه و عدم وجود فرهنگ استفاده از دوچرخه و دوچرخه برقی در ایران بخصوص در شهرهای بزرگ موجب گردیده تاکنون بازار مشخص و تعریف شده‌ای برای این کالا ایجاد نشود. همین امر سبب افزایش ریسک سرمایه‌گذاری تولیدکنندگان و بازرگانان بر روی این کالا می‌باشد. عدم سرمایه‌گذاری در تولید و بازرگانی این کالا سبب می‌گردد تبلیغاتی نیز روی آن صورت نگیرد، عدم تبلیغ و فرهنگ‌سازی موجب عدم ایجاد بازار مناسب شده و این وضع می‌تواند تا زمان طولانی ادامه یابد.



شکل ۴۲- دوچرخه برقی و اجزای آن

### ۳-۱-۱-۱- تاریخچه دوچرخه برقی

دوچرخه برقی در دهه ۱۸۹۰ میلادی طرح ریزی شد. اولین دوچرخه برقی در آن سالها مجهز به یک موتور DC با جاروبک و کموتاتور بود و چون دوچرخه مجهز به گیربکس نبود این موتور می توانست از باتری ۱۰ ولت تا ۱۰۰ آمپر جریان می بکشد. در سال ۱۹۸۷ دوچرخه برقی با دو هاب موتور<sup>۱</sup> اختراع شد که موتور در داخل خود چرخ طراحی شده بود. سیستم این دوچرخه برقی به صورت خودرو هیبرید موازی بود و امکان استفاده از هر دو مدل نیروی محرکه در هر لحظه امکان پذیر بود. بعدها در سال ۱۸۹۹ میلادی از هاب موتور در چرخ عقب استفاده شد. در دهه ۱۹۹۰ سنسورهای گشتاور و سیستمهای کنترلی توسعه یافتند و در دوچرخه‌های برقی به کار گرفته شدند.

### ۳-۱-۱-۲- کاربردهای دوچرخه برقی

#### ➤ کاربریهای ورزشی و تفریحی - توریستی:

همانگونه که راندن دوچرخه برای دوچرخه سوار لذت بخش است، راندن دوچرخه‌ی برقی نیز بسیار جذاب، لذت بخش و نشاط آور است با این تفاوت که به دلایل فنی لذت راندن دوچرخه‌ی برقی بیشتر از راندن دوچرخه‌ی معمولی میباشد. انگیزه‌ی رکابزدن در دوچرخه‌ی معمولی حرکت کردن و جلوتر رفتن در مسیر حرکت می‌باشد. قطع کردن رکاب زدن در یک مسیر بدون شیب یا سربالایی به معنی ایستادن از حرکت می‌باشد.

انگیزه‌ی رکاب زدن در دوچرخه‌ی برقی اندکی متفاوت است. در دوچرخه‌ی برقی رکاب زدن به انگیزه‌ی افزایش سرعت صورت می‌گیرد و از آن جهت که اجبار و فشاری در استفاده از رکاب وجود ندارد، نیز حرکت با سرعت، نرمی و سهولت بیشتری صورت می‌گیرد، جذابیت و نشاط بیشتری به همراه خود دارد. بدیهی است که در این صورت می‌توان کاربردهای تفریحی و توریستی بسیار وسیعی برای این وسیله متصور بود. از جنبه‌ی دیگر بی‌خطر و غیر مزاحم بودن این وسیله این فرصت را برای نوجوانان فراهم می‌آورد که اجازه‌ی استفاده از این وسیله‌ی مفرح را به عنوان تنها وسیله‌ی نقلیه‌ی موتوردار داشته باشند. این مسأله آرزوی بسیاری از نوجوانان و دغدغه‌ی بسیاری از والدین آنها در کشور ما می‌باشد.

از جنبه‌ی ورزشی اگرچه این دیدگاه وجود دارد که استفاده از انرژی کمی ذخیره شده باعث تبلی فرد در رکاب زدن و کم‌رنگ شدن خاصیت ورزشی آن می‌شود، واقعیت اینست که اولاً یک رکابزن مختار است فشار بار رکاب زدن را به هر میزان که لازم می‌داند به بدن خود اعمال کند. کم کردن سهم انرژی برق موجب افزایش بار ماهیچه‌ای خواهد بود. دوم اینکه دوچرخه سواری

<sup>1</sup> Hub Motor

به عنوان یک ورزش تا مرز خستگی مطلوب است و توسط دوچرخه سوار ادامه می‌یابد. همین فشار را در دوچرخه‌ی برقی در سرعت‌های بالاتر و مسافت‌های طولانی‌تر می‌توان ایجاد نمود. با دوچرخه‌ی برقی میتوان دوچرخه سواری را همواره در مد مطلوب هوازی ادامه داد و وارد مد اسیدلاکتیکی نگردید. سوم اینکه نگرانی کمتر دوچرخه سوار آماتور از مسیر طولانی، سربالایی و خستگی انگیزه‌ی استفاده‌ی مدام و مکرر از این وسیله را در وی ایجاد می‌کند و این تداوم و تکرار به استفاده موجب عادت کردن به دوچرخه سواری و حفظ سلامت از طریق ورزش پایدار می‌گردد. اما نکته‌ی مثبت دیگر در توجیه کاربری ورزشی دوچرخه‌ی برقی مربوط به افراد سالمند، بیماران قلبی و افرادی که به هر دلیل دچار ضعف جسمی می‌باشند و نیاز به تحرک و ورزش با فشار کنترل شده دارند می‌باشد.

### ➤ تردد روزمره‌ی شهری خانه تا محل کار یا تحصیل:

اصلی‌ترین و وسیع‌ترین کاربری دو چرخه‌ی برقی استفاده به عنوان وسیله‌ی نقلیه‌ی شخصی در تردد روزمره‌ی شهری در مسیرهای منزل تا محل کار یا تحصیل و برعکس می‌باشد. با نگاهی به مشخصات عملکردی دوچرخه برقی می‌توان دریافت که این وسیله تناسب بسیار مطلوبی با کاربری در مسیرهای کوتاه و متوسط شهری دارد. بر اساس آمار سازمان ترافیک در سال ۱۳۷۸ ساکنین تهران در یک ساعت اوج صبح (ساعت ۸) حدوداً ۹۷۰,۰۰۰ سفر سواره انجام می‌دهند که کل مسافت پیموده شده ۴,۴۴۶,۰۰۰ کیلومتر را شامل می‌شود. این بدان معنی است که سفرهای آغاز صبح شهر تهران که بیشتر مربوط به رسیدن به محل کار یا تحصیل می‌باشند، دارای مسافت متوسطی در حدود ۴/۶ کیلومتر می‌باشند که سازگارترین وسیله‌ی نقلیه با این مسافت دوچرخه برقی می‌باشد. چرا که اولاً مسیر رفت و برگشت با حاشیه‌ی امنیتی بالا به راحتی در برد قابل پیمایش دوچرخه قرار دارد. دوم اینکه این مسافت برای پیاده روی و دوچرخه معمولی زیاد و خسته کننده است. سوم اینکه تکرار و روزمرگی این مسافت در رفت و برگشت تا احساس خستگی فرد از زمین دوچرخه فاصله دارد. (مسافت‌های طولانی‌تر که توسط دوچرخه‌ی برقی قابل پیمایش می‌باشد، با وجود اینکه از نظر رکاب زدن و انرژی حرکتی خستگی‌آور نیست، از نظر موقعیت قرارگیری بدن و ضربات جاده خسته کننده خواهد بود)

دوچرخه برقی در دوشکل موجود است در مدل اول دوچرخه از همان ابتدای تولید به صورت برقی تولید می‌گردد و مدل دیگر تبدیل دوچرخه معمولی به برقی با استفاده از کیت های الکتریکی آماده می باشد. در ادامه هر دو مدل شرح داده خواهد شد.



شکل ۴۳- اجزای دوچرخه برقی

### ۳-۱-۱-۳- طبقه بندی دوچرخه های برقی

دوچرخه های برقی بر اساس قدرت تحویلی توسط موتور الکتریکی، سیستم کنترلی آنها طبقه بندی می شوند. منظور از سیستم کنترلی در دوچرخه برقی سیستمی است که زمان و مقدار توان مورد نیاز از موتور الکتریکی را تعیین می کند. طبقه بندی دوچرخه های برقی، به دلایل گوناگون از جمله قوانین داخلی کشورها که در بعضی موارد دوچرخه برقی را جز طبقه موتورسیکلت ها می دانند، بسیار سخت است و از تنوع بسیاری برخوردار است.

علی رغم تمام این پیچیدگیها، می توان دوچرخه های برقی را در سه کلاس در نظر گرفت که عبارتند از:

#### ➤ کلاس Pedal-Assist:

در این کلاس مقدار توان و زمان توان تحویلی توسط موتور الکتریکی بستگی به دوچرخه سوار دارد. در این کلاس سنسوری جهت تعیین سرعت یا نیرو پدال و یا هر دو مورد بر روی دوچرخه نصب می شود. در این سیستم به محض اینکه ترمزی صورت بگیرد موتور غیر فعال می شود. در این کلاس موتور الکتریکی تنها تا رسیدن به یک سرعت معقول و منطقی دوچرخه سوار را همراهی می کند و زمانی که دوچرخه سوار به این سرعت برسد موتور الکتریکی به صورت خودکار خاموش می شود. در این حالت معمولاً سرعت دوچرخه حداکثر ۲۵ کیلومتر در ساعت است و توان موتور الکتریکی حدود ۲۵۰ وات می باشد. همچنین در این مدل موتور هیچ گاه توانی بیشتر ۲۵۰ وات مصرف نمی کند (معمولاً برای شیب های خیلی تند کاربرد ندارد).

بنابراین به طور خلاصه می‌توان گفت اختیار و زمان استفاده از انرژی الکتریکی در این کلاس در دستان دوچرخه سوار نمی‌باشد بلکه معمولاً در مواقع باد مخالف و سربالایی با شیب معمولی و ملایم موتور الکتریکی با توجه به سنسورهایی که بر روی دوچرخه نصب شده است به کمک دوچرخه سوار می‌آید.

اگر توان موتور الکتریکی بزرگتر از ۲۵۰ وات باشد و محدودیت سرعت ۲۵ کیلووات در ساعت بر روی دوچرخه وجود نداشته باشد آنگاه در طبقه بندی این دوچرخه در بین دوچرخه های برقی بین کشورهای مختلف اختلاف نظر به وجود می‌آید. برای نمونه کشور آلمان معمولاً این مدل دوچرخه را در دسته موتورسیکلت به حساب می‌آورد.

#### ➤ کلاس Power-on-Demand:

در این کلاس از موتور هر زمان و هر اندازه که دوچرخه سوار بخواهد می‌تواند استفاده کند. هنگامی که دوچرخه سوار پیچ کنترلی واقع در فرمان دوچرخه را به اندازه مورد نظر خود بچرخاند به همان میزان موتور الکتریکی نیروی محرکه ای تولید می‌کند تا به سرعت دوچرخه افزوده شود. قدرت موتور الکتریکی در این کلاس معمولاً بیشتر از کلاس Pedal-Assist است به گونه ای که بعضی از کشورها از جمله آلمان آن را جز کلاس موتورها قلمداد می‌کنند. در این حالت دوچرخه سوار می‌تواند:

✓ تنها از نیروی پدال برای حرکت دوچرخه استفاده کند.

✓ تنها از نیروی موتور الکتریکی برای حرکت دوچرخه استفاده کند.

✓ از هر دو نیروی پدالی و موتوری به صورت همزمان استفاده کند.

#### ➤ کلاس ترکیبی:

دوچرخه های این کلاس سیستمی متشکل از کلاس Power-on-Demand و کلاس Pedal-Assist را در خود جای داده‌اند.

### ۳-۱-۱-۴- موتور و سیستم کنترلی

امروزه موتورها و سیستم های کنترلی متفاوتی در دوچرخه های برقی مورد استفاده قرار گرفته اند. مدل های ارزان قیمت آنها از یک زنجیر یا تسمه به همراه یک موتور در خارج از چرخ استفاده می کنند. مزیت این طراحی در سادگی فرم و شکل موتور می باشد و نیاز به تاسیسات خاصی ندارد. اما امروزه اکثر مدلها از هاب موتورها استفاده می کنند که در ادامه به صورت کامل شرح داده خواهند شد.

دو مدل هاب موتور Brushed DC و Brushless DC معروفترین مدل‌های موتور الکتریکی در دوچرخه های برقی می باشند. این هاب موتورها در چرخ جلو یا عقب قرار می گیرند.

چند سوال که معمولاً در مورد موتورها در داخل یک دوچرخه برقی مطرح می شود عبارتند از:

✓ موتور Brushed DC یا Brushless DC؟

✓ هاب موتور یا موتور معمولی؟

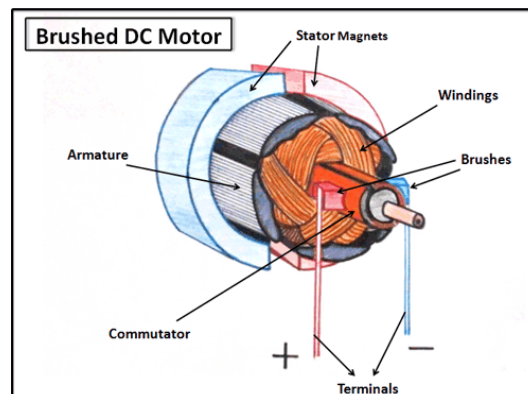
✓ هاب موتور در چرخ جلو واقع شود یا در چرخ عقب قرار بگیرد؟

که در ادامه به این سه سوال پاسخ داده خواهد شد.

برای پاسخگویی به سوال اول باید گفت همواره تلاش می شود تا وسایل نقلیه شهری از بهترین و پر بازده ترین قطعات در ساختار خود استفاده کنند. به همین دلیل نیاز است تا با دو موتور و ساختار آنها تا حدودی آشنا شویم. بنابراین در ادامه به شرح این دو موتور پرداخته می شود.

#### موتورهای با جاروبک (Brushed DC):

در این موتورها برای جمع آوری جریان از روتور به ذغال نیاز است. ذغالها با گذشت زمان دچار خوردگی می شوند بنابراین راندمان موتور را کاهش می دهند تا اینکه بعد از طی مسافت خاصی توسط دوچرخه، این ذغالها می بایست تعویض گردند، این امر موجب می شود تا هزینه تعمیر و نگهداری این خودروها بالا برود و ضمناً برد مفیدی که دوچرخه برقی با یک باتری با شارژ کامل می توان طی کرد در این نوع موتورها به دلیل خوردگی ذغالها کاهش می یابد. مجموعه این عوامل موجب شده است تا در دوچرخه هاب برقی به سراغ موتور Brushless DC بروند.

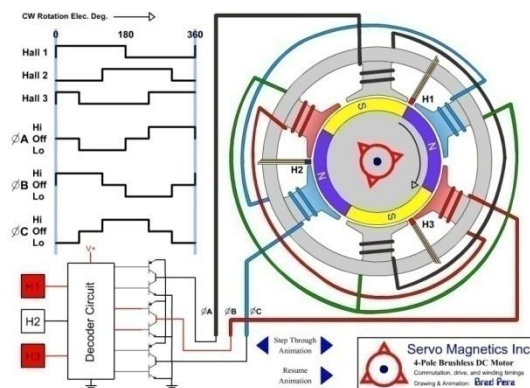
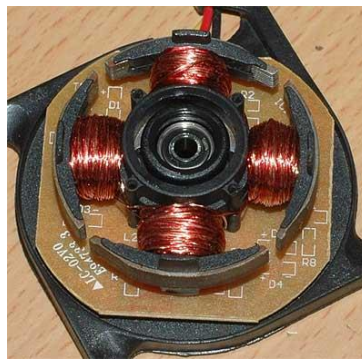


شکل ۴۴- موتور Brushed DC

### موتور بدون جاروبک (Brushless DC):

بیشتر دوچرخه های برقی از موتورهای Brushless DC که نیاز به تعمیر و نگهداری بسیاری کمی دارند در ساختار خود استفاده می کنند. موتورهای بدون جاروبک تا سال ۱۹۶۲ مورد استفاده تجاری قرار نمی گرفتند. این موتورها گشتاور بیشینه را در لحظه سکون فراهم می آورند؛ این گشتاور به صورت خطی با افزایش سرعت کاهش می یابد. برخی محدودیت های موتورهای با جاروبک می توانند در موتورهای بدون جاروبک جبران شوند. این موتورها کارایی بالاتری را به همراه داشته و همچنین حساسیت کمتری نسبت به سایش مکانیکی کموتاتور دارند. این فواید در برابر کاهش نیرو، پیچیدگی بیشتر و کنترل الکترونیکی گرانتر بدست آمده است.

موتور های بدون جاروبک نوعی موتور دی سی هستند. در موتورهای معمولی دی سی که آهنربای دائم دارند به سیم پیچ ها توسط جاروبک به نوبت ولتاژ اعمال می شود و میدان های ایجاد شده سبب حرکت می شود. اما در موتورهای بدون جاروبک چند سیم پیچ وجود دارد که به کمک مدار های الکترونیکی فاز سیم پیچ ها به نوبت عوض می شود و دارای آهنربای دائم متعددی نیز می باشند. ساختار داخلی موتور دی سی بدون جاروبک در (شکل ۴۵) نمایش داده شده است.



شکل ۴۵- موتور DC بدون جاروبک



از معایب موتور بدون جاروبک می توان بدین صورت عنوان کرد که توان بیشینه‌ای که می‌تواند به موتور بدون جاروبک اعمال شود تقریباً با حرارت محدود می‌شود؛ چراکه آهنرباها را تضعیف می‌کند و می‌تواند به عایق سیم‌پیچ‌ها نیز آسیب بزند. اشکال اساسی یک موتور بدون جاروبک نسبت به موتور با جاروبک قیمت بالاتر آن است که دلیل آن را می‌توان بدین صورت عنوان کرد که موتورهای بدون جاروبک به مدار کنترل‌کننده سرعت الکترونیکی پیچیده برای حرکت نیاز دارند. موتورهای با جاروبک می‌توانند توسط کنترل‌گرهایی همچون رئوستا که بسیار ساده‌تر است تنظیم شوند. هر چند، در این روش به دلیل تلفات توان در رئوستا کارایی کاهش می‌یابد.

برخی از مزیت‌های موتور بدون جاروبک عبارت است از:

موتورهای بدون جاروبک در تبدیل برق به توان مکانیکی نسبت به موتورهای جاروبک‌دار کارآمدترند. این پیشرفت تا حد زیادی به خاطر تعریف سرعت موتور توسط فرکانسی است که سوییچ می‌شود، نه ولتاژ. دست‌آوردهای بیشتر به خاطر نبودن با جاروبک و در نتیجه کاهش تلفات اصطکاک است. بیشترین کارایی پیشرفته در حالت‌های بدون بار و کم بار منحنی عملکرد موتور است. تحت بارهای مکانیکی بالا، موتورهای بدون جاروبک و موتورهای باکیفیت با جاروبک در کارایی غیرقابل مقایسه‌اند. محیط‌ها و نیازمندی‌ها در حالت‌هایی که تولیدکننده‌ها از موتورهای بدون جاروبک دی‌سی استفاده می‌کنند، شامل عملکردهای بدون نگهداری، سرعت‌های بالا و عملکردهایی که در آن‌ها جرعه مخاطره‌انگیز است (مانند محیط‌های قابل انفجار)، یا ممکن است به دستگاه‌هایی که نسبت به برق حساس هستند اثر بگذارد.

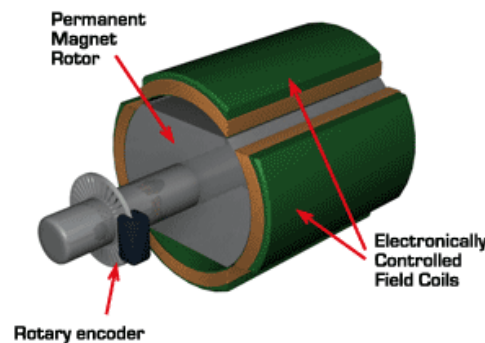
در موتورهای بدون جاروبک سیستم کنترلی چرخش روتور را برعهده دارد و در نتیجه به وسیله‌هایی برای درک جهت و موقعیت روتور (نسبت به سیم‌پیچ‌های استاتور) نیازمند است. در برخی طراحی‌ها از حسگرهای اثر هال<sup>۱</sup> یا rotary encoder برای اندازه‌گیری مستقیم موقعیت روتور استفاده می‌کنند. برخی دیگر نیز نیروی محرکه الکتریکی (EMF) بازگشتی را در روتورهای خارج از هدایت اندازه می‌گیرند تا به موقعیت روتور پی ببرند و بدین ترتیب نیاز به حسگر اثر هال جداگانه را از میان برده‌اند و به همین دلیل عموماً به آنها کنترل‌گرهای بدون سنسور گفته می‌شوند.

یک سیستم کنترلی ۳ خروجی دوقطبی (مثلاً خروجی سه فاز با فرکانس کنترل شده) دارد، که توسط یک مدار منطقی کنترل می‌شود. سیستم‌های کنترلی ساده مقایسه‌گرهایی را به کار می‌گیرند تا بفهمند چه موقع فاز خروجی می‌بایست افزایش یابد،

<sup>۱</sup> Hall Sensor

درحالی که بیشتر سیستم های کنترلی پیشرفته ریزکنترل گری را برای شتاب، کنترل سرعت، و تنظیم بهترین-کارایی به کار می گیرند.

کنترل گرهایی که مکان روتور را بر اساس EMF برگشتی پیدا می کنند؛ دشواری های بیشتری در آغاز حرکت دارند؛ چون زمانی که موتور ساکن است هیچ EMF برگشتی نیز تولید نمی کند. بدین ترتیب موتور ممکن است در هر جهتی به حرکت درآید؛ و سپس اگر تشخیص دهیم که جهت اشتباه است به جهت درست جهش کنیم. این می تواند موجب شود که موتور برعکس حرکت کند، که بر پیچیدگی بخش آغاز می افزاید. موتورهای بدون سنسور این توانایی را دارند تا اشباع شدن سیم پیچ ها را که از قرارگیری آهنرباها ایجاد شده اند اندازه گیری نموده و در جهت یافتن مکان روتور به کار بگیرند.



شکل ۴۶- سیستم کنترلی موتور بدون جاروبک

بسیاری از کارها در اصل توسط موتورهای بدون جاروبک دی سی انجام پذیرند. اما قیمت و کنترل پیچیده جلوی جایگزین کردن موتورهای جاروبک دار با موتورهای بدون جاروبک را می گیرد. با این حال، موتورهای بدون جاروبک در حال حکم فرمایی در بسیاری کاربردها، خصوصاً دستگاه هایی همچون سخت افزارهای کامپیوتر و پخش کننده های سی دی و دی وی دی است. پنکه های خنک کننده کوچک استفاده شده در دستگاه های الکترونیکی منحصراً توسط موتورهای بدون جاروبک به حرکت در می آیند. همین طور در دستگاه هایی که به منبع شهری متصل نیستند و راندمان اهمیت بسیاری دارد و مدت طولانی طول می کشد تا باتری دوباره به شارژ متصل شود از این موتورها استفاده می شود. موتورهای بدون جاروبک کم سرعت و کم توان در دستگاه های گرامافون نیز استفاده می شوند.

موتورهای بدون جاروبک پرتوان در وسایل حمل و نقل برقی و هیبرید یافت می شوند. این موتورها اساساً موتورهای AC سنکرون با روتور آهنربای دائم هستند. تعدادی از دوچرخه های برقی از موتور بدون جاروبک استفاده می کنند که خودش به طور

مستقیم در توپی چرخ قرار گرفته است و استاتور در محور ثابت شده است و آهنرباهای دائم روتور بر روی چرخ به گردش در می آیند.

اما سوال دوم در مورد موتور موجود در دوچرخه برقی، هاب موتور یا موتور معمولی؟

موتورهای بدون جاروبک به دو دسته بیرون گردان<sup>۱</sup> و داخل گردان<sup>۲</sup> تقسیم می شوند:

موتور اوت رانر دارای پوسته متحرک است و به جای محور، استاتور آن می چرخد و گشتاور بالایی دارد و آهنربای دائم در پوسته است. موتور اینرانر دارای محور متحرک و آهنربای دائم در رتور است و سرعت بسیار بالایی دارد. هاب موتور ها نوعی موتور بدون جاروبک DC از نوع اوت رانر هستند که گشتاور بسیار بالایی دارند و مخصوص موتور و دوچرخه ی الکترونیکی طراحی شده اند.

مزایای هاب موتور را می توان به صورت زیر عنوان کرد:

- ✓ هاب موتورها بدلیل تولید انبوه قیمت بسیار پایینی دارند.
- ✓ هاب موتورها به سادگی بر روی چرخ نصب می شوند.
- ✓ با استفاده از هاب موتور می توان به راحتی هر دوچرخه را به دوچرخه برقی تبدیل کرد.
- ✓ هاب موتورها اگر فرسوده یا خراب شوند به سادگی قابل تعویض می باشند.
- ✓ هاب موتورها را به راحتی می توان به نسخه جدیدتر ارتقا داد و نسخه قبلی را باقیمت مناسبی به فروش رساند.
- ✓ هاب موتورها بر راحتی قابل دسترسی می باشند.
- ✓ هاب موتورها نسبتا قابل اعتماد هستند.

اما از معایب مهم هاب موتورها می توان به موارد زیر اشاره داشت:

- ✓ راندمان آنها نسبتا کمتر از موتورهای معمولی است.
- ✓ هاب موتورها سنگین هستند.
- ✓ هاب موتورها در دوچرخه های کوهستان کاربرد ندارند.
- ✓ تعویض چرخ با وجود هاب موتور سخت می شود.

<sup>1</sup> Out-runner

<sup>2</sup> In-runner

✓ بالانس دوچرخه با توجه به اینکه هاب موتور در چرخ جلو یا عقب قرار می‌گیرد بهم می‌خورد.

اما سوال سوم در مورد موتور در دوچرخه برقی به مکان نصب آن اشاره می‌کند. تا به حال در دوچرخه برقی هاب موتور در چرخ جلو و عقب به کار گرفته شده است. در ادامه به بررسی هر دو وضعیت می‌پردازیم.

#### هاب موتور در چرخ جلو:

ساده‌ترین راه مهندسی جهت نصب هاب موتور در دوچرخه برقی در چرخ جلو می‌باشد. اما قرار دادن هاب در چرخ جلو موجب می‌شود تا دوچرخه قدرت کششی لازم را نداشته باشد زیرا در سربالایی‌ها وزن قسمت عقب دوچرخه خیلی بالا می‌رود. همچنین در آب و هوای مرطوب نیز این احتمال وجود دارد که مجدداً دوچرخه قدرت کششی خود را از دست بدهد و شرایط ناپایدار و خطرناکی را برای دوچرخه سوار بوجود بیاورد.

#### هاب موتور در چرخ عقب:

قرار دادن هاب موتور در چرخ عقب از چالش‌های مهم مهندسی بود که نقش ارزنده‌ای در پیشرفت دوچرخه‌های برقی بازی می‌کند. از فواید هاب موتور در چرخ عقب می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

✓ قدرت کششی و تعادل بیشتر در دوچرخه

✓ قدرت هندلینگ بیشتر در آب و هوای مرطوب

✓ کنترل بهتر نیروی کششی در مسیرهای ناهموار و پرشیب

اخیراً در دوچرخه‌های برقی موتور الکتریکی در در زیر یا نزدیک Bottom Bracket جاسازی شده است.

### ۳-۱-۱-۵- باتری

همانند آنچه در بخش خودروهای هیبرید مشاهده می‌شود باتری‌های مورد استفاده در دوچرخه‌های برقی قابل شارژ مجدد می‌باشند که در مدل‌های زیر موجود می‌باشند.

Sealed Lead-Acid(SLA) ✓

Nickel-Cadmium(NiCa) ✓

Nickel Metal Hydride(NiMH) ✓

Lithium-ion ✓

Lithium-ion Polymer(Li-ion) ✓

باتریها بر اساس ولتاژ، ظرفیت نهایی شارژ (آمپر ساعت، Ah) و وزن، تعداد دفعات شارژ باتری قبل از فرسوده شدن باتری و توانایی غلبه بر شرایط شارژ با ولتاژ بالا تقسیم بندی می شوند. هزینه بهره برداری از دوچرخه های برقی بسیار کم می باشد اما هزینه تعویض باتری آن نسبتا زیاد است. همچنین می بایست توجه داشت طول عمر مفید باتری با توجه به نحوه استفاده از باتری متفاوت می باشد. تعداد دفعات کم شارژ و دشارژ باتری، در افزایش طول باتری موثر است.

در مدل های ارزاتر دوچرخه برقی از باتری Lead Acid استفاده شده است در حالی که استفاده از مدل های NiCd، NiMH و Li-ion وزن کمتر و چگالی انرژی بیشتری را فراهم می کنند.

### ۳-۱-۱-۶- شارژر<sup>۱</sup>

از اجزای دیگر یک دوچرخه برقی می توان به شارژرها اشاره کرد. شارژرها در واقع همان یکسوسازها هستند که می بایست برق AC را به DC تبدیل کنند. شارژرهای دوچرخه های برقی دو سطح ولتاژ ۱۱۰ و ۲۲۰ ولت AC را به ۲۶، ۳۶ یا ۴۸ ولت DC تبدیل می کنند. در واقع شارژر دوچرخه های برقی کاملا شبیه به لپ تاپ ها می باشد. یک باتری ۹ Ah معمولا به ۴ ساعت زمان برای شارژ کامل نیاز دارد.

یک دوچرخه سوار با وزن ۷۰ کیلوگرم، با یک دوچرخه برقی ۲۴ ولتی با شارژ کامل، حدود ۳۰ کیلومتر و با یک باتری ۳۶ ولتی شارژ کامل، مسافتی در حدود ۸۰ کیلومتر را می تواند طی کند. میزان مسافت طی شده با توجه به دمای محیط، ناهمواری جاده، باد مخالف، بار اضافه، وزن بیشتر از ۷۰ کیلوگرم و ... کاهش می یابد.

### ۳-۱-۱-۷- نمایشگر

نمایشگر سیستم در واقع ارتباط دهنده سیستم داخلی دوچرخه با دوچرخه سوار است. وظیفه اصلی نمایشگر، نمایش درصد ظرفیت باقیمانده باتری می باشد. کمپانی های تولید کننده دوچرخه برقی معمولا علاوه بر درصد ظرفیت باقیمانده باتری، وضعیت چراغها، مسافت طی شده و میزان ضربان قلب دوچرخه سوار را نمایش می دهند. معمولا در کنار نمایشگر، کمپانی ها

<sup>1</sup> charger

سیستم کروزر کنترل نیز برای دوچرخه در نظر می گیرند. شکل(\*) یک نمایشگر دوچرخه برقی را به همراه سیستم کروزر کنترل نمایش می دهد.



شکل ۴۷- نمایشگر یک دوچرخه برقی

### ۳-۱-۱-۸- تبدیل دوچرخه معمولی به دوچرخه برقی

کیت دوچرخه برقی مجموعه‌ای شامل موتور الکتریکی، کنترلر، باتری، شارژر، جعبه باتری و تجهیزات نصب جهت مجهز کردن دوچرخه به پیشرانده الکتریکی می‌باشد[۴]. این مجموعه در یک جعبه کامل جهت نصب روی دوچرخه خریدار به مصرف کننده تحویل داده می شود. شما دوچرخه خودتان را به دوچرخه برقی تبدیل می کنید.



شکل ۴۸- تجهیزات لازم جهت تبدیل دوچرخه معمولی به دوچرخه برقی

موتور الکتریکی در کیت دوچرخه برقی بصورت توپی چرخ (Hub) می باشد که روی یک طوقه‌ی آلومینیومی با کیفیت مناسب پره بندی شده است. این موتور پس از جا انداختن تیوب و تایر برای طوقه در محل چرخ جلوی دو چرخه جایگزین چرخ معمولی دوچرخه می شود. جعبه باتری کیت دوچرخه برقی بسته به مدل انتخابی در پشت زین یا روی میله زیرین تنه در موقعیت قمقمه آب نصب می شود. کنترلر و سیم کشیهای مربوطه نیز به نوبه خود روی دوچرخه نصب و اجرا می شود. نشانگرها و سویچ ها و سنسورهای تنظیم سرعت نیز جزئی از مجموعه کیت دوچرخه ی برقی است که روی دوچرخه نصب می شود. تنها قطعه‌ای از مجموعه کیت که روی دوچرخه نصب نمی شود شارژر خودکار آن می باشد.

جعبه باتری در کلیه مدل ها روی جای خود قفل می شود و امکان جدا شدن از بدنه دوچرخه را تنها با کلید مخصوص دارد که اهمیت آن در امنیت نگهداری از باتری به عنوان گرانترین بخش کیت می باشد.

نصب کیت دوچرخه برقی بر روی کلیه ی دوچرخه های متداول به سادگی امکانپذیر می باشد. نصب یک مجموعه کیت در شرایط استاندارد در کمتر از یک ساعت زمان قابل انجام است. کل فرآیند نصب در حال کلی شامل اقدامات زیر است:

✓ انداختن تیوب و لاستیک به طوقه ی موتور چرخ جلو

✓ نصب چرخ موتوردار در دوشاخ جلوی دوچرخه

✓ نصب جعبه باتری در محل تعیین شده روی تنه در محل قمقمه برای جعبه باتری تیوبی یا نصب جعبه باتری در محل

تعیین شده روی لوله زین پشت زین برای جعبه باتری کیفی

✓ نصب دسته ترمزهای مجهز به میکرو سویچ

✓ نصب شستی تغییر سرعت

✓ نصب سیستم توان کمکی پدال

✓ نصب کیف کنترلر پشت زین برای باتریهای تیوبی

✓ عبوردادن سیمها و کابلها و مهار آنها با بست

✓ تکمیل سیم بندیها و کنترل مدار و استارت و تست مجموعه

در جداول (۹) تا (۱۱) مشخصات مربوط به سه کیت FE25، LE25، TC25 جهت تبدیل دوچرخه معمولی به دوچرخه برقی

آورده شده است. هر سه کیت در ایران موجود می باشند و قیمت کیت TC25 برابر با ۱۴۷۰۰۰۰ تومان و قیمت کیت FE25

برابر با ۱۳۲۰۰۰۰ تومان می باشد.

## جدول ۹- مشخصات کیت TC25

سیستم پایه	
DC Brushless Geared Hub Motor	نوع موتور
Li-Ion 36V - 8.8Ah	نوع باتری
Brushless DC Motor Controller	نوع کنترلر
Auto charge complete	نوع شارژر
250W	ماکزیمم توان خروجی موتور
36VDC	ولتاژ نامی
6Kg	وزن مجموع کیت بدون دوچرخه
28Km/h	ماکزیمم سرعت در شیب صفر بدون رکاب
120Kg	ماکزیمم وزن دوچرخه سوار
10% <	قابلیت شیب پیمایی
30Km	مسافت قابل پیمایش با یک شارژ شهری بدون رکاب
70Km	مسافت قابل پیمایش با یک شارژ جاده صاف بدون رکاب
70% capacity in 500 cycle	عمر باتری
6h	مدت زمان شارژ
100W	توان برق مصرفی شارژ

## جدول ۱۰- مشخصات کیت LE25

سیستم پایه	
DC Brushless Geared Hub Motor	نوع موتور
Sealed Lead-acid 36V7Ah	نوع باتری
Brushless DC Motor Controller	نوع کنترلر
Auto charge complete	نوع شارژر
250W	ماکزیمم توان خروجی موتور
36VDC	ولتاژ نامی
12Kg	وزن مجموع کیت بدون دوچرخه
25Km/h	ماکزیمم سرعت در شیب صفر بدون رکاب
120Kg	ماکزیمم وزن دوچرخه سوار
6% <	قابلیت شیب پیمایی
18Km	مسافت قابل پیمایش با یک شارژ شهری بدون رکاب
40Km	مسافت قابل پیمایش با یک شارژ جاده صاف بدون رکاب
300 cycle	عمر باتری
4h	مدت زمان شارژ
100W	توان برق مصرفی شارژ



## جدول ۱۱- مشخصات کیت FE25

سیستم پایه	DC Brushless Geared Hub Motor
نوع موتور	Li-Ion 36V - 8.8Ah
نوع باتری	Brushless DC Motor Controller
نوع کنترلر	Auto charge complete
نوع شارژر	250W
ماکزیمم توان خروجی موتور	36VDC
ولتاژ نامی	6Kg
وزن مجموع کیت بدون دوچرخه	28Km/h
ماکزیمم سرعت در شیب صفر بدون رکاب	120Kg
ماکزیمم وزن دوچرخه سوار	10% <
قابلیت شیب پیمایی	30Km
مسافت قابل پیمایش با یک شارژ شهری بدون رکاب	70Km
مسافت قابل پیمایش با یک شارژ جاده صاف بدون رکاب	70% capacity in 500 cycle
عمر باتری	6h
مدت زمان شارژ	100W
توان برق مصرفی شارژ	

از معایب این کیت می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- اختلاف قیمت این کیت با یک دوچرخه کامل برقی به اندازه ای می باشد که ارزش دارد تا یک دوچرخه برقی کامل خرید شود.

۲- با توجه به نصب موتور این کیت روی چرخ جلو، به نظر می رسد نیروی لازم برای حرکت رو نتواند به خوبی تأمین کند، چون بیشتر وزن دوچرخه سوار غیر از مواقع سراسیبی، روی چرخ عقب می باشد. از طرفی امکان دارد اگر شیب سربالایی به مقداری افزایش یابد، چرخ جلو بکسباد کند.

۳- با توجه به مسافتی که با یکبار شارژ کامل طی می کند (حدود ۲۰ تا ۳۰ کیلومتر) فقط برای مسیر های کوتاه قابل استفاده می باشد و برای مسیر های بلند با توجه به اینکه فقط با برق شهر شارژ می گردد، عملا در ادامه مسیر سنگینی و اصطکاک ادوات این کیت برای دوچرخه سوار بعنوان بار اضافه تلقی می گردد (حدود ۶ کیلو گرم).

در (شکل ۴۹) درخت فناوری های رسم شده برای دوچرخه برقی را می توان مشاهده نمود.



شکل ۴۹- درخت فن آوری دوچرخه برقی

### ۳-۱-۲- موتورسیکلت برقی

موتورسیکلت‌های برقی برخلاف هم‌خانواده‌های چهارچرخشان از نظر توان فنی یک سر و گردن از موتورسیکلت‌های معمولی بالاتر هستند. موتورسیکلت‌های برقی و اسکوترها برق مورد نیاز خود را از باتری‌های قابل شارژ می‌گیرند که توان حرکت یک یا چند موتور را دارند. امروزه بیشتر موتورسیکلت‌های برقی از باتری‌های لیتیوم یونی قابل شارژ استفاده می‌کنند، البته بعضی از مدل‌های قدیمی از باتری‌های نیکل متال هیدرید استفاده می‌کردند. اسکوتر ساخته شده از سوی شرکت تولید وسایل حمل‌ونقل برقی Z در استفاده از باتری سدیم سیلیکات (باتری سرب اسید که سال ۱۸۵۹ اختراع شد و هنوز در اتومبیل‌ها رایج است) پیشگام است. این باتری‌ها در مقایسه با باتری‌های لیتیوم یونی از نظر اندازه، وزن و ظرفیت انرژی، نمره پایین‌تری می‌گیرند.

امروزه کارخانه‌های زیادی با نام‌های جدیدی مثل برامو، زیرو، رعدوبرق، انرژیکا و کانتیا در زمینه ساخت موتورسیکلت‌های برقی فعال هستند.

تأمین انرژی این وسایل نقلیه چندان هم بی‌دردسر نیست، همه موتورسیکلت‌ها و اسکوترهای برقی می‌توانند به پریزهای معمولی برق وصل شوند و تقریباً هشت ساعت طول می‌کشد تا شارژ شوند. این زمان در مقایسه با زمان لازم برای پر کردن باک یک موتور چیزی حدود ۵۰۰ برابر است که می‌تواند بسیار وقت‌گیر باشد. از همین رو بعضی از موتورسیکلت‌های برقی مانند موتورسیکلت‌های Zero لوازم جانبی‌ای به نام CHAdeMO با قدرت بالای شارژ دارند که می‌تواند در یک ساعت باتری را حدود ۹۵ درصد شارژ کند. علاوه بر این کسانی که آپارتمان‌نشین هستند ممکن است در پارکینگ خود به پریز برق دسترسی نداشته باشند. بعضی از تولیدکنندگان وسایل حمل‌ونقل برقی برای رفع این مشکل، دستگاه‌هایی را طراحی کرده‌اند که باتری آن‌ها به سرعت تعویض می‌شود. از دیگر مزایای موتورسیکلت‌ها و اسکوترهای برقی باید به بی‌نیاز بودن از تعمیر و نگهداری جدی اشاره کرد. دامون لاورینک، سردبیر بخش حمل‌ونقل مجله Wired، بعد از تجربه استفاده از موتورسیکلت برقی مدت شش ماه اذعان کرد این موتورسیکلت‌ها با داشتن یک باتری، یک موتور و جعبه سیاه در مقایسه با نمونه‌های معمولی به تعمیر خاصی نیاز ندارند و میزان فرسودگی در آن‌ها بسیار پایین است. شما فقط باید نگران لنت‌های ترمز، لاستیک و روغن ترمز باشید.

نقطه ضعف موتورسیکلت‌های برقی این است که نمی‌توانند مانند خودروهای بنزینی که باک بنزین دارند، مقدار زیادی انرژی برقی ذخیره کنند. این موتورسیکلت‌ها به طور متوسط با هر بار شارژ شدن حدود ۲۱۰ کیلومتر راه می‌روند، به همین دلیل ماشین‌های برقی برای مسافرت‌های روزانه در شهر مناسب هستند. علاوه بر این ضعف موتورسیکلت‌های برقی به قاتلان خاموش نیز معروف هستند، زیرا خودروهای برقی بسیار بی‌صداتر از نمونه‌های بنزینی یا گازی هستند. این موضوع باعث می‌شود عابران پیاده بدون احساس خطر به راه خود ادامه دهند و از وسیله نقلیه‌ای که به آن‌ها نزدیک می‌شود مطلع نشوند؛ به همین دلیل بعضی از این موتورسیکلت‌ها به صدای مصنوعی مجهز شده‌اند تا راننده خودروهای دیگر و عابران نزدیک شدن خطر را با شنیدن صدای آن حس کنند. در مجموع می‌توان گفت موتورهای صدادار با تمام آلودگی صوتی‌شان باز هم امن‌تر از موتورهای بی‌صدا هستند.

خاستگاه اصلی این مرکب‌های الکتریکی، شرق آسیاست. کشور چین در فروش اسکوترهای الکترونیک در دنیا پیشتاز است، ۹،۴ میلیون از ۱۲ میلیون کل فروش جهانی سال گذشته متعلق به این کشور بوده است. کشورهای آسیایی مانند هند و تایوان نیز در

حال گسترش استفاده از خودروهای برقی هستند. در زمستان سال گذشته دولت هند اعلام کرد قصد دارد به خودروهای برقی و هیبریدی کمک مالی اختصاص دهد. طبق هدف‌گذاری این کشور در آینده‌ای نزدیک، حدود هفت میلیون وسیله نقلیه برقی در خیابان‌های هند رفت‌وآمد خواهند کرد.

### ۳-۱-۲-۱- طراحی و پیکربندی موتورسیکلت برقی

#### • طراحی و ساخت کامل

در این حالت تمامی اجزای مکانیکی و الکترونیکی بر اساس نیاز تعیین و تولید می‌شود. از مزایای این نوع از ساخت این است که به راحتی می‌توان اجزای سیستم را متناسب با نیاز جانمایی کرد.

#### • استفاده از کیت

با نصب کیت تبدیل بر روی موتورسیکلت‌های بنزینی می‌توان با تغییرات نسبتاً کمی آن را به موتورسیکلت برقی تبدیل نمود.

#### ➤ کاربردها

انواع موتورسیکلت‌های اسکوتر، اسپرت و...

انواع موتورسیکلت‌های کاربری خاص نظیر موتورهای نگهبانی و پلیس و...

انواع موتورسیکلت‌های چهارچرخ ATV و خودروهای UTV

#### ➤ معرفی کیت‌های تبدیل موتورسیکلت سبک برقی نوع هاب موتور

در این کیت‌ها الکتروموتوری (مثلاً با توان حدود ۵ اسب بخار) به صورت In-Wheel در درون هاب چرخ (مثلاً ۱۶ اینچی) موتورسیکلت قرار می‌گیرد. درواقع، تمامی سیستم تولید و انتقال قدرت موتورسیکلت قبلی شامل، موتور بنزینی و تجهیزات وابسته، گیربکس، کلاچ و زنجیرها و کابل‌های انتقال توان مکانیکی حذف شده و هاب موتور برقی به تنهایی و به صورت مستقیم توان مورد نیاز موتورسیکلت را تأمین می‌کند. سایر قطعات اصلی این کیت شامل کنترلر و کانتکتور، باتری‌های پر قدرت و ایمن از نوع لیتیوم آهن فسفات، شارژر، تراتل گاز، دستگیره‌های ترمز مخصوص ترمز بازایاب (Regenerative Braking) و نمایشگر سطح شارژ باتری می‌باشد که کاملاً متناسب با موتورسیکلت‌های رایج طراحی شده و قابلیت نصب بسیار راحت بر روی آن‌ها را دارا می‌باشد.



شکل ۵۰ - کیت تبدیل موتورسیکلت معمولی به موتورسیکلت برقی

با نصب این کیت تبدیل و با مشخصات مثال زده شده، موتورسیکلت برقی می‌تواند حداکثر تا سرعت حدود ۴۰ کیلومتر بر ساعت حرکت نماید. علاوه بر کیت‌های مذکور، می‌توان از یکسری کیت‌های پر قدرت نیز استفاده نمود. مثلاً الکتروموتورهایی با توان‌های ۵ تا ۲۰ کیلووات را می‌توان بکار برد که می‌تواند حداکثر سرعتی در حدود ۱۴۰ تا ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت را در اختیار موتورسیکلت قرار دهد. در این کیت‌ها می‌توان سیستم گیربکس و کلاچ خودرو را حذف نمود و جهت انتقال توان از الکتروموتور به چرخ‌ها از چرخ و زنجیر موتورسیکلت استفاده نمود.

### ➤ اجزای مکانیکی

- ✓ هاب موتور برقی
- ✓ سیستم ترمز بازیاب و دیسکی
- ✓ سیستم انتقال قدرت (در صورت استفاده از گیربکس)
- ✓ سیستم خنک‌کننده موتور الکتریکی (شامل روغن و هوا)
- ✓ تجهیزات جانبی شامل دسته کنترل سرعت و دسته ترمز و جانمایی سیستم‌های الکتریکی

### ➤ سیستم انتقال قدرت

در موتورسیکلت برقی معمولاً از هیچ‌گونه کلاچ و دنده‌ای استفاده نمی‌شود و تنها یک حالت حرکت وجود دارد ولی نوع دیگری از آن وجود دارد که دارای گیربکس است. مثلاً کارخانه آمریکایی برامو دو موتور الکتریکی چند سرعتی از این نوع

موتورسیکلت‌ها را طراحی کرده است. نام‌های این دو موتورسیکلت اینگیج و اینسایت است. این موتورسیکلت‌ها اولین موتورسیکلت برقی مجهز به گیربکس خواهند بود. طراحان این موتورسیکلت‌ها اظهار داشتند که سیستم گیربکس‌های شش سرعته ی این موتورسیکلت‌ها آن‌ها را پرسرعت‌تر و پرقدرت‌تر کرده است؛ و همچنین آنان گفته‌اند که در سال آینده این محصولات به بازار عرضه می‌شوند.

سیستم شش سرعته ی گیربکسی این موتورسیکلت‌ها درست همانند همتایان بنزین سوز خودکار می‌کند. به شکلی راننده که کلاچ را با دست چپ می‌گیرد و سپس با پایه‌ی چپ روی یک می‌گذارد و بعد از آن کلاچ را آرام‌آرام رها کرده و حرکت آغاز می‌شود؛ اما نکته‌ی جالب این است که این فرآیند در سکوت مطلق انجام می‌پذیرد و این یک انقلاب در صنعت حرکتی موتورسیکلت‌ها تلقی می‌شود. گفتنی است که این موتورسیکلت این توانایی را به راننده می‌دهد که با گرفتن کلاچ چرخ جلوی موتورسیکلت را بلند کند. پس از این موتورسیکلت برای مسابقات حرکات نمایشی نیز می‌شود استفاده کرد؛ اما نکته‌ی تأکید شده‌ی طراحان این محصول عملکرد و تعادل این موتورسیکلت است که به گفته‌ی طراحان این ویژگی این موتورها را از بقیه کاملاً متمایز می‌کند. انواع مختلف از این موتور در دست طراحی است که گفته می‌شود قیمت تقریبی آن‌ها بین ۹۹۵۰ دلار تا ۱۱۹۹۵ دلار خواهد بود.

البته گفتنی است که این موتورسیکلت‌ها تنها یک نمونه مهندسی است و هنوز ظاهر نهایی آن نیز طراحی نشده است؛ اما طراحان اعلام داشتند که پس از انجام آزمایش‌های لازم آن را به‌زودی روانه‌ی بازار خواهند کرد. علاوه بر گیربکس‌های چند سرعته از گیربکس‌های انتقال قدرت پیوسته (CVT) نیز استفاده می‌شود که مزایای زیادی را برای موتورسیکلت برقی فراهم می‌کند. در بخش خودروهای هیبریدی در مورد این نوع از گیربکس‌ها و مزایای استفاده از آن‌ها به‌طور کامل توضیح داده شد.

لازم به یادآوری است که در موتورسیکلت برقی، گیربکس به‌عنوان یک افزایش‌دهنده سرعت بکار گرفته می‌شود نه ترکیب‌کننده توان. زیرا تنها یک منبع تأمین‌کننده توان که همان موتور الکتریکی است وجود دارد.

### ➤ سیستم ترمز

در موتورسیکلت برقی مانند دوچرخه برقی از دو سیستم ترمز الکتریکی و دیسکی استفاده می‌شود. ترمز دیسکی تفاوتی با مدل‌های معمولی ندارد اما ترمز الکتریکی یا همان ترمز بازیاب همان‌طور که گفته شد باعث تبدیل نیروی ناشی از شتاب منفی به جریان الکتریکی می‌شود و این کار توسط موتور جاگذاری شده در هاب موتوردار صورت می‌گیرد.

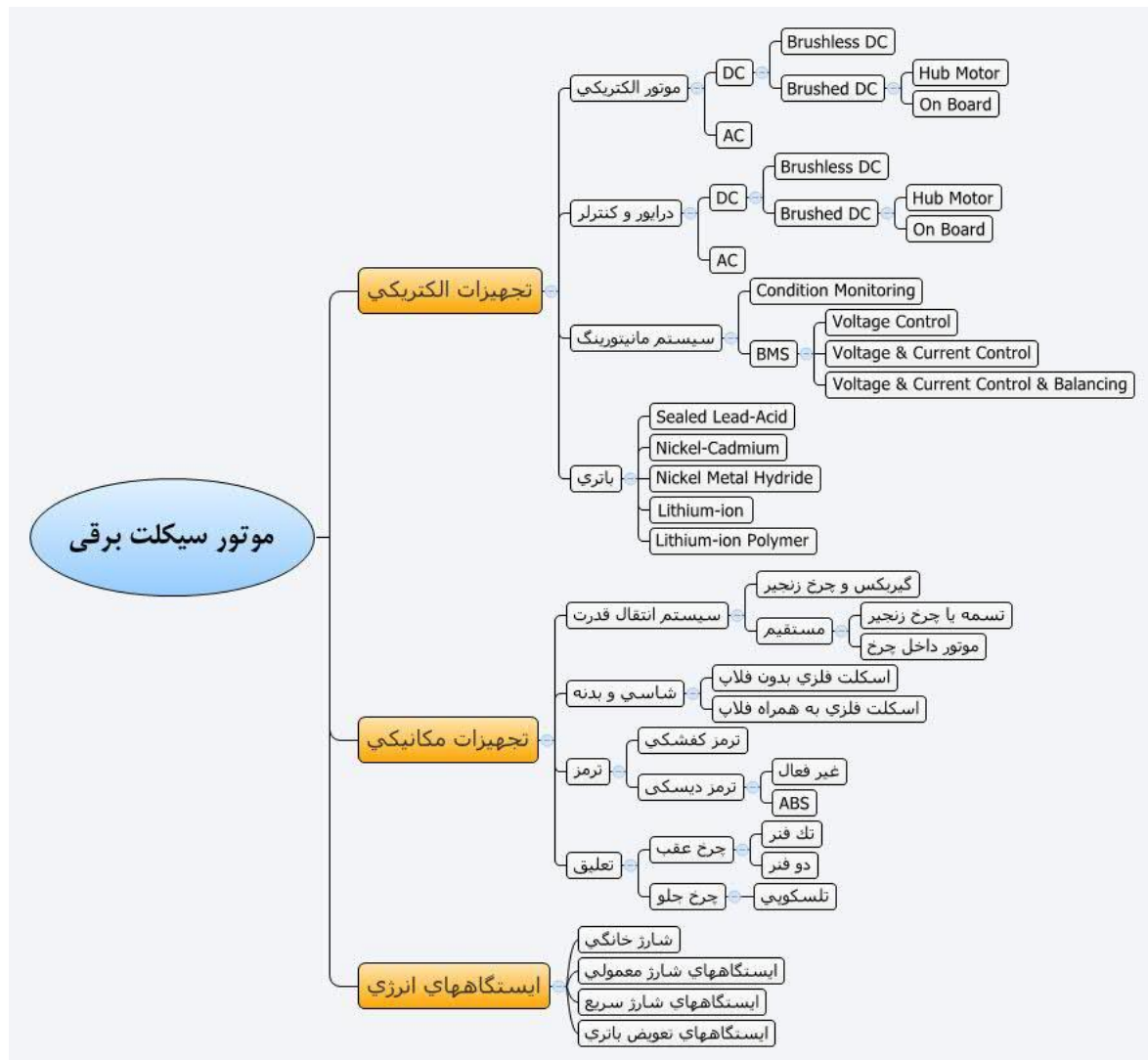
### ➤ سیستم خنک کننده

به علت تولید گرما در موتور الکتریکی نیاز به سیستم خنک کاری کارآمد بسیار ضروری است. در موتورسیکلت‌های برقی معمولاً از روغن برای خنک کردن موتور استفاده می‌شود اما می‌توان با طراحی مناسب و جانمایی درست، از هوا نیز برای خنک کردن هر چه بیشتر موتور الکتریکی استفاده نمود. البته در موتورسیکلت‌های معمولی به دلیل حرارت زیاد موتور بنزینی از سیستم خنک کاری آبی نیز استفاده می‌شود اما برای موتورسیکلت برقی همان سیستم روغنی کافی است و در کنار آن می‌توان از هوا نیز جهت ایر کاندیشن بهتر استفاده کرد.

### ➤ جانمایی

همان‌طور که در سیستم خنک کاری گفته شد، جانمایی و طراحی مناسب نقش عمده‌ای در کاهش هزینه و کارایی هر چه بیشتر موتورسیکلت برقی دارد. در موتورسیکلت برقی می‌توان موتور الکتریکی را درون چرخ قرارداد و یا آن را در وسط موتور تعبیه کرد و از طریق زنجیر به چرخ عقب منتقل نمود. هرچند از نظر انتقال قدرت هیچ‌گونه تفاوتی بین این دو وجود ندارد اما از نظر تعمیر و نگهداری تفاوتی‌هایی با هم دارند. مثلاً در نوع دوم عیب‌یابی و تعمیر موتور الکتریکی سریع‌تر انجام می‌شود و در نوع اول زنجیر از سیستم حذف می‌شود که این خود باعث کاهش خرابی ناشی از آن در سیستم خواهد شد.

در (شکل ۵۱) درخت فناوری رسم شده برای موتور سیکلت‌های برقی را می‌توان مشاهده نمود [۵].



شکل ۵۱- درخت فن آوری موتور سیکلت برقی

### ۳-۱-۳- خودروی الکتریکی هیبرید

در سال ۱۸۳۴ اولین بار خودروی الکتریکی که نیروی محرکه مورد نیاز خود را توسط یک باتری تهیه می کرد ارائه شد اما با گذشت زمان و در حدود سال ۱۹۳۰ با پیشرفتهایی که در موتورهای احتراق داخلی (ICE) صورت گرفت و با توجه به ضعف بارز خودروهای الکتریکی در قیاس با خودروها با موتور احتراق داخلی که همانا ظرفیت باتری بود تمام بازار خودرو توسط خودروهای موتور احتراق داخلی پر شد.



امروزه با توجه به تکنولوژی های موجود، مراحل توسعه مختلفی وجود دارد. مشخصات و ویژگی های برجسته خودروهای الکتریکی و هیبریدی در (جدول ۱۲) نمایش داده شده است.

جدول ۱۲- مشخصات و ویژگی های برجسته خودروهای الکتریکی و هیبریدی

Types of EV	PEV	HEV / PHEV	FCEV
Energy source	(i) Battery	(i) Battery/ultracapacitor (ii) Internal combustion engines	(i) Fuel cells
Propulsion technique	(i) Electric motor drives	(i) Electric motor drives (ii) Internal combustion engines	(i) Electric motor drives
Characteristics and feature	(i) Zero emission (ii) Short driving range (iii) Higher initial costs	(i) Low emission (ii) Longer range (iii) Complex	(i) Zero emission (ii) Highest initial costs (iii) Medium driving range
Major techniques	(i) Electric motor control (ii) Battery management (iii) Charging device	(i) Electric motor control (ii) Battery management (iii) Managing multiple energy sources and optimal system efficiency (iv) Components sizing	(i) Fuel processor (ii) Fueling system (iii) Fuel cell cost
Regenerative braking	(i) Yes	(i) Yes	(i) Yes

طبق نظر کمیته فنی شماره ۶۹ (وسایل نقلیه الکتریکی) کمیسیون بین المللی الکتریکی-مکانیکی، HEV به یک وسیله نقلیه ایی تلقی می گردد که در آن انرژی لازم برای نیروی محرکه توسط دو یا چند مدل از منابع انرژی و یا مبدلها فراهم گردد. بر اساس این تعریف چندین مدل HEV وجود دارد که بعنوان نمونه می توان از باتری و ICE، باتری و خازن، باتری و چرخ طیار نام برد. اما تعریف ذکر شده توسط عموم مردم مورد پذیرش واقع نشده است. عموم مردم HEVها را بعنوان وسایل نقلیه ای می دانند که در آن انرژی لازم برای نیروی محرکه توسط باتری و ICE فراهم میگردد. از این رو تعریف پایانی در این گزارش مد نظر قرار گرفته است.

در خودروی هیبرید نیروی محرکه مورد نظر جهت حرکت خودرو علاوه بر موتور احتراق داخلی<sup>۱</sup> (ICE) از طریق یک موتور الکتریکی (EM) نیز فراهم می‌گردد. استراتژی‌های گوناگونی جهت ترکیب این دو نوع نیروی محرکه وجود دارد که بر اساس آنها خودروهای هیبرید در سه کلاس سری<sup>۲</sup>، موازی<sup>۳</sup>، ترکیبی<sup>۴</sup> دسته بندی می‌شوند. در ادامه به تشریح هر سه مدل پرداخته خواهد شد. منظور از حروف اختصاری نشان داده شده در (شکل ۵۲) تا (شکل ۵۵) به شرح زیر می‌باشد.

B: Battery	M: Motor	--- Hydraulic link
E: ICE	P: Power converter	== Mechanical link
F: Fuel tank	T: Transmission	— Electrical link
G: Generator		

### ۳-۱-۳-۱- خودروی الکتریکی هیبرید سری

در یک HEV سری، قسمت ICE به صورت سری با EM قرار دارد. ایده اصلی در خودرو هیبرید سری بر این اصل استوار است که ICE در نقطه بهینه خود کار کند و از طریق یک ژنراتور در باتری انرژی الکتریکی ذخیره کند. قدرت حرکتی در یک هیبرید سری از طریق موتور الکتریکی که توسط باتری تغذیه می‌گردد فراهم می‌شود. هر زمان مقدار انرژی ذخیره شده در باتری به مقدار مینیمم از پیش تعیین شده برسد ICE روشن شده و شروع به شارژ باتری می‌کند. اگر شارژ باتری به مقدار مطلوب خود برسد ICE خاموش می‌گردد. در هیبرید سری هیچ گونه اتصال مکانیکی بین شاسی خودرو و ICE وجود ندارد. همانگونه که عنوان شد مزیت هیبرید سری بهره برداری از ICE در نقطه بهینه سرعت و گشتاور می‌باشد. بنابراین در این حالت ICE کمترین میزان مصرف سوخت را خواهد داشت. اما چون دو مرحله تبدیل انرژی در انتقال قدرت از ICE به چرخ خودرو (ICE به ژنراتور و ژنراتور به موتور الکتریکی) وجود دارد بنابراین انرژی زیادی به دلیل مقاومت و اصطکاک درونی خودرو تلف می‌گردد. در قیاس با سایر خودروهای هیبرید، هیبرید سری بدترین خط توان را دارا می‌باشد. عیب دیگر خودروهای هیبرید سری، عدم استفاده از انرژی برگشتی ترمزی<sup>۵</sup> می‌باشد. مزیت این خودرو در قیاس با خودرو موازی میزان انتشار کمتر آلاینده‌ها می‌باشد.

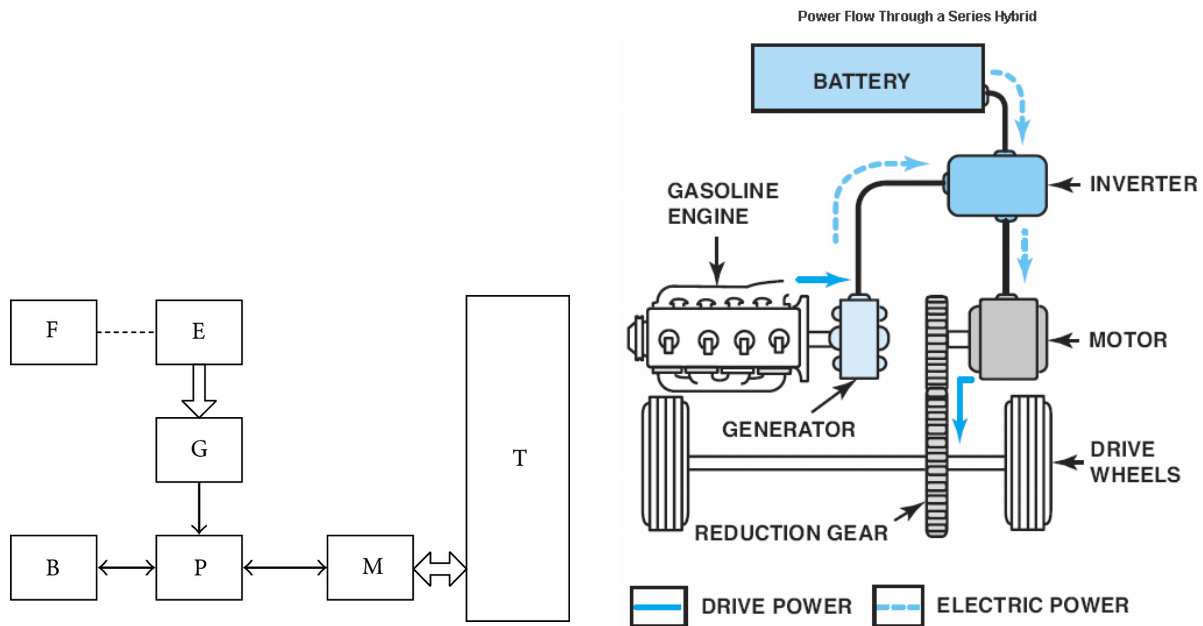
<sup>1</sup> Internal Combustion Engine

<sup>2</sup> Series Hybrid

<sup>3</sup> Parallel Hybrid

<sup>4</sup> Combination

<sup>5</sup> Regenerative Braking



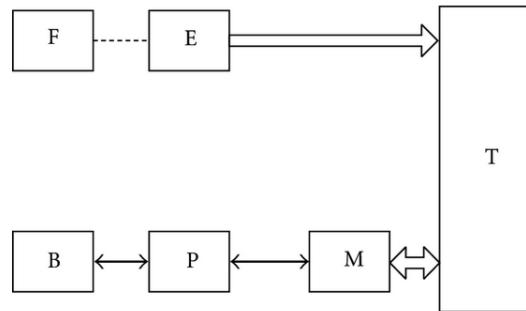
شکل ۵۲- ساختار یک خودروی الکتریکی هیبرید سری

### ۳-۱-۲-۳- خودروی الکتریکی هیبرید موازی

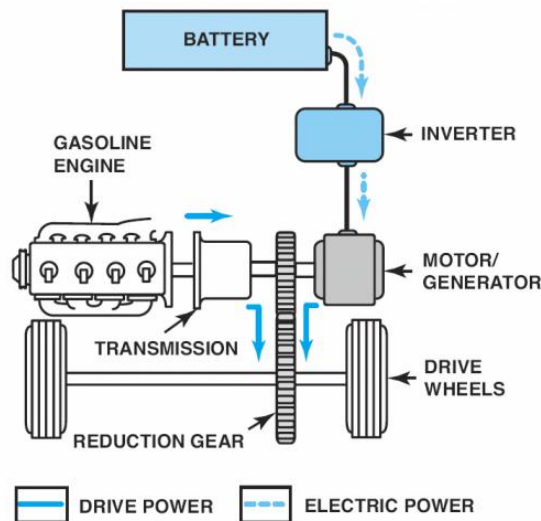
در یک خودرو هیبرید با آرایش موازی هر دو بخش تولید کننده نیروی محرکه (ICE و EM) به صورت مکانیکی به چرخ اتصال دارند. خودرو می تواند نیروی محرکه مورد نظر خود را از طریق ICE، EM و یا ترکیبی تامین کند. بنابراین امکان تولید گشتاور معینی در این خودرو در هر لحظه از زمان امکان پذیر می باشد.

در خودرو هیبرید موازی روش های گوناگونی برای ترکیب انرژی EM و ICE وجود دارد. استراتژی اول استفاده از موتور الکتریکی در سرعت هایی است که ICE در آن سرعت راندمان مناسبی ندارد. بنابراین در این حالت از ICE در سرعت بالا استفاده می شود. زمانی که تنها از ICE برای تامین نیروی محرکه استفاده می شود می توان از EM بعنوان موتور الکتریکی استفاده کرد و باتری را شارژ نمود. عیب این استراتژی در خالی شدن شارژ باتری در رانندگی طولانی مدت در سرعت پایین می باشد. در این صورت از ICE در سرعت پایین باید استفاده گردد که راندمان پایینی دارد.

یک استراتژی دیگر استفاده از EM و ICE به صورت ترکیبی است. در این صورت در قدرت های پایین نظیر ۶ کیلووات فقط از EM استفاده می شود. در قدرت متوسط (۶ تا ۵۰ کیلووات) فقط ICE وظیفه تولید نیروی محرکه را بعهده دارد. در قدرتهای بالاتر (بیش از ۵۰ کیلووات) که سرعت و گشتاور ماشین زیاد است EM بعنوان مکمل نیروی محرکه مورد نیاز خودرو را تامین می کند.



Power Flow Through a Parallel Hybrid



شکل ۵۳- ساختار یک خودروی الکتریکی هیبرید موازی

یک خودرو هیبرید موازی می تواند به جای انتقال دهنده قدرت پله ای ثابت<sup>۱</sup> از یک انتقال دهنده قدرت پیوسته و متغیر استفاده کند. با این تکنیک می توان از ICE در نقطه بهینه بهره برداری نمود. بنابراین میزان سوخت کمتری مصرف خواهد شد و در نتیجه آلاینده های کمتری به محیط زیست اضافه خواهد شد. مزیت خودرو هیبرید موازی به سری در میزان تلفات کمتر انرژی می باشد.

### ۳-۱-۳-۳- خودروی الکتریکی هیبرید سری-موازی (ترکیبی)

خودرو سری-موازی ترکیبی از دو مدل هیبرید سری و هیبرید موازی تشکیل شده است. این مدل در قیاس با مدل سری یک لینک مکانیکی اضافی بین ICE و چرخها و در قیاس با مدل موازی یک ژنراتور بیشتر دارد. این نوع خودرو مزایای هر دو مدل

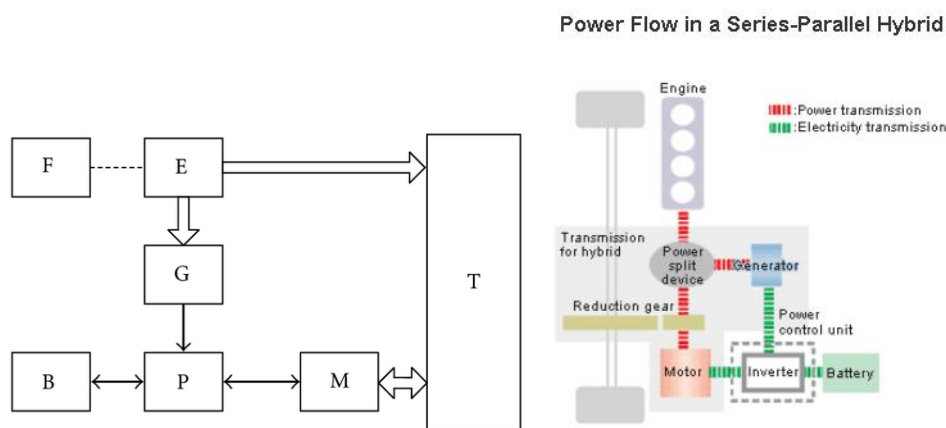
<sup>1</sup> Fixed Step Transmission

سری و موازی را دارا می باشد اما در قیاس با آن دو دارای پیچیدگی ساختاری بیشتری می باشد و در ضمن هزینه بسیار بیشتری هم دارد.

ترکیبات بسیار زیادی برای تولید نیروی محرکه مورد نظر خودرو از دو محرک EM و ICE وجود دارد اما دو مدل از آنها شناخته تر شده می باشند که عبارتند از شدیداً برقی<sup>۱</sup> و شدیداً مکانیکی<sup>۲</sup>.

شدیداً برقی به این معنا می باشد که در تولید نیروی محرکه خودرو نقش EM بسیار بیشتر از ICE می باشد. همچنین در شدیداً مکانیکی نقش ICE بسیار برجسته تر از EM می باشد.

EM در راه اندازی خودرو و در سرعت پایین به صورت کاملاً تنها تولید کننده نیروی محرکه مورد نیاز می باشد (شدیداً برقی). در سرعت های بالاتر نیروی محرکه انحصاراً توسط ICE فراهم میگردد (شدیداً مکانیکی). همچنین زمانی که به شتاب بالایی در خودرو نیاز باشد خودرو در وضعیت شدیداً برقی - مکانیکی قرار می گیرد و نیروی محرکه مورد نیاز توسط هر دو محرک EM و ICE تامین می گردد. در هنگام ترمز و یا شتاب منفی خودرو می توان از EM بعنوان ژنراتور استفاده کرد تا انرژی تلفاتی در باتری خودرو ذخیره گردد.



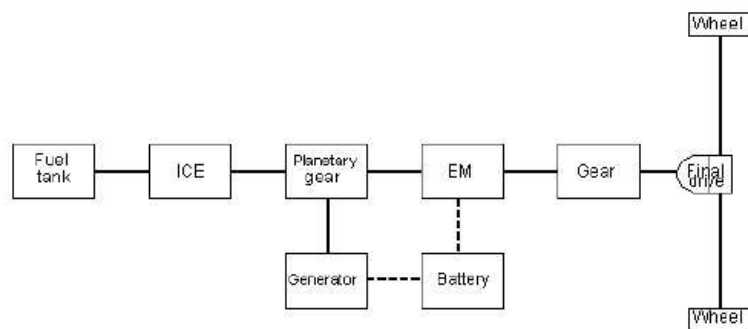
شکل ۵۴- ساختار یک خودروی الکتریکی هیبرید سری- موازی

ترکیب دیگر از خودروی هیبرید سری و موازی خودروی ترکیبی پیچیده نامیده می شود. همانگونه که در (شکل ۵۵) مشاهده می گردد این مدل با خودرو هیبرید سری- موازی تفاوت چندانی ندارد. تنها تفاوت این دو مدل خودرو را می توان در وجود

<sup>1</sup> Electric-Heavy

<sup>2</sup> Engine-Heavy

ICE، Planetary Gear Box (PGB) دانست که ICE، EM و ژنراتور را به یکدیگر متصل کرده است. در این مدل سرعت ICE، بدلیل وجود پین های اتصال دهنده ICE به EM در PGB کنترل می گردد. در این مدل این امکان وجود دارد تا ICE خاموش گردد و خودرو به صورت کاملا برقی کار کند. اما معمولا در بیشتر زمان بهره برداری از هر دو محرک استفاده می شود.



شکل ۵۵- ساختار ترکیبی سری-موازی پیچیده

در (جدول ۱۳) تعدادی از سازندگان این گونه خودروهای هیبریدی و نوع خودروی تولیدی آنها فهرست شده است.

جدول ۱۳- انواع خودروهای هیبریدی سری-موازی در سازندگان مختلف

Products	Configuration	Automobile companies	Year
Prius	Combination	Toyota	1997
Insight	Parallel	Honda	1999
Tino	Combination	Nissan	2000
Civic	Parallel	Honda	2001
Lexus LS 600h	Combination	Toyota	2007
Toyota Auris	Combination	Toyota	2010
Lexus CT 200h	Combination	Lexus	2011

### ۳-۱-۳- سیستم مدیریت انرژی<sup>۱</sup>

در مقایسه با خودروهای معمولی، HEV می توانند بنا بر دلایل زیر انرژی بیشتری را ذخیره کنند که عبارتند از:

- HEVها توانایی تبدیل انرژی ترمزی ماشین به انرژی الکتریکی و ذخیره آن در باتری را دارند بنابراین راندمان خودرو

افزایش می یابد و مصرف سوخت کمتری را به همراه خواهد داشت.

<sup>1</sup> Energy Management

- ICE در HEVها به دلیل کار در نقطه بهینه با توجه به وجود باتری در ماشین، بدون تغییر در عملکرد خودرو می توانند در ابعاد کوچکتری طراحی می شوند که مصرف سوخت کمتری را به دنبال دارد.
- ICEها به دلیل وجود باتری بهترین خط توان را دارند بنابراین تلفات در این خودرو نسبت به خودروهای معمولی کمتر است.
- HEVها یک سیستم انرژی چند سطحی می باشند. موضوع اصلی در HEVها را می توان نحوه تقسیم قدرت بین دو عامل به وجود آورنده نیروی محرکه بگونه ایی که بهترین راندمان و عملکرد را خودرو داشته باشد قلمداد کرد. این موضوع در HEVها تحت عنوان مسئله مدیریت انرژی شناخته می شود.

### ۳-۱-۳-۵- کنترل در HEV

یکی از مهمترین موضوعات در طراحی خودروهای هیبرید، طراحی کنترلر انتقال انرژی به انتقال دهنده قدرت در خودرو می باشد تا راندمان خودرو ماگزیمم گردد. بنابراین کنترلر مورد نظر بایستی در حالت بهینه طراحی گردد. استراتژی های کنترلی متفاوتی در این زمینه وجود دارد که هدف آنها برآورده سازی برخی از اهداف HEV از قبیل :

- مینیم سازی مصرف سوخت

- مینیمم نمودن انتشار آلاینده ها

- توانایی رانندگی خوب

سیستم کنترلی HEV بسیار پیچیده می باشد. یک سیستم کنترلی سلسله مراتبی چند سطحی بهترین روش کنترلی در خودروهای هیبرید می باشد که مورد پذیرش واقع شده است. این سیستم کنترلی در (شکل ۵۶) نمایش داده شده است. این سیستم کنترلی شامل سه قسمت مفسر دستور راننده<sup>۱</sup>، کنترلر سیستم<sup>۲</sup> انرژی و کنترلر الکترونیکی<sup>۳</sup> می باشد.

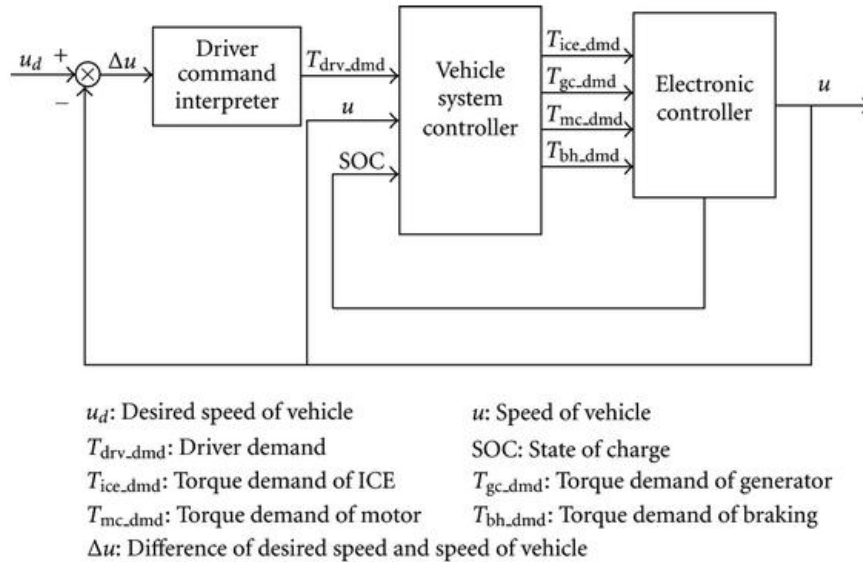
سطح کنترلر سیستم مرحله تعیین میزان گشتاور تولیدی موتور، ICE، ژنراتور و گشتاور ناشی از ترمز با توجه به گشتاور مورد نیاز زاننده، سرعت خودرو و مقدار ظرفیت موجود در باتری<sup>۱</sup> (SOC) می باشد. که SOC توسط سیستم مدیریت باتری<sup>۲</sup> (BMS) پیش بینی می گردد. سرعت خودرو توسط سنسور مربوطه اندازه گیری می شود.

<sup>۱</sup> Driver Command Interpreter

<sup>۲</sup> Vehicle System Controller

<sup>۳</sup> Electric Controller

کنترلر الکترونیکی، سطح انجام اقدامات و فرامین صادره از سیستم کنترلر می باشد.



شکل ۵۶- سیستم کنترلی مدیریت انرژی در خودرو هیبرید

### ۳-۱-۳-۶- مفسر فرمان راننده

وظیفه مفسر فرمان راننده محاسبه میزان گشتاور مورد نیاز راننده بر اساس سرعت مطلوب و سرعت خودرو می باشد. سرعت خودرو توسط دو پدال شتاب و ترمز توسط راننده کنترل می گردد. سرعت مطلوب بوسیله همین دو پدال تنظیم می گردد.

### ۳-۱-۳-۷- کنترلر سیستم

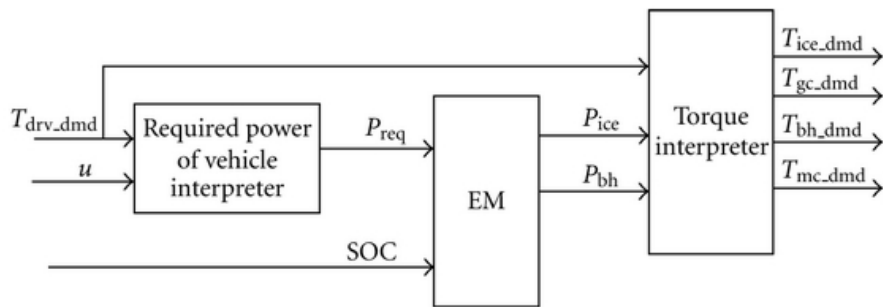
در قیاس با خودروهای معمولی، خودرو هیبرید دو منبع تولید نیروی محرکه در اختیار دارد. نحوه تقسیم قدرت مورد نیاز بین این دو محرک مدیریت انرژی (EM) نامیده می شود. کنترلر سیستم وظیفه کنترل قدرت انتقالی به هر یک از دو محرک بر اساس استراتژی های مدیریت انرژی (EM) با استفاده از سیگنال های ارسالی توسط مفسر فرمان راننده و پارامترهای فیدبک گرفته شده از کنترلر الکترونیکی را بعهده دارد.

کنترلر سیستم را می توان به سه بلوک تقسیم بندی کرد که در (شکل ۵۷) نمایش داده شده است.

<sup>1</sup> State Of Battery

<sup>2</sup> Battery Management System





$P_{req}$ : Required power of vehicle

$P_{ice}$ : Output power command of ICE

$P_{bh}$ : Output power command of mechanical brake

شکل ۵۷- اجزای کنترلر سیستم

### ۳-۱-۳-۸- کنترلر الکترونیکی

کنترلر الکترونیکی در خودرو هیبرید به منظور انجام و انتقال فرامین کنترلر سیستم به بخش های مورد نظر در خودرو طراحی شده است. این کنترلر شامل واحد کنترل ماشین<sup>۱</sup> (ECU)، واحد کنترل موتور<sup>۲</sup> (MCU)، واحد کنترلر ژنراتور<sup>۳</sup> (GCU)، واحد کنترل ترمز الکترونیکی (ترمز مکانیکی) و سیستم مدیریت باتری<sup>۴</sup> (BMS) می باشد.

ECU یک واحد کنترل الکترونیکی جهت کنترل ICE می باشد. ECU موجب می شود تا خروجی ICE مقدار مطلوب گشتاور را با توجه به سیگنال فرمان ورودی داشته باشد. این کار از طریق تزریق سوخت در سیلندرهاى ICE صورت می گیرد. نقطه عملکرد ICE می تواند توسط سرعت و گشتاور بیان گردد. در موتورهای سری که ارتباط مکانیکی بین ICE و انتقال دهنده قدرت وجود ندارد کنترلر ICE از طریق ارتباط مکانیکی بین ICE و ژنراتور صورت می گیرد. نقطه کار موتور نیز می تواند بر اساس دو مولفه سرعت و گشتاور در نظر گرفته شود. گشتاور مورد نیاز موتور با توجه به میزان گشتاور مورد نیاز راننده تعیین می گردد. MCU گشتاور مطلوب موتور را با استفاده از تکنولوژی FOC تعیین می کند. موتورها در هنگام ترمز یا سرپایینی به ژنراتور تبدیل می شوند. بنابراین انرژی جنبشی خودرو به جای اینکه به صورت گرما تلف گردد در باتری ذخیره می گردد. اگر باتری نتواند این ظرفیت را قبول کند در این صورت واحد کنترلر سیستم ترمز الکترونیکی فعال خواهد شد.

<sup>1</sup> Engine Control Unit

<sup>2</sup> Motor Control Unit

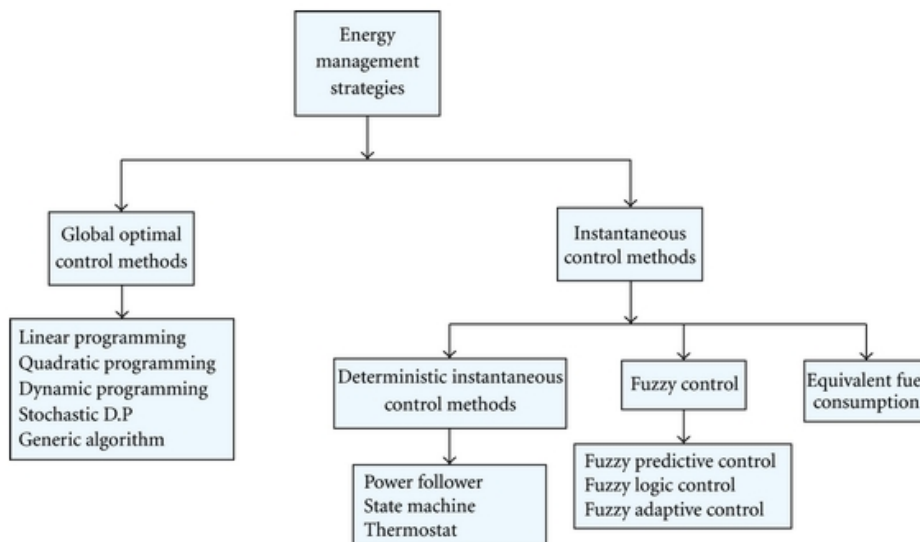
<sup>3</sup> Generator Control Unit

<sup>4</sup> Battery Management System

در (شکل ۵۸) انواع استراتژی های مدیریت انرژی در خودرو هیبرید بیان شده است. این استراتژی ها به دو دسته عمده تقسیم می شوند که عبارتند از:

- روش های کنترل بلا درنگ
- روش های کنترل بهینه

تفاوت این دو روش در زمان مورد نظر جهت تعیین بهترین استراتژی می باشد. روش های کنترل بلا درنگ، آنی<sup>۱</sup> می باشند اما در روش کنترل بهینه برای یافتن بهترین ژاسخ نیاز به زمان محاسباتی می باشد بنابراین این روش به صورت آنی قابل پیاده سازی نیست.



شکل ۵۸- انواع استراتژی های مدیریت انرژی در خودروی هیبرید

### ۳-۱-۳-۹- تجهیزات یک خودرو هیبرید

#### ➤ باتری:

باتری ها ذخیره کننده انرژی شیمیایی می باشند و در مواقع لزوم، انرژی شیمیایی ذخیره شده در خود را به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند. ظرفیت باتری در خودرو الکتریکی و هیبرید باید به گونه ای باشد تا این اجسام نسبتاً سنگین بتوانند مسافت مطلوبی را طی کنند. هر اندازه ظرفیت باتری در خودروی الکتریکی و هیبرید بیشتر باشد قدرت پیشرانه بیشتری به موتور

<sup>1</sup> Real Time

الکتریکی منتقل خواهد شد و در نتیجه شتاب خودرو افزایش می یابد. همچنین ظرفیت بالای باتری امکان رانندگی بالاتر و مصرف بهینه سوخت بیشتری را به دنبال دارد.

مدلهای مختلفی از باتریهای قابل شارژ در خودروهای الکتریکی و هیبرید وجود دارد که مهمترین و پرکاربردترین آنها به شرح زیر می باشد:

- اسید سرب<sup>۱</sup> (Pb-acid): قدیمی ترین مدل از باتری های قابل شارژ هستند که نرخ انرژی بر حجم و انرژی بر وزن این باتری پایین می باشد. بنابراین این باتری فضای زیادی از خودرو را اشغال می کند و شدیداً به وزن خودرو اضافه میکند. قیمت پایین و نرخ تولید قدرت بر حجم بالا در این باتری، موجب شده تا این باتری از محبوبیت بالایی برخوردار باشد.
- کادیوم-نیکل<sup>۲</sup> (NiCd): عمر این باتری از تمام باتری های موجود بیشتر است اما در قیاس با سایر باتریها چگالی انرژی پایینی دارد. همچنین کادیوم یک عنصر سمی است که همین امر موجب شده است تا این باتری کاربرد عمومی کمتری داشته باشد.
- نیکل متال هیدرید<sup>۳</sup> (NiMH): تکنولوژی این باتری به تکنولوژی باتری های NiCd بسیار شبیه است. تنها تفاوت در جایگزینی کادیوم می باشد. این باتری در قیاس با باتری هم سایز NiCd ظرفیتی معادل دو الی سه برابر دارد. در قیاس با باتری های Li-ion ظرفیت کمتری دارد همچنین در قیاس با Li-ion نرخ دشارژ بالاتری دارد. Toyota Prius از این باتری استفاده می کند.
- لیتیوم یونیزه<sup>۴</sup> (Li-ion): گونه مدرن باتری ها می باشد که چگالی شارژ بالایی دارد. تکنولوژی این باتری امروزه در اکثر تجهیزات الکترونیکی و همچنین سیستم حمل و نقل (شامل خودروهای الکتریکی و هیبرید) موجود است. Tesla Roadster و Prius conversion دو مدل از خودروهایی هستند که از این باتری استفاده می کنند.
- Li-ion Polymer: این باتری تکنولوژی سببیه به Li-ion دارد اما در قیاس با آن چگالی شارژ کمتری دارد اما عمر باتری افزایش یافته است. همچنین در قسمت طراحی نسبت به Li-ion از لایه های بسیار نازکی استفاده شده است.

<sup>1</sup> Lead Acid

<sup>2</sup> Nickel Cadmium

<sup>3</sup> Nickel Metal Hydride

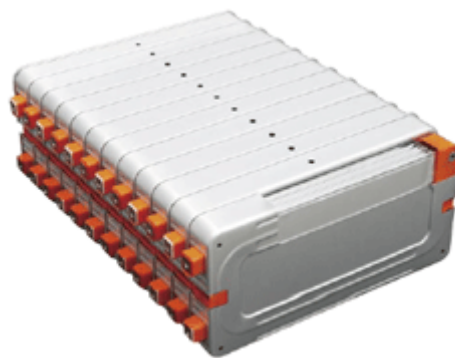
<sup>4</sup> Lithium-ion

عیب این باتری را می توان در امکان اور شارژ باتری و همچنین دشارژ باتری در ولتاژی پایین تر از حد ممکن دانست و امکان دارد که باتری قابلیت شارژ مجدد خود را از دست دهد.

- سدیم- نیکل کلراید<sup>۱</sup> (NaNiCl): در کلاس باتری های ذوب و گداخته شده قرار دارد. در این باتری از نمکهای مذاب بعنوان الکترولیت استفاده می شود. بنابراین این باتری چگالی انرژی و توان بالایی دارد. این مدل از باتری ها امید بخش صنعت خودروهای الکتریکی می باشند. این باتری ها دمای نقطه کار بالا حدود ۲۷۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی گراد را دارند. تلفات این باتریها بشدت پایین است.



شکل ۵۹- نمایی از یک باتری متشکل از چندین سلول



شکل ۶۰- شمای یک باتری Li-ion

نکته قابل توجه در مورد باتری خودرو این است که بر خلاف باتری های موجود در رایانه ها همراه، تلفن های همراه و تبلت ها، باتری خودرو در هر عمل افزایش شتاب یا کاهش شتاب خودرو مقدار زیادی انرژی ذخیره یا تخلیه می کند. بنابراین یک مسئله

<sup>1</sup> Sodium Nickel Chloride

مهم دیگر در باتریهای خودرو دوام و طول عمر باتری می باشد. به همین دلیل باتری اتومبیل ها معمولا به صورت یک مجموعه متشکل از چندین سلول باتری می باشد که در داخل یک محفظه قرار دارد و توسط سیستم خنک کننده خودرو، خنک می گردد تا طول عمر باتری افزایش یابد.

علاوه بر باتری ذکر شده در خودروها، همواره یک باتری جانبی ۱۲ ولت وجود دارد که انرژی الکتریکی مورد نیاز سیستم های کنترلی موجود در خودرو، چراغها، شیشه بالابرها، رادیو، دزدگیر و نمایشگر خودرو را تامین می کند. در بخش مرتبط با فناوری های باتری به طور مفصل در رابطه با باتریها بحث خواهد شد.

### ۳-۱-۳-۱-۰- واحد کنترل الکترونیکی<sup>۱</sup> باتری (BCU یا BMS)

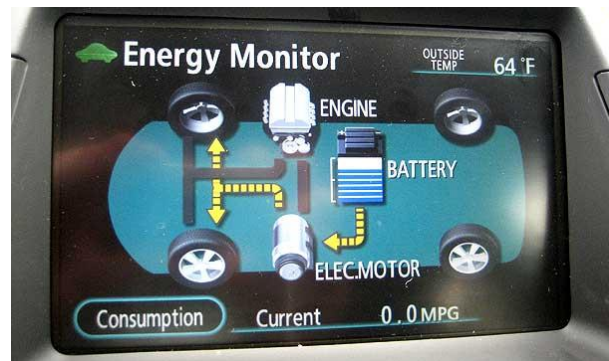
واحد کنترل الکترونیکی باتری در خودروهای الکتریکی و هیبرید مقدار ولتاژ، جریان و همچنین ظرفیت باقیمانده از شارژ<sup>۲</sup> (SOC) باتری را در بخش اصلی باتری مشخص می کند. هدف از محاسبه SOC در باتری به دو دلیل زیر می باشد:

- جهت حفظ SOC در یک مقدار مناسب
  - جلوگیری از شارژ و دشارژ بیش از حد در باتری<sup>۳</sup>
- همچنین ECU باتری وظایف زیر را نیز بعهده دارد:
- تشخیص ناهنجاری در باتری
  - تشخیص درجه پیری و فرسودگی باتری
  - تشخیص اتصال الکتریکی غیر مترقبه بین بخش ولتاژ بالا و بدنه باتری
- یکی از کمپانی های معروف در زمینه تهیه ECU باتری شرکت DENSO می باشد.

<sup>۱</sup> Electronic Control Unit

<sup>۲</sup> State Of Charge

<sup>۳</sup> Over-Charge and Over-Discharge



شکل ۶۱- واحد کنترل الکترونیکی باتری

### ۳-۱-۳-۱۱- اینورتر<sup>۱</sup>، کانورتر<sup>۲</sup>

در خودروهای الکتریکی و هیبرید، اینورتر، کانورتر و سیستم کنترلی مربوط به آنها به صورت واحد در یک مجموعه قرار دارند که هر یک وظیفه اختصاصی مربوط به خود را انجام می-دهند.

به دلیل گرمای بسیار زیادی که قطعات الکترونیکی داخل این مجموعه تولید می کنند یک سیستم خنک کننده مجزا که شامل پمپ و رادیاتور می باشد برای آنها در نظر گرفته شده است.

در ادامه به شرح کامل اینورتر، کانورتر و سیستم کنترلی مربوطه به صورت مجزا پرداخته خواهد شد.

#### ➤ اینورتر

مبدل جریان DC به AC می باشد. کاربرد آن در خودروهای الکتریکی و هیبرید تهیه برق AC مورد نظر برای پمپ سیستم خنک کننده و تراکشن موتور<sup>۳</sup> می باشد.

#### ➤ کانورتر

کانورتورها مبدلهای DC به DC هستند. بسته به کاربرد دو مدل کانورتر افزایشی<sup>۴</sup> و کانورتر کاهششی<sup>۵</sup> وجود دارد. در کانورتر افزایششی سطح ولتاژ افزایش می یابد و در کانورتر کاهششی سطح ولتاژ DC کاهش می یابد.

در خودروهای الکتریکی و هیبرید هر دو مدل کانورتر افزایش و کاهششی وجود دارند. یک کاربرد کانورتر افزایششی در خودروهای

الکتریکی و هیبرید تبدیل ولتاژ ۱۸۰-۳۰۰ ولت DC باتری به ۶۵۰ ولت DC می باشد. ولتاژ ۶۵۰ ولت DC سپس توسط

<sup>1</sup> Inverter

<sup>2</sup> Converter

<sup>3</sup> Traction Motor

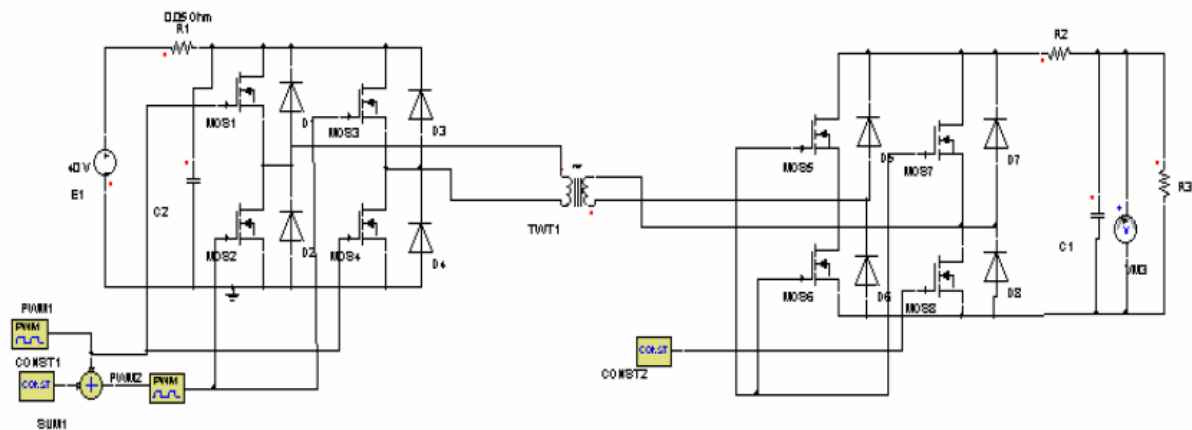
<sup>4</sup> Step-Up Converter

<sup>5</sup> Step-Down Converter

اینورتر AC شده و به عنوان تغذیه تراکشن موتور در نظر گرفته می شود. مزیت بزرگ و اصلی در استفاده از کانورترهای افزایشی، عدم نیاز به باتری های بزرگ و گران قیمت می باشد.

کاربرد کانورتر کاهششی در خودرو الکتریکی و هیبرید تبدیل ولتاژ ۱۸۰-۳۰۰ ولت DC به ولتاژ ۱۲-۱۴ ولت DC جهت شارژ باتری خدمات جانبی خودرو می باشد. این باتری کمکی برق مورد نیاز برخی تجهیزات خودرو مانند سیستم روشنایی، رادیو، پنجره ها و برف پاک کن می باشد.

در طراحی و انتخاب کانورتر برای خودرو الکتریکی و هیبرید می بایست کانورتری انتخاب کرد تا راندمان بالاتر، سایز کوچکتر، سبکتر و قابل اعتمادتر باشد.



شکل ۶۲- شمای مداری یک کانورتر



شکل ۶۳- کانورتر DC-DC مبدل ۴۰۰ به ۱۲ ولت

### ۳-۱-۳-۱۲- سیستم کنترلی

سیستم های کنترلی یکی از قسمت های حیاتی و پیچیده خودروهای الکتریکی و هیبرید است که در آن بایستی قسمت های زیادی از خودرو به خوبی مانیتور و کنترل گردد. قطعات اضافی در خودروهای الکتریکی و هیبرید شامل باتری های ولتاژ بالا، موتور، اینورتر، کانورتر، پمپ، ترمزهای تولید توان و یک سری قطعات جانبی می باشد که می بایست در خودرو کنترل گردد. کنترل این قطعات مختلف با یکدیگر از طریق مدولهای اختصاصی صورت می گیرد. این مدولهای اختصاصی توسط یک شبکه ارتباطی با یکدیگر در ارتباطند. برای نمونه می توان از سیستم کنترل سوخت در خودروهای غیر هیبرید نام برد. در این سیستم کنترلی زمانی که راننده پدال گاز را فشار می دهد کامپیوتر ماشین که بعنوان مدول کنترلی انتقال قدرت<sup>۱</sup> (PCM) شناخته می شود از طریق سنسورها مقدار فشار پدال را به عنوان ورودی دریافت می کند سپس حجم تزریق سوخت در سیلندرها را افزایش می دهد. این سیستم کنترلی در قیاس با سیستم کنترلی خودروهای الکتریکی و هیبرید بسیار ناچیز است. برای نمونه در یک خودرو هیبرید، زمانی که راننده پدال گاز را می فشارد شرایط متفاوتی از قبیل مقدار شارژ باتری و میزان تورفتگی پدال گاز تعیین می کند که چه نوع کنترلی می باسد بر روی خودرو در طول حرکت صورت گیرد. اگر شارژ باتری به اندازه کافی باشد PCM یک سیگنال به موتور و سایر تجهیزات مورد نظر می فرستد تا خودرو به صورت کاملاً الکتریکی به کار خود ادامه دهد. اگر باتری شارژ کافی برای حرکت خودرو را نداشته باشد PCM یک سیگنال به تراکشن موتور می فرستد تا آن را به مود ژنراتوری ببرد در این صورت انرژی حاصل از ترمزی یا ICE از طریق ژنراتور به انرژی الکتریکی تبدیل میگردد تا در باتری ذخیره گردد. این مثال درصد کوچکی از حجم کاری سیستم کنترلی در خودرو الکتریکی و هیبرید می باشد.

<sup>۱</sup> Powertrain Control Module





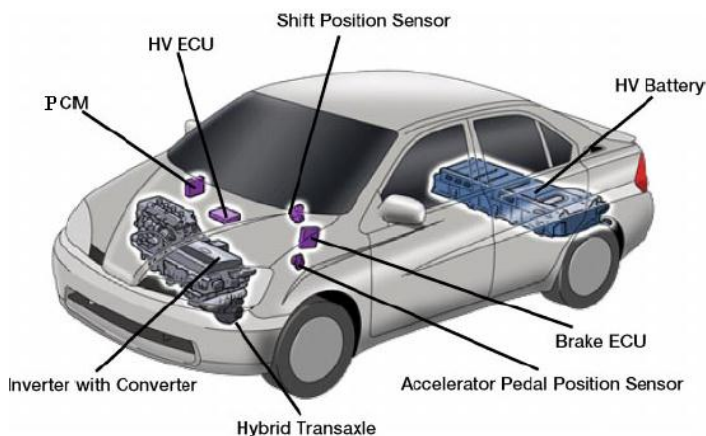
شکل ۶۴- سیستم کنترل مرکزی (ECU) یک خودرو

در (شکل ۶۵) برخی از سیستم های کنترلی خودرو دیده می شود. از سیستم کنترلی های مهم می توان به <sup>۱</sup>ECU، PCM، ECU ترمز و ECU باتری را نام برد. ECU خودرو هیبرید اطلاعات را از همه سنسورها جمع آوری کرده و نتایج پردازش شده را به PCM، ECU باتری و ... می فرستد. ECU ترمز را Skid Control ECU نیز گویند. وظیفه این سیستم کنترلی، کنترل کننده سیستم تولید انرژی از ترمز می باشد.

یکی دیگر از سیستم های کنترلی در خودرو هیبرید سیستم رله های محافظتی<sup>۲</sup> SMR می باشد که وظیفه آن اتصال دهنده و همچنین جدا کننده قطعات ولتاژ بالا خودرو می باشد.

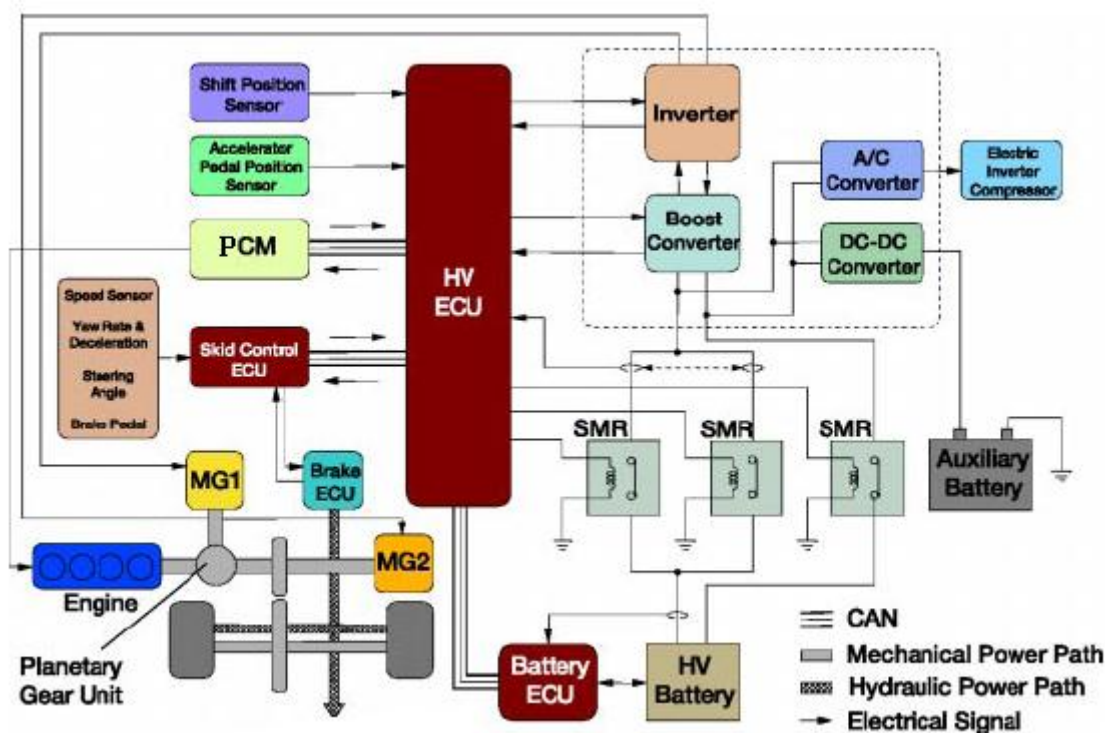
<sup>۱</sup> Engine Control Unit

<sup>۲</sup> System Main Realy



شکل ۶۵- سیستم های کنترلی در خودروی هیبرید

بلوک دیاگرام سیستم کنترلی یک خودرو هیبرید در (شکل ۶۶) نمایش داده شده است.



شکل ۶۶- بلوک دیاگرام سیستم کنترلی یک خودروی هیبرید

### ۳-۱-۳- موتور و ژنراتور

امروزه موتورها در صنعت خودرو سازی بالاخص خودروی الکتریکی و هیبرید کاربرد فراوانی دارند. از جمله کاربرد موتورها در

خودروی الکتریکی و هیبرید می توان به شرح زیر اشاره کرد:

- تولید نیروی محرکه خودرو
- سیستم تولید انرژی از ترمز خودرو
- فرمان خودکار<sup>۱</sup>
- راه انداز ICE
- پمپهای سیستم خنک کننده و انتقال قدرت
- فن ها
- شیشه بالابرها

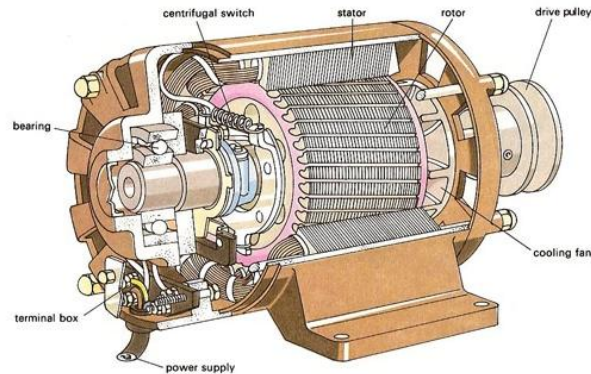
بعضی از این موتورها از برق DC و برخی دیگر از برق AC استفاده می کنند. برای نمونه موتور سیستم خنک کننده یک موتور AC و موتور فرمان خودکار اتومبیل یک موتور DC است. مزیت های موتورهای الکتریکی به شرح زیر است:

- سادگی بیشتر
- آرام و بی صدا
- قابلیت اطمینان بیشتر
- راندمان بالاتر

در مدل سری و مدل سری- موازی ترکیبی به یک ژنراتور در خودرو هیبرید نیاز است تا انرژی حاصل از موتور احتراق درونی در باتری خودرو ذخیره گردد.

در خودروهای هیبرید می توان از هر دو مدل AC و DC برای موتور و ژنراتور استفاده کرد اما به دلیل راندمان بالای موتورهای AC، کمپانی های سازنده خودروهای هیبرید معمولاً از این مدل استفاده می کنند. موتورها و ژنراتورهای مورد استفاده در خودرو در انواع مدل های القایی، آهنربای دائم و رلوکتانسی موجود می باشند.

<sup>1</sup> Power Steering



شکل ۶۷- شمای یک موتور القایی

خودرو هیبرید Honda Insight از یک موتور ۱۰ کیلوواتی، ۱۴۴ ولتی با سرعت ۳۰۰۰rpm بهره می برد در حالی که خودرو هیبرید Toyota Prius مدل ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ از یک موتور ۵۰ کیلوواتی، ۵۰۰ ولتی با سرعت ۱۲۰۰ تا ۱۵۴۰ دور در دقیقه استفاده می کند.

معیارهای انتخاب نوع موتور در یک خودرو به شرح زیر می باشد:

- ۱- معین بودن مشخصات منبع تغذیه مانند مقدار ولتاژ، نوع ولتاژ dc است یا ac، مقدار فرکانس و ...
- ۲- معین بودن شروط یا عوامل راه اندازی، مانند مقدار گشتاور راه اندازی، زمان راه اندازی و ...
- ۳- معین بودن مشخصه‌های (گشتاور - سرعت) حالت راه اندازی و حالت کار دائم مناسب .
- ۴- دارا بودن سرعت عملکرد کار مطلوب
- ۵- قابلیت کار کردن به جلو و عقب
- ۶- معین بودن مشخصه‌ی شتاب (وابسته به بار)
- ۷- دارا بودن بازده مناسب و بالا در بار اسمی، زیرا انرژی الکتریکی مستقیماً درون خودرو تولید می‌شود.
- ۸- توانایی تحمل اضافه بار
- ۹- دارا بودن اطمینان الکتریکی و حرارتی
- ۱۰- داشتن قابلیت نگهداری و عمر مفید
- ۱۱- داشتن ظاهر مکانیکی مناسب ( تکنولوژی ساخت آسان و اندازه و وزن کمینه، نوسان و نویز صوتی بسیار ناچیز و ...)
- ۱۲- متناسب بودن میزان پیچیدگی عملیات کنترل و هزینه متعلقه .

کنترل موتور با آهنربای دائم سنکرون، از موتور با آهنربای دائم dc پیچیده تر است. بدیهی است کنترل پیچیده تر، دقت کار را افزایش داده و قابلیت اطمینان را بالا می برد ولی هزینه را هم افزایش می دهد. بنابراین انتخاب الکتروموتور باید با توجه به شرایط مالی پروژه انجام گیرد.)

۱۳- تولید گشتاور با ریپل و ضربان گشتاور حداقل برای کنترل دقیق هدایت خودرو

۱۴- تغییر جهت چرخش به صورت ناگهانی

۱۵- ضربان گشتاور کوچک در ناحیه عملکرد

از آنجا که هدف نهایی از سیستم استفاده از گشتاور کمکی، هدایت الکتریکی خودرو است، موتور DC یک انتخاب طبیعی و مناسب برای این کاربرد است. زیرا گشتاور آن به سادگی و با تنظیم جریان آرمیچر موتور، کنترل می شود. موتور DC بعضی از ویژگی های نامناسب مانند جرقه زدن جاروبک ها، استهلاک جاروبک ها و کموتاتور را نیز دارد. این عوامل عملکرد مناسب موتور DC را در سرعت های بالا محدود می کنند. از این رو موتور DC برای خودروهای بزرگ انتخاب مناسبی نیست. نوع دیگر از موتورهای الکتریکی مناسب برای خودروهای الکتریکی، موتورهای سوئیچ رلوکتانس SR هستند. موتورهای SR دارای تکنولوژی ساخت آسان بوده و هیچ مغناطیس دائمی در ساخت خود ندارند. این امر باعث می شود که موتورهای SR قابلیت کارکرد خوب در دماهای بالا و قابلیت اطمینان مناسبی داشته باشند. همچنین این موتورها می توانند در عین از دست رفتن یک فاز تغذیه نیز به گردش خود ادامه دهند. اما روتور ماشین SR نمی تواند به خودی خود میدان مغناطیسی تولید کند. به این معنی که در این موتور فقط گشتاور رلوکتانسی تولید می شود که ریپل و ضربان بالایی دارد. طراحان با استفاده از تکنیک های مختلف مانند تغییر شکل موج جریان موتور سعی در کاهش ریپل و لتاژی موتور SR دارند. با این وجود اثر این نوسان گشتاور روی فرمان آن قدر زیاد است که غلبه بر این مشکل در حال حاضر به صورت اقتصادی ممکن نیست.

نوع دیگر از موتورها، موتور مغناطیس دائم بدون جاروبک<sup>۱</sup> است. در طراحی هایی که در اروپا روی خودروهای بزرگ انجام شده، موتور مغناطیس دائم بدون جاروبک با مغناطیس های کمیاب خاکی و با بازده و چگالی توان بالا مورد استفاده قرار گرفته است. شرکت های دلفی و موتورولا از مزایای موتورهای BLDC در طرح های خود استفاده کرده اند. موتورهای BLDC نسبت

<sup>1</sup> Permanent Magnet DC Motor or Brushless DC Motors (BLDC)

به موتورهای SR نوسان گشتاور بسیار کمتری دارند. به طوری که در موتور BLDC طراحی شده با ولتاژ برگشتی دوزنقه‌ای، ضربان گشتاور به کمتر از ۲ درصد خواهد رسید.

انتخاب دیگر، موتورهای سنکرون مغناطیس دائم<sup>۱</sup> هستند. با جایگزین نمودن مغناطیس دائم به جای سیم‌پیچی میدان در موتورهای سنکرون؛ جاروبک‌ها، حلقه‌های لغزان و تلفات مسی میدان حذف می‌شود. در نتیجه موتورهای سنکرون PM، موتورهای AC فاقد جاروبک PM، یا موتورهای بدون جاروبک PM با تغذیه سینوسی نامیده می‌شوند. از آن جایی که این موتورها اساساً موتورهای سنکرون هستند، می‌توانند توسط منبع PWM یا سینوسی، بدون کموتاسیون الکتریکی، راه‌اندازی شوند. وقتی مغناطیس دائم روی سطح روتور قرار گیرد، به دلیل اینکه نفوذپذیری مغناطیس دائم مشابه هوا است، به عنوان موتور سنکرون فاقد برجستگی رفتار می‌کند. با قرار دادن مغناطیس دائم در داخل مدار مغناطیسی روتور، این برجستگی، گشتاور رلوکتانسی مضاعفی ایجاد می‌کند که موجب فراهم شدن محدوده سرعتی بالا در عملکرد توان ثابت می‌شود. این موتورها عموماً ساده و ارزان هستند. آن‌ها با داشتن پتانسیل بالا برای رقابت با موتورهای القایی، امروزه در کاربری خودروهای الکتریکی و هیبریدی پذیرفته شده‌اند.

این موتورها دارای چگالی شار بالا در فاصله هوایی، نسبت توان به وزن بالا، نسبت گشتاور به اینرسی بالا، گشتاور صاف، گشتاور کنترل شده در سرعت صفر، گستره وسیع سرعت، ظرفیت گشتاور بالا، ضریب قدرت و بازده بالا هستند. موتورهای PMSM می‌توانند به گونه‌ای طراحی شوند که ضربان گشتاور در آن‌ها حتی از موتورهای BPM هم کمتر شود. اما موتورهای (PMSM) دارای این ویژگی مهم هستند که میدان مغناطیسی آن‌ها با افزایش مولفه جریان استاتور روی محور مستقیم  $d$  در جهت منفی، کاهش می‌یابد. بسیاری از طراحان در طراحی خود سطح شار مغناطیسی را در یک نقطه کار ثابت نگه می‌دارند و فقط هنگامی که به سرعت‌های بالا نیاز است از ناحیه تضعیف شار استفاده می‌کنند. اما با کاهش شار در هر سرعتی، هنگامی که گشتاور کمی مورد نیاز است، بازده عملکرد بهبود می‌یابد. پیشرفت‌های اخیر در مواد مغناطیسی کمیاب خاکی و الکترونیک قدرت، افق جدیدی را در طراحی، ساختار و کاربرد موتورهای سنکرون با آهنربای دائمی گشوده است. اخیراً محرکه‌های با موتورهای آهنربای دائم که از اینورترهای استاتیکی تغذیه می‌شوند، کاربرد وسیعی پیدا کرده‌اند. روتور موتورهای سنکرون

<sup>1</sup> Permanent Magnet Synchronous Motor (PMSM)

مغناطیس دائم می‌تواند دارای ساختارهای مختلفی باشد که مهمترین آنها روتور با مغناطیس درونی (IPM)، روتور با مغناطیس سطحی و روتور با مغناطیس دفن شده هستند.

در موتورهای با آهنربای درونی چون سطح قاب آهنربا از سطح قطب روی سطح روتور کوچکتر است، بنابراین چگالی شار در مدار باز از چگالی شار در آهنربا کمتر است. همچنین راکتانس محور  $d$  از راکتانس محور  $q$  کوچکتر است. چون شار مغناطیسی محور  $q$  بدون اینکه از تکه‌های آهنربا عبور کند، از مسیر فولاد می‌گذرد. در این نوع روتور، آهنربا به خوبی در مقابل نیروهای گریز از مرکز محافظت می‌شود. در نتیجه می‌توان از این ساختار در کاربردهای سرعت بالا استفاده نمود. مزیت بزرگ این ساختار قابلیت عملکرد مناسب در ناحیه شار کم است. البته به دلیل وجود گشتاور رلوکتانسی در این ساختار، ریبیل گشتاور در آن قابل توجه است و باید در محدوده مجاز کاربرد قرار گیرد. در موتورهای با آهنربای سطحی گاهی اوقات از یک استوانه با هدایت الکتریکی بالا و غیر مغناطیس استفاده می‌شود. این استوانه از عمل مغناطیس زدایی عکس العمل آرمیچر و نیروهای گریز از مرکز جلوگیری می‌کند. همچنین باعث فراهم آمدن گشتاور آسنکرون راه اندازی می‌شود و حتی به عنوان میراساز نیز عمل می‌کند. اگر از مواد مغناطیسی کمیاب حاکی استفاده شود، مقدار راکتانس‌های سنکرون محور  $d$  و  $q$  یکسان هستند و به همین علت گشتاور رلوکتانسی در این ساختار صفر بوده و گشتاور ریبیل کمتری هم وجود دارد. البته چگالی شار در این موتورها نسبت به موتورهای IPM کمتر است. در موتورهای با مغناطیس دفن شده، آهنرباها در شکاف‌های عمیق قرار داده شده‌اند. راکتانس سنکرون محور  $q$  از راکتانس محور  $d$  بزرگتر است. گشتاور آسنکرون راه اندازی هم می‌تواند توسط سیم پیچ قفسه‌ای (روتورهای ورقه ورقه) با قطب‌های برجسته فولاد یکپارچه تولید شود. در این نوع موتورها شفت باید غیرفرومغناطیس باشد تا شار مسیر خود را از طریق آن نیندد.

در خودروهای الکتریکی برای افزایش راندمان و برای اینکه مقادیر ولت-آمپر سیستم تغذیه و اینورتر در حد معقول و مطلوب باقی بمانند، لازم است موتور در ناحیه تضعیف شار عملکرد مناسبی داشته باشد. لذا ساختار IPM برای این کاربرد مناسبتر است. این موتور به راحتی می‌تواند برای اضافه بارهای تا سه برابر مقدار اسمی طراحی شود. البته باید ریبیل گشتاور آن با استفاده از روش‌های بهینه سازی در حد مجاز قرار داده شود.

امروزه موتورهای القایی کاربرد چندانی در خودروهای الکتریکی ندارند. چون عملکرد ماشین القایی در سرعت و قدرت بالا تنها با بالابردن حجم و وزن آنها ممکن بوده که این حجم و وزن بالا عملکرد نامطلوبی را برای خودرو ایجاد می‌کند.

با توضیحات ارائه شده، امروزه اکثر موتورهای الکتریکی به کار رفته در خودروهای الکتریکی از نوع سنکرون آهنربای دائم یا DC مغناطیس دائم هستند. در خودروهای الکتریکی، استفاده از موتورهایی با بازده بالا و تلفات کم، وزن و حجم کم در توان یکسان، ملاک مهمی است. وجود مشکلات مربوط به ماشین‌های DC معمول مانند عمر کوتاه و هزینه تعمیرات و نگهداری بالا سازندگان را بر آن داشت تا بیشتر به سمت استفاده از موتورهای دیگر بروند. از طرفی موتورهای سنکرون آهنربای دائم عموماً نسبت به موتورهای DC به خاطر ولتاژ کاری بالاتری که دارند، دارای تلفات مقاومتی کمتری نیز هستند. عملکرد عالی به همراه میزان قدرت بالا در ماشین‌های سنکرون مغناطیس دائم، آن‌ها را به راه حل و گزینه‌ای فعال جهت کاربرد در خودروهای الکتریکی تبدیل کرده است. با این حال از هزینه بالای مگنت‌های دائم نمی‌توان اجتناب کرد. با بررسی کلیه جوانب به این جمع بندی می‌رسیم که اولین و بهترین انتخاب موجود برای الکتروموتور مورد استفاده در این پروژه موتور آهنربای دائم از نوع سنکرون و یا موتور از نوع آهنربای دائم DC است.

در مقایسه میان دو نوع ماشین BLDC و ماشین PMSM باید توجه داشت که ساختار داخلی هر دو ماشین کاملاً مشابه یکدیگر است و تنها تفاوت‌های جزئی میان آن‌ها وجود دارد. مهم‌ترین تفاوت ساختاری دو ماشین را می‌توان شکل میدان مغناطیسی روتور و نوع سیم بندی آن‌ها در نظر گرفت که تلاش می‌شود تا در BLDC دوزنقه‌ای باشد و در PMSM سینوسی باشد. اما مزیت مهم ماشین‌های BLDC نسبت به ماشین‌های PMSM کنترل و مدار درایو بسیار ساده‌تر، گشتاور بالاتر و میزان آهنربای استفاده شده کمتر است. در عوض مقدار ریبیل گشتاور ماشین‌های BLDC نسبت به PMSM بیشتر است.

### ۳-۱-۳-۱۴- سامانه خاموش-روشن<sup>۱</sup>

در خودرو به سیستمی گفته می‌شود که به طور خودکار موتور درون‌سوز (ICE) را روشن و خاموش می‌کند تا با کاهش زمان کار در جای<sup>۲</sup> خودرو اندازه مصرف سوخت را کاهش دهد. این سامانه به ویژه برای شرایط ترافیک سنگین کارآمد است. در خودروهای غیر الکتریکی به این سیستم میکروهیبرید گویند. نصب دو سنسور روی جعبه دنده و بوستر، خاموش شدن خودرو در هنگام توقف و حرکت آن با کلاچ را امکان‌پذیر می‌کند.

این سامانه در حال حاضر در خودروهای هیبرید نیز وجود دارد و چیزی حدود ۵ الی ۱۰ درصد، مصرف سوخت در خودرو را کاهش می‌دهد.

<sup>۱</sup> Start-Stop System

<sup>۲</sup> Idle Stop

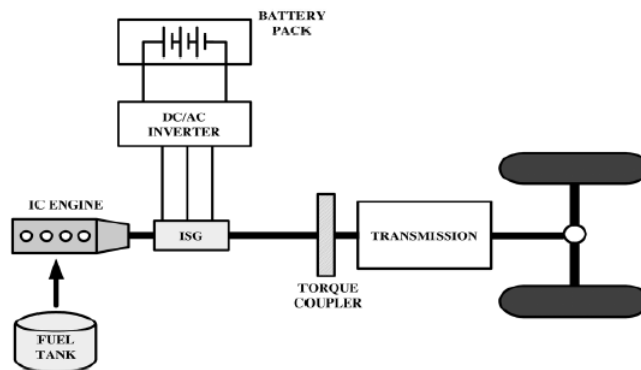


این سامانه چون در حال کار در جای ماشین، موتور درون سوز خودرو را خاموش می کند در کار سیستم خنک کننده خودرو هیبرید اختلال بوجود می آورد، به همین دلیل در خودرو هیبرید یک پمپ و سیستم خنک کننده مجزا که توسط یک موتور کار می کنند تعبیه شده است.

در برخی خودروهای هیبرید به جای ژنراتور واحد ژنراتور-راه انداز<sup>۱</sup> (ISG) قرار دارد و این امکان را به موتور درون سوز (ICE) می دهد که بلافاصله بعد از حرکت در جای خودرو و به صورت نرم راه اندازی شود.



شکل ۶۸- ISG تولید کمپانی DENSO



شکل ۶۹- شماتیک ISG در یک خودرو هیبرید

<sup>1</sup> Integrated Starter-Generator

۳-۱-۳-۱۵- کلاچ<sup>۱</sup>

در خودروهای الکتریکی هیبرید به دلیل وجود دو نیروی محرکه دو کلاچ وجود دارد. در این خودروها می توان فقط از نیروی محرکه ICE جهت حرکت خودرو استفاده کرد بنابراین در این صورت فقط کلاچ مربوط به ICE می بایست در مدار انتقال قدرت قرار گیرد یا به همین ترتیب در هنگام ترمز یا عملکرد خالص الکتریکی خودرو فقط میبایست کلاچ الکتریکی در مدار انتقال قدرت قرار گیرد. بنابراین در چنین خودروهایی جهت افزایش راندمان و مصرف بهینه سوخت، جداسازی این دو نیروی محرکه از یکدیگر یک امر ضروری است.

نیسان و هوندا دو کمپانی بودند که اولین بار از این سیستم دو کلاچ در خودرو استفاده کردند.

۳-۱-۳-۱۶- سیستم تهویه مطبوع الکتریکی<sup>۲</sup>، گرمکن<sup>۳</sup> و تهویه<sup>۴</sup> هیبرید در خودرو هیبرید (HVAC)

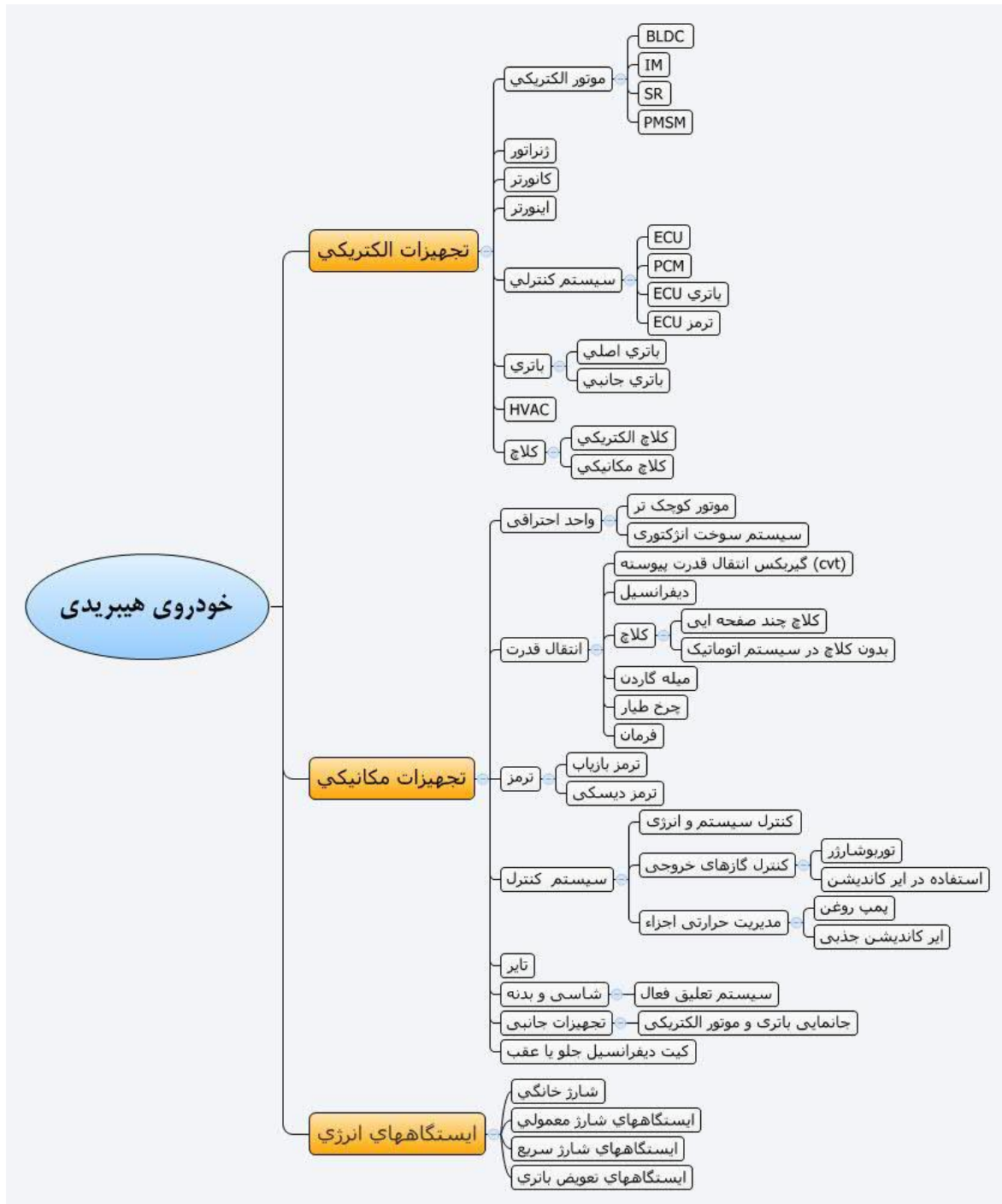
شبهه به یک خودرو هیبرید، سیستم HVAC در یک خودرو می تواند انرژی مورد نیاز خود را از دو منبع انرژی مختلف باتری و موتور احتراق درونی فراهم کند. بسته به میزان قدرت و بار در یک خودرو هیبرید (مانند Toyota Prius)، جهت صرفه جویی انرژی، سیستم HVAC انرژی مورد نیاز خود را از طریق باتری یا موتور احتراق درونی دریافت می کند. وجود سیستم HVAC الکتریکی در خودروهای هیبرید به این دلیل است تا زمانی که موتور احتراق درونی خودرو برای صرفه جویی در مصرف سوخت خاموش شد سیستم تهویه مطبوع بدون هیچ مشکلی به کار خود ادامه دهد. در (شکل ۷۰) درخت فن آوری های مرتبط با خودروهای هیبریدی را می توان مشاهده نمود.

<sup>1</sup> Clutch

<sup>2</sup> Air Conditioning

<sup>3</sup> Heating

<sup>4</sup> Ventilation



شکل ۷۰- درخت فناوری های خودروهای هیبریدی

### ۳-۱-۴- خودرو الکتریکی خالص<sup>۱</sup>

خودرو الکتریکی خالص (PEV) یا خودروی الکتریکی با نیروی محرکه باتری<sup>۲</sup> (BEV) خودروهایی هستند که در آنها نیروی محرکه مورد نیاز خودرو تنها از طریق باتری تامین می گردد. انرژی تغذیه کننده این موتورها مستقیماً از باتری موجود در خودرو گرفته می شود و خود باتری توسط منابع تغذیه خارجی شارژ میگردد. به همین دلیل میزان گازهای آلاینده خروجی این خودرو نزدیک به صفر است. بسیاری از خودروهای الکتریکی خالص نسل جدید قابلیت استفاده از انرژی ترمزی را دارند که با این عمل، راندمان خودرو افزایش می یابد. در هنگام ترمز موتور الکتریکی خودرو در وضعیت ژنراتور خود قرار می گیرد و انرژی جنبشی که تا پیش از این توسط گرما هدر می رفت به انرژی الکتریکی تبدیل می کند و از طریق سیستم الکترونیکی موجود در خودرو این انرژی در باتری ذخیره می گردد. بنابراین سه بخش الکتریکی این خودرو عبارتند از: کانورتر-اینورتر، باتری و موتور ژنراتور.

برخی از مزایای این خودرو به شرح زیر می باشد:

- مقدار انتشارات آلاینده های خودرو صفر است.
- گشتاور تولیدی نسبتاً بالای موتور الکتریکی این خودرو
- ارزان جهت رانندگی
- عملکرد ساکت و بی صدای خودرو
- راندمان این خودروها در قیاس با خودروهای معمولی به دلیل استفاده از انرژی ترمزی و همچنین عدم مصرف سوخت در وضعیت سکون خودرو (بدلیل طبیعت موتور الکتریکی) بسیار بالاتر می باشد.

اما از معایب این خودرو می توان به موارد زیر اشاره کرد:

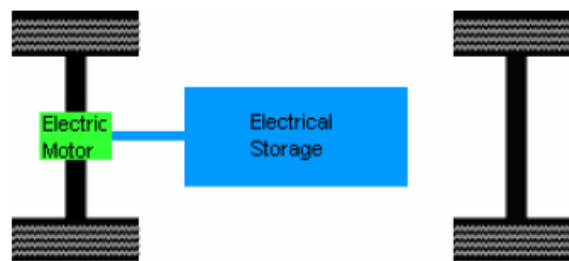
- هزینه اولیه نسبتاً بالا
- معمولاً در سایزهای کوچک وجود دارند.
- مدار مسافتی که با یک شارژ می توانند طی کنند محدود است.
- سرعت محدود دارند.

<sup>1</sup> Pure Electric Vehicle

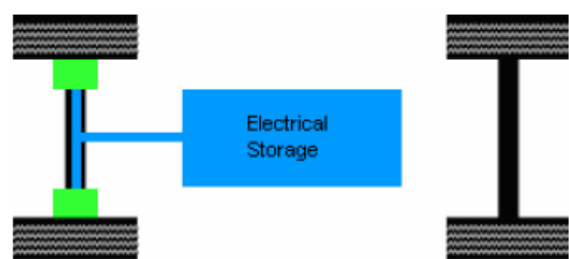
<sup>2</sup> Battery Electric vehicle

- سرعت شارژ باتری آنها بسیار پایین است.

دو تکنولوژی انتقال قدرت در خودروهای الکتریکی خالص وجود دارد. تفاوت این دو مدل در اندازه و محل قرار گرفتن موتور در خودروهای الکتریکی می باشد. قدرت در خودرو الکتریکی خالص از طریق یک موتور الکتریکی نسبتا بزرگ یا دو موتور الکتریکی کوچکتر که در داخل خود چرخها قرار دارند به چرخها انتقال داده می شود. مدل موتور مرکزی امروزه رایجتر می باشد زیرا بر اساس اصول تست شده خودرو کار می کند. همچنین در خودروهای بزرگ بدلیل آنکه موتور باید به اندازه کافی قوی باشد از مدل موتور مرکزی استفاده می کنند. مزیت وجود موتور در چرخها در حذف شفت انتقال دهنده قدرت و به دنبال آن کاهش تلفات و همچنین انجام بهتر عمل تولید انرژی از سیستم ترمز می باشد. این سیستم بیشتر در خودروهای کوچک استفاده می شود. عیب سیستم موتور در هر تایر خودرو در بالا رفتن وزن چرخها می باشد که متعابا مقدار اینرسی تایر ها افزایش می یابد و ممکن است موجب ناپایداری چرخها و همچنین خوردگی گوشه چرخها شود. یکی دیگر از معایب سیستم موتور در هر چرخ این موضوع است که هر شوک و ضربه ای که به تایر خودرو وارد شود به احتمال خیلی بالا به موتور نیز انتقال می باد و بنابراین احتمال خرابی آن بالا می رود. از طرفی به دلیل پیچیدگی بیشتر این مدل سیستم کنترلی آن پیچیده تر خواهد بود. به دلیل نواقص عنوان شده این احتمال وجود دارد که دو تایر در یک سرعت یکسان به گردش در نیایند.



شکل ۷۱- خودرو الکتریکی خالص با یک موتور مرکزی



شکل ۷۲- خودرو الکتریکی خالص با یک موتور در هر چرخ

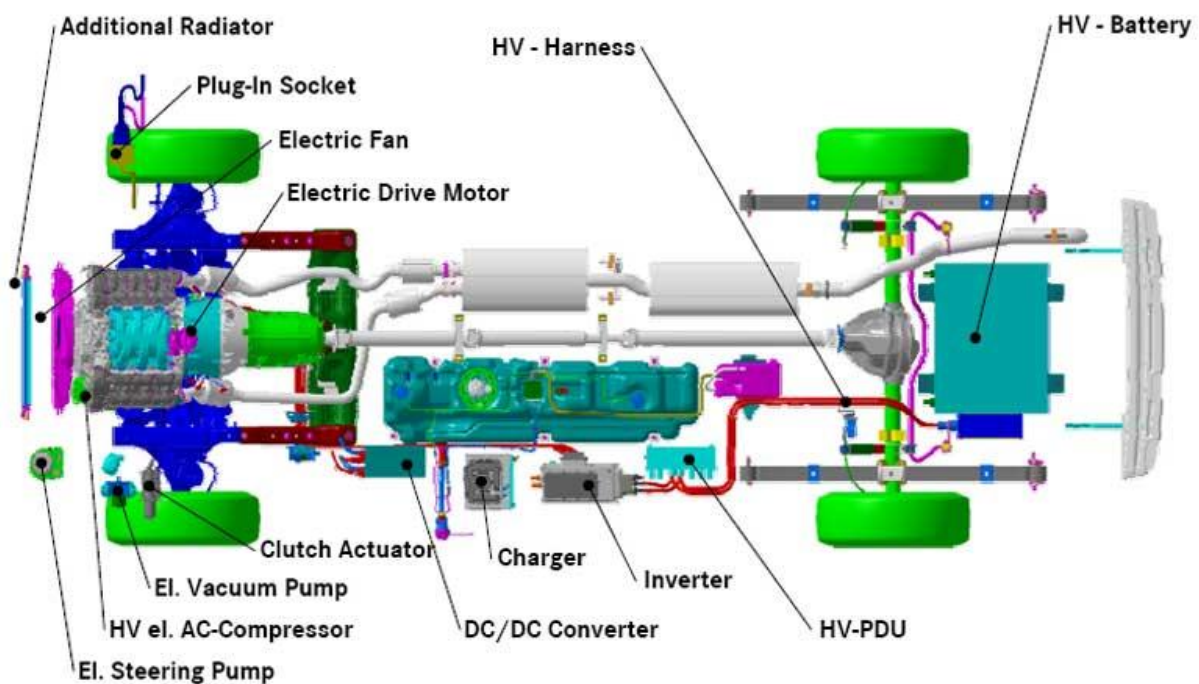


شکل ۷۳- تایر خودرو و موتور درون آن شرکت پورشه

### ۱-۴-۱-۳ اجزای خودرو برقی

اجزای تشکیل دهنده ساختار یک خودروی تمام الکتریکی، بسیار مشابه با یک خودروی هیبریدی می‌باشد که در بخش قبل به طور مفصل تشریح شدند. در ادامه به تفاوت‌های موجود مابین طرح کلی خودروهای تمام الکتریکی با خودروهای هیبریدی اشاره شده و در ادامه درخت فناوری این نوع خودرو رسم خواهد شد.

در یک خودروی تمام الکتریکی، شماتیک اجزاء به صورت شکل زیر می‌باشد:



شکل ۷۴- شمای کلی از اجزاء تشکیل دهنده خودروی برقی

### مهمترین اجزاء مکانیکی تشکیل دهنده در خودروی الکتریکی عبارتند از:

✓ ترمز احیاء کننده یا بازیاب

✓ سیستم تعلیق فعال

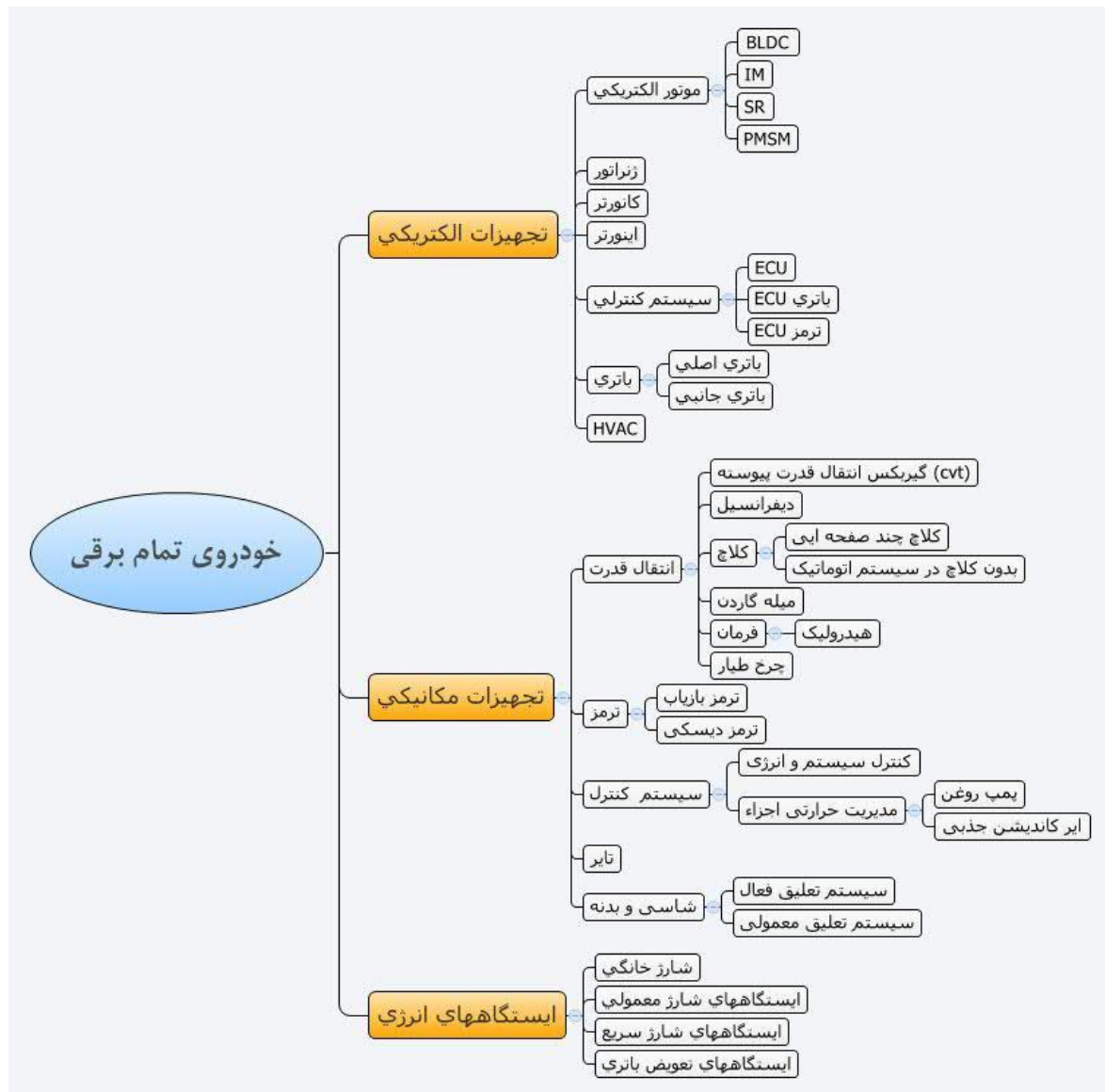
✓ گیربکس CVT یا معمولی (در صورت استفاده از گیربکس)

✓ فرمان هیدرولیک

✓ تایرها با ویژگی‌های مربوطه

در مورد سیستم‌های ترمز احیاءکننده، گیربکس CVT، سیستم تعلیق فعال و مشخصات تایرها در خودروهای هیبریدی به‌طور کامل توضیح داده شد. در خودروهای برقی هم دقیقاً همان تجهیزات و تکنولوژی‌های موجود در خودروهای هیبریدی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در (شکل 75) درخت فن‌آوری خودروهای الکتریکی خالص را می‌توان مشاهده نمود.



شکل ۷۵- درخت فن آوری خودروهای الکتریکی خالص

### ۳-۱-۵- ایستگاه شارژ

با گسترش خودروهای الکتریکی، نیاز مبرمی به ایستگاه‌های شارژ الکتریکی که به صورت عمومی باشند احساس می‌شود، که برخی از آن‌ها شارژ سریع‌تر در ولتاژ و جریان بالاتر از سطح خانگی را در اختیار قرار بدهند. بسیاری از ایستگاه‌های شارژ در خیابان‌ها قرار دارند که توسط کمپانی‌های الکتریکی اداره می‌شوند. در ادامه به وضعیت ایستگاه‌های شارژ در سراسر جهان و استانداردها و موارد ایمنی و تکنولوژی‌ها در ایستگاه‌های شارژ پرداخته می‌شود.



در دسامبر سال ۲۰۱۲، حدود ۵۰ هزار ایستگاه شارژ آهسته در آمریکا، اروپا، چین و ژاپن استفاده می‌شد که این عدد در سپتامبر سال ۲۰۱۳، به ۳۰۷۳ ایستگاه شارژ رسید. کشور استونی به عنوان اولین و تنها کشوری است که در دسامبر ۲۰۱۳ شبکه شارژ خودروهای الکتریکی را در سراسر کشور پوشش داد. در این کشور ۱۶۵ ایستگاه شارژ سریع در مناطق شهری و بزرگراه‌ها قرار دارد.

### ۳-۱-۵-۱- ایمنی در ایستگاه‌های شارژ

اگرچه بسیاری از خودروهای الکتریکی قابلیت شارژ توسط برق خانگی را دارند، ولی ایستگاه شارژ برای تعداد بیشتری خودرو در دسترس قرار دارد و دارای مکانیزم حسگر اتصال به منظور قطع اتصال هنگام پایان عمل شارژ شدن است. دو نوع سنسور ایمنی وجود دارد:

۱. سنسورهای سیمی فیزیکی اضافی که یک سیگنال فیدبک را فراهم می‌کند. این سنسورها توسط استاندارد (SAE

J1772 و IEC 62196) مشخص می‌شوند و سبب افزایش پهن‌های اتصال دهنده است.

۲. سنسورهای جریانی که نشانگر توان مصرفی هستند و عمل شارژ تا زمانی ادامه می‌یابد که جریان از حد مشخصی کمتر نشود.

سنسورهای سیمی عکس‌العمل سریع‌تری نشان می‌دهند و هزینه ساخت و پیاده‌سازی پایینی دارند در حالی که سنسورهای جریانی می‌توانند همراه اتصال‌های استاندارد استفاده شوند و به سهولت میزان مصرف را در اختیار تولید کننده قرار می‌دهد.

### ۳-۱-۵-۲- استانداردهای ایستگاه‌های شارژ

در اصطلاح فنی SAE<sup>۱</sup> به شارژ تحت ولتاژ ۲۲۰ ولت AC شارژ سطح دو و به شارژ تحت ولتاژ ۵۰۰ ولت DC شارژ سریع DC گفته می‌شود. دارندگان خودروی الکتریکی می‌توانند ایستگاه شارژ سطح دو را در خانه خود راه اندازی کنند.

استاندارد SAE J-1772 بیانگر استانداردهای مورد نیاز برای سوکت‌های اتصال و ایستگاه‌های شارژ است؛ این استاندارد شامل سه سطح ولتاژی است:

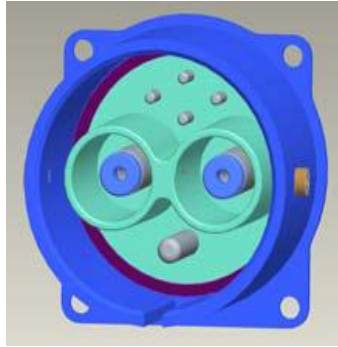
✓ سطح ۱: ۱۲۰ ولت AC

✓ سطح ۲: ۱۲۰ ولت و ۲۴۰ ولت AC

✓ سطح ۳: ولتاژ DC تا ۶۰۰ ولت و جریان ۵۵۰ آمپر

<sup>1</sup> - Society of Automotive Engineers

سوکت‌های اتصال سطوح یک و دو در محدوده شارژ کند قرار می‌گیرند. سوکت اتصال سطح سه برای شارژ سریع استفاده می‌شوند. سوکت سمت خودرو الکتریکی برای اتصال سطح سه در زیر نشان داده شده است:



شکل ۷۶- نمونه‌ای از سوکت مورد استفاده در ایستگاه شارژ

در شارژ سطح یک و دو، شارژر متصل به خودرو تغذیه می‌شود و توسط آن باتری شارژ می‌شود؛ در حالی که در شارژ سطح سه، باتری مستقیماً شارژ می‌شود. لازم به ذکر است که سطح دوم نیز قادر به شارژ DC می‌باشد (منوط به وجود تجهیزات اضافی موردنیاز).

طبق استاندارد (IEC 60038) جهت شارژ خودرو الکتریکی ولتاژ ۶۹۰ ولت AC و ۱۰۰۰ ولت DC در نظر گرفته می‌شود. این استاندارد، برخلاف استاندارد SAE J1772 سطوح شارژی متفاوتی را معرفی می‌کند. هماهنگی بین این دو استاندارد نیز در حال پیشرفت است. استانداردهای دیگری نیز در زمینه شارژ خودروهای الکتریکی موجود است که به فراگیری دو مورد فوق نیستند، مثل استاندارد JARI مربوط به کشور ژاپن و سایر موارد از این قبیل.

کمیته IEC<sup>۱</sup> مدهای زیر را برای شارژ تعریف می‌کند:

- ✓ مود ۱: شارژ آهسته از طریق سوکت الکتریکی معمولی تک فاز یا سه فاز
- ✓ مود ۲: شارژ آهسته از طریق سوکت معمولی که دارای بعضی ادوات حفاظتی مخصوص خودرو الکتریکی است.
- ✓ مود ۳: شارژ آهسته یا سریع از طریق سوکت دارای چند پین مخصوص خودرو الکتریکی به همراه عملیات‌های کنترلی و حفاظتی (این عملیات‌ها در استانداردهای SAE J1772 و IEC62196 آمده‌اند)
- ✓ مود ۴: شارژ سریع از طریق تکنولوژی‌های خاص شارژ خودرو الکتریکی مانند CHAdeMO

<sup>1</sup> - International Electrotechnical Commission

ضمناً سه نوع اتصال نیز وجود دارد:

✓ مورد A: هر شارژی که به خط اصلی متصل است (کابل خط اصلی به شارژر متصل است). معمولاً این مورد مرتبط با مود ۱ و ۲ است.

✓ مورد B: شارژر خودرو به صورت onboard به همراه کابل اصلی تغذیه که قابلیت جدا شدن از تغذیه و وسیله را دارد. معمولاً این مورد مرتبط با مود ۳ است.

✓ مورد C: ایستگاه شارژ عمومی با شارژ DC برای خودروها. کابل اصلی تغذیه به صورت ثابت به ایستگاه شارژ متصل می‌شود. معمولاً این مورد مرتبط با مود ۴ است.

انواع سوکت‌ها نیز به صورت زیر می‌باشند:

✓ نوع ۱: اتصال دهنده تک فاز خودرو که بر اساس استاندارد SAE J1772/2009 است.

✓ نوع ۲: اتصال دهنده تک فاز و سه فاز خودرو که بر اساس استاندارد VDE-AR-E 2623-2-2 است.

✓ نوع ۳: اتصال دهنده تک فاز و سه فاز خودرو که مجهز به حایل امنیتی که بر اساس پیشنهاد شرکت EV Plug Alliance است.

✓ نوع ۴: اتصال دهنده شارژ سریع برای سیستم‌های خاص مثل CHAdeMO

#### مود ۱: سوکت خانگی

در این مود، خودرو الکتریکی از طریق سوکت‌های خروجی استاندارد آن منطقه (بسته به هر کشور ممکن است جریان استاندارد تا حدود ده آمپر باشد) به شبکه برق متصل می‌شود. جهت استفاده از مود ۱ سیستم برق‌رسانی باید دارای سیستم زمین (نول) مناسب به همراه مدارشکن<sup>۱</sup> جهت مقابله با اضافه بار بوده و پایداری ولتاژ مناسبی (ولتاژ با سطح تثبیت شده) داشته باشد. سوکت‌ها دارای تجهیزاتی هستند که به منظور جلوگیری از برخوردهای ناخواسته از سوکت فاصله دارند.



شکل ۷۷- مود ۱ شارژ خودرو

<sup>۱</sup> - Circuit Breaker

در این مود محدودیت‌هایی وجود دارد که در ادامه به آن اشاره می‌شود.

### محدودیت‌های مود ۱:

اولین محدودیت توان در دسترس است؛ که به علل زیر این توان محدودیت در نظر گرفته می‌شود:

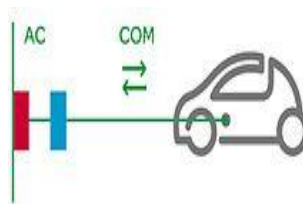
- به علت استفاده از سوکت و کابل‌ها تحت بار ماکزیمم (حدود ۸ تا ۱۶ آمپر بسته به نوع کشور) در طول ساعات زیاد، گرمای زیادی در سوکت بوجود می‌آید.

- خطر آتش‌سوزی و صدمات جانی در صورت خطا در تجهیزات حفاظتی

دومین محدودیت مربوط به مدیریت توان نصب شده است. در صورتی که چندین سوکت مربوط به خانه‌های مختلف که از یک فیدر تغذیه می‌شوند، بار زیادی مصرف کنند (در حدود ۱۶ آمپر)؛ آنگاه عنصر حفاظتی فیدر عمل می‌کند و مدار را قطع می‌کند. تمامی موارد بالا توان مصرفی در مود ۱ را به علت مشکلات کیفیت توان و ایمنی محدود می‌کنند. این محدوده معمولاً تا ۱۰ آمپر در نظر گرفته می‌شود.

### مود ۲: مصرف خانگی به همراه ادوات حفاظتی

در این مود، خودرو الکتریکی از طریق سوکت‌های خروجی خانگی به شبکه وصل می‌شود. عمل شارژ توسط سیستم تک فاز یا سه فاز و وجود سیستم زمین انجام می‌شود. یک عنصر حفاظتی در داخل کابل قرار می‌گیرد که موجب گران بودن این مود می‌شود.



شکل ۷۸- مود ۲ شارژ خودرو

### مود ۳: سوکت مخصوص در مصرف عمومی

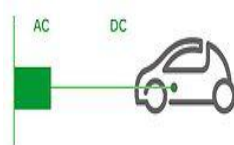
در این مود، خودرو الکتریکی از طریق سوکت‌های مخصوص به صورت مستقیم از طریق ایستگاه شارژ عمومی به شبکه وصل می‌شود. عملیات کنترل و حفاظت در ایستگاه شارژ صورت می‌گیرد. این مود شارژ تنها مودی است که استانداردهای کاربردی در زمینه تثبیت ولتاژ را ارضا می‌کند.



شکل ۷۹- مود ۳ شارژ خودرو

#### مود ۴: اتصال DC یا شارژ سریع

خودرو الکتریکی توسط یک شارژر خارجی به شبکه متصل می‌شود. تجهیزات کنترل و حفاظت و کابل، به صورت ثابت در ایستگاه شارژ قرار می‌گیرد.



شکل ۸۰- مود ۴ شارژ خودرو

#### ۳-۱-۵-۳- ساختار و تکنولوژی ایستگاه‌های شارژ

ایستگاه‌های شارژ بسته به نوع شارژر که در بخش قبل توضیح داده شد؛ دارای سه دسته‌بندی کلی ایستگاه شارژ سطح ۱، ایستگاه شارژ سطح ۲ و ایستگاه شارژ سریع DC تقسیم می‌شوند.



شکل ۸۱- ایستگاه‌های شارژ سطح یک و دو و سریع

همان‌طور که شرح داده شد، در شارژ سطح یک و دو برق AC ورودی توسط شارژری که روی خودرو تعبیه شده به برق DC تبدیل می‌شود ولی در شارژ سریع این شارژر روی خودرو بای پس می‌شود و باتری مستقیماً به شارژر ایستگاه شارژ سریع متصل می‌شود.

حال به سراغ اطلاعاتی در موردت تجهیزات تغذیه خودرو الکتریکی (EVSE)<sup>۱</sup> در ایستگاه‌های شارژ می‌رویم. در ایستگاه‌های شارژ سطح یک معمولاً خودروها توسط یک کابل که به صورت قابل حمل است و همراه خودرو می‌باشد و توسط کانکتور استاندارد (J1772)؛ مطابق شکل زیر به ایستگاه شارژ متصل می‌شوند. شکل سوکت و کانکتور که در شارژ سطح یک و البته سطح دو استفاده می‌شود نیز در (شکل ۸۳) نشان داده شده است.



Neighborhood EV at Level 1 EV charging station

شکل ۸۲- نمایی از اتصال خودرو الکتریکی به ایستگاه شارژ سطح ۱



کانکتور شارژ سطح یک و دو استاندارد J1772



سوکت شارژ روی خودرو

شکل ۸۳- نمایی از کانکتور و سوکت شارژ خودرو

<sup>1</sup> - Electrical Vehicle Supply Equipment

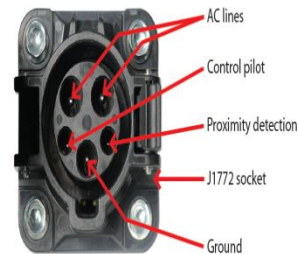
در ادامه اشاره خواهد شد که سرعت شارژ سطح یک بسیار پایین است و لذا در حال حاضر، بیشتر از شارژ سطح دو استفاده می‌شود.

ایستگاه‌های شارژ سطح دو در قالب طرح‌های متنوعی ساخته می‌شوند؛ مثل: ایستگاه‌های شارژ روی سطح زمین، ایستگاه‌های شارژ دیواری، ایستگاه‌های شارژ متصل به سقف.

در ایستگاه‌های شارژ سطح دو کابل به ایستگاه شارژ متصل است و شبیه به شارژ سطح یک نیست. ولی کانکتورهای شارژ J1772 در شارژ سطح دو نیز کارایی دارند. جزئیات بیشتر در مورد اجزای کانکتور و شارژ سطح یک و دو در (شکل ۸۴) قابل ملاحظه است.



جزئیات کانکتور شارژ سطح یک و دو



جزئیات سوکت شارژ روی خودرو

#### شکل ۸۴- جزئیات و اجزاء کانکتور و سوکت

همان‌طور که مشخص است، کانکتور و سوکت دارای پین‌های مختلفی هستند که دو پین بالا مربوط به برق AC می‌باشند و یک پین زمین و یک پین اندازه‌گیر شارژ و نهایتاً یک پین کنترل در آن‌ها تعبیه شده است. کانکتور از طریق قفل<sup>۱</sup> و قسمت جزء برآمدگی (نری) محکم به سوکت وصل می‌شود.

<sup>۱</sup> - Latch



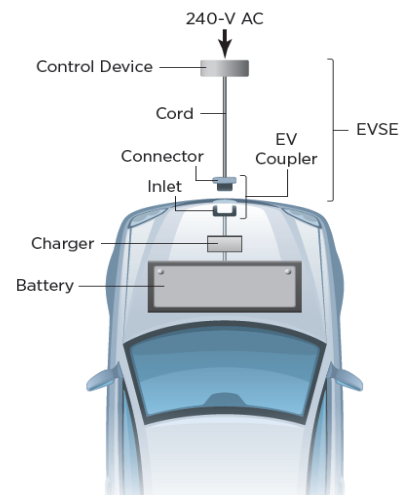
ب) ایستگاه شارژ عمودی با کابل جمع شونده



الف) ایستگاه شارژ با بازوی قابل انعطاف



د) ایستگاه شارژ متصل به سقف



ج) شماتیک شارژ خودرو در سطح دو

### شکل ۸۵- نمونه‌هایی از ایستگاه شارژ سطح دو و شماتیک شارژ خودرو

در ایستگاه‌های شارژ سریع از کانکتور و کابل شارژ سطح یک و دو نمی‌توان استفاده کرد. در این نوع شارژ از کانکتورهای شارژ استاندارد CHAdeMO که برای دو شرکت نیسان و میتسوبیشی است، استفاده می‌شود. هم‌اکنون محققان مشغول تولید کانکتورهای پیشرفته J1772 که به آن (J1772 combo connector) گفته می‌شود می‌باشند. این کانکتور قابلیت استفاده در هر سه نوع شارژ را دارد.

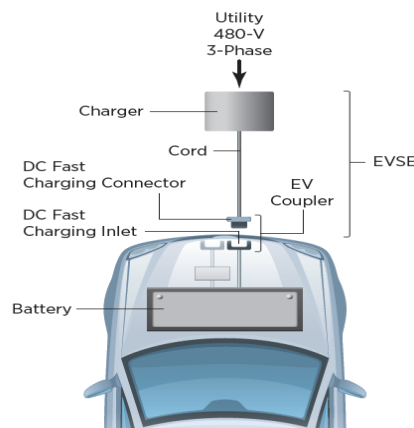
کابل مورد استفاده در ایستگاه‌های شارژ سطح دو دارای قطر ۰٫۷۵ اینچ است در حالی که کابل مورد استفاده در شارژ سریع دارای قطر یک اینچ هستند و لذا کاربری آن‌ها کمی سخت‌تر است. در (شکل ۸۶) تفاوت‌های کانکتور شارژ استاندارد J1772 و CHAdeMO را می‌توان ملاحظه کرد.





شکل ۸۶- کانکتور CHAdeMO در کنار کانکتور J1772

در (شکل ۸۷) نیز شماتیک شارژ خودرو در شارژ سریع DC ملاحظه می‌شود. ضمناً درگاه ورودی خودرو نیز نشان داده شده است که درگاه سمت چپی مخصوص شارژ سریع و درگاه سمت راستی مخصوص شارژ سطح یک و دو است. ملاحظه می‌شود که درگاه شارژ سریع مستقیماً به باتری وصل می‌شود و شارژر تعبیه شده روی خودرو در این حالت بای پس می‌شود.



شماتیک شارژ DC



سوکت خودرو سوکت سمت چپ برای استاندارد CHAdeMO و

سوکت سمت راست برای استاندارد J1772 است

شکل ۸۷- شماتیک شارژ DC و نمایی از سوکت روی خودرو

### ۳-۱-۴- مقایسه انواع مختلف شارژ

محل نصب ایستگاه‌های شارژ یکی از تمایزات ایستگاه‌های شارژ است. مکان‌های نصب ایستگاه‌های شارژ بر اساس نوع آن‌ها را می‌توان در (جدول ۱۴) مشاهده نمود.

## جدول ۱۴- مکان ایستگاه‌های شارژ بر اساس انواع آن

	Charging Station Type		
	Level 1	Level 2	Level 3
<b>Residential</b>			
Single family houses .....	X	X	
Multi-family units .....	X	X	
<b>Commercial/Employment Centers</b>			
Private (Office complexes, business campuses) .....	X	X	
Commercial/Retail (fleet and delivery services) .....	X	X	
Public access (airports, hotels, grocery stores, hospitals, shopping malls and entertainment) .....	X	X	X
Government, universities, and municipal facilities .....	X	X	
Transit hubs .....		X	X
Fueling stations .....		X	X
<b>Public</b>			
Parking structures/lots .....	X	X	X
Street .....		X	X
Interstate and highways .....			X

در (جدول ۱۵) مقایسه جامع بین شارژهای مختلف به عمل آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود شارژ سریع دارای سرعت شارژ بالاتر و توان بالاتری نسبت به شارژهای دیگر است.

## جدول ۱۵- مقایسه شارژهای سه گانه

Characteristic	Level1	Level2	Dc fast charge
Voltage	120V	208 or 240V	Up to 500V
Type of current	AC	AC	DC
Typical output	1.4kW	3.6 or 7.2kW	50kW
Maximum output	1.9kW	19.2kW	50kW
Charge time	12h	2.5-5 h	20min
Connector	J1772	J1772	CHAdEMO

## ۳-۱-۵-۵- مبادله توان خودرو با شبکه

محدوده ظرفیت باتری PEV عموماً در حدود ۲ کیلووات تا ۱۷ کیلووات است که این مقدار در حدود مصرف توان یک خانه مسکونی می‌باشد. با توجه به این که زمان شارژ اغلب ساعت‌ها به طول می‌انجامد، انرژی مورد نیاز روزانه PEV در حدود ۵ تا ۴۰ کیلووات ساعت می‌باشد. مصرف توان شارژ PEV تابعی از ولتاژ و جریان شارژر می‌باشد. شارژ PEVها می‌تواند کنترل شده یا غیرکنترل شده باشد. بر اساس مطالعات صورت گرفته صاحبان خودروها به محض رسیدن به منزل PEV خود را برای شارژ به شبکه متصل می‌کنند و باعث بروز پیک عصرگاهی می‌شوند. یک روش مؤثر برای مدیریت شارژ PEV از طریق

استفاده از تعرفه‌های زمان استفاده<sup>۱</sup> خانگی می‌باشد. شرکت‌های برق زیادی نرخ‌های TOU را برای مصرف‌کنندگان خود پیشنهاد داده‌اند. واکنش مصرف‌روشن سودمند دیگری در رابطه با بار PEV می‌باشد که از طریق آن شرکت‌های برق قادر به ایجاد وقفه در مصرف PEV در ساعات اوج مصرف هستند.

نوع دیگری از شارژ کنترل شده را می‌توان به نام شارژ هوشمند دسته‌بندی نمود که به کمک AMI و سیستم‌های نرم‌افزاری کاربردی پیاده‌سازی کرد، به طوریکه پریزهای مخصوص شارژ PEV و بارهای خانگی می‌توانند وصل و یا قطع شوند. یک شکل از شارژ هوشمند، روشن شارژ یک در میان<sup>۲</sup> می‌باشد. واحدهای کنترل PEV اطلاعات بار ترانسفورماتور توزیع را پایش کرده و به صورت پیوسته آن را با بار از پیش تعیین شده‌ای مقایسه می‌کند. اگر بار ترانسفورماتور کمتر از مقدار تعیین شده باشد، PEV شارژ می‌شود. اما اگر بار ترانسفورماتور بیش از مقدار تعیین شده باشد شارژ PEV تا زمانیکه بار ترانسفورماتور به کمتر از مقدار آستانه برسد، با تأخیر انجام می‌شود. کنترل بار خانگی تقریباً مشابه روشن شارژ یک در میان می‌باشد، چراکه بارهای غیربحرانی زمانیکه PEV در حال شارژ است را قطع می‌کند. در این روش می‌بایستی تمامی بارهای خانگی به صورت بلادرنگ<sup>۳</sup> پایش شوند.

PHEVها خطری جدی برای پایداری سیستم هستند زیرا بار شارژ آن‌ها با مصرف پیک همزمان است. شارژ مدیریت شده، بار شارژ PHEV را از ساعات اوج مصرف به غیرپیک منتقل کرده، پایداری سیستم را حفظ کرده و هزینه‌های عملکردی را کاهش می‌دهد.

با توجه به مطالب ارائه شده، می‌توان PHEV متصل به شبکه را از لحاظ جهت توان به صورت زیر می‌توان دسته‌بندی نمود.

#### ➤ شبکه به خودرو<sup>۴</sup>

اثر اتصال هزاران PHEV را نمی‌توان به صورت دقیق به کمک عواملی نظیر سائز باتری، زمان شارژ و بازدهی تعیین نمود. بنابراین تحقیق و توسعه در این زمینه در حال حاضر در حال انجام است. به منظور بهره‌برداری بهینه از PHEV به عنوان G2V آموزش مصرف‌کنندگان بسیار مهم است. آن‌ها باید از این واقعیت آگاه شوند که شارژ باتری در طول شب زمانی که بار

1- TOU: Time-Of-Use

2- Stagger

3- Real Time

4- G2V: Grid To Vehicle

پایه تغذیه می‌شود، می‌تواند وضعیت شبکه را بهبود ببخشد. مطالعات نشان داده است که اگر حتی نفوذ ۵۰٪ PHEVها در شبکه قدرت صورت گیرد، احتیاجی به ظرفیت تولید اضافی یا نیروگاه جدید نمی‌باشد.

### ➤ خودرو به شبکه<sup>۱</sup>

مفهوم خودرو به شبکه این است که انرژی ذخیره شده در PHEV می‌تواند جهت استفاده به شبکه بازگردانده شود. تکنولوژی V2G با فرض گسترش استفاده از PHEVها، می‌تواند بار پیک را زمانی که خودروها در خیابان‌ها نیستند، تأمین نماید. مزیت سیستم V2G باعث سرمایه‌گذاری بیشتر بر روی باتری‌های PHEVها شده است.

به طور متوسط یک ماشین یک ساعت در روز استفاده می‌شود و در مابقی زمان‌ها در پارکینگ بدون استفاده می‌ماند. در عمل مقدار توان دریافت شده از خودرو تقریباً برابر ۱۰ تا ۲۰ کیلووات است. اتصال V2G می‌تواند واسطه سریعی بین سیستم قدرت و سیستم ذخیره باتری PHEV را فراهم کند. این سیستم می‌تواند توان اکتیو و راکتیو به سیستم توزیع تزریق کند در حالی که تنها توان اکتیو در باتری‌ها ذخیره شده است.

خودروهای V2G جهت کاربردهای انرژی پراکنده<sup>۲</sup> می‌تواند تنظیم ولتاژ و فرکانس، رزرو گردان و مدیریت سمت تقاضای الکتریکی<sup>۳</sup> را تأمین کند. کارکردهای V2G می‌تواند به دو دسته سرویس‌های محلی<sup>۴</sup> و سرویس‌های منطقه گسترده<sup>۵</sup> تقسیم گردد. سرویس‌های محلی شامل تأمین توان پشتیبان برای خانه یا محل کار، تثبیت ولتاژ یا بهبود کیفیت توان می‌باشد. سرویس‌های منطقه گسترده شامل ارائه خدمات جانبی برای شبکه می‌باشد.

مزایای زیادی برای کاربرد V2G وجود دارد که می‌توان به بهبود امنیت، بهبود قابلیت اطمینان، تأثیر بر تولید و مسائل زیست محیطی اشاره نمود. اینورتر V2G می‌تواند با سرعت بیشتری در مقایسه با گاورنر توربوژنراتورها به کاهش تأثیر اغتشاشات کمک کند. علاوه بر مزایای ذکر شده در استفاده از V2G مشکلاتی در این زمینه وجود دارد که مهمترین این موارد شامل پیش‌بینی V2G، ظرفیت تجهیزات در شبکه توزیع و تأثیر بر عملکرد و کنترل شبکه توزیع می‌باشد.

<sup>1</sup> - V2G: Vehicle To Grid

<sup>2</sup> - Distributed Energy

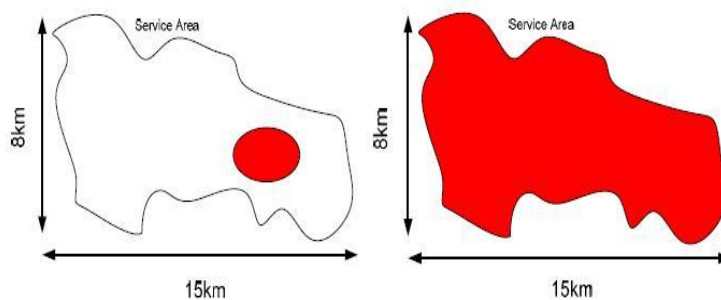
<sup>3</sup> - Electrical Demand Side Management

<sup>4</sup> - Local Services

<sup>5</sup> - Broad Area Services

### ۳-۱-۵-۶- نمونه‌ای از نیاز به شارژ سریع بجای شارژ کند در مقبولیت خودرو

شرکت برق توکیو (TEPCO) از اکتبر سال ۲۰۰۷ یک مطالعه یک ساله در زمینه زیرساخت شارژ سریع را ایجاد کرد. شرکت TEPCO خودروهای درونسوز معمولی را به منظور کاهش آلودگی، افزایش راندمان، کاهش هزینه تعمیر و نگهداری و کاهش مصرف سوخت با خودروهای الکتریکی تعویض کرد. مراکز سرویس خودروهای بنزینی در هر ۸ الی ۱۰ کیلومتر، موجود بودند. در آن سال، خودروهای الکتریکی در طول شب در ایستگاههای شارژ کند TEPCO شارژ می‌شدند؛ ولی پس از چند ماه شرکت TEPCO به این پی برد که مراکز سرویس خودروهای الکتریکی درصد کمی از محدوده کل را پوشش می‌دادند (مطابق شکل زیر). بنابراین مطالعه‌ای به منظور نصب ایستگاههای شارژ سریع به منظور شارژ خودروهای الکتریکی در طول روز صورت گرفت. در مارس ۲۰۰۸ و پس از نصب ایستگاههای شارژ سریع، خودروهای الکتریکی قادر به دریافت سرویس در تمامی محدوده (شبهه به خودروهای بنزینی) بودند. عجیب این بود که شرکت TEPCO اعلام کرد که از ایستگاههای جدید، با صرفه-جویی استفاده می‌شد. این نشان‌دهنده پدیده‌ای به نام نگرانی از مسافت (Range Anxiety) است. در اینجا، با دانستن اینکه خودروی الکتریکی می‌تواند در طول روز، شارژ شود، راننده با قوت قلب احساس می‌کند که گیر نمی‌افتد. قبل از نصب ایستگاههای شارژ جدید، خودروهای الکتریکی جهت شارژ مجدد دارای وضعیت شارژ بیش از ۵۰ درصد بودند در حالی که پس از نصب ایستگاههای شارژ جدید وضعیت شارژ خودروها به کمتر از ۵۰ درصد رسید. اینها فقط دلایل روانی اثراتی است که ایستگاههای شارژ سریع می‌گذارند. لذا ایستگاههای شارژ سریع دری به یک دنیای دنیای جدید برای خودروهای الکتریکی گشودند.



شکل ۸۸- روند تغییرات درصد پوشش ایستگاههای شارژ از اکتبر ۲۰۰۷ تا مارس ۲۰۰۸ در توکیو

### ۳-۱-۵-۷- زمان شارژ خودرو در شارژهای مختلف

ظرفیت باتری خودرو الکتریکی در حدود ۲۰ کیلووات ساعت که پاسخ گوی ۱۰۰ کیلومتر مصرف خودرو است. شرکت ژنرال موتورز باتری با ظرفیت ۶۰ تا ۸۵ کیلووات ساعت را تولید کرده که مسیری به طول ۴۵۰ کیلومتر را می‌تواند تغذیه کند.

خودروهای الکتریکی هیبریدی (دارای موتور بنزینی و باتری هستند) دارای باتری ۳ تا ۵ کیلووات ساعت هستند که حدود ۲۰ تا ۴۰ کیلومتر را می‌توانند توسط بخش برقی و بدون استفاده از بخش بنزینی طی کنند.

از آنجایی که ظرفیت خودروهای الکتریکی محدود هستند، لذا هر خودرو الکتریکی به طور متوسط روزی ۲ تا ۳ مرتبه باید شارژ شود. در عمل، رانندگان خودروهای خود را هنگام شب به شارژ می‌زنند و هنگام صبح خودرو شارژ شده است.

برای شارژ معمولی (۳ کیلووات)، سازندگان خودرو، یک شارژر را در داخل خودرو طراحی کرده‌اند. یک کابل شارژ جهت اتصال آن به برق ۲۳۰ ولت AC شبکه استفاده می‌شود.

جهت شارژ سریعتر (۲۲ کیلووات، ۴۳ کیلووات و بالاتر)، سازندگان خودرو دو راه حل را انتخاب کرده‌اند:

استفاده از شارژر ساخته شده در خودرو که برای شارژ ۳ تا ۴۳ کیلووات در ولتاژ ۲۳۰ ولت تکفاز یا ۴۰۰ ولت سه فاز طراحی شده است.

استفاده از شارژر خارجی که جریان AC را به جریان DC تبدیل می‌کند و خودرو را در توان ۴۴ کیلووات، شارژ می‌کند.

(جدول ۱۶) بیانگر زمان شارژ در حالت‌های مختلف است:

جدول ۱۶ - زمان شارژ خودرو در شارژهای مختلف

Charging time	Power supply	Voltage	Max current
6-8 hours	- 3.3 kW Single phase	230 VAC	16 A
2-3 hours	- 10 kW Three phase	400 VAC	16 A
3-4 hours	- 7 kW Single phase	230 VAC	32 A
1-2 hours	- 24 kW Three phase	400 VAC	32 A
20-30 minutes	- 43 kW Three phase	400 VAC	63 A
20-30 minutes	- 50 kW Direct current	400 - 500 VDC	100 - 125 A

### ۳-۱-۵-۸- ایستگاه تعویض باتری

در این طرح، باتری خالی شده خودرو در ایستگاه‌های تعویض باتری، تعویض می‌شود. ایستگاه شارژ متفاوت از ایستگاه تعویض باتری است (که در آن باتری خالی با باتری که در ایستگاه پر شده است، جایگزین می‌شود). ایده اولیه سرویس باتری قابل

تعویض، اولین بار در سال ۱۸۹۶ جهت رفع مشکل محدودیت کاری خودروها بیان شد.

مزایای این کار به صورت زیر است:

۱. تعویض (شارژ) سریع باتری در ظرف ۵ دقیقه

۲. مسافت طی شده نامحدود بخاطر در دسترس بودن ایستگاههای تعویض باتری
۳. رانندگان هزینه بابت خرید باتری پرداخت نمی‌کنند و موارد مربوط به گارانتی و کیفیت و جابجایی باتری مربوط به شرکت است. البته لازم به ذکر است که در این طرح رانندگان ماهانه مبلغی بابت تعویض باتری می‌پردازند.
۴. باتری‌های یدک موجود در ایستگاه تعویض باتری می‌توانند توان به شبکه بدهند. (Vehicle to Grid (V2G))

### ۳-۱-۵-۹- ایستگاههای شارژ تجدید پذیر

معمولاً ایستگاههای شارژ به شبکه متصل می‌شوند و لذا انرژی آنها از نیروگاههای فسیلی و یا هسته‌ای نشأت می‌گیرد. انرژی خورشیدی نیز جهت شارژ خودروهای الکتریکی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. ایستگاههای شارژ خورشیدی شرکت SolarCity یکی از نمونه‌هایی است که انرژی خورشید را جهت شارژ خودرو الکتریکی استفاده می‌کند. علاوه بر انرژی خورشید، انرژی باد نیز در این زمینه کاربرد دارد. در ادامه به انواع ایستگاههای شارژ تجدید پذیر پرداخته می‌شود.

#### ➤ ایستگاه شارژ<sup>۱</sup> SPARC

در این ایستگاه شارژ از یک پنل خورشیدی مخصوص استفاده می‌شود. این پنل خورشیدی می‌تواند تا توان ماکزیمم ۲/۷ کیلووات که برای شارژ کردن ۸۰٪ ظرفیت باتری خودرو کفایت را تولید کند.

#### ➤ ایستگاه شارژ بادی

در سال ۲۰۱۲ انجمن انرژی سبز شهری<sup>۲</sup> اولین ایستگاه شارژ با استفاده از انرژی بادی را معرفی کرد. توان این ایستگاه شارژ در حدود ۴ کیلووات است.

در (شکل ۸۹) درخت فن‌آوری رسم شده برای ایستگاههای شارژ را می‌توان مشاهده نمود.

<sup>1</sup> - Solar Powered Automotive Recharging Station

<sup>2</sup> - Urban Green Energy



شکل ۸۹- درخت فن آوری ایستگاههای شارژ

### ۳-۱-۶- سیستم ذخیره ساز انرژی

سیستم‌های ذخیره ساز انرژی در خودروهای برقی و هیبریدی، یا به طور کلی وسایل نقلیه الکتریکی را می‌توان به ۳ دسته اصلی مطابق با (شکل ۹۰) تقسیم نمود.



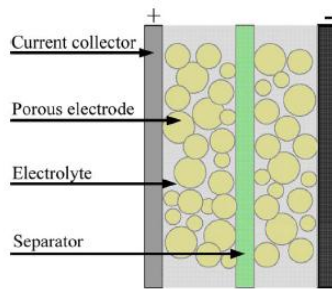
شکل ۹۰- سیستم‌های ذخیره ساز انرژی

### ۳-۱-۶-۱- ابرخازن

ابر خازن‌ها یکی از سیستم‌های ذخیره کننده انرژی<sup>۱</sup> هستند که به منظور افزایش راندمان خودروهای الکتریکی استفاده می‌شوند. ساختار ابرخازن‌ها مشابه خازن‌های الکترولیتی می‌باشد. در شکل زیر یک نمای شماتیکی از ابر خازن نشان داده شده است.

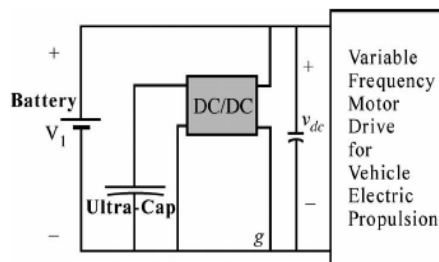
<sup>۱</sup> - Energy Storage System(ESS)





شکل ۹۱- شمای یک ابرخازن

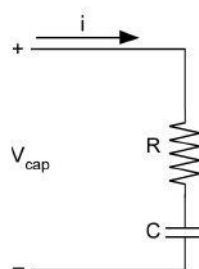
همان طور که واضح است، ابرخازن دارای الکترولیت و الکتروود است. ابرخازن ها عموماً به صورت زیر در خودروهای الکتریکی استفاده می شوند.



شکل ۹۲- نحوه کاربرد ابرخازن در خودرو الکتریکی

#### • مدلسازی ابرخازن:

مدل ابر خازن که عموماً در مطالعات کاربرد دارد، به صورت مدل RC می باشد که در شکل زیر نشان داده شده است.

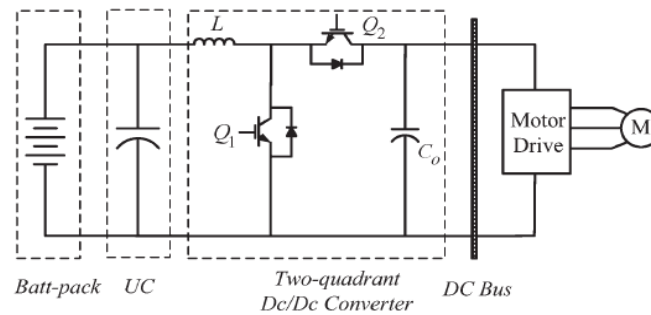


شکل ۹۳- مدل مداری ابر خازن

این خازن ها تحت جریان ثابت شارژ می شوند و در مواقع مورد نیاز، دشارژ می شوند. مزیت این مدل در سادگی مدل و عیب آن عدم توانایی در نشان دادن شارژ و دشارژ ابرخازن به صورت غیر خطی است.

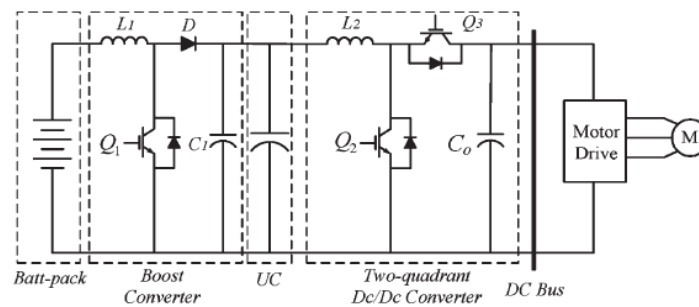
#### • تکنولوژی های مورد استفاده برای تغذیه موتور در HEV های دارای ESS ابرخازن

۱. توپولوژی پسیو: در (شکل ۹۴) یک اتصال دو طرفه را شاهد هستیم، ولتاژ خازن تغییرات زیادی دارد ولی این تغییرات توسط کانورتر در حد کم نگهداشته می‌شود. در این مدل که به آن توپولوژی پسیو می‌گویند، کنترلی روی باتری و خازن و توان آن‌ها وجود ندارد.



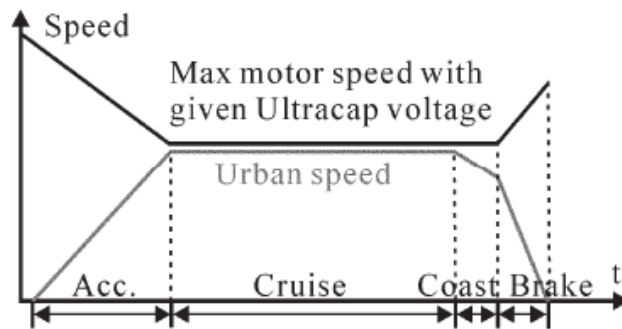
شکل ۹۴- توپولوژی پسیو

۲. توپولوژی اکتیو: در توپولوژی اکتیو یک کانورتر DC/DC به صورت بوست بین باتری و خازن قرار می‌گیرد. لذا باتری کوچکتری لازم است، چرا که کانورتر ولتاژ را افزایش می‌دهد. در ضمن کنترل بهتری روی جریان باتری در این توپولوژی داریم. به علت وجود کانورتر، جریان باتری ملایم‌تر تغییر می‌کند و استرس کمتری به باتری وارد می‌شود.



شکل ۹۵- توپولوژی اکتیو

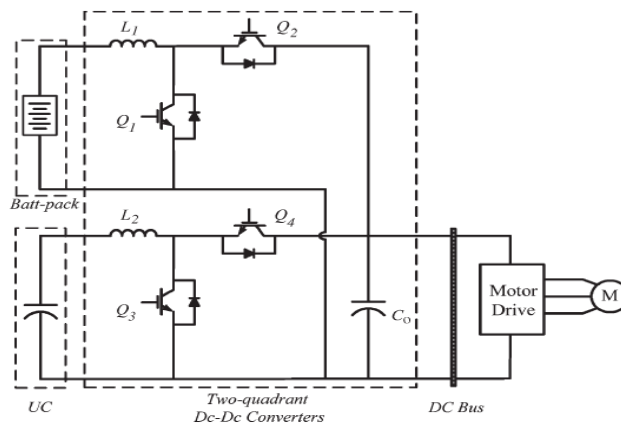
- در این توپولوژی باتری توان میانگین خودرو و خازن توان‌های لحظه‌ای زیاد را می‌دهد. مطابق (شکل ۹۶) تغییرات انرژی خازن را می‌توان دید.



شکل ۹۶- تغییرات انرژی خازن در مدهای مختلف حرکتی خودرو

همان طور که ملاحظه می شود، در هنگام افزایش سرعت (Acc)، انرژی از ابرخازن گرفته می شود و در هنگام حرکت عادی<sup>۱</sup> انرژی خازن تغییر نمی کند و انرژی تنها از باتری گرفته می شود. در هنگام ترمز نیز، طی فرایند ترمز باززا<sup>۲</sup>، انرژی به خازن داده می شود.

طرح بعدی از دانشگاه ایلینویز می باشد که به توپولوژی ترکیبی معروف است. در این طرح کنترل جداگانه بر روی توان باتری و خازن می توان داشت.

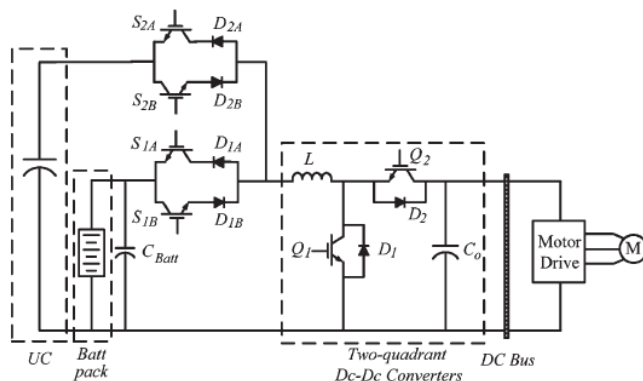


شکل ۹۷- طرح دانشگاه ایلینویز

در طرحی دیگر باتری و خازن از طریق چند سویچ به کانورتور وصل اند و نسبت به طرح قبلی کانورتور کمتری می خواهد.

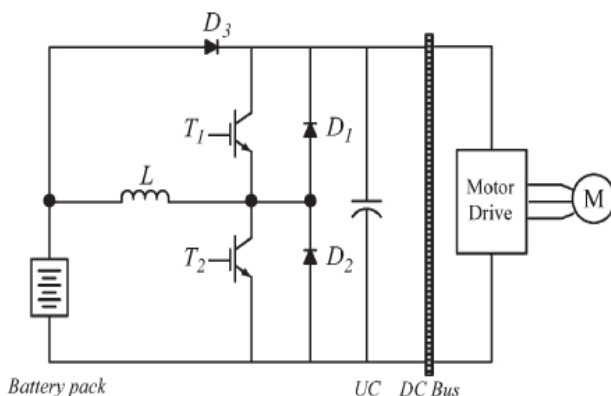
<sup>۱</sup> - Cruise

<sup>۲</sup> Regenerative Braking



شکل ۹۸- طرح تغذیه موتور با یک مبدل DC-DC

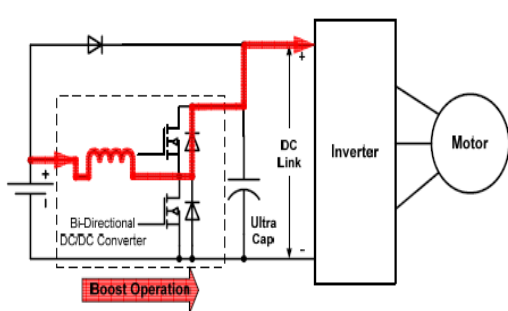
در طرح آخر خازن مستقیماً به DC Link متصل است. که در چهار مد کار می‌کند. توان کم، توان زیاد، ترمز و شتاب‌گیری. در بار کم خازن بیستر بار را تامین می‌کند و در بار زیاد باتری توان را تامین می‌کند. انرژی ناشی از ترمز در حالت شارژ سریع مستقیماً به خازن و در حالت شارژ کند، به باتری و خازن تزریق می‌شود.



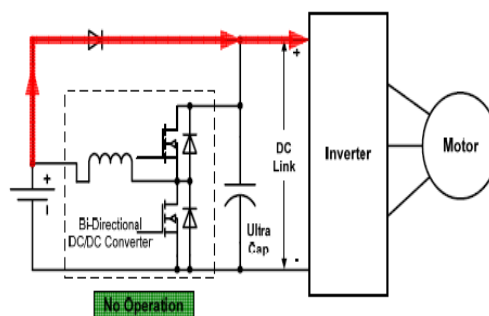
شکل ۹۹- اتصال مستقیم خازن به DC Link

بار کم

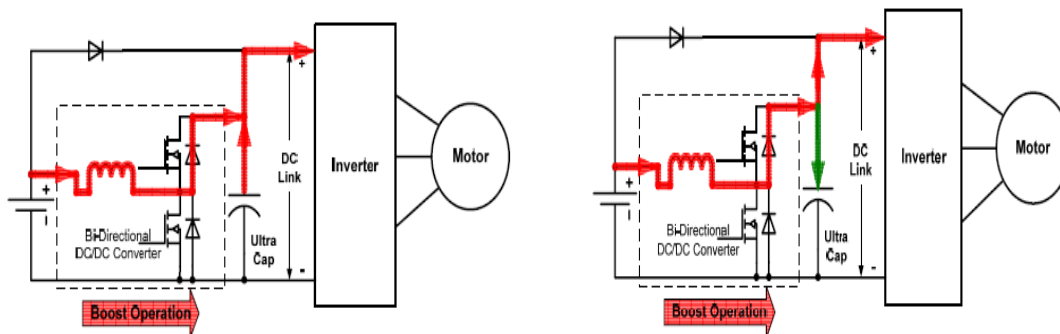
بار زیاد



شتاب‌گیری



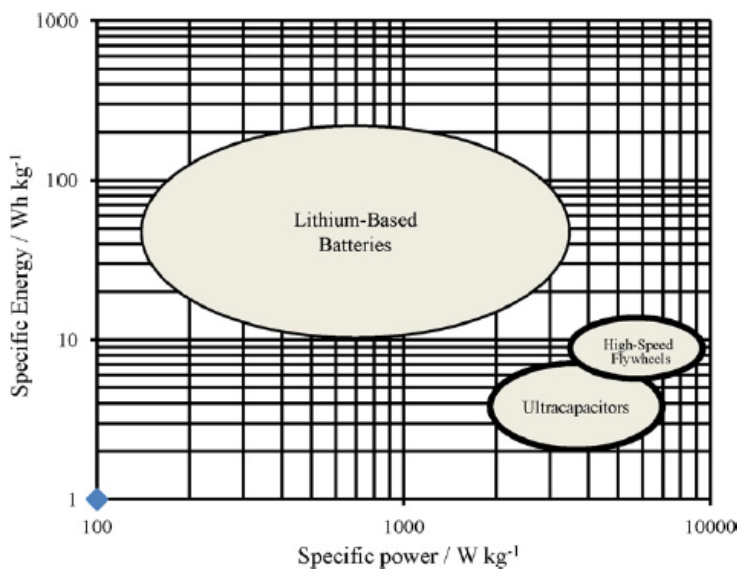
ترمز



شکل ۱۰۰- مدهای مختلف انتقال توان در حالت‌های مختلف خودرو الکتریکی

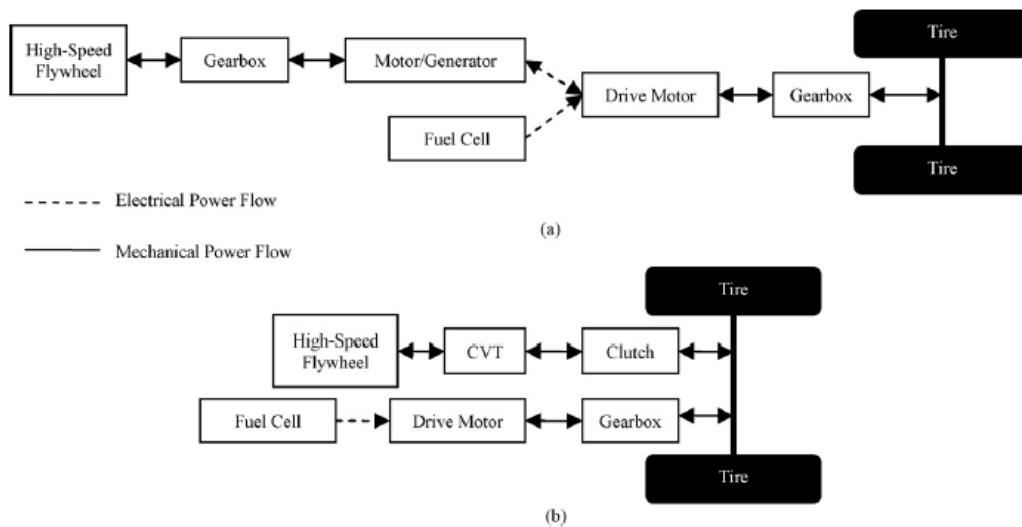
### ۳-۱-۶-۲- چرخ دوار (فلای ویل)

چرخ دوار به منظور صرفه‌جویی در مصرف سوخت، برای اولین بار در ماشین‌های مسابقه‌ای فرمول یک به کار گرفته شد ولی به علت تغییراتی که در ماشین بوجود می‌آورد، کنار گذاشته شد و در اتوبوس‌های شهر لندن، به کار برده شد. شش نوع از اتوبوس‌های شرکت Go-Ahead که یکی از بزرگ‌ترین دارندگان اتوبوس در بریتانیا است، دارای سیستم فلای ویل هستند. در (شکل ۱۰۱) مقایسه‌ای بین باتری و فلای ویل و ابرخازن صورت گرفته است.



شکل ۱۰۱- مقایسه بین توان و انرژی ابرخازن، فلای ویل و باتری

فلای ویل به منظور ذخیره انرژی چرخشی به کار می‌رود. ولی استفاده از آن‌ها در خودروها محدود شده است. علت در اینست که برای فراهم آوردن انرژی مورد نیاز، وزن آن‌ها باید زیاد باشد. در (شکل ۱۰۲) توپولوژی خودرو در حضور فلای ویل نمایان است.



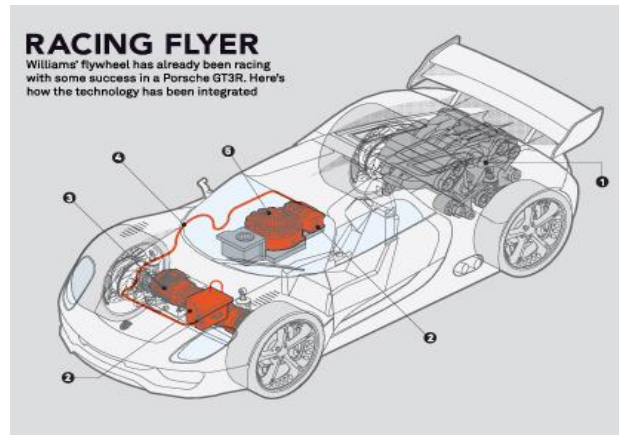
شکل ۱۰۲- دیاگرام نحوه اتصال چرخ دوار به سیستم تغذیه خودرو الکتریکی

شرکت William F1 این مشکل را با کاهش وزن فلای ویل (۵۰ کیلوگرم) و افزایش دور آن (۴۰۰۰۰ دور در دقیقه) حل کرده است. ضمناً، با این طرح نیازی به اتصال فلای ویل در کارخانه نیست و به راحتی، می‌توان آن را نصب نمود. نیرویی که یک اتوبوس شهری هنگام تخلیه مسافر و شروع به حرکت مجدد، از فلای ویل می‌گیرد؛ مشابه نیروی است که در مسابقات فرمول یک برای خودرو نیاز است.

مطابق گفته شرکت William F1 در اثر استفاده از فلای ویل، نرخ بازگشت سرمایه با در نظرگیری قیمت فعلی سوخت، پنج سال خواهد بود و صرفه جویی در مصرف سوخت تا حدود ۳۰٪ خواهد بود. از آنجاییکه عمر اتوبوس‌ها حدود ۱۲ تا ۲۰ سال است، لذا این طرح، مناسب آن‌هاست. ولی همچنان این طرح، برای خودروهای معمولی ارایه نشده است.

شرکت Williams F1 که از سال ۱۹۷۷ توسط آقای فرانک ویلیامز شروع به کار کرد، اولین فلای ویل خود را در سال ۲۰۰۹ استفاده کرد ولی به علت تغییراتی که نیاز بود اعمال شود، این طرح رها شد. این طرح در خودروهای پورشه و آئودی نیز استفاده شد.

تیم مسابقه‌ای William F1 که یک تیم مسابقه فرمول یک است، پیشنهاد داده که فلای ویل از جنس کامپوزیت کربن این تیم باعث کاهش مصرف سوخت تا حدود ۳۰٪ می‌شود. در (شکل ۱۰۳)، نمایی از این سیستم در خودرو پورشه (GT3R) ملاحظه می‌شود.



شکل ۱۰۳- شمای طرح شرکت William F1

بخش‌های شکل فوق به شرح زیر هستند:

۱. موتور: یک موتور ۳۵۰ کیلو وات معمولی که توسط دنده، چرخ‌ها را می‌چرخاند.
۲. بخش الکترونیک قدرت (جهت درایو موتور)
۳. محور شفت جلویی که متل به یک موتور ۶۰ کیلوواتی جهت چرخاندن چرخ‌های جلو در هنگام سرعت گرفتن خودرو است.
۴. کابل فشار قوی
۵. فلای ویل که در اطاق خودرو قرار داده می‌شود. و از طریق ترمینال‌های مثبت و منفی (درست شبیه به باتری) متصل می‌شود. این فلای ویل، انرژی چرخشی را با سرعتی تا حدود ۴۰۰۰۰ دور در دقیقه و طی عمل ترمزگیری خودرو در خود ذخیره می‌کند (به این عمل ترمز مولد Regenerative Braking می‌گویند) و هنگام شروع به حرکت مجدد خودرو و مواقع نیاز، توسط اعمال فرمانی از طرف راننده (فشاردن کلید) انرژی چرخشی ذخیره شده را به صورت الکتریکی پس می‌دهد.

شرکت Williams هم اکنون در زمینه تولید فلای ویل برای قطارهای برقی و همچنین شبکه برق، فعالیت می‌کند.

## ۳-۱-۶-۳- باتری

اولین بار در سال ۱۷۸۶ گالوانی<sup>۱</sup> شیوه جدیدی برای تولید الکتریسیته به وسیله مواد شیمیایی کشف کرد که بعدها این پیل‌ها به پیل‌های گالوانی<sup>۲</sup> مشهور شدند. از سال ۱۸۰۰ به بعد پیشرفت زیادی در زمینه باتری‌ها صورت گرفت اما اولین باتری‌های قابل شارژ - سرب اسید<sup>۳</sup> - که امروزه نیز در خودروها از آن‌ها استفاده می‌شود در سال ۱۸۵۹ ساخته شد [۲].

تحول بعدی در باتری‌های قابل شارژ در سال ۱۹۶۰ با ساخت باتری‌های نیکل-کادمیوم (Ni-Cd) رخ داد، اما این باتری‌ها نیز در سال ۱۹۹۰ جای خود را به باتری‌های جدید نیکل-هیدرید فلز<sup>۴</sup> دادند. چرخه پیشرفت باتری‌های قابل شارژ با اختراع اولین باتری‌های لیتیوم-یون در سال ۱۹۹۱ و باتری‌های پلیمر-لیتیوم یون در سال ۱۹۹۹ کامل گردید. در سال‌های اخیر با به کارگیری نانوذرات مختلف در این باتری‌ها بازده آن‌ها به مقدار قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. در ادامه عملکرد آن‌ها معرفی و بررسی شده است. در (جدول ۱۸) مشخصات کلی انواع باتری‌های قابل شارژ آورده شده است.

---

<sup>1</sup> Galvany

<sup>2</sup> Galvanic Cell

<sup>3</sup> Lead Acid Batteries

<sup>4</sup> Nickel-Metal Hydride



جدول ۱۷- مقایسه مشخصات کلی انواع باتری‌های قابل شارژ

Battery-type	Lead acid	Ni-Cd	Ni-MH	Li-ion
Energy density (Wh/kg)	35	40-60	60	120
Power density (W/kg)	180	150	250-1000	1800
Cycle life	4500	2000	2000	4000
Cost (\$/kWh)	269	280	500-1000	1000-2000
Battery characteristics	High reliability, low cost	memory effect	Currently popular battery for HEVs	Small size, light weight

### ۳-۱-۶-۴- معرفی کلی ساختار باتری‌های لیتیوم-یون

باتری وسیله‌ای است که انرژی شیمیایی را به طور مستقیم به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. در واقع یک باتری شامل یک یا چند پیل ولتایی<sup>۱</sup> است که بر اثر واکنش‌های شیمیایی اکسید و احیا، مولد جریان الکتریسیته هستند. هر پیل ولتایی از دو الکترود تشکیل شده است که بین آن‌ها با الکترولیت پر می‌شود. الکترولیت محلولی رسانا شامل یون‌ها است. معمولاً ترکیبات الکترولیت درون الکترولیت حل می‌شوند که می‌توانند با الکترودها واکنش شیمیایی بدهند و انرژی شیمیایی را با انتقال بار در سطح مشترک الکترود-الکترولیت به انرژی الکتریکی تبدیل کنند.

ولتاژ خروجی یک باتری به طور مستقیم با ماهیت شیمیایی واکنش الکترودشیمیایی پیل در ارتباط است. به عنوان مثال در باتری‌های سرب-اسید، واکنش شیمیایی هر پیل، ۲ ولت جریان را تولید می‌نماید. باتری‌های لیتیومی واکنش الکترودشیمیایی صورت گرفته ولتاژ تقریبی ۳ ولت را تولید می‌نماید که تولید این ولتاژ یکی از ویژگی‌های مهم این نوع باتری‌ها است. بنابراین با بهره‌گیری از واکنش‌های لیتیومی می‌توان با به کارگیری تعداد پیل کمتر به ولتاژ بالاتر دست یافت.

به طور کلی هر باتری از ۳ بخش اصلی الکترود مثبت، الکترود منفی و الکترولیت تشکیل شده است. در باتری‌های لیتیوم-یون، الکترود مثبت یا کاتد از یک ترکیب لیتیوم مانند لیتیوم کبالت اکسید و الکترود منفی یا آند از کربن ساخته شده و یک لایه جدا کننده در بین آن‌ها قرار دارد. الکترولیت در باتری‌های لیتیومی نیز از نمک لیتیوم دریک حلال آلی ساخته شده است. استفاده از حلال آلی در نقش الکترولیت به دلیل اشتعال‌زا بودن نیازمند انجام پاره‌ای از اقدامات ایمنی است. اقدامات ایمنی و همچنین موارد دیگری که برای بهبود عملکرد باتری‌های لیتیومی به کار گرفته می‌شوند، مهندسی ساختار الکترولیت را بسیار پیچیده می‌نماید.

<sup>1</sup> Voltaic Cell

الکترولیت در این باتری ها از مجموعه ای از مواد تشکیل شده که هر کدام وظیفه خاص خود را دارند. نقص در عملکرد هر یک از اجزای الکترولیت باعث نقص در عملکرد کل باتری می شود. در بخش های بعد هر یک از این اجزا به طور کامل شرح داده می شوند.

علاوه بر موارد بالا، باتری های لیتیومی مجهز به مدارهای الکترونیکی محافظ و فیوزهای جهت جلوگیری از عکس شدن قطبیت، اعمال ولتاژ بیش از حد، گرم شدن بیش از حد و موارد ایمنی دیگر هستند [۲].

### ۳-۱-۶-۵- الکتروود مثبت (کاتد)

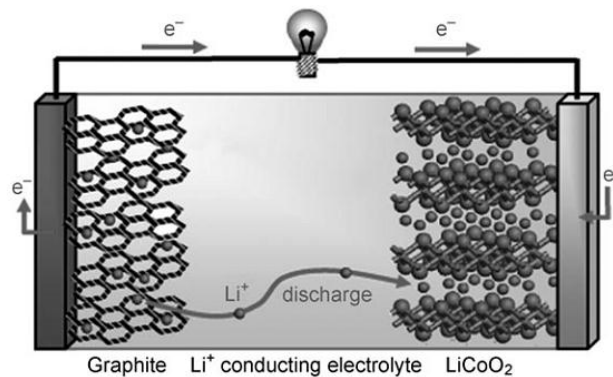
الکتروود های مورد استفاده در باتری های قابل شارژ باید دارای واکنش برگشت پذیر، هدایت الکتریکی بالا و واکنش الکتروشیمیایی سریع باشند. همچنین الکتروودها باید ساختاری پایدار داشته و در چرخه های مختلف شارژ و تخلیه شارژ دستخوش تغییر نشوند. تحقیقات زیادی برای دستیابی به الکتروودی با ویژگی های مناسب انجام گرفته و گستره وسیعی از الکتروودها طراحی و ساخته شده است.

### ۳-۱-۶-۶- الکتروود منفی (آند)

ترکیبات کربنی می تواند ساختارهای متفاوت و در نتیجه خصوصیتی متفاوت داشته باشند. گرافیت که یکی از متداول ترین ساختارهای کربن است، دارای لایه های کربنی با هیبرید  $Sp^2$  می باشد. گرافیت دارای هدایت الکتریکی بالا در درون لایه ها می باشد که به دلیل تحرک الکترون های  $\pi$  (الکترون های غیر مستقر) می باشد. در مقابل هدایت الکتریکی گرافیت در بین لایه ها کم می باشد. این ساختار ویژه کربن در گرافیت باعث می شود که لیتیوم بتواند به راحتی در بین لایه های آن قرار گیرد و واکنش تبادل الکترون را انجام دهد.

(شکل ۱۰۴) شمای کلی یکی از انواع باتری لیتیومی را نشان می دهد که کاتد آن  $LiCoO_2$  بوده و آند آن ساختار

لایه ای گرافیت را نشان می دهد.



شکل ۱۰۴- شمای کلی باتری لیتیوم یون

### ۳-۱-۶-۷- انواع الکترولیت‌ها

باتری‌های لیتیوم یون به دلیل ساختار فوق پیشرفته‌ای که دارند دارای اجزا با پیچیدگی خاص خود می‌باشند که بررسی دقیق هر یک از این اجزا برای درک نحوه عملکرد و بهبود خواص آنها ضروری است. در یک نگاه اجمالی یک باتری لیتیوم یون از دو الکتروود (مثبت و منفی) و الکترولیت تشکیل شده است که بسته به نوع باتری هر یک از اجزا ساختار مخصوص به خود را دارند.

به طور کلی الکترولیت قلب یک باتری محسوب می‌شود و در عملکرد آن نقش اساسی را ایفا می‌نماید. یکی از مهمترین تفاوت‌ها بین پیل‌های معمولی و باتری‌های لیتیوم، استفاده از حلال‌های آلی بجای آب در نقش حلال الکترولیت است. در باتری‌های لیتیومی یون  $Li^+$  ارتباط الکتریکی بین دو الکتروود را برقرار می‌نماید و در دو الکتروود تبادل الکترون انجام می‌دهد.

الکترولیت هم مانند دیگر اجزای باتری‌های لیتیوم یون سیر تکاملی خود را با سرعت نسبتاً بالایی طی نموده و با پیشرفت‌های جدید به طور کلی متحول گردیده است. در باتری‌های لیتیومی اولیه از الکترولیت‌های مایع استفاده می‌گردید و طی سالیان زیادی تحقیقات گسترده‌ای برای بهبود و رفع مشکلات آن صورت گرفت تا اینکه نسل جدید الکترولیت‌ها که شامل پلیمرهای بی شکل<sup>۱</sup> بودند ساخته شد. تحقیقات بر روی الکترولیت‌های پلیمری بی شکل جهت بهبود خواص و یافتن

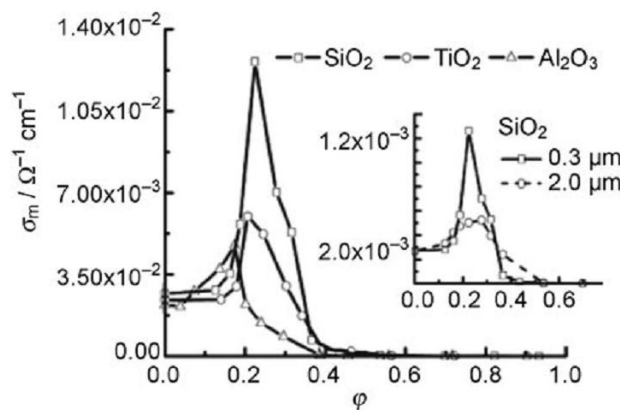
<sup>۱</sup>Amorphous Polymers

پلیمر مناسب منجر به ساخت الکترولیت‌های پلیمرهای بلوری<sup>۱</sup> گردید که در ادامه مختصری در مورد انواع این الکترولیت‌ها توضیح داده می‌شود [۳].

#### • الکترولیت‌های مایع:

الکترولیت‌های مایع از حلال‌های آلی تشکیل شده‌اند که نمک‌های لیتیوم در آن‌ها حل شده‌اند. به عنوان مثال الکترولیت‌هایی با پایه  $\text{LiPF}_6$ ، عمدتاً از لیتیوم آلکیل کربنات، لیتیوم آلکوکسید، بخش‌های نمکی دیگر مثل  $\text{LiF}$  تشکیل شده‌اند. یکی از مشکلات عمده الکترولیت‌های مایع، هدایت پایین و به عبارت دیگر مقاومت الکتریکی بالا به دلیل استفاده از حلال‌های آلی است که بررسی‌های زیادی برای رفع این مشکل صورت گرفته است.

یکی از بهترین عملکردها در استفاده از نانومواد در این الکترولیت‌ها مشاهده گردیده است. در نگاه اول ممکن است شگفت‌انگیز به نظر برسد که چگونه نانو مواد می‌توانند بر خواص متعارف الکترولیت مایع مورد استفاده در باتری‌های لیتیوم یون تاثیر بگذارند، در حالی که شواهد و مدارک زیادی در بهبود عملکرد باتری‌ها با استفاده از این مواد وجود دارد. اضافه کردن پودرها به ویژه در شکل نانوذره، از ترکیباتی مانند  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ،  $\text{ZrO}_2$  و  $\text{SiO}_2$  به الکترولیت غیرآبی می‌تواند هدایت را تا ۶ برابر افزایش دهد. (شکل ۱۰۵) هدایت کامپوزیت‌های مختلف بر اساس کسر حجمی<sup>۲</sup> از اکسیدهای مختلف را نمایش می‌دهد. آشکار است که در یک کسر وزنی بهینه هدایت افزایش یافته و بعد از آن دوباره کاهش می‌یابد.



شکل ۱۰۵- هدایت کامپوزیت‌های مختلف بر اساس کسر حجمی از اکسیدهای مختلف

<sup>1</sup>Crystalline Polymers

<sup>2</sup> Volume fraction

بی شک برهمکنش های سطح مشترک الکترولیت مایع و ذرات جامد در استفاده از مواد با اندازه های متفاوت (نانومواد و مواد توده ای) بسیار متفاوت است. بار فضایی و تاثیرات دوقطبی که در سطح مشترک وجود دارد منجر به تغییر در تعادلات بین یون های آزاد و زوج یون ها شده و بنابراین بر هدایت تاثیر می گذارد. به طور کلی چنین اثراتی با جذب ویژه (جذب شیمیایی) افزایش می یابد. به عنوان مثال آنیون ها در سطح، باعث تفکیک زوج یون ها می شوند و حتی جابجایی و تحرک یون ها<sup>۱</sup> نیز در سطح تحت تاثیر قرار می گیرد. با بزرگ تر شدن نسبت سطح به حجم که در اثر کوچک شدن ذرات حاصل می شود، تاثیرات به ازای واحد جرم پودر ذره افزایش می یابد.

تحقیقات نشان داده است که باید نسبت مناسبی از پور نانوذره مورد استفاده قرار گیرد تا تراوش و نفوذ از یک سطح به سطح دیگر اتفاق افتد و در واقع هدایت منطقه ای زیاد شود و هدایت منطقه ای منجر به افزایش هدایت محدوده وسیع در سراسر الکترولیت شود. به لحاظ مقدار پودر مورد استفاده و خواص مکانیکی حاصل بعد از اضافه کردن پودر نانوذره به این مواد «ماسه تر»<sup>۲</sup> گفته می شود.

#### • الکترولیت های پلیمری بی شکل<sup>۳</sup>

پیشرفت در تکنولوژی باتری های لیتیوم یون با جایگزینی الکترولیت های مایع متداول با الکترولیت های پلیمری جامد<sup>۴</sup> (SPE) بسیار متحول شد. تحقیقات زیادی بر روی پلیمرهای هادی یون لیتیوم که برای این منظور ساخته شده بودند صورت گرفت و خواص آن مورد بررسی قرار داده شد تا پلیمری مناسب جهت استفاده به عنوان الکترولیت بدست آمد. اما بیشتر توجهات به الکترولیت های پلیمری جامد با پایه پلی اتیلن اکسید<sup>۵</sup> معطوف است. این نوع از پلیمرها اغلب به عنوان الکترولیت های پلیمر واقعی جامد محسوب می شوند زیرا شامل حلال های پلاستیک کننده نیستند و زنجیره پلیمری آن ها هم به عنوان ساختار و هم به عنوان عامل حل کننده حلال عمل می نماید.

از برتری های الکترولیت های پلیمری با پایه پلی اتیلن اکسید قیمت پایین، پایداری شیمیایی خوب و ایمنی بالا است اما هنوز مشکلاتی در مورد این مواد وجود دارد. از این دست مشکلات می توان گفت که هدایت این پلیمرها نسبت به لیتیوم تنها

<sup>1</sup> Ion Mobility

<sup>2</sup> Soggy Sands

<sup>3</sup> Amorphous Polymer Electrolytes

<sup>4</sup> Solid Polymer Electrolytes

<sup>5</sup> Polyethylen Oxide-PEO-Based

در دماهای بالاتر از ۷۰ درجه، بالاست و بعلاوه هدایت در این پلیمرها بیشتر به دلیل حرکت آنیون‌ها است و تعداد لیتیوم انتقال یافته توسط این پلیمرها پایین است که این امر موجب محدودیت در قدرت باتری‌های لیتیوم یون می‌شود [۴].

تلاش‌های زیادی برای حل این مشکل به عمل آمده است که یکی از راهکارهای جالب که منجر به افزایش قابل توجهی در خواص انتقالی الکترولیت‌های پلیمری جامد با پایه پلی اتیلن اکسید شد، استفاده از نانوذرات پرکننده سرامیکی مانند  $\text{SiO}_2$ ،  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ،  $\text{TiO}_2$  درون ماتریس پلیمر است.

اگرچه الکترولیت‌های مایع و الکترولیت‌های پلیمری جامد تفاوت اساسی دارند، اضافه کردن نانوذرات به الکترولیت‌های پلیمری جامد تشابه آشکاری با اضافه کردن نانو ذرات به الکترولیت مایع وجود دارد. در واقع می‌توان پلیمرهای آمورف را مایعات با گرانیوی<sup>۱</sup> بسیار بالا نامید. این مخلوط جدید الکترولیت‌های پلیمری جامد و نانوذرات تحت عنوان الکترولیت‌های پلیمری نانو کامپوزیتی<sup>۲</sup> (NCPE) شناخته شده‌اند.

یکی از نقش‌هایی که برای پرکننده‌های نانو متصور شده این است که این مواد با ممانعت از از بلوری شدن زنجیره‌های پلیمری تحت بازپخت<sup>۳</sup> در دمای ۷۰ درجه در پلیمر به عنوان نرم کننده مورد استفاده قرار می‌گیرند. این عمل باعث پایداری فاز آمورف در دمای پایین‌تر شده و بنابراین موجب افزایش گستره مفید هدایت الکترولیت می‌گردد. به علاوه پرکننده‌های سرامیکی، انتقال تعداد یون لیتیوم را با برهمکنش اسید و باز لوئیس<sup>۴</sup> که بین سطح سرامیک و هر دو آنیون X از نمک و بخش‌های زنجیره پلی اتیلن اکسید اتفاق می‌افتد افزایش می‌دهند.

میزان افزایش هدایت توسط پرکننده‌های سرامیکی بیشتر به نوع پرکننده و تا حدودی به سطح فعال آن وابسته است. این مطلب با نتایج به دست آمده از پرکننده‌های سرامیکی سوپر اسید سولفات اکسیدزیرکونیوم (S-ZrO) ثابت شده است. اکسید زیرکونیوم فرآوری شده یک اسید بسیار قوی است که با بیش از ۲ عدد  $\text{H}_2\text{SO}_4$  با کاتیون‌های  $\text{Zr}^{+4}$  غیراشباع کوردینه شده که توانایی الکترون‌گیرندگی بسیار قوی‌ای دارد.

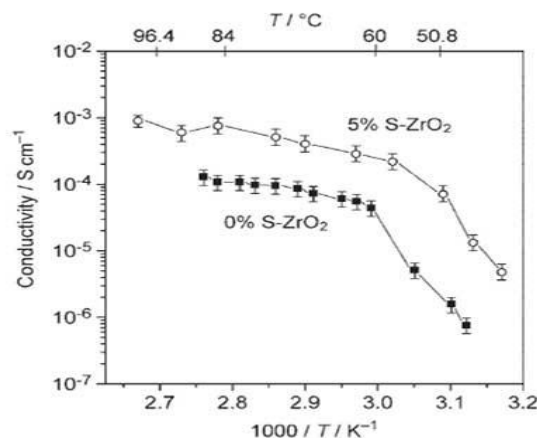
به علت این اسیدیته بالا، مواد سرامیکی کاندیدای مناسبی برای اضافه کردن به الکترولیت‌های پلیمری آمورف جهت بهبود خواص می‌باشند. در واقع پخش کردن این مواد در الکترولیت معمول  $\text{PEO-LiBF}_4$  باعث ایجاد خواص منحصر به فرد

<sup>1</sup>Viscosity<sup>2</sup>Nanocomposite Polymer Electrolytes<sup>3</sup>Annealing<sup>4</sup>Lewis Acids and Bases

در NCPE شده است. عدد انتقال (که بیانگر قابلیت جابجایی یون های لیتیوم و هدایت بیشتر است،  $T_{Li^+}$ )، با روش کلاسیک Buce & Vincent تعیین شد که مقدار  $T_{Li^+}$  حاصل از روش،  $0.81 \pm 0.05$  است) که این مقدار تقریباً دو برابر بزرگتر از الکترولیت بدون سرامیک است.

نکته مهم که باید مد نظر قرار داده شود این است که الکترولیت های پلیمری باید تنها هادی کاتیون ها باشند و ماهیت حلال بودن آن ها چندان تاثیری در عملکرد باتری ها ندارد. بعلاوه آنیون ها باید حداقل جابجایی را در درون حلال داشته باشند. این به آن معنی است که بخش عمده ای از رسانش در الکترولیت باید توسط کاتیون های لیتیوم (و نه آنیون های همراه آن) صورت گیرد. تلاش های زیادی در جهت کاهش و یا جلوگیری از تحرک آنیون ها صورت گرفته است اما آنچه که تاکنون مشاهده شده، کاهش تحرک بسیار کم بوده و به طور عمومی با کاهش هدایت الکترولیت همراه بوده است.

استفاده از نانوکامپوزیت به عنوان یک روش موثر شناخته شده که حتی پخش کردن مقدار کمی از پرکننده های سرامیکی نانو تاثیر بسیار خوبی را بر هدایت الکترولیت می گذارد. این تاثیر در (شکل ۱۰۶) با مقایسه نمودار آرنیوس الکترولیت شامل پرکننده  $S-ZrO_2$  و الکترولیت یکسان بدون پرکننده نشان داده شده است. آشکار است که هدایت الکترولیت همراه با پرکننده در گستره دمایی مورد نظر بسیار بالاتر است [۵].

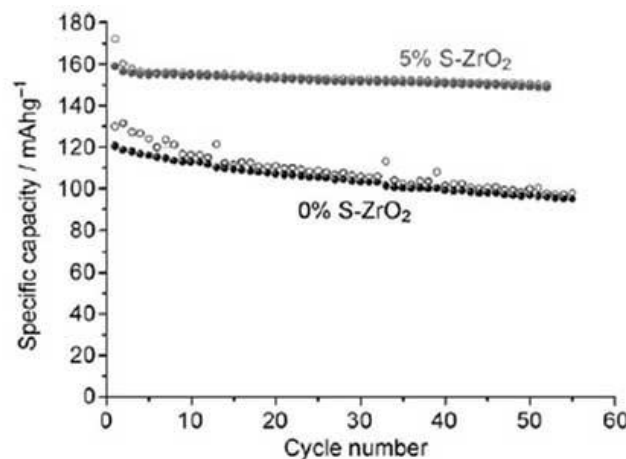


شکل ۱۰۶ - نمودار هدایت آرنیوس

بهبود بازده باتری های لیتیوم یون ساخته شده از الکترولیت پلیمری محتوی نانوپرکننده در (شکل ۱۰۷) نمایش داده شده است. در این نمودار پیل های محتوی الکترولیت  $PEO_{20}LiClO_4$  همراه با نانوپرکننده و بدون نانوپرکننده مقایسه شده است. در

<sup>1</sup>Arrhenius

این مقایسه به وضوح مشخص است که باتری‌های بهینه شده نانوکامپوزیت پلی اتیلن اکسید ظرفیت چرخه‌ای بالاتر، کاهش ظرفیت چرخه‌ای پایین‌تر، افزایش تعداد چرخه‌های باتری و به طور جزئی پایداری بیشتر بازده شارژ و دشارژ را نمایش می‌دهند. به این نوع از الکترولیت‌ها، الکترولیت‌های پلیمری پلی نیز گفته می‌شود [۶].



شکل ۱۰۷- نمودار ظرفیت در مقابل تعداد چرخه‌های شارژ و دشارژ در حضور و عدم حضور نانو مواد

### ۳-۱-۶-۸- خودروهای برقی و مصارف باتری لیتیومی

فلزات و محصولات فلزی نقش بسیار مهمی را در زندگی بشر دارا هستند و باتوجه به محدودیت منابع آنها بازیافت انواع نادر آنها الزامی می‌باشد. مصرف باتری‌های لیتیومی به صورت گسترده و سریع در سال‌های اخیر رشد داشته است و تقریباً در تمام وسایل الکتریکی قابل حمل مثل موبایل، لپ‌تاپ و ... این باتری‌ها کاربرد دارند. سمت و سوی این پیشرفت به جهتی است که از باتری‌ها به عنوان ذخیره کننده‌های انرژی با چگالی بالا، استفاده شود که این قبیل باتری‌ها را می‌توان در خودروهای الکتریکی، صنعتی، و وسایل کاربردی در معدن‌ها، قایق‌ها و زیردریایی‌ها به کار برد.

این محصول جدید و کاربردی نیاز به مواد اولیه بسیار زیادی از قبیل مس، آلومینیوم، الکترولیت نمک‌های لیتیوم دار، اکسیدهای فلزی، پلیمرهایی برای استفاده در جداکننده‌ها، چسب، گرافیت، افزودنی‌های رسانا و ... دارد. تهیه این مواد در دراز مدت بسیاری از معادن در دسترس این مواد را تمام خواهد کرد و برخی همچون کبالت هم‌اکنون نیز بسیار محدود و نایاب هستند.

بنابراین آنچه انتظار می‌رود رشد تولید انواع باتری‌ها و وسایلی است که علاوه بر ذخیره انرژی با چگالی زیاد و در دسترس گذاشتن آن به طور مطلوب، از مواد اولیه ارزان و نامحدود نیز درست شده باشد و امکان بازیابی آنها هم وجود داشته



باشد. باتوجه به رشد مصرف انرژی و محدودیت سوخت‌های فسیلی و امکان استفاده از باتری‌های لیتیومی در بسیاری از زمینه‌ها، امکان رشد صنعت ساخت باتری‌ها تا چند سال آینده انتظار می‌رود. مهم‌ترین فاکتورهای تاثیرگذار در صنعت ساخت این باتری‌ها عبارتند از: شیمی مواد بکار رفته، عمر، دمای عملکرد، قدرت و انرژی خروجی، تامین منابع طولانی مدت، قیمت تمام شده. انتظار می‌رود قیمت تمام شده در سال‌های آینده کاهش یابد. همچنین چگالی انرژی بالاتر و ایمنی بیشتر برای کاربرد در خودروهای الکتریکی از اولویت‌های تحقیقات در این زمینه است.

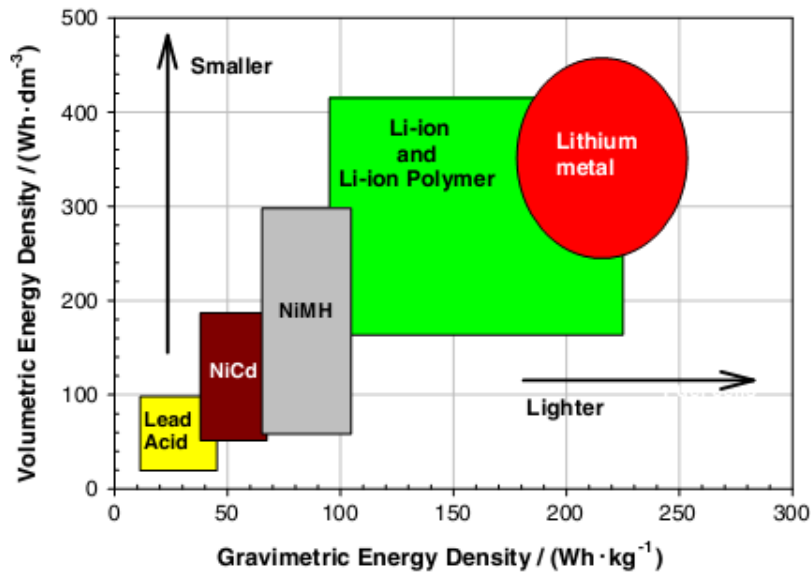
در (جدول ۱۸) تفاوت‌های باتری‌های لیتیومی با کاتدهای مختلف آورده شده است [۷].

جدول ۱۸- مشخصات باتری‌های لیتیومی با کاتدهای مختلف

CATHODE	FORMULA	TYPE	ENERGY	ENERGY	RELATIVE
			DENSITY / (WH.KG <sup>-1</sup> )	DENSITY/ (WH.DM <sup>-3</sup> )	VE CYCLE LIFE
LCO	LiCoO <sub>2</sub>	Energy/power	170 to 185	450 to 500	1
NCM	LiCo <sub>1/3</sub> Ni <sub>1/3</sub> Mn <sub>1/3</sub> O <sub>2</sub>	Energy	155 to 185	330 to 365	3
NCA	LiNi <sub>0.8</sub> Co <sub>0.15</sub> Al <sub>0.05</sub> O <sub>2</sub>	Energy/power	145 to 165	270 to 350	3
LFP	LiFePO <sub>4</sub>	Energy	100 to 140	200 to 330	>4
LMO	LiMn <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Energy/power	90 to 120	260 to 300	1

باتری‌های سرب اسید، نیکل-فلز و لیتیومی رایج‌ترین باتری‌های قابل شارژ هستند. تکنولوژی ساخت با سرب اسید بیش از یک قرن است که عمر دارد ولی با این حال این نوع باتری دارای دانسیته انرژی کمتر نسبت به بقیه است. نیکل-فلز باتری‌هایی هستند که کاربرد نسبتاً زیادی در خودروهای هیبریدی دارند و انرژی قابل قبولی فراهم می‌کنند ولی اشکال آنها در طول عمر کوتاه و دشارژ شدن خود بخودی است.

در (شکل ۱۰۸) مقایسه‌ای بر اساس چگالی انرژی در نسل‌های مختلف باتری صورت گرفته است. همان‌طور که در شکل مشخص است، باتری‌های لیتیومی دارای چگالی انرژی بالاتری نسبت به انواع باتری‌های دیگر هستند و مطالعه و توسعه صنعتی آنها در جهت کاهش بحران انرژی می‌باشد [۷].



شکل ۱۰۸- مقایسه شماتیک باتریهای مختلف براساس چگالی انرژی حجمی بر چگالی انرژی وزنی

در ادامه به توضیح تعاریف مصطلح در صنعت باتری‌های قابل شارژ پرداخته و در رابطه با هر یک تشریحات لازم صورت می‌پذیرد.

### ۳-۱-۶-۹- تعاریف حوزه باتری

- دانسیته انرژی<sup>۱</sup> یا انرژی ویژه<sup>۲</sup>:

انرژی تقسیم بر واحد حجم یا جرم مواد بکار رفته در سل یا کل سل که معمولاً با واحد Wh/L یا Wh/Kg نشان داده می‌شود. انرژی سل محصول ولتاژ و ظرفیت سل بر واحد جرم یا حجم است.

- چگالی توان<sup>۳</sup> یا توان ویژه<sup>۴</sup>

توان بر واحد حجم یا جرم که به صورت W/L یا W/Kg بیان می‌شود. توان محصول جریان و ولتاژ عملی است و بیانگر مواد بکار رفته و طراحی سل است.

- دانسیته انرژی عملی<sup>۵</sup>

<sup>1</sup>Energy density

<sup>2</sup>Specific Energy

<sup>3</sup>Power density

<sup>4</sup>Specific Power

<sup>5</sup>Practical Energy Density

براساس تمام وزن یا حجم وسیله است که شامل مواد بی اثر است و ممکن است از (1/2 تا 1/4) چگالی انرژی تئوریک باشد. همچنین ممکن است به قسمت مصرفی از ظرفیت تئوریک آند یا کاتد اشاره داشته باشد.

• الکترولیت واسط جامد<sup>۱</sup> (SEI)

یک لایه بسیار نازک در ابعاد نانومتری است که در سطح مشترک الکتروود و الکترولیت بر سطح الکتروود تشکیل می‌شود. SEI نوع ویژه از لایه‌های واکنشی است که رسانای یونی است ولی به صورت الکتریکی نارسا است و امکان برگشت پذیر بودن واکنش در باتری را امکان پذیر می‌کند، بدین صورت که از الکتروودها محافظت می‌کند.

• ظرفیت ویژه<sup>۲</sup>

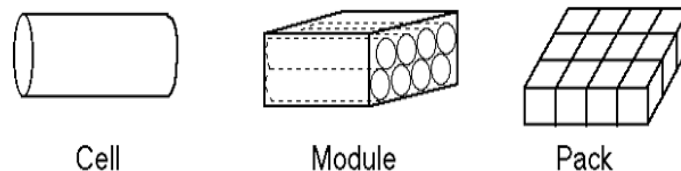
مقدار شارژ بر واحد وزن الکتروودها که به صورت mAh/gr نشان داده می‌شود. این کمیت مستقیماً متأثر از ویژگی‌های جنس مواد الکتروودها است.

• ظرفیت<sup>۳</sup>

مقدار شارژی که باتری دارد که با واحد mAh یا Ah نشان داده می‌شود و این پارامتر به سایز و شیمی مواد باتری وابسته است [۷].

۳-۱-۶-۱۰- اجزای باتری لیتیومی

طراحی های مختلفی برای مونتاژ سل<sup>۴</sup> به صورت باتری وجود دارد. تعداد ۶ تا ۱۲ سل در کنار یکدیگر یک مدول<sup>۵</sup> را تشکیل می‌دهند که در کنار یکدیگر بسته بندی می‌شوند. مدول ها می‌توانند در کنار هم قرار گیرند و یک باتری تشکیل دهند که بسته به کاربرد و انرژی و قدرت مورد نیاز تعداد آنها تعیین می‌گردد (شکل ۱۰۹).



شکل ۱۰۹- شمای کلی سل، مدول و باتری

<sup>۱</sup>Solid Electrolyte Interface (SEI)

<sup>۲</sup>Specific Capacity

<sup>۳</sup>Capacity

<sup>۴</sup>Cell

<sup>۵</sup>Module

از آنجائیکه باتری های لیتیومی در شرایط شارژ و دشارژ شدن حساس و آسیب پذیر هستند، کنترل کننده های سلامت باتری در هر مدول بایستی وجود داشته باشند. در (شکل ۱۱۰) یک کنترل کننده قرار گرفته در بالای مدول به نمایش گذاشته شده است.



شکل ۱۱۰- مدول به همراه کنترل کننده

با توجه به مصارف گوناگون باتری در لوازم مختلف، طراحی باتری با مدول هایی با سایزها و تعداد متفاوت صورت می گیرد. در (جدول ۱۹) دو گونه متفاوت از مدول ها با یکدیگر مقایسه شده اند [۹].

#### جدول ۱۹- تفاوت مدول هایی که در باتری بکار می رود

Characteristic	6-A·h Module	12-A·h Module
Mass, kg	6.0	9.5
Volume, L	5.2	7.7
Dimensions, mm	239 × 153 × 143	239 × 228 × 143
Energy, W·h/kg	48	61
Peak power, W/kg	1,125	1,150
Peak power, W/L	1,300	1,420

#### ۳-۱-۶-۱۱- اجزاء سازنده سل

##### • کاتد:

کاتد در این نوع باتری به طور مثال از  $\text{LiFePO}_4$  و پلی وینیل فلوراید<sup>۱</sup> (PVDF) که به عنوان چسب کاربرد دارد و کربن بلک، همراه متیل پیرولیدن<sup>۲</sup> (NMP) به عنوان حلال ساخته شده است که روی یک فویل آلومینیومی به عنوان جمع کننده جریان<sup>۳</sup>، پخش می شود.

<sup>1</sup> Poly vinyliden Flouride

<sup>2</sup> N-Methyl-2-Pyrolidone

<sup>3</sup> Current collector

باتوجه به سمی بودن NMP در سالهای اخیر تلاش شده است تا آب جایگزین NMP شود که تغییرات فیزیکی و شیمیایی زیادی در ماهیت کاتد ایجاد نمی‌کند. ترکیب  $\text{LiCO}_3$  همراه با فریت، گرافیت و دی آمونیوم فسفات با نسبت‌های استکیومتری در مراحل مختلف و در دو مرحله حرارت دهی و جذب رطوبت در دمای اولیه  $400-500^\circ\text{C}$  و بعد  $700-800^\circ\text{C}$  منجر به تشکیل  $\text{LiFePO}_4$  می‌گردد [۹].



شکل ۱۱۱- فویل آلومینیومی و مسی که جمع‌کننده جریان در باتری است

تولید لیتیوم برای باتری‌ها به صورت شمش فلزی نبوده و میزان نسبتاً کمی از ترکیبات آن در باتری‌ها مصرف می‌شود. هم‌اکنون شیلی بزرگترین تولیدکننده لیتیوم مصرفی باتری‌ها به صورت کربنات است و بعد از آن به ترتیب چین، روسیه و آمریکا تولیدکننده‌های اصلی می‌باشند.

#### • آند:

آند معمولاً از گرافیت که پوشانده شده بر روی فویل مسی با ضخامت  $14\mu\text{m}$  به عنوان جمع‌آوری‌کننده جریان، ساخته می‌شود. آند را می‌توان از مواد دیگر نیز ساخت و کمبود ماده اولیه برای ساخت آند، از موارد دارای اهمیت در ساخت باتری محسوب نمی‌شود.

در تولید آند آنچه بسیار اهمیت دارد حذف تمامی مواد اکسید شده در آند و سطح آن است، زیرا امکان واکنش نامطلوب با الکترولیت وجود دارد. برای تولید مناسب آند، گرافیت در کوره تا  $1100^\circ\text{C}$  در اتمسفر بی‌اثر یا کاهشده حرارت می‌بیند که در مقایسه با گرافیت این محصول گران‌تر است. کربن به میزان 90% با اجزاء دیگر مخلوط می‌شود. 5% پلی

وینیلیدن فلوراید<sup>۱</sup> (PVDF) به عنوان چسب و میزان کمی کربن بلک به منظور بالا بردن رسانایی نیز به آن اضافه می‌شود. در نهایت برای بالا بردن یکپارچگی محیط مقداری NMP<sup>۲</sup> نیز افزوده می‌شود.

### • الکترولیت:

الکترولیت معمولاً محلول ۱ مولار از یکی از نمک‌های لیتیومی در یک حلال آلی است که حلال‌های مورد نظر در (جدول ۲۰) آمده است. برخی از شرکت‌های تولیدکننده الکترولیت، این حلال‌های آلی را با ترکیبی مخلوط می‌کنند تا دمای آتش‌زایی آن را بالا برده و خطر آتش‌زایی آنها را کاهش دهند.

#### جدول ۲۰- انواع نمک‌های لیتیومی

Scientific Name	Formula	Common Name
(Lithium hexafluoroarsenate <sup>۳</sup> )	LiAsF <sub>6</sub>	—
Lithium hexafluorophosphate	LiPF <sub>6</sub>	—
Lithium tetrafluoroborate	LiBF <sub>4</sub>	—
Lithium (bis)trifluoromethanesulfonimide	LiN(SO <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Li TFSI
Lithium tris(trifluoromethanesulfonyl)methide	Li C(SO <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Li Methide
Lithium trifluoromethanesulfonate	LiCF <sub>3</sub> SO <sub>3</sub>	Li Triflate

باتوجه به مطلوب بودن کاهش خطر انفجار الکترولیت، برخی مطالعات و تحقیقات در جهت اضافه کردن افزودنی‌ها یا حتی استفاده از حلال‌های غیر آتش‌زا در سالهای اخیر صورت گرفته است.

گاهی مایع یونی مثل 1-ethyl-3-methylimidazolium به عنوان حلال غیر آتش‌زا مورد استفاده قرار می‌گیرد. در بسیاری از تحقیقات امروز در جهت تعویض ژل و پلیمر جامد<sup>۳</sup> (SPE) به جای الکترولیت‌های مایع تلاش می‌کنند. الکترولیت‌های جامد دارای فواید زیادی هستند: وزن سبک و طراحی قابل انعطاف پذیری دارند که این مشخصات به سبک شدن و کارا بودن بهتر باتری کمک می‌کند. البته الکترولیت‌های جامد دارای مقاومت داخلی بالاتری هستند که اشکال این نوع مواد به حساب می‌آید. بسیاری از شرکت‌ها مانند 3M مطالعات وسیعی در جهت توسعه این نوع الکترولیت‌ها انجام می‌دهند.

<sup>1</sup> Poly vinylidene Fluoride

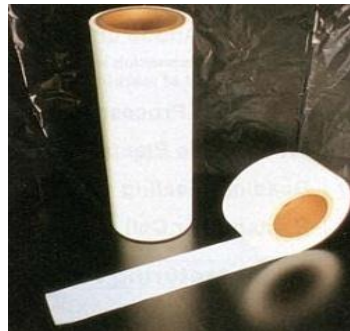
<sup>2</sup> N-methyl pyrrolidinone

<sup>3</sup> Solid Polymer Electrolytes

### • جداکننده<sup>۱</sup>:

جداکننده در تمام انواع باتری‌های لیتیومی کاربرد دارد و معمولاً از پلی اولفین (PE-PP) یا ترکیبی از هر دو به قطر ۳ تا ۸  $\mu\text{m}$  ساخته شده است.

کاربرد جداکننده در باتری به دو شکل است. اول اینکه کاتد و آند را به صورت جدا از هم نگه می‌دارد و مانع اتصال کوتاه می‌شود. دوم آنکه به عنوان وسیله حفاظتی رفتار کرده و هنگامی که باتری بسیار گرم شود، این پلیمر ذوب شده و جریان در سل متوقف شده و خاموش می‌شود. البته انتظار می‌رود ابزار کنترل جریان پیش از ذوب شدن جدا کننده، سل را خاموش کند زیرا بعد از ذوب دیگر سل قابل برگشت نیست و روشن نخواهد شد.



شکل ۱۱۲- جداکننده مورد استفاده در سل

### • پوشش سل<sup>۲</sup>:

معمولاً باتری‌ها به شکل سیلندر ساخته می‌شوند ولی بعضی از شرکت‌ها محصولاتی به شکل پریزماتیک تولید می‌کنند. در گذشته پوشش باتری‌های لیتیومی از جنس استیل بود، ولی امروزه معمولاً از جنس آلومینیوم است که سبک تر و ارزان تر می‌باشد. برخی از انواع باتری‌ها پوشش پلاستیکی دارند که اگر از حلال آلی در الکترولیت آن استفاده شده باشد، می‌تواند در پلاستیک خوردگی ایجاد کند که باز هم اهمیت پیشرفت در الکترولیت‌های پلیمری را نشان می‌دهد. اگر الکترولیت‌های پلیمری به کار روند، پوشش سل از جنس پلاستیک یا فویل آلومینیوم می‌تواند باشد که امکان درست کردن باتری به اشکال مختلف را مقدور می‌سازد. در (شکل ۱۱۳) پوشش سل، نحوه قرارگیری آن در یک مدول و نهایتاً قرار گرفتن آنها در کنار یکدیگر و تشکیل یک باتری را می‌توان مشاهده نمود.

<sup>1</sup> Separator

<sup>2</sup> Cell Cover



شکل ۱۱۳- پوشش سل، مدول و تشکیل باتری

مدول‌ها نیز باید دارای پوشش باشند که بتوانند شکل خود را هنگام مصرف در EV ها حفظ کنند، برای محیط زیست سمی نباشند، ارزان و سبک باشند که مشابه خصوصیات مواد پوشش دهنده پک باتری است، به طور مثال شرکت نیسان از مواد تجدیدپذیر پلی بوتیلن تری فتالات<sup>۱</sup> (PBT) استفاده می‌کند.

#### • مدار حفاظت<sup>۲</sup> و کنترل سیستم باتری<sup>۳</sup>:

اصطلاح خرابی سل برای توصیف آسیب‌ها و بی‌قاعدگی‌هایی است که منجر به عمل نکردن باطری و یا موجب اتصال کوتاه می‌گردند. عوامل ایجاد کننده اتصال کوتاه در سل عبارتند از: ناخالصی‌های مواد به کار رفته در اجزاء باتری که منجر به راهی برای اتصال کوتاه می‌شوند، فرورفتگی‌ها و آسیب دیدگی اجزاء سل در مقابل عوامل و فشار خارجی. تشخیص و دقت بالا در مراحل ساخت و طراحی باتری اولین شرط ساخت باتری‌های لیتیومی می‌باشد. در این سل ضخامت جداکننده باید  $25\mu\text{m}$  باشد و به دقت فراوان هنگام جایگذاری اجزا نیاز است، زیرا حتی یک تراشه بسیار ظریف یکی از فلزات در بافت جداکننده، می‌تواند اتصال کوتاه ایجاد کند.

یک پک باتری که دارای تعداد بالاتر سل‌ها است دارای عملکرد متفاوت نسبت به یک سل است. باتری‌های لیتیوم در هنگام شارژ و دشارژ باید خروجی یا ورودی (2.5-3.65V) داشته باشند و در صورت بالا رفتن ولتاژ امکان خرابی و آسیب یا دود و یا آتش‌گیری باتری وجود دارد. بنابراین هر سل باید جداگانه پس از تولید و بعد از چرخه‌های ابتدایی کنترل ولتاژ شود.

<sup>1</sup> Poly Butylene Terephthalate

<sup>2</sup> Safety Circuits

<sup>3</sup> Battery Management System



خصوصیات مختلف هر سل مثل ظرفیت یا مقاومت داخلی به علت شرایط ساخت متفاوت، مدت عمر یا عدم تقسیم دمایی مناسب و مساوی ایجاد می‌شود که تفاوت شارژ (SOC) در سل‌ها را حاصل می‌کند.

اگر SOC دائماً هماهنگ و کنترل نشود، سل ممکن است بیش از اندازه شارژ یا دشارژ شود که باعث آسیب داخلی سل می‌شود که نهایتاً کل پک باتری از کار می‌افتد. بنابراین با هماهنگ کردن پروسه شارژ و دشارژ سل‌ها، از آسیب به باتری می‌توان جلوگیری کرد. هماهنگی و کنترل SOC مهم‌ترین وظیفه سیستم BMS محسوب می‌شود.

همچنین اتصال کوتاه در سل موجب گرم شدن سطح پیل می‌شود که بدلیل آزاد شدن انرژی ذخیره شده در باتری بوده و گاهی باعث تبخیر الکترولیت می‌گردد که بخار آن از طریق ونت<sup>۱</sup> برای کنترل فشار سل خارج می‌شود.

باتری‌های لیتیومی نیازمند کنترل‌کننده‌هایی هستند که از شارژ شدن و دشارژ شدن بیش از حد باتری جلوگیری کنند. کنترل‌کننده‌ها برای باتری‌های ماشین و باتری‌های معمولی و مصرف‌خانگی کاربرد دارند. باتری‌های لیتیومی نیازمند حفاظت در مقابل شارژ و دشارژ شدن در شرایط بحرانی هستند زیرا دارای نقص ذاتی در حفظ تعادل و امنیت هستند. به طور مثال آزاد شدن گاز در واکنش‌های الکترودها با الکترولیت‌های آبی، که نیاز به یک کنترل‌کننده‌ی خارجی فعال دارد، به خصوص در مواردی که چندین سل در کنار هم قرار دارند مانند باتری‌های EV و HEV ها.

یک سیستم کنترل‌کننده ابتدایی در این باتری‌ها شامل یک جریان مدار بایاس است که با یک میکروچیپ کنترل می‌شود. وقتی یک سل قبل از سل‌های دیگر در یک پک، شارژ یا دشارژ می‌شود، مدار بایاس فعال می‌شود و شارژ یا دشارژ را به محض رسیدن به تعادل قطع می‌کند. وضعیت شارژ یا SOC<sup>۲</sup> به وسیله‌ی ولتاژ آن تعیین می‌شود زیرا یک رابطه بی نقص بین SOC و ولتاژ در باتری‌های لیتیومی وجود دارد. در واقع کنترل‌کننده‌ی سل ولتاژ را اندازه‌گیری کرده و مدار بایاس را هنگامی که سل به شارژ یا دشارژ کامل می‌رسد، روشن یا خاموش می‌نماید.

به این ترتیب از آسیب رساندن به سل با شارژ یا دشارژ اضافی، جلوگیری می‌شود. همچنین حفاظت باتری از طریق اندازه‌گیری دمایی باتری و فعال‌سازی سیستم سردکننده در صورت نیاز صورت می‌گیرد. سیستم حفاظت اغلب با استفاده از میکروچیپ‌های کنترلی که در صورت کوچک بودن باتری ۱ عدد در کل باتری بکار می‌رود ساخته شده و از دو

<sup>۱</sup> Vent

<sup>۲</sup> State of Charge

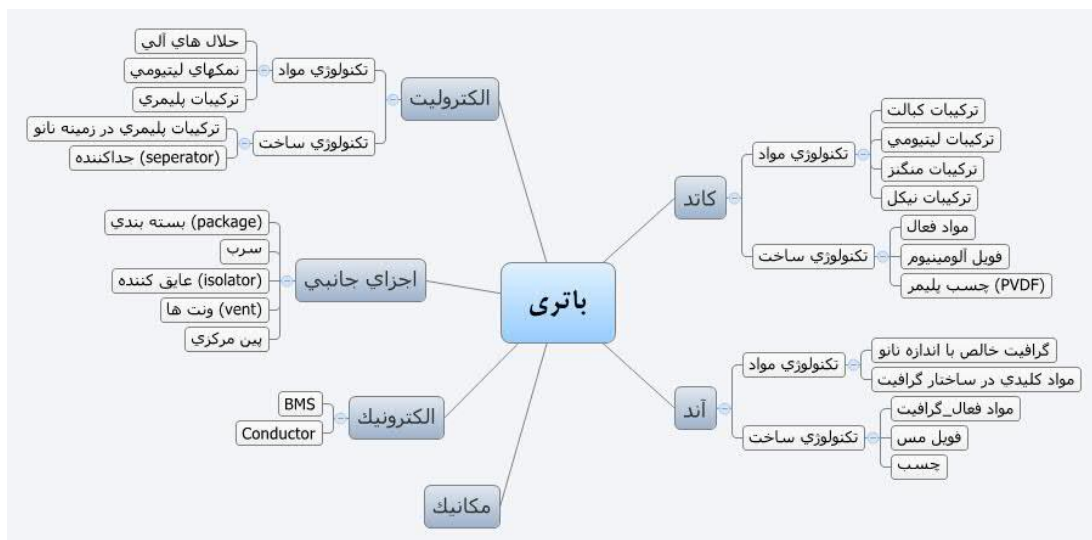
عدد MOSFET در هر سل برای قطع جریان مدار بایاس استفاده می‌شود. در EV های معمولی باتری شامل مودول‌هایی است که به صورت سری یا سری - موازی به هم وصل شده‌اند و هر مودول معمولاً شامل ۱۲ سل جداگانه است.

کنترل کننده مودول اطلاعات مورد نیاز مثل دما، ولتاژ، موارد دیگر را به کنترل کننده مرکزی باتری که یک میکروچیپ بزرگتر است می‌فرستد. این میکروچیپ بزرگتر در صورت نیاز، فن سرد کننده را روشن می‌کند یا میزان شارژر باقیمانده، مقدار ظرفیت و نیروی شارژر را محاسبه می‌کند.

این قبیل سل‌ها با جریان بالای شارژ آسیب می‌بینند که به منظور جلوگیری از این آسیب، اغلب سل‌ها شامل محدود کننده‌ی جریان نیز می‌باشند که با الکتروود سری بسته شده‌اند. محدود کننده‌های جریان در سل‌ها یا PTC<sup>۱</sup> مواد هستند که شامل مخلوطی از پلیمرها بوده‌و در دمای اتاق مقاومت پایین دارند. هنگامیکه این مواد در معرض جریان بالا قرار می‌گیرند، با افزایش دمای ماده میزان مقاومت آنها نیز زیاد می‌شود و سریعاً جریان کنترل می‌شود.

راهکار امنیتی دیگر وجود ونت در باتری است که باز می‌شود و فشار باتری از طریق خروج گازها به صورت کنترل شده، تنظیم می‌گردد. همچنین نهایتاً لایه پلی اتیلنی روی جداکننده در صورت بالا رفتن دما آب شده و از تبادل یونی جلوگیری می‌کند [۹].

در (شکل ۱۱۴) درخت فن‌آوری‌های مرتبط با باتری‌های خودروهای برقی و هیبریدی را می‌توان مشاهده نمود.



شکل ۱۱۴- درخت فن‌آوری‌های باتری و وسایل نقلیه الکتریکی و هیبریدی

<sup>1</sup> Positive Temperature Coefficient

### ۳-۲- آینده پژوهی فناوری خودرو برقی

#### ۳-۲-۱- آخرین دستاوردهای صنعت خودروسازی جهان در نسل نو خودروهای هیبریدی

استفاده از سوخت‌های فسیلی به عنوان منبع سوخت وسایل نقلیه کوچک و بزرگ، مدت‌هاست مشکلات زیادی برای جوامع بشری بخصوص ساکنان کلان‌شهرها ایجاد کرده است. یکی از راه‌های خودروسازان برای رویارویی با این مشکل، ساخت خودروی هیبریدی است. توجه به طراحی و ساخت خودروهای هیبریدی در سال ۲۰۰۹ در حالی با جدیت ادامه پیدا کرد که صنعت خودروسازی جهان با نوسانات زیادی مواجه بود اما حتی این بحران مهم هم نتوانست مانعی برای ظهور خودروهای بسیار پیشرفته باشد که یکی پس از دیگری تولید و روانه بازارهای اروپا و آمریکا شدند. البته مرسدس بنز این بار گوی سبقت را از رقیبان ربود و با تولید نوعی خودروی هیبریدی، تمام توجهات را به خود معطوف کرد.

#### ۳-۲-۱-۱- اتومبیل Mercedes S400 Bluehybrid

اتومبیل Mercedes S400 Bluehybrid نخستین خودروی جهان به شمار می‌آید که در آن، از نسل جدید باتری‌های لیتیوم یونی بهره گرفته شده است.



شکل ۱۱۵ - نمای جانبی بنز مدل S400

بنز که این محصول جدید خود را اولین بار در نمایشگاه فرانکفورت به نمایش درآورد، در گام بعدی قصد دارد آن را به ژاپن صادر کرده و پس از آن بازار آمریکا حضور این هیبرید کم‌مصرف و پاک را تجربه خواهد کرد. درحالی‌که برچسب قیمت محصول جدید و استثنایی مرسدس بنز مبلغ ۸۷ هزار و ۹۵۰ دلار را نشان می‌دهد، به احتمال زیاد این خودرو گران‌ترین و لوکس‌ترین خودروی هیبریدی جهان خواهد بود. خودرویی که کم‌مصرف‌ترین محصول این شرکت در رده‌ی سدان‌های گران‌قیمت با موتور بنزینی به شمار می‌رود. مدل S400 نخستین خودروی هیبریدی با باتری لیتیوم یونی است، درحالی‌که

خودروهای هیبریدی کنونی از باتری نیکل استفاده می‌کنند. استفاده از باتری‌های لیتیومی مزایای زیادی نسبت به باتری‌های نیکلی دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به انرژی بیشتر، طول عمر طولانی‌تر و قابلیت کارکرد در دماهای بسیار پایین اشاره کرد اما دلیل اینکه تاکنون در خودروها استفاده نشده بودند، عدم امکان کنترل حرارتی آن‌ها بوده که به نظر می‌رسد شرکت بنز موفق به حل مشکل شده و با ارائه مدل S400 BlueHybrid به عرصه جدیدی در این صنعت پا نهاده است.



شکل ۱۱۶ - نمای روبرو بنز مدل S400

این خودرو نسبت به دیگر محصولات هم‌گروهش S350 حدود ۲۱ درصد صرفه‌جویی در مصرف سوخت را به همراه دارد، ترکیب یک پیشرانه ۳/۵ لیتری ۶ سیلندر دیزل که ۲۷۹ اسب بخار قدرت دارد، با یک موتور الکتریکی به توان ۲۰ اسب بخار، باعث کاهش استفاده از موتور درون‌سوز می‌شود. به این ترتیب میزان مصرف سوخت این مدل تنها ۷/۹ لیتر در ۱۰۰ کیلومتر است و در هر کیلومتر نیز فقط ۱۸۶ گرم گاز در اکسید کربن متصاعد می‌کند. باتری به کار گرفته شده در این خودرو برخلاف سایر خودروهای هیبریدی موجود در بازار، فشرده بوده و جای بسیار کمی را اشغال می‌کند. علاوه بر باتری‌های لیتیوم یون، جعبه‌دنده ۷ سرعته خودکار، شتاب صفر تا صد ۷/۲ ثانیه و بیشترین سرعت ۲۵۰ کیلومتر بر ساعت از مشخصات بارز فنی این خودروی هیبریدی محسوب می‌شوند. به طور کلی کلاس S یکی از محبوب‌ترین محصولات مرسدس بوده که به دلیل طراحی زیبا مورد پسند عموم مردم است اما مرسدس این بار در S400 دست به یک ریسک بزرگ زده و علاوه بر هیبریدی کردن آن، در ویژگی‌های ظاهری آن هم تغییرات اساسی ایجاد کرده است. در این محصول اگرچه شکل چراغ‌های جلو تفاوت چندانی نکرده ولی نحوه آرایش لامپ‌های درون آن تغییر یافته، در ضمن علاوه بر حفظ برآمدگی روی گلگیر عقب، گلگیر جلو نیز تا حد ممکن برآمده شده است. جلو پنجره آن شبیه کلاس E جدید از حالت شکسته بهره می‌برد و محل اتصال آن با کاپوت نیز به طور کاملاً محسوس برجسته شده، البته از آنجایی که تاکنون این‌گونه برش‌ها تنها روی طرح‌های اولیه قابل پیاده‌سازی

بوده، به کارگیری آن روی یک محصول واقعی کار بسیار حرفه‌ای محسوب می‌شود. همچنین ترکیب اجزای قرار گرفته روی سپر جلو نیز در این مدل تغییر کرده و چراغ‌های LED مخصوص روز درخشش خاصی دارند.

در کنار آرایش خاص آخرین تغییرات طراحی مرسدس در S کلاس جدید روی این گونه خاص نیز اعمال شده که از آن جمله می‌توان به قرار گرفتن نوار فلزی روی رکاب، پررنگ‌تر شدن چراغ‌های قرمز عقب و نصب اگزوزهای دوگانه فلزی در گوشه‌های سپر عقب اشاره کرد که همگی باعث شده‌اند محصول هیبریدی بنز علاوه بر ویژگی‌های فنی، از لحاظ شکل ظاهری هم کاملاً متفاوت و استثنایی باشد.

### ۳-۲-۱-۲- هوندا اینسایت

این خودرو که در اوایل سال ۲۰۰۰ در ایالات متحده معرفی شد. طراحی آن بر اساس بهترین کارکرد ممکن انجام شد. اینسایت کوچک است و کم‌وزن و جای ۲ سرنشین و یک صندلی کودک دارد؛ و دارای موتور با بازدهی بالا است. اینسایت دارای برترین رتبه سنجش EPA در میان خودروهای هیبریدی شد.

هوندا خودروی هیبریدی موازی است. موتور الکتریکی به موتور بنزینی متصل است. هوندا این سیستم را جمع کننده کمک موتوری نامد. اینسایت به صورت ۵ سرعته دستی یا CVT (انتقال قدرت پیوسته اتوماتیک) است.

موتور الکتریکی اینسایت به سه روش به موتور بنزینی کمک می‌کند که به قرار زیرند:

✓ به موتور بنزینی کمک می‌کند و نیروی اضافی را در زمان شتابگیری و یا بالا رفتن از سربالایی تأمین می‌کند.

✓ سیستم ترمز احیاء کننده را در زمان کاهش سرعت خودرو به منظور بازیابی انرژی فعال نماید.

✓ موتور بنزینی را روشن می‌کند (حذف نیاز به استارت).

ولی موتور الکتریکی به تنهایی نمی‌تواند نیروی مورد نیاز برای حرکت خودرو را فراهم نماید و موتور بنزینی نیز باید روشن باشد تا موجب حرکت خودرو شود. (یکی از تفاوت‌های اینسایت با پریوس همین است، پریوس تنها با کمک موتور الکتریکی نیز می‌تواند حرکت کند)

هوندا برای کسب بهترین کارایی کارهایی را انجام داده که مهم‌ترین آن‌ها سه کاری است که در زیر به آن‌ها اشاره می‌شود.

✓ کاهش وزن

اینسایت از بدنه و ساختار آلومینیومی سبک‌وزن ساخته شده است برای هر چه کمتر شدن وزن، وزن این خودرو کمتر از ۱۹۰۰ پوند (۸۶۲ کیلوگرم) است که این مقدار ۵۰۰ پوند یا ۲۲۷ کیلوگرم کمتر از سبک‌ترین هوندا سیویک است.

### ✓ استفاده از موتور کوچک و پربازده

موتور اینسایت تنها ۱۲۴ پوند (۵۶ کیلوگرم) وزن دارد. سه سیلندر و ۱ لیتر حجم دارد که ۶۷ اسب بخار را در ۵۷۰۰ rpm تولید می‌کند. اگر نیروی اضافی ناشی از موتور الکتریکی را نیز در نظر بگیرید. این خودرو قادر خواهد بود از ۰ تا ۶۰ مایل بر ساعت را در ۱۱ ثانیه بیماید. با در نظر گرفتن موتور الکتریکی نیروی موتورها به ۷۳ اسب بخار می‌رسد (در ۵۷۰۰ rpm). اگر مقایسه‌ای بین موتور بنزینی به‌تنهایی با مجموع موتور بنزینی و الکتریکی انجام دهیم. به این نتیجه می‌رسیم که موتور الکتریکی تنها ۶ اسب بخار به قدرت موتور می‌افزاید. درحالی‌که تأثیر واقعی موتور الکتریکی بیش از این مقدار است. موتور الکتریکی در خودروی اینسایت ۱۰ کیلووات است (۱۳ اسب بخار) در ۳۰۰۰ rpm. مقدار تأثیر واقعی موتور الکتریکی را مقدار ماکزیمم گشتاور روشن می‌سازد.

بدون موتور الکتریکی اینسایت، به ماکزیمم گشتاور ۶۶ پوند-فوت در ۴۸۰۰ rpm می‌رسد؛ و با موتور الکتریکی ماکزیمم گشتاور به ۷۹ پوند-فوت در ۱۵۰۰ rpm می‌رسد؛ که ۱۳ پوند-فوت نیز که اختلاف این دو گشتاور است همان تأثیر واقعی موتور الکتریکی است.

### ✓ به کار بردن آئرونامیک

هوندا اینسایت به شکل قطره اشک طراحی شده است. پشت خودرو باریک‌تر از جلوی آن است. چرخ‌های عقب توسط جزئی از بدنه پوشانده شده است تا شکلی صاف را تشکیل دهد و بعضی از قطعات زیرین ماشین توسط پانل‌های پلاستیکی پوشانده شده است. این کارها باعث کاهش ضریب درگ به ۰/۲۵ می‌شود؛ و این خودرو جزء آئرونامیک‌ترین خودرو در بازار است. زمانی که شما در حال حرکت در اتوبان هستید موتور بنزینی با تمام قدرت کار می‌کند. وقتی که سرعت خود را کاهش می‌دهید (توسط ترمز کردن یا پدال گاز را شل کردن) موتور الکتریکی مانند ژنراتور مقداری الکتریسیته را برای شارژ باتری استفاده می‌کند. نکته دیگر در مورد اینسایت این است که سیستم انتقال قدرت از موتور به وسیله کلاچ جدا شده است (مانند سایر خودروها) و این بدین معنی است که اگر شما در حال کم کردن سرعت خود باشید و کلاچ را نگه دارید و یا با دنده خلاص سرعت خود را کاهش دهید در این صورت موتور الکتریکی و سیستم ترمز احیاء کننده نخواهد توانست انرژی الکتریکی ناشی از این کم شدن سرعت را به باتری بدهد. پس زمانی این سیستم می‌تواند بازایی انرژی داشته باشد که کم شدن سرعت خودرو در حالتی صورت گیرد که خودرو در دنده قرار دارد.

### ۳-۲-۱-۳- تویوتا پریوس

تویوتا پریوس در ژاپن در اواخر سال ۱۹۹۷ تولید شد. تویوتا سیستم موتور و انتقال قدرت را به صورت هیبرید موازی طراحی کرده است که تویوتا آن را سیستم هیبریدی تویوتا نامیده است که بعضی از مزایای هیبریدهای سری را نیز داراست. یک سدان ۴ در ۵ نفره که موتور و سیستم انتقال قدرت آن طوری است که توانایی رسیدن به سرعت ۱۵ مایل بر ساعت (۲۴ کیلومتر بر ساعت) را فقط با موتور الکتریکی داراست. پریوس در سال ۲۰۰۴ در امریکای شمالی به عنوان خودروی سال برگزیده شده است.

وزن پریوس ۲۹۰۰ پوند (۱۳۱۵ کیلوگرم) است و فضای درونی و فضای صندوق عقب آن از تویوتا کرولا بیشتر است.

تویوتا برای رسیدن به بهره‌وری و کاهش آلاینده‌گی دو کار را انجام داد:

✓ موتور بنزینی فقط زمانی کار می‌کند که به یک سرعت مشخص برسد:

به عبارت دیگر برای کاهش آلودگی پریوس می‌تواند به سرعت ۱۵ مایل بر ساعت (۲۴ کیلومتر بر ساعت) بدون استفاده از موتور بنزینی برسد. موتور بنزینی فقط زمانی روشن می‌شود که خودرو از یک سرعت معین بگذرد.

✓ به کار بردن یک دستگاه تقسیم قدرت بی‌همتا:

موتور بنزینی می‌تواند طوری تنظیم شود تا در یک سرعت معین بیشترین بهره‌وری را داشته باشد. دستگاه تقسیم قدرت در پریوس اجازه می‌دهد که موتور در همه زمان‌ها در حالت بیشترین کارایی در یک رنج سرعتی خاص باشد.

پریوس دارای موتور ۱/۵ لیتری است که ۷۶ اسب بخار را در بیشینه دور ۵۰۰۰ دور بر دقیقه به دست می‌آورد. موتور الکتریکی در پریوس دارای ۶۷ اسب بار قدرت برای ۱۲۰۰ تا ۱۵۴۰ دور بر دقیقه است؛ و گشتاور ۲۹۵ پوند-فوت را از ۰ تا ۱۲۰۰ دور بر دقیقه تولید می‌کند که نیروی کافی را برای حرکت خودرو بدون دخالت موتور بنزینی فراهم می‌کند، موتور الکتریکی در پریوس خیلی قوی‌تر از موتور الکتریکی در هوندا اینسایت است.

دستگاه تقسیم‌کننده قدرت قلب پریوس است. آن یک جعبه‌دنده هوشمند است که به موتور بنزینی متصل است. این جعبه‌دنده به خودرو اجازه می‌دهد که مانند یک خودروی هیبریدی موازی باشد که در آن موتور الکتریکی می‌تواند به تنهایی به سیستم انتقال قدرت نیرو وارد کند و موتور بنزینی نیز می‌تواند به تنهایی و یا با موتور الکتریکی نیروی مورد نیاز خودرو را تأمین کند.

همچنین این دستگاه تقسیم‌کننده قدرت اغلب اجازه می‌دهد که خودرو مانند یک خودروی هیبریدی سری باشد که در آن موتور بنزینی می‌تواند به طور مستقل باتری‌ها را شارژ کند و یا نیروی مورد نیاز برای چرخ‌ها را فراهم کند؛ که اغلب می‌تواند به

صورت انتقال قدرت پیوسته یا CVT عمل کند که باعث حذف نیاز به انتقال قدرت دستی یا اتومات می‌شود؛ و سرانجام چون دستگاه تقسیم‌کننده قدرت اجازه می‌دهد که ژنراتور موتور را روشن کند و این باعث حذف نیاز به استارت می‌شود. دستگاه تقسیم قدرت یک مجموعه دنده خورشیدی است موتور الکتریکی به چرخ‌دنده حلقه‌ای از مجموعه دنده متصل است و اغلب به صورت مستقیم به دیفرانسیل متصل می‌گردد؛ بنابراین سرعت موتور الکتریکی و چرخش دنده حلقه‌ای سرعت خودرو را تعیین می‌کند.

ژنراتور به چرخ‌دنده خورشیدی از مجموعه دنده‌ها متصل است و موتور بنزینی یا گازسوز نیز به حامل خورشیدی<sup>۱</sup> متصل است. سرعت چرخ‌دنده حلقه‌ای به سه جزء گفته شده بستگی دارد؛ بنابراین همه این اجزاء با هم در تمام زمان‌ها کار می‌کنند تا سرعت خروجی را کنترل کنند. وقتی شما شتاب می‌گیرید ابتدا موتور الکتریکی و باتری‌ها تمام نیروی مورد نیاز را تأمین می‌کنند. چرخ‌دنده حلقه‌ای که متصل به موتور الکتریکی است همزمان با حرکت کردن موتور الکتریکی می‌چرخد. حامل خورشیدی که به موتور بنزینی متصل است ثابت است زیرا موتور بنزینی هنوز روشن نشده است. زمانی که چرخ‌دنده حلقه‌ای شروع به چرخیدن کند باعث می‌شود که ژنراتور و چرخ‌دنده خورشیدی نیز شروع به چرخیدن کنند. زمانی که شتاب بیشتری می‌گیرید ژنراتور با سرعتی می‌چرخد که بتواند نیروی مورد نیاز برای موتور الکتریکی را فراهم کند.

هنوز موتور بنزینی فعال نشده است. وقتی به سرعت ۴۰ مایل بر ساعت یا ۶۴ کیلومتر بر ساعت می‌رسید موتور بنزینی نیز روشن می‌شود. درحالی‌که موتور بنزینی روشن است ژنراتور سرعت موتور الکتریکی را طوری تغییر می‌دهد که با سرعت موتور بنزینی تطبیق پیدا کند و در خروجی سرعت با هم برابر باشند.

همانند هوندا اینسایت، تویوتا پریوس هرگز نیاز به شارژ دوباره ندارد؛ زیرا ژنراتور همیشه و به طور اتوماتیک سطح شارژ در باتری‌ها را کنترل می‌کند و در صورت کم بودن شارژ می‌کند.

هم هوندا و هم تویوتا گارانتی‌های طولانی برای قطعات هیبریدی خود وضع کرده‌اند. هوندا ۸ سال یا ۸۰۰۰۰ مایل گارانتی بیشتر قسمت‌های انتقال قدرت و موتور و تجهیزات هیبریدی را داراست و تویوتا نیز ۸ سال یا ۱۰۰۰۰۰ مایل گارانتی باتری و سیستم‌های هیبریدی را دارد. موتور و باتری در این خودروها نیاز به هیچ‌گونه نگهداری و بازنگری ندارد (اگرچه در صورت اتمام گارانتی اگر نیاز به تعویض باتری‌ها گرفتید چندین هزار دلار خرج برمی‌دارد).

<sup>۱</sup> planet carrier



کسب نیروی هیبریدی مطمئناً پیچیده‌تر از تنها نیروی بنزینی و یا تنها نیروی الکتریکی است.

### ۳-۲-۱-۴- فولکس واگن XL1، مقرون به صرفه ترین اتومبیل جهان

فولکس واگن XL1، سوم اکتبر ۲۰۱۳ در بیست و سومین همایش سالیانه‌ی جامعه‌ی روزنامه‌نگاران محیط زیست<sup>۱</sup> در مرکز اجلاس «کاتانوگا» رسماً به بازار ایالات متحده معرفی شد.

میزان مصرف فولکس واگن XL1 با سوخت ترکیبی اروپایی، ۰/۸۸ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر (و در نوع سوخت آمریکایی‌اش ۱/۱۵ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر) است و در حالت تمام الکتریکی، بدون اینکه آلاینده‌ی جوی تولید کند، می‌تواند ۵۲ کیلومتر طی کند.



شکل ۱۱۷ - فولکس واگن XL1

ترکیبی از وزن سبک (چیزی نزدیک به ۸۰۰ کیلوگرم)، آیرودینامیک فوق‌العاده موثر ( $cd = 0.19$ ) و مرکز ثقل پایین، صرفه‌جویی استثنایی در مصرف سوخت را در پی دارد. این اتومبیل با راندمان بسیار بالا، قابلیت آن را دارد که با توان تولیدی ۶/۲ کیلووات با سرعت ثابت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت حرکت کند. در حالت تمام الکتریک، XL1 برای طی هر کیلومتر، کمتر از ۰/۱ کیلووات ساعت نیاز دارد.

مدل XL1 فقط ۲۱ گرم  $CO_2$  در هر ۱۰۰ کیلومتر منتشر می‌کند و به برکت طراحی بدنه‌ی سبک با فناوری بالا، بازده آیرودینامیک و سیستم هیبریدی الکتریکی دارای موتور دو سیلندر TDI با توان تولیدی ۳۵ کیلووات، یک موتور الکتریکی ۲۷ اسب بخاری، گیربکس اتوماتیک کلاچ دابل DSG هفت سرعته و باتری لیتیوم یونی است.

<sup>۱</sup> SEJ

عدد تخمینی چرخه‌ی مصرف سوخت اروپایی آن (۰/۸۸ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر)، رکوردی است که تا به حال هیچ وسیله‌ی نقلیه‌ای آن را به ثبت نرسانده و نشان می‌دهد که فولکس واگن، بازتعریفی بر آنچه که به لحاظ فنی در صنعت خودروسازی احتمال دارد، انجام داده است. همچنین XL1 دارای سرعت بیشینه‌ای برابر با ۱۶۰ کیلومتر در ساعت است و ۱۲/۷ ثانیه طول می‌کشد تا سرعت آن از صفر به ۱۰۰ کیلومتر برسد.

طول، عرض و ارتفاع XL1 به ترتیب ۳۸۸، ۱۶۶ و ۱۱۶ سانتیمتر است. در مقایسه با خودروی دیگر فولکس‌واگن با نام پولو باید گفت که پولو اندکی طویل‌تر (۳۹۷ سانتیمتر)، عریض‌تر (۱۶۸ سانتیمتر) و به طور چشمگیری ارتفاع آن بیشتر (۱۴۶ سانتیمتر) است. حتی پورشه باکستر امروزی که مظهر کامل یک اتومبیل اسپورت است، ۱۳ سانتیمتر بلندتر از آن است.

### ۳-۲-۱-۵- خودرو هیبریدی BMW i8

مدل رسمی خودروی اسپرت و هیبریدی i8 مدل ۲۰۱۵ دارای سیستم انتقال قدرت i8 پربازده و درعین حال قدرتمند است و در مجموع نیروی ۳۶۲ اسب‌بخار و گشتاور ۴۳۲ نیوتن‌متر تولید می‌کند که انرژی لازم برای اینکه خودرو در مدت ۴/۴ ثانیه از سرعت ۰ به ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت برسد را تأمین می‌کند. این خودرو با وجود ویژگی‌های اسپرت، تنها با مصرف یک گالن سوخت (حدود ۳/۸ لیتر) بیش از ۱۵۰ کیلومتر می‌پیماید که بسیار مقرون به صرفه است.



شکل ۱۱۸ - خودروی اسپرت و هیبریدی BMW i8

خودروی اسپرت و هیبریدی BMW i8 دارای یک موتور ۱/۵ لیتری با ۳ سیلندر است که نیروی ۲۳۱ اسب بخار با گشتاور ۳۲۰ نیوتن‌متر تولید می‌کند. این موتور سه سیلندر همراه با سیستم شارژ توربو قدرت خود را از طریق جعبه دنده‌ی اتوماتیک که دارای ۶ دنده است به چرخ‌های عقب منتقل می‌کند.



شکل ۱۱۹ - سیستم داخلی خودرو بی ام و

یک موتور الکتریکی نیز با نیروی ۱۳۱ اسببخار و گشتاور ۲۴۹ نیوتن متر نیروی خود را به چرخ های جلو انتقال می دهد، ترکیب این دو عمل در مجموع سبب می شود تا هر چهار چرخ i8 با هم کار کنند. i8 تنها با استفاده از نیروی الکتریکی می تواند حداکثر ۳۵ کیلومتر بپیماید و در مدت ۱/۵ ساعت نیز به طور کامل شارژ شود.

### ۳-۲-۱-۶- خودرو لکسوس هیبرید 2013 E3 300h

خودروهای هیبرید بیشتر برای مصرف بهینه انرژی شناخته شده هستند تا مسائلی مانند اسپرت بودن و جذابیت. ولی این روند قرار است با ورود ماشین هایی مانند مدل ۲۰۱۳ هیبرید لینکن MKZ و لکسوس E3 300h تغییر کند. مدل سال ۲۰۱۳ شرکت لکسوس از سری ES یک پوست اندازی کامل داشته است و نسل ششم از این سری به شمار می رود. خبر مهم برای خودروی سواری محبوب لکسوس، اضافه شدن سیستم ترکیبی و این حقیقت است که برای اولین بار ES، اشتراک زیادی با تویوتا کمری ندارد و بیشتر به تویوتا اولون نزدیک است.



شکل ۱۲۰ - خودروی لکسوس E3 300h

برای سال‌ها لکسوس ES، در صف اول محصولات شرکت لکسوس بوده و بیشتر در جایگاه «کمری» های تجملاتی و با قابلیت‌هایی مختص این نوع ماشین‌ها بوده است. اما در عین حال، هیچ‌گاه جزو خودروهای اسپرت لکسوس نبوده است. E3 300h سه حالت مختلف دارد: اکو، نرمال و اسپرت و راننده‌ها در شرایط مختلف می‌توانند از بین آن‌ها انتخاب کنند. حالت اسپرت این ماشین با توجه گشتاور سریعی که توسط موتور الکتریکی‌اش ایجاد می‌شود، به سرعت از جا کنده می‌شود. گفتن اختلاف بین سه حالت رانندگی، کار خیلی سختی است. در هر سه حالت، همچنان از تمام قابلیت‌های هیبرید می‌تواند استفاده کرد و سرعتی بین ۴۰ تا ۵۰ کیلومتر بر ساعت داشت. همچنین یک دکمه EV در این خودرو تعبیه شده که انتقال نیرو برای حرکت E3 300h را فقط از طریق موتور الکتریکی قرار می‌دهد و برای مواقعی مانند ترافیک خیابان‌ها که سرعت کم است می‌تواند استفاده شود.

لکسوس همچنین به مشتری‌های ES، استفاده از موتور ۵/۳ لیتری V6 را در ماشین E3 350 پیشنهاد می‌دهد که نیروی بیشتری برای تجهیز نسخه هیبرید است. این موتور با افزایش فاصله مصرف یک گالن بنزین از ۳/۳۴ کیلومتر به ۶۵ کیلومتر، مدت زمان توقف در پمپ بنزین را به شدت کاهش خواهد داد.

### ۳-۲-۱-۷- خودروی هیبرید شرکت ولوو

ولوو، از آخرین خودروی مفهومی خود پرده برداشته است. این خودروی هیبریدی از همان طراحی‌های گذشته ولوو استفاده می‌کند و در عین حال، از آینده‌ی این شرکت خودروسازی خبر می‌دهد. ولوو، این خودروی کانسپت کوپه را جزو خودروهای نسل جدید P1800 می‌داند و اولین خودرو از سه خودروی مفهومی این شرکت است که امکان طراحی در مقیاس‌های مختلف را دارد.



شکل ۱۲۱ - ولوو هیبریدی

علاوه بر بستر جدیدی که ولوو برای تولیداتش در آینده فراهم کرده، این خودروی کانسپت کوپه از یک نیروی محرکه‌ی جدید هیبریدی نیز بهره می‌گیرد. ولوو اعلام کرده است که قصد دارد حجم موتور را با استفاده از خط تولید موتورهای جدید و چهار سیلندر Drive-E، کاهش دهد و خودروی مذکور، نمایش قدرت احتمالی این موتورهای جدید است. موتور جدید کانسپت کوپه، ۲ لیتر گنجایش دارد. سیستم موتور الکتریکی نیز همراه با سیستم توربو شارژ بر روی محور عقب خودرو، سوار شده است. این سیستم ترکیبی، در مجموع ۴۰۰ اسب بخار قدرت و حدود ۶۰۰ نیوتن متر گشتاور ایجاد می‌کند.

### ۳-۲-۱-۸- لندرور هیبرید

لندرور هیبریدی که با نام‌های «رنجروور» و «رنجروور اسپورت» شناخته می‌شود جزء اولین خودروهای دیزلی هیبریدی در جهان به شمار می‌روند. در درون این ماشین، موتور دیزلی به همراه موتور الکتریکی گنجانده شده است.



شکل ۱۲۲ - خودروی لندرور هیبریدی

سیستم خودروی رنجروور سه حالت رانندگی انتخابی دارد. موتور دیزلی ۳ لیتری به همراه موتور الکتریکی ۳۵ کیلوواتی، سیستم ۸ دنده اتوماتیک این خودرو را برای حالت‌های مختلف حرکت، پشتیبانی می‌کنند. سیستم ترکیبی موتورها، توانی معادل ۳۳۵ اسب بخار و گشتاور ۷۰۰ نیوتن متر را فراهم می‌کنند. شرکت لندرور، همچنین تلاش فراوانی را برای کاهش وزن خودرو انجام داده است و سیستم هیبرید شامل بسته باتری لیتیوم، مبدل و موتور الکتریکی، وزنی کمتر از ۱۲۰ کیلوگرم دارد. مدل‌های «رنجروور» و «رنجروور اسپورت» با سیستم ترکیبی خود، هر گالن سوخت را در ۷۱ کیلومتر مصرف می‌کنند و همچنین ۲۶ درصد کاهش در تولید دی‌اکسید کربن نسبت مدل‌های بنزینی و دیزلی مشابه خواهند داشت.

### ۳-۲-۱-۹- فورده C-MAX Energi 2013، کارآمدترین خودروی هیبرید پلاگین در آمریکا

خودروی کاملاً جدید فورده C-MAX Energi 2013 که یک خودروی پلاگین هیبرید است، با نرخ شهری ۱۰۸ MPGe و نرخ ترکیب ۱۰۰ MPGe به تازگی موفق به کسب عنوان کارآمدترین خودرو از نظر مصرف سوخت در آمریکا شده است.



شکل ۱۲۳ - خودروی فورده C-MAX Energi

با توجه به اینکه قیمت پایه‌ی این خودرو فقط ۲۹/۹۹۵ دلار خواهد بود، می‌توان گفت C-MAX مقرون به صرفه‌ترین خودروی هیبرید در آمریکا نیز خواهد بود. مصرف سوخت شهری این خودرو حدود ۱/۹۹ لیتر به ازای هر ۱۰۰ کیلومتر رانندگی شهری خواهد بود.

### ۳-۲-۱-۱۰- پژو هیبرید

این خودرو، دارای قوای محرک هیبرید با بازده بالا خواهد بود. گزارش‌ها حاکی از این است که بدنه‌ی این خودرو از جنس فیبر کربن خواهد بود تا با کمک آن، وزن خودرو کاهش یابد.



شکل ۱۲۴ - پژو هیبرید

این خودرو دارای یک موتور دیزلی V8 با حجم ۳/۷ لیتر به همراه یک موتور الکتریکی می‌باشد که چرخ‌های جلو را تحریک می‌کند. کل قوای محرک این خودرو، توانی معادل ۶۰۰ اسب بخار را برای راننده فراهم خواهد کرد که به طور مناسب، بین چهار چرخ خودرو تقسیم خواهد شد.

### ۳-۲-۱-۱۱- خودروی مفهومی هیبرید لکسوس LF-CC

خودروی مفهومی هیبرید لکسوس LF-CC، خودرویی کوپه با سایز متوسط با قوای محرک هیبرید که نشان‌گر ایده‌های طراحی و تکنولوژی در آینده است.



شکل ۱۲۵ - خودروی مفهومی هیبرید لکسوس LF-CC

این خودرو شبیه به خودروی هیبرید اسپرت Lexus LF-LC طراحی شده است و مجهز به یک قوای محرک جدید کاملاً هیبرید است که برای استفاده در آینده طراحی شده است و لذت رانندگی به همراه کارایی و بازده بالا و همچنین آلاینده‌های کم‌تر را برای ما به ارمغان خواهد آورد. خودروی هیبرید لکسوس LF-LC، بیش از ۲۰۰ اسب بخار توان خواهد داشت. این خودرو دارای یک موتور احتراق داخلی گازسوز ۲/۵ لیتری و چهار سیلندر DOHC به همراه یک موتور الکتریکی خواهد بود.

### ۳-۲-۱-۱۲- میتسوبیسی 2014 Outlander، اولین خودروی پلاگین هیبرید شاسی بلند

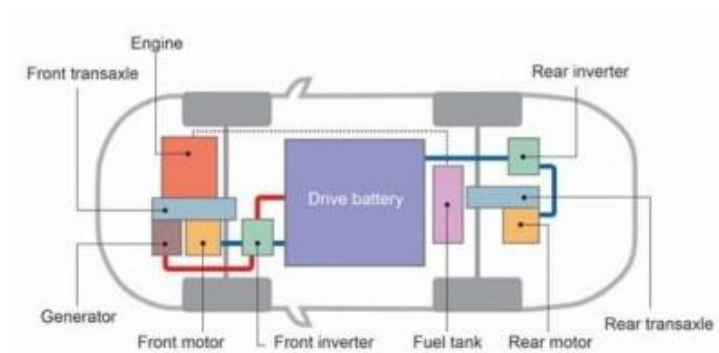
میتسوبیسی 2014 Outlander توان خود را از یک موتور احتراق داخلی چهار سیلندر ۲ لیتری به همراه دو موتور الکتریکی با یک باتری لیتیوم یون دریافت می‌کند. این خودروی هیبرید الکتریکی از سیستم قوای محرک پلاگین هیبرید خودرو برقی MMC استفاده می‌کند که حاصل سیستم ۱۰۰٪ الکتریکی مورد استفاده در خودروی الکتریکی i-MiEV می‌باشد.



شکل ۱۲۶ - خودروی میتسوبیشی 2014 Outlander

بر خلاف دیگر خودروهای پلاگین هیبرید؛ مثلاً Chevy Volt و خودروی پلاگین هیبرید هوندا آکورد ۲۰۱۴، خودروی اوتلندر دارای قابلیت طی کردن مسافت‌های خارج جاده‌ای را نیز دارد.

میتسوبیشی بر این موضوع می‌بالد که خودروی اوتلندر سه ویژگی بسیار بزرگ و قابل توجه دارد: عملکرد یک وسیله نقلیه الکتریکی دوستدار محیط‌زیست، رنج گشت‌زنی یک وسیله نقلیه احتراق داخلی معمولی و عملکرد روی جاده و خارج جاده که از یک وسیله نقلیه شاسی بلند انتظار می‌رود. این خودروی هیبرید پلاگین همچنین دارای سه حالت رانندگی است: تمام الکتریکی، حالت سری هیبرید و حالت موازی هیبرید.



شکل ۱۲۷ - طرح کلی اجزاء سیستم هیبرید خودروی میتسوبیشی

میتسوبیشی انتظار دارد که خودروی پلاگین هیبرید 2014 Outlander قادر به طی مسافت ۵۵ کیلومتر در حالت تمام الکتریکی و طی مسافت ۸۸۰ کیلومتر در حالت معمولی باشد. باتری لیتیوم یون این خودرو با یک شارژر ۲۰۰ ولتی، در زمان ۴/۵ ساعت شارژ می‌شود ولی با یک شارژر کهنده‌ی سریع، در طی نیم ساعت تا میزان ۸۰ درصد شارژ می‌شود.

متوسط مصرف این خودرو ۱ کیلووات ساعت و ۵/۴۴ لیتر در هر ۱۰۰ کیلومتر بوده است، هر چند باید اشاره کرد که این ارقام ساده سازی شده اند چرا که معمولاً با SUV ها در حالت EV یا هیبریدی رانندگی می‌کنند.



در حالت EV محدوده ی مسافت قابل طی بیش از ۵۰ کیلومتر یا ۳۰ مایل می باشد. ظرفیت باتری ۱۲ کیلووات ساعت و گنجایش مخزن سوخت ۴۵ لیتر است.

### ۳-۲-۱-۱۳- فولکس واگن Jetta 2013، سریع ترین خودروی هیبرید دنیا

شرکت فولکس واگن اعلام کرده است که خودروی Jetta، سریع ترین خودروی هیبرید است. رکوردی که این خودروی هیبرید ثبت کرده است، ۲۹۸/۳۶۳ کیلومتر بر ساعت بوده است.



شکل ۱۲۸ - فولکس واگن Jetta 2013

این شرکت امیدوار است که اکنون می سوختی این خودرو رو را به ۴۵ mpg یا ۱۹/۱ km/l برساند که در واقع، ۲۰ درصد سوخت کمتری نسبت به قوای محرک خودروهای سدان مشابه معمولی می سوزاند. این خودرو دارای یک توربوشارژر ۱/۴ لیتر و موتور احتراق داخلی چهار سیلندر با تزریق مستقیم سوخت TSI می باشد که فقط ۹۸ کیلوگرم وزن دارد و توان ۱۵۰ اسب بخار را برای خودرو تأمین می کند. شتاب ۰ تا ۹۶ کیلومتر بر ساعت این خودرو، کمتر از ۹ ثانیه است و ادعا می شود که اولین خودروی هیبریدی است که از انتقال دهنده ی اتوماتیک هفت سرعته ی DSG با دو کلاچ بهره می برد.

علاوه بر موتور احتراق داخلی مذکور، یک موتور الکتریکی با توان ۲۰ kW در این خودروی هیبرید به کار رفته است که توان خودرو را به میزان ۲۷ اسب بخار افزایش می دهد. نیروی موتور الکتریکی نیز توسط یک باتری لیتیوم یون ۲۲۰ ولت ۱/۱ kWh با ۶۰ سلول منفرد که در پشت صندلی های عقب قرار دارد، تأمین می شود. Jetta هیبرید می تواند در حالت تمام الکتریکی، با سرعت ۷۰ کیلومتر بر ساعت و تا مسافت ۱/۹ کیلومتر حرکت کند. این خودرو همچنین از سیستم احیای ترمز بهره می برد و به کمک آن، مقدار قابل توجهی انرژی جنبشی خودرو را در باتری ها ذخیره می کند.

وقتی راننده پدال گاز را رها می‌کند تا ترمز بگیرد، یکی از کلاچ‌ها ارتباط موتور احتراق داخلی را قطع می‌کند و عمل ترمز، تماماً توسط ترمزها انجام می‌گیرد و گشتاور موتور احتراق داخلی و کشش قوای محرک در این امر بی‌تأثیر خواهند بود. ادعا می‌شود که این ویژگی خودروی فولکس‌واگن هیبرید Jetta موجب شده است تا انرژی بیشتری را حین ترمز گرفتن به باتری‌های بفرستد.

موتور احتراق داخلی این خودرو، در شرایط رانندگی شهری ایست-حرکت، خاموش می‌شود و فقط موتور الکتریکی موجب کشش وسیله نقلیه می‌شود. ادعا می‌شود که این خودرو، بی سرو صداترین خودرویی است که VW در کلاس خودروهای سدان خود تاکنون ساخته است. Jetta همچنین دارای وزنی کمتر از ۱۵۰۰ کیلوگرم است و مجهز به تکنولوژی بلوتوث، چراغ‌های LED و رادیوی ماهواره‌ای SiriusXM است. تجهیزات ایمنی این خودروی سبز شامل ۶ کیسه‌ی هوا، کنترل پایداری الکترونیکی و ترمزهای ضد قفل می‌باشد.

### ۳-۲-۱-۱۴ - مزدا مدل Mazda6 یا Atenza با سیستم i-ELOOP

مزدا ۶ کاملاً جدید، اولین مدلی خواهد بود که مجهز به سیستم احیای انرژی ترمز مزدا می‌باشد که مزدا، این سیستم را i-ELOOP نامیده است. (نام i-ELOOP برگرفته از عبارت چرخه‌ی هوشمند انرژی است)



شکل ۱۲۹ - مزدا ۶ جدید

سیستم احیای ترمز مزدا در حال حاضر بی‌همتا است زیرا از یک خازن بهره می‌جوید که به طور موقت، میزان عظیمی از انرژی را (به فرم الکتریسیته) ذخیره می‌کند. در مقایسه با باتری‌ها، خازن‌ها می‌تواند سریعاً شارژ یا تخلیه شوند و طول عمر بالایی دارند. I-ELOOP انرژی جنبشی وسیله نقلیه را حین شتابگیری منفی (ترمز) به الکتریسیته تبدیل می‌کند و این انرژی را برای کنترل هوای خودرو، سیستم صوتی و دیگر اجزای الکتریکی مصرف می‌کند.

سیستم احیای ترمز در وسایل نقلیه‌ی هیبریدی عموماً از یک موتور الکتریکی بزرگ و یک باتری اختصاصی استفاده می‌کند. در سیستم جدید مزدا، از موتور الکتریکی یا باتری اختصاصی استفاده نشده است. مزدا این سیستم بازیافت انرژی را به گونه‌ای ساخته است که در شتابگیری منفی اتومبیل، میزان قابل توجهی انرژی بازیافت شود. سیستم i-ELoop مجهز به یک دستگاه تولیدکننده‌ی برق متناوب ۱۲-۲۵ ولت، یک خازن دو لایه و یک مبدل DC به DC می‌باشد. این سیستم از هنگامی که راننده‌ی اتومبیل پایش را روی پدال می‌گذارد شروع به کار می‌کند. دستگاه تولیدکننده‌ی برق متناوب، ولتاژی را تا میزان ۲۵ ولت تولید و به خازن الکتریکی دو لایه (EDLC) می‌فرستد تا در آن ذخیره شود. خازن مذکور که برای استفاده در وسایل نقلیه توسعه داده شده، می‌تواند تنها در چند ثانیه به طور کامل شارژ شود. مبدل DC به DC ولتاژ ۲۵ ولت را تا ۱۲ ولت کاهش می‌دهد و مستقیماً به اجزای الکتریکی خودرو توزیع می‌کند. این سیستم در صورت لزوم باتری وسیله نقلیه را نیز شارژ می‌کند؛ مثلاً در مواقعی که موتور بنزینی باید بیش از حد کار کند تا باتری را شارژ کند. به عنوان یک نتیجه، در شرایط رانندگی ایست-حرکت، اکونومی سوخت تا میزان ۱۰٪ افزایش پیدا می‌کند.

### ۳-۲-۲- آخرین دستاوردهای صنعت خودروسازی جهان در نسل نو خودروهای الکتریکی

#### ۳-۲-۲-۱- خودرو تسلا مدل S

خودرو تسلا مدل S ساخت کمپانی Tesla Motors، یک خودرو کاملاً برقی با ۵ درب می‌باشد. این خودرو از سال ۲۰۱۲ در حال تولید می‌باشد. این خودرو با باتری ۶۰ کیلووات ساعتی ۳۷۰ کیلومتر و با باتری ۸۵ کیلووات ساعتی ۵۱۰ کیلومتر را با یک شارژ می‌پیماید. فروش این خودرو در سال ۲۰۱۳ از ۲۵۰۰۰ عدد نیز فراتر رفته است. موتور الکتریکی مورد استفاده در این خودرو از جنس موتور القایی سه فاز ۳۱۰ کیلوواتی است. مشخصات کاملتر این خودرو در (شکل ۱۳۱) نشان داده شده است.



شکل ۱۳۰- خودرو تسلا مدل S

Powertrain	
<b>Electric motor</b>	310 kW (416 bhp), 600 N·m (443 ft·lb), Three-phase AC induction motor
<b>Transmission</b>	1-speed fixed gear (9.73:1)
<b>Battery</b>	60 or 85 kWh lithium ion <sup>[4]</sup>
<b>Electric range</b>	<b>85 kWh</b> 265 mi (426 km) (EPA) 310 mi (500 km) (NEDC) <b>60 kWh</b> 208 mi (335 km) (EPA) 233 mi (375 km) (NEDC)
<b>Plug-in charging</b>	11 kW 85-265 V onboard charger for 1ϕ 40A or 3ϕ 16A <sup>[5]</sup> on IEC Type 2 inlet <sup>[6]</sup> Optional "Twin Charger" for 22 kW for 1ϕ 80A or 3ϕ 32A <sup>[5]</sup> Optional Supercharger for 100 kW DC offboard charging, adapters for domestic AC sockets (110-240V)
Dimensions	
<b>Wheelbase</b>	2,959 mm (116.5 in)
<b>Length</b>	4,976 mm (195.9 in)
<b>Width</b>	1,963 mm (77.3 in)
<b>Height</b>	1,435 mm (56.5 in)
<b>Curb weight</b>	2,108 kg (4,647.3 lb)

### شکل ۱۳۱ - مشخصات خودرو کاملاً برقی تسلا مدل S

	Standard		Performance
	60 kW·h	85 kW·h	
<b>Range</b>	208 mi (335 km) (EPA) 233 mi (375 km) (NEDC)	265 mi (426 km) (EPA) 310 mi (500 km) (NEDC)	
<b>Max. power</b>	225 kW (302 hp) @ 5000-8000 rpm	270 kW (362 hp) @ 6000-9500 rpm	310 kW (416 hp) @ 5000-8600 rpm
<b>Max. torque</b>	317 lb·ft (430 N·m) @ 0-5000 rpm	325 lb·ft (440 N·m) @ 0-5800 rpm	443 lb·ft (600 N·m) @ 0-5100 rpm
<b>0-60 mph (0-97 km/h)</b>	5.9 sec	5.4 sec	4.2 sec
<b>Top speed</b>	120 mph/193 km/h	125 mph/200 km/h	130 mph/210 km/h
<b>Supercharging</b>	Optional <sup>1</sup> (US\$2,500)	Included	

Note: <sup>1</sup> After purchase, Supercharging can be enabled via a software update for US\$2,500.

### شکل ۱۳۲ - ویژگی های خودرو کاملاً برقی مدل S

این خودرو با دو منبع ۱۲۰ تا ۲۴۰ ولتی شارژ می‌گردد. همچنین کمپانی تسلا ایستگاههای ابرشارژر ۱۲۰ کیلوواتی را احداث کرده است که می‌تواند خودرو را برای مسافتی ۳۲۰ کیلومتری در حدود نیم ساعت شارژ نماید. زمان شارژ خودرو به ظرفیت باتری،

مقدار ظرفیت موجود در باتری قبل از شارژ<sup>۱</sup> و سطح ولتاژ و آمپراژ در دسترس بستگی دارد. برای نمونه از یک ایستگاه خانگی ۱۲۰ ولتی و ۱۵ آمپری نرخ شارژ خودرو ۶ کیلومتر در ساعت می باشد و از یک ایستگاه ۱۰ کیلوواتی با ولتاژ ۲۴۰ ولت نرخ شارژ خودرو ۴۶ کیلومتر در ساعت است.

### ۳-۲-۲-۲- خودروی LEAF شرکت نیسان

در این قسمت مشخصات خودرو LEAF و فعالیت‌های شرکت نیسان به عنوان نمونه‌ای از شرکت تولید کننده خودرو الکتریکی انبوه تولید، مورد تحلیل بیشتری قرار می‌دهیم. در (جدول ۲۱) اطلاعات مربوط به اولین خودروی الکتریکی تولید انبوه جهان که توسط شرکت نیسان در سال ۲۰۱۰ تولید شده است را می‌بینید.

جدول ۲۱ - مشخصات فنی خودرو LEAF

Dimensions	4,450mm X 1,770mm X 1,545mm
Seating Capacity	5 passengers
Powertrain layout	Front motor, front drive
Electric Motor	High response AC synchronizing motor (80kw, 280Nm)
Battery	Laminate-type thin lithium-ion battery (approximately 24kWh)
Brakes	Regenerative braking, mechanical disk brakes
Top speed	Over 140km/h
Cruising rang	160km (@ US LA4 mode)
Charging times	Normal charge: <ul style="list-style-type: none"> <li>• JPN approximately 8 hours(200V)</li> <li>• US/EUR approximately 7 hours(240V/230V)</li> </ul> Quick charge: Approximately 30minutes (@50kW SOC0% to 80%)

همان‌طور که ملاحظه می‌شود، این خودرو قابلیت طی مسافت ۱۶۰ کیلومتر را دارد. ضمناً سرعت شارژ آن، هنگام شارژ سریع و تا ۸۰ درصد شارژ کامل، تنها ۳۰ دقیقه است.

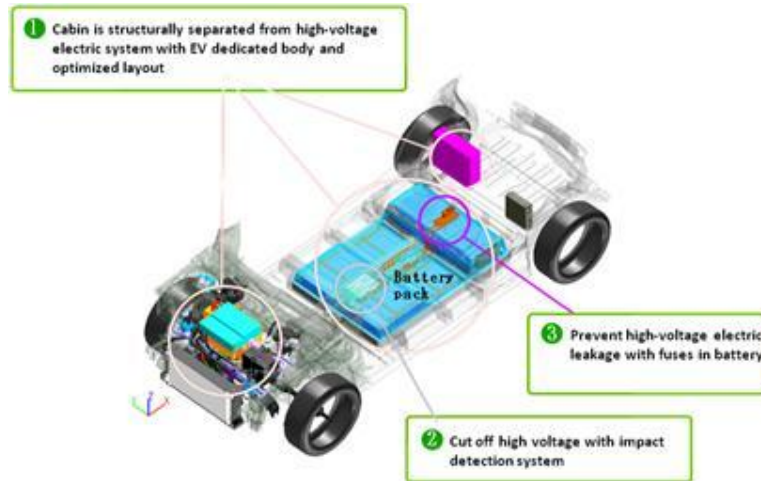
در (شکل ۱۳۳) نیز، ملاحظات ایمنی را در این خودرو ملاحظه می‌کنید. این خودرو دارای سه قسمت مهم در بحث ایمنی است:

۱. کل بدنه خودرو توسط طراحی بدنه و بخش مخصوص از بخش فشار قوی ایزوله شده است.

<sup>1</sup> State-Of-Charge

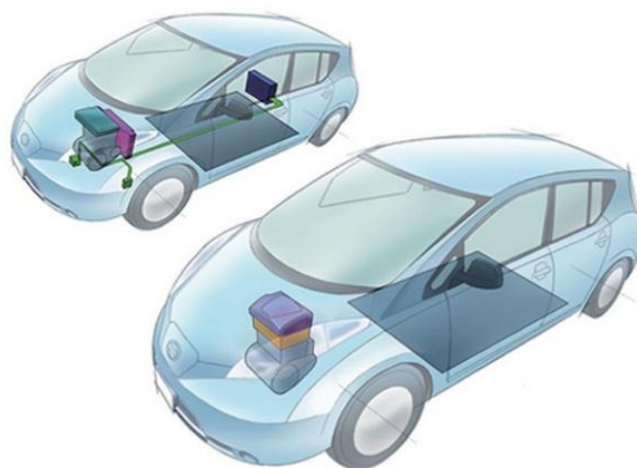
۲. کلید بخش فشار قوی که پیش‌تر، توضیح داده شد.

۳. به منظور جلوگیری از نفوذ جریان نشتی از باتری از فیوز استفاده شده است.



شکل ۱۳۳ - ملاحظات ایمنی در خودرو LEAF

مدل دوم اصلاح شده این خودرو (LEAF) در سال ۲۰۱۲ ارائه شد، در این مدل میزان مصرف انرژی نسبت به مدل اول، ۱۴ درصد بهبود یافت و حدود ۸۰ کیلوگرم، کمتر وزن دارد. ضمناً در این مدل، صندوق عقب، دارای ۴۰ لیتر فضای بیشتری است. در این مدل، مسافتی که خودرو طی می‌کند نیز از ۲۰۰ کیلومتر، به ۲۲۸ کیلومتر افزایش یافته است. این تغییرات به علل مختلفی بوده است. مثلاً در مدل جدید، موتور و اینورتر همگی به صورت مجتمع در جلوی خودرو قرار گرفته‌اند (تصویر زیر را ملاحظه کنید). در ضمن، افزودن سیستم پمپ حرارتی به المان گرمکن اصلی سبب کاهش مصرف برق به منظور گرم کردن خودرو می‌شود.



شکل ۱۳۴ - مدل دوم (سمت راست) خودرو LEAF در مقایسه با مدل اولیه آن

از نظر کاربری نیز، خودرو جدید برتر از نمونه اولیه است. در این مدل، میزان باتری به صورت درصد بیان می‌شود. و سیستم راهبری آن قابلیت انتخاب مسیرهایی را دارد، که انرژی کمتری مصرف شود و لذا نگرانی از بابت تمام شدن شارژ، برای راننده باقی نمی‌ماند.

### ۳-۲-۲-۳- خودروی الکتریکی فولکس واگن e-Golf و e-U

فولکس واگن در رویکردش به وسایل نقلیه‌ی الکتریکی، دو مدل تولیدی را معرفی کرد: e-Golf مدل ۲۰۱۵ و e-up مدل ۲۰۱۵.



شکل ۱۳۵ - خودروی الکتریکی فولکس واگن e-Golf و e-U

#### • فولکس واگن e-Golf مدل ۲۰۱۵

مدل e-Golf فولکس واگن مدل ۲۰۱۵ که در عکس زیر نشان داده شده، به Golf معمولی بسیار شباهت دارد، اما زیر کاپوت اتومبیل، موتور الکتریکی با توان ۸۵ کیلووات و ۱۱۵ اسب بخار قرار دارد که توان چرخش تا ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه را دارد که ۲۷۰ نیوتون متر گشتاور را تولید می‌کند. انرژی در یک باتری لیتیوم یونی ۲۴,۲ کیلووات ساعت ذخیره می‌شود که از ۲۶۴ باتری کوچک‌تر ساخته شده است (و تا ۳۲۳ ولتاژ افزایش می‌یابد)؛ همچون بیشتر وسایل نقلیه‌ی الکتریکی، گیربکس (جعبه‌دنده) تک‌سرعه است.



شکل ۱۳۶ - فولکس واگن e-Golf

فولکس واگن می گوید که سرعت رانندگی آن بسته به شرایط رانندگی بین ۱۳۰ تا ۱۹۰ کیلومتر (۸۱ تا ۱۱۸ مایل) در ساعت قابل افزایش است. بازده انرژی اش ۱۲/۷ کیلووات در هر ۱۰۰ کیلومتر است. این خودرو وسیله نقلیه بسیار آئرودینامیکی است در حالی که در Golf استاندارد (TDI 1600 لیتری با توان ۷۷ کیلووات) ضریب آئرودینامیکی ۰/۶۸۶ متر مربع است، شرکت توانست آن را در e-Golf تا ۰/۶۱۵ مترمربع کاهش دهد، به این ترتیب آن را ۱۰ درصد بهبود بخشید. به همین ترتیب، ضریب آئرودینامیکی تا ۰/۲۸۱ بهبود پیدا کرد.

#### • فولکس واگن e-up مدل ۲۰۱۵

مدل e-up فولکس واگن، مثل برادر کوچک e-Golf است، از آن کوچک تر است، با یک موتور الکتریکی که با توان ۶۰ کیلووات و ۸۲ اسب بخار قدرت، ۲۱۰ نیوتن متر گشتاور تولید می کند و یک باتری کوچک تر لیتیوم یونی دارد که ۱۸/۷ کیلووات ساعت انرژی ذخیره می کند. ترکیب وزن کم و اندازه ی کوچک تر با آئرودینامیک خوب باعث می شود که فقط ۱۱/۷ کیلووات ساعت در هر ۱۰۰ کیلومتر مصرف کند و بسته به شرایط رانندگی سرعتی بین ۱۲۰ تا ۱۶۰ کیلومتر (۷۵ تا ۹۹ مایل) در ساعت داشته باشد.

طرح نیروی رانشی e-up مدل ۲۰۱۵ در زیر نشان داده شده است:





شکل ۱۳۷ - فولکس واگن e-up

### ۳-۲-۴- رنو اسپارک ماشین الکتریکی مسابقه‌ای مخصوص مسابقات فرمول E

ماشین مسابقه‌ای تمام الکتریکی تک‌سرنشین رنو اسپارک، آینده‌ی مسابقات اتومبیلرانی فاقد آلاینده‌های جوی را ترسیم می‌کند و می‌تواند به عنوان ماشین الکتریکی ایده‌آل شما با حداکثر سرعت محدود به ۲۳۰ کیلومتر در ساعت خودش را به خط پایان برساند.



شکل ۱۳۸ - رنو اسپارک

این ماشین مسابقه‌ای به یک موتور ۲۰۰ کیلوواتی مک‌لارن مجهز شده است که چیزی معادل ۲۷۰ اسب بخار تولید می‌کند. ترکیبی از این قدرت با شاسی ساخته‌شده از آلومینیوم و فیبر کربن با وزن سبک باعث می‌شود که سرعت رنو اسپارک ظرف ۳ ثانیه از صفر به صد کیلومتر برسد. اگرچه وزن باتری‌های این اتومبیل ۲۲۰ کیلو است، ولی جزئیاتی از کار آن در زمان مسابقه ارائه نشده است. انتظار می‌رود که راننده‌ی اسپارک در یک ساعت مسابقه، از دو اتومبیل استفاده کند.

### ۳-۲-۵- خودروی الکتریکی جدید بی.ام.و i3 مدل ۲۰۱۴

طراحی منحصر به فرد ماشین i3 از شرکت BMW می‌تواند نظر خیلی‌ها را به خور جلب کند. قابل توجه‌ترین طراحی، کمربند است که به صورت جالب در پشت پنجره‌های درب خودرو قرار می‌گیرد. در حالی که BMW i3 خودرویی با چهار درب محسوب می‌شود، ولی طراحی ایمنی که در این درب‌ها به کار رفته، اجازه باز شدن درب‌های عقب را بدون باز بودن درب‌های جلو نمی‌دهد. بدنه i3 از پلاستیک تقویت شده با فیبر کربنی، CFRP است که اولین بار برای یک خودروی سواری استفاده شده است و آن قدر استحکام دارد تا مسئولین BMW را قانع کند تا از ستون نگه‌دارنده در وسط ماشین استفاده نکنند. این موضوع دسترسی راحت‌تر به صندلی‌های عقب را امکان‌پذیر می‌کند. در حالی که BMW i3 به سختی جای دو صندلی در جلو و عقب را دارد، شرکت می‌گوید که این فضا، گنجایش صندلی‌های بزرگ‌تری را نیز خواهد داشت.



شکل ۱۳۹ - بی.ام.و i3

کف ماشین کاملاً تخت است و این ویژگی در پارکینگ‌ها و جاهایی که محدودیت فضا وجود دارد، بسیار مفید است زیرا به راحتی می‌توان از هر طرف ماشین پیاده شد. همه BMW i3 هایی که در تصاویر شرکت سازنده خودرو نشان داده شده‌اند، با کاپوتی به رنگ مشکی براق هستند. این ویژگی، این خودروهای الکتریکی را از همتایان بنزینی خود متمایز می‌کند. در طراحی جلوی این ماشین، دو جلو پنجره قله‌شکل که قاب آبی‌رنگ دارند به کار رفته است. این جلوپنجره‌ها، در واقع راهی به هوا برای خنک کردن ندارند، ولی در کاهش کشش آئرونامیک بدنه خودرو مؤثر هستند.

چرخ‌های ۱۹ اینچی (حدوداً نیم متری) با این که ارتفاع بلندی دارند، ولی عرضشان کم است و به همین دلیل می‌توان تایر جدید با قابلیت مقاومت کم در برابر چرخش بر آن‌ها سوار کرد. مشتریان علاوه بر این چرخ‌ها، در هنگام خرید می‌توانند چرخ‌های ۲۰ اینچی نیز انتخاب کنند.

شرکت BMW اعلام کرده که i3 با سه سطح از طراحی داخلی به نام‌های مگا، گیگا و ترا عرضه خواهد شد. سطح استاندارد مگا، شامل چرخ ۱۹ اینچی از جنس آلومینیوم تقویت‌شده، شارژر ۴/۷ کیلووات همراه، مسیریاب، سیستم اطلاعات رانندگی BMW و مجموع کامل چراغ‌های LED است. سطح گیگا، تودوزی چرم و پشم را اضافه می‌کند و سقف آفتاب‌گیر و چرخ ۱۹ اینچی از جنس آلایژی متفاوت از آلومینیوم، رادیوی ماهواره‌ای و یک بازکننده درب پارکینگ تعبیه شده دارد. سطح بالای ترا، نوع دیگر از چرخ‌های ۱۹ اینچی را دارد، به علاوه روکش چرمی داخل به صورت کامل، دوخت مناسب با رنگ‌های متفاوت و کفی به رنگ زغالی.

۲۵ درصد پلاستیک استفاده شده در این ماشین بازیافتی است و روکش چوبی استفاده شده از درختان اکالیپتوس است. همچنین در طراحی داخل درب‌ها و داشبورد، فیبرهایی قرار داده شده که از گیاه کنف به دست آمده‌اند. گیاه کنف، این روزها یکی از مواد بادوام است که در طراحی داخلی خودروها محبوبیت فراوانی دارد.

کف ماشین i3 یک بسته باتری لیتیومی ۲۲ کیلووات ساعت در خود جای داده که ۲۰۴ کیلوگرم وزن دارد. این باتری، قدرت موتور الکتریکی ۱۲۵ کیلووات ۱۷۰ اسب بخار (حدود سه برابر پراید!) با گشتاور ۱۸۴ پوند-فوت را تأمین می‌کند. انتخاب دیگری که مشتری می‌تواند درخواست کند، اضافه کننده سرعت با موتور بنزینی دو سیلندر با ظرفیت ۶۵۰ سی‌سی و ۳۴ اسب بخار است که در عقب ماشین سوار می‌شود. برخلاف مدل Volt از شرکت Chevrolet، این موتور بنزینی، الکتریسیته تولید می‌کند و هیچ تفاوتی در گشتاور ایجاد شده در دو حالت استفاده از باتری یا موتور بنزینی نیست.

مسافتی که باتری می‌تواند برای حرکت تأمین کند، ۱۲۹ تا ۱۶۱ کیلومتر تخمین زده می‌شود و با اضافه کردن موتور بنزینی، این مسافت تقریباً دو برابر خواهد شد. به این معنی که مخزن بنزین در جلو ۴/۲ گالون یعنی ۹ لیتر گنجایش دارد. در حالت استفاده از موتور بنزینی در کنار باتری، i3 یک گالون بنزین را در مسافتی بین ۵۳ تا ۶۷ کیلومتر مصرف خواهد کرد. در عین حال، با انتخاب اضافه‌کننده مسافت، ۱۰۴ کیلوگرم دیگر به وزن ۱۲۲۵ کیلوگرمی i3 افزوده می‌شود. چنین طراحی، مبتنی بر این است که شرکت می‌خواهد ماشین‌های الکتریکی، بیشتر بر الکتریسیته متکی باشند.

به گفته BMW، شتاب اولیه خودرو ۵/۳ ثانیه تا رسیدن به ۴۸ کیلومتر بر ساعت گزارش شده و این ماشین طی زمانی حدوداً برابر ۷ ثانیه توانسته از صفر به ۹۶ کیلومتر بر ساعت برسد. این شرایط در هنگام استفاده از وضعیت «راحت یا Comfort» به دست آمده است؛ در حالی که رانندگی در این ماشین دو حالت دیگر به نام‌های «اکو پرو» و «اکو پرو+» دارد که در آن‌ها، شرایط انتقال قدرت محدود می‌شود و تغییراتی را برای کم کردن مصرف باتری و اضافه کردن مسافت انجام می‌دهند.

به طور کلی، حداکثر سرعت i3 به حدود ۱۵۰ کیلومتر بر ساعت محدود شده است. وزن ماشین تقریباً به صورت یکنواخت تقسیم شده و از این نظر ایده‌آل است و BMW توانسته به شعارش با عنوان «اوج رانندگی در ماشین» وفادار باشد.

یک شارژر استاندارد همراه، توانی به اندازه ۴/۷ کیلووات دارد؛ یعنی در یک ایستگاه شارژ ۲۴۰ ولتی سطح ۲، شارژ کامل حدود ۳ ساعت زمان می‌برد. (البته اگر درجه آمپر ایستگاه ۳۲ و بالاتر باشد).

مدل i3 سیستم شارژر CCS را پیشنهاد می‌کند که به کمک آن می‌توان در عرض ۲۰ دقیقه باتری را تا ۸۰ درصد شارژ کرد و در نیم ساعت، باتری ۱۰۰ درصد شارژ می‌شود. با این وجود، این نوع شارژ به تازگی در اروپا و دیگر نقاط در حال گسترش است و در حال حاضر بسیاری از ایستگاه‌های شارژ با این سیستم هماهنگی لازم را ندارند.

شرکت BMW از i3 خود، به عنوان یک خودروی قابل استفاده در شهر یاد می‌کند؛ در واقع، فقط برای استفاده در داخل شهر ساخته شده است.

### ۳-۲-۲-۶- لندروور دیفندر الکتریکی

اولین دیفندر الکتریکی برای تست انتقال، یک خودرو ۱۱۰ پیک‌آپ با چهار چرخ محرک بود که به Eden Project در کرن انگلستان برای کشیدن چهار قطار باربری ارسال گردید که به حمل و نقل بازدیدکنندگان در اطراف این محدوده‌ی کاملاً سازگار با محیط‌زیست پرداخت. این SUV هیچ‌گونه مشکلی برای کشیدن ۱۲ تن تا شش درصد شیب را نداشت.



شکل ۱۴۰ - لندروور دیفندر الکتریکی

دیفندر الکتریکی با باتری خودش می‌توانست مسافت ۸۰ کیلومتر را با مقداری کمتر از ۱۹ کیلومتر به عنوان ذخیره حرکت کند. عملکرد او در سرعت کم به گونه‌ای است که قبل از آنکه نیاز به شارژ کردن مجدد داشته باشد می‌تواند گاری‌ها را در اطراف محوطه برای مدت زمانی حدود ۸ ساعت بکشد. لندروور بیان می‌کند که باتری لیتیوم ثانویه‌ای که اخیراً اضافه شده است می‌تواند به افزایش طول مدت رانندگی دیفندر کمک کند در حالی که حتی به توزیع مربوط به وزن وسیله نیز برای پایداری بهتر کمک می‌کند. به صورت قابل تصور، این وسیله نقلیه قادر است تا قطار را با یک موتور الکتریکی بکشد که ۹۴ اسب بخار و ۲۴۳ پوند- فوت گشتاور را ایجاد می‌نماید. یکی از روش‌های جدید برای دیفندر الکتریکی تست عملکرد مربوط به پایین آمدن از تپه در ارتباط با سیستم احیای ترمز می‌باشد. تا ۸۰ درصد از قدرت باتری می‌تواند با این روش احیا گردد. در طول هر مسیر مربوط به پایین آمدن از بلندی در مکان مذکور، SUV تا ۳۰ کیلووات توان احیا می‌کند.

### ۳-۲-۷- خودروی Infiniti LE در سال ۲۰۱۴ با شارژ بی‌سیم

خودروی لوکس اینفینیتی که مبنی بر خودروی نیسان لیف ساخته شده است. این خودرو بدون کابل شارژ می‌شود.



شکل ۱۴۱ - خودروی Infiniti LE الکتریکی

تاکنون شرکت‌های خصوصی بسیاری مشاهده شده‌اند که امکان شارژ بی‌سیم باتری‌ها را ارائه می‌دهند. این خودرو، تنها مشکلی که با آن مواجه بود پارک کردن بر روی سینی شارژ در پارکینگ بود که اکنون با یک سیستم خود-پارک حل شده است. استفاده از این سیستم، به راحتی فشردن یک دکمه است. فرض کنید خودرو برقی شما در یک پارکینگ مجهز به سینی شارژر پارک است و کسی با آن کاری ندارد. خودرو برقی شما با کمک سیستم خود-پارک، به طور اتوماتیک خود را بر روی سینی شارژر پارک می‌کند تا باتری‌هایش را شارژ کند. البته این خودرو یک پرز شارژ معمولی نیز خواهد داشت تا در صورت عدم دسترسی به سینی شارژر، از طریق شبکه‌ی برق اصلی و از طریق کابل شارژ شود. به گفته‌ی اینفینیتی، این خودرو بر اساس قوای محرک خودروی الکتریکی نیسان لیف ساخته خواهد شد.

اینفینیتی LE کانسپت، دارای یک باتری ۲۴ kWh لیتیوم یون است که توان مورد نیاز یک موتور الکتریکی ۱۰۰ kW را تأمین می‌کند و موجب می‌شود تا این خودروی الکتریکی، توانی معادل ۱۳۴ اسب بخار و گشتاوری معادل ۲۴۰ پوند-فوت داشته باشد، یعنی ۲۴ اسب بخار و ۳۰ پوند-فوت بیشتر از نیسان لیف.

### ۳-۲-۸- اولین خودروی الکتریکی بدون راننده

یک خودروی الکتریکی بدون راننده، راهی خیابانی در سنگاپور شده است و در نگاه اول، اصلاً شبیه ماشین‌های خودکاری که گوگل در کالیفرنیا و جاهای دیگر آزمایش کرده، نیست. انستیتوی تحقیقات انرژی در دانشگاه صنعتی نانیانگ به کمک تولیدکننده‌ای با نام Induct آمده است تا این خودروی برقی، بتواند ۸ مسافر را با سرعت حدود ۲۰ کیلومتر بر ساعت جابجا کند. دو سال اول استفاده از آن به صورت آزمایشی است و دانشگاه نانیانگ برای کاهش زمان شارژ، بر روی تکنولوژی آن کار خواهد کرد.



شکل ۱۴۲ - خودروی الکتریکی بدون راننده

خودروی آزمایش شده، یک ون مسافری ۸ نفره است که شرکت سازنده آن را NAVIA نامیده است. این ماشین می‌تواند، اگرچه با سرعت خیلی کم، ولی به راحتی و ایمن در ترافیک سنگاپور حرکت کند. دانشگاه نانیانگ و شرکت Induct، قیمت تمام‌شده آن را ۳۰ تا ۵۰ درصد کمتر از اتوبوس‌های برقی تخمین می‌زنند و پیش‌بینی می‌کنند که این خودرو در آینده مورد استفاده روزانه تعداد بیشتری از افراد قرار گیرد. به علاوه همکاری دانشگاه و شرکت باعث استفاده از تکنولوژی‌های جدید شارژ مانند «القای بی‌سیم» خواهد شد که اگر نتایج آزمایش‌ها، موفقیت‌آمیز باشد، می‌توان بر روی آینده تجاری این خودرو در سنگاپور، حساب باز کرد.

### ۳-۲-۲-۹- تویوتا RAV4 EV

این مدل تویوتا خودرویی به اعتبار و نفوذی شبیه تسلا است که ظاهراً از نظر عملکرد نیز با این خودرو شباهت‌هایی دارد. این خودرو به یک موتور الکتریکی با قدرت ۱۵۴ اسب بخار مجهز است و دارای شتاب صفر تا صد ۷ ثانیه می‌باشد. تویوتا RAV4 EV در مقایسه از بسیاری از کراس‌اورها و شاسی‌بلندها (SUV) سبک‌تر است.

### ۳-۲-۲-۱۰- شورلت اسپارک EV

بی‌شک ویژگی کلیدی شورلت اسپارک EV موتور ۱۳۰ اسب بخاری آن نخواهد بود. البته موتوری با این قدرت برای چنین خودروی کوچکی خیلی هم بد نیست و شتاب ۷/۶ ثانیه‌ای حاصل این موتور است. اگرچه در مقایسه، فراری بسیار سریع‌تر از این خودروی الکتریکی است و گذشته از آن از نظر شکل ظاهری هم به مراتب جذاب‌تر است، اما اسپارک این توانایی را دارد که بتواند به راحتی همتایان بنزینی خودش را پشت سر گذاشته و همین ویژگی برای جلب توجه مشتریان کافی است.

### ۳-۲-۲-۱۱- بنز کلاس B

به نظر می‌رسد این بنز الکتریکی به عنوان رقیبی برای BMW i3 به بازار آمده است. از نظر قیمت هم تقریباً با هم برابری می‌کند. با این تفاوت که این خودرو در مقایسه با BMW i3 فضای داخلی بیشتری دارد، اما در ساخت آن از نوآوری‌های جدید آن طور که باید بهره گرفته نشده است. از نظر شتاب و حرکت در پیچ‌ها راننده BMW احساس بهتری را تجربه می‌کند. شتاب صفر تا صد بنز کلاس B ۸/۵ ثانیه است.

### ۳-۲-۲-۱۲- هوندا فیت EV

اگرچه این خودرو شتاب خوبی دارد، اما از محدودیت‌هایی هم برخوردار است، اما شتاب ۸/۵ ثانیه‌ای این خودرو نه تنها از خودروهای کامپکت کوچک بلکه حتی از خودروهای کلاس کامپکت هم بهتر است. علاوه بر این شاسی مناسب و فضای داخلی جادار این خودرو از دیگر مزیت‌های آن به شمار می‌آید.

### ۳-۲-۲-۱۳- فیات E500

شتاب ۹/۱ ثانیه‌ای این خودرو آن را به همزادهای بنزینی‌اش شبیه می‌سازد. از معایب این خودروی الکتریکی پر سروصدا بودن آن است اما باید یادآوری کنیم که یک موتور پاک و الکتریکی از مزیت‌های این خودرو محسوب می‌شود.

### ۳-۲-۲-۱۴- خودروی فوکوس الکتریک

شتاب صفر تا صد فوکوس الکتریک ۱۰/۴ است. گرچه بندرت پیش می‌آید راننده‌ای در سفرهای روزانه خود شتاب صفر تا صد خودرویی که آن را می‌راند اندازه‌گیری کند، اما این ویژگی برای خودروی فوکوس وزنه‌ای برای سنجش عملکرد خودرو محسوب می‌شود. برگ برنده این خودرو قابلیت کنترل آن است. مدل‌های بنزینی این خودرو نیز از نظر این ویژگی زیانزد بوده است. به گفته متخصصان مدل الکتریکی هم از این قاعده مستثنا نخواهد بود.

### ۳-۲-۲-۱۵- اسمارت الکتریک درایو

آزمایش‌های انجام شده روی این خودرو در مسیرهای مختلف نشان می‌دهد این خودروی در مقایسه با همتای بنزینی‌اش عملکرد بهتری دارد. همچنین بسیار سریع‌تر است و شتاب صفر تا صد آن ۱۱/۵ ثانیه است که با خودروی لیف برابری می‌کند.

### ۳-۲-۲-۱۶- میتسوبیشی i - Mi EV

خودرو i - Mi EV یکی از ارزان‌قیمت‌ترین خودروهای الکتریکی است که می‌تواند در اختیار علاقه‌مندان به خودروهای الکتریکی قرار گیرد. این خودرو دارای شتاب صفر تا صد ۱۵ ثانیه است و در رده‌ی خودروهای پرسرعت قرار نمی‌گیرد.

## ۳-۳- جمع بندی فصل سوم

در این فصل به بررسی کامل و ارائه توضیحات مفصل در رابطه با مباحث هوشمندی فناوری پرداخته شد. در این راستا به منظور شناسایی حوزه‌های فناورانه در رابطه با ۶ محصول فناورانه اصلی مدنظر در این سند (دوچرخه، موتورسیکلت، خودروی هیبریدی، خودروی تمام الکتریکی، ایستگاه شارژ و باتری) ابتدا توضیحات مفصلی در رابطه با ساختار هریک و انواع زیرسیستمها و فناوریهای به کار رفته در هر بخش ارائه شد. در پایان هر قسمت مرتبط با هر محصول فناورانه، درخت فناوری‌های آن محصول نیز رسم و ارائه شده است. همچنین در بخش پایانی که مرتبط با موضوعات آینده پژوهی فناوری خودروی برقی می‌باشد، با بررسی آخرین محصولات ارائه شده در حوزه صنعت خودروهای هیبریدی و الکتریکی توسط مطرح‌ترین سازندگان خودرو در جهان، سعی شد تا از آخرین دستاوردها و فناوریهای استفاده شده در هریک از این محصولات در حد مقدمات و اطلاعات موجود بررسی کامل و دقیق به عمل آمده و گزارش نسبتاً مفصل و کامل ارائه شود.



در ادامه پروژه و در مرحله سوم لازم است تا با تکیه بر مطالعات صورت گرفته در این گزارش و مطالب مطرح شده، به تدوین ارکان جهت ساز برای سند حاضر پرداخته شود. این امر در گزارشهای مراحل آتی به انجام خواهد رسید.

## مراجع

## مراجع

- [1] H. Ryssel, ELECTRIC CARS: Indo - German Winter Academy, 2011.
- [۲] اطلس تکنولوژی: چارچوب کلی برنامه ریزی برپایه تکنولوژی: سازمان برنامه و بودجه، ۱۳۶۹.
- [3] M. Montazeri-Gh and M. Soleymani, "ACTIVE SUSPENSION SYSTEM IN PARALLEL HYBRID ELECTRIC VEHICLES," IUST International Journal of Engineering Science, vol. 19, pp. 97-104, 2008.
- [۴] "کیت دوچرخه برقی: ed," کاتالوگ شرکت دانش بنیان حرکت گستر پردیس، ۱۳۹۲.
- [۵] م. ا. رحیمی، "بومی سازی تکنولوژی موتور سیکلت برقی،" پژوهشکده شهید رضایی دانشگاه صنعتی شریف ۱۳۹۳.
- [6] TOYOTA HYBRID SYSTEM, Compiled by: Toyota Motor Corporation, Public Affairs Division 4-8 Koraku 1-chome, Bunkyo-ku, Tokyo, 112-8701 Japan, May 2003
- [7] Engine Design, Sizing and Operation in Hybrid Electric Vehicles, Presentation at University of Wisconsin-Madison ERC – 2011 Symposium, June 8, 2011
- [8] ELECTRIC CARS, Kunal Shrivastava, Indian Institute of Technology Roorkee, Tutor: Prof. Heiner Ryssel, Indo - German Winter Academy, 2011
- [9] European Technology and Production Concept for Electric Vehicles, Version May 2011
- [10] Hybrid Electric Vehicles: Control, Design, and Applications, Prof. Chris Mi, Department of Electrical and Computer Engineering University of Michigan – Dearborn, 4901 Evergreen Road, Dearborn, MI 48128 USA
- [11] Hybrid Air Conditioning Systems Overview, Eugene Talley, Southern Illinois University Carbondale, Spring 2011
- [12] ACTIVE SUSPENSION SYSTEM IN PARALLEL HYBRID ELECTRIC VEHICLES, Morteza Montazeri-Gh & Mahdi Soleymani, IUST International Journal of Engineering Science, Vol. 19, No.5-1, 2008, Page 97-104
- [13] ELECTRIC BIKES (E-BIKES) IN THE UNITED STATES, FRIDAY PSU TRANSPORTATION SEMINAR OCTOBER 18, 2013

- [14] NEW YORK CITY TRANSIT DIESEL HYBRID-ELECTRIC BUSES: FINAL RESULTS, Kevin Chandler, Battelle, Kevin Walkowicz, National Renewable Energy Laboratory, Leslie Eudy, National Renewable Energy Laboratory, July 2002
- [15] Anderman M. “Gap Analysis for Li- ion Batteries in Automotive Applications.” Advanced Automotive Batteries Conference 2007, Long Beach, California, May, 14- 18, 2007.
- [16] Anderman M. “PHEV: A Step Forward or a Detour?” Presentation at SAE 2008 Hybrid Vehicle Technologies Symposium. San Diego, California, February 12- 14, 2008.
- [17] CalCars. All About Plug-In Hybrids (PHEVs), <http://www.calcars.org/vehicles.html>.
- [18] California Energy Commission. Integrated Energy Policy Report. CEC-100-2005-007-CMF, 2005.
- [19] California Energy Commission. Integrated Energy Policy Report. CEC-100-2007-008-CMF, 2005.
- [20] UC Davis Plug-In Hybrid Electric Vehicle Research Center. “PLUG-IN HYBRID ELECTRIC VEHICLE RESEARCH ROADMAP” , CEC-500-2010-039-, 2011.
- [21] wiseGEEK, Difference Between Hybrid and Electric cars, <http://www.wisegeek.com/what-is-the-difference-between-electric-cars-and-hybrid-cars.htm>
- [22] Adam Burvill “The Grin Technologies Basics Ebike Guide”, July 2013.
- [23] Yuh-Yih Wu<sup>1</sup>, Chen Duan, Kai-Xian Hong, Hsien-Chi Tsai and Craig J Hoff, “ Design, Modeling and Development of a Serial Hybrid Motorcycle with HCCI Engine”, Advances in Automobile Engineering, 2013.
- [24] Paul Ciuc, Barrett Dillow, James Goodson, Andy Pamp, James Switzer, “ The capstone hybrid motorcycle”, April 13, 2004.
- [25] S.H. Seyed Mohammadi, A. Yousefi-Koma, B. Asaei<sup>3</sup>, B. Karimi, R. Aghnoot, “Procedure Analysis of Fabrication of an Electrical Hybrid Motorcycle”, 9<sup>th</sup> conference of construction an production engineering, Birjand, Iran, 2009.
- [26] H. Kahlen, G. Maggetto, P. Van den Bossche “ADVANCED ELECTRIC DRIVE SYSTEMS FOR BUSES, VANS AND PASSENGER CARS OT REDUCE POLLUTION: AN IMPORTANT STEP TOWARDS NEW EUROPEAN DEVELOPMENTS“.

- [27] Kevin Chandler, Kevin Walkowicz, Leslie Eudy, "NEW YORK CITY TRANSIT DIESEL HYBRID-ELECTRIC BUSES: FINAL RESULTS" July 2002.
- [۲۸] علی کاظم خانی، "جایگزینی دوچرخه برقی در کاربردهای شهری" مجموعه مقالات اولین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در حمل و نقل".
- [29] Iqbal Husain, "ELECTRIC and HYBRID VEHICLES Design Fundamentals" CRC PRESS Boca Raton London New York Washington, D.C.
- [30] Electric Motors for Hybrid Drives, ZF Friedrichshafen AG, Ernst-Sachs-Strasse 62, D-97424 Schweinfurt, Germany, www.zf.com.
- [31] Deiml, Mathias, Rampeltshammer, Martin, Toens, Matthias, Kruse, Ralf, Turek, Marko Siemens AG, Siemens VDO Automotive, Germany, "A Full Hybrid Vehicle with Parallel Hybrid Powertrain and Electric Clutch".
- [32] G. M. Ehrlich, *Lithium-ion batteries*, in D. Linden, T. B. Reddy (Eds.), *Handbook of batteries*, 3rd ed. New York: McGraw Hill Books, 2002.
- [33] P. G. Bruce, *et al.*, "Nanomaterials for Rechargeable Lithium Batteries," *Angewandte Chemie* 2008.
- [34] B. Wu, *et al.*, *LiFePO4 Cathode Material, Electric Vehicles* â€: InTech, 2011.
- [35] F. Croce, *et al.*, *Superacid ZrO2 added, composite polymer electrolytes with improved transport properties*: Electrochemistry Communications, 2006.
- [36] M. Yoshio, R.J. Brodd, and A. Kozawa, *Lithium-ion batteries: science and technologies*: Springer, 2009.
- [37] A. Väyrynen and J. Salminen, "Lithium ion battery production," *J. Chem. Thermodynamics*, 2012.
- [38] M. a. M. Doeff, *Batteries for Sustainability*: Springer, 2013.
- [39] L. Gaines and R. Cuenca, "Costs of Lithium-Ion Batteries for Vehicles," Center for Transportation Research, Energy Systems Division, United States Department of Energy May 2000.
- [40] P. Nelson and K. Amine, "Advanced Lithium-Ion Batteries for Plug-in Hybrid -Electric Vehicles," Argonne National Laboratory 2011.

- [41] M. Lowe, *et al.*, "Lithium-ion Batteries for Electric Vehicles: THE U.S. VALUE CHAIN," Center on Globalization, Governance & Competitiveness, Duke University 2010



## فهرست مطالب

۱	بخش اول: ارکان جهت ساز
۵	فصل اول: مفهوم چشم انداز
۶	۱-۱- جمع آوری ورودی های لازم برای ترسیم چشم انداز
۷	۱-۱-۱- نگاهی به اسناد بالادستی
۹	۱-۱-۲- مطالعات الگوبرداری
۱۹	۱-۲- چشم انداز بر اساس اسناد بالادستی بین المللی در افق ۱۴۰۴
۴۰	فصل دوم: رویکرد توسعه فناوری های خودرو برقی در کشور
۴۱	۱-۲- چرخه عمر فناوری
۴۱	۲-۲- توانمندی فناوریانه
۴۲	۳-۲- گستردگی حوزه ی فناوریانه
۴۳	۴-۲- ماتریس تصمیم گیری
۴۳	۱-۴-۲- تحقیق محور
۴۴	۲-۴-۲- ماموریت گرا
۴۵	۳-۴-۲- اشاعه گرا
۴۵	۴-۴-۲- اقدام محور
۴۶	۵-۴-۲- تعمیق بخشی قابلیت ها
۴۷	۶-۴-۲- پیشروی هوشمندانه
۴۷	۵-۲- رویکرد توسعه فناوری خودرو برقی
۴۸	۶-۲- اولویت بندی محصولات فناوریانه
۴۹	۱-۶-۲- اولویت بندی فناوری خودرو برقی



- ۵۲-۷-۲- اکتساب فناوری ..... ۵۲
- ۵۳-۱-۷-۲- سطوح آمادگی فناوری ..... ۵۳
- ۵۴-۲-۷-۲- اکتساب فناوری های اولویت دار ..... ۵۴
- ۵۵-۱-۲-۷-۲- خودرو های برقی ..... ۵۵
- ۵۵-۲-۲-۷-۲- دوچرخ برقی ..... ۵۵
- ۵۶-۳-۲-۷-۲- ایستگاه های شارژ ..... ۵۶
- ۵۹- فصل سوم: بررسی وضعیت فعلی کارکردهای نظام نوآوری فناورانه خودرو برقی در کشور ..... ۵۹
- ۶۰-۱-۳- نظام نوآوری فناورانه ..... ۶۰
- ۶۱-۲-۳- نگاه ساختاری به نظام های تکنولوژیکی نوآوری ..... ۶۱
- ۶۱-۱-۲-۳- بازیگران ..... ۶۱
- ۶۳-۲-۲-۳- نهادها ..... ۶۳
- ۶۴-۳-۲-۳- فناوری ..... ۶۴
- ۶۴-۴-۲-۳- روابط و شبکه ها ..... ۶۴
- ۶۵-۳-۳- نگاه فرایندی به نظام های نوآوری فناورانه ..... ۶۵
- ۶۶-۱-۳-۳- فعالیت های کارآفرینی ..... ۶۶
- ۶۶-۲-۳-۳- خلق دانش ..... ۶۶
- ۶۷-۳-۳-۳- انتشار دانش ..... ۶۷
- ۶۷-۴-۳-۳- جهت دهی به سیستم ..... ۶۷
- ۶۸-۵-۳-۳- شکل گیری بازار ..... ۶۸
- ۶۹-۶-۳-۳- بسیج منابع ..... ۶۹
- ۶۹-۷-۳-۳- مشروعیت بخشی ..... ۶۹
- ۷۰-۴-۳- وضعیت موجود ..... ۷۰

۷۴.....	۳-۴-۱- فعالیت‌های کارآفرینی
۷۴.....	۳-۴-۲- خلق دانش
۷۵.....	۳-۴-۳- انتشار دانش
۷۶.....	۳-۴-۴- جهت‌دهی به سیستم
۷۸.....	۳-۴-۵- شکل‌گیری بازار
۷۸.....	۳-۴-۶- بسیج منابع
۷۹.....	۳-۴-۷- مشروعیت‌بخشی
۸۱.....	3-5- شناسایی موانع توسعه فناوری خودروی برقی
۳۲.....	فصل چهارم: اهداف کلان
۵۸.....	بخش دوم: اقدامات و سیاست‌ها
۸۳.....	فصل پنجم: رویکرد مناسب به نظام نوآوری فناورانه
۸۴.....	۵-۱- مقدمه
۸۵.....	۵-۲- موتورهای نوآوری
۸۹.....	فصل ششم: تدوین اقدامات و سیاست‌ها
۹۴.....	۶-۱- سیاستها و اقدامات کارکرد شکل دهی به بازار در قالب موتور بازار
۹۶.....	۶-۲- سیاستها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور بازار
۹۷.....	۶-۳- سیاست و اقدام کارکرد کارآفرینی در قالب موتور بازار
۹۸.....	۶-۴- سیاست و اقدامات کارکرد بسیج منابع در قالب موتور بازار
۹۸.....	۶-۵- سیاست و اقدام کارکرد مشروعیت بخشی در قالب موتور ساختار دهی
۹۹.....	۶-۶- سیاست و اقدامات کارکرد شکل دهی به بازار در قالب موتور ساختار دهی
۱۰۰.....	۶-۷- سیاستها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور ساختار دهی

- ۸-۶- سیاست و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور ساختار دهی ..... ۱۰۱
- ۹-۶- سیاستها و اقدامات کارکرد شکل دهی به بازار در قالب موتور کارآفرینی ..... ۱۰۲
- ۱۰-۶- سیاستها و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور کارآفرینی ..... ۱۰۴
- ۱۱-۶- سیاستها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور کارآفرینی ..... ۱۰۵
- ۱۲-۶- سیاست و اقدامات کارکرد مشروعیت بخشی در قالب موتور کارآفرینی ..... ۱۰۷
- ۱۳-۶- سیاستها و اقدامات کارکرد خلق و انتشار دانش در قالب موتور کارآفرینی ..... ۱۰۸
- ۱۴-۶- سیاست و اقدامات کارکرد بسیج منابع در قالب موتور کارآفرینی ..... ۱۰۹
- ۱۵-۶- سیاست و اقدامات کارکرد خلق و انتشار دانش در قالب موتور علم و دانش ..... ۱۱۱
- ۱۶-۶- سیاست و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور علم و دانش ..... ۱۱۲
- ۱۷-۶- نتیجه گیری ..... ۱۱۳
- مراجع ..... ۱۱۵

## فهرست شکل‌ها

- شکل ۱ – الگوریتم تدوین ارکان جهت ساز ..... ۳
- شکل ۲ – چالش های پیش روی تحقق چشم انداز ..... ۶
- شکل ۳- الگوی طراحی چشم انداز ..... ۲۰
- شکل ۴- سهم بخشهای مختلف از انتشار گازهای گلخانه ای در ایران سال ۱۳۹۱ ..... ۲۰
- شکل ۵- سهم انتشار گازهای گلخانه ای ناشی از سوخت بخش حمل و نقل در سال ۱۳۹۰ ..... ۲۱
- شکل ۶- سهم انتشار دی اکسید کربن در بخش حمل و نقل جاده ای بوسیله بنزین در سال ۱۳۹۰ ..... ۲۱
- شکل ۷- سهم یک واحد خودرو بنزینی در انتشار آلودگی در یک سال ..... ۲۲
- شکل ۸- سهم کاهشی وسایل نقلیه بنزینی از چشم انداز ..... ۲۳
- شکل ۹- سهم مصرف بنزین در سال ۱۳۹۱ ..... ۲۵
- شکل ۱۰- چشم انداز توسعه فناوری خودرو برقی ..... ۳۰
- شکل ۱۱- ماتریس تصمیم گیری ..... ۴۳
- شکل ۱۲ – روند نهایی سازی اولویت بندی فناوری ها ..... ۵۰
- شکل ۱۳ – جایگاه فناوری ها از بعد جذابیت و امکان پذیری ..... ۵۲
- شکل ۱۴- سطوح آمادگی فناوری ارائه شده توسط ناسا ..... ۵۴
- شکل ۱۵- نمودار تعیین وضعیت فعلی کارکرد کارآفرینی ..... ۷۴
- شکل ۱۶- نمودار تعیین وضعیت فعلی کارکرد خلق دانش ..... ۷۵
- شکل ۱۷- نمودار تعیین وضعیت فعلی کارکرد انتشار دانش ..... ۷۶
- شکل ۱۸- نمودار تعیین وضعیت فعلی کارکرد جهت دهی به سیستم ..... ۷۷
- شکل ۱۹- نمودار تعیین وضعیت فعلی کارکرد شکل گیری بازار ..... ۷۸
- شکل ۲۰- نمودار تعیین وضعیت فعلی کارکرد بسیج منابع ..... ۷۹
- شکل ۲۱- نمودار تعیین وضعیت فعلی کارکرد مشروعیت بخشی ..... ۸۰

- شکل ۲۲- وضعیت فعلی TIS در فناوری خودرو برقی ..... ۸۰
- شکل ۲۳- اهداف کلان بر مبنای چشم انداز ..... ۷۹
- شکل ۲۴- سطوح فرایند گذار در مدل سنجش عملکرد ..... ۸۶
- شکل ۲۵- مسیر و ارتباط بین موتورهای فناوری و کارکردهای سیستم نوآوری فناورانه ..... ۸۸
- شکل ۲۶- مراحل تدوین سیاست ها و اقدامات ..... ۹۰

### فهرست جدولها

- جدول ۱- جدول جذابیت و امکان پذیری فناوری ها ..... ۵۰
- جدول ۲- جدول اثر بارز فناوری ها در حوزه های چالشی ..... ۵۱
- جدول ۳- جدول توصیفی سطوح آمادگی فناوری ..... ۵۳
- جدول ۴- جدول روش اکتساب فن آوری خودرو های برقی ..... ۵۵
- جدول ۵- جدول روش اکتساب فناوری دوچرخ برقی ..... ۵۵
- جدول ۶- جدول روش اکتساب فنآوری ایستگاه های شارژ ..... ۵۶
- جدول ۷- جمع بندی روش اکتساب فناوری ..... ۵۷
- جدول ۸- فهرست بازیگران کلیدی تاثیرگذار در حوزه خودرو برقی ..... ۶۲
- جدول ۹- پرسشنامه تعیین وضعیت کارکردهای نظام نوآوری در ارتباط با فناوری خودرو برقی ..... ۷۰
- جدول ۱۰- اعضا کمیته راهبری بررسی کننده پرسشنامه وضعیت کنونی نظام نوآوری فناورانه ..... ۷۳
- جدول ۱۱- موانع توسعه فناوری خودرو برقی ..... ۸۲
- جدول ۱۲- نقش کارکردها در موتورهای محرک نوآوری ..... ۸۶
- جدول ۱۳- اعضا کمیته راهبری بررسی کننده پرسشنامه نظام نوآوری فناورانه ..... ۹۰
- جدول ۱۴- جدول موانع و سیاستهای مرتبط با کارکرد های نظام نوآوری ..... ۹۲
- جدول ۱۵- سیاستها و اقدامات کارکرد شکل دهی به بازار در قالب موتور بازار ..... ۹۵
- جدول ۱۶- سیاستها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور بازار ..... ۹۶
- جدول ۱۷- سیاست و اقدام کارکرد کارآفرینی در قالب موتور بازار ..... ۹۷
- جدول ۱۸- سیاست و اقدامات کارکرد بسیج منابع در قالب موتور بازار ..... ۹۸
- جدول ۱۹- سیاست و اقدامات کارکرد مشروعیت بخشی در قالب موتور ساختاردهی ..... ۹۹
- جدول ۲۰- سیاست و اقدامات کارکرد شکل دهی به بازار در قالب موتور ساختاردهی ..... ۱۰۰
- جدول ۲۱- سیاستها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور ساختاردهی ..... ۱۰۱

- جدول ۲۲- سیاست و اقدامات کارکرد کار آفرینی در قالب موتور ساختار دهی..... ۱۰۲
- جدول ۲۳- سیاستها و اقدامات کارکرد شکل دهی به بازار در قالب موتور کار آفرینی..... ۱۰۳
- جدول ۲۴- سیاستها و اقدامات کارکرد کار آفرینی در قالب موتور کار آفرینی..... ۱۰۴
- جدول ۲۵- سیاستها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور کار آفرینی..... ۱۰۷
- جدول ۲۶- سیاست و اقدامات کارکرد مشروعیت بخشی در قالب موتور کار آفرینی..... ۱۰۸
- جدول ۲۷- سیاستها و اقدامات کارکرد خلق و انتشار دانش در قالب موتور کار آفرینی..... ۱۰۹
- جدول ۲۸- سیاست و اقدامات کارکرد بسیج منابع در قالب موتور کار آفرینی..... ۱۱۰
- جدول ۲۹- سیاست و اقدامات کارکرد خلق و انتشار دانش در قالب موتور علم و دانش..... ۱۱۱
- جدول ۳۰- سیاست و اقدامات کارکرد کار آفرینی در قالب موتور علم و دانش..... ۱۱۲

## بخش اول :

### ارکان جهت ساز

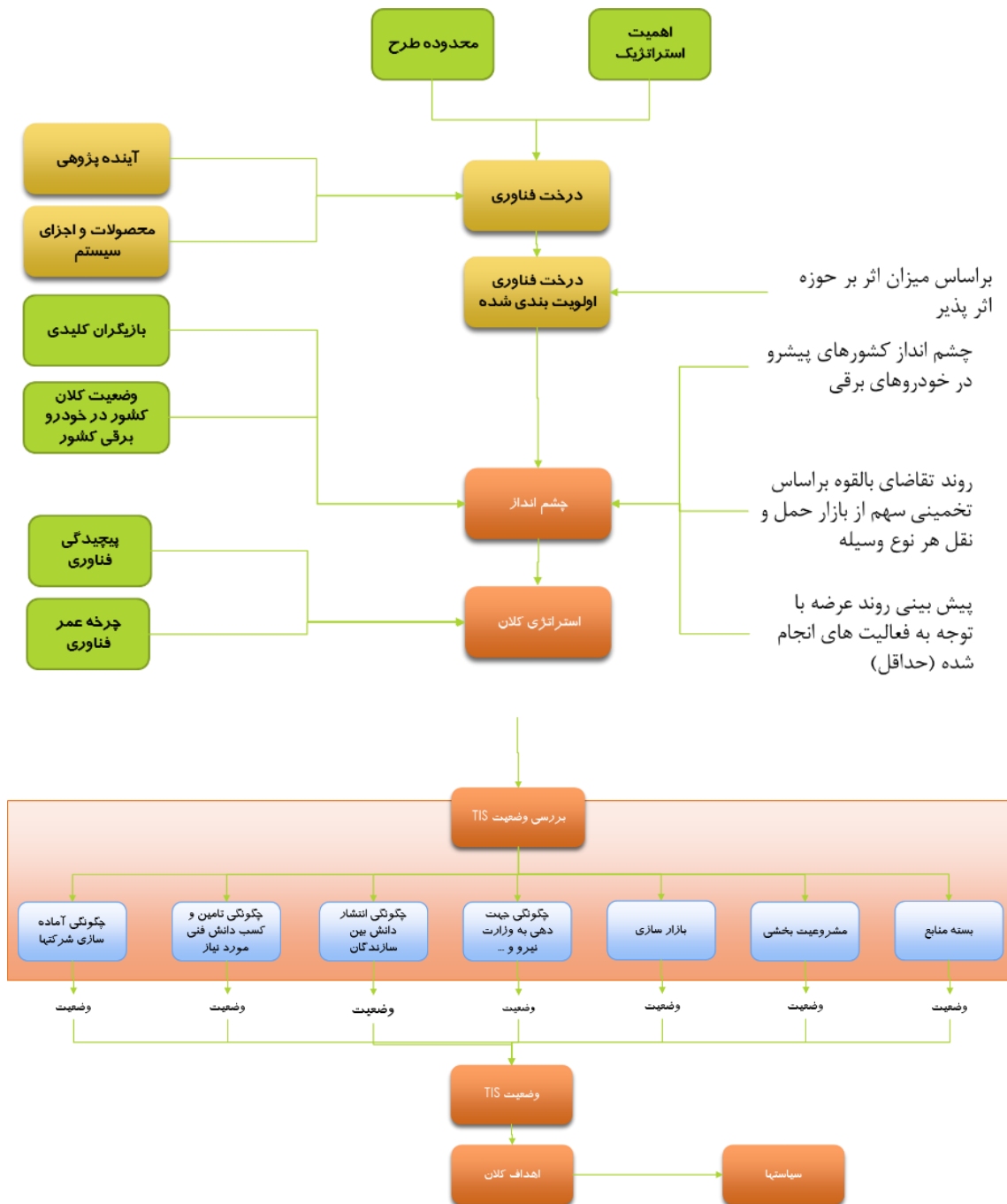


## مقدمه

تعیین جهت گیری های کلان به منظور شکل دهی به آینده ای مطلوب و مورد انتظار صورت می گیرد. شکل دهی آینده مطلوب، هم به معنی ایجاد یک تصویر از این آینده و هم به معنی تعیین مسیر و چگونگی دستیابی به آن است. بنابراین مأموریت این سطح را می توان ترسیم آینده مطلوب از طریق چشم انداز و اهداف کلان و نیز تعیین مسیر رسیدن به این آینده از طریق راهبرد ها و سیاست ها تعریف کرد.

در فصول پیش رو به منظور تعیین جهت گیری کلان سند راهبردی و نقشه راه فناوری خودرو برقی ابتدا به بررسی مفهوم چشم انداز و تعیین چشم انداز با در نظر گرفتن موارد مورد اتکا در اسناد بالادستی پرداخته می شود. با توجه به اینکه در اسناد بالادستی کشور به صورت مستقیم به خودرو برقی اشاره ای نشده است لذا توجه به چالشهای اصلی که در گزارشات قبلی به آنها اشاره شده بود مبنای بررسی اسناد قرار گرفت. کمبود اسناد بالادستی داخلی و فعالیتهای گسترده خارجی در خصوص خودرو برقی، ما را ناگزیر می کند که علاوه بر اسناد بالادستی داخلی توجه بیشتری به اسناد بین المللی در خصوص خودرو برقی و اثرات مستقیم آن بر آلودگی هوا بنماییم. هرچند ممکن اسناد بین المللی از لحاظ قوانین داخلی الزام آور نباشند اما می توان گفت این اسناد تنها اسناد قابل اتکا در این زمینه می باشند و برای ترسیم یک آینده مطلوب هماهنگ با رشد جهانی بهتر است از این اسناد پیروی شود. در گام بعد با مشخص نمودن رویکرد توسعه و انتخاب یکی از شیوه های ۶ گانه مشخص شده در آن به بررسی وضعیت نظام نوآوری فناورانه پرداخته شده و وضعیت کنونی کشور از دیدگاه این نظام مورد تحلیل قرار خواهد گرفت که این تحلیل بر مبنای پرسشنامه ای می باشد که اعضای محترم کمیته راهبری سند به صورت مجزا تکمیل نموده و در جلسات کمیته راهبری در خصوص وضعیت فعلی به اجماع رسیده اند.

با تعیین وضعیت موجود بر مبنای کارکردهای نظام نوآوری فناورانه می توان اقدام به تعیین اهداف کلان سند نموده و سیاستهای کلان و اقدامات لازم برای تحقق هریک از این سیاستها بر اساس موانع موجود مورد توجه قرار داد که این مهم نیز با همفکری اعضا محترم کمیته راهبری تدوین و در ادامه گزارش ارائه خواهد شد.



شکل ۱- الگوریتم تدوین ارکان جهت ساز

جهت‌گیری‌های خرد مشتمل بر کلیه اهداف، اقدامات و سیاست‌هایی هستند که به‌منظور محقق نمودن چشم‌انداز و در

راستای جهت‌گیری‌های کلان طراحی می‌شوند. در حقیقت این جهت‌گیری‌ها را می‌توان راه‌های میانی و خرد برای دستیابی به

اهداف توسعه فناوری دانست.

با توجه به اینکه مطالعه پیش رو به توسعه فناوری خودرو برقی می پردازد ، نوآوری و فراهم آوردن شرایط (ایجاد ، گسترش و به کارگرفتن ) به عنوان اساسی ترین بستر ساز در مسیر توسعه فناوری قلمداد می شود. لذا در این فصل ، خلق ، انتشار و بهره برداری از فناوریهای خودرو برقی مورد توجه قرار می گیرد و سیاست نوآوری به عنوان نزدیک ترین و متناسب ترین حوزه ادبیاتی به این مبحث ، مورد بررسی قرار خواهد گرفت .

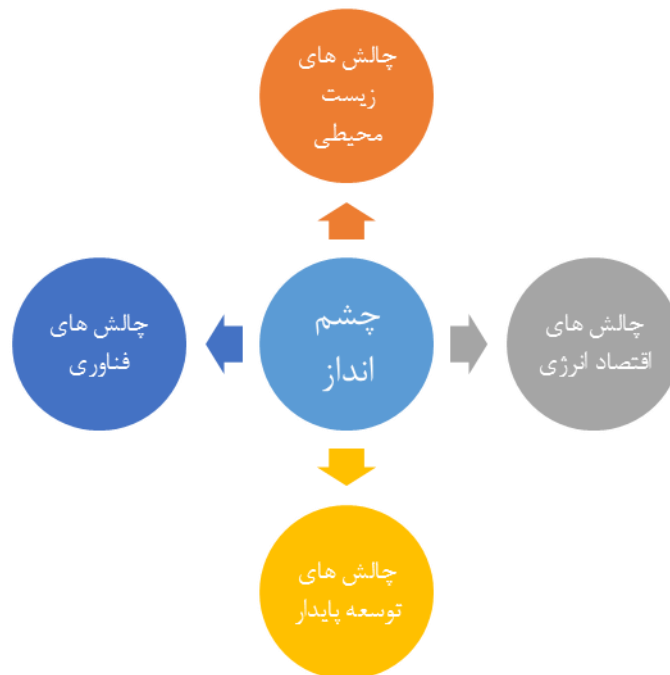
## فصل اول:

### مفهوم چشم انداز

## ۱- مفهوم چشم انداز

چشم انداز عبارت است از تصویر مطلوب (شفاف، واقعی، جذاب و قابل قبول) و آرمان قابل دستیابی در حوزه فناوری که در یک افق زمانی بلند مدت و متناسب با مبانی ارزشی جامعه تعیین می‌گردد. به عبارت دیگر چشم انداز، بیان صریح سرنوشتی است که فناوری به سوی آن حرکت می‌کند و تصویر آینده‌ای است که کشور در جستجوی خلق آن است.

در این گزارش چشم انداز، ابتدا بر اساس چهار چالش اصلی (محیط زیست، اقتصاد انرژی، توسعه پایدار و علم و فناوری)<sup>۱</sup> و الگوبرداری از فعالیت‌های سایر کشورها و موسسات که برخی از آنها در قالب نمونه‌هایی از چشم انداز آمده است، طرح ریزی شده و در گام بعد در جلسات کمیته راهبری با بهره‌گیری از نظرات اعضا محترم کمیته راهبری تکمیل گردید.



شکل ۲- چالش‌های پیش روی تحقق چشم انداز

## ۱-۱- جمع‌آوری ورودی‌های لازم برای ترسیم چشم انداز

- بررسی اسناد بالادستی: پیش از شروع هر بحث دیگر تدوین چشم انداز، ضروری است تا با بررسی اسناد بالادستی، طرح‌ها و راهبردهای کلان تدوین شده در سطوح بالاتر و اصول ارزشی توسعه فناوری موجود در جامعه، تصویری از

<sup>۱</sup> این چالش‌ها در گزارش مرحله دوم به صورت کامل تشریح شده‌اند

بستر فعلی و نگاه های آینده پیرامون فناوری حاصل گردد. این تصویر در شکل دادن به مولفه های چشم انداز نقش مهمی برعهده دارد.

- نظر سنجی متخصصین: بیان یک نتیجه بر پایه یک مجموعه شواهد یا انتظارات از آینده که از اطلاعات و منطق افراد آشنا با موضوع مورد نظر حاصل می شود ، یکی دیگر از راه های تامین ورودی های لازم برای ترسیم افق چشم انداز است . اندیشه ها و تفکرات خبرگان حوزه فناوری از آینده پیش رو سهم قابل توجهی در ترسیم چشم انداز دارد.
- مطالعات الگوبرداری : استفاده از تجارب دیگر کشورها در زمینه توسعه فناوری های راهبردی روشی دیگر در ترسیم چشم انداز است. در این زمینه می توان از آینده های ترسیم شده در سایر کشورها مانند هدف گذاری های بلند مدت ، حوزه های کاربردی قابل تاکید ، و غیره برای تعیین افق چشم انداز داخلی بهره برد.

### ۱-۱-۱- نگاهی به اسناد بالادستی

همانطور که در فصل هوشمندی فناوری نیز گفته شد در اسناد بالادستی ملی به صورت غیر مستقیم و در برخی اسناد بین المللی به صورت مستقیم به بهره گیری از خودروهای برقی و لزوم استفاده از آنها اشاره شده است که می تواند برای تعیین چشم انداز این فناوری راه گشا بوده و آینده مطلوبی و قابل حصولی را برای آن رقم بزند.

### ➤ سند ملی چشم انداز بیست ساله جمهوری اسلامی ایران

این سند که به منظور تبیین افقی برای توسعه کشور در زمینه های مختلف فرهنگی ، علمی ، اقتصادی ، سیاسی و اجتماعی ، تدوین شده است در بخش علوم اشاره شده است که جامعه ایرانی در افق ۱۴۰۴ ، برخوردار از دانش پیشرفته، توانا در تولید علم و فن آوری ، متکی بر سهم برتر منابع انسانی و سرمایه اجتماعی در تولید ملی خواهد بود. همچنین :

- سازماندهی و بسیج امکانات و ظرفیت های کشور در جهت افزایش سهم کشور در تولیدات علمی جهان.
- تقویت نهضت نرم افزاری و ترویج پژوهش.
- کسب فن آوری ، بویژه فن آوری های نو ، شامل : ریز فن آوری و فن آوری های زیستی ، اطلاعات و ارتباطات ، زیست محیطی ، هوا فضا و هسته ای.
- ایجاد ساز و کار مناسب برای رشد بهره وری عوامل تولید ( انرژی ، سرمایه ، نیروی کار ، آب و خاک و ...)

## ➤ سند ملی محیط زیست جمهوری اسلامی ایران

این سند یکی از مهمترین اسناد ملی مرتبط با فناوری خودرو برقی می باشد که بصورت مستقیم کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و استفاده از انرژی های پاک و تجدید پذیر اشاره می کند و همانطور که گفته شد این سند تاکید دارد محیط زیست نه یک مشکل برای پیشرفت کشور بلکه فرصتی برای پیشرفت واقعی و بدور از هزینه های جانبی زیست محیطی پیشرفت فناوریست. از اهداف این سند می توان به دستیابی به رتبه اول منطقه در کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و استفاده از انرژی های پاک و تجدید پذیر اشاره کرد.

## ➤ سند ملی علم و فناوری در افق ۱۴۰۴

چشم انداز علم و فناوری جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی:

جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ هجری شمسی در علم و فناوری، با اتکال به قدرت لایزال الهی و با احیای فرهنگ و برپایی تمدن نوین اسلامی – ایرانی برای پیشرفت ملی، گسترش عدالت و الهام بخشی در جهان، کشور خواهد بود:

- برخوردار از انسانهای صالح، فرهیخته، سالم و تربیت شده در مکتب اسلام و انقلاب و با دانشمندانی در طراز برترینهای جهان

- توانا در تولید و توسعه علم و فناوری و نوآوری و به کارگیری دستاوردهای آن

- پیشتاز در مرزهای دانش و فناوری با مرجعیت علمی در جهان

اولویت های علم و فناوری کشور:

از آنجا که حصول اطمینان از رشد و شکوفایی در برخی از اولویتهای نیازمند توجه و هدایت و پشتیبانی در سطوح کلان مدیریتی کشور است و در برخی دیگر رشد و توسعه با پشتیبانی مدیریت های میانی و تخصیص غیرمتمرکز منابع حاصل خواهد شد، اولویت ها به ترتیب در سه سطح الف و ب و ج تنظیم شده اند. این دسته بندی ناظر بر نحوه و میزان تخصیص منابع، اعم از مالی و انسانی و توجه مدیران و مسئولان است.

اولویتهای الف:

در فناوری: فناوری هوا فضا - فناوری اطلاعات و ارتباطات - فناوری هسته ای - فناوری های نانو و میکرو - فناوری های نفت و گاز - فناوری زیستی - فناوری های زیست محیطی - فناوری های نرم و فرهنگی

همانطور که ملاحظه شد متأسفانه در اسناد بالادستی داخلی اشاره مستقیم به بهره گیری از خودرو برقی نشده است و تنها می توان بر مبنای اثر استفاده از خودرو برقی بر چالشهای مطرح شده در فصول قبل به اسناد بالادستی داخلی استناد نمود. لذا برای تدوین چشم انداز سند حاضر ناگزیر تنها به اسناد بالادستی بین المللی و مطالعات تطبیقی که در سطح جهان در مورد خودروهای برقی شده است، می توان استناد نمود.

### ۱-۱-۲- مطالعات الگوبرداری

در مطالعات الگوبرداری به بررسی چند نمونه از اسناد بین المللی در خصوص خودروهای برقی و برخی از شرکتها و موسسات بین المللی و همچنین کشورهای کانادا و چین پرداخته شده است و نهایتاً به عنوان چکیده این مطالب و نمایش آنچه که این موسسات و کشورها به عنوان آینده پیش روی خود در نظر گرفته اند، چشم انداز آنها بیان شده است.

### ➤ سند بین المللی چشم انداز فناوری انرژی

همانطور که قبلاً گفته شد مبنای اصلی تدوین این سند نقشه آبی تهیه شده از سوی آژانس بین المللی انرژی می باشد و از جمله اهداف اصلی مرتبط با خودرو برقی که در این سند به آن اشاره شده، کاهش تولید گازهای گلخانه ای و افزایش فروش خودروهای برقی در نظر گرفته شده است.

ماموریت آژانس به سه «E»ی سیاست مؤثر انرژی بسط یافته است: امنیت انرژی، توسعه اقتصادی، و حفاظت از محیط زیست. مورد آخر بر کاهش تغییرات آب و هوایی تمرکز دارد. این آژانس نقش مؤثری در ترویج انرژی های نو (از جمله انرژی های تجدید پذیر)، سیاست های انرژی عقلانی، و همکاری های چند ملیتی فناوری انرژی دارد و از این رو تأکید بسیاری به بهره گیری از خودروهای برقی به منظور کاهش انتشار آلاینده ها و کاهش استفاده از سوخت های فسیلی دارد.



## ➤ سند بین المللی ریو + ۲۰

این سند که با هدف توسعه پایدار تدوین شده است تلاش دارد تا حاکمیت جهانی را به سوی حاکمیت بین المللی زیست محیط سوق دهد که منجر به بهره گیری بلندمدت جامعه بشری از منابع محدود زمین خواهد شد. در این سند با اشاره به حمل و نقل پایدار به سیستم های کارآمد چند مدلی انرژی، به ویژه سیستم های حمل و نقل جمعی، سوختها و خودروهای پاک توجه شایانی شده است.

در این سند حمل و نقل پایدار از لوازم توسعه پایدار با نقش کلیدی شناخته شده است. در این سیستم، وسایل حمل و نقل باید قابل ابتیاع و ایمن، بلحاظ زیست محیطی سالم، و وسیله ای برای بالا بردن برابری اجتماعی، بهبود سلامتی، گسترش ارتباط بین شهر و روستا، و ارتقاء بهره وری در مناطق روستایی باشد.

## ➤ نقشه راه بین المللی تکنولوژی خودرو برقی

نقشه راه بین المللی تکنولوژی خودرو برقی که توسط آژانس بین المللی انرژی تهیه شده است به بررسی چگونگی بهره گیری از انواع خودرو برقی پرداخته و به منظور دستیابی به اهداف مشخص شده در سناریو نقشه آبی، آینده پیش روی خودرو برقی را به تصویر کشیده است.

اهداف استراتژیک نقشه راه:

۱. هدف گذاری میزان فروش
۲. تدوین استراتژی های مناسب برای معرفی صحیح خودروهای برقی به بازار
۳. بهبود شناخت صنعت نسبت به نیازهای رفتارهای مصرف کنندگان
۴. تدوین و کمی سازی مشخصات و استانداردهای عملکردی برای توصیف خودروها
۵. حمایت از  $RD\&D$  ها در خصوص ذخیره انرژی بمنظور کاهش هزینه ها
۶. گسترش و بهبود کارکرد ساختگاه های شارژ

<sup>1</sup> تحقیق، توسعه و اشاعه (Research, Development and diffusion)

همانطور که ملاحظه شد متأسفانه در اسناد بالادستی داخلی اشاره مستقیم به بهره‌گیری از خودرو برقی نشده است و تنها می‌توان بر مبنای اثر استفاده از خودرو برقی بر چالشهای مطرح شده در فصول قبل به اسناد بالادستی داخلی استناد نمود. لذا برای تدوین چشم‌انداز سند حاضر ناگزیر تنها به اسناد بالادستی بین‌المللی و مطالعات تطبیقی که در سطح جهان در مورد خودروهای برقی شده است، می‌توان استناد نمود.

### ➤ شرکت بین‌المللی خودرو برقی<sup>۱</sup>

چشم‌انداز ما تولید یک سری پلت‌فرم از خودروهای الکتریکی با کاربرد چند منظوره و با قابلیت رقابت در کیفیت، ایمنی و قیمت با خودروهای احتراق داخلی در سطح بین‌المللی می‌باشد.

#### ➤ صنعت خودرو اتحادیه اروپا

چشم‌انداز صنعت خودرو در ۲۰۲۰

این گزارش بر پایه ویژگیهای کلیدی زیر، بر مبنای صنعت خودروسازی قوی و رقابتی و پیشرفت به سوی تحرک پایدار در افق ۲۰۲۰ می‌باشد.

- تبدیل بخش خودرو به یکی از مهمترین بخشهای استراتژیک و سنگ بنای صنعت و اقتصاد اتحادیه اروپا و از پایه‌های اصلی اشتغال‌زایی برای میلیونها اروپایی
- تولید قدرتمندانه خودروهای جاده‌ای در اروپا و کسب بخش عمده‌ای از فروش بازار اتحادیه اروپا
- صنعت خودرویی پیشرو در فناوری (پاکیزگی، کارایی سوخت، کم‌صدا، ایمن و متصل)
- خرید خودروهای جدید توسط مصرف‌کنندگان اتحادیه اروپا که از نظر تولید آلاینده پاک بوده و بیشترین میزان بهره‌وری سوخت، ایمنی و ارتباط را داشته باشند
- سبب گسترده‌ای از فناوری‌های نیرو محرکه بر پایه خودروهای احتراقی و افزایش بهره‌گیری از انرژی الکتریکی. همچنین توسعه استفاده از خودروهای پاک نظیر الکتریکی و خودروهای پیل‌های سوختی

<sup>1</sup> Global Electronic Vehicle Company

- ایجاد بستر مناسب برای شارژ مجدد خودرو های با سوخت جایگزین متناسب با توسعه بازار این خودروها
- ایجاد نیروی کار متخصص در هر دو بخش تولید، تحقیق و توسعه و نگهداری که بطور کامل آموزش دیده و با انواع فناوری های بکار رفته آشنایی دارند.

### ➤ چشم انداز نقشه راه فناوری خودرو برقی

چشم انداز این نقشه راه رسیدن به آینده مشخص شده در سناریو نقشه آبی (تدوین شده در آژانس بین المللی انرژی) بوسیله خودرو برقی و هیبریدی برای کاهش ۳۰ درصدی انتشار گازهای گلخانه ای بوسیله وسایل نقلیه سبک در سال ۲۰۵۰ می باشد. به طور کلی، این چشم انداز برای رسیدن به استفاده گسترده از خودروهای برقی و هیبریدی در سراسر جهان در سال ۲۰۵۰ و در صورت امکان تا قبل از آن، بمنظور کاهش حجم قابل توجهی از گازهای گلخانه ای منتشره از مشتقات نفتی تدوین شده است. این کاهش باید به صورت اقتصادی پایدار بدست بیاید، به شکلی که خودروهای برقی و هیبریدی و زیرساختهای آنها از بعد اقتصادی موفق بوده و نیازهای مصرف کنندگان نیز برآورده گردد.

### ➤ چشم انداز خودرو برقی در کانادا

تا سال ۲۰۱۸ حداقل ۵۰۰،۰۰۰ خودرو برقی در سطح بزرگراه های کانادا در حال تردد خواهند بود و شاید تعداد بیشتری خودرو هیبریدی-الکتریکی. قطعات بیشتری از این وسایل نقلیه به نسبت خودروهایی که در سال ۲۰۰۸ در کانادا وجود دارند در کانادا تولید خواهند شد.

### ➤ چشم انداز خودرو برقی چین

هدف دولت مرکزی برای خودرو برقی، تردد ۵۰۰،۰۰۰ خودرو برقی تا سال ۲۰۱۵ و ۵،۰۰۰،۰۰۰ خودرو برقی تا سال ۲۰۲۰ می باشد.

## ۱-۱-۳- خلاصه گزارش توجیهی استفاده از خودروهای برقی

۱- پایه و عوامل بررسی

در مطالعات و بررسی فنی، عوامل زیر مورد توجه می‌باشند:

۱. آلاینده‌گی

۲. مصرف انرژی

۳. فن آوری

۴. اقتصادی

## ۱-۲- میزان آلاینده‌گی

آلاینده‌گی از نظر گازهای خروجی از اگزوز خودروهای درون سوز و یا نیروگاه‌های قابل توجه است.

## ۱-۱-۲- گازهای آلاینده خودروهای درون سوز

➤ گازهای خروجی از اگزوز خودروهای درون سوز ارتباط مستقیم با رژیم کاری آن‌ها و مدت زمان کارکرد موتور دارد. دو

رژیم کاری اصلی در خودروهای درون سوز وجود دارد:

- رژیم کاری در جا و سرعت کم

- رژیم کاری سرعت متوسط

در جدول (۱) میزان تولید گازهای آلاینده در بخش نیروگاهی و حمل و نقل براساس اطلاعات منتشر شده در ترازنامه انرژی

منتهی به سال ۱۳۹۱ ارائه شده است.

جدول (۱) میزان تولید گازهای آلاینده (برحسب تن در سال ۱۳۹۱)

SPM <sup>۱</sup>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	C <sub>o</sub>	SO <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	گاز
							بخش
۳۱۴۶۷۴	۵۹۳۰	۱۳۰۷۹۱۴۹۲	۸۲۸۶۹۹۲	۴۳۲۷	۳۹۷۹۷۲	۸۹۵۷۱۵	حمل و نقل
%۷۸	%۵۱/۰۸	%۲۳/۵	%۹۷/۲۲	%۳۱/۷	%۲۵/۸	%۴۸/۲	
۳۱۹۵۷	۶۹۸	۱۷۴۶۶۴۰۸۷	۱۶۱۸۳۱	۵۳۱۹	۸۳۳۶۲۳	۶۲۹۳	نیروگاهی
%۸	%۶	%۳۱/۳	%۱/۹	%۳۹	%۵۳/۴۶	%۳۳/۸	

<sup>۱</sup> - Suspended Particulate Matter

در جدول (۲) سرانه انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده بخش حمل و نقل براساس اطلاعات منتشر شده در ترازنامه انرژی منتهی به سال ۹۱ ارائه شده است.

جدول (۲) سرانه گازهای آلاینده برحسب کیلوگرم به ازای هر نفر ناشی از بخش حمل و نقل

سال	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	C <sub>o</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	SPM
۱۳۹۱	۲۴/۵	۲۰/۳	۰/۲	۱۱۲/۱	۷۳۲۳	۰/۲	۵/۳

گازهای گلخانه‌ای منتشر شده اگر در محیط شهری باشد علاوه بر آلودگی محیط زیست دارای اثرات زیان‌باری بر سلامتی شهروندان خواهد داشت. در جدول (۳) هزینه‌های زیست محیطی و آسیب به سلامتی انسان به تفکیک هر یک از انواع گازهای آلاینده ارائه گردیده است.

جدول (۳) هزینه‌های اجتماعی گازهای آلاینده در سال ۱۳۹۱ (هزار ریال بر تن)

نوع گاز	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	C <sub>o</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	SPM	CH <sub>4</sub>
هزینه	۳۶۰۰	۱۰۲۲۰۰	-	۱۰۵۰۰	۵۶۰	-	۲۴۰۸۰	۱۱۷۶۰

تذکر: هزینه‌ها مطابق سال ۱۳۹۱ به روز رسانی شده است.

تفکیک این هزینه‌های اجتماعی در بخش حمل و نقل و نیروگاهی در جدول (۴) ارائه گردیده است.

جدول (۴) هزینه‌های اجتماعی به تفکیک بخش‌های مختلف در سال ۱۳۹۱ (میلیارد ریال)

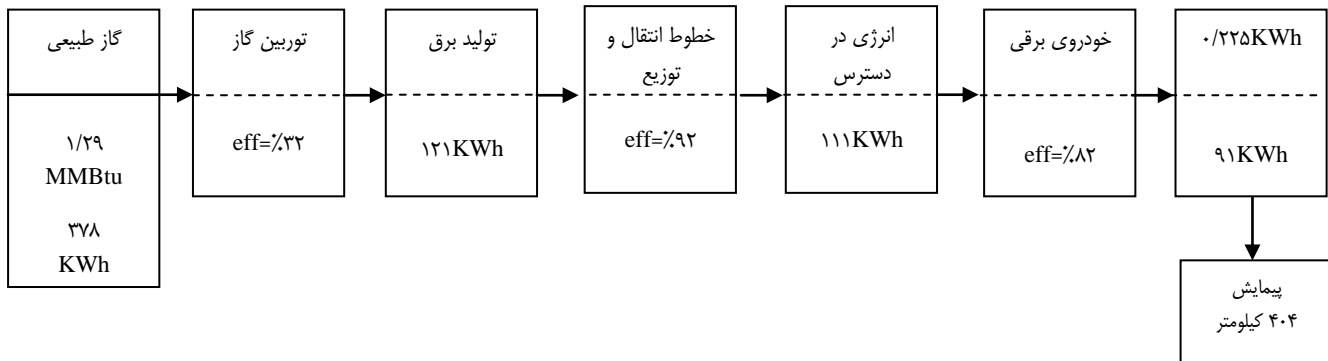
بخش	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	C <sub>o</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	SPM	CH <sub>4</sub>
حمل و نقل	۳۰۰۹۳	۴۰۶۷۰	-	۸۷۰۱۰	۷۳۲۴۱	-	۷۵۷۷۵	۷۷۰
نیروگاهی	۲۱۱۴۷	۸۴۱۷۵۰	-	۱۷۰۱	۹۷۸۱۱	-	۷۶۹۳	۷۰

با به روز کردن هزینه مطابق سال ۱۳۹۳ به طور کلی هزینه‌های اجتماعی بخش حمل و نقل برای تمامی گازهای آلاینده برابر ۴۲۴۱۲۲ میلیارد ریال و برای بخش نیروگاهی برابر ۲۹۳۳۵۴ میلیارد ریال است. یعنی هزینه‌های اجتماعی بخش نیروگاهی به میزان ۳۰٪ کمتر از بخش حمل و نقل است

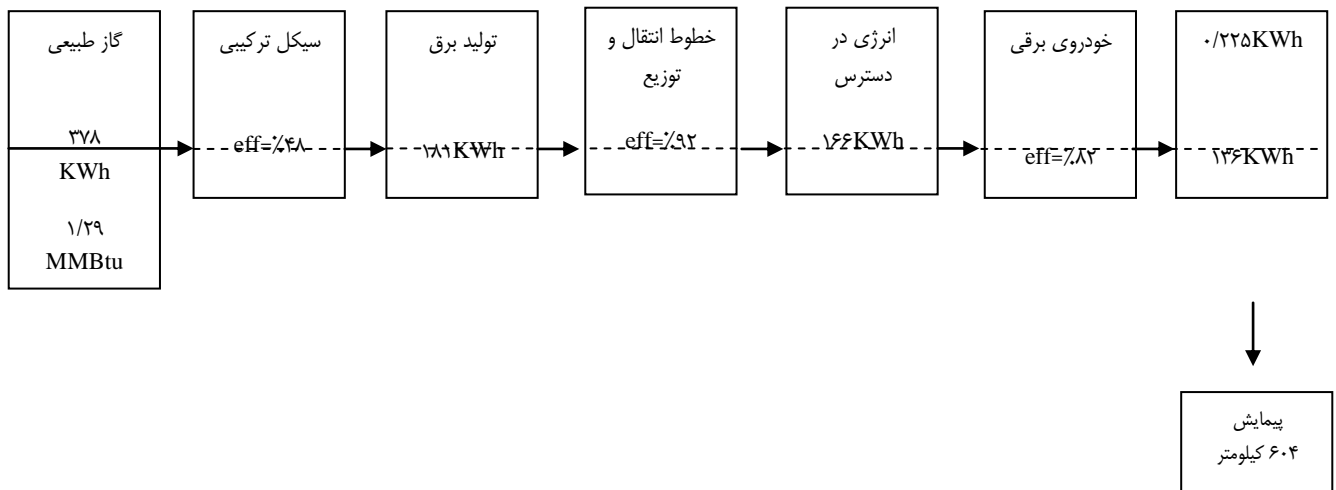
۲-۲- مصرف تلفات و انرژی

انرژی مصرفی در موتورهای درون سوز در نهایت منجر به ایجاد حرکت شده و کار انجام شده بر مبنای مسافت طی شده  $(\text{Km/n})$  برحسب میزان بنزین، گازوییل یا گاز مصرفی است.

شکل (۱) دیاگرام تولید انرژی الکتریکی در نیروگاه گازی



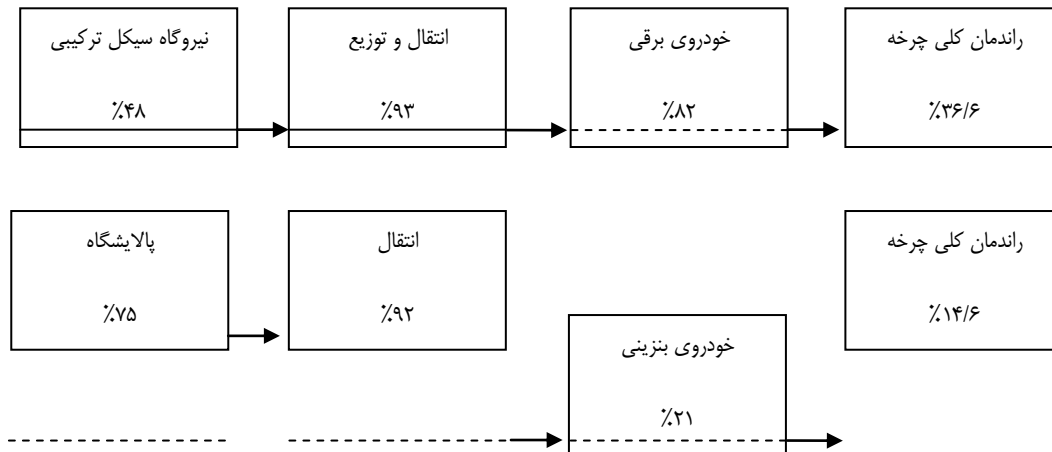
در شکل (۲) دیاگرام تولید و مصرف انرژی در نیروگاه سیکل ترکیبی ارائه شده است.



شکل (۲) دیاگرام تولید و مصرف انرژی الکتریکی در نیروگاه سیکل ترکیبی و خودروی برقی

به این معنا که اگر راندمان نیروگاه سیکل ترکیبی به طور متوسط ۴۸٪ در نظر گرفته شود راندمان کلی برابر ۳۶/۶٪ خواهد بود.

راندمان کلی چرخه انرژی مصرفی در مسیر پالایشگاه به خودروی بنزینی برابر ۱۴/۶ خواهد بود.



شکل (۳) مقایسه راندمان چرخه‌های تولید انرژی و خودروی الکتریکی و بنزینی

### ۳-۲- فن‌آوری

در جدول (۷) مقایسه فن‌آوری‌های موتورهای درون سوز و خودروهای با محرکه الکتریکی ارائه گردیده‌اند. (امتیاز داده شده بین ۰ تا ۱۰۰ بوده و معین کننده سطوح دسترسی به دانش فنی و فن‌آوری مربوطه است)

خودروی با محرکه الکتریکی	خودروی درون سوز	حوزه فن‌آوری
۹۵	۶۰	دانش فنی طراحی و ساخت نیرو محرکه
۹۰	۶۰	دانش فنی طراحی و ساخت اجزا
۶۰	۷۰	مواد اولیه، ایجاد یا تولید
۸۵	۵۵	شبیه‌سازی، تجهیزات آزمون
۹۰	۳۰	سادگی و دسترسی آسان
۸۴	۵۵	متوسط امتیاز

جدول (۷) مقایسه فن‌آوری‌های موتورهای درون سوز و خودروهای با محرکه الکتریکی

### ۴-۲- بررسی اقتصادی

محاسبات اقتصادی در خصوص خودروهای سواری چه از نوع درون سوز و چه از نوع الکتریکی آن شامل در نظر گرفتن عوامل زیر می‌باشد:

- هزینه خرید

- هزینه تعمیر و نگهداری

- هزینه سوخت

## جدول (۸) مقایسه خودروی درون سوز با هیبریدی و تمام برقی

ردیف	نوع خودرو	الايندگی (درصد انتشار گاز)					کاهش مصرف انرژی (%)	فن آوری (از ۱۰۰ امتیاز)	اقتصادی (هزار ریال)			
		CO	CO <sub>2</sub>	NOX	SPM	SO <sub>2</sub>			سوخت	سرویس	خرید خودرو	
											هزینه ناشی از آلودگی (سرانه هر نفر) ریال	کاهش ناشی از آلودگی (از ۱۰۰ امتیاز)
۱	درون سوز بنزینی	۹۷/۲	۳۳/۵	۴۸/۲	۷۸	۲۵/۸	۵۵	۱۴/۶	۲۰۰,۰۰۰	۱۴,۰۰۰	۲۶۰,۰۶۸	۴۶۰,۰۶۸
۲	درون سوز CNG	-	۷	-	-	-	۵۵	۱۴/۶	۲۲۰,۰۰۰	۲۲,۵۰۰	۲۶۰,۰۶۸	۴۸۰,۰۶۸
۳	هیبریدی	۱۴/۵	۷/۸	۸۱/۵	۳۹	۸/۱	۵۵	۲۳	۴۴۴,۳۰۰	۱۴۵,۵۰۰	۱۱۲,۷۰۲	۵۵۷,۰۰۳
۴	تمام برقی	۱/۹	۳۱/۳	۳۳/۸	۸	۵۳/۴	۸۴	۳۶/۶	۳۷۰,۰۰۰	۱,۵۶۰	۰	۳۷۰,۰۰۰

۱. به علت **عدم** وجود اطلاعات کامل در خصوص میزان گازهای آلاینده ناشی از سوخت CNG در بخش حمل و

نقل به اجبار مقدار خودروی بنزینی برای آن در نظر گرفته می‌شود.

۲. با فرض یکی بودن راندمان خودروی درون سوخت با سوخت بنزینی و سوخت CNG

۳. این هزینه سرانه با این فرض محاسبه شده است که گازهای آلاینده نیروگاه‌ها مستقیماً در محیط شهری منتشر

شوند.

۴. بدون در نظر گرفتن پیچیدگی الحاق دو سیستم، توان‌مندی ساخت خودروهای هیبریدی به دلیل وجود بخش موتور

درون سوز برابر از ۵۵ خواهد بود.

۵. هزینه‌های سوخت، سرویس بر مبنای ۱۰۰,۰۰۰ کیلومتر محاسبه شده است و مبنای محاسبه قیمت خودروی

بنزینی، یک خودروی ساخت داخل می‌باشد.

جدول (۱۲) حاوی اطلاعات با ارزشی است که نتیجه‌گیری نهایی در رابطه با چند پارامتر یاد شده به شرح زیر خواهد بود:

**الف) آلاینده‌گی (درصد انتشار گاز آلاینده)**



از این لحاظ خودروهای هیبریدی و تمام برقی شرایط بهتری را دارند و اگر نیروگاههای کشور نسبت به کنترل گازهای خروجی از دودکشها و بهبود سیکل سوخت و مشعل بویلرها اقدامات لازم را انجام دهند وضعیت انتشار آلاینده‌گی ناشی از این خودروها به مراتب بهتر خواهد شد.

از طرف دیگر در صورت استفاده از خودروهای تمام برقی چون گازهای آلاینده خارج از شهرها تولید می‌شود (عموماً)، بنابراین هزینه‌های درمانی پیش‌گیرانه کمتری را خواهند داشت. در خصوص خودروی هیبریدی نیز میزان تولید گازهای آلاینده وضعیت مناسب‌تری را در مقام مقایسه با خودروهای درون سوز دارا می‌باشد. به بیان دیگر سرانه هزینه ناشی از آلودگی برای خودروهای برقی و هیبریدی به مراتب کم‌تر از خودروهای درون سوز است. بایستی توجه شود هزینه ناشی از آلودگی خودروهای تمام برقی با این فرض محاسبه شده است که گازهای آلاینده خروجی از دودکش نیروگاهها مستقیماً در محیط شهری منتشر و متصاعد شوند که در واقع این طور نیست و تقریباً هزینه مستقیم ناشی از آلودگی گازهای نیروگاهی در شهر بسیار کم است.

### ب) کاهش مصرف انرژی

مسیر استخراج و مصرف انرژی از چاه‌های نفت تا باک سوخت خودروهای درون سوز و هیبریدی دارای تلفاتی است که این رقم برای خودروهای درون سوز به علت پایین بودن راندمان موتور درون سوز به ۱۴/۶ درصد و برای خودروهای هیبریدی برابر ۲۳ درصد و خودروی تمام برقی برابر ۳۶/۶ درصد می‌باشد و به این معناست که تلفات انرژی در مسیر چاه نفت تا حرکت خودروی درون سوز تقریباً دو برابر تلفات انرژی در مسیر چاه نفت یا گاز تا حرکت خودروی تمام برقی است.

### پ) فن‌آوری

نظر به این که نیروی محرکه خودروی تمام برقی موتور الکتریکی است و از طرف دیگر اتصالات و ارتباطات بیشتر از نوع الکتریکی هستند تا مکانیکی، بنابراین ساختار قوای محرکه و کنترل آن بسیار ساده‌تر از خودروی درون سوز است و فن‌آوری آن‌ها در کشور بومی سازی شده است. تنها نکته قابل بحث، ذخیره سازهای انرژی یا همان باتری‌ها هستند که با شروع تولید باتری‌های لیتیوم - یون در کشور توسط شرکت انرژی توان، موانع بومی سازی تولید باتری در کشور در حال برطرف شدن هستند.

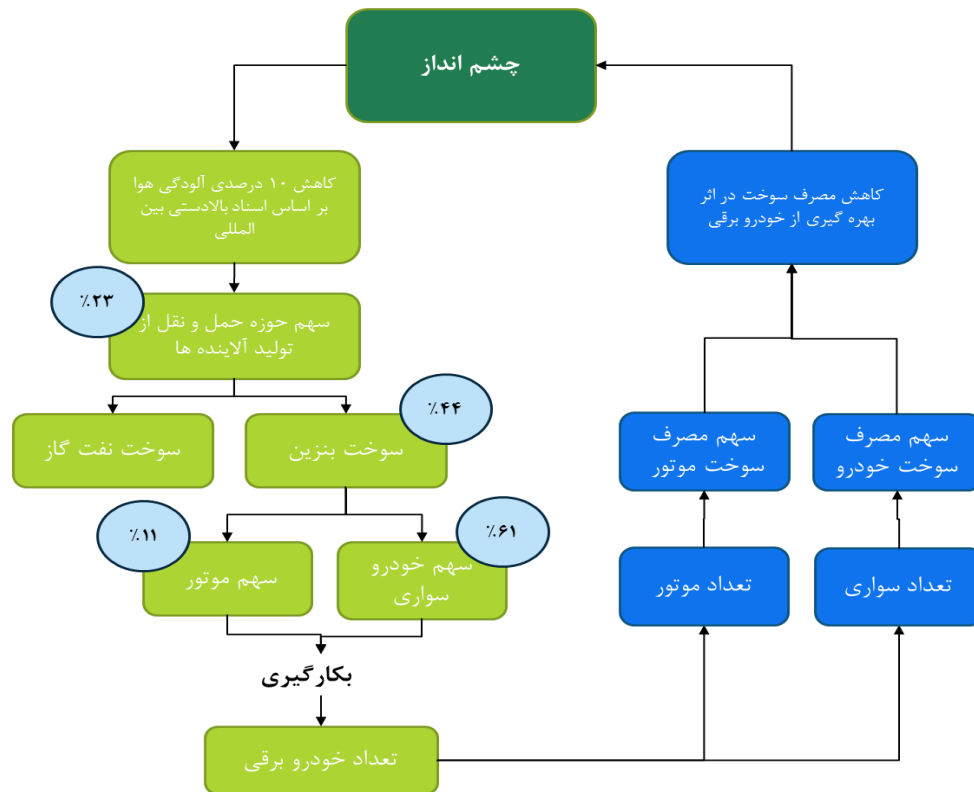
### ث) اقتصادی

همان‌طور که از جدول (۱۲) مشاهده می‌شود بدون در نظر گرفتن هزینه‌های ناشی از آلودگی، قیمت اولیه خودروهای هیبریدی و تمام برقی بیش از خودروهای درون سوز است یعنی تقریباً دو برابر خودروی درون سوز معادل خودروی هیبریدی یا برقی می‌باشد. اما اگر هزینه ناشی از آلودگی خودروهای درون سوز به قیمت اولیه آن‌ها اضافه شود. قیمت تمام شده یک خودروی برقی به صرفه‌تر از یک خودروی درون سوز در شهر بزرگی مانند تهران خواهد شد.

## ۱-۲- چشم انداز بر اساس اسناد بالادستی بین المللی در افق ۱۴۰۴

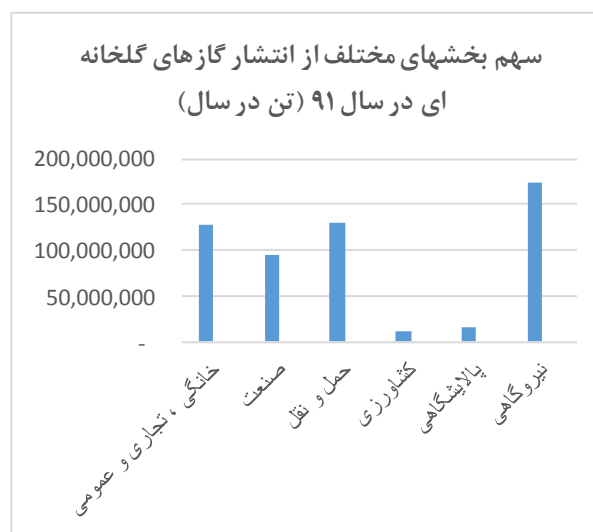
### سناریو ۱ - استخراج چشم انداز بر مبنای کاهش آلاینده‌ها

آژانس بین المللی انرژی در سند بین المللی نقشه آبی با دیدی جهانی هدف خود را کاهش ۵۰ درصدی انتشار آلاینده‌ها علی‌الخصوص دی اکسید کربن تا سال ۲۰۵۰ میلادی در نظر گرفته است. با توجه به اینکه افق زمانی سند پیش رو سال ۱۴۰۴ هجری شمسی می‌باشد و این دوره زمانی یک پنجم دوره در نظر گرفته شده در سند بین المللی نقشه آبی می‌باشد در سند پیش رو کاهش ۱۰ درصدی انتشار آلاینده‌های هوا (دی اکسید کربن) مبنای چشم انداز قرار داده شده است. در مرحله بعد سهم وسایل نقلیه موتوری در انتشار آلاینده‌ها مورد محاسبه قرار گرفته و تعداد مورد نیاز وسیله نقلیه الکتریکی برای دستیابی به اهداف چشم انداز تا سال ۱۴۰۴ مورد محاسبه قرار گرفته شده است. نهایتاً میزان کاهش مصرف بنزین در اثر بهره‌گیری از خودرو برقی محاسبه می‌گردد. لازم به ذکر است پوشش مناسب ایستگاه‌های شارژ که برای کارآمدی استفاده از خودرو برقی در کشور ضروری می‌باشد که در پروژه‌های تعریف شده ی سند، از سوی وزارت نیرو می‌بایست مورد بررسی قرار گرفته و چگونگی اجرای آن و تعداد ایستگاه‌های شارژ برای پوشش مناسب در این پروژه‌ها تعیین گردد.



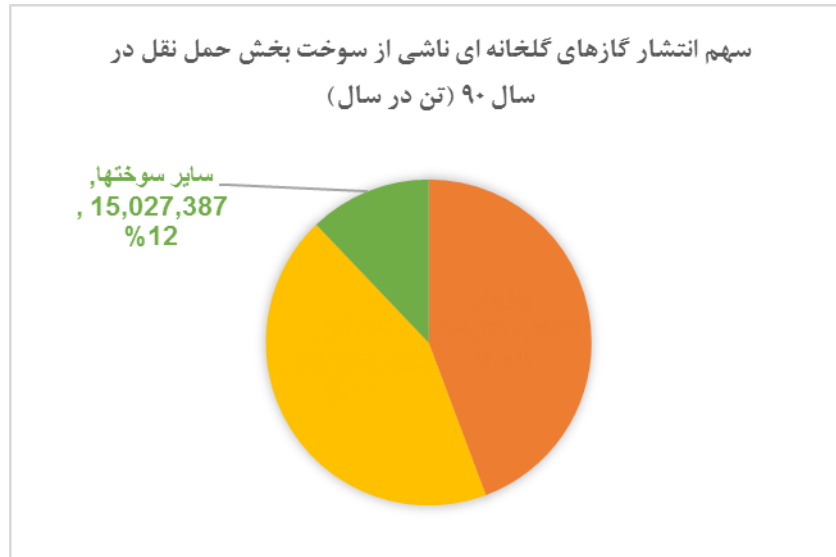
شکل ۳- الگوی طراحی چشم انداز

انتشار گازهای گلخانه ای (دی اکسید کربن) در سال ۹۱ بر اساس ترازنامه انرژی سال ۹۱، معادل ۵۵۶،۸۶۶،۴۴۲ تن می باشد که سهم حمل و نقل از انتشار گازهای گلخانه ای بر اساس ترازنامه سال ۹۱ معادل  $23\% = 128,079,280$  تن است.



شکل ۴- سهم بخشهای مختلف از انتشار گازهای گلخانه ای در ایران سال ۱۳۹۱

سهام بنزین از انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش حمل و نقل با ۵۴،۸۵۷،۹۴۲ تن معادل ۴۴٪ این بخش می‌باشد<sup>۱</sup>.



شکل ۵- سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از سوخت بخش حمل و نقل در سال ۱۳۹۰

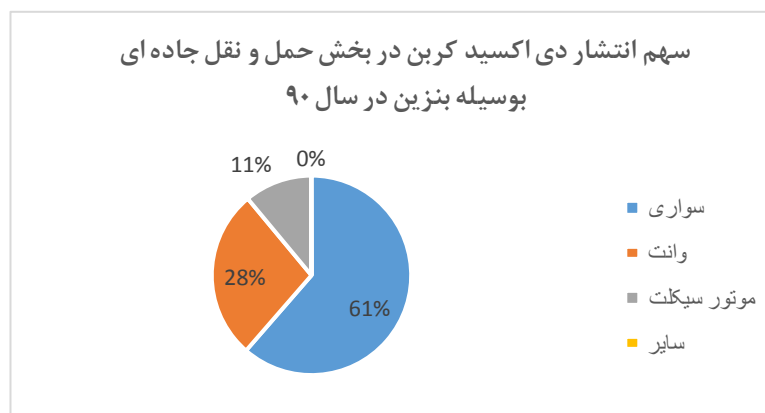
میزان انتشار دی اکسید کربن در بخش حمل و نقل جاده‌ای بوسیله بنزین در سال ۹۰ بر اساس اطلاعات حمل و نقل و انرژی

کشور (فصل یازدهم گزارش) معادل است با:

سواری ۶۱،۴٪

وانت ۲۷،۶٪

موتور سیکلت ۱۱٪



شکل ۶- سهم انتشار دی اکسید کربن در بخش حمل و نقل جاده‌ای بوسیله بنزین در سال ۱۳۹۰

<sup>۱</sup> اطلاعات حمل و نقل و انرژی کشور در سال ۹۰ پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی

در نتیجه سهم وسایل نقلیه برابر خواهد بود با :

سواری: ۳۴،۸۲۸،۵۰۰ تن

وانت: ۱۵،۶۳۸،۱۲۰ تن

موتور سیکلت: ۲۳۳،۴۷۰،۶ تن

آمار ناوگان وسایل نقلیه (سواری ، وانت و موتور سیکلت)

سواری: ۱۱،۹۶۸،۰۷۱ (آمار ناوگان خودرویی (سواری) + تولید خودرو در سال های ۹۱)

وانت: ۱،۷۴۵،۵۱۹ (آمار ناوگان خودرویی (وانت) + تولید خودرو در سال های ۹۱)

موتور سیکلت: ۸،۴۲۲،۹۲۶ (آمار ناوگان موتور سیکلت + تولید موتور سیکلت در سال های ۹۱)

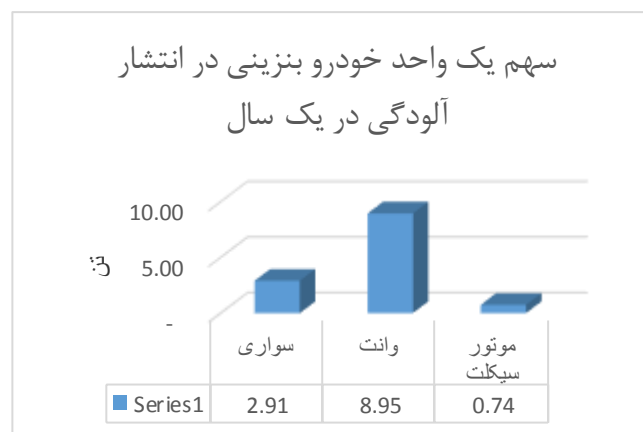
با تقسیم میزان انتشار آلودگی هریک از وسایل نقلیه (سواری ، وانت و موتور سیکلت) بر تعداد آنها به میزان متوسط انتشار

آلاینده از یک خودرو در سال خواهیم رسید که برابر است با :

سواری: ۲،۹۱ تن

وانت: ۸،۹۵ تن

موتور سیکلت: ۰،۷۴ تن



شکل ۷- سهم یک واحد خودرو بنزینی در انتشار آلودگی در یک سال

با توجه به اینکه چشم انداز کاهش انتشار آلاینده های کل کشور برابر ۱۰ درصد کل آلاینده های انتشار یافته می باشد، میزان کل آلاینده ها معادل ۵۵،۶۸۶،۶۴۴ تن خواهد بود (با توجه به عدم قطعیت برای پیش بینی میزان تولید خودرو در سالهای آتی و همچنین میزان خروج خودرو های فرسوده که آلاینده گی بیشتری نسبت به خودروهای تولید شده جدید دارند ، تخمین میزان آلودگی در ۱۰ سال آینده مقدور نمی باشد. لذا گزارش فعلی با فرض ثابت بودن تولید آلاینده تا افق چشم انداز تدوین گردیده است.) که سهم خودروهای بنزین سوز از این مقدار برابر ۱۰ درصد (۲۳٪ سهم حمل و نقل ضرب در ۴۴٪ سهم خودروهای بنزین سوز) معادل ۵،۴۸۵،۷۹۴ تن می باشد. از این میزان سهم هریک از وسایل نقلیه به شرح زیر می باشد.

سواری: ۳،۴۸۲،۸۵۰ تن

وانت: ۱،۵۶۳،۸۱۲ تن

موتور سیکلت: ۶۲۳،۳۴۷ تن



شکل ۸- سهم کاهشی وسایل نقلیه بنزینی از چشم انداز

با تقسیم سهم هریک از وسایل نقلیه فوق در چشم انداز بر میزان متوسط انتشار آلاینده یک دستگاه وسیله نقلیه به تعداد خودرو مورد نظر در چشم انداز خواهیم رسید (کاهش این تعداد خودرو و موتور سیکلت به خودرو و موتور سیکلت برقی موجب کاهش انتشار آلاینده در نظر گرفته شده در چشم انداز می باشد) که معادل است با :

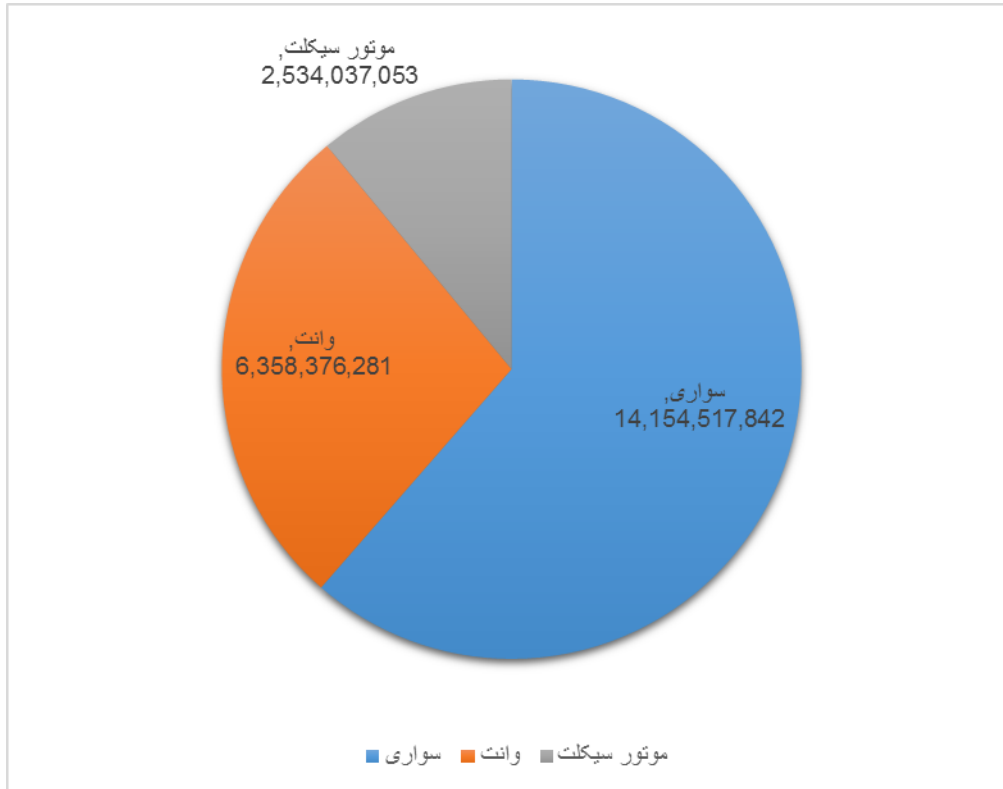
سواری: ۱،۱۹۶،۸۵۵ دستگاه

وانت: ۱۷۴،۷۲۷ دستگاه

موتور سیکلت: ۸۴۲،۳۶۰ دستگاه

با توجه به این نکته که در حال حاضر فناوریهای موجود خودرو برقی این امکان را برای کاربران مقدور نمی سازند که از وانت های برقی به منظور حمل بار استفاده نمایند لذا در این سند تنها خودروهای سواری و موتور سیکلت برقی برای جایگزینی مد نظر قرار گرفته است.

با در نظر گرفتن مصرف بنزین در سال ۹۱ که معادل ۲۲،۰۵۸،۵۷۳،۰۰۰ لیتری بنزین است سهم خودرو سواری ۱۴،۱۵۴،۵۱۷،۸۴۲ لیتر و موتور سیکلت ۲،۵۳۴،۰۳۷،۰۵۳ لیتر خواهد بود که این آمار معادل مصرف متوسط ۱۲۶۶ لیتر برای خودرو سواری و ۳۱۶ لیتر برای موتور سیکلت می باشد. لذا کاهش مصرف سوخت بر اساس تعداد خودرو تبدیلی در چشم انداز برابر با ۱،۵۲۰،۰۰۰،۰۰۰ لیتر سوخت خودرو سواری و ۲۶۶،۱۸۵،۷۶۰ سوخت موتور سیکلت می باشد که در مجموع معادل ۱،۷۸۵،۳۸۵،۷۶۰ لیتر صرفه جویی مصرف بنزین بر اساس سال پایه است.



شکل ۹- سهم مصرف بنزین در سال ۱۳۹۱

از طرفی با توجه به اینکه این تعداد وسیله نقلیه معادل حدوداً ۱۰ درصد تعداد وسایل نقلیه در سال ۹۱ می باشد می توان نتیجه گرفت تبدیل این تعداد وسیله نقلیه به خودرو برقی باعث کاهش ۱۰ درصدی مصرف سوخت خواهد شد که بر اساس ترازنامه انرژی سال ۹۱ معادل ۲,۳ میلیارد لیتر می باشد.

در نتیجه چشم انداز ملی توسعه خودروی برقی کشور با کمی نمودن مقدار دستگاه های قابل بکارگیری در کشور و میزان اثرگذاری آن بر محیط زیست و اقتصاد انرژی به عنوان اصلی ترین چالش ها و علت بکارگیری خودروهای برقی در کشور از طریق وزارت نیرو پیشنهاد می گردد به شرح زیر تدوین می باشد :

" کاهش ۵ میلیون تنی انتشار گاز دی اکسید کربن و صرفه جویی ۱,۸ میلیارد لیتر مصرف بنزین با بکارگیری ۱۲۰۰۰۰۰ دستگاه خودرو سواری برقی و ۶۵۰۰۰۰ موتور سیکلت برقی و پوشش مناسب ایستگاه های شارژ، بر اساس توسعه اقتصادی و تجاری سازی فناوری های اولویت دار خودرو برقی به صورت بومی در افق ۱۴۰۴ "



چشم انداز فوق بیان کننده سه جنبه اصلی می باشد. یک جنبه بر اساس نتایج حاصل از توسعه و بکارگیری خودروی برقی در کشور می باشد که با توجه به عدم تدوین یک سند ملی برای توسعه این محصول دارای فناوری های پیشرفته در کشور برای اثرگذاری در حوزه های چالش دار مانند محیط زیست و اقتصاد انرژی ، در بخش اول این سند آورده شده است. جنبه دوم به کمیت توسعه خودروی برقی در کشور و نحوه توسعه آن بر اساس خودروهای برقی اصلی (خودرو سواری و موتورسیکلت) تعریف شده است. این تعداد خودرو بر حسب نیاز در برنامه ریزی های بعدی کاملاً قابل تبدیل به انواع دیگر خودروی برقی و این بخش نیز به علت عدم تدوین یک سند معتبر و مصوب در بخش صنعت برای توسعه خودروی برقی در چشم انداز توسعه فناوری لازم به تعریف بوده است. در بخش سوم توسعه فناوری های اولویت دار و به طور خاص ایستگاه های شارژ به عنوان زیرساخت این محصول فناورانه و تجاری سازی این فناوری ها در افق چشم انداز همزمان با چشم انداز ۱۴۰۴ کشور تعریف می گردد.

## سناریو ۲ – استخراج چشم انداز بر مبنای شدت مصرف انرژی

مسئله دیگری که علاوه بر تولید آلاینده توسط خودرو های درون سوز وجود دارد که می تواند لزوم استفاده از خودروهای برقی در کشور را نشان دهد ، الزام به کاهش شدت مصرف انرژی در افق ۱۴۰۴ می باشد . لذا سناریو دومی که برای تدوین چشم انداز می توان در نظر گرفت ، دستیابی به کاهش شدت مصرف انرژی به میزان ۵۰ درصد در افق ۱۴۰۴ می باشد .

برای محاسبه تعداد خودرو برقی مورد نیاز می توان از روش زیر بهره برد.

با در نظر گرفتن سهم ۲۵ درصدی بخش حمل و نقل از شدت مصرف انرژی کشور و همچنین سهم ۴۳ درصدی خودروهای بنزینی از این مقدار میتوان نتیجه گرفت سهم حمل نقل از کاهش ۵۰ درصدی شدت مصرف انرژی ۱۲٫۵ درصد (۵۰ درصد کاهش شدت مصرف انرژی \* ۲۵ درصد سهم بخش حمل و نقل) می باشد که از این مقدار ۵٫۳ درصد (۱۲٫۵ درصد سهم بخش حمل و نقل \* ۴۳ درصد سهم خودروهای درون سوز بنزینی) سهم خودروهای سواری ، وانت و موتور سیکلت خواهد بود . با توجه به اینکه نسبت راندمان خودروهای درون سوز به خودروهای برقی در حال حاضر تقریباً ۱ به ۲ می باشد ، تبدیل یک دستگاه خودرو برقی با خودرو درون سوز موجب کاهش حدوداً ۲ برابری مصرف سوخت به ازای یک خودرو می گردد. لذا با

<sup>۱</sup> شرکت بهینه سازی مصرف سوخت [www.ifco.ir](http://www.ifco.ir)

تبدیل حداکثر ۱۰٫۶ درصد (سهام خودروهای درون سوز بنزینی \* نسبت راندمان خودروهای درون سوز به خودروهای برقی) و حداقل ۵٫۳ درصد (جایگزینی معادل خودرو درون سوز)، خودروهای درون سوز (خودرو سواری، وانت و موتور سیکلت) به خودرو برقی و موتور سیکلت برقی، دستیابی به هدف فوق قابل دستیابی می باشد.

با فرض ثابت بودن راندمان مصرف در این سه وسیله نقلیه می توان استدلال کرد که با تبدیل حداکثر یک میلیون و چهارصد و پنجاه هزار دستگاه خودرو سواری (مجموع تعداد خودرو سواری و وانت \* درصد تبدیل) و نهصد هزار دستگاه موتور سیکلت (تعداد موتور سیکلت \* درصد تبدیل) و حداقل هفتصد و بیست و پنج هزار دستگاه خودرو سواری و چهارصد و پنجاه هزار دستگاه موتور سیکلت برقی، دستیابی به این چشم انداز از طریق تبدیل خودرو درون سوز به خودرو برقی امکان پذیر می باشد.

در نتیجه چشم انداز ملی توسعه خودروی برقی کشور با کمی نمودن مقدار دستگاه های قابل بکارگیری در کشور و دستیابی به هدف کاهش شدت مصرف انرژی به عنوان اصلی ترین چالش و علت بکارگیری خودروهای برقی در کشور و همچنین پیامد بهره گیری از این فناوری که در بخش های محیط زیست و اقتصاد انرژی نیز تاثیر گذار است از طریق وزارت نیرو به شرح زیر پیشنهاد می گردد:

" کاهش حداقل ۵٫۳ و حداکثر ۱۰٫۶ درصدی شدت مصرف انرژی و صرفه جویی ۲٫۳ میلیارد لیتر مصرف بنزین با بکارگیری حداقل ۷۲۵٫۰۰۰ دستگاه خودرو سواری برقی و ۴۵۰٫۰۰۰ دستگاه موتور سیکلت برقی و حداکثر ۱٫۴۵۰٫۰۰۰ دستگاه خودرو برقی و ۹۰۰٫۰۰۰ دستگاه موتور سیکلت برقی و پوشش مناسب ایستگاه های شارژ، بر اساس توسعه اقتصادی و تجاری سازی فناوری های اولویت دار خودرو برقی به صورت بومی در افق ۱۴۰۴ "

از طرفی تامین انرژی مورد نیاز این تعداد خودرو برقی می تواند به عنوان چالشی در روند اجرایی نمودن پروژه در نظر گرفته شود.

با توجه به اینکه هر خودرو به طور متوسط بین ۳ تا ۶ کیلو وات توان برای شارژ نیاز دارد و توجه به این نکته که تمام خودرو ها به صورت همزمان نیاز به شارژ ندارند، می توان از روش زیر برای محاسبه تقریبی انرژی مورد نیاز برای این تعداد خودرو استفاده نمود.

تعداد خودرو : ۱,۶۰۰,۰۰۰ دستگاه

توان متوسط مورد نیاز : ۴,۵ کیلو وات

ضریب همزمانی : ۰,۳۵

انرژی مورد نیاز = ضریب همزمانی \* متوسط توان مورد نیاز \* تعداد خودرو

$$1600000 * 4.5 * 10e3 * 0.35 = 2.52GW$$

همچنین به منظور تخمین تعداد ایستگاه شارژ مورد نیاز می توان به شیوه زیر اقدام نمود :

با توجه به اینکه در حال حاضر تعداد ایستگاه های پمپ بنزین در سطح کشور حدود ۳۰۰۰ ایستگاه می باشد و در نظر گرفتن

دو نکته زیر :

۱- تعداد خودرو الکتریکی در افق چشم انداز یک دهم تعداد خودرو بنزین سوز می باشد

۲- بازه زمانی برای شارژ یک دستگاه خودرو الکتریکی حدودا ۸ برابر یک خودرو بنزینی می باشد

می توان نتیجه گرفت تعداد ایستگاه شارژ لازم برای پوشش مناسب در افق چشم انداز ۲۵۰۰ ایستگاه (۳۰۰۰ [ایستگاه پمپ

بنزین] \* ۸ [نسبت بازه زمانی شارژ خودرو برقی به سوخت گیری خودرو درون سوز بنزینی] / ۱۰ [نسبت خودرو الکتریکی به

خودرو درون سوز بنزینی]) می باشد.

با در نظر گرفتن پیشنهادی بودن چشم اندازهای فوق (سناریو ۱ و ۲) از سوی وزارت نیرو ، این وزارت می بایست در چارچوب

اختیارات خود نیز چشم انداز در راستای اهداف ملی تدوین نماید که این چشم انداز عبارت است :

دستیابی به فناوری مورد نیاز ایستگاه های شارژ و تهیه زیرساخت لازم برای تامین انرژی مورد نیاز

خودروهای برقی در قالب ۲۵۰۰ ایستگاه شارژ و تامین ۲,۵۲ گیگاوات انرژی در راستای اهداف ملی

### نقشه راه خودرو برقی در افق ۱۴۰۴

لازم به ذکر است در حال حاضر راندمان خودرو برقی نسبت به خودرو های درون سوز حدودا ۱۸ به ۷ می باشد به عبارتی

استفاده از خودرو برقی در حال حاضر منجر به عدم تولید آلودگی نمی شود بلکه انتشار آلاینده از محیط شهری به خارج از شهر

منتقل می گردد و باعث پاکیزگی محیط شهری و کاهش خسارات اجتماعی خواهد شد . از طرفی پیش بینی می شود در آینده

نزدیک بخش گسترده ای از انرژی الکتریکی تولید شده برای شارژ خودرو های برقی از طریق انرژی های نو (که در دستور کار وزارت نیرو قرار دارد) تامین گردد که این مهم، چشم انداز ترسیم شده را قابل دستیابی می نماید.

نهایتا در نظر گرفتن وضعیت فعلی و تولید گازهای گلخانه ای توسط نیروگاه ها باعث می شود که مقدار خودرو مورد نیاز برای دستیابی به هدف به بیش از دو برابر یعنی حدود ۴ میلیون خودرو افزایش یابد که این تعداد خودرو دور از دسترس به نظر می رسد.

**ضمنا با توجه به عدم قطعیت برای پیش بینی میزان تولید خودرو در سالهای آتی و همچنین میزان خروج خودرو های فرسوده**

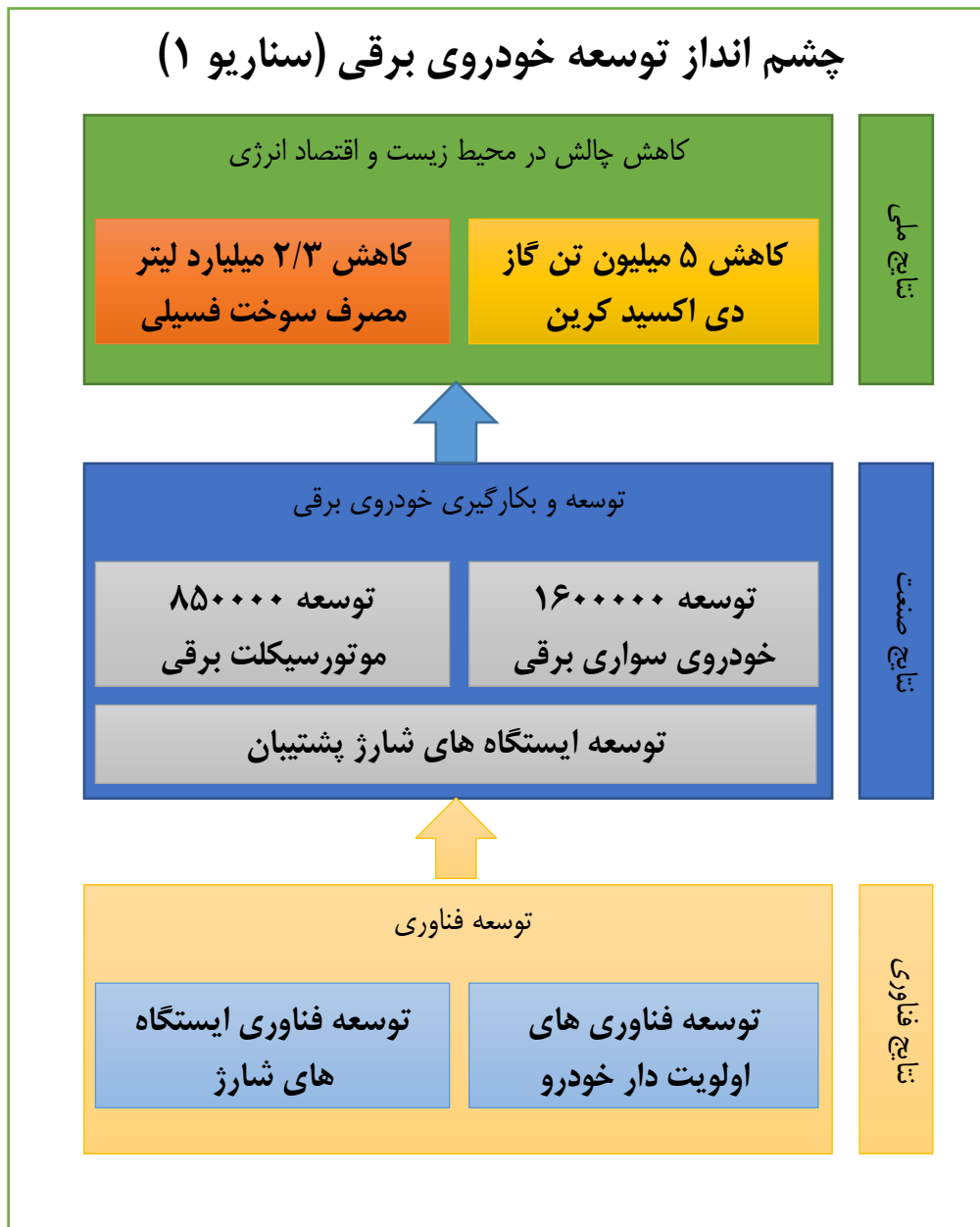
**که آلاینده های بیشتری نسبت به خودروهای تولید شده جدید دارند، تخمین میزان آلودگی در ۱۰ سال آینده را مقدور نمی باشد.**

**لذا گزارش فعلی با فرض ثابت بودن تولید آلاینده تا افق چشم انداز تدوین گردیده است.**

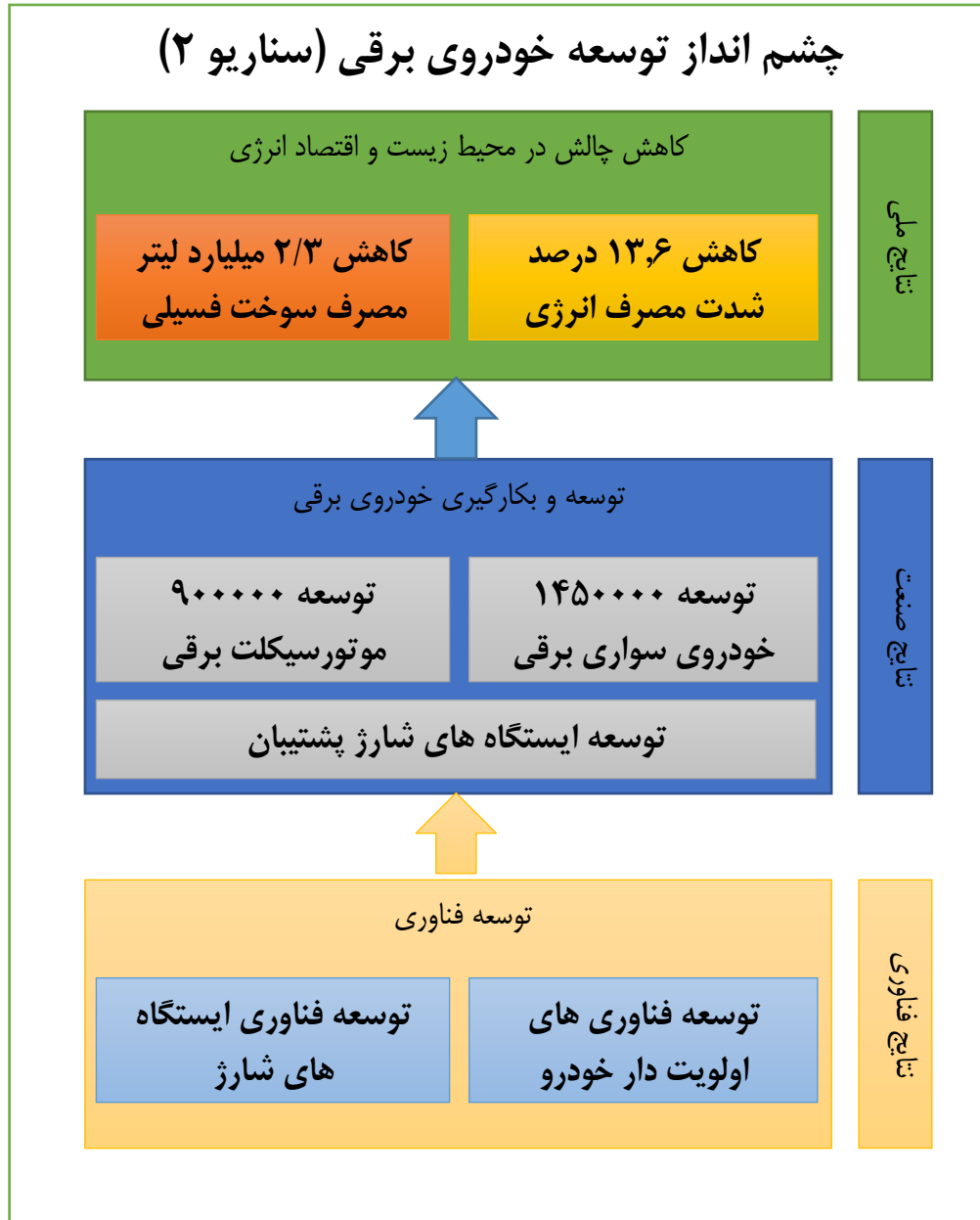
در نهایت چشم انداز به شرح زیر جمع بندی میشود:

اتکا به خداوند متعال و با مشارکت تمامی ذی نفعان در یک دوره ده ساله و با توجه به سیاست های کلان اقتصاد مقاومتی در جهت دستیابی به محیط زیست پاک و بهبود کیفیت زندگی مردم، حوزه فناوری خودروی برقی جمهوری اسلامی ایران حوزه های است:

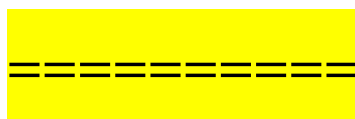
- ◀ برخوردار از ۱،۲۰۰،۰۰۰ خودروی برقی و ۶۵۰،۰۰۰ موتور سیکلت برقی
- ◀ دستیابی به فناوری مورد نیاز ایستگاه های شارژ و تهیه زیر ساخت لازم برای تامین انرژی مورد نیاز خودروهای برقی در قالب ۲۵۰۰ ایستگاه شارژ در راستای اهداف ملی نقشه راه خودرو برقی در افق ۱۴۰۴
- ◀ مبتنی بر توانمندی داخلی با تکیه بر ساختاری منسجم و متخصصان توانمند و خلاق و نیروی فنی ماهر
- ◀ برخوردار از فضای کسب و کار پایدار و پویا با حضور سرمایه گذاران



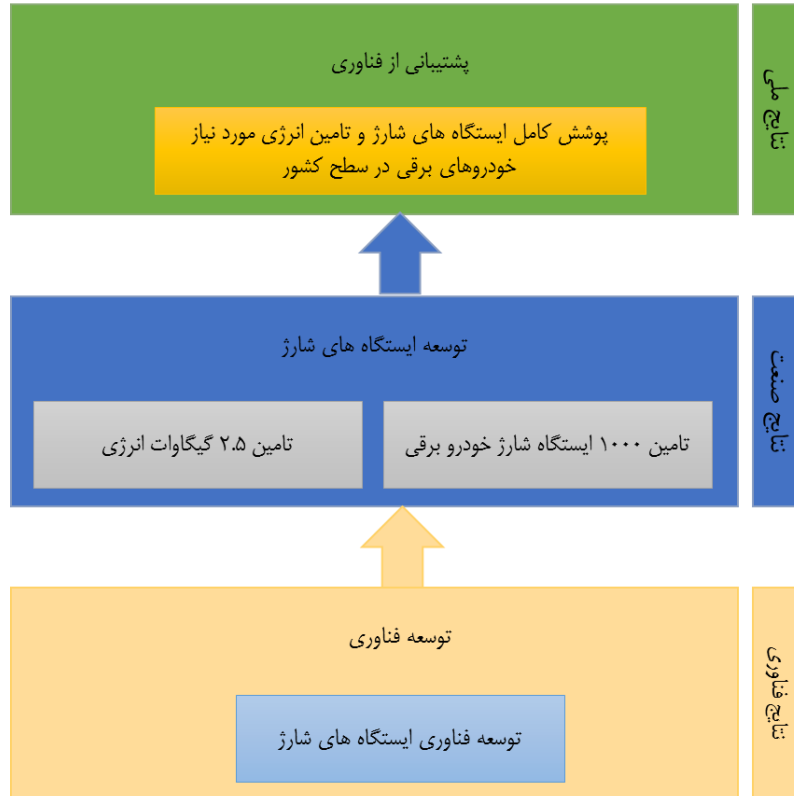
شکل ۱۰ - چشم انداز توسعه فناوری خودرو برقی (سناریو ۱)



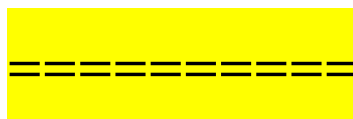
شکل ۱۱ - چشم انداز توسعه فناوری خودرو برقی (سناریو ۲)



### چشم انداز وزات نیرو



شکل ۱۱ - چشم انداز وزارت نیرو



## فصل دوم:

## اهداف کلان



## ۲- اهداف کلان

اهداف کلان به معرفی ابعادی می‌پردازند که لازم است تا به آن‌ها پرداخته شود. اگرچه این حوزه‌ها در هر مورد مطالعاتی دارای تفاوت‌ها و دسته‌بندی‌های مختلفی می‌باشد، اما می‌توان یک حالت عمومی برای این حوزه‌ها ارائه نمود. این دسته‌بندی تنها به منظور سامان‌دهی ذهنی برنامه‌ریزان در تدوین اهداف اسناد راهبردی است و الزامی در پوشش همه‌جانبه آن‌ها در هر مورد مطالعاتی به وجود نمی‌آورد. به‌طور کلی چهار حوزه زیر را می‌توان به‌عنوان ابعاد ضروری تدوین اهداف کلان توسعه فناوری در سطح ملی در نظر داشت:

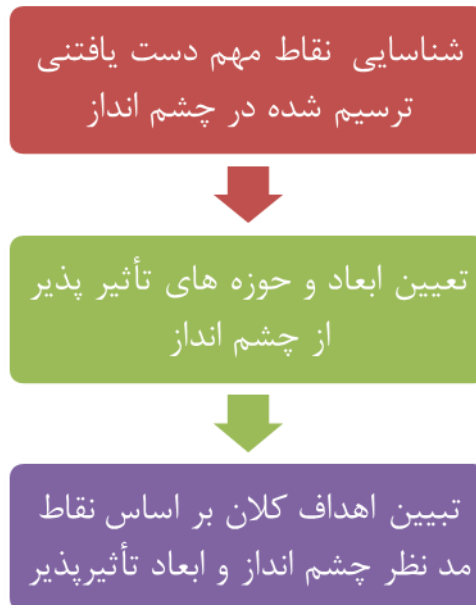
❖ موقعیت رقابتی: میزان موفقیت در تسلط نسبی بر بازار، درآمد کل، سهم بازار، سهم صادرات

❖ ظرفیت‌سازی: رشد و پیشرفت دانش فناوری، توسعه نیروی انسانی متخصص، بهره‌برداری و عملیاتی نمودن دانش به فناوری

❖ مسئولیت اجتماعی: در نظرگیری مسایل زیست‌محیطی، بهبود سطح رفاه اجتماعی، بالابردن رشد اقتصادی، مشروعیت بخشی

❖ نوآوری: بالابردن توان نوآوری و طراحی محصول و فرایند

به منظور پوشش حوزه‌های فوق و بهبود وضعیت فعلی کشور برای دستیابی به چشم‌انداز طراحی شده، ابتدا باید نکات مهمی که در چشم‌انداز عنوان شده است و دستیابی به چشم‌انداز در دستیابی به این نقاط مفهوم پیدا می‌کند استخراج شود. نمودار زیر نشان دهنده فرایند استخراج اهداف کلان طرح از چشم‌انداز ترسیم شده می‌باشد:



همانطور که در متن چشم انداز (سناریو ۱ و ۲) مشاهده می شود، نکات مد نظر چشم انداز را میتوان به شش نکته اصلی تقسیم بندی نمود.

" کاهش ۵ میلیون تنی انتشار گاز دی اکسید کربن و صرفه جویی ۲,۳ میلیارد لیتر مصرف بنزین با

بکارگیری ۱۶۰۰۰۰۰ دستگاه خودرو سواری برقی و ۸۵۰۰۰۰ موتور سیکلت برقی و پوشش مناسب

ایستگاه های شارژ، بر اساس توسعه اقتصادی و تجاری سازی فناوری های اولویت دار خودرو برقی به

صورت بومی در افق ۱۴۰۴"

" کاهش ۱۳,۶ درصدی شدت مصرف انرژی و صرفه جویی ۲,۳ میلیارد لیتر مصرف بنزین با بکارگیری

۱۴۵۰۰۰۰ دستگاه خودرو سواری برقی و ۹۰۰۰۰۰ دستگاه موتور سیکلت برقی و پوشش مناسب

ایستگاه های شارژ، بر اساس توسعه اقتصادی و تجاری سازی فناوری های اولویت دار خودرو برقی به

صورت بومی در افق ۱۴۰۴"

این نکات به شرح زیر است :

۱- کاهش گاز دی اکسید کربن

## ۲- کاهش شدت مصرف انرژی

۲- صرفه جویی در مصرف بنزین

۳- بکارگیری خودروسواری و موتورسیکلت برقی

۴- پوشش مناسب ایستگاه های شارژ

۵- توسعه اقتصادی و تجاری سازی فناوری

حوزه های تأثیرپذیر از چشم انداز و نکات مدنظر آن نیز قابل تبیین می باشد. موضوعات کاهش گاز دی اکسید کربن ، کاهش شدت مصرف انرژی و صرفه جویی در مصرف بنزین، هر سه بر کاهش اثرات منفی استفاده از خودروهای با سوخت فسیلی تأکید می کند. در واقع نتیجه و اثر بکارگیری خودروی برقی در کشور از منظر اقتصادی و زیست محیطی تأثیرگذار خواهد بود. بنابراین ابعاد محیط زیست و اقتصاد انرژی از ابعادی هستند که با رسیدن این چشم انداز اثرپذیر خواهند بود.

نکات بعدی که در چشم انداز مد نظر قرار گرفته بر بکارگیری خودروسواری و موتورسیکلت برقی و توسعه توان ظرفیتی وزارت نیرو برای پشتیبانی آن با پوشش مناسب ایستگاه های شارژ تأکید دارد. حوزه های تأثیر پذیر در این بخش توسعه توان ظرفیتی صنعتی در بخش های تولید و زنجیره تأمین خودروهای برقی و در بخش صنعتی ایستگاه های شارژ و شبکه پشتیبان آن می باشد که موجب بالندگی صنعت خودروسازی ، قطعات خودرو و صنعت برق در حوزه ایستگاه های شارژ و شبکه خواهد شد.

در نهایت تأکید چشم انداز بر توسعه اقتصادی و تجاری سازی فناوری های مرتبط با صنایع فوق الذکر می باشد که به عنوان پشتیبان صنایع مرتبط چه در خودروسازی و چه در صنعت برق خواهد بود. رسیدن به این بخش چشم انداز موجب توسعه ثروت افزایی از فناوری و حرکت به سمت عدم وابستگی اقتصادی در این حوزه خواهد بود.

ردیف	نکات چشم انداز	حوزه های اثرپذیر
۱	کاهش گاز دی اکسید کربن	اقتصاد انرژی و محیط زیست
	کاهش شدت مصرف انرژی	
۲	صرفه جویی در مصرف بنزین	
۳	بکارگیری خودروسواری و موتورسیکلت برقی	صنعت خودروسازی و صنعت برق پشتیبان
۴	پوشش مناسب ایستگاه های شارژ	خودروی برقی
۵	توسعه اقتصادی و تجاری سازی فناوری	فناوری و اقتصاد دانش بنیان

با توجه به نکات اول، دوم، سوم و اثر آن بر اقتصاد انرژی و محیط زیست یکی از اهدافی که برای تحقق چشم انداز باید به آن دستیافت **کاهش سهم حمل و نقل در میزان آلودگی هوا (سناریو ۱)**، **کاهش سهم حمل و نقل در شدت مصرف انرژی (سناریو ۲)** و **هزینه های مصرف سوخت فسیلی** می باشد. همچنین با توجه به نکات سوم و چهارم در چشم انداز و با توجه به اثر آن بر توسعه صنایع خودروسازی و صنایع برق پشتیبان آن، برای تحقق این بخش چشم انداز باید به هدف **افزایش توان ظرفیت کشور و به طور خاص وزارت نیرو در پشتیبانی بکارگیری خودروهای برقی** دستیافت. همچنین برای پشتیبانی دو هدف فوق، نکته پنجم و حوزه اثرگذار آن که توسعه فناوری و ثروت زایی از تجاری سازی آن باید مد نظر قرار گیرد که هدف **دستیابی به فناوری های اصلی خودروی برقی در کشور** تحقق این نکته از چشم انداز را پشتیبانی می کند. بنابراین جدول زیر اهداف کلان و ارتباط آن را نکات چشم انداز و حوزه های اثر پذیر را نشان میدهد:

اهداف کلان	حوزه های اثرپذیر	نکات چشم انداز	ردیف
کاهش سهم حمل و نقل در میزان آلودگی هوا، شدت مصرف انرژی و هزینه های مصرف سوخت فسیلی	اقتصاد انرژی و محیط زیست	کاهش گاز دی اکسید کربن	۱
		<b>کاهش شدت مصرف انرژی</b>	۲
		صرفه جویی در مصرف بنزین	۳
هدف افزایش توان ظرفیت کشور و به طور خاص وزارت نیرو در پشتیبانی بکارگیری خودروهای برقی	صنعت خودروسازی و صنعت برق پشتیبان خودروی برقی	بکارگیری خودروسواری و موتورسیکلت برقی	۴
		پوشش مناسب ایستگاه های شارژ	۵
دستیابی به فناوری های اصلی خودروی برقی در کشور	فناوری و اقتصاد دانش بنیان	توسعه اقتصادی و تجاری سازی فناوری	۶

تشریح هریک از اهداف تبیین شده فوق به شرح زیر می باشد:

### – کاهش سهم حمل و نقل در میزان آلودگی هوا (سناریو ۱)، کاهش سهم حمل و نقل در میزان

#### شدت مصرف انرژی (سناریو ۲) و هزینه های مصرف سوخت فسیلی

این هدف اصلی ترین هدف مطرح شدن موضوع بکارگیری خودروی برقی در کلیه کشورها و از جمله ایران می باشد و اصلی ترین هدف در راستای چشم انداز ترسیم شده محسوب می گردد. برای دستیابی به هدف فوق باید سهم مناسبی از بازار حمل و

نقل که به استفاده از اتومبیل ها در حمل و نقل وابسته است ، به سمت خودروی های برقی سوق داده شود. با توجه به پیرو بودن کشور در صنعت تولید و بکارگیری خودرو به طور عام و خودروی برقی به طور خاص ، بدون شکل دهی بازار برای کسب سهم مناسب خودروی برقی از حمل و نقل این هدف در راستای چشم انداز محقق نمی گردد. و در نتیجه برای افزایش سهم بازار فعالیت های همچون ، بازارسازی، جهت دهی به سیستم برای پذیرش خودروی های برقی و فعالیت های کارآفرینی برای پشتیبانی از این بازار باید تقویت گردد.

مقدار کمی برای دستیابی به این هدف همانطور که در چشم انداز نیز آمده است کاهش یک درصدی انتشار آلاینده ها می باشد که برابر با ۵ میلیون تن (سناریو ۱) ، کاهش ۱۳٫۶ درصد شدت مصرف انرژی (سناریو ۲) و همچنین کاهش ۲٫۳ میلیارد لیتری سوخت های فسیلی در سال می باشد.

#### - افزایش توان ظرفیت کشور و به طور خاص وزارت نیرو در پشتیبانی بکارگیری خودروهای برقی

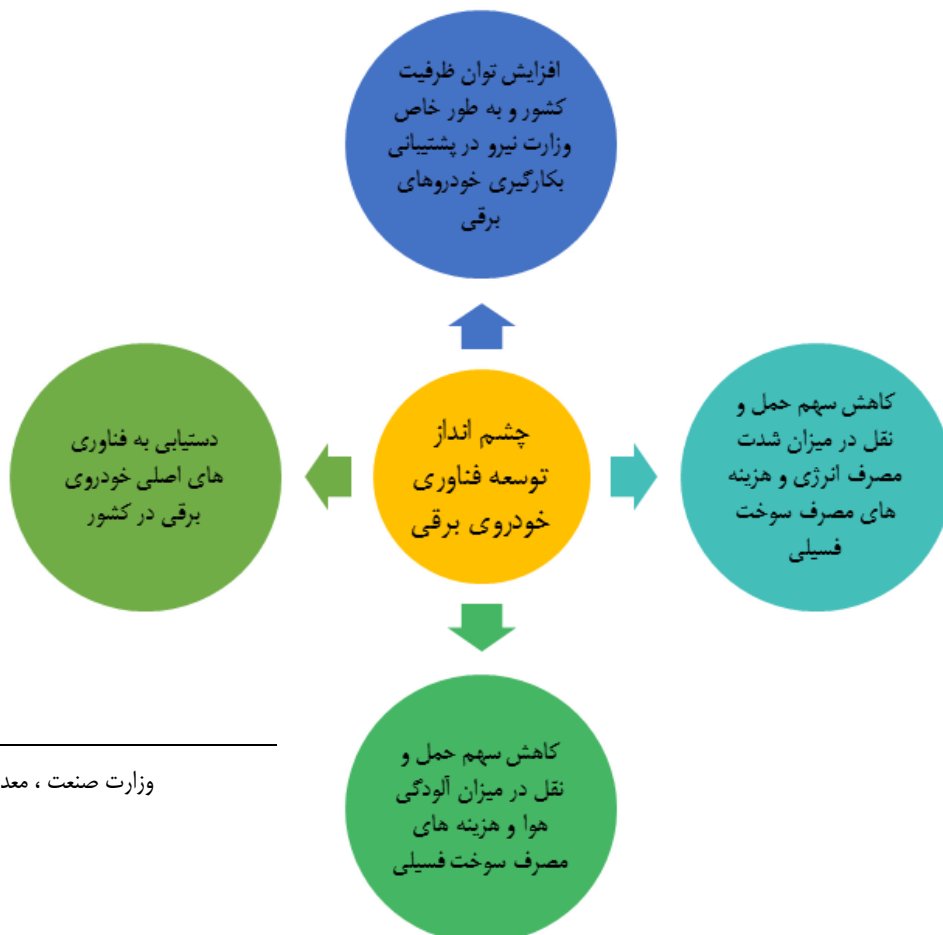
این هدف نیز به منظور تداوم هدف اول و تحقق چشم انداز مطرح میگردد. زیرا بکارگیری خودروی برقی در جامعه باید توسط زیرساخت های مورد نیاز پشتیبانی گردد و با توجه به نوع منبع انرژی و فناوری خاص این نوع خودروها مطمئناً کلیدی ترین زیرساخت پشتیبانی مرتبط با خودروهای برقی زیرساخت شبکه برق تأمین نیروی شارژ این نوع خودروها می باشد که باید توسط وزارت نیرو تأمین گردد. بنابراین چه خودروی برقی در کشور ساخته شود چه از کشورهای دیگر وارد گردد، با توسعه بکارگیری این نوع خودروها در شبکه حمل و نقل کشور، زیرساخت های پشتیبانی آن باید توسعه یابد.

#### - دستیابی به فناوری های اصلی خودروی برقی در کشور

این هدف با توجه به مسیر پیشرفت کشور در راستای چشم انداز ۱۴۰۴ و همچنین تأکید بر اقتصاد دانش بنیان و عدم وابستگی به فناوری های خارجی از یکسو و دورنمای گسترش استفاده از خودروهای برقی در جهان و به طبع آن در ایران تعریف میگردد. در نتیجه با توجه به گسترش استفاده از خودروهای برقی و قرارگرفتن این نوع خودروها در چرخه تولید و صنعت خودرو سازی ، باید از ابتدای راه ، مسیر هدفگذاری توسعه کشور در این حوزه ، باهوشمندی عدم وابستگی فناورانه در آینده این صنعت

طراحی گردد. و این عدم وابستگی نیاز برنامه ریزی اکتساب فناوری بسیاری از سازمان ها از جمله وزارت صمت<sup>۱</sup> در فناوری تولید، وزارت نیرو در فناوری های زیرساخت تأمین انرژی و... را الزامی می نماید.

مقدار کمی برای دستیابی به این هدف بهره گیری از یک میلیون و ششصد دستگاه خودرو برقی و هشتصد و پنجاه هزار دستگاه موتور سیکلت برقی در افق چشم انداز می باشد که در مرحله اول از طریق واردات و در مرحله بعد با اکتساب فناوری از طریق تولید داخلی می بایست به انجام برسد. همچنین براساس ورود و تولید این تعداد خودرو به ناوگان خودرویی کشور لازم است تا افق چشم انداز ۱۰۰۰ ایستگاه شارژ خودرو برقی احداث گردد. این تعداد ایستگاه شارژ بر اساس ۳۲۰۰ ایستگاه سوخت رسانی که در حال حاضر در حال خدمات رسانی هستند محاسبه شده است. با توجه به اینکه این تعداد خودروی برقی حدود یک دهم تعداد خودروهای فعلی بوده و زمان شارژ خودروهای برقی حدوداً ۳ برابر زمان صرف شده در سوخت گیری خودروهای درون سوز می باشد بنابراین حدود یک سوم ایستگاه های شارژ فعلی برای خدمات رسانی لازم است. از طرفی همانطور که پیش از این گفته شد، انرژی مورد نیاز برای شارژ خودروهای برقی حدوداً ۲,۵ گیگاوات می باشد که وزارت نیرو ملزم به تأمین این میزان انرژی برای شارژ خودروهای برقی خواهد بود.



<sup>۱</sup> وزارت صنعت، معدن و تجارت

## فصل سوم:

# رویکرد توسعه فناوری های خودرو برقی در کشور

### ۳- رویکرد توسعه

بسیاری از مدل های مطرح در ادبیات مدیریت فناوری تنها قادر به استخراج راهبرد برای بنگاه ها می-باشند. اما هدف این مدل تدوین راهبرد فناوری در سطح ملی و از جانب دولت می-باشد. بنابراین بسیاری از مدل های رایج در ادبیات قابلیت استفاده مستقیم در این تحقیق را ندارند.

در این روش، سه محور سطح بلوغ فناوری (منحنی چرخه عمر فناوری)، توانمندی ملی در حوزه ی فناوری، و درنهایت گستردگی حوزه ی فناورانه (مشخص بودن یا عمومی بودن فناوری- کاربرد)، تعیین کننده ی رویکرد مناسب برای توسعه فناوری هستند.

#### ۳-۱- چرخه عمر فناوری

تکنولوژی ها یکی پس از دیگری متولد و وارد بازار می-شوند و در نهایت برخی از آنها با ورود تکنولوژی های جایگزین از رده خارج می-گردند. در حقیقت همان طور که زندگی موجودات زنده از مراحل اصلی تولد، رشد، بلوغ و مرگ می-گذرد، هر تکنولوژی نیز این فراز و نشیب را تجربه می-کند. این مراحل را چرخه عمر تکنولوژی می-نامند. پیدایش، رشد و کاربرد تکنولوژی از یک منحنی خاص به نام S-Curve پیروی می-کند. از چرخه عمر تکنولوژی می-توان پیش بینی تکنولوژی و طرح ریزی استراتژیک یک توسعه تکنولوژی بهره گرفت.

همانطور که در گزارش فصول پیشین اشاره شد فناوری های مورد نظر در خصوص خودرو برقی، خودرو هیبریدی، دوچرخ برقی، موتور سیکلت و ایستگاه شارژ در مرحله رشد قرار دارند.

#### ۳-۲- توانمندی فناورانه

توانمندی فناورانه را می-توان کلیه ی توانایی هایی که برای انجام فعالیت های مرتبط با تولید لازم هستند اطلاق کرد. درحقیقت، در صورت وجود قابلیت فناورانه، دو نوع قابلیت سرمایه گذاری فیزیکی و سرمایه انسانی در هر کشور کاملاً بهره ور خواهند شد.



در ماتریس تصمیم‌گیری رویکرد توسعه، هدف از ارزیابی توانمندی فناوریانه، تشخیص پیشتاز<sup>۱</sup> یا متاخر بودن<sup>۲</sup> کشور از لحاظ فناوریانه است. با توجه به نظر پورتر درباره پیشگامی و دنباله‌روی فناوری، ارزیابی پیشرو یا پیرو بودن یک کشور در فناوری‌ها، با دو معیار تعریف می‌گردد:

اولین معیار، زمان توسعه فناوری است. زمان شروع توسعه یک فناوری می‌تواند معیار مناسبی برای کشوری که هنوز پا در مسیر توسعه فناوری نگذاشته و یا در اوایل آن است، باشد. اما برای مقایسه بین دو کشور که هر دو دارای فناوری مورد نظر هستند لازم است تا برای ارزیابی فناوریانه، معیار مکمل دیگری نیز در نظر گرفته شود. از طرف دیگر، در بخش‌های دانش‌بنیان، پیشرفته‌تر بودن فناوری موجب فروش بیشتر آن می‌شود.

بر اساس دو معیار زمان شروع توسعه فناوری و نیز میزان سهم فروش فناوری، می‌توان به قابلیت فناوریانه و جایگاه کنونی کشور دست یافت.

با توجه به اینکه کشور در فناوری‌های مورد مطالعه به جز چند مورد آزمایشی به دانش مورد نیاز دست نیافته است و در بازار جهانی این فناوری سهمی ندارد، می‌توان گفت جایگاه کنونی کشور در فناوری‌های تولید دوچرخ برقی، موتور سیکلت برقی، خودرو برقی، خودرو هیبریدی و ایستگاه شارژ، پیرو می‌باشد.

### ۳-۳- گسترده‌ی حوزه ی فناوریانه

گسترده‌ی حوزه فناوریانه به معین یا نامعین بودن موضوع مورد مطالعه‌ی در سند راهبردی اشاره می‌کند. گسترده بودن حوزه ی فناوریانه به معنی در نظر داشتن کاربردهای متفاوت برای یک فناوری و یا وجود انواع مختلفی از فناوری به عنوان موضوع مطالعه است.

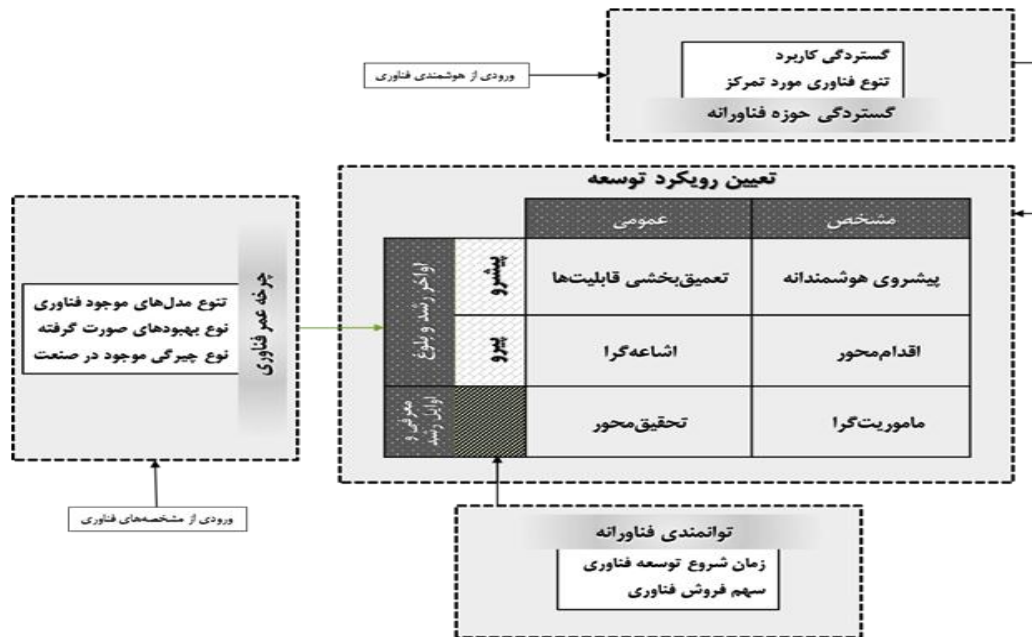
فناوری‌های مورد نظر در این سند به صورت مشخص تعیین شده است لذا گسترده‌ی حوزه ی فناوریانه کاملاً مشخص و در محدوده تعیین شده می‌باشد.

<sup>1</sup> Technological Leadership

<sup>2</sup> Technological Followership

### ۳-۴- ماتریس تصمیم‌گیری

بر مبنای این سه متغیر می‌توان یک ماتریس سه بعدی ترسیم نمود که به تصمیم‌گیری رویکرد توسعه بپردازد.



شکل ۱۳- ماتریس تصمیم‌گیری

با توجه به این ماتریس، شش حالت به وجود می‌آید که هر یک متناظر با یک نوع رویکرد توسعه فناوری است.

### ۳-۴-۱- تحقیق محور

فناوری‌هایی که دارای کاربردهای گسترده در زمینه‌های مختلف هستند و همچنین از لحاظ بلوغ فناوری در مراحل معرفی و اوایل رشد قرار دارند، حالت اول ماتریس تصمیم‌گیری رویکرد توسعه را تشکیل می‌دهند. هدف نهایی این رویکرد، توسعه زیرساخت‌ها و کسب قابلیت‌های علمی و دانشی میان اجزای تحقیق-محور نظام نوآوری ملی، یعنی دانشگاه‌ها، موسسات تحقیقاتی دولتی، و واحدهای تحقیق و توسعه شرکت‌های خصوصی است. در این رویکرد توسعه، به دلیل گسترده بودن حوزه‌های فناوری و دور از بازار بودن آن، و همچنین داشتن رویکرد تحقیق و مطالعه‌ی پایه‌ای، صحبت پیرامون نوآوری بی‌معنی است. از آنجا که فناوری در این حالت شامل حوزه‌های فناوری گسترده‌ای می‌شود، ضرورتی به اولویت‌بندی در جهت‌گیری کلان نمی‌باشد. به عبارت دیگر، هدف در این حالت باید ایجاد قابلیت و توانمندی در کلیه زیرساخت‌های موجود باشد، نه انتخاب چند حوزه‌ی فناوری و تمرکز بر کسب آن‌ها. همچنین به دلیل اینکه فناوری مورد تمرکز در این

حالت در مرحله‌ی معرفی و اوایل رشد قرار دارد، ماهیت دانش‌محور بودن آن بسیار قوی‌تر از ماهیت محصول‌محور بودن است. بنابراین این فناوری از بازار به دور بوده و توسعه آن توسط بخش خصوصی با رقابت دنبال نخواهد شد. در این شرایط، حمایت مالی حداکثری دولت از فعالیت‌های تحقیق و توسعه و تمرکز بر فناوری در موسسات تحقیقاتی دولتی و دانشگاه، از ویژگی‌های ساختار نظام نوآوری در این حالت است. در رویکرد تحقیق-محور، با انجام تحقیق و توسعه در حوزه‌ی یک فناوری تازه معرفی شده، کشور با داشتن زمان‌بندی ورودی از نوع پیش‌گامی پای به عرصه توسعه فناوری می‌گذارد. در این حالت، داشتن امید به آینده‌ی روشن نسبت به حوزه‌ی مورد تمرکز به همراه حمایت مالی از جانب دولت، تنها نیروهای پیش‌برنده توسعه فناوری هستند. مفهوم شبکه‌سازی در این رویکرد نیز تنها در سطح تعاملات علمی میان محققین معنی پیدا می‌کند. سمینارها، همایش‌ها، و شبکه‌ها-تحقیقاتی گونه‌هایی از مفهوم شبکه‌سازی در این رویکرد تحقیق‌محور هستند.

### ۳-۴-۲- ماموریت گرا

فناوری‌هایی که دارای کاربرد مشخص و مجموعه‌ی از انواع محدود هستند و همچنین از لحاظ بلوغ فناوری در مراحل معرفی و اوایل رشد قرار دارند، حالت دوم ماتریس تصمیم‌گیری رویکرد توسعه را به‌وجود می‌آورند. در این حالات نیز پیروی و پیشروی فناورانه میان کشورها بی‌معنی بوده و همه از لحاظ توانمندی فناورانه تقریباً هم‌پا هستند. رویکرد ماموریت‌گرا رویکرد انتخابی کشورهایی مانند ایالات متحده، فرانسه و انگلیس پس از جنگ جهانی دوم بود. ایده‌ال در نظر گرفته شده در این رویکرد ایجاد صنایع بر پایه‌ی فناوری‌های جدید و تلاش زیاد در برنامه‌های بزرگ توسعه دانش و فناوری است. بر این اساس، لازم است تا گستره‌ای محدود از فناوری‌هایی که در مراحل ابتدایی چرخه عمر خود هستند برای توسعه برگزیده شوند. انجام نوآوری‌های بنیادین و نوآوری‌های محصول لازمی تامین ایده‌ال ترسیم شده در این رویکرد است. این نوآوری‌ها غالباً توسط واحدهای تحقیق و توسعه دولتی به انجام می‌رسد و بنگاه‌های خصوصی از مشارکت در توسعه آن به دلیل ریسک بالا خودداری می‌کنند. از آنجا که رویکرد ماموریت‌گرا بر فناوری‌های کلیدی تمرکز می‌نماید، اولویت بندی یکی مهمترین ضروریات توسعه فناوری با این رویکرد است. سطح شبکه‌سازی در این رویکرد نیز مانند رویکرد تحقیق‌محور تنها محدود به همکاری میان موسسات و مراکز تحقیقاتی دانشگاهی دولتی بر سر اولویت‌های تعیین شده است.

### ۳-۴-۳- اشاعه گرا

فناوری هایی که دارای گستره‌ی حوزه‌ی فناورانه عمومی هستند، از لحاظ بلوغ فناوری در مراحل اواخر رشد و بلوغ قرار دارند، و کشور توسعه دهنده از لحاظ توانمندی فناورانه نیز در جایگاه پیرو قرار دارد، حالت سوم ماتریس تصمیم‌گیری رویکرد توسعه را تشکیل می‌دهند. در این حالت برخلاف دو حالت قبلی، پیروی و پیشروی فناورانه میان کشورها معنادار است. به این معنی که کشورهای پیرو می‌توانند از مزیت بهره‌گیری از قابلیت‌های کشورهای پیشرو استفاده نمایند. تاثیر پیروی در سبک اکتساب فناوری خود را به ظهور می‌رساند.

رویکرد اشاعه‌گرا را می‌توان به این صورت توصیف نمود: این رویکرد بر اکتساب، انتشار، و پراکندن فناوری در محیط صنعت تمرکز دارد. به عبارت دیگر به جای انجام تحقیق و توسعه داخلی، این رویکرد به انتقال و اشاعه‌ی دانش چگونگی فناوری‌ها در سطح صنعت می‌پردازد. بنابراین در این حالت، ضرورتی به اولویت‌بندی میان حوزه‌های فناورانه نمی‌باشد. همچنین به منظور ایجاد جذابیت بیشتر در فناوری‌های تولیدی خود، با انجام نوآوری‌های تدریجی و نوآوری‌های فرایند، به بهبود ویژگی‌های کیفی فناوری و کاستن از هزینه‌ی فرایند تولید پرداخته می‌شود. با توجه به ایجاد نوآوری‌های تدریجی و فرایند، می‌توان اظهار نمود که فناوری‌های مورد تاکید، بیشتر فناوری‌های قرار گرفته در مراحل انتهایی چرخه عمر و بالغ هستند. در این رویکرد، دولت‌ها به دنبال یافتن بازارهای گوشه‌ای هستند که با ورود به آن‌ها، هم بر توانمندی‌های فناورانه خود بیافزایند و هم از مزایای اقتصادی حاصل از آن استفاده کنند. بنابراین، نیروی کشش بازار، یکی از مهمترین نیروهای پیشران این رویکرد است. علاوه بر آن، امید به پیشرو بودن در فناوری‌های پیشرفته آینده با استفاده از توانمندی‌های کسب شده، نیروی پیشران دیگر این رویکرد است.

### ۳-۴-۴- اقدام محور

فناوری هایی که دارای گستره‌ی حوزه‌ی فناورانه مشخص هستند، از لحاظ بلوغ فناوری در مراحل اواخر رشد و بلوغ قرار دارند، و کشور توسعه دهنده از لحاظ توانمندی فناورانه نیز پیرو است، حالت چهارم ماتریس تصمیم‌گیری رویکرد توسعه را تشکیل می‌دهند.

هدف نهایی رویکرد اقدام‌محور دستیابی به فناوری در کوتاه‌ترین زمان ممکن و با بهره‌گیری از تجارب کشورهای پیرو در این حوزه است. در این حالت به دلیل مشخص بودن حوزه‌های فناورانه، اولویت‌بندی به منظور انتخاب فناوری‌های کلیدی، از

تصمیمات ضروری است. به دلیل نزدیک بودن فناوری به بازار و نیز مشخص بودن حوزه ی فناورانه، مشارکت‌های بنگاه‌های خصوصی در این حالت بسیار زیاد است. در این شرایط حمایت دولتی از پروژه‌ها چندان ضروری نمی‌باشد. بنابراین همانند رویکرد اشاعه‌گرا، مهمترین نیروی پیشران در این رویکرد، کشش بازار فناوری است. **با در نظر داشتن همکاری فناورانه به عنوان سبک اصلی اکتساب فناوری، سطح شبکه‌سازی در این رویکرد در حد ارتباط با شرکای تجاری خارجی است.** رویکرد اقدام‌محور می‌تواند در شرایط مختلف، به شیوه‌های متفاوتی به انجام برسد. فناوری‌هایی که در جهان توسعه یافته هستند اما بازار منطقه‌ای آن‌ها در حال ظهور است مناسب است تا با رویکرد تقلید خلاقانه توسعه پیدا نمایند. تقلید خلاقانه همکاری راهبردی با بنگاه‌های پیشرو فناوری موجود در جهان تاکید دارد. هدف از این همکاری‌ها را می‌توان کاستن از ریسک تحقیق و توسعه برای تولید فناوری در یک منطقه جدید (که فناوری در آن در حال شکل‌گیری است) عنوان نمود. در این حالت، **فناوری با حالت کلی مشابه با نمونه‌های خارجی، اما با خصوصیات عملکردی بهتر و هزینه‌های پایین‌تر تولید می‌شود.** نوع نوآوری نیز از نوع نوآوری‌های تدریجی و فرایندی است. کشور هم‌زمان‌بندی ورود پیروی هوشمندانه را الگوی خود قرار می‌دهد. در طرف مقابل، در شرایطی که بازار منطقه‌ای فناوری در حالت بلوغ خود به سر می‌برد، باید از رویکرد تقلید منفعلانه بهره برد. اتخاذ این رویکرد با هدف بهره‌برداری حداکثری از بازار موجود و جایگزینی واردات صورت می‌پذیرد.

### ۳-۴-۵- تعمیق بخشی قابلیت‌ها

فناوری‌هایی که دارای حوزه ی فناورانه گسترده هستند، از لحاظ بلوغ فناوری در مراحل اواخر رشد و بلوغ قرار دارند، و کشور توسعه دهنده از لحاظ توانمندی فناورانه پیشرو است، حالت پنجم ماتریس تصمیم‌گیری رویکرد توسعه را تشکیل می‌دهند. هدف از این رویکرد حفظ موقعیت کنونی و تلاش در جهت عمق‌بخشی به توانایی و قابلیت‌های علمی-صنعتی موجود در ساختار نظام نوآوری است. همانند رویکرد اشاعه‌گرا و تحقیق-محور، به دلیل توسعه حوزه ی گسترده‌ای از فناوری در کاربردهای مختلف، اولویت‌بندی در این رویکرد بی‌معنی است. همچنین به دلیل وجود زیرساخت‌ها و قابلیت‌های توسعه در یک کشور با توانمندی پیشروی، حمایت‌های دولت نیز باید بسیار محدود باشد. این حمایت‌ها تنها باید از بعد برنامه‌ریزی برای یکپارچه‌سازی تعمیق‌بخشی در قابلیت‌ها باشد. در این حالت به دلیل قرار داشتن فناوری در مراحل آخر رشد و بلوغ، نوآوری‌های به‌وقوع پیوسته از نوع تدریجی و فرایندی است. نیروهای پیشران این رویکرد نیز کشش موجود در بازار است. همکاری میان

اجزای صنعت نیز تجلی سطح شبکه‌سازی در رویکرد تعمیق قابلیت‌ها است. کشورهایی که این رویکرد برای توسعه فناوریانه خود برمی‌گزینند، به دلیل برخورداری از فناوری، دارای زمان-بندی ورود پیشروی هستند.

### ۳-۴-۶- پیشروی هوشمندانه

فناوری‌هایی که دارای حوزه‌ی فناوریانه مشخص هستند، از لحاظ بلوغ فناوری در مراحل اواخر رشد و بلوغ قرار دارند، و کشور توسعه دهنده از لحاظ توانمندی فناوریانه پیشرو است، حالت ششم و آخر ماتریس تصمیم‌گیری رویکرد توسعه را تشکیل می‌دهند.

از این رویکرد حفظ پیشرو بودن در تولید و توسعه فناوری با تمرکز بر توسعه فناوری کنونی و داشتن نگاهی آینده و گزینه‌های جایگزین احتمالی فناوری است. پیشروی هوشمندانه بر این نکته تاکید می‌ورزد که اگرچه در شرایط حاضر کشور در حالت پیشروی فناوریانه قرار دارد، اما حفظ این موقعیت نیازمند پایش محیط و شناخت گزینه‌های جایگزینی است که در آینده پدیدار می‌شوند. دلیل پیدایش این گزینه‌های جایگزین، قرار داشتن فناوری در مرحله‌ی بلوغ چرخه عمر فناوری است. در این شرایط، نوآوری‌های به‌وقوع پیوسته در فناوری از نوع تدریجی و فرایندی است. همچنین سطح حمایت دولت به دلیل نزدیکی به بازار و نیز مشخص بودن حوزه فناوریانه، در پایین‌ترین سطح خود قرار دارد. در طرف مقابل، نقش بنگاه‌های خصوصی در توسعه و بهره‌برداری از فناوری بسیار زیاد است. همانند رویکردهای توسعه دیگری که در فناوری‌های بالغ برگزیده شدند، در این رویکرد نیز نیروی کشش بازار مهمترین نیروی پیشران است.

### ۳-۵- رویکرد توسعه فناوری خودرو برقی

با در نظر گرفتن کلیه مطالب فوق و همچنین جایگاه فناوری در کشور از بعد چرخه عمر، توانمندی و گستردگی حوزه‌ی فناوریانه می‌توان به رویکرد توسعه فناوری خودرو برقی دست یافت. با توجه به جدول رویکرد توسعه فناوری و جایگاه چرخه عمر خودرو برقی که در مرحله رشد بوده و پیروی این فناوری از کشورهای پیشرو و همچنین مشخص بودن حوزه فناوریانه رویکرد توسعه این فناوری اقدام محور خواهد بود و همانطور که در توضیحات رویکرد اقدام محور آمده است هدف نهایی این رویکرد دستیابی به فناوری در کوتاه‌ترین زمان ممکن و با بهره‌گیری از تجارب کشورهای پیرو در این حوزه است.

اواخر رشد و بلوغ	پیشرو	تعمیق بخشی قابلیت ها	پیشروی هوشمندانه
	پیرو	اشاعه گرا	اقدام محور
معرفی و اوایل رشد		تحقیق محور	ماموریت گرا

### ۳-۶- اولویت بندی محصولات فناورانه

تعیین اولویت های توسعه و انتخاب حوزه های برگزیده فناوری در قالب راهبرد پورتفولیو ( انتخاب حوزه های برگزیده فناوری و تعیین اولویت های توسعه ) به انجام می رسد. زمانی که انتخاب اولویت ها مورد نظر است، روش فناوری های حیاتی یا کلیدی، یک رویکرد ارزشمند و مفید جهت ارزیابی حوزه های تحقیقاتی و فناوری های مختلف به شمار می رود. در این روش با اندازه گیری میزان اهمیت یا کلیدی بودن هر حوزه، فهرستی از حوزه های مهم و کلیدی فناورانه را برای سرمایه گذاری و توسعه مشخص می گردد. نوع سؤالاتی که معمولاً جهت شناسایی فناوری های کلیدی پرسیده می شود از این قبیل است:

❖ حوزه های کلیدی فناوری برای توسعه کدامند؟

❖ فناوری های حیاتی که باید به وسیله منابع عمومی حمایت شوند، کدامند؟

❖ چه معیارهایی باید به منظور انتخاب فناوری های حیاتی به کار گرفته شوند؟

❖ شاخص های اندازه گیری هر معیار چیست؟

❖ براساس معیارهای انتخاب شده، فناوری های اولویت دار برای توسعه و سرمایه گذاری کدامند؟

روش پیشنهادی برای این مولفه حاصل از جمع بندی روش های مختلف راهبرد ملی و بنگاهی فناوری است از آنجا که هدف راهبرد پورتفولیو اولویت بندی حوزه های فناورانه است، باید از روشی استفاده شود که قادر به برآوردن این مولفه باشد. از میان روش های مختلف، روش فناوری های حیاتی که به انتخاب فناوری های مهم با دو معیار جذابیت و امکان پذیری می پردازد، به عنوان مبنای روش پیشنهادی استفاده می گردد.

در این روش پیشنهادی، تعیین فناوری های برگزیده با استفاده از ماتریس دو بعدی جذابیت-قابلیت صورت می پذیرد. در این روش، بر اساس دو دسته معیار جذابیت و قابلیت به مقایسه میان گزینه های مختلف رقیب پرداخته می شود. معیارهای جذابیت بیان کننده ابعاد ذاتی از گزینه ها است که برای سیاست گذار دارای مطلوبیت هستند. در مقابل، معیارهای قابلیت به دنبال ارزیابی پتانسیل های موجود در برگزیدن هریک از گزینه هاست. در این روش می توان هر حوزه های فناوری را از نظر جذابیت و

قابلیت، در ماتریس در نظر گرفت و حوزه های دارای جایگاه مناسب را انتخاب نمود. همچنین می توان شکاف فناوری میان سطح بالفعل و بالقوه قابلیت را در حوزه های برگزیده شناسایی نمود.

به منظور سازگار نمودن این ماتریس با شرایط، از دو معیار بحرانی نیز برای تکمیل مدل جذابیت قابلیت استفاده می شود. این دو معیار بحرانی از مولفه های هوشمندی فناوری و مبانی طرح بر نحوه انتخاب اولویت ها تاثیر می گذارند. اولین معیار، تحلیل چرخه عمر فناوری است. از آنجا که کشورهای در حال توسعه معمولاً در مسیر توسعه صنایع نقش پیرو را بازی می کنند، لازم است تا نسبت به خطر توسعه فناوری های منسوخ در دنیا آگاه باشند. توسعه صنایع و فناوری هایی که از نظر چرخه عمر فناوری در مرحله افول قرار دارند به دلیل خطر انقراض فناوری ارزش سرمایه گذاری برای بومی سازی را دارا نمی باشند. دومین معیار، وابستگی حوزه ی فناوری به مواد و یا قطعات خاص است. وابستگی یک فناوری به مواد یا قطعات خاص محدود در کشور می تواند موجب ایجاد اختلال در مسیر توسعه فناوری شود. عدم تمایل کشورهای پیشرو نسبت به صادرات این مواد و قطعات خاص به کشورهای در حال توسعه می تواند مانع از دسترسی کشور به خروجی مورد نظر گردد. بنابراین، به منظور حذف خطر محدودیت در ورود این مواد و قطعات خاص، لازم است تا تلاش در جهت بومی سازی آن ها در هر شرایطی صورت گیرد.

### ۳-۶-۱- اولویت بندی فناوری خودرو برقی

همانطور که اشاره شد اولویت بندی فناوری خودرو برقی نیز از دو جنبه جذابیت و امکان پذیری مورد بررسی قرار می گیرد. جذابیت این فناوری از چهار بعد اثر بارز در حوزه های چالشی (محیط زیست، اقتصاد پایدار، علم و فناوری و اقتصاد انرژی)، وجود تقاضای مؤثر داخلی، امکان تحقق در زمان مناسب و جذابیت سرمایه گذاری مورد بررسی قرار گرفته و هریک از این بخش ها با امتیازاتی بین ۱ تا ۳ (۱ = کم، ۲ = متوسط، ۳ = زیاد) ارزش گذاری شده اند.

از طرفی امکان پذیری فناوری ها نیز از سه بعد مورد واکاوی قرار گرفت و امتیازدهی شدند که عبارتند از وجود امکانات و منابع لازم جهت تحقق، وجود پشتیبانی ملی، فراملی برای توسعه محصول فناورانه و وجود زیرساخت های مناسب توسعه محصول فناورانه.

پرسشنامه ذکر شده که در زیر ادامه نمونه نهایی شده آن قابل مشاهده می باشد برای اعضا محترم کمیته راهبری ارسال گردید و با توجه به اینکه تعداد پاسخ های ارسال شده از سوی اعضای محترم کمیته راهبری ۴ نسخه بوده و این تعداد برای نتیجه



گیری نهایی کافی نمی باشد، لذا در جلسه ای که به همین منظور تشکیل گردید اعضا محترم کمیته راهبری از طریق روش طوفان فکری به جمع بندی نهایی در خصوص اولویت بندی فناوری ها دست یافتند.

نهایتا نتیجه بررسی های صورت گرفته در جلسه کمیته راهبری برای هریک از موارد یاد شده در جذابیت و امکان پذیری در خصوص فناوری های ساخت دوچرخه برقی، موتور سیکلت برقی، خودرو هیبریدی، خودرو برقی و ایستگاه شارژ به شرح ذیل به تایید اعضا محترم کمیته راهبری رسید.

ارائه پرسشنامه اولویت بندی برای اعضا محترم کمیته راهبری

دریافت پاسخ از سوی اعضا محترم و جمع بندی پاسخ ها

ارایه در جلسه کمیته راهبری و جمع بندی نهایی پاسخ ها

شکل ۱۴ - روند نهایی سازی اولویت بندی فناوری ها

جدول ۱- جدول جذابیت و امکان پذیری فناوری ها

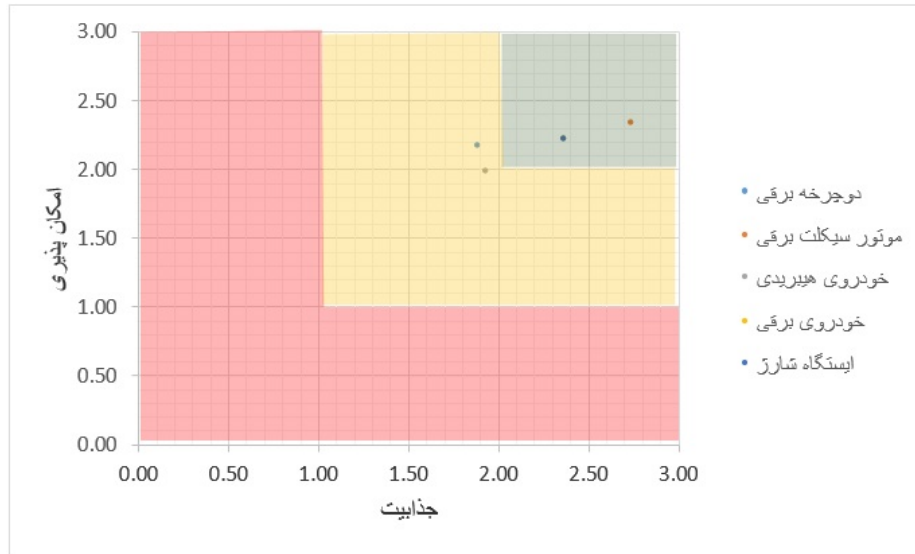
ایستگاه شارژ	خودروی برقی	خودروی هیبریدی	موتور سیکلت برقی	دوچرخه برقی	
۲.۳۸	۲.۳۷	۱.۹۴	۲.۷۵	۱.۸۹	امتیاز جذابیت
۲.۲۲	۲.۲۲	۱.۹۸	۲.۳۳	۲.۱۶	امتیاز امکان پذیری
					<b>جذابیت</b>
۲.۵۰	۲.۸۱	۱.۷۶	۲.۳۳	۱.۵۷	افراز در حوزه های چالشی محیط زیست، اقتصاد پایدار، علم و فناوری و اقتصاد انرژی
۲.۰۰	۲.۰۰	۲.۰۰	۲.۶۷	۱.۵۰	وجود تقاضای مؤثر داخلی
۲.۳۳	۲.۶۷	۲.۰۰	۳.۰۰	۳.۰۰	امکان تحقق در زمان مناسب (۱۰ سال و کمتر = ۱۱ / ۳ تا ۲۰ سال = ۲۰ / ۲ سال بیشتر = ۱)
۲.۶۷	۲.۰۰	۲.۰۰	۳.۰۰	۱.۵۰	جذابیت سرمایه گذاری
					<b>امکان پذیری</b>
۲.۰۰	۲.۰۰	۲.۰۰	۲.۰۰	۲.۰۰	وجود امکانات و منابع لازم جهت تحقق (در مقابل پیچیدگی فناوری)
۲.۳۳	۲.۳۳	۱.۶۰	۲.۶۷	۲.۳۴	وجود پشتیبانی ملی و فراملی برای توسعه محصول فناورانه
۲.۳۳	۲.۳۳	۲.۳۳	۲.۳۳	۲.۱۵	وجود زیرساخت های مناسب توسعه محصول فناورانه

ایستگاه شارژ	خودرو برقی	خودرو هیبریدی	موتور سیکلت برقی	دوچرخ برقی	وزن	اثر بازار در حوزه های چالشی
۲.۵۰	۳.۰۰	۱.۳۳	۲.۶۷	۱.۳۳	۰.۳۷	محیط زیست
۲.۵۰	۲.۳۳	۲.۰۰	۲.۰۰	۱.۶۷	۰.۲۸	اقتصاد انرژی
۳.۰۰	۳.۰۰	۱.۵۰	۲.۵۰	۲.۰۰	۰.۱۸	توسعه پایدار
۲.۰۰	۳.۰۰	۲.۵۰	۲.۰۰	۱.۵۰	۰.۱۸	علم و فناوری
۲.۵	۲.۸	۱.۸	۲.۳	۱.۶	۱.۰	جمع کل

جدول ۲- جدول اثر بازار فناوری ها در حوزه های چالشی

با قرار دادن امتیازات بدست آمده برای هریک از فناوری ها در نمودار جذابیت و امکان پذیری و انتخاب فناوری هایی که چه از نظر جذابیت و چه از نظر امکان پذیری امتیاز بالای ۲ بدست آورده اند ، در می یابیم که فناوری های موتور سیکلت برقی ، خودرو برقی و ایستگاه شارژ از اولویت بالاتری نسبت به دوچرخه برقی و خودرو هیبریدی برخوردار بوده و قابلیت بیشتری برای

توسعه را دارا می باشند .



شکل ۱۵ - جایگاه فناوری ها از بعد جذابیت و امکان پذیری

### ۳-۷- اکتساب فناوری

روش های اکتساب فناوری به سه روش کلان قابل تعریف می باشد. اکتساب از طریق خرید فناوری، اکتساب توسط فعالیت های تحقیقاتی (توسعه درون زا) و روش اکتساب فناوری از طریق یادگیری با همکاری فناورانه.

با توجه به اینکه استراتژی کلان در این سند اقدام محور تعیین شده است و وجود نیروهای متخصص مستعد، وجود برخی فعالیت های انجام شده در توسعه و انتشار دانش در فناوری های خودروی برقی و ساخت نمونه های پروتوتایپی در دانشگاه ها و فعالیت های انجام شده در سطح تحقیق و توسعه در صنعت می توان نتیجه گرفت رویکرد اکتساب فناوری در فناوری های مرتبط با خودروی برقی همکاری فناورانه با کشورهای پیشرو در این حوزه و تحقیقات درون زا و در مواردی که سطح آمادگی فناوری بسیار پایین می باشد مانند سوکت های ایستگاه شارژ همکاری فناورانه و خرید فناوری عنوان میگردد.

البته با توجه به فناوری های متنوع این بخش، اکتساب فناوری در برخی حوزه ها مانند باتری که دارای فناوری پیشرفته می باشد و ممکن است به روش همکاری فناورانه قابل اکتساب نباشد، باید به صورت هوشمندانه مدیریت گردد.

همچنین به عنوان یکی از عوامل تاثیر گذار در شیوه اکتساب فناوری می توان به سطوح آمادگی فناوری در کشور نیز اشاره کرد که در ادامه به توضیح مختصری در مورد سطوح آمادگی فناوری و ارتباط آن با هریک از فناوری های اولویت دار پرداخته خواهد شد.

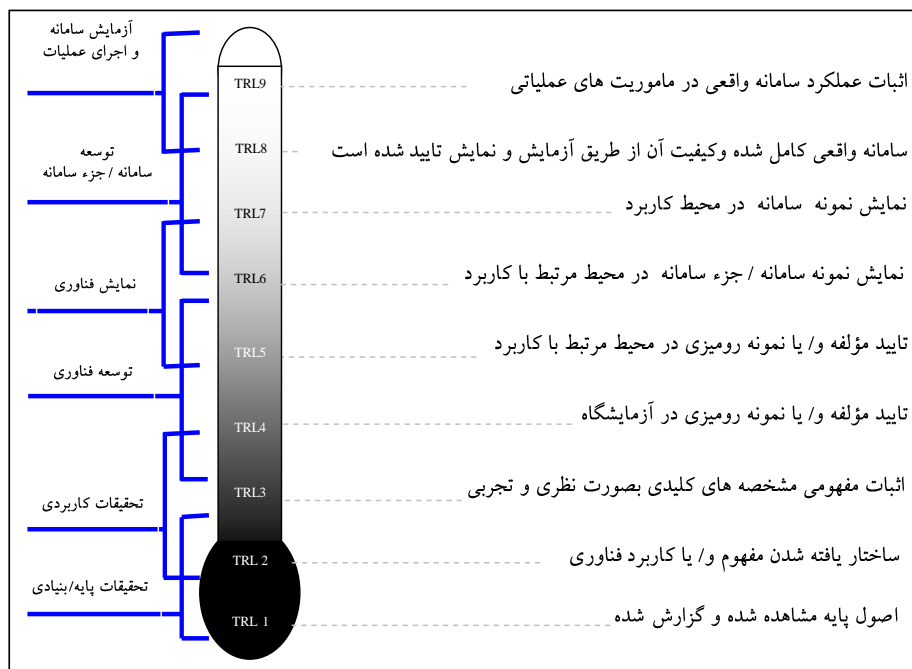
### ۳-۷-۱- سطوح آمادگی فناوری

یکی از معیارهایی که جهت سنجش آمادگی و بلوغ فناوری‌ها مورد استفاده قرار گرفته است، سطوح آمادگی (بلوغ) فناوری - یا به طور اختصار TRIs - است. این سطوح برای اولین بار در دهه ۸۰ میلادی توسط سازمان ناسا مطرح شد. تعاریف اولیه شامل هفت سطح بود که توسط سادین و همکارانش در سال ۱۹۸۹ میلادی ارائه گردید. در سال ۱۹۹۵ میلادی، منکینز این سطوح را تا ۹ سطح افزایش داد و هرکدام از سطوح را توصیف کرد. از آن سال به بعد سازمان ناسا از این ابزار در ارزیابی سطح آمادگی و بلوغ فناوری‌ها در برنامه‌های توسعه فناوری خود استفاده نمود.

#### جدول ۳- جدول توصیفی سطوح آمادگی فناوری

توصیف	سطح آمادگی فناوری
این پایین‌ترین سطح بلوغ فناوری است. در این سطح، تحقیقات علمی به منظور انتقال به تحقیقات کاربردی و توسعه شروع می‌شود	۱- اصول پایه مشاهده و گزارش شده
وقتی اصول فیزیکی پایه مشاهده شد، در سطح بلوغ بعدی، کاربردهای عملی این مشخصه‌ها را می‌توان شناسایی کرد. در این سطح، کاربردها هنوز ذهنی و گمانی هستند و تجزیه و تحلیل مفصل در خصوص اثبات آنها صورت نگرفته است.	۲- فرموله شدن مفهوم و / یا کاربرد فناوری
در این مرحله از فرایند بلوغ، تحقیق و توسعه فعال شروع می‌شود. این فعالیت باید شامل مطالعات تحلیلی و مطالعات آزمایشگاهی به منظور اثبات نتایج مطالعات تحلیلی باشد. این مطالعات و آزمایشات باید کاربردها و مفاهیم فرموله شده در سطح ۲ را اثبات نماید.	۳- اثبات مفهومی مشخصه های کلیدی بصورت نظری و تجربی
مؤلفه های اصلی فناوری مذکور باید یکپارچه گردند تا نشان داده شود که اجزا بایکدیگر کار می‌کنند و عملکرد مورد نظر را در محیط آزمایشگاه مهیا می‌سازند. اجزا به صورت موقتی و مجزا به صورت دستی روی میز آزمایشگاه به هم وصل شده‌اند.	۴- تایید مؤلفه و / یا بردبرد در محیط آزمایشگاه
مؤلفه های اصلی فناوری باید بر عناصر واقعی متکی شده به گونه ای که بتوان کل کاربردها را در سطح مولفه‌ها، زیرسیستم‌ها و سیستم، در یک محیط شبیه سازی شده تست نمود.	۵- تایید مؤلفه و / یا بردبرد در محیط مرتبط با کاربرد
مدلی از سیستم یا نمونه اولیه‌ای از آن در یک محیط مرتبط تست می‌شود. در صورتی که محیط مرتبط یک محیط فضایی باشد، می‌بایست مدل یا نمونه در فضا به نمایش گذاشته شود.	۶- نمایش مدل سیستم / زیر سیستم یا نمونه در محیط مرتبط با کاربرد
نمونه‌ای از سیستم واقعی باید در محیط واقعی به نمایش گذاشته شود. این نمونه باید نزدیک به سیستم عملیاتی اصلی و یا در مقیاس همانند آن باشد و در محیط عملیاتی تست گردد.	۷- نمایش نمونه سیستم در محیط عملیاتی
غالباً این مرحله نمایانگر پایان توسعه سیستم برای بیشتر عناصر فناوری است. در این حالت فناوری جدید با سیستم موجود یکپارچه شده است.	۸- بررسی کیفیت سیستم واقعی کامل شده از طریق تست و نمایش
در این مرحله عیب و ایرادهای احتمالی برطرف می‌گردد.	۹- اثبات عملکرد سیستم واقعی در ماموریت های عملیاتی

در سال ۱۹۹۹ میلادی، سازمان حسابرسی کل آمریکا (GAO) بررسی گسترده‌ای در خصوص استفاده از این ابزار در پروژه‌ها و طرح‌های تحقیقاتی دفاعی انجام داد و در نهایت به وزارت دفاع آمریکا پیشنهاد کرد تا از این ابزار در ارزیابی بلوغ فناوری برنامه‌های دفاعی استفاده شود.



شکل ۱۶- سطوح آمادگی فناوری ارائه شده توسط ناسا

### ۳-۷-۲- اکتساب فناوری های اولویت دار

با توجه به مطالب عنوان شده و سطوح آمادگی فناوری در هریک از فناوری های اولویت دار می توان نتیجه گرفت فناوریهای با سطوح آمادگی بالاتر را می توان از طریق همکاری فناورانه و تحقیقات درون زا اکتساب نمود ولی در مورد فناوریهایی با سطح آمادگی پایین مانند سوکت های شارژ بهتر است برای اکتساب فناوری در کوتاه ترین زمان از شیوه خرید فناوری استفاده نمود . در ادامه شیوه اکتساب فناوری برای هریک از فناوری ها اولویت دار تشریح می شود.

### ۳-۷-۲-۱ - خودروهای برقی

فناوری های لایه دوم خودروهای برقی که عبارتند از باتری ، تجهیزات الکتریکی و تجهیزات مکانیکی از سطح آمادگی نسبی در کشور برخوردار هستند . ساخت چند نمونه خودرو برقی در سطح دانشگاه ها و موسسات تحقیقاتی نشان می دهد که برای اکتساب این فناوری ها در سطوح بین المللی می توان از شیوه همکاری فناورانه و تحقیقات درون زا استفاده نمود و نیازی به خرید فناوری نمی باشد و تنها در مورد تجهیزات الکتریکی که از آمادگی پایین تری برخوردار است ، بهتر است بجای تحقیقات درون زا تنها از همکاری فناورانه بهره گیری شود.

#### جدول ۴- جدول روش اکتساب فن آوری خودرو های برقی

روش اکتساب خودروهای برقی			
تجهیزات مکانیکی	تجهیزات الکتریکی	باتری	
			خرید
✓	✓	✓	همکاری فناورانه
✓		✓	تحقیقات درون زا

### ۳-۷-۲-۲ - دوچرخ برقی

فناوری های لایه دوم دوچرخ برقی نیز مانند خودروهای برقی از سه بخش باتری ، تجهیزات الکتریکی و تجهیزات مکانیکی تشکیل شده است . سطح آمادگی فناوری در فناوری دوچرخ برقی تا حدودی بالاتر از خودرو برقی می باشد ولی شیوه اکتساب فناوری مانند خودروهای برقی ترکیبی از همکاری فناورانه و تحقیقات درون زا می باشد با این تفاوت که در بخش تجهیزات الکتریکی فناوری دوچرخ برقی با توجه به اقدامات انجام شده در این بخش بهتر است تنها از تحقیقات درون زا استفاده شود.

#### جدول ۵- جدول روش اکتساب فناوری دوچرخ برقی

روش اکتساب دوچرخ برقی			
-----------------------	--	--	--

تجهیزات مکانیکی	تجهیزات الکتریکی	باتری	
			خرید
✓		✓	همکاری فناوریانه
✓	✓	✓	تحقیقات درون زا

### ۳-۷-۲-۳- ایستگاه های شارژ

ایستگاه های شارژ به طور کلی در چهار نوع مختلف دسته بندی می شوند که دو نوع آن خانگی ، یک نوع سیستم های شارژ عمومی معمولی و نهایتاً سیستم های شارژ عمومی سریع می باشد . تمامی انواع ایستگاه های شارژ از فناوریهای مشابهی استفاده می کنند که عبارتند از یکسو ساز AC to DC ، سیستم حفاظتی و سوکت اتصال .

با توجه به اینکه سطح آمادگی فناوری در دو بخش اول یعنی یکسو ساز AC to DC و سیستم حفاظتی نسبتاً بالا می باشد ، شیوه اکتساب ترجیحاً دو روش همکاری فناوریانه و تحقیقات درون زا می باشد ولی در خصوص سوکت اتصال با در نظر گرفتن این مطلب که هیچ اقدام خاصی در مورد کسب فناوری آن انجام نشده است بهتر است از طریق خرید فناوری و یا همکاری فناوریانه اقدام به اکتساب فناوری نمود.

### جدول ۶- جدول روش اکتساب فناوری ایستگاه های شارژ

روش اکتساب ایستگاه های شارژ			
سوکت اتصال	سیستم حفاظتی	یکسو ساز AC to DC	
✓			خرید
✓	✓	✓	همکاری فناوریانه
	✓	✓	تحقیقات درون زا

جمع بندی کلی مطالب عنوان شده فوق را می توان به صورت کلی در جدول زیر مشاهده نمود.

جدول ۷- جمع بندی روش اکتساب فناوری

روش اکتساب			گسترده حوزه	توانمندی	پیچیدگی		چرخه عمر	فناوری	
خرید	تحقیق درون زا	همکاری فناورانه			ACT	اطلس			
	●	●	مشخص	پیرو	۳,۴	۴	رشد	باتری	دوچرخ برقی
	●	●	مشخص	پیرو			رشد	تجهیزات مکانیکی	
	●		مشخص	پیرو			رشد	تجهیزات الکترونیکی	
	●	●	مشخص	پیرو	۶	۳,۹	رشد	باتری	خودرو برقی
	●	●	مشخص	پیرو			رشد	تجهیزات مکانیکی	
		●	مشخص	پیرو			رشد	تجهیزات الکترونیکی	
	●	●	مشخص	پیرو	۲,۲	۴,۹	رشد	یکسو ساز AC to DC	ایستگاه شارژ
	●	●	مشخص	پیرو			رشد	سیستم حفاظتی	
●			مشخص	پیرو			رشد	سوکت	



## بخش دوم :

### اقدامات و سیاست ها

## فصل چهارم:

### بررسی وضعیت فعلی کارکردهای نظام نوآوری

### فناوران خودرو برقی در کشور

## ۴- بررسی وضعیت فعلی کارکردهای نظام نوآوری فناورانه خودرو برقی در کشور

### ۴-۱- نظام نوآوری فناورانه

تعریف: «شبکه‌ای پویا از عاملان که در یک ناحیه‌ی اقتصادی/صنعتی تحت زیرساخت‌های نهادی خاص با یکدیگر در تعامل بوده و در تولید، انتشار و بهره‌برداری از فناوری سهیم هستند».

نقطه‌ی آغاز تحلیل یک نظام نوآوری فناورانه بر یک منطقه جغرافیایی یا بخش صنعتی متمرکز نیست، بلکه بر یک تکنولوژی یا یک زمینه فناورانه متمرکز است. هدف بیشتر مطالعات نظام‌های نوآوری تکنولوژیکی، تحلیل و ارزیابی توسعه‌ی یک نوآوری تکنولوژیکی خاص در قالب ساختار یا فرآیندهای پشتیبان (یا مخرب) آن است. تأکید رویکرد نظام نوآوری تکنولوژیکی بر نقش شایستگی اقتصادی، توانایی توسعه و استفاده از فرصت‌های جدید کسب و کار به عنوان جنبه‌ای مهم از نوآوری تکنولوژیکی می‌باشد. این رویکرد بر کافی نبودن تحریک جریان‌های دانش برای رخداد تغییرات فناورانه و عملکرد اقتصادی تأکید می‌کند. تحریک جریان‌های دانش برای تحریک فعالانه‌ی دانش‌های موجود به منظور ایجاد فرصت‌های جدید کسب‌وکار، لازم است. این جنبه‌ی رویکرد نظام نوآوری تکنولوژیکی بر اهمیت اشخاص به عنوان منابع نوآوری تأکید می‌کند.

تمرکز بر فعالیت‌های کارآفرینانه، مکمل تأکید بر جریان‌های دانش است. مشخصه‌ی دوم متمایز کننده‌ی مطالعات مربوط به نظام نوآوری فناورانه از رویکردهای دیگر، تمرکز زیاد آن بر پویایی سیستم است. تمرکز بر اقدام کارآفرینانه، پژوهشگران حوزه نظام تکنولوژیکی نوآوری را تشویق به نگرستن به آن به عنوان چیزی کرده است که در طول زمان ایجاد می‌گردد [۱].

بطور کلی یک نظام نوآوری فناورانه برای دستیابی به اهداف خود می‌بایست هفت کارکرد اصلی را مورد توجه قرار دهد و برای هر یک از این کارکردها، راهکار مناسبی بیابد که عناوین این کارکردها به شرح زیر می‌باشد.

۱- کارکرد کارآفرینی

۲- کارکرد خلق دانش

۳- کارکرد انتشار دانش

۴- کارکرد جهت دهی به سیستم

۵- کارکرد شکل گیری بازار

۶- کارکرد تامین منابع

## ۷- کارکرد مشروعیت بخشی

در ادامه این فصل به صورت مشروح به این کارکردها پرداخته خواهد شد

## ۴-۲- نگاه ساختاری به نظام‌های تکنولوژیکی نوآوری

در این بخش به سه دسته از عوامل ساختاری موجود در نظام‌های فناورانه نوآوری پرداخته خواهد شد. این سه دسته عبارتند از بازیگران، نهادها و فناوری‌ها که به اجزای نظام نوآوری فناورانه نیز شناخته می‌شوند.

## ۴-۲-۱- بازیگران

دسته‌ی بازیگران شامل هر سازمانی است که در ظهور فناوری به طور مستقیم به عنوان توسعه-دهنده و یادگیرنده‌ی فناوری یا به طور غیرمستقیم به عنوان تنظیم‌کننده، تأمین‌کننده‌ی مالی و دیگر نقش‌ها مهم هستند. در حقیقت، این بازیگران، یک نظام نوآوری تکنولوژیکی هستند که با انتخاب‌ها و تصمیمات خود، فناوری‌هایی را ایجاد، منتشر و بهره‌برداری می‌کنند. ایجاد یک نظام فناورانه نوآوری وابسته به حضور مهارت‌ها و اشتیاق بازیگران آن برای انجام اقدامات مختلف است.

با توجه به اینکه سند حاضر در قالب نظام نوآوری فناورانه تدوین می‌گردد و به منظور هماهنگی شناخت بازیگران با کارکردهای شناخته شده نظام نوآوری، شناسایی بازیگران مرتبط با سند از منظر هفت کارکرد نظام نوآوری فناورانه مورد بررسی قرار گرفته و تعیین گردید.

با توجه به مطالب گفته شده و ارتباطی که بخش‌های مختلف جامعه (دولتی و خصوصی) در قالب موتورهای محرک نظام نوآوری با سند در دست مطالعه دارند، بازیگران اصلی مرتبط با هریک موتورهای محرک نظام نوآوری و کارکردهای آن در مرحله اول با جستجوهای انجام شده توسط تیم فنی مورد شناسایی قرار گرفته و نحوه تاثیرگذاری آنها بر اجرای صحیح سند مورد تحلیل شد. در مرحله بعد یافته‌های تیم فنی در خصوص بازیگران کلید در جلسه کمیته راهبری ارائه گردیده و پس از در نظر گرفتن موارد ارائه شده توسط اعضا محترم کمیته راهبری به تایید نهایی رسید.

نتیجه نهایی بدست آمده از کمیته راهبری در خصوص بازیگرانی که در این سند تاثیرگذار می‌باشند را میتوان به شرح زیر

عنوان نمود (جدول ۸).

## جدول ۸- فهرست بازیگران کلیدی تاثیرگذار در حوزه خودرو برقی

ردیف	فعالیت	سازمان / موسسه	نقش
۱	جهت دهی - کارآفرینی - مشروعیت بخشی	وزارت صمت <sup>۱</sup>	طراحی و تدوین مسائل و قوانین مرتبط با صنعت خودرو برقی
۲	بسیج منابع	وزارت نفت	ارائه یارانه و تسهیلات از محل صرفه جویی مصرف سوخت
۳	بازار سازی - جهت دهی - کارآفرینی - مشروعیت بخشی - بسیج منابع - خلق انتشار دانش	وزارت نیرو	بررسی و هماهنگی برای ایجاد زیرساختهای لازم در بخش ایستگاه های شارژ
۴	بازار سازی	وزارت راه و ترابری	هماهنگی برای ایجاد ایستگاه های شارژ در اقامتگاه های بین راهی و پایانه ها
۵	مشروعیت بخشی - جهت دهی	وزارت کشور	ارائه مجوزهای لازم به منظور گسترش فرهنگ بهره گیری از خودرو برقی و همچنین تدوین بسته های تشویقی در بودجه سالانه
۶	جهت دهی - بسیج منابع	سازمان محیط زیست	تعیین معیارهای لازم زیست محیطی خودرو برقی
۷	مشروعیت بخشی	پلیس راهور	همکاری در تسهیل تردد خودروهای برقی در کشور
۸	مشروعیت بخشی - بازار سازی - جهت دهی	شهرداری	ارائه بسته های تسهیل گر برای استفاده از خودرو برقی در سطح شهر
۹	مشروعیت بخشی	رسانه های جمعی	آشنایی جامعه با خودرو برقی و فرهنگ سازی بهره گیری از خودرو های برقی
۱۰	بسیج منابع	بانک ها و صندوق های مالی	ارائه تسهیلات و خدمات مالی به منظور گسترش استفاده از خودرو های برقی
۱۱	جهت دهی - مشروعیت بخشی - انتشار دانش	تسهیلگران فناوری	ایجاد هماهنگی با دارندگان خارجی فناوری به منظور تسهیل در کسب فناوری خودرو برقی
۱۲	خلق دانش - انتشار دانش	دانشگاه ها	گسترش دانش تخصصی در حوزه فناوری خودروهای برقی
۱۳	خلق دانش - انتشار دانش	پژوهشگاه ها و مراکز تحقیقاتی	انجام تحقیقات به منظور کسب دانش فنی فناوریهای مرتبط با خودرو برقی

<sup>۱</sup> وزارت صنعت، معدن و تجارت

ردیف	فعالیت	سازمان / موسسه	نقش
۱۴	مشروعیت بخشی	انجمن ها و ستادها	اشاعه فرهنگ بهره گیری از خودرو برقی
۱۵	بازارسازی - بسیج منابع - کارآفرینی	سازندگان	ایجاد ارتباط مناسب برای تولید داخلی خودرو های برقی
۱۶	بازارسازی - بسیج منابع - کارآفرینی	قطعه سازان	ساخت قطعات مورد نیاز برای تولید داخل و همکاری با سازندگان
۱۷	بازارسازی	واردکنندگان	ورود انواع خودروهای برقی مورد تایید
۱۸		مصرف کنندگان	بهره برداری از خودرو برقی و مصرف کننده نهایی
۱۹	کارآفرینی - بازاریابی	دارنده خارجی فناوری	انتقال تکنولوژی و همکاری فناورانه با سازندگان داخلی
۲۰	مشروعیت بخشی - جهت دهی	متولیان هزینه های قانونی	تسهیل در تدوین قوانین هزینه های قانونی از قبیل بیمه و مالیات به منظور گسترش بهره گیری از خودرو های برقی
۲۱	جهت دهی	اداره استاندارد	تدوین استانداردهای لازم برای انواع خودرو های برقی
۲۲	جهت دهی - مشروعیت بخشی - بسیج منابع - کارآفرینی - بازاریابی	مرکز یا ستاد متولی توسعه خودرو برقی	ایجاد هماهنگی بین بازیگران اصلی و اقدام کننده اصلی طرح توسعه خودرو برقی در کشور
۲۳	جهت دهی	مجلس شورای اسلامی	تدوین قوانین تسهیل کننده بهره گیری از خودرو برقی در کشور

#### ۴-۲-۲- نهادها

نگاه به نهادها به عنوان قواعد بازی در یک جامعه یا به طور رسمی تر «تنگناهای تدبیر شده‌ی انسانی که شکل‌دهنده‌ی تعاملات انسان‌ها می‌باشد» رایج است. می‌توان بین نهادهای رسمی و غیر رسمی تمایز قائل شد. در رابطه با نهادهای رسمی می‌توان گفت که آن‌ها قواعدی مدون شده هستند و توسط ذی‌صلاحان وادار به اجرا شدن می‌گردند. از طرفی، نهادهای غیررسمی ضمنی‌تر هستند و در نتیجه‌ی فرایند تعامل بازیگران شکل می‌گیرند. نهادهای غیررسمی می‌توانند هنجاری یا

شناختی باشند. قواعد هنجاری همان ارزش‌ها و هنجارهای اجتماعی با جنبه‌های اخلاقی هستند، درحالی که قواعد شناختی را می‌توان چارچوب‌های ذهنی و پارادایم‌های اجتماعی دانست.

مثال‌هایی از نهادهای رسمی عبارتند از قوانین دولتی و تصمیمات سیاستی و یا بخش‌نامه‌ها یا قراردادهای بنگاه‌ها. مثالی در رابطه با قواعد هنجاری، مسئولیت احساس شده توسط یک شرکت در رابطه با عدم تولید ضایعات و یا پاکیزه‌سازی آن‌ها است. مثال‌هایی در رابطه با قواعد شناختی نیز جستجوی ذهنی (ابتکاری) یا رویه‌های حل مسأله هستند. همچنین می‌توان نگاه‌ها و انتظارات بازیگران درون نظام را نیز در این دسته جای داد [۱].

در گزارش حاضر نهادها در قالب قوانین و مقررات بازدارنده، پیش برنده، هنجارهای اجتماعی و اقتصادی تعریف شده‌اند که در بخش کارکردها به شرح مصداق‌های این نهادها پرداخته خواهد شد.

#### ۴-۲-۳- فناوری

عوامل فناورانه متشکل از مصنوعات و زیرساخت‌های فناورانه (که خود آن‌ها نیز مصنوع به شمار می‌روند) به صورتی یکپارچه هستند. عملکرد فنی اقتصادی این مصنوعات که شامل ساختارهای هزینه، ایمنی، قابلیت اطمینان، اثرات افزایش مقیاس و موارد دیگر هستند از اهمیت حیاتی برای فهم فرایند تغییر فناورانه برخوردارند.

در صورت عدم در نظر گرفتن وجوه فناورانه به عنوان بخشی از نظام نوآوری فناورانه، یک ساز و کار بازخوردی مهم (بین تغییر فناورانه و تغییر نهادی) مغفول واقع می‌شود. برای مثال، در صورت ایجاد بهبود در ایمنی و قابلیت اطمینان در نتیجه ایجاد یک طرح، ارائه‌ی یارانه برای تحقیق و توسعه در حمایت از یک فناوری نوظهور، راه را برای اجرای طرح‌های حمایتی با جزئیات بیشتر (شامل نمایش-های علمی) هموار خواهد کرد. این اقدام نیز می‌تواند منجر به بهبودهای فناورانه بیشتر گردد.

همانطور که در فصول پیشین نیز اشاره شد، فناوری‌هایی که به آنها پرداخته شده است شامل فناوری ایستگاه‌های شارژ، دوچرخ‌های برقی، موتور سیکلت برقی، خودروهای برقی و خودروهای هیبریدی می‌باشد.

#### ۴-۲-۴- روابط و شبکه‌ها

مؤلفه‌های موجود در نظام نوآوری فناورانه، صرفاً سنگ بنای آن محسوب می‌شوند. این بخش فراهم‌آورنده یک نگاه مفهومی به تمامی روابط ممکن است.

روابط ممکن بین مؤلفه‌های ساختاری دارای انواع گوناگونی می‌باشند. می‌توان این روابط را به روابط بین بازیگران، بین نهادها، بین فناوری‌ها و همچنین بین بازیگران و نهادها، بین بازیگران و فناوری‌ها و بین فناوری‌ها و نهادها تقسیم کرد. رابطه‌ی بین بازیگران شامل روابطی از فعالیت‌ها همچون مبادلات مالی، همکاری‌ها، طرح‌ریزی‌ها و ساخت و سازها هستند، درحالی‌که روابط بین فناوری‌ها و روابط بین نهادها شامل روابطی از جنس طراحی است. در برخی موارد خاص، روابط موجود در یک گروه از بازیگران، نهادها و فناوری‌ها از روابط موجود در خارج از گروه، قوی‌تر است. در صورتی که این مؤلفه‌های ساختاری باعث ایجاد یک پی‌کرندی متراکم گردند، می‌توان آن را یک ساختار شبکه‌ای یا یک شبکه نامید. مثالی در این رابطه می‌تواند ائتلاف بنگاه‌هایی برای کاربرد یک فناوری نوظهور باشد (قواعد فناورانه) که به وسیله‌ی مجموعه‌ای از روش‌های حل مساله هدایت می‌شود و توسط برنامه‌های یارانه‌ای حمایت می‌شود (قواعد نهادی). همچنین، انجمن‌های صنعتی، جوامع تحقیقاتی، شبکه‌های سیاستی، روابط عرضه‌کننده و کاربر نیز مثال‌هایی از این شبکه‌ها به شمار می‌روند.

### ۴-۳- نگاه فرایندی به نظام‌های نوآوری فناورانه

هدف نظام نوآوری فناورانه، تحقق اهداف فرایند نوآوری است. این اهداف شامل خلق، انتشار و بهره‌برداری از فناوری است که در قالب توسعه‌ی فناورانه، به‌ظهور می‌رسد. حال دسته‌های مختلف فعالیت‌هایی که بر توسعه‌ی فناوری اثر می‌گذارند، کارکردهای نظام نوآوری فناورانه نام می‌گیرد. کارکردها، فرایندهایی هستند که وجود آن‌ها در شکل‌گیری یک نظام نوآوری فناورانه ضروری است. هریک از این کارکردها، می‌تواند از طریق فعالیت‌های گوناگون برآورده شوند. در راستای شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه برای یک فناوری، ۷ کارکرد گوناگون باید برآورده گردد. از طرفی، این کارکردها بر یکدیگر اثرگذار هستند و می‌توانند منجر به تقویت و یا تضعیف یکدیگر شوند. در نتیجه‌ی چنین تعاملاتی میان کارکردها، حلقه‌های علی و معلولی متفاوتی قابل شناسایی هستند.

با توجه به خبره محور بودن سند حاضر، به منظور مشخص شدن وضعیت موجود و همچنین اقدامات مورد نیاز برای دستیابی به اهداف چشم انداز تعیین شده، هریک از این کارکردها در قالب پرسش‌هایی شکل گرفته و از خبرگان مورد سوال قرار گرفتند. بنابراین، در ادامه به معرفی کارکردها و چگونگی اثرگذاری آن‌ها بر یکدیگر پرداخته خواهد شد.



### ۴-۳-۱- فعالیت‌های کارآفرینی

کارآفرینان از بازیگران کلیدی در نظام‌های نوآوری به شمار می‌روند. فعالیت‌های کارآفرینی را نیز می‌توان در قالب یکی از فرآیندهای اصلی نظام نوآوری جای داد. فعالیت کارآفرینی عبارتست از تبدیل دانش فنی موجود به کسب و کارهای جدید. این کار از طریق انجام پروژه‌های اجرایی انجام می‌شود. بنابراین، از لازمه‌های انجام فعالیت کارآفرینی، وجود دانش فنی است. نکته‌ی قابل بیان آن است که هر بازیگری (شامل هر بازیگری در بخش خصوصی یا عمومی و یا بازیگران دولتی، دانشگاهی و یا صنعتی) که به انجام فعالیت‌های کارآفرینی مبادرت ورزد، در آن مقطع خاص به عنوان کارآفرین شناخته می‌شود. بنابراین، در برخی موارد، حتی دولت‌ها نیز می‌توانند در نقش کارآفرین ظاهر شوند.

به طور کلی می‌توان دو زیرکارکرد را برای فعالیت‌های کارآفرینی متصور شد: ایجاد فرصت‌های کاری جدید و شناساندن فرصت‌های کاری جدید. در ایجاد فرصت‌های کاری جدید، کسب سود به طور مستقیم مورد هدف قرار می‌گیرد؛ درحالی‌که در شناساندن فرصت‌های کاری جدید، ایجاد مشروعیت برای آن محصول یا خدمت (و در سطحی بالاتر برای تکنولوژی) هدف اصلی فعالیت است. در این حالت، با ایجاد مشروعیت برای محصول یا خدمت ارائه شده، زمینه‌ای برای کسب سود فراهم می‌شود.

می‌توان گفت که فعالیت‌های کارآفرینی شامل تلاش‌هایی است که بطور مستقیم به تجاری‌سازی محصولات و خدمات ارائه شده بر پایه‌ی دانش فنی موجود می‌پردازند. درحقیقت، این فعالیت است که یک نظام نوآوری را از یک نظام تحقیقات متمایز می‌سازد. لازم به ذکر است که انجام فعالیت‌های کارآفرینی می‌تواند منجر به شکل‌گیری دانش‌های جدید از تکنولوژی موجود گردد. بنابراین، از یک سو توسعه‌ی دانش لازمه‌ی انجام فعالیت‌های کارآفرینانه است و از سوی دیگر، فعالیت‌های کارآفرینانه با افزایش دانش فنی در رابطه با تکنولوژی همراه است.

### ۴-۳-۲- خلق دانش

کارکرد خلق دانش، دربرگیرنده‌ی تمامی فعالیت‌هایی است که می‌توان در فرایند یادگیری قرار داد. بدیهی است که این کارکرد در قلب فرایند نوآوری و در نتیجه در قلب یک نظام نوآوری جای دارد. بنابراین، تحقق این کارکرد پیش‌نیاز توسعه‌ی نظام

نوآوری تکنولوژیک تلقی می‌گردد و جزء کارکردهایی است که می‌بایست پیش از کارکردهای دیگر محقق گردد. این یادگیری در رابطه با موضوعات مختلف مانند دانش فنی تکنولوژی نوظهور، بازار، شبکه‌ها و مصرف‌کنندگان صادق است. این فرایند یادگیری، به اقسام گوناگونی می‌تواند واقع شود. از مهم‌ترین انواع یادگیری رخ داده در راستای تحقق این کارکرد، یادگیری در حین جستجو (یادگیری کتابخانه‌ای) و یادگیری در حین انجام کار، یادگیری در حین تعامل و یادگیری در حین استفاده می‌باشد.

#### ۴-۳-۳- انتشار دانش

کارکرد انتشار دانش دربرگیرنده‌ی مجموعه‌ای از فعالیت‌ها با هدف تسهیم و به اشتراک‌گذاری دانش و اطلاعات در میان بازیگران مختلف موجود در سیستم است. یک عامل ساختاری ضروری برای تحقق انتشار دانش، شبکه است. یکی از ویژگی‌های مهم نظام نوآوری تکنولوژیک، وجود شبکه در ساختار آن است. مهم‌ترین نقشی که یک شبکه قادر به برآوردن آن است، فراهم‌آوری بستری برای ایجاد جریان دانش و اطلاعات در بین بازیگران موجود در سیستم است. انتشار دانش می‌تواند به دو صورت یک‌طرفه و دوطرفه انجام پذیرد. در حالت اول، بازیگری که دارای دانش مورد نیاز بازیگران دیگر است، آن را در اختیار آن‌ها قرار می‌دهد. در حالت دوم، بازیگران مختلف، دانش خود را که مکمل دانش بازیگران دیگر است، در ازای دریافت دانش آن‌ها (که مکمل دانش خود است) در اختیارشان قرار می‌دهد. نظام نوآوری بر این موضوع تمرکز دارد که زمانی می‌توان گفت توسعه تکنولوژی به‌وقوع پیوسته است که بازیگران مختلف بتوانند با یکدیگر تعامل کنند. از این رو، مهم‌ترین نقشی که کارکرد انتشار دانش برعهده دارد، ایجاد یادگیری تعاملی است. فعالیت‌های مربوط به انتشار دانش مربوط به دامنه‌ی گسترده‌ای از بازیگران و شبکه‌های بین آن‌ها می‌شود. سیاست‌گذاران بهتر است با توسعه‌دهندگان تکنولوژی (صنعت‌گران) رابطه برقرار کنند و توسعه‌دهندگان تکنولوژی نیز، مناسب است تا با پژوهشگران حوزه تکنولوژی، مرتبط باشند. از طریق این ارتباطات و تعاملات، فهم مشترکی از موضوع توسعه تکنولوژی در بین بازیگران مختلف ایجاد می‌گردد و منجر می‌شود تا ساختار با تکنولوژی نوظهور و بالعکس سازگار شود.

#### ۴-۳-۴- جهت‌دهی به سیستم

کارکرد جهت‌دهی به سیستم متشکل از فعالیت‌هایی است که به‌گزینش و محدود کردن گزینه‌های موجود در رابطه با تکنولوژی، کاربرد آن‌ها و بازارشان در سطوح مختلف می‌پردازد.

می‌توان فعالیت‌های انجام شده‌ی مربوط به این کارکرد را به سه دسته تقسیم کرد: تنظیمی، شناختی و هنجاری. درحقیقت، فعالیت‌های رخ داده در این کارکرد منجر به ایجاد، تغییر و یا از میان برداشتن نهادهای موجود در سیستم می‌شود. برای توضیح بیشتر می‌توان گفت که برخی از رخدادهای می‌توانند انتظارات را نسبت به برخی گزینه‌های پیش‌رو افزایش دهند (شناختی). برای مثال، عملکرد خوب یک گزینه‌ی تکنولوژی منجر به افزایش انتظارات از آن گزینه می‌گردد. با افزایش انتظارات نسبت به آن گزینه، اولویت آن گزینه در اذهان بالاتر می‌رود. این رخداد به معنای تغییر در شناخت‌های پیشین و ایجاد شناخت جدید نسبت به گزینه‌های موجود است. برخی دیگر از رخدادهای می‌توانند منجر به تغییر در هنجارهای موجود شوند. برای مثال، وقوع یک رخداد طبیعی ممکن است منجر به افزایش ارزش انواع خاصی از تکنولوژی‌های تولید انرژی (مانند انرژی‌های تجدیدپذیر) گردد. با افزایش ارزش این نوع از تکنولوژی‌ها، پارادایم جدیدی در نظام موجود شکل می‌گیرد. در پارادایم جدید، هنجارهای جدیدی مطرح می‌شوند (گونه‌ی هنجاری جهت‌دهی به سیستم). ممکن است در نتیجه‌ی وقوع رخدادهای اثرگذار بر شناخت‌ها و هنجارهای سیستم، قوانین، مقررات، استانداردها، توافق‌نامه‌ها و بطور کلی، تصمیمات جدیدی (تنظیمی) اتخاذ گردند. اتخاذ این تصمیمات نیز می‌توانند منجر به هدایت سیستم به سوی گزینه‌های خاص شود.

#### ۴-۳-۵- شکل‌گیری بازار

مجموعه‌ی فعالیت‌ها با هدف رقابت‌پذیر ساختن تکنولوژی نوظهور نسبت به تکنولوژی‌های موجود در عرصه‌ی بازار در طول تحقق این کارکرد قرار می‌گیرند. نباید انتظار داشت که تکنولوژی‌های نوظهور، توانایی رقابت با تکنولوژی‌های موجود را داشته باشند. بنابراین نیاز است تا با هدف حمایت از نوآوری، شرایطی قابل رقابت در بازار برای تکنولوژی نوظهور پدید آید. درواقع می‌بایست با انجام مجموعه‌ای از فعالیت‌ها، برای رقابت تکنولوژی نوظهور با سایر تکنولوژی‌ها محیطی کنترل‌شده پدید آید. درحقیقت، یک تکنولوژی نوظهور در مسیر رشد و توسعه خود نیازمند دستیابی به قابلیت‌هایی است که به واسطه‌ی آن‌ها بتواند در بازار نفوذ کرده و به سوی بلوغ خود حرکت نماید. شکل‌گیری بازار هر تکنولوژی نوظهور با پیدایش سه قابلیت، قابلیت‌های فنی، قابلیت‌های اقتصادی و قابلیت‌های بازار در آن تکنولوژی همراه خواهد بود. به عبارت دیگر، شکل‌گیری بازار تکنولوژی در قالب دستیابی به این سه قابلیت تجلی پیدا می‌نماید. با دستیابی به هر قابلیت، توانایی‌هایی از ابعاد گوناگون در تکنولوژی ایجاد می‌گردد و زمینه را برای نفوذ تکنولوژی در بازار آماده می‌کند.

#### ۴-۳-۶- بسیج منابع

مجموعه‌ای از فعالیت‌های مربوط به تأمین و هماهنگی ورودی‌های لازم برای توسعه‌ی نظام نوآوری در راستای تحقق کارکرد بسیج منابع قرار می‌گیرند. دسترسی به منابع مورد نیاز، یکی از ضروری‌ترین نیازهای توسعه‌ی نظام‌های نوآوری تکنولوژیک است. فعالیت‌هایی که در این کارکرد صورت می‌پذیرد، بیشتر از جنس سرمایه‌گذاری‌هایی است که در فرایند توسعه انجام می‌شوند. همچنین، گسترش زیرساخت‌های عمومی مورد نیاز پیشرفت تکنولوژی، مانند سیستم‌های آموزشی و تسهیلات تحقیق و توسعه نیز در زمره‌ی این کارکرد قرار می‌گیرد. در صورت عدم وجود منابع مالی و ابزارهای مورد نیاز و نیز بازیگرانی با توانایی و قابلیت‌های متمایز، یک تکنولوژی نوظهور به هیچ وجه مورد استقبال قرار نخواهد گرفت. بنابراین، این کارکرد دارای اهمیت فراوانی در روند توسعه می‌باشد. بنابراین نگاهت کارکرد بسیج منابع در چهار بُعد مختلف، امکان‌پذیر است:

- منابع انسانی: تأمین و هماهنگ‌سازی افراد علمی یا فنی موردنیاز برای توسعه‌ی تکنولوژی
- منابع مالی: تأمین و هماهنگ‌سازی بودجه‌ها و اعتبارات موردنیاز برای توسعه‌ی تکنولوژی
- منابع مادی: تأمین و هماهنگ‌سازی مواد (و در پاره‌ای اوقات، قطعات) موردنیاز برای توسعه‌ی تکنولوژی
- منابع مکمل: تأمین و هماهنگ‌سازی زیرساخت‌ها، محصولات و یا خدمات مکمل موردنیاز برای توسعه‌ی تکنولوژی

#### ۴-۳-۷- مشروعیت‌بخشی

آن دسته از فعالیت‌هایی که به دنبال ایجاد مقبولیت اجتماعی برای تکنولوژی جدید هستند و می‌توانند منجر به تغییر نهادهای موجود در جامعه و هم‌راستا شدن آن‌ها با نیازهای بازیگران موجود در نظام مورد نظر گردند را می‌توان محقق‌کننده این کارکرد دانست. برای توضیح بیشتر می‌توان گفت که ظهور یک تکنولوژی جدید، اغلب با مخالفت بازیگرانی که دارای منافع در تکنولوژی‌های کنونی هستند، همراه می‌شود. بنابراین، نیاز است تا بازیگران تکنولوژی نوظهور، بر این لختی موجود غلبه نمایند. این کارکرد در توسعه‌ی تکنولوژی‌ها مانند یک کاتالیزگر عمل می‌کند و به فرایند توسعه‌ی نظام نوآوری سرعت می‌بخشد. این امر از طریق تشویق قانون‌گذاران و سیاست‌گذاران، به ایجاد آرایش‌بندی جدیدی از بدنه‌ی قواعد و مقررات مربوط به نظام نوآوری تکنولوژیک صورت می‌پذیرد.

این کارکرد، تا حد زیادی با کارکرد جهت‌دهی به سیستم شباهت دارد. بزرگترین تفاوتی که بین این-دو وجود دارد، این است که کارکرد حمایت از سوی نهادهای پشتیبان، دارای قدرت اجرایی برای تغییر قواعد موجود در نظام نوآوری تکنولوژیک نیست. این کارکرد تنها به متقاعدسازی نهادهای پشتیبان می‌پردازد و از طریق این نهادها است که با کارکردهای دیگر (مانند جهت‌دهی به سیستم و تأمین منابع) قدرت اجرایی پیدا می‌نماید.

#### ۴-۴- وضعیت موجود

به منظور تعیین اهداف کلان می‌بایست علاوه بر در نظر گرفتن چشم‌انداز به بررسی وضعیت موجود نیز اقدام گردد. در همین راستا بر اساس کارکردهای نظام نوآوری و از طریق پرسشنامه مرتبط با این کارکردها که توسط اعضا محترم کمیته راهبری سند حاضر تکمیل گردید، وضعیت موجود مورد تحلیل قرار گرفته که شرح این تحلیل در ادامه خواهد آمد.

در نمودارهایی که به منظور نمایش وضعیت فعلی طراحی شده است، مسائل مرتبط با هر کارکرد مشخص شده و میانگین امتیازی که اعضا کمیته راهبری به هریک از این مسائل داده‌اند در قالب امتیاز ۱ تا ۵ (خیلی ضعیف، ضعیف، متوسط، خوب و خیلی خوب) آمده است و میانگین این امتیازات که نشان‌دهنده وضعیت فعلی کارکرد مورد نظر می‌باشد در بالای نمودار آورده شده است. و در نتیجه کاستی‌ها و موانع توسعه فناوری خودروهای برقی بر اساس وضعیت کشور در هر یک از فعالیت‌های نظام نوآوری فناورانه قابل تعریف می‌باشد.

شرح پرسش‌های ارسالی برای هریک از فعالیت‌های نظام نوآوری فناورانه به شرح زیر می‌باشد. **همچنین یک نمونه از پرسشنامه ارسالی برای اعضا محترم کمیته راهبری که هریک از پرسش‌های زیر به صورت جداگانه در آن قرار گرفته‌اند، در انتهای جدول زیر ارائه گردیده است.**

#### جدول ۹- پرسشنامه تعیین وضعیت کارکردهای نظام نوآوری در ارتباط با فناوری خودرو برقی

فعالیت	پرسش‌های تعیین وضعیت
کارآفرینی	به منظور تجاری‌سازی چه اقداماتی برای کاهش خطرپذیری سرمایه‌گذاری صورت گرفته است؟
	چه زیرساخت‌های انکوباتوری برای تجاری‌سازی وجود دارد؟
	چه زیرساخت‌های مناسبی جهت ارائه و نمایش محصولات در قالب نمایشگاه‌ها، فن‌بازارها و غیره، فراهم شده است؟
	چه فعالیتهایی برای ایجاد فضای رقابتی سالم بین شرکتهای نوآور، شرکتهای صنعتی تولیدکننده و واردکنندگان انجام شده است؟

فعالیت	پرسش های تعیین وضعیت
خلق دانش	چه فعالیتهایی در خصوص خلق دانش فناوری ایستگاه شارژ از طریق یادگیری درون زا و یا انتقال فناوری انجام شده است؟
	چه فعالیتهایی در خصوص خلق دانش فناوری دوچرخ برقی از طریق یادگیری درون زا و یا انتقال فناوری انجام شده است؟
	چه فعالیتهایی در خصوص خلق دانش فناوری موتور سیکلت برقی از طریق یادگیری درون زا و یا انتقال فناوری انجام شده است؟
	چه فعالیتهایی در خصوص خلق دانش فناوری خودرو هیبریدی از طریق یادگیری درون زا و یا انتقال فناوری انجام شده است؟
	چه فعالیتهایی در خصوص خلق دانش فناوری خودرو برقی از طریق یادگیری درون زا و یا انتقال فناوری انجام شده است؟
انتشار دانش	چه اقداماتی در خصوص انتشار دانش در قالب شبکه های نرم ( آموزش ، پایگاه های اطلاعاتی مشترک بین بازیگران ) در نظر گرفته شده است؟
	آیا تاکنون از طریق اتحادهای استراتژیک ، هاب های تکنولوژی و سرمایه گذاری های مشترک اقدامی در خصوص انتشار دانش این فناوری به انجام رسیده است؟
جهت دهی به سیستم	چه فعالیت های در خصوص شناخت جامعه از چگونگی استفاده از خودرو برقی و شفاف سازی مزیت استفاده از آن صورت گرفته است ؟
	چه اقداماتی در خصوص جلوگیری از افزایش آلودگی هوا در قالب قوانین ، مقررات ، هنجارها و رسانه های جمعی تاکنون به انجام رسیده است؟
	چه قوانین بازدارنده ، پیش برنده و اقتصادی در خصوص جلوگیری از افزایش هزینه مصرف سوختهای فسیلی وجود دارد؟
	رسانه های جمعی در کاهش هزینه مصرف سوختهای فسیلی چه تأثیراتی داشته اند؟
	برای همسویی با حرکت جهانی به سمت بهره گیری از خودروهای برقی چه فعالیتهایی انجام شده است؟
	چه اقداماتی به منظور شفاف سازی بازار تقاضای خودرو برقی صورت گرفته است ؟
	چه قوانین ، استانداردها و توافق نامه هایی برای تسهیل در بهره گیری از خودرو برقی تصویب گردیده است؟
	دسترسی به زیرفناوری های لازم خودرو برقی تا چه اندازه امکان پذیر است ؟ چه اقداماتی برای دسترسی کامل صورت گرفته است؟
	آیا مواد اولیه و تجهیزات مکمل مورد نیاز وجود دارد ؟
	آیا خروجی فناوری برای بازار قابل قبول است ؟
شکل گیری بازار	آیا این فناوری قابلیت اطمینان بالایی دارد؟
	آیا نتیجه نهایی دستیابی به تکنولوژی از بعد هزینه - فایده مثبت است؟
	آیا فناوری خودرو برقی قابلیت رقابتی قابل قبولی در برابر سایر محصولات دارد؟

فعالیت	پرسش های تعیین وضعیت
بسیج منابع	پتانسیل موفقیت فناوری خودرو برقی را در بازار چه اندازه است؟
	چه منابع انسانی علمی و فنی برای گسترش فناوری خودرو برقی وجود دارند؟
	چه سرمایه گذاری های دولتی، خصوصی و کمک های بلاعوض دولتی برای توسعه فناوری خودرو برقی انجام شده است؟
	به منظور تامین مواد اولیه و زیرساختهای توسعه فناوری چه اقداماتی صورت گرفته است؟
	چه منابع زیرساختی، محصولات و خدماتی از طریق سایر حوزه تامین شده است؟
مشروعیت بخشی	قانون گذار چه قوانین حمایتی و بازدارنده ای برای استفاده گسترده از خودرو برقی تصویب نموده است؟
	چه هماهنگی هایی به منظور جلب مشارکت، اعمال نفوذ در گروه های پشتیبان و حمایت رسانه ای برای گسترش بهره گیری از خودرو برقی انجام گرفته و یا باید انجام بگیرد؟
	چه اقداماتی برای همگرا سازی سازمانها و نهادها با فرآیند افزایش بهره گیری از خودرو برقی انجام شده است؟

سرفصل :					
بخش :					
عناصر تاثیر گذار					
بازیگران :		نهاد ها :		فناوری :	
شبکه ها :					
پرسش : در این قسمت پرسش های تعیین وضعیت (جدول فوق) ارائه گردیده است.					
راهنما در این قسمت مصادیق هریک از پاسخ های طیف لیکرت، متناسب با پرسش بیان شده است.					
وضعیت		نمیدانم		خیلی کم	
<input type="checkbox"/> خیلی زیاد		<input type="checkbox"/> زیاد		<input type="checkbox"/> متوسط	
<input type="checkbox"/> کم		<input type="checkbox"/> خیلی کم			
توضیحات ( مصداق های وضعیت موجود انتخابی را توضیح دهید ) :					
پیشنهادات و توصیه ها برای بهینه سازی وضعیت موجود :					

پرسشنامه فوق برای تمامی اعضا محترم کمیته راهبری ارسال گردید که لیست شرکت کنندگان در جدول زیر ارائه می گردد.

**جدول ۱۱- اعضا کمیته راهبری بررسی کننده پرسشنامه وضعیت کنونی نظام نوآوری فناورانه**

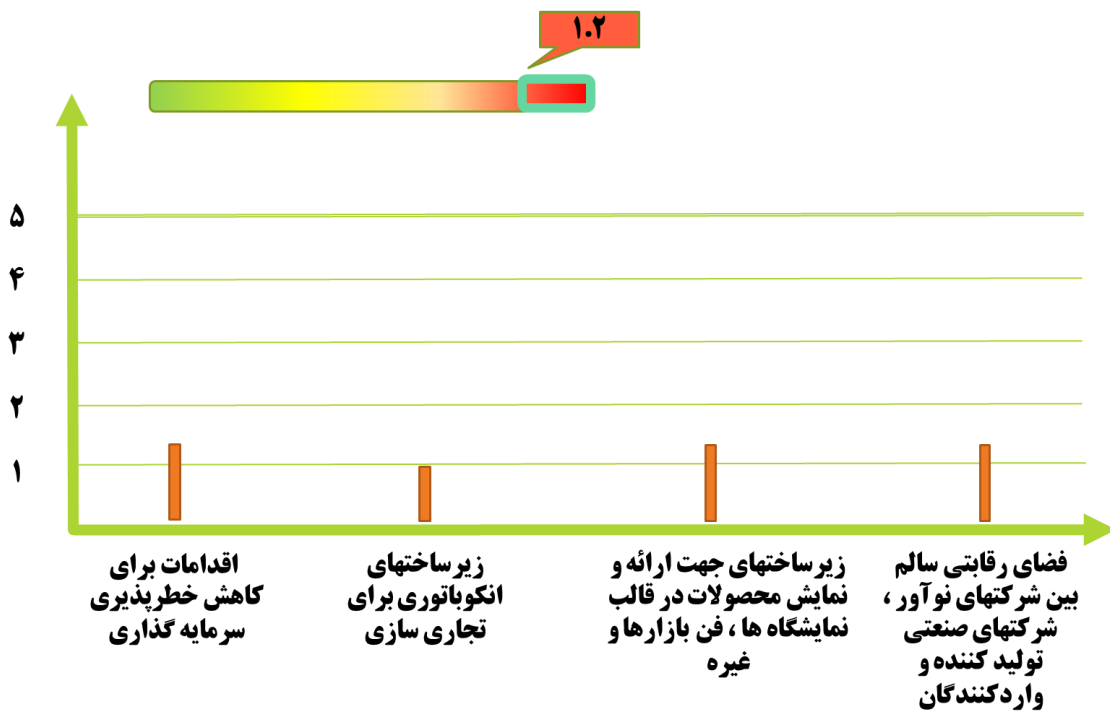
ردیف	نام و نام خانوادگی	موسسه
۱	دکتر بهزاد آسایی	دانشگاه تهران - دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
۲	دکتر سید محمد تقی بطحائی	دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی - دانشکده برق
۳	دکتر سید محمد صادق میرغفوریان	جهاد دانشگاهی علم و صنعت
۴	مهندس مرتضی بهادری	معاون برنامه ریزی شرکت توزیع تهران بزرگ
۵	مهندس فرامرز شهبازی	ایران خودرو (سابق)
۶	دکتر محمد امین رحیمی	مرکز همکاری های فناوری و نوآوری ریاست جمهوری
۷	دکتر مهدی عسگری	پژوهشکده علوم و فنون هسته ای
۸	دکتر منوچهر صادقیان	
۹	مهندس محمد اسکوئی	پژوهشگاه نیرو - پژوهشکده کنترل و مدیریت شبکه
۱۰	دکتر مهدی حبیبی دوست	دانشگاه تهران
۱۱	مهندس احمد فیروزی	مرکز همکاری های فناوری و نوآوری ریاست جمهوری
۱۲	مهندس سعید مرتضوی	شرکت توسعه منابع انرژی توان
۱۳	مهندس مؤگان بشیری	نماینده شرکت توزیع تهران بزرگ
۱۴	مهندس پرویز افشاری	سازمان گسترش و نوسازی ایران
۱۵	مهندس مجید ضیایی مؤید	سازمان گسترش و نوسازی ایران
۱۶	مهندس حسین زیارتی	مدیر مرکز تحقیقات خودرو دانشگاه آزاد قزوین
۱۷	مهندس کیانوش پورمجیب	معاون طراحی و توسعه محصول و پلتفرم ایران خودرو
۱۸	مهندس کیوان وزیری	نماینده شرکت ایران خودرو
۱۹	مهندس محمدعلی صالحی	مرکز تحقیقات ایران خودرو

در نهایت پاسخ نامه های ارسالی در قالب هریک از فعالیت ها نظام نوآوری دسته بندی شده که به تفصیل بیان می شود.



#### ۴-۴-۱- فعالیت‌های کارآفرینی

متأسفانه تاکنون فعالیت‌های کارآفرینانه در حوزه خودروهای برقی بطور جدی مورد توجه قرار نگرفته است. خطر پذیری سرمایه گذاری در این بازار بالا بوده و هیچ گونه اقدامی در جهت کاهش خطرپذیری و تجاری سازی فناوری به انجام نرسیده است. زیرساخت‌های انکوباتوری مانند پارک‌های علم و فناوری در خصوص این فناوری وجود نداشته و زیرساخت مناسبی نیز برای ارائه و نمایش محصولات در قالب نمایشگاه‌ها، فن بازارها و غیر فراهم نشده است. همچنین فضای رقابتی شفاف نبوده و موقعیت شرکت‌های مختلف نوآور، صنعتی تولید کننده و واردکنندگان از لحاظ رقابتی مشخص نمی باشد. در کل می توان نتیجه گرفت بخش کارآفرینی در حوزه فناوری خودرو برقی در وضعیت موجود مناسب نبوده و نیاز به اقدامات اساسی در جهت بهبود دارد.

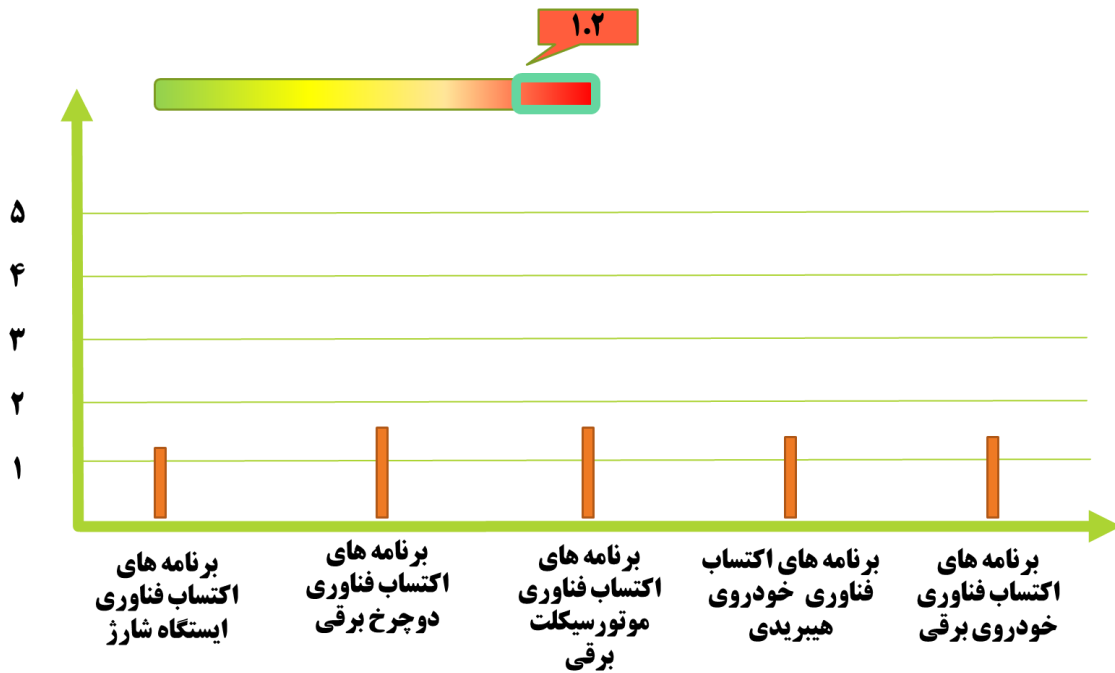


شکل ۱۷- نمودار تعیین وضعیت فعلی کارکرد کارآفرینی

#### ۴-۴-۲- خلق دانش

علیرغم اقدامات تحقیقاتی که در خصوص ایجاد ایستگاه‌های شارژ از طریق شبکه برق کشور، ساخت نمونه‌های پروتوتایپی دوچرخه، موتور سیکلت و خودرو برقی در موسسات تحقیقاتی و دانشگاه‌های کشور به انجام رسیده ولی سطح دانش فنی در

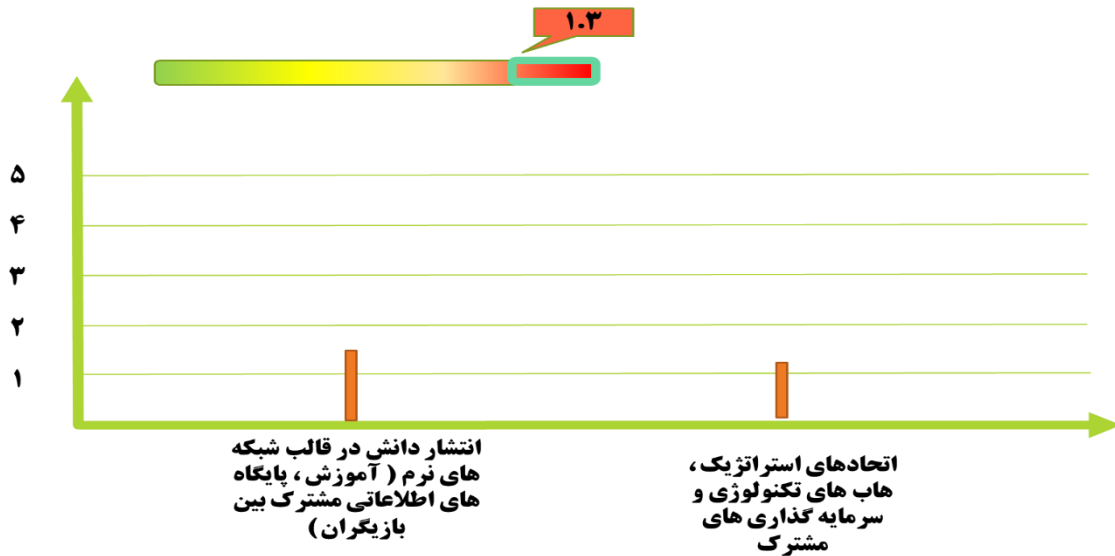
این حوزه پایین بوده و دوره آموزشی مدونی وجود ندارد. لذا نیاز مبرمی به اقدامات اساسی در خصوص خلق دانش در سطح کشور دیده می شود.



شکل ۱۸- نمودار تعیین وضعیت فعلی کارکرد خلق دانش

#### ۴-۴-۳- انتشار دانش

هیچ گونه اقدامی در خصوص انتشار دانش در قالب شبکه های نرم ( آموزش ، پایگاه های اطلاعاتی مشترک بین بازیگران ) و یا از طریق اتحادهای استراتژیک ، هاب های تکنولوژی و سرمایه گذاری های مشترک به انجام نرسیده است.



شکل ۱۹- نمودار تعیین وضعیت فعلی کارکرد انتشار دانش

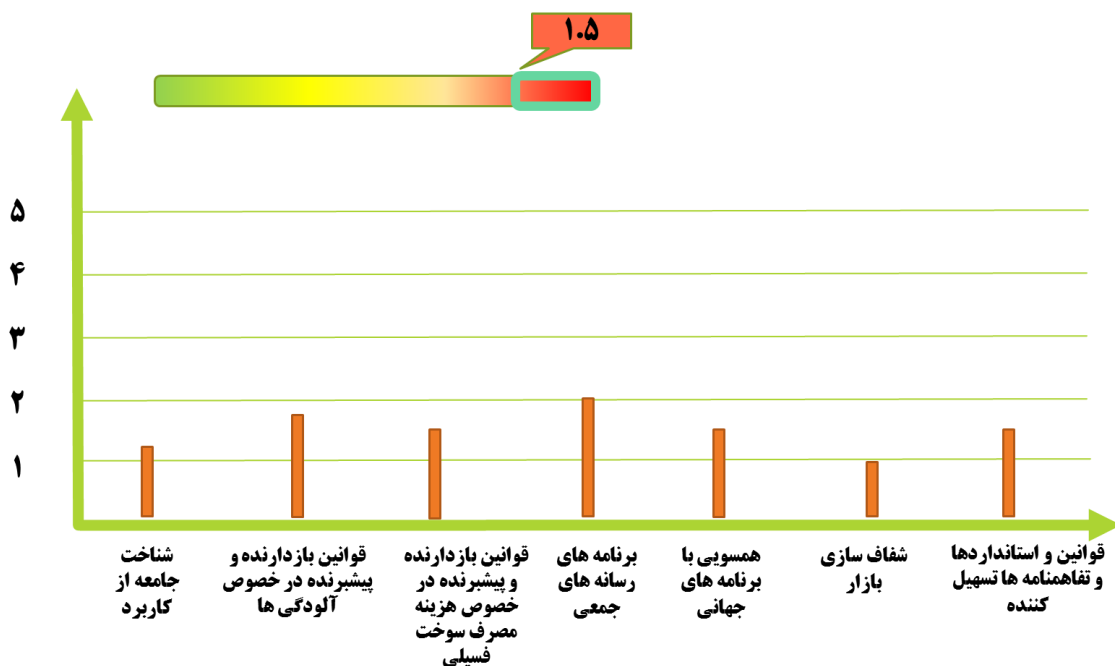
#### ۴-۴-۴- جهت‌دهی به سیستم

در کل می توان گفت در خصوص اقدامات شناختی کارکرد صدا و سیما و دیگر بخش های تاثیر گذار در قالب مصاحبه ، تیزرهای تبلیغاتی، برگزاری برنامه های مشخص نظیر اخبار ، مسابقات و سمینارها به منظور شناخت جامعه از چگونگی استفاده از خودرو برقی و شفاف سازی مزیت استفاده از آن بسیار کم رنگ بوده است و اطلاع رسانی در این حوزه بسیار ضعیف است. در مورد اقدامات تنظیمی ، در خصوص جلوگیری از افزایش آلودگی هوا در قالب قوانین ، مقررات ، هنجارها و رسانه های جمعی باید گفت وجود و یا وضع قانون به تنهایی نمی تواند بازدارنده باشد ، اجرای قانون است که می تواند رفع اشکال نماید که متأسفانه در سطح کشور اجرای قوانینی از این دست چندان مورد توجه قرار نگرفته و بدلیل عدم وجود متولی با اختیارات و حمایت های قانونی لازم جهت اجرای قوانین حداقلی موجود ، این بخش نیز با مشکلات عدیده ای دست به گریبان است . بجز معدودی فعالیتهای جسته و گریخته و موازی که قابلیت جمع بندی ندارند ، متأسفانه هیچ اقدام چشم گیری در خصوص همسویی با حرکت جهانی به سمت بهره گیری از خودروهای برقی صورت نگرفته است .

از جمله قوانینی که در این حوزه وجود دارند می توان به موارد زیر اشاره کرد :

- قوانین بازدارنده مانند تعلیق صنایع آلاینده و افزایش محدوده طرح ترافیک
- طرح خودروهای فرسوده
- طرح عدم شماره گذاری خودروها

- طرح ترافیک - زوج و فرد عادی - زوج و فرد ویژه در شرایط بحران
  - سهمیه بندی سوخت و افزایش قیمت حامل های انرژی
  - عدم تخصیص کارت سوخت به موتورهای حجیم وارداتی
  - اجرای طرح جیره بندی سوخت خودرو افزایش تصاعدی قیمت حامل های انرژی از قبیل برق ، گاز و ...
  - اعلام وزارت صنعت ، معدن و تجارت در خصوص ورود پانصد هزار دستگاه خودرو و موتور سیکلت برقی با تعرفه صفر در برنامه ۵ ساله به بازار کشور
  - تدوین استانداردهای مربوط به خودرو برقی (در حال انجام)
- علیرغم وجود برخی قوانین و رویه ها ، عدم یکپارچگی و ضعف برخی قوانین ، فرسوده بودن زیرساختها و همچنین نبود فرهنگ استفاده درست باعث شده است تا پیشرفت چندانی در حوزه جهت دهی به سیستم در قالب اقدامات تنظیمی ، شناختی و هنجاری دیده نشود و لزوم اقدامات اساسی در این خصوص مورد توجه قرار بگیرد.

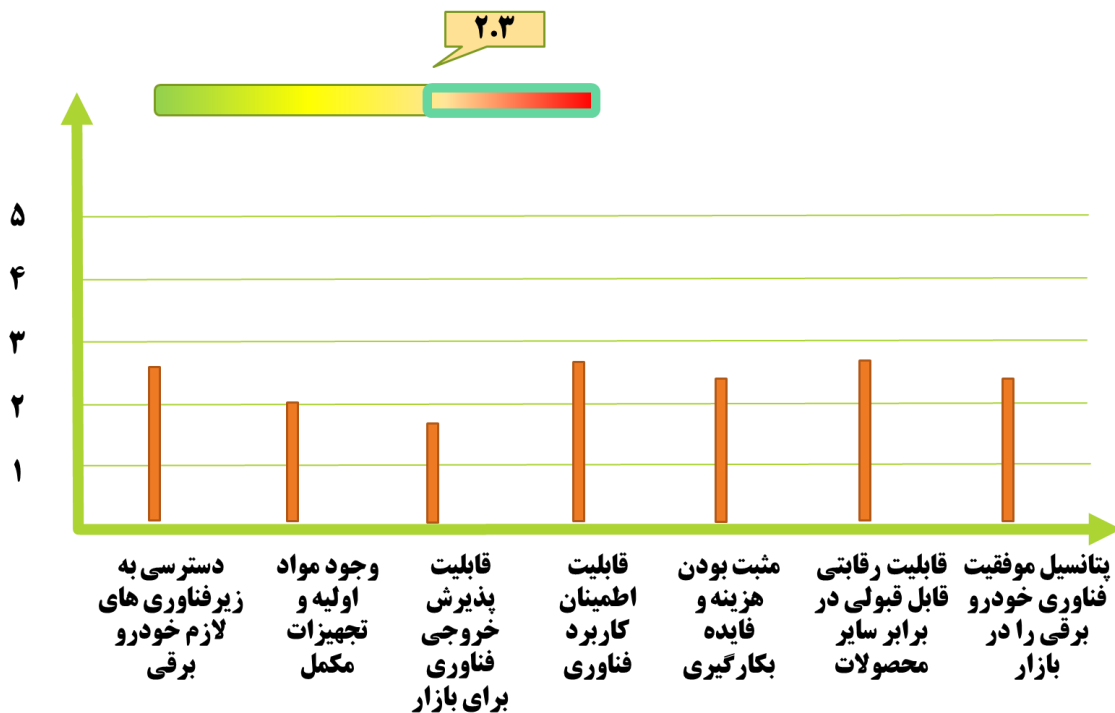


شکل ۲۰- نمودار تعیین وضعیت فعلی کارکرد جهت دهی به سیستم

#### ۴-۴-۵- شکل‌گیری بازار

در خصوص قابلیت فنی علی‌رغم پایین بودن سطح دانش فنی، امکان دسترسی به بخش عمده‌ای از زیر فناوری‌ها وجود دارد و پاره‌ای از مواد اولیه برای ساخت خودرو قابل تامین است. همچنین قابلیت اقتصادی فناوری از دیدگاه کاهش مصرف سوخت قابل قبول است از طرفی از بعد بازگشت سرمایه با توجه به قیمت بالای خودروی برقی، باید میزان مشارکت دولت به جهت در نظر گرفتن یارانه و دیگر اقدامات تسهیل‌کننده استفاده از خودرو برقی به شدت مورد توجه قرار بگیرد.

از بعد قابلیت بازار، محصولات تولید شده با این فناوری قابلیت استفاده خواهند داشت و همچنین قابلیت اطمینان بالایی را دارا هستند ولیکن از منظر هزینه فایده باید گفت درجه موفقیت خودروهای برقی در بازار وابستگی مستقیم به سیاست‌های تشویقی دولت و اقدامات جدی مانند تامین برق ارزان قیمت برای شارژ باتری و کاهش قیمت نهایی خودروهای برقی دارد.



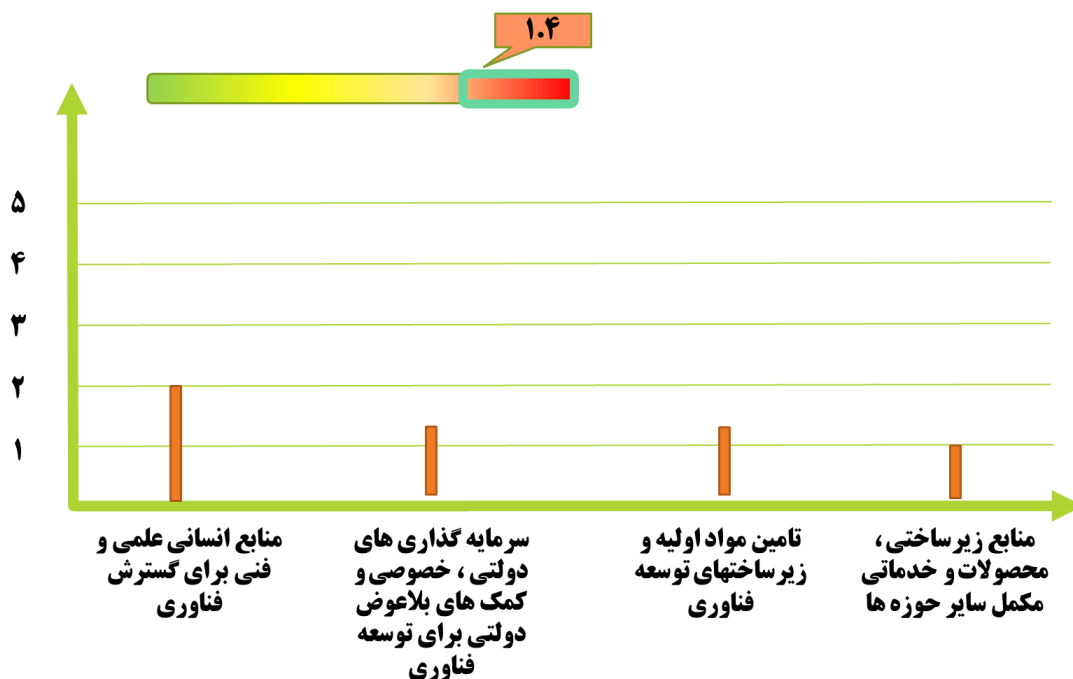
شکل ۲۱- نمودار تعیین وضعیت فعلی کارکرد شکل‌گیری بازار

#### ۴-۴-۶- بسیج منابع

علیرغم دخیل نمودن تعداد زیادی از افراد بواسطه پروژه‌های تحقیقاتی (از جمله دانشگاهیان و مراکز تحقیقاتی خودروسازان) منابع انسانی موجود در حوزه این فناوری از توانایی و قابلیت بالایی در مقایسه با کشورهای پیشرو برخوردار نیستند.

سرمایه گذاری های انجام شده در حد ساخت نمونه های آزمایشگاهی و ساخت خودروهای نمایشی به منظور آشنایی مسئولین به صورت محدود بوده و سرمایه گذاری قابل قبولی تاکنون در این بخش انجام نشده است. منابع مالی تنها در قالب وام بوده و هیچ گونه کمک بلاعوضی از سوی دولت و یا دیگر سازمانها و شرکتهای خصوصی وجود نداشته است.

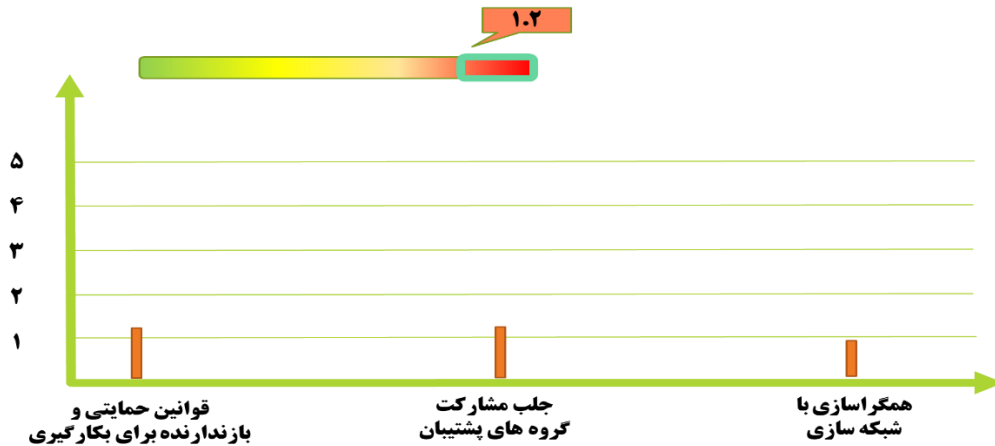
در خصوص منابع زیر ساختی و مواد اولیه نیز به جز اقدامات جزئی در مورد ساخت قطعاتی مانند باتری اقدام خاصی صورت نگرفته است.



شکل ۲۲- نمودار تعیین وضعیت فعلی کارکرد بسیج منابع

#### ۴-۴-۷- مشروعیت بخشی

بجز تعرفه وارداتی پایین تر خودرو های برقی به نسبت خودروهای غیر برقی، قانون حمایتی و بازدارنده خاصی برای استفاده گسترده از خودرو برقی وجود ندارد. همچنین به منظور هماهنگی برای جلب مشارکت، اعمال نفوذ در گروههای پشتیبان و حمایت رسانه ای برای گسترش بهره گیری از خودروهای برقی به غیر از ساخت چند نمونه خودرو هیبریدی جهت آشنایی مسئولان با این تکنولوژی تاکنون اقدام موثری در زمینه همگرایی سازمانها و نهادها انجام نشده است.



شکل ۲۳- نمودار تعیین وضعیت فعلی کارکرد مشروعیت بخشی

در نتیجه وضعیت فعلی نظام نوآوری فناورانه در فعالیت های هفتگانه به طور میانگین وضعیت ضعیفی ارزیابی می شود و همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است نمره هایی که کمیته راهبری به عنوان وضعیت نظام های نوآوری داده شده فقط در برخی فعالیت های شکل دهی بازار به متوسط نزدیک شده است و در فعالیت های دیگر ضعیف و بسیار ضعیف می باشد.



شکل ۲۴- وضعیت فعلی TIS در فناوری خودروی برقی

#### ۴-۵- شناسایی موانع توسعه فناوری خودروی برقی

موانع توسعه فناوری خودروی برقی، ضعف و کاستی هایی است که در نظام نوآوری فناورانه در بررسی وضعیت شناسایی شده است. این موانع بر اساس گپ بین وضعیت مطلوب و وضع فعلی در نظام توسعه فناوری تدوین شده است. این موانع به تفکیک هریک از فعالیت های نظام نوآوری فناورانه ارائه می گردد. مطمئنا تدوین سیاست ها و اقدامات برای تقویت نظام توسعه فناوری خودروی برقی در کشور با نگاه به این موانع در فعالیت های مختلف انجام خواهد شد.



## جدول ۱۲- موانع توسعه فناوری خودرو برقی

فعالیت	موانع
کارآفرینی	<ul style="list-style-type: none"> <li>عدم اقدامات لازم برای کاهش خطرپذیری سرمایه گذاری</li> <li>عدم وجود زیرساخت های انکوباتوری برای تجاری فناوری های درونزای خودروی برقی</li> <li>عدم وجود زیرساخت ها پشتیبانی نمایش محصولات و فناوری های خودروی برقی</li> <li>ضعف در فضای رقابتی بین تولیدکنندگان و واردکنندگان</li> </ul>
خلق دانش	<ul style="list-style-type: none"> <li>ضعف در برنامه های آموزشی و برنامه های اکتساب فناوری های خودروی برقی و فناوری های مرتبط</li> </ul>
انتشار دانش	<ul style="list-style-type: none"> <li>عدم شکل گیری شبکه های نرم (بایگه های اطلاعاتی و آموزشی) برای انتشار دانش</li> <li>عدم تشکیل هاب های تکنولوژی و سرمایه گذاری های مشترک برای انتشار دانش</li> </ul>
جهت دهی به سیستم	<ul style="list-style-type: none"> <li>عدم شناخت جامعه و شفافیت بسیار کم بازار نسبت به خودروی برقی</li> <li>ضعف در اجرای قوانین بازدارنده و پیشبرنده در خصوص چالش های زیست محیطی و اقتصاد انرژی خودروهای فسیلی</li> <li>ضعف در همسویی برنامه های بالادستی و برنامه های جهانی برای توسعه خودروی برقی</li> <li>ضعف در توسعه فرهنگ به کارگیری خودروی برقی</li> <li>عدم وجود استانداردهای فنی</li> <li>ضعف در قوانین و تفاهمنامه های تسهیل کننده</li> </ul>
شکل گیری بازار	<ul style="list-style-type: none"> <li>کمبود دسترسی زیرفناوری های لازم خودروی برقی</li> <li>کمبود زیر ساخت های لازم برای تأمین مواد اولیه و تجهیزات مکمل</li> <li>قابلیت پایین پذیرش محصولات فناورانه این حوزه در بازار</li> <li>عدم اطمینان کامل از مثبت بودن هزینه و فایده بکارگیری در بازار</li> <li>قابلیت رقابتی ناکافی در برابر خودروهای فسیلی</li> <li>پتانسیل متوسط موفقیت فناوری خودروی برقی در بازار به علت پایین بودن قیمت سوخت های فسیلی</li> </ul>
بسیج منابع	<ul style="list-style-type: none"> <li>کمبود منابع انسانی فنی و علمی برای گسترش فناوری خودروی برقی</li> <li>ضعف در سرمایه گذاری برای توسعه فناوری</li> <li>عدم وجود زیرساخت های تأمین مواد اولیه ، خدمات و محصولات مکمل</li> </ul>
مشروعیت بخشی	<ul style="list-style-type: none"> <li>عدم وجود قوانین حمایتی و بازدارنده برای توسعه بکارگیری خودروی برقی</li> <li>عدم وجود برنامه های مناسب برای جلب مشارکت گروه های پشتیبان</li> <li>عدم اجرای اقدامات مؤثر همگراسازی بین بازیگران</li> </ul>

## فصل پنجم:

### رویکرد مناسب به نظام نوآوری فناورانه

## ۵- رویکرد مناسب به نظام نوآوری فناورانه

### ۵-۱- مقدمه

تغییر فناورانه را می‌توان دارای ماهیتی چند وجهی و تدریجی دانست که باید در بسترسازی توسعه فناوری در جهت‌گیری‌های خرد به آن توجه شود. با برخورداری از دو ویژگی چند وجهی بودن تغییر و نیز تکاملی (تدریجی) بودن آن، از تغییر فناوری به صورت یک مسیر گذاریاد می‌شود. گذار عبارت است از مجموعه‌ای از فرایندهای تدریجی، پیوسته در طول زمان، چند سطحی، چند مرحله‌ای، و شتاب‌دهنده‌ای که با هدف ایجاد تغییرات فراگیر در ابعاد اجتماعی، فنی، اقتصادی به وقوع پیوسته و منجر به دگرگونی نظام‌های اجتماعی-فنی موجود می‌گردد.

نظام‌های نوآوری فناورانه به تحلیل گذار از منظر تغییرات نهادی، سازمانی، اقتصادی، سیاسی، و فنی پیرامون ظهور فناوری های جدید می‌پردازد. این رویکرد مهمترین محرک‌های خلق، انتشار، و بهره‌برداری از نوآوری های فناورانه را در تعاملات نظام‌مند بازیگران، تحت زیرساخت‌های نهادی می‌داند.

رشد نظام نوآوری فناورانه باید با ملاحظه پویایی دگرگونی میان سطوح مختلف گذار همراستا باشد. از طرف دیگر، رشد نظام نوآوری فناورانه به‌طور مستقیم و با انجام مجموعه‌ی فعالیت‌های نوآورانه که از آن‌ها تحت عنوان کارکردهای نظام نوآوری (در فصل پیش به آن اشاره شد) یاد می‌شود، حاصل می‌گردد. تعاملات میان این کارکردها در قالب مجموعه‌ای از حلقه‌های علی منجر به ایجاد تکانه در شکل‌گیری نظام نوآوری فناورانه می‌گردد. این مجموعه حلقه‌های علی مرتبط باهم که در هر یک از دوره‌های عمر گذار فناورانه به ظهور می‌رسند در ادبیات تحت عنوان موتورهای نوآوری یاد می‌شوند. در سایه مجموعه‌ای از پویایی داخلی، که همان پویایی حاصل تعاملات میان کارکردهای نظام نوآوری و موتورهای نوآوری است، حاصل می‌شود. همراستایی پویایی داخلی با پویایی دگرگونی مناسب‌ترین شرایط را برای وقوع گذار مهیا می‌کند.

"به‌عنوان ایده محوری رویکرد راهبری گذار، لازم است تا شرایط همراستا نمودن پویایی داخلی و دگرگونی که یکی در قالب موتورهای نوآوری و دیگری در قالب تعاملات میان سطحی است، مهیا شود."

به این معنی که:

۱. در پویایی داخلی، تعاملات میان کارکردی نقش اصلی را برعهده دارند. چهار موتور نوآوری موتور محرک علم و فناوری، موتور کارآفرینی، موتور ساختاردهی، و موتور بازار، پویایی داخلی را برحسب فازهای گذارهای فناورانه به تصویر می کشند.

۲. پویایی دگرگونی در قالب مسیرهای مختلف گذار واقع می شود. این مسیرهای گذار دارای ویژگی های متمایزکننده ای است که تعیین کننده نوع پویایی داخلی و توالی موتورهای نوآوری است. پویایی دگرگونی در چهار حالت دگرگونی، فروپاشی و بازآرایی، جایگزینی فناورانه و بازآرایی مجدد به وقوع می پیوندد.

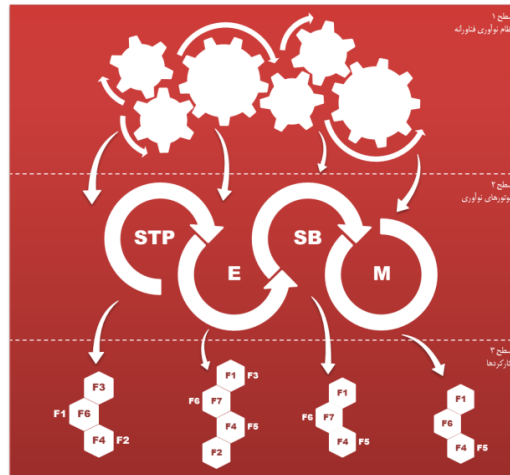
بر این اساس، همراستا نمودن پویایی داخلی و دگرگونی در تحلیل و راهبری فرایند گذار به معنی انتخاب توالی صحیحی از موتورهای نوآوری با در نظرگیری نوع پویایی دگرگونی موجود در بستر موضوع است.

## ۵-۲- موتورهای نوآوری

موتورهای نوآوری مسیر مطلوب برای توسعه فناوری راهبردی را ترسیم می کنند که لازم است تا هدف گذاری در طول آن به انجام برسد. موتورهای نوآوری با ترسیم نمودن روابط میان کارکردهای نظام نوآوری فناورانه، مجموعه ای از ویژگی های توسعه فناوری در مراحل مختلف چرخه عمر خود را به نمایش می گذارد. جنس هدف گذاری خرد در طول زمان باید با توجه به این ویژگی ها تغییر نماید. چهار موتور محرک علم و فناوری، موتور کارآفرینی، موتور شکل دهی به سیستم و موتور بازار چهار مرحله اصلی توسعه فناوری هستند که لازم است تا هدف گذاری در این چهار مرحله انجام شود. موتورهای نوآوری همچنین با اشاره به توالی میان کارکردها به تعیین تقدم و تاخر میان اهداف کمک می کند.

ابعاد مختلف ترجمه اهداف بالادستی در قالب اهداف خرد نیز توسط کارکردهای نظام نوآوری معین می گردد. انجام فعالیت های کارآفرینی، توسعه دانش، حفظ، انتشار و تبادل دانش، شکل دهی به بازار، تامین منابع، جهت دهی به سیستم، مشروعیت بخشی که پیش از این به آن اشاره شد هفت کارکردی هستند که اهداف خرد می توانند در قالب آن ها تعیین شوند. در این راستا رشد صحیح (با توالی کارکردهای صحیح) و متوالی موتورهای نوآوری، مهمترین عامل در شکل گیری یک نظام نوآوری فناورانه و رسیدن به نتایج مطلوب سیستم است. حلقه های فزاینده<sup>۱</sup> ایجاد شده میان کارکردها منجر به ایجاد تکانه در سیستم و انجام فعالیت در مسیر توسعه می گردد. شکل زیر سطوح فرایند گذار را در شناسایی موانع و محرکها نشان می دهد.

1 Reinforcing loop



شکل ۲۵- سطوح فرایند گذار در مدل سنجش عملکرد

اهمیت کارکردهای موجود در هر مرحله از عمر توسعه فناوری برحسب نقش آن‌ها در برآوردن اهداف موتور، و نیز کشور مورد مطالعه (دارا بودن ویژگی‌هایی مانند درحال توسعه بودن و نفتی بودن) متفاوت خواهد بود.

جدول ۱۳- نقش کارکردها در موتورهای محرک نوآوری

موتور بازار- مرحله ۴	موتور ساختاردهی- مرحله ۳	موتور کارآفرینی- مرحله ۲	موتور محرک علم و فناوری-مرحله ۱	محوری اصلی فرعی بدون نقش
				توسعه و انتشار دانش (KD) <sup>۱</sup>
				فعالیت‌های کارآفرینی (EA) <sup>۲</sup>
				جهت دهی سیستم (GS) <sup>۳</sup>
				شکل دهی بازار (MF) <sup>۴</sup>

<sup>1</sup> Knowledge development, Knowledge diffusion

<sup>2</sup> Entrepreneurial activities

<sup>3</sup> Guidance of the search

<sup>4</sup> Market formation

موتور محرک علم و فناوری-مرحله ۱	موتور کارآفرینی-مرحله ۲	موتور ساختاردهی-مرحله ۳	موتور بازار-مرحله ۴	محوری اصلی فرعی بدون نقش
				تامین منابع (RM) <sup>۱</sup>
				مشروعیت بخشی (L) <sup>۲</sup>

اولین موتور محرکی که در توالی نظام نوآوری مورد بررسی قرار می گیرد موتور محرک علم و فناوری است. در این موتور کارکرد های توسعه و انتشار دانش بیشترین تاثیر را دارا بوده و کارکردی محور به حساب می آید، جهت دهی به سیستم و تامین منابع جزء کارکردهای اصلی محسوب شده و فعالیت های کارآفرینی نیز به عنوان فعالیت های فرعی مد نظر قرار می گیرند.

دومین موتور محرک، موتور کارآفرینی است. در این موتور تمامی کارکردها نظام نوآوری فناورانه دخیل هستند ولی کارکرد کارآفرینی نقش محوری دارد و توسعه و انتشار دانش، جهت دهی به سیستم، تامین منابع و مشروعیت بخشی جزء عناصر اصلی بوده و شکل دهی به بازار نیز نقش فرعی بازی می نماید.

در موتور ساختاردهی که سومین موتور مورد بررسی می باشد. کارکرد توسعه و انتشار دانش که هیچ نقشی برعهده نداشته و مشروعیت بخشی نقش محوری را بازی می نماید و سایر کارکردها نیز بازیگر نقش اصلی هستند.

نهایتا در موتور بازار، بازیگر محوری کارکرد شکل دهی به بازار می باشد و کارکردهای فعالیت های کارآفرینی، جهت دهی به سیستم، و تامین منابع نقش اصلی را دارا هستند.

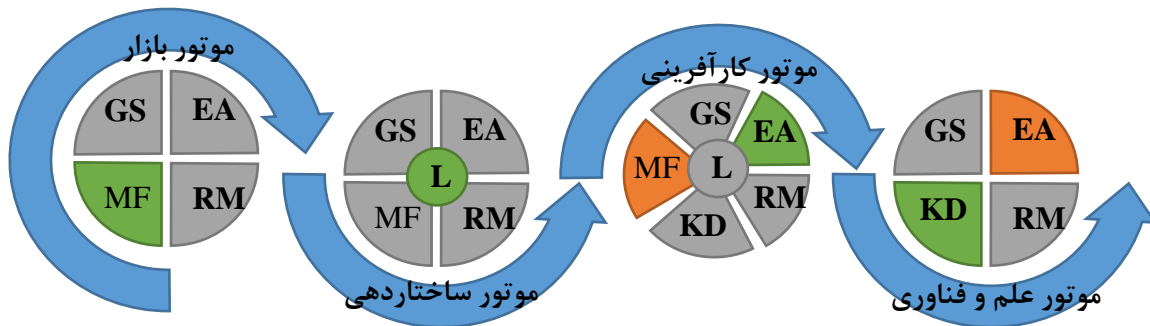
با توجه به اینکه استراتژی کلان اقدام گرا می باشد و در این استراتژی فعالیت های بازار و کارآفرینی بخش خصوصی در اولویت می باشد. در نتیجه فعالیت های موتور بازار به عنوان محرک تعریف شده و فعالیت های موتور ساختاردهی برای ایجاد بستر هموار حرکت کارآفرینی و فعالیت های موتور کارآفرینی برای مشارکت و توسعه فناوری توسط بخش خصوصی باید تقریبا

<sup>1</sup> Resource mobilization

<sup>2</sup> Legitimizing

همزمان انجام گردد. و موتورهای علم و فناوری باید به صورت مشارکت فعال به توسعه فناوری و نهادینه کردن و بومی کردن سریع فناوری های خارجی در کشور اقدام نماید.

### مسیر و ارتباط بین موتورهای فناوری و کارکردهای سیستم نوآوری فناورانه



شکل ۲۶ - مسیر و ارتباط بین موتورهای فناوری و کارکردهای سیستم نوآوری فناورانه

## فصل ششم:

### تدوین اقدامات و سیاست ها



## ۶- تدوین اقدامات و سیاست ها

های یکی از شیوه متداول برای تبیین اقدامات و سیاستهای مناسب در جهت تحقق اهداف کلان تعیین شده، استفاده از توصیه ها و پیشنهاداتی می باشد که از طریق خبرگان و بازیگران اصلی مرتبط با فناوری خودروی برقی و تحلیل کارشناسی تیم پروژه بدست آمده است.

در این گزارش ابتدا پرسشنامه وضعیت کارکردهای نظام نوآوری فناورانه و موانع توسعه آن که در اختیار اعضا محترم کمیته راهبری قرار گرفت، وضعیت فعلی کشور شناسایی شده (در فصول قبل به آن اشاره شد) و در همان پرسشنامه از پاسخ دهنده درخواست شد تا پیشنهادات و توصیه های خود را برای بهبود وضعیت فعلی و دستیابی به چشم انداز سند بیان نماید. پس از تکمیل پرسشنامه توسط اعضا محترم کمیته راهبری، پیشنهادات و توصیه های اعضا بر اساس کارکردها و موتورهای نظام نوآوری فناورانه دسته بندی شده و در جلسه کمیته راهبری از طریق طوفان فکری بین اعضا تصحیح و تکمیل گردید.



شکل ۲۷- مراحل تدوین سیاست ها و اقدامات

### جدول ۱۴- اعضا کمیته راهبری بررسی کننده پرسشنامه نظام نوآوری فناورانه

ردیف	نام و نام خانوادگی	موسسه
۱	دکتر بهزاد آسایی	دانشگاه تهران - دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر
۲	دکتر سید محمد تقی بطحانی	دانشگاه صنعتی خواجه نصیر طوسی - دانشکده برق
۳	دکتر سید محمد صادق میرغفوریان	جهاد دانشگاهی علم و صنعت
۴	مهندس مرتضی بهادری	معاون برنامه ریزی شرکت توزیع تهران بزرگ

ردیف	نام و نام خانوادگی	موسسه
۵	مهندس فرامرز شهبازی	ایران خودرو (ساپکو)
۶	دکتر محمد امین رحیمی	مرکز همکاری های فناوری و نوآوری ریاست جمهوری
۷	دکتر مهدی عسگری	پژوهشکده علوم و فنون هسته ای
۸	دکتر منوچهر صادقیان	
۹	مهندس محمد اسکوئی	پژوهشگاه نیرو - پژوهشکده کنترل و مدیریت شبکه
۱۰	دکتر مهدی حبیبی دوست	دانشگاه تهران
۱۱	مهندس احمد فیروزی	مرکز همکاری های فناوری و نوآوری ریاست جمهوری
۱۲	مهندس سعید مرتضوی	شرکت توسعه منابع انرژی توان
۱۳	مهندس مزگان بشیری	نماینده شرکت توزیع تهران بزرگ
۱۴	مهندس پرویز افشاری	سازمان گسترش و نوسازی ایران
۱۵	مهندس مجید ضیایی مؤید	سازمان گسترش و نوسازی ایران
۱۶	مهندس حسین زیارتی	مدیر مرکز تحقیقات خودرو دانشگاه آزاد قزوین
۱۷	مهندس کیانوش پورمجیب	معاون طراحی و توسعه محصول و پلتفرم ایران خودرو
۱۸	مهندس کیوان وزیری	نماینده شرکت ایران خودرو
۱۹	مهندس محمدعلی صالحی	مرکز تحقیقات ایران خودرو

در ادامه توصیه ها و پیشنهادات خبرگان و بازیگران اصلی این فناوری را در قالب سیاست ها و اقدامات و از منظر موتورهای متفاوت نظام نوآوری و همچنین رویکردهای مرتبط با هریک از این موتورها ارائه می شود. جدول ذیل سیاست های ارائه شده توسط خبرگان با توجه به موانع توسعه فناوری خودروی برقی و بر اساس وضعیت فعلی فعالیت های نظام نوآوری را ارائه میدهد. خلاصه مطالب ارائه شده توسط خبرگان و بازیگران کلیدی ضمیمه گزارش می باشد.

## جدول ۱۵- جدول موانع و سیاستهای مرتبط با کارکرد های نظام نوآوری

فعالیت	موانع	سیاست ها
کارآفرینی	<ul style="list-style-type: none"> <li>عدم اقدامات لازم برای کاهش خطرپذیری سرمایه گذاری</li> <li>عدم وجود زیرساخت های انکوباتوری برای تجاری فناوری های درونزای خودروی برقی</li> <li>عدم وجود زیرساخت ها پشتیبانی نمایش محصولات و فناوری های خودروی برقی</li> <li>ضعف در فضای رقابتی بین تولیدکنندگان و واردکنندگان</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>دسترس پذیری و قابل قبول نمودن خروجی فناوری برای بازار</li> <li>کاهش خطرپذیری سرمایه گذاری به منظور تجاری سازی</li> <li>توسعه زیرساخت های تجاری سازی</li> <li>توسعه توان تولید داخلی</li> <li>توسعه زیرساخت های ارتباط صنعت و دانشگاه</li> </ul>
خلق و انتشار دانش	<ul style="list-style-type: none"> <li>ضعف در برنامه های آموزشی و برنامه های اکتساب فناوری های خودروی برقی و فناوری های مرتبط</li> <li>عدم شکل گیری شبکه های نرم (پایگاه های اطلاعاتی و آموزشی) برای انتشار دانش</li> <li>عدم تشکیل هاب های تکنولوژی و سرمایه گذاری های مشترک برای انتشار دانش</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>اکتساب سریع فناوری</li> <li>توسعه شبکه های نرم و اتحادهای استراتژیک</li> <li>توسعه دانش بومی تولید و بکارگیری خودروی برقی</li> </ul>
جهت دهی به سیستم	<ul style="list-style-type: none"> <li>عدم شناخت جامعه و شفافیت بسیار کم بازار نسبت به خودروی برقی</li> <li>ضعف در اجرای قوانین بازدارنده و پیشبرنده در خصوص چالش های زیست محیطی و اقتصاد انرژی خودروهای فسیلی</li> <li>ضعف در همسویی برنامه های بالادستی و برنامه های جهانی برای توسعه خودروی برقی</li> <li>ضعف در توسعه فرهنگ به کارگیری خودروی برقی</li> <li>عدم وجود استانداردهای فنی</li> <li>ضعف در قوانین و تفاهمنامه های تسهیل</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>افزایش شناخت جامعه</li> <li>تنظیم قوانین و مقررات متناسب برای رشد بازار</li> <li>هماهنگ سازی بازیگران جهانی برای همسویی با حرکت جهانی</li> <li>افزایش شناخت صنعت</li> <li>استانداردسازی و توسعه قوانین جهت ده</li> <li>نمایش اثر توسعه خودروهای برقی بر روی</li> </ul>

سیاست ها	موانع	فعالیت
<ul style="list-style-type: none"> <li>هنجارهای اجتماعی</li> <li>همسویی با حرکت جهانی و شفاف سازی بازار</li> <li>توسعه قوانین همسو ساز</li> </ul>	کننده	
<ul style="list-style-type: none"> <li>دسترس پذیری و قابل قبول نمودن خروجی فناوری برای بازار</li> <li>افزایش قابلیت اطمینان فناوری</li> <li>افزایش قابلیت رقابتی فناوری</li> <li>توسعه زیرساخت مواد اولیه و تجهیزات مکمل</li> <li>دستیابی به زیر فناوری ها</li> <li>تسهیل دستیابی به مواد اولیه و تجهیزات مکمل</li> <li>افزایش قابلیت رقابت پذیری</li> <li>افزایش قابلیت اطمینان</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>کمبود دسترسی زیرفناوری های لازم خودروی برقی</li> <li>کمبود زیر ساخت های لازم برای تأمین مواد اولیه و تجهیزات مکمل</li> <li>قابلیت پایین پذیرش محصولات فناورانه این حوزه در بازار</li> <li>عدم اطمینان کامل از مثبت بودن هزینه و فایده بکارگیری در بازار</li> <li>قابلیت رقابتی ناکافی در برابر خودروهای فسیلی</li> <li>پتانسیل متوسط موفقیت فناوری خودروی برقی در بازار به علت پایین بودن قیمت سوخت های فسیلی</li> </ul>	شکل گیری بازار
<ul style="list-style-type: none"> <li>ایجاد زیرساخت توسعه منابع و خدمات</li> <li>توسعه منابع پشتیبان و سرمایه گذاری مشترک</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>کمبود منابع انسانی فنی و علمی برای گسترش فناوری خودروی برقی</li> <li>ضعف در سرمایه گذاری برای توسعه فناوری</li> <li>عدم وجود زیرساخت های تأمین مواد اولیه ، خدمات و محصولات مکمل</li> </ul>	بسیج منابع
<ul style="list-style-type: none"> <li>همگرا سازی سازمانها و نهادها با فرآیند افزایش بهره گیری از خودرو برقی</li> <li>افزایش نفوذ بکارگیری خودروهای برقی</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>عدم وجود قوانین حمایتی و بازدارنده برای توسعه بکارگیری خودروی برقی</li> <li>عدم وجود برنامه های مناسب برای جلب مشارکت گروه های پشتیبان</li> <li>عدم اجرای اقدامات مؤثر همگراسازی بین بازیگران</li> </ul>	مشروعیت بخشی

## ۶-۱- سیاستها و اقدامات کارکرد شکل دهی به بازار در قالب موتور بازار

در سیاستهای کارکرد شکل دهی به بازار مرتبط با موتور بازار به سیاستهایی پرداخته می شود که دسترس پذیری و قابل قبول نمودن خروجی فناوری، قابلیت اطمینان فناوری و قابلیت رقابتی فناوری را در بازار افزایش دهد. برای دستیابی به هریک از این سیاستها می بایست اقداماتی تعریف شود که امکان برآورده نمودن و عملی شدن آنها را امکان پذیر نماید.

استفاده از خودروهای برقی تولید کشورهای دیگر در بخش عمومی و در بخش استفاده خصوصی لوکس، ایجاد زمینه های تحقیقاتی در زمینه فناوری های مرتبط با فناوری خودرو برقی و اجرای مشوق قانونی جهت استفاده از خودرو برقی با دیدگاه کاهش مصرف سوخت و آلاینده های موجود می شود تا امکان دسترس پذیری و قابل قبول نمودن خروجی فناوری برای بازار مهیا گردد.

از طرفی بهره گیری از مواد اولیه با کیفیت به منظور افزایش طول عمر و قابلیت اطمینان محصولات، خصوصا در اولین دوره تولید محصولات فناورانه اولویت دار، کاهش هزینه های استفاده از فناوری های بروز خودروهای برقی جهت تشویق مصرف کننده به خرید از بازار، انجام بررسی دقیق فنی - اقتصادی و بازگشت هزینه با توجه به سرمایه گذاری مورد نیاز، منجر به افزایش قابلیت اطمینان فناوری می گردد.

برای افزایش قابلیت رقابتی فناوری نیز اقداماتی از جمله ارائه بسته های حمایتی توسط بازیگران در راستای پشتیبانی از مشتری، خصوصا در اولین دوره تولید محصولات فناورانه اولویت دار، متعادل سازی رابطه "کارایی - هزینه" در مقایسه با سایر محصولات، واردات تعداد محدود خودروی برقی برای ناوگان حمل و نقل عمومی از طریق خودرو ساز به منظور انجام کلیه ارزیابی های مورد نیاز اولیه در راستای طراحی و تولید داخلی، می بایست مورد توجه قرار بگیرد.

## جدول ۱۶- سیاستها و اقدامات کارکرد شکل دهی به بازار در قالب موتور بازار

موتور بازار	
فعالیت شکل دهی به بازار	
<b>سیاست : دسترس پذیری و قابل قبول نمودن خروجی فناوری برای بازار</b>	
ردیف	اقدام
۱	استفاده از خودروهای برقی تولید کشورهای دیگر در بخش عمومی و در بخش استفاده خصوصی لوکس
۲	ایجاد زمینه های تحقیقاتی در زمینه فناوری های مرتبط با فناوری خودرو برقی
۳	اجرا مشوق قانونی جهت استفاده از خودرو برقی با دیدگاه کاهش مصرف سوخت و آلودگی
<b>سیاست : افزایش قابلیت اطمینان فناوری</b>	
ردیف	اقدام
۱	بهره گیری از مواد اولیه با کیفیت به منظور افزایش طول عمر و قابلیت اطمینان محصولات ، خصوصا در اولین دوره تولید محصولات فناورانه اولویت دار
۲	کاهش هزینه های استفاده از فناوری های بروز خودروهای برقی جهت تشویق مصرف کننده به خرید از بازار
۳	انجام بررسی دقیق فنی - اقتصادی و بازگشت هزینه با توجه به سرمایه گذاری مورد نیاز
<b>سیاست : افزایش قابلیت رقابتی فناوری</b>	
ردیف	اقدام
۱	ارائه بسته های حمایتی توسط بازیگران در راستای پشتیبانی از مشتری ، خصوصا در اولین دوره تولید محصولات فناورانه اولویت دار
۲	متعادل سازی رابطه "کارایی - هزینه" در مقایسه با سایر محصولات
۳	واردات تعداد محدود خودروی برقی برای ناوگان حمل و نقل عمومی از طریق خودرو ساز به منظور انجام کلیه ارزیابی های مورد نیاز اولیه در راستای طراحی و تولید داخلی

## ۶-۲- سیاستها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور بازار

به منظور جهت دهی به سیستم در قالب موتور بازار می بایست سیاستهایی اتخاذ نمود که منجر به افزایش شناخت جامعه، تنظیم قوانین و مقررات متناسب برای رشد بازار و هماهنگ سازی بازیگران برای همسویی با حرکت جهانی گردد. لذا در راستای امکان پذیری این سیاستها می بایست اقدامات متناسب با هر سیاست در نظر گرفته شود.

از جمله اقداماتی که منجر به افزایش شناخت جامعه می شود می توان به ساخت برنامه های رسانه ای تبلیغی و ترویجی، برگزاری نمایشگاه های تخصصی متعدد با امکان استفاده بازدیدکنندگان از محصولات و ساخت برنامه های آموزشی و تخصصی در رسانه ها اشاره نمود.

همچنین سیاست تنظیم قوانین و مقررات متناسب برای رشد بازار نیازمند اجرای قوانین سخت گیرانه در استفاده از خوروهای با سوخت فسیلی و تنظیم و اجرای قوانین تشویقی در استفاده از خودروهای برقی در حمل و نقل عمومی می باشد.

سیاست هماهنگ سازی بازیگران برای همسویی با حرکت جهانی یکی از سیاستهای مهم در این بخش میباشد که برای بروز بودن فناوری در سطح بین المللی و امکان اقدامات بعدی در خصوص صادرات باید مورد توجه قرار گیرد. اقداماتی که برای عملی شدن این سیاست لازم است عبارتند از ایجاد سازمان متولی فرابخشی هماهنگ کننده و سیاست گذار که بتواند خوروسازان، دولت و وزارتخانه های زیربنایی و سازمانهای مرتبط را هماهنگ نماید و همچنین الگوبرداری از روند توسعه این فناوری در کشور های پیشرفته.

### جدول ۱۷- سیاستها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور بازار

موتور بازار	فعالیت جهت دهی به سیستم
<b>سیاست : افزایش شناخت جامعه</b>	
ردیف	اقدام
۱	ساخت برنامه های رسانه ای تبلیغی و ترویجی
۲	برگزاری نمایشگاه های تخصصی متعدد با امکان استفاده بازدیدکنندگان از محصولات
۳	ساخت برنامه های آموزشی و تخصصی در رسانه ها
<b>سیاست : تنظیم قوانین و مقررات متناسب برای رشد بازار</b>	
ردیف	اقدام
۱	اجرای قوانین سخت گیرانه در استفاده از خوروهای با سوخت فسیلی

فعالیت جهت دهی به سیستم	موتور بازار
تنظیم و اجرای قوانین تشویقی در استفاده از خودروهای برقی در حمل و نقل عمومی	۲
<b>سیاست: هماهنگ سازی بازیگران برای همسویی با حرکت جهانی</b>	
اقدام	ردیف
ایجاد سازمان متولی فرابخشی هماهنگ کننده و سیاست گذار که بتواند خوروسازان، دولت و وزارتخانه های زیربنایی و سازمانهای مرتبط را هماهنگ نماید	۱
الگوپردازی از روند توسعه این فناوری در کشور های پیشرفته	۲

### ۳-۶- سیاست و اقدام کارکرد کارآفرینی در قالب موتور بازار

سیاستی که برای کارکرد کارآفرینی در قالب بازار تعریف میشود، دسترس پذیری و قابل قبول نمودن خروجی فناوری برای بازار می باشد. برای پایداری کارآفرینی و گسترش فعالیت های کارآفرینانه لازم است تا خروجی فناوری برای بازار قابل قبول و در دسترس باشد لذا این سیاست می بایست منجر به فعالسازی بخش خصوصی در خصوص تامین فناوری و زیرفناوری، متناسب با ایجاد مشارکت با صاحبان فناوری خارجی گردد.

#### جدول ۱۸- سیاست و اقدام کارکرد کارآفرینی در قالب موتور بازار

فعالیت کارآفرینی	موتور بازار
<b>سیاست: دسترس پذیری و قابل قبول نمودن خروجی فناوری برای بازار</b>	
اقدام	ردیف
فعالسازی بخش خصوصی در خصوص تامین فناوری و زیر فناوری متناسب با ایجاد مشارکت با صاحبان فناوری خارجی	۱



## ۴-۶- سیاست و اقدامات کارکرد بسیج منابع در قالب موتور بازار

بسیج منابع به مجموعه‌ای از فعالیت‌های مربوط به تأمین و هماهنگی ورودی‌های لازم برای توسعه‌ی نظام نوآوری اطلاق می‌شود. دسترسی به منابع مورد نیاز، یکی از ضروری‌ترین نیازهای توسعه نظام‌های نوآوری تکنولوژیک است. سیاستی که برای بسیج منابع در بخش کارآفرینی میتوان اتخاذ نمود، ایجاد زیرساخت توسعه منابع و خدمات می باشد که برای محقق شدن این سیاست اقدامات زیر ساختی از جمله احداث مراکزی در کشور که آموزش و آزمونهای لازم را جهت تعمیرات ارائه دهند، برای بسیج منابع انسانی، ارائه وام های بلند مدت در قالب لیزینک ۳۰ ساله با قیمت بسیار پایین تر از خودروهای فسیلی و حمایت های دولتی از مصرف کنندگان خودروهای برقی و تامین سرمایه در قالب وام های بلند مدت و کم بهره برای بنگاه ها و موسسات به منظور تجهیز و ایجاد زیر ساخت های لازم برای بسیج منابع مالی، می بایست انجام گیرد.

جدول ۱۹- سیاست و اقدامات کارکرد بسیج منابع در قالب موتور بازار

موتور بازار	فعالیت بسیج منابع
سیاست: ایجاد زیرساخت توسعه منابع و خدمات	
ردیف	اقدام
۱	احداث مراکزی در کشور که آموزش و آزمونهای لازم را جهت تعمیرات ارائه دهند
۲	ارائه وام های بلند مدت در قالب لیزینک ۳۰ ساله با قیمت بسیار پایین تر از خودروهای فسیلی و حمایت های دولتی از مصرف کنندگان خودروهای برقی
۳	تامین سرمایه در قالب وام های بلند مدت و کم بهره برای بنگاه ها و موسسات به منظور تجهیز و ایجاد زیر ساخت های لازم

## ۵-۶- سیاست و اقدام کارکرد مشروعیت بخشی در قالب موتور ساختار دهی

مشروعیت بخشی به دنبال ایجاد مقبولیت اجتماعی برای فناوری جدید می باشد و می بایست منجر به تغییر نهادهای موجود در جامعه و همراستا شدن آنها با نیازهای بازیگران موجود در نظام مورد نظر گردد. سیاستی که برای مشروعیت بخشی میبایست اتخاذ گردد باید عامل جلوگیری کننده از مخالفت بازیگرانی باشد که دارای منافع در فناوری های کنونی هستند. بنابراین همگرا سازی سازمانها و نهادها با فرآیند افزایش بهره گیری از خودرو برقی به عنوان سیاست اصلی این کارکرد باید در توسعه

ی فناوری مانند یک کاتالیزگر عمل می‌کند و به فرایند توسعه‌ی نظام نوآوری سرعت می‌بخشد. اقدامات لازم برای جاری سازی این سیاست در قالب ساختار دهی عبارتند از تدوین برنامه و طرح در زمینه تولید و استفاده از خودروهای برقی در سطح ملی و ابلاغ آن به دستگاه های ذیربط جهت تبلیغ ، حمایت ، اجرا و پایش طرح یاد شده ، فعالسازی هریک از نهادها با شناسایی اثرات مفید بکارگیری خودروی برقی در عملکرد آنها و ایجاد سازمان متولی فرابخشی هماهنگ کننده و سیاست گذار که بتواند خوروسازان ، دولت و وزارتخانه های زیربنایی و سازمانهای مرتبط را هماهنگ نماید.

#### جدول ۲۰- سیاست و اقدامات کارکرد مشروعیت بخشی در قالب موتور ساختاردهی

موتور ساختاردهی	فعالیت مشروعیت بخشی
<b>سیاست : همگرا سازی سازمانها و نهادها با فرآیند افزایش بهره گیری از خودرو برقی</b>	
ردیف	اقدام
۱	تدوین برنامه و طرح در زمینه تولید و استفاده از خودروهای برقی در سطح ملی و ابلاغ آن به دستگاه های ذیربط جهت تبلیغ ، حمایت ، اجرا و پایش طرح یاد شده
۲	فعالسازی هریک از نهادها با شناسایی اثرات مفید بکارگیری خودروی برقی در عملکرد آنها
۳	ایجاد سازمان متولی فرابخشی هماهنگ کننده و سیاست گذار که بتواند خوروسازان ، دولت و وزارتخانه های زیربنایی و سازمانهای مرتبط را هماهنگ نماید

#### ۶-۶- سیاست و اقدامات کارکرد شکل دهی به بازار در قالب موتور ساختار دهی

برای شکل دهی به بازار از طریق ساختار دهی باید از سیاستی بهره گرفت که رقابت پذیری فناوری نوظهور نسبت به فناوری های موجود در عرصه ی بازار را افزایش داده و قابلیت هایی نظیر قابلیت فنی ، اقتصادی و بازار را تقویت نموده و زمینه نفوذ فناوری در بازار را ارتقا دهد . بنابراین سیاست مناسب برای این کارکرد در بخش ساختار دهی می توان توسعه زیرساخت مواد اولیه و تجهیزات مکمل باشد . برای اجرای این سیاست نیز اقداماتی از قبیل حمایت و تسهیل فرآیند واردات و بومی سازی مواد اولیه و تجهیزات مورد نیاز در خودرو و همچنین تجهیز قطعه سازان در جهت تامین مواد و قطعات مورد نیاز خودرو برقی ، مورد نیاز می باشد.

## جدول ۲۱- سیاست و اقدامات کارکرد شکل دهی به بازار در قالب موتور ساختاردهی

فعالیت شکل دهی بازار	موتور ساختاردهی
<b>سیاست : توسعه زیرساخت مواد اولیه و تجهیزات مکمل</b>	
اقدام	ردیف
حمایت و تسهیل فرآیند واردات و بومی سازی مواد اولیه و تجهیزات مورد نیاز در خودرو	۱
تجهیز قطعه سازان در جهت تامین مواد و قطعات مورد نیاز خودرو برقی	۲

## ۶-۷- سیاستها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور ساختار دهی

به منظور گزینش و محدود کردن گزینه های موجود در ارتباط با فناوری ، کاربرد آن و همچنین بازار فناوری در سطوح مختلف از سیاستهای متناسب با جهت دهی استفاده می شود . از طرفی این سیاستها باید به شکلی طراحی گردد که منجر به فعال نمودن موتور ساختاردهی گردد . از این رو فعالیتهای تنظیمی ، شناختی و هنجاری مرتبط با این کارکرد در قالب سیاستهای افزایش شناخت صنعت از فناوری و استانداردسازی و توسعه قوانین جهت ده طراحی و تبیین می گردد.

اقداماتی که برای افزایش شناخت صنعت از فناوری میتواند به اجرا در بیاید عبارتند از برگزاری همایش با مسئولان حاکی از رقبت دولت به سرمایه گذاری و خدمات لازم در استفاده از خودروهای برقی ، برگزاری نمایشگاه های تخصصی ، پخش برنامه های علمی در خصوص مسیر پیموده شده و یا تجربه موفق و ناموفق سایر کشورها و ابلاغ رسمی به رسانه های جمعی به صورت فراگیر در زمینه شناخت فناوری.

از طرفی استانداردسازی خودروهای برقی ، طرح بررسی نیازها و استانداردهای زیرساختی وزارت نیرو برای پشتیبانی از توسعه استفاده از خودروی برقی ، تدوین قوانین هماهنگی بین بخشی در میان دستگاه های دخیل در امر تولید ، توزیع ، خدمات و نظارتی و اطلاع رسانی گسترده در سطح عمومی در خصوص قوانین موجود ، از جمله اقداماتی هستند که برای عملی شدن سیاست استاندارد سازی و توسعه قوانین جهت ده مورد نیاز می باشد.

## جدول ۲۲- سیاستها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور ساختاردهی

موتور ساختاردهی		فعالیت جهت دهی به سیستم
<b>سیاست : افزایش شناخت صنعت</b>		
ردیف	اقدام	
۱	برگزاری همایش با مسئولان حاکی از رقبت دولت به سرمایه گذاری و خدمات لازم در استفاده از خودروهای برقی	
۲	برگزاری نمایشگاه های تخصصی	
۳	پخش برنامه های علمی در خصوص مسیر پیموده شده و یا تجربه موفق و ناموفق سایر کشورها	
۴	ابلاغ رسمی به رسانه های جمعی به صورت فراگیر در زمینه شناخت فناوری	
<b>سیاست : استانداردسازی و توسعه قوانین جهت ده</b>		
ردیف	اقدام	
۱	استانداردسازی خودروهای برقی	
۲	طرح بررسی نیازها و استانداردهای زیرساختی وزارت نیرو برای پشتیبانی از توسعه استفاده از خودروی برقی	
۳	تدوین قوانین هماهنگی بین بخشی در میان دستگاه های دخیل در امر تولید ، توزیع ، خدمات و نظارتی	
۴	اطلاع رسانی گسترده در سطح عمومی در خصوص قوانین موجود	

## ۶-۸- سیاست و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور ساختار دهی

کارآفرینی می بایست منجر به تبدیل دانش فنی به کسب و کارهای جدید گردد . لذا تجاری سازی فناوری و ایجاد کارآفرینی در قالب موتور ساختاردهی نیازمند سیاستی ساختاری می باشد که مسیر کارآفرین را برای توسعه فعالیت های خود هموار نموده و خطرپذیری سرمایه گذاری را برای او کاهش دهد .

اقداماتی که برای کاهش خطرپذیری سرمایه گذاری به منظور تجاری سازی باید صورت بگیرد به صورت کمک های دولتی در قالب وام و یا کاهش مالیات های صنایع خودروسازی ، زمینه سازی برای بهره گیری مراکز علمی و صنعتی فعال در زمینه فناوری خودروهای برقی ، تدوین قوانین هماهنگی بین بخشی در میان دستگاه های دخیل در امر تولید ، توزیع ، خدمات و نظارتی و اطلاع رسانی گسترده در سطح عمومی در خصوص قوانین موجود ، طرح ریزی می گردد.

## جدول ۲۳- سیاست و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور ساختاردهی

موتور ساختاردهی	فعالیت کارآفرینی
سیاست: کاهش خطرپذیری سرمایه گذاری به منظور تجاری سازی	
ردیف	اقدام
۱	کمک های دولتی در قالب وام و یا کاهش مالیات های صنایع خودروسازی
۲	زمینه سازی برای بهره گیری مراکز علمی و صنعتی فعال در زمینه فناوری خودروهای برقی
۳	تدوین قوانین هماهنگی بین بخشی در میان دستگاه های دخیل در امر تولید، توزیع، خدمات و نظارتی
۴	اطلاع رسانی گسترده در سطح عمومی در خصوص قوانین موجود

## ۶-۹- سیاستها و اقدامات کارکرد شکل دهی به بازار در قالب موتور کارآفرینی

یکی از مهمترین کارکردها در موتور کارآفرینی، شکل دهی به بازار می باشد. سیاست های اتخاذ شده باید منجر به افزایش قابلیت های فنی، اقتصادی و بازار شده و موجب تحرک بیشتر موتور کارآفرینی گردد. این سیاست ها در واقع، فناوری را با تقویت قابلیت های اشاره شده در مسیر رشد و توسعه قرار می دهد.

دستیابی به زیر فناوری ها یکی از سیاستهای شکل دهی به بازار می باشد که می توان از طریق برگزاری سمینارها جهت تبادل اطلاعات در خصوص زیر فناوری های خودرو برقی و ایجاد بانک اطلاعات خاص و قابل دسترس زیر فناوری های خودرو برقی برای بنگاه های مرتبط با این صنعت، به آن دست یافت.

از دیگر سیاستهای مورد نیاز این کارکرد تسهیل دستیابی به مواد اولیه و تجهیزات مکمل می باشد که با شناسایی و فعالسازی شرکت های داخلی در تامین مواد اولیه و کاهش وابستگی به منابع خارجی امکان پذیر می شود.

همچنین بهره گیری از مواد اولیه با کیفیت به منظور افزایش طول عمر و قابلیت اطمینان محصولات و انجام بررسی دقیق فنی - اقتصادی و بازگشت هزینه برای سرمایه گذاری بخش خصوصی از اقداماتی می باشد که برای عملی نمودن سیاست

افزایش قابلیت اطمینان مورد نیاز می باشد.

و نهایتاً افزایش قابلیت رقابت پذیری که از طریق اقداماتی نظیر ایجاد فضای رقابتی بین تولیدکنندگان و وارد کنندگان خودروهای برقی، ایجاد فضای رقابتی بین بازار خودروی برقی و خودروی های با سوخت فسیلی، طراحی و توسعه شبکه ارزش مناسب برای توسعه بخش خصوصی و تعیین معافیت های دولتی یا میزان مشارکت بر اساس حجم تولید امکان پذیر خواهد شد.

#### جدول ۲۴- سیاستها و اقدامات کارکرد شکل دهی به بازار در قالب موتور کارآفرینی

موتور کارآفرینی	فعالیت شکل دهی بازار
<b>سیاست : دستیابی به زیر فناوری ها</b>	
ردیف	اقدام
۱	برگزاری سمینار ها جهت تبادل اطلاعات در خصوص زیر فناوری های خودرو برقی
۲	ایجاد بانک اطلاعات خاص و قابل دسترس زیر فناوری های خودرو برقی برای بنگاه های مرتبط با این صنعت
<b>سیاست : تسهیل دستیابی به مواد اولیه و تجهیزات مکمل</b>	
ردیف	اقدام
۱	شناسایی و فعالسازی شرکت های داخلی در تامین مواد اولیه و کاهش وابستگی به منابع خارجی
<b>سیاست : افزایش قابلیت اطمینان</b>	
ردیف	اقدام
۱	بهره گیری از مواد اولیه با کیفیت به منظور افزایش طول عمر و قابلیت اطمینان محصولات
۲	انجام بررسی دقیق فنی - اقتصادی و بازگشت هزینه برای سرمایه گذاری بخش خصوصی
<b>سیاست : افزایش قابلیت رقابت پذیری</b>	
ردیف	اقدام
۱	ایجاد فضای رقابتی بین تولیدکنندگان و وارد کنندگان خودروهای برقی
۲	ایجاد فضای رقابتی بین بازار خودروی برقی و خودروی های با سوخت فسیلی
۳	طراحی و توسعه شبکه ارزش مناسب برای توسعه بخش خصوصی
۴	تعیین معافیت های دولتی یا میزان مشارکت بر اساس حجم تولید

## ۶-۱۰- سیاستها و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور کارآفرینی

اصلی ترین کارکرد موتور کارآفرینی، کارکرد کارآفرینی می باشد. همانطور که پیش از این نیز گفته شد دو کارکرد اصلی کارآفرینی، ایجاد فرصت های کاری جدید و شناساندن فرصت های کاری جدید می باشد. سیاستهایی که برای تحقق این مهم می بایست در نظر گرفت شامل دو سیاست اصلی توسعه زیرساختهای تجاری سازی و توسعه توان تولید داخلی می باشد و برای تحقق این دو سیاست اقداماتی ضروری می باشد که باید به انجام برسد.

در خصوص سیاست توسعه زیرساختهای تجاری سازی اقداماتی نظیر توسعه کمک های دولتی در قالب وام و یا کاهش مالیات های صنایع خودروسازی، بسترسازی برای فرآیند تجاری سازی با بهره گیری از تجربیات پروژه های دیگر مانند پروژه دوگانه سوز کردن خودروها، طراحی و توسعه زنجیره فروش و توزیع خودرو، تدوین استانداردهای لازم در زمینه تجاری سازی خودروهای برقی در داخل کشور و ایجاد زیرساخت نمایشگاه های تخصصی و فن بازارها با فعالسازی و مشارکت بخش خصوصی، مراکز تحقیقاتی و صنعتی لازم به نظر می رسد.

از سوی دیگر توانمندسازی (مالی، فنی) شرکت های قطعه ساز برای تولید قطعات خودروی برقی، طراحی و اجرای پروژه های مشترک توسعه با شرکت های پیشرو در جهان و ایجاد زیرساخت های لازم و امکانات مورد نیاز برای توسعه خودروی برقی مانند ایستگاه شارژ و سایر امکانات و تجهیزات لازم، اقداماتی می باشد که برای تحقق سیاست توسعه توان تولید داخلی ضروری می باشد.

### جدول ۲۵- سیاستها و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور کارآفرینی

فعالیت کارآفرینی	موتور کارآفرینی
سیاست: توسعه زیرساخت های تجاری سازی	
اقدام	ردیف
توسعه کمک های دولتی در قالب وام و یا کاهش مالیات های صنایع خودروسازی	۱
بسترسازی برای فرآیند تجاری سازی با بهره گیری از تجربیات پروژه های دیگر مانند پروژه دوگانه سوز کردن خودروها	۲
طراحی و توسعه زنجیره فروش و توزیع خودرو	۳
تدوین استانداردهای لازم در زمینه تجاری سازی خودروهای برقی در داخل کشور	۴
ایجاد زیرساخت نمایشگاه های تخصصی و فن بازارها با فعالسازی و مشارکت بخش خصوصی، مراکز تحقیقاتی و صنعتی	۵

سیاست : توسعه توان تولید داخلی	
ردیف	اقدام
۱	توانمندی سازی (مالی، فنی) شرکت های قطعه ساز برای تولید قطعات خودروی برقی
۲	طراحی و اجرای پروژه های مشترک توسعه با شرکت های پیشرو در جهان
۳	ایجاد زیرساخت های لازم و امکانات مورد نیاز برای توسعه خودروی برقی مانند ایستگاه شارژ و سایر امکانات و تجهیزات لازم

### ۶-۱۱- سیاستها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور کارآفرینی

همانطور که پیش از این نیز گفته شد فعالیت های می بایست منجر به ایجاد، تغییر و یا از میان برداشتن نهادهای موجود در سیستم شده و از طرفی موجب تحرک موتور کارآفرینی گردد. سیاستهایی همچون نمایش اثر توسعه خودروهای برقی بر روی هنجارهای اجتماعی، همسویی با حرکت جهانی و شفاف سازی بازار و توسعه قوانین همسوساز می تواند موجب دستیابی به اهداف اصلی این کارکرد گردد.

اقدامات لازم برای نمایش اثر توسعه خودروهای برقی بر روی هنجارهای اجتماعی عبارتند از استفاده بیشتر از قوانین پیش برنده و تلاش برای بهبود هنجارهای اجتماعی بر مبنای استفاده از ناوگان حمل و نقل عمومی، تعیین میزان مالیات و حق بیمه بر اساس میزان آلایندهی خودرو، بکارگیری قوانین پیش برنده برای استفاده از وسایل نقلیه مبتنی بر سوخت های کم آلاینده و صرفه جویی در مصرف سوخت و مشارکت اهل فن و متخصصان در تهیه برنامه های رسانه ای در جهت استفاده از خودروی برقی در جهت فرهنگ سازی در قالب آیتیم های روتین.

در خصوص اجرای سیاست همسویی با حرکت جهانی و شفاف سازی بازار نیز اقداماتی لازم است که می بایست مورد توجه قرار بگیرد همچون تهیه نقشه توسعه ایستگاه های شارژ برقی و گسترش آن طبق برنامه پیش بینی، بازنگری نقشه راه توسعه خودروهای برقی، توسعه ساختارهای پشتیبان و سمن<sup>۱</sup>ها برای ایجاد ارتباط فنی با کشورها و بازارهای پیشرو و نهایتاً نظرسنجی و تبلیغ هدفمند این نوع خودروها و بهره گیری هدفمند آنها در راستای شناساندن و تبلیغ خودروهای یاد شده.

<sup>۱</sup> سازمان های مردم نهاد



تدوین قوانین و مقررات تسهیل کننده در این زمینه ، هماهنگی بین بخشی در میان دستگاه های دخیل در امر تولید ، توزیع ،

خدمات و نظارتی نیز اقدامیست که برای اجرایی شدن سیاست توسعه قوانین همسوساز باید به آن توجه نمود.

## جدول ۲۶- سیاستها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور کارآفرینی

موتور کارآفرینی	فعالیت جهت دهی به سیستم
سیاست : نمایش اثر توسعه خودروهای برقی بر روی هنجارهای اجتماعی	
ردیف	اقدام
۱	استفاده بیشتر از قوانین پیش برنده و تلاش برای بهبود هنجارهای اجتماعی بر مبنای استفاده از ناوگان حمل و نقل عمومی
۲	تعیین میزان مالیات و حق بیمه بر اساس میزان آلایندهی خودرو
۳	بکارگیری قوانین پیش برنده برای استفاده از وسایل نقلیه مبتنی بر سوخت های کم آلاینده و صرفه جویی در مصرف سوخت
۴	مشارکت اهل فن و متخصصان در تهیه برنامه های رسانه ای در جهت استفاده از خودروی برقی در جهت فرهنگ سازی در قالب آیتم های روتین
سیاست : همسویی با حرکت جهانی و شفاف سازی بازار	
ردیف	اقدام
۱	تهیه نقشه توسعه ایستگاه های شارژ برقی و گسترش آن طبق برنامه پیش بینی
۲	بازنگری نقشه راه توسعه خودروهای برقی
۳	توسعه ساختارهای پشتیبان و سمن ها برای ایجاد ارتباط فنی با کشورهای و بازارهای پیشرو
۴	نظرسنجی و تبلیغ هدفمند این نوع خودروها و بهره گیری هدفمند آنها در راستای شناساندن و تبلیغ خودروهای یاد شده
سیاست : توسعه قوانین همسوساز	
ردیف	اقدام
۱	تدوین قوانین و مقررات تسهیل کننده در این زمینه ، هماهنگی بین بخشی در میان دستگاه های دخیل در امر تولید ، توزیع ، خدمات و نظارتی

## ۶-۱۲- سیاست و اقدامات کارکرد مشروعیت بخشی در قالب موتور کارآفرینی

سیاستی که برای به حرکت درآوردن موتور کارآفرینی از طریق کارکرد مشروعیت بخشی می توان در نظر گرفت ، افزایش نفوذ بکارگیری خودروهای برقی می باشد که برای تحقق این سیاست می بایست ابتدا نفوذ گروه های پشتیبان با حمایت های گسترده رسانه ای افزایش یافته و همچنین بکارگیری خودروهای برقی در برنامه های توسعه کشور برای حمایت بخش خصوصی ، ابلاغ و گنجانده شود.

## جدول ۲۷- سیاست و اقدامات کارکرد مشروعیت بخشی در قالب موتور کارآفرینی

موتور کارآفرینی		فعالیت مشروعیت بخشی
سیاست : افزایش نفوذ بکارگیری خودروهای برقی		
ردیف	اقدام	
۱	افزایش نفوذ گروه های پشتیبان با حمایت های گسترده رسانه ای	
۲	ابلاغ و گنجاندن بکارگیری خودروهای برقی در برنامه های توسعه کشور برای حمایت بخش خصوصی	

## ۶-۱۳- سیاستها و اقدامات کارکرد خلق و انتشار دانش در قالب موتور کارآفرینی

تمامی فعالیتهایی که در فرآیند یادگیری قرار دارند جزئی از کارکرد خلق دانش هستند . از سوی دیگر مجموعه ای از فعالیتها با هدف تسهیم و به اشتراک گذاری دانش و اطلاعات در میان بازیگران مختلف نیز از کارکرد انتشار دانش را تشکیل می دهند . سیاستهایی که یاریگر تحرک موتور کارآفرینی از طریق این دو کارکرد باشند هدف این بخش می باشد . سیاستی مانند اکتساب سریع فناوری که از طریق اقداماتی نظیر انتقال تکنولوژی به همراه دانش فنی مربوطه ، سیاستگذاری و حمایت از دانشگاه ها و صنعت و ایجاد ارتباط بین آنها در زمینه خلق دانش فنی مشترک با کشورهای پیشرفته و همچنین سیاستگذاری و حمایت از مراکز علمی و صنعتی در جهت ایجاد دانش فنی در این زمینه ، بهره گیری از مشاوره های فنی و تخصصی از دانشگاه ها و مراکز صنعتی خارج از کشور ، امکان پذیر می شود.

علاوه بر این توسعه شبکه های نرم و اتحادهای استراتژیک نیز از سیاستهای هماهنگ با این کارکرد ها می باشد که موجب تحرک موتور کارآفرینی می شود و با ایجاد شبکه ها و پایگاه های داده ای در قالب آموزش و آشنایی با فناوری خودرو برقی ممکن می شود.

## جدول ۲۸- سیاستها و اقدامات کارکرد خلق و انتشار دانش در قالب موتور کارآفرینی

موتور کارآفرینی		فعالیت خلق و انتشار دانش
سیاست: اکتساب سریع فناوری		
ردیف	اقدام	
۱	انتقال تکنولوژی به همراه دانش فنی مربوطه	
۲	سیاستگذاری و حمایت از دانشگاه ها و صنعت و ایجاد ارتباط بین آنها در زمینه خلق دانش فنی مشترک با کشورهای پیشرفته	
۳	سیاستگذاری و حمایت از مراکز علمی و صنعتی در جهت ایجاد دانش فنی در این زمینه، بهره گیری از مشاوره های فنی و تخصصی از دانشگاه ها و مراکز صنعتی خارج از کشور	
سیاست: توسعه شبکه های نرم و اتحادهای استراتژیک		
ردیف	اقدام	
۱	ایجاد شبکه ها و پایگاه های داده ای در قالب آموزش و آشنایی با فناوری خودرو برقی	

## ۶-۱۴- سیاست و اقدامات کارکرد بسیج منابع در قالب موتور کارآفرینی

همانطور که پیش از این نیز گفته شد دسترسی به منابع مورد نیاز، یکی از ضروری ترین نیازهای توسعه نظام نوآوری فناوری است. در واقع یکی از مهمترین عوامل محرک موتور کارآفرینی، سیاستی می باشد که بتواند منجر به بسیج منابع گردد و اقداماتی که در راستای این سیاست به انجام می رسد باعث می شود که چرخه کلی نظام نوآوری به فعالیت خود ادامه دهد.

سیاستی که بتواند ما را به این هدف نزدیک کند می بایست سیاستی توسعه ای در جهت گسترش منابع پشتیبان و سرمایه گذاری های مشترک باشد و با اقداماتی همچون افزایش منابع انسانی با تعریف پروژه های جدید و صنعتی، تعریف پروژه های جدید در زمینه فناوری خودروی برقی و ایستگاه های در سطوح مختلف (دانشگاه، آموزشگاه های فنی و حرفه ای، مراکز تحقیقاتی و ...)، مشارکت در تولید و تامین قطعات اصلی و خدمات پس از فروش، شناسایی شرکت های معتبر در زمینه قطعات اولیه و زیرساخت خودروهای برقی و ایجاد تسهیلات برای ورود در این حوزه و ایجاد تسهیلات قانونی و حقوقی جهت ارتباط با سازنده های خارجی و بهره گیری از مشاوره با آنها در زمینه انتقال تکنولوژی و دانش فنی قطعات و تجهیزات، مورد پشتیبانی قرار گرفته و به اجرا در بیاید.

## جدول ۲۹- سیاست و اقدامات کارکرد بسیج منابع در قالب موتور کارآفرینی

موتور کارآفرینی	فعالیت بسیج منابع
سیاست: توسعه منابع پشتیبان و سرمایه گذاری مشترک	
ردیف	اقدام
۱	افزایش منابع انسانی با تعریف پروژه های جدید و صنعتی
۲	تعریف پروژه های جدید در زمینه فناوری خودروی برقی و ایستگاه های در سطوح مختلف (دانشگاه، آموزشگاه های فنی و حرفه ای، مراکز تحقیقاتی و ...)
۳	مشارکت در تولید و تامین قطعات اصلی و خدمات پس از فروش
۴	شناسایی شرکت های معتبر در زمینه قطعات اولیه و زیرساخت خودروهای برقی و ایجاد تسهیلات برای ورود در این حوزه
۵	ایجاد تسهیلات قانونی و حقوقی جهت ارتباط با سازنده های خارجی و بهره گیری از مشاوره با آنها در زمینه انتقال تکنولوژی و دانش فنی قطعات و تجهیزات

## ۶-۱۵- سیاست و اقدامات کارکرد خلق و انتشار دانش در قالب موتور علم و دانش

سیاستی که برای فعال سازی موتور علم و دانش در نظر گرفته می شود باید موجب توسعه دانش تولید بومی و همچنین بکارگیری خودرو برقی گردد. اجرای این سیاست نیز با اقداماتی باید همراه باشد که هدف اصلی سیاست یعنی تحرک موتور علم و دانش را محقق سازد. اقداماتی که برای به اجرا در آمدن سیاست لازم است، اقداماتی نظیر سیاست گذاری و حمایت از مراکز علمی و صنعتی در جهت ایجاد دانش فنی مرتبط با خودروی برقی، افزایش مطالعات در راستای بهینه سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه ساخت مبتنی بر استفاده خودروی برقی، تشکیل انجمن علمی نهادهای مرتبط (خودروساز، قطعه ساز و ...)، بهره برداری از دانش فناوری بواسطه الگوبرداری از شرکت های موفق جهانی، ایجاد پایگاه های داده ای از قابلیت ها و توانمندی های موجود در زمینه فناوری خودرو برقی در مراکز آموزشی و پژوهشی و ...، ایجاد دانشگاه خودرو الکتریکی دارای رشته های مکانیک و برق مرتبط با خودروهای الکتریکی و نهایتاً توسعه راهکارها و الگو های مناسب برای بومی سازی دانش کسب شده در فناوری های خودروی برقی می باشد.

### جدول ۳۰- سیاست و اقدامات کارکرد خلق و انتشار دانش در قالب موتور علم و دانش

موتور علم و دانش	فعالیت خلق و انتشار دانش
سیاست: توسعه دانش بومی تولید و بکارگیری خودروی برقی	
ردیف	اقدام
۱	سیاست گذاری و حمایت از مراکز علمی و صنعتی در جهت ایجاد دانش فنی مرتبط با خودروی برقی
۲	افزایش مطالعات در راستای بهینه سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه ساخت مبتنی بر استفاده خودروی برقی
۳	تشکیل انجمن علمی نهادهای مرتبط (خودروساز، قطعه ساز و ...)
۴	بهره برداری از دانش فناوری بواسطه الگوبرداری از شرکت های موفق جهانی
۵	ایجاد پایگاه های داده ای از قابلیت ها و توانمندی های موجود در زمینه فناوری خودرو برقی در مراکز آموزشی و پژوهشی و ..
۶	ایجاد دانشگاه خودرو الکتریکی دارای رشته های مکانیک و برق مرتبط با خودروهای الکتریکی
۷	توسعه راهکارها و الگو های مناسب برای بومی سازی دانش کسب شده در فناوری های خودروی برقی

## ۶-۱۶- سیاست و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور علم و دانش

هدف اصلی فعالیت های کارآفرینی تبدیل دانش فنی موجود به کسب و کارهای جدید و در نتیجه لازمه ی فعالیت کارآفرینی ، وجود دانش فنی می باشد . در حقیقت فعالیتهای کارآفرینانه موجب تمایز یک نظام نوآوری با نظام تحقیقات می شود . از طرفی فعالیتهای کارآفرینی می تواند منجر به شکلگیری دانشهای جدید از فناوری موجود گردد . لذا می توان گفت توسعه ی دانش لازمه ی انجام فعالیتهای کارآفرینانه است و از سوی دیگر فعالیتهای کارآفرینانه با افزایش دانش فنی در رابطه با فناوری همراه است .

سیاستی که برای تحرک موتور علم و دانش از طریق فعالیت کارآفرینی لازم می باشد ، سیاستی است که موجب توسعه زیرساخت های ارتباط صنعت و دانشگاه گردد . اجرای این سیاست و محقق شدن آن نیز با اقداماتی همچون ایجاد کریدورهای توسعه فناوری خودروی برقی در پارک های علم و فناوری و مراکز رشد ، استفاده از تسهیلات شرکت های دانش بنیان برای توسعه فناوری های خودروی برقی ، توسعه راهکارها و الگوهای مناسب برای بومی سازی دانش کسب شده در فناوری های خودروی برقی ، برگزاری سمینارها و کنفرانس های علمی و تخصصی با مشارکت صنعت امکان پذیر می شود.

### جدول ۳۱- سیاست و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور علم و دانش

موتور علم و دانش	فعالیت کارآفرینی
سیاست : توسعه زیرساخت های ارتباط صنعت و دانشگاه	
ردیف	اقدام
۱	ایجاد کریدورهای توسعه فناوری خودروی برقی در پارک های علم و فناوری و مراکز رشد
۲	استفاده از تسهیلات شرکت های دانش بنیان برای توسعه فناوری های خودروی برقی
۳	توسعه راهکارها و الگوهای مناسب برای بومی سازی دانش کسب شده در فناوری های خودروی برقی
۴	برگزاری سمینارها و کنفرانس های علمی و تخصصی با مشارکت صنعت

## ۶-۱۷- نتیجه گیری

در این فصل با تحلیل رویکرد مناسب به نظام نوآوری فناورانه در راستای فناوری خودرو برقی به بررسی انواع موتورهای محرک این نظام پرداخته و کارکردهای متناسب با هر موتور را مورد شناسایی قرار دادیم. در ادامه با تحلیل نظرات خبرگان که در قالب کمیته راهبری ما را در این سند همراهی نمودند، اقدامات مناسب را برای هر کارکرد مورد بررسی قرار دادیم. در نهایت اقدامات و سیاست های مورد نیاز برای دستیابی به چشم انداز و اهداف کلان در قالب موتورهای محرک نظام نوآوری فناورانه و کارکردهای تاثیرگذار بر هر موتور محرک شناسایی و اقدامات مورد نیاز به تفکیک سیاست ها مشخص گردید.





## مراجع

## مراجع

- ۱- کتاب "موتورهای محرک نوآوری چارچوبی خلاقانه برای تحلیل پویایی نظامهای نوآوری فناورانه" نوشته ناصر باقری مقدم، سید مسلم موسوی درچه، مسعود نصری و عنایت الله معلمی سال چاپ ۱۳۹۳
- ۲- سند ملی چشم انداز بیست ساله جمهوری اسلامی ایران
- ۳- سند ملی محیط زیست جمهوری اسلامی ایران
- ۴- "نقشه جامع علمی کشور"، دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، وزارت آموزش و پرورش، مجلس شورای اسلامی، خردادماه ۱۳۹۰.
- ۵- سند بین المللی چشم انداز فناوری انرژی
- ۶- سند بین المللی ریو + ۲۰
- ۷- نقشه راه بین المللی تکنولوژی خودرو برقی
- ۸- اطلاعات حمل و نقل و انرژی کشور در سال ۹۰ پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی
- ۹- ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۱ - وزارت نیرو - معاونت امور برق و انرژی - دفتر برنامه ریزی برق و انرژی
- ۱۰- [www.globalelectricvehicle.com](http://www.globalelectricvehicle.com)
- ۱۱- [emc-mec.ca](http://emc-mec.ca)
- ۱۲- [www.iea.org](http://www.iea.org)
- ۱۳- [www.china-greentech.com](http://www.china-greentech.com)

## فهرست مطالب

بخش اول.....	۱
<b>فصل اول مبانی تدوین برنامه عملیاتی.....</b>	<b>۲</b>
۱- مبانی تدوین برنامه عملیاتی.....	۳
۱-۱- مبنای شکستن اقدامات.....	۳
۲-۱- ابزارهای شکستن اقدامات.....	۴
۳-۱- فرآیند تعریف پروژهها و فعالیتها.....	۶
<b>فصل دوم.....</b>	<b>۳۲</b>
<b>تدوین پروژههای اجرایی.....</b>	<b>۳۲</b>
۲- تدوین پروژههای اجرایی.....	۳۳
۱-۲- بودجه ریزی و زمان بندی.....	۳۷
۲-۲- تقسیم کار ملی (نگاشت نهادی مطلوب).....	۳۹
۳-۲- ترسیم نقشه راه.....	۴۵
۴-۲- سرفصل های پیشنهادی برای سایر بازیگران.....	۵۴
۱-۴-۲- وزارت کشور.....	۵۴
۲-۴-۲- وزارت راه و ترابری.....	۵۴
۳-۴-۲- وزارت صمت.....	۵۵
۴-۴-۲- وزارت نفت.....	۵۶
۵-۴-۲- مجلس.....	۵۶
۶-۴-۲- مرکز توسعه فن آوری زیرساخت خودرو برقی.....	۵۷

- ۲-۴-۷- اداره استاندارد..... ۵۹
- ۲-۴-۸- متولیان هزینه های قانونی (بیمه ها و اداره مالیات ... )..... ۵۹
- ۲-۴-۹- دارنده خارجی فناوری ..... ۶۰
- ۲-۴-۱۰- تسهیلاتگران فناوری ..... ۶۰
- ۲-۴-۱۱- بانک ها و صندوق های مالی ..... ۶۱
- ۲-۴-۱۲- رسانه های جمعی ..... ۶۱
- ۲-۴-۱۳- انجمن ها و ستادها ..... ۶۲
- ۲-۴-۱۴- قطعه سازان ..... ۶۳
- ۲-۴-۱۵- واردکنندگان ..... ۶۴
- ۲-۴-۱۶- سازندگان ..... ۶۴
- ۲-۴-۱۷- شهرداری و شورای شهر ..... ۶۶
- ۲-۴-۱۸- پلیس راهور ..... ۶۷
- ۲-۴-۱۹- پژوهشگاه ها و مراکز تحقیقاتی ..... ۶۷
- ۲-۴-۲۰- وزارت علوم و دانشگاه ها ..... ۶۸
- ۲-۴-۲۱- محیط زیست ..... ۶۹
- ۲-۵- نتیجه گیری ..... ۷۰

## فهرست شکل‌ها

شکل (۱-۲) نقشه راه طرح‌های مرتبط با وزارت نیرو در توسعه فن‌آوری خودرو برقی ..... ۵۵

## فهرست جدول‌ها

۸	جدول (۱-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور بازار.....
۸	جدول (۲-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور بازار.....
۹	جدول (۳-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد بسیج منابع در قالب موتور بازار.....
۹	جدول (۴-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد مشروعیت بخشی در قالب موتور ساختاردهی.....
۱۰	جدول ۱-۲ سیاست‌ها و اقدامات کارکرد شکل دهی بازار در قالب موتور ساختاردهی.....
۱۰	جدول (۶-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور ساختاردهی.....
۱۱	جدول (۷-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور ساختاردهی.....
۱۱	جدول (۸-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد شکل دهی به بازار در قالب موتور کارآفرینی.....
۱۲	جدول (۹-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور کارآفرینی.....
۱۳	جدول (۱۰-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور کارآفرینی.....
۱۳	جدول (۱۱-۱) سیاست و اقدامات کارکرد مشروعیت بخشی در قالب موتور کارآفرینی.....
۱۴	جدول (۱۲-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد خلق و انتشار دانش در قالب موتور کارآفرینی.....
۱۴	جدول (۱۳-۱) سیاست و اقدامات کارکرد بسیج منابع در قالب موتور کارآفرینی.....
۱۵	جدول (۱۴-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد خلق و انتشار دانش در قالب موتور علم و دانش.....
۱۵	جدول (۱۵-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور علم و دانش.....
۳۸	طرح بومی سازی فن آوری راه‌اندازها و کنترلرهای خودروی برقی.....
۳۸	تدوین برنامه اجرایی توسعه ایستگاه‌های شارژ خودرو برقی.....

## بخش اول

### تدوین ره نگاشت (نقشه راه) و برنامه عملیاتی

## فصل اول

### مبانی تدوین برنامه عملیاتی



## مبانی تدوین برنامه عملیاتی

یکی از مهم‌ترین عوامل موفقیت و پیشتازی کشورهای توسعه یافته، توجه به دانش و مهارت‌های مدیریت به عنوان یکی از ضروریات توسعه و رشد اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی است. در این میان آنچه به عنوان اصلی‌ترین کارکرد مدیریت در هر کشور مورد نظر می‌باشد، برنامه‌ریزی و تلاش برای اجرا و نیل به اهداف از پیش تعیین شده در آن است.

مشاهده فن‌آوری‌های امیدبخش که علی‌رغم داشتن راهبردها و سیاست‌های سنجیده، به دلیل بی‌توجهی به فرایند اجرا، موقعیت برجسته خود را از دست داده و از صحنه رقابت کنار رفته اند، موید این نکته مهم می‌باشند. لذا توجه به برنامه‌ریزی از جنس اجرا و با ماهیت عملیاتی از آن چنان اهمیتی برخوردار است که بدون آن، راهبردها و سیاست‌های اتخاذ شده قادر به توسعه موفق و پایدار فن‌آوری نخواهند بود.

اهمیت برنامه‌ریزی و وجود ساختار مناسب برای تدوین برنامه‌های عملیاتی لزوم استفاده از مبانی ساختار یافته و روشمند جهت انجام این فعالیت مهم را دو چندان می‌نماید.

در این فصل به منظور ایجاد ساختاری مناسب، مبنای شکستن اقدامات را مورد بررسی قرار داده و در مرحله بعد ابزارهای شکستن اقدامات را شناسایی نموده و در نهایت فرآیند تعریف پروژه‌ها و فعالیت‌های مرتبط با سند راهبردی و نقشه راه خودرو برقی معرفی خواهد شد [۱].

### ۱-۱- مبنای شکستن اقدامات

یکی از مسائل کلیدی در فرآیند شکستن اقدامات به پروژه‌های اجرایی، تعیین مبنایی است که بر اساس آن اقدامات شکسته شوند. اینکه کدام مبنا برای شکستن اقدامات مورد توجه قرارگیرد بر اساس عوامل مختلفی تعیین می‌شود که در ادامه به مهم‌ترین آن‌ها اشاره می‌شود.

۱. ساختار و فرهنگ حاکم: اگر در ساختار موجود کشور تقسیم‌بندی ویژه و یا هنجارهای پذیرفته شده اثرگذاری وجود داشته باشد، می‌تواند مبنای شکستن پروژه‌های اجرایی را جهت‌دهی نماید.

۲. نیازمندی‌های فعلی: نیازمندی‌هایی که بر مبنای آن شکسته شدن اقدامات صورت می‌پذیرد در طول زمان قابل تغییر است.

۳. منافع اقتصادی: میزان کسب درآمد از پروژه‌های اجرایی می‌تواند مبنایی برای شکستن اقدامات باشد. به عنوان مثال درآمدزا یا هزینه‌بر بودن پروژه‌های اجرایی از این جهت می‌تواند مبنا قرار گیرد که ابتدا پروژه‌های اجرایی درآمدزا انجام شوند و از درآمد حاصل برای انجام پروژه‌های اجرایی هزینه‌بر استفاده شود.

۴. نظرات ذینفعان: از آنجایی که هدف از تحقق اقدامات در واقع برآوردن نیاز ذینفعان و کسب منافع توسط این گروه می‌باشد، ضروری است نظرات ذینفعان در بخش‌های مختلف فرآیند پیاده‌سازی از جمله چگونگی شکستن اقدامات مورد توجه قرار گیرد.

در صورتی که تصمیم گرفته شود که تعدادی از پروژه‌های اجرایی نیز به زیرفعالیت‌هایشان شکسته شوند، می‌توان در شکستن دوم از مبنای دیگری استفاده نمود.

## ۱-۲- ابزارهای شکستن اقدامات

تاکنون مفاهیم و موضوعات کلیدی شکستن اقدامات مورد بحث و بررسی قرار گرفت. در این بخش چند ابزار برای انجام این مهم معرفی می‌گردد.

### الف) تجزیه و تحلیل فرآیند استاندارد

در ادبیات برخی از اقدامات، فرآیند تجربه شده‌ای وجود دارد که به طور عام توسط نخبگان علمی آن حوزه مورد پذیرش قرار گرفته است. چنین فرآیندهایی فرآیند استاندارد نامیده می‌شود. در صورتی که در مورد اقدامات خاصی فرآیند استاندارد وجود داشته باشد، پروژه‌های اجرایی ارائه شده در آن به‌عنوان مجموعه پروژه‌های اجرایی استاندارد پذیرفته می‌شوند.

### ب) بهینه‌کاوی

در صورتی که در راستای تحقق یک اقدام، فرآیند استاندارد وجود نداشته باشد و یا به علت عدم دسترسی قابل استفاده نباشد، از ابزار بهینه‌کاوی استفاده می‌شود. بهینه‌کاوی به معنی بررسی تجربه‌های انجام شده و یادگیری می‌باشد. اگرچه در این حالت به علت عدم وجود الگویی استاندارد، انتظار می‌رود تجربه‌های پیشین در ابعاد مختلفی با یکدیگر تفاوت داشته باشند - که از علل اصلی آن خواستگاه منطقه‌ای و ویژگی‌های خاصی است که فرآیند در قالب آن طراحی و اجرا شده است - یکی از مسائل کلیدی به کارگیری این ابزار چگونگی در کنار هم قرار دادن نتایج تجربه‌های مختلف برای دستیابی به الگویی مطلوب می‌باشد.

اگر نتوان از این روش به مجموعه ای از پروژه‌های اجرایی قابل قبول دست یافت، از پروژه‌های اجرایی غیرنهایی به دست آمده می‌توان در ابزار علی - معلولی استفاده نمود.

### ج) تحلیل علی معلولی

هدف این ابزار استفاده از نظرات خبرگان برای شکستن اقدامات به مجموعه پروژه‌های اجرایی می‌باشد. از همین رو ضروری است استفاده از این ابزار با حضور خبرگانی مسلط بر ابعاد مختلف اقدام مربوطه صورت گیرد. در ادامه چگونگی استفاده از این ابزار در جلسه‌ای با حضور خبرگان توضیح داده می‌شود.

گام ۱: در ابتدای جلسه توضیحات مربوط به معرفی اقدام ارائه می‌گردد تا کلیه افراد حاضر به نگرش یکسانی از اقدام موردنظر دست یابند.

گام ۲: در یک طوفان فکری پروژه‌های اجرایی که از نظر خبرگان برای انجام اقدام مزبور ضروری به نظر می‌رسد مطرح شده و در معرض دید همگان قرار می‌گیرد.

حاضرین جلسه می‌باید این نکته را مد نظر قرار دهند که در مرحله اول صرفاً اقدامات به پروژه‌های اجرایی اساسی تشکیل دهنده‌اش شکسته می‌شوند. از همین رو بهتر است از بیان مواردی که خود زیرفعالیت پروژه‌های اجرایی اساسی به شمار می‌روند و یا قابل بیان شدن به شکل پروژه‌های اجرایی کلان‌تری هستند اجتناب ورزند. در صورتی که تصمیم گرفته شود برخی پروژه‌های اجرایی به زیرفعالیت‌های خود شکسته شوند، در مرحله دیگری فرایند جاری در مورد آن پروژه‌های اجرایی تکرار می‌شود. به عبارتی در هر مرحله از به‌کارگیری این ابزار، شکستن تنها در یک سطح انجام می‌پذیرد [۱۰].

پس از انجام این گام فهرست اولیه‌ای از پروژه‌های اجرایی پیشنهادی به دست می‌آید. در تکمیل این فهرست می‌توان از اطلاعات به‌دست آمده از دو ابزار دیگر به‌ویژه بهینه‌کاوی استفاده نمود. (ممکن است بتوان در مورد یک فعالیت از روش تحلیل فرآیند استاندارد و یا بهینه‌کاوی به نتیجه رسید، علیرغم اینکه در مورد اقدام بالادست استفاده از این دو ابزار نتیجه بخش نبوده باشد)

گام ۳: کلیه موارد موجود در لیست اولیه تحت سه عنوان زیر دسته‌بندی می‌شوند:

الف) پروژه‌های اجرایی اصلی تکین: پروژه‌های اجرایی هستند که اولاً در راستای تحقق اقدام موردنظر انجام آن‌ها ضروری بوده و ثانیاً در بین سایر پروژه‌های اجرایی پیشنهاد شده موارد مشابه قابل جایگزینی با آن وجود ندارد.

ب) پروژه‌های اجرایی جایگزین: این دسته شامل آن بخش از پروژه‌های اجرایی ضروری می‌باشد که در بین سایر پروژه‌های اجرایی، موارد مشابه قابل جایگزینی با آن‌ها یافت می‌شود. در این حالت هر گروه از پروژه‌های اجرایی مشابه را در مجموعه‌هایی جمع کرده که مجموعه‌های جایگزینی نامیده می‌شوند. سرانجام می‌باید از هر یک از مجموعه‌های جایگزینی یک پروژه اجرایی انتخاب شود.

مجموعه‌های جایگزینی نباید با یکدیگر دارای اشتراک باشند. همچنین در صورتی که پروژه اجرایی قابل تخصیص به بیش از یک مجموعه جایگزینی باشد، آن پروژه اجرایی به چند بخش تفکیک شده و هر بخش به مجموعه مربوطه اختصاص می‌یابد. ج) پروژه‌های اجرایی پشتیبانی: پروژه‌های اجرایی که در راستای تحقق یک اقدام، ضروری نیستند ولی می‌توانند فرآیند انجام اقدام موردنظر را تقویت کرده و آنرا تسریع بخشند.

در صورتی که پس از دسته‌بندی فوق مواردی وجود داشته باشند که به نوعی زیرفعالیت سایر پروژه‌های اجرایی اصلی یا پشتیبانی به حساب آیند حذف می‌گردند - در صورت لزوم در شکستن پروژه‌های اجرایی به زیرفعالیت‌ها در مراحل بعد مورد استفاده قرار می‌گیرند- و در غیراینصورت لازم است پروژه‌های اجرایی اصلی یا پشتیبان دیگری تعریف شود که دربرگیرنده زیرفعالیت مزبور باشد [۱۱].

در نهایت پروژه‌های اجرایی دسته‌بندی شده می‌باید دارای دو ویژگی باشند:

در یک سطح باشند

غیر از پروژه‌های اجرایی درون یک مجموعه جایگزینی، سایر پروژه‌های اجرایی باید بدون هم‌پوشانی باشند. در غیر

این صورت می‌باید تغییراتی در آن‌ها اعمال گردد که هم‌پوشانی موجود حذف شود.

### ۱-۳- فرآیند تعریف پروژه‌ها و فعالیت‌ها

در مرحله تدوین سیاست‌ها و اقدامات ملاحظه شد که سیاست‌ها و اقدامات سند راهبردی و نقشه راه خودرو برقی در قالب هفت کارکرد نظام نوآوری استخراج گردید. این سیاست‌ها و اقدامات در برگرفته تمام مواردی می‌باشد که می‌بایست هر یک از بازیگران کلیدی این سند در پیش برد اهداف کلی به انجام برسانند. در گزارش حاضر با توجه به اینکه سند از سوی وزارت نیرو لازم الاجرا بوده و برای سایر بازیگران در سطح پیشنهاد می‌باشد لذا برای تعریف پروژه‌ها و فعالیت‌ها تنها آن بخش از سیاست‌ها و اقدامات مد نظر قرار خواهد گرفت که در ارتباط با وزارت نیرو می‌باشد.

فرآیند تعریف طرح‌ها (پروژه‌ها) و فعالیت‌های تعریف شده برای وزارت نیرو به این منوال تدوین گردیده است که ابتدا سیاست‌ها و اقدامات در نظر گرفته شده و بر مبنای آن‌ها طرح‌ها و فعالیت‌ها در قالب طرح‌های جداگانه به گونه‌ای تعریف می‌گردند که در برگیرنده تمام اقدامات از پیش تعریف شده و مرتبط با وزارت نیرو باشند. در مرحله بعد هریک از طرح‌ها شکسته شده و فعالیت‌های مرتبط با آن‌ها تعریف خواهد گردید. این طرح‌ها و فعالیت‌ها پس از ارائه به اعضا محترم کمیته راهبری در جلسات کمیته راهبری نهایی شده و به تایید اعضا محترم کمیته راهبری رسیده است.

در ادامه لیست سیاست‌ها و اقدامات تعریف شده به صورت کامل برای هریک از کارکردهای نظام نوآوری بیان شده است [۵و۴]

### (جدول ۱-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور بازار

موتور بازار		فعالیت جهت دهی به سیستم
سیاست : افزایش شناخت جامعه		
ردیف	اقدام	
۱	ساخت برنامه‌های رسانه ای تبلیغی و ترویجی	
۲	برگزاری نمایشگاه های تخصصی متعدد با امکان استفاده بازدیدکنندگان از محصولات	
۳	ساخت برنامه‌های آموزشی و تخصصی در رسانه‌ها	
سیاست : تنظیم قوانین و مقررات متناسب برای رشد بازار		
ردیف	اقدام	
۱	اجرای قوانین سخت گیرانه در استفاده از خودروهای با سوخت فسیلی	
۲	تنظیم و اجرای قوانین تشویقی در استفاده از خودروهای برقی در حمل و نقل عمومی	
سیاست : هماهنگ سازی بازیگران برای هم‌سویی با حرکت جهانی		
ردیف	اقدام	
۱	ایجاد سازمان متولی فرابخشی هماهنگ کننده و سیاست گذار که بتواند خوروسازان، دولت و وزارتخانه‌های زیربنایی و سازمان‌های مرتبط را هماهنگ نماید	
۲	الگوپردازی از روند توسعه این فن‌آوری در کشورهای پیشرفته	

### (جدول ۲-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور بازار

موتور بازار		فعالیت کارآفرینی
سیاست : دسترس پذیری و قابل قبول نمودن خروجی فن‌آوری برای بازار		
ردیف	اقدام	
۱	فعال سازی بخش خصوصی در خصوص تامین فن‌آوری و زیر فن‌آوری متناسب با ایجاد مشارکت با صاحبان فن‌آوری خارجی	

### (جدول ۱-۳) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد بسیج منابع در قالب موتور بازار

موتور بازار		فعالیت بسیج منابع
سیاست: ایجاد زیرساخت توسعه منابع و خدمات		
ردیف	اقدام	
۱	احداث مراکزی در کشور که آموزش و آزمون‌های لازم را جهت تعمیرات ارائه دهند	
۲	ارائه وام‌های بلند مدت در قالب لیزینک ۳۰ ساله با قیمت بسیار پایین تر از خودروهای فسیلی و حمایت‌های دولتی از مصرف کنندگان خودروهای برقی	
۳	تامین سرمایه در قالب وام‌های بلند مدت و کم بهره برای بنگاه‌ها و موسسات به منظور تجهیز و ایجاد زیرساخت‌های لازم	

### (جدول ۱-۴) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد مشروعیت بخشی در قالب موتور ساختاردهی

موتور ساختاردهی		فعالیت مشروعیت بخشی
سیاست: هم‌گراسازی سازمان‌ها و نهادها با فرآیند افزایش بهره‌گیری از خودرو برقی		
ردیف	اقدام	
۱	تدوین برنامه و طرح در زمینه تولید و استفاده از خودروهای برقی در سطح ملی و ابلاغ آن به دستگاه‌های ذیربط جهت تبلیغ، حمایت، اجرا و پایش طرح یاد شده	
۲	فعال سازی هریک از نهادها با شناسایی اثرات مفید به کارگیری خودروی برقی در عملکرد آنها	
۳	ایجاد سازمان متولی فرابخشی هماهنگ کننده و سیاست گذار که بتواند خوروسازان، دولت و وزارتخانه‌های زیربنایی و سازمان‌های مرتبط را هماهنگ نماید	

## جدول ۱-۱ سیاست‌ها و اقدامات کارکرد شکل دهی بازار در قالب موتور ساختاردهی

موتور ساختاردهی		فعالیت شکل دهی بازار
سیاست: توسعه زیرساخت مواد اولیه و تجهیزات مکمل		
ردیف	اقدام	
۱	حمایت و تسهیل فرآیند واردات و بومی سازی مواد اولیه و تجهیزات موردنیاز در خودرو	
۲	تجهیز قطعه سازان در جهت تامین مواد و قطعات موردنیاز خودرو برقی	

## جدول ۱-۲ (سیاست‌ها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور ساختاردهی)

موتور ساختاردهی		فعالیت جهت دهی به سیستم
سیاست: افزایش شناخت صنعت		
ردیف	اقدام	
۱	برگزاری همایش با مسئولان حاکی از رقبت دولت به سرمایه گذاری و خدمات لازم در استفاده از خودروهای برقی	
۲	برگزاری نمایشگاه های تخصصی	
۳	پخش برنامه های علمی در خصوص مسیر پیموده شده و یا تجربه موفق و ناموفق سایر کشورها	
۴	ابلاغ رسمی به رسانه های جمعی به صورت فراگیر در زمینه شناخت فن آوری	
سیاست: استانداردسازی و توسعه قوانین جهت ده		
ردیف	اقدام	
۱	استانداردسازی خودروهای برقی	
۲	طرح بررسی نیازها و استانداردهای زیرساختی وزارت نیرو برای پشتیبانی از توسعه استفاده از خودروی برقی	
۳	تدوین قوانین هماهنگی بین بخشی در میان دستگاه های دخیل در امر تولید، توزیع، خدمات و نظارتی	
۴	اطلاع رسانی گسترده در سطح عمومی در خصوص قوانین موجود	



**جدول ۷-۱) سیاستها و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور ساختاردهی**

موتور ساختاردهی		فعالیت کارآفرینی
سیاست: کاهش خطرپذیری سرمایه گذاری به منظور تجاری سازی		
ردیف	اقدام	
۱	کمکهای دولتی در قالب وام و یا کاهش مالیاتهای صنایع خودروسازی	
۲	زمینه سازی برای بهره گیری مراکز علمی و صنعتی فعال در زمینه فن آوری خودروهای برقی	
۳	تدوین قوانین هماهنگی بین بخشی در میان دستگاههای دخیل در امر تولید، توزیع، خدمات و نظارتی	
۴	اطلاع رسانی گسترده در سطح عمومی در خصوص قوانین موجود	

**جدول ۸-۱) سیاستها و اقدامات کارکرد شکل دهی به بازار در قالب موتور کارآفرینی**

موتور کارآفرینی		فعالیت شکل دهی بازار
سیاست: دستیابی به زیر فن آوریها		
ردیف	اقدام	
۱	برگزاری سمینارها جهت تبادل اطلاعات در خصوص زیر فن آوریهای خودرو برقی	
۲	ایجاد بانک اطلاعات خاص و قابل دسترس زیر فن آوریهای خودرو برقی برای بنگاههای مرتبط با این صنعت	
سیاست: تسهیل دستیابی به مواد اولیه و تجهیزات مکمل		
ردیف	اقدام	
۱	شناسایی و فعال سازی شرکتهای داخلی در تامین مواد اولیه و کاهش وابستگی به منابع خارجی	
سیاست: افزایش قابلیت اطمینان		
ردیف	اقدام	
۱	بهره گیری از مواد اولیه با کیفیت به منظور افزایش طول عمر و قابلیت اطمینان محصولات	
۲	انجام بررسی دقیق فنی - اقتصادی و بازگشت هزینه برای سرمایه گذاری بخش خصوصی	
سیاست: افزایش قابلیت رقابت پذیری		
ردیف	اقدام	
۱	ایجاد فضای رقابتی بین تولیدکنندگان و وارد کنندگان خودروهای برقی	
۲	ایجاد فضای رقابتی بین بازار خودروی برقی و خودرویهای با سوخت فسیلی	
۳	طراحی و توسعه شبکه ارزش مناسب برای توسعه بخش خصوصی	
۴	تعیین معافیتهای دولتی یا میزان مشارکت بر اساس حجم تولید	

**(جدول ۹-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور کارآفرینی**

موتور کارآفرینی	فعالیت کارآفرینی
سیاست: توسعه زیرساخت‌های تجاری سازی	
ردیف	اقدام
۱	توسعه کمک‌های دولتی در قالب وام و یا کاهش مالیات‌های صنایع خودروسازی
۲	بسترسازی برای فرآیند تجاری سازی با بهره‌گیری از تجربیات پروژه‌های دیگر مانند پروژه دوگانه سوز کردن خودروها
۳	طراحی و توسعه زنجیره فروش و توزیع خودرو
۴	تدوین استانداردهای لازم در زمینه تجاری سازی خودروهای برقی در داخل کشور
۵	ایجاد زیرساخت نمایشگاه‌های تخصصی و فن بازارها با فعال سازی و مشارکت بخش خصوصی، مراکز تحقیقاتی و صنعتی
سیاست: توسعه توان تولید داخلی	
ردیف	اقدام
۱	توانمندسازی (مالی، فنی) شرکت‌های قطعه ساز برای تولید قطعات خودروی برقی
۲	طراحی و اجرای پروژه‌های مشترک توسعه با شرکت‌های پیشرو در جهان
۳	ایجاد زیرساخت‌های لازم و امکانات موردنیاز برای توسعه خودروی برقی مانند ایستگاه شارژ و سایر امکانات و تجهیزات لازم

**جدول ۱-۱۰) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد جهت دهی به سیستم در قالب موتور کارآفرینی**

موتور کارآفرینی	فعالیت جهت دهی به سیستم
سیاست: نمایش اثر توسعه خودروهای برقی بر روی هنجارهای اجتماعی	
ردیف	اقدام
۱	استفاده بیشتر از قوانین پیش برنده و تلاش برای بهبود هنجارهای اجتماعی بر مبنای استفاده از ناوگان حمل و نقل عمومی
۲	تعیین میزان مالیات و حق بیمه بر اساس میزان آلاینده‌گی خودرو
۳	به‌کارگیری قوانین پیش برنده برای استفاده از وسایل نقلیه مبتنی بر سوخت های کم آلاینده و صرفه جویی در مصرف سوخت
۴	مشارکت اهل فن و متخصصان در تهیه برنامه‌های رسانه‌ای در جهت استفاده از خودروی برقی در جهت فرهنگ‌سازی در قالب آیت‌های روتین
سیاست: هم‌سویی با حرکت جهانی و شفاف سازی بازار	
ردیف	اقدام
۱	تهیه نقشه توسعه ایستگاه‌های شارژ برقی و گسترش آن طبق برنامه پیش بینی
۲	بازنگری نقشه راه توسعه خودروهای برقی
۳	توسعه ساختارهای پشتیبان و سمن‌ها برای ایجاد ارتباط فنی با کشورها و بازارهای پیشرو
۴	نظرسنجی و تبلیغ هدفمند این نوع خودروها و بهره‌گیری هدفمند آن‌ها در راستای شناساندن و تبلیغ خودروهای یاد شده
سیاست: توسعه قوانین هم‌سوساز	
ردیف	اقدام
۱	تدوین قوانین و مقررات تسهیل کننده در این زمینه، هماهنگی بین بخشی در میان دستگاه‌های دخیل در امر تولید، توزیع، خدمات و نظارتی

**جدول ۱-۱۱) سیاست و اقدامات کارکرد مشروعیت بخشی در قالب موتور کارآفرینی**

موتور کارآفرینی	فعالیت مشروعیت بخشی
سیاست: افزایش نفوذ به‌کارگیری خودروهای برقی	
ردیف	اقدام
۱	افزایش نفوذ گروه‌های پشتیبان با حمایت‌های گسترده رسانه‌ای
۲	ابلاغ و گنجانیدن به‌کارگیری خودروهای برقی در برنامه‌های توسعه کشور برای حمایت بخش خصوصی

**جدول ۱-۱۲) سیاستها و اقدامات کارکرد خلق و انتشار دانش در قالب موتور کارآفرینی**

موتور کارآفرینی		فعالیت خلق و انتشار دانش
سیاست: اکتساب سریع فن آوری		
ردیف	اقدام	
۱	انتقال تکنولوژی به همراه دانش فنی مربوطه	
۲	سیاست گذاری و حمایت از دانشگاهها و صنعت و ایجاد ارتباط بین آنها در زمینه خلق دانش فنی مشترک با کشورهای پیشرفته	
۳	سیاست گذاری و حمایت از مراکز علمی و صنعتی در جهت ایجاد دانش فنی در این زمینه، بهره گیری از مشاوره های فنی و تخصصی از دانشگاهها و مراکز صنعتی خارج از کشور	
سیاست: توسعه شبکه های نرم و اتحادهای استراتژیک		
ردیف	اقدام	
۱	ایجاد شبکه ها و پایگاه های داده ای در قالب آموزش و آشنایی با فن آوری خودرو برقی	

**جدول ۱-۱۳) سیاست و اقدامات کارکرد بسیج منابع در قالب موتور کارآفرینی**

موتور کارآفرینی		فعالیت بسیج منابع
سیاست: توسعه منابع پشتیبان و سرمایه گذاری مشترک		
ردیف	اقدام	
۱	افزایش منابع انسانی با تعریف پروژه های جدید و صنعتی	
۲	تعریف پروژه های جدید در زمینه فن آوری خودروی برقی و ایستگاه های در سطوح مختلف (دانشگاه، آموزشگاه های فنی و حرفه ای، مراکز تحقیقاتی و...)	
۳	مشارکت در تولید و تامین قطعات اصلی و خدمات پس از فروش	
۴	شناسایی شرکت های معتبر در زمینه قطعات اولیه و زیرساخت خودروهای برقی و ایجاد تسهیلات برای ورود در این حوزه	
۵	ایجاد تسهیلات قانونی و حقوقی جهت ارتباط با سازنده های خارجی و بهره گیری از مشاوره با آنها در زمینه انتقال تکنولوژی و دانش فنی قطعات و تجهیزات	

### جدول (۱۴-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد خلق و انتشار دانش در قالب موتور علم و دانش

موتور علم و دانش		فعالیت خلق و انتشار دانش
سیاست : توسعه دانش بومی تولید و به کارگیری خودروی برقی		
ردیف	اقدام	
۱	سیاست گذاری و حمایت از مراکز علمی و صنعتی در جهت ایجاد دانش فنی مرتبط با خودروی برقی	
۲	افزایش مطالعات در راستای بهینه سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه ساخت مبتنی بر استفاده خودروی برقی	
۳	تشکیل انجمن علمی نهادهای مرتبط (خودروساز، قطعه ساز و ...)	
۴	بهره برداری از دانش فن آوری بواسطه الگوبرداری از شرکت‌های موفق جهانی	
۵	ایجاد پایگاه‌های داده‌ای از قابلیت‌ها و توانمندی‌های موجود در زمینه فن آوری خودرو برقی در مراکز آموزشی و پژوهشی و ..	
۶	ایجاد دانشگاه خودرو الکتریکی دارای رشته‌های مکانیک و برق مرتبط با خودروهای الکتریکی	
۷	توسعه راه کارها و الگوهای مناسب برای بومی سازی دانش کسب شده در فن آوری‌های خودروی برقی	

### جدول (۱۵-۱) سیاست‌ها و اقدامات کارکرد کارآفرینی در قالب موتور علم و دانش

موتور علم و دانش		فعالیت کارآفرینی
سیاست : توسعه زیرساخت‌های ارتباط صنعت و دانشگاه		
ردیف	اقدام	
۱	ایجاد کربدوره‌های توسعه فن آوری خودروی برقی در پارک‌های علم و فن آوری و مراکز رشد	
۲	استفاده از تسهیلات شرکت‌های دانش بنیان برای توسعه فن آوری‌های خودروی برقی	
۳	توسعه راه کارها و الگوهای مناسب برای بومی سازی دانش کسب شده در فن آوری‌های خودروی برقی	
۴	برگزاری سمینارها و کنفرانس‌های علمی و تخصصی با مشارکت صنعت	

دسته بندی این اقدامات به شرح زیر ارایه شده است.

#### شکل دهی به بازار

اقدامات:

- استفاده از خودروهای برقی تولید کشورهای دیگر در بخش عمومی و در بخش استفاده خصوصی لوکس

- ایجاد زمینه های تحقیقاتی در زمینه فناوری های مرتبط با فناوری خودرو برقی
- اجرا مشوق قانونی جهت استفاده از خودرو برقی با دیدگاه کاهش مصرف سوخت و آلاینده
- بهره گیری از مواد اولیه با کیفیت به منظور افزایش طول عمر و قابلیت اطمینان محصولات ، خصوصا در اولین دوره تولید محصولات فناورانه اولویت دار
- کاهش هزینه های استفاده از فناوری های بروز خودروهای برقی جهت تشویق مصرف کننده به خرید از بازار
- انجام بررسی دقیق فنی – اقتصادی و بازگشت هزینه با توجه به سرمایه گذاری مورد نیاز
- ارائه بسته های حمایتی توسط بازیگران در راستای پشتیبانی از مشتری ، خصوصا در اولین دوره تولید محصولات فناورانه اولویت دار
- متعادل سازی رابطه "کارایی – هزینه" در مقایسه با سایر محصولات
- واردات تعداد محدود خودروی برقی برای ناوگان حمل و نقل عمومی از طریق خودرو ساز به منظور انجام کلیه ارزیابی های مورد نیاز اولیه در راستای طراحی و تولید داخلی
- حمایت و تسهیل فرآیند واردات و بومی سازی مواد اولیه و تجهیزات مورد نیاز در خودرو
- تجهیز قطعه سازان در جهت تامین مواد و قطعات مورد نیاز خودرو برقی
- برگزاری سمینار ها جهت تبادل اطلاعات در خصوص زیر فناوری های خودرو برقی
- ایجاد بانک اطلاعات خاص و قابل دسترس زیر فناوری های خودرو برقی برای بنگاه های مرتبط با این صنعت
- شناسایی و فعالسازی شرکت های داخلی در تامین مواد اولیه و کاهش وابستگی به منابع خارجی
- بهره گیری از مواد اولیه با کیفیت به منظور افزایش طول عمر و قابلیت اطمینان محصولات
- انجام بررسی دقیق فنی – اقتصادی و بازگشت هزینه برای سرمایه گذاری بخش خصوصی
- ایجاد فضای رقابتی بین تولیدکنندگان و وارد کنندگان خودروهای برقی
- ایجاد فضای رقابتی بین بازار خودروی برقی و خودروی های با سوخت فسیلی
- طراحی و توسعه شبکه ارزش مناسب برای توسعه بخش خصوصی

- تعیین معافیت های دولتی یا میزان مشارکت بر اساس حجم تولید

## فعالیت جهت دهی به سیستم

اقدامات:

- ساخت برنامه های رسانه ای تبلیغی و ترویجی
- برگزاری نمایشگاه های تخصصی متعدد با امکان استفاده بازدیدکنندگان از محصولات
- ساخت برنامه های آموزشی و تخصصی در رسانه ها
- اجرای قوانین سخت گیرانه در استفاده از خودروهای با سوخت فسیلی
- تنظیم و اجرای قوانین تشویقی در استفاده از خودروهای برقی در حمل و نقل عمومی
- سیاست : هماهنگ سازی بازیگران برای همسویی با حرکت جهانی
- ایجاد سازمان متولی فرابخشی هماهنگ کننده و سیاست گذار که بتواند خوروسازان ، دولت و وزارتخانه های زیربنایی و سازمانهای مرتبط را هماهنگ نماید
- الگوبرداری از روند توسعه این فناوری در کشور های پیشرفته
- برگزاری همایش با مسئولان حاکی از رقبت دولت به سرمایه گذاری و خدمات لازم در استفاده از خودروهای برقی
- برگزاری نمایشگاه های تخصصی
- پخش برنامه های علمی در خصوص مسیر پیموده شده و یا تجربه موفق و ناموفق سایر کشورها
- ابلاغ رسمی به رسانه های جمعی به صورت فراگیر در زمینه شناخت فناوری
- استانداردسازی خودروهای برقی
- طرح بررسی نیازها و استانداردهای زیرساختی وزارت نیرو برای پشتیبانی از توسعه استفاده از خودروی برقی
- تدوین قوانین هماهنگی بین بخشی در میان دستگاه های دخیل در امر تولید ، توزیع ، خدمات و نظارتی

- اطلاع رسانی گسترده در سطح عمومی در خصوص قوانین موجود
- استفاده بیشتر از قوانین پیش برنده و تلاش برای بهبود هنجارهای اجتماعی بر مبنای استفاده از ناوگان حمل و نقل عمومی
- تعیین میزان مالیات و حق بیمه بر اساس میزان آلاینده‌گی خودرو
- بکارگیری قوانین پیش برنده برای استفاده از وسایل نقلیه مبتنی بر سوخت‌های کم آلاینده و صرفه جویی در مصرف سوخت
- مشارکت اهل فن و متخصصان در تهیه برنامه‌های رسانه‌ای در جهت استفاده از خودروی برقی در جهت فرهنگ سازی در قالب آیت‌های روتین
- تهیه نقشه توسعه ایستگاه‌های شارژ برقی و گسترش آن طبق برنامه پیش بینی
- بازنگری نقشه راه توسعه خودروهای برقی
- توسعه ساختارهای پشتیبان و سمن‌ها برای ایجاد ارتباط فنی با کشورهای و بازارهای پیشرو
- نظرسنجی و تبلیغ هدفمند این نوع خودروها و بهره‌گیری هدفمند آنها در راستای شناساندن و تبلیغ خودروهای یاد شده
- تدوین قوانین و مقررات تسهیل‌کننده در این زمینه، هماهنگی بین بخشی در میان دستگاه‌های دخیل در امر تولید، توزیع، خدمات و نظارتی

### فعالیت کارآفرینی

اقدامات:

- فعالسازی بخش خصوصی در خصوص تامین فناوری و زیر فناوری متناسب با ایجاد مشارکت با صاحبان فناوری خارجی
- کمک‌های دولتی در قالب وام و یا کاهش مالیات‌های صنایع خودروسازی



- زمینه سازی برای بهره گیری مراکز علمی و صنعتی فعال در زمینه فناوری خودروهای برقی
- تدوین قوانین هماهنگی بین بخشی در میان دستگاه های دخیل در امر تولید ، توزیع ، خدمات و نظارتی
- اطلاع رسانی گسترده در سطح عمومی در خصوص قوانین موجود
- توسعه کمک های دولتی در قالب وام و یا کاهش مالیات های صنایع خودروسازی
- بسترسازی برای فرآیند تجاری سازی با بهره گیری از تجربیات پروژه های دیگر مانند پروژه دوگانه سوز کردن خودروها
- طراحی و توسعه زنجیره فروش و توزیع خودرو
- تدوین استانداردهای لازم در زمینه تجاری سازی خودروهای برقی در داخل کشور
- ایجاد زیرساخت نمایشگاه های تخصصی و فن بازارها با فعالسازی و مشارکت بخش خصوصی ، مراکز تحقیقاتی و صنعتی
- توانمندسازی (مالی ، فنی) شرکت های قطعه ساز برای تولید قطعات خودروی برقی
- طراحی و اجرای پروژه های مشترک توسعه با شرکت های پیشرو در جهان
- ایجاد زیرساخت های لازم و امکانات مورد نیاز برای توسعه خودروی برقی مانند ایستگاه شارژ و سایر امکانات و تجهیزات لازم
- ایجاد کریدورهای توسعه فناوری خودروی برقی در پارک های علم و فناوری و مراکز رشد
- استفاده از تسهیلات شرکت های دانش بنیان برای توسعه فناوری های خودروی برقی
- توسعه راهکارها و الگو های مناسب برای بومی سازی دانش کسب شده در فناوری های خودروی برقی
- برگزاری سمینار ها و کنفرانس های علمی و تخصصی با مشارکت صنعت

## فعالیت بسیج منابع

اقدامات:

- احداث مراکزی در کشور که آموزش و آزمونهای لازم را جهت تعمیرات ارائه دهند

- ارائه وام های بلند مدت در قالب لیزینک ۳۰ ساله با قیمت بسیار پایین تر از خودروهای فسیلی و حمایت های دولتی از مصرف کنندگان خودروهای برقی
- تامین سرمایه در قالب وام های بلند مدت و کم بهره برای بنگاه ها و موسسات به منظور تجهیز و ایجاد زیر ساخت های لازم
- افزایش منابع انسانی با تعریف پروژه های جدید و صنعتی
- تعریف پروژه های جدید در زمینه فناوری خودروی برقی و ایستگاه های در سطوح مختلف (دانشگاه، آموزشگاه های فنی و حرفه ای، مراکز تحقیقاتی و ...)
- مشارکت در تولید و تامین قطعات اصلی و خدمات پس از فروش
- شناسایی شرکت های معتبر در زمینه قطعات اولیه و زیرساخت خودروهای برقی و ایجاد تسهیلات برای ورود در این حوزه
- ایجاد تسهیلات قانونی و حقوقی جهت ارتباط با سازنده های خارجی و بهره گیری از مشاوره با آنها در زمینه انتقال تکنولوژی و دانش فنی قطعات و تجهیزات

## فعالیت مشروعیت بخشی

اقدامات:

- تدوین برنامه و طرح در زمینه تولید و استفاده از خودروهای برقی در سطح ملی و ابلاغ آن به دستگاه های ذیربط جهت تبلیغ، حمایت، اجرا و پایش طرح یاد شده
- فعالسازی هریک از نهادها با شناسایی اثرات مفید بکارگیری خودروی برقی در عملکرد آنها
- ایجاد سازمان متولی فرابخشی هماهنگ کننده و سیاست گذار که بتواند خوروسازان، دولت و وزارتخانه های زیربنایی و سازمانهای مرتبط را هماهنگ نماید
- افزایش نفوذ گروه های پشتیبان با حمایت های گسترده رسانه ای

- ابلاغ و گنجانیدن بکارگیری خودروهای برقی در برنامه های توسعه کشور برای حمایت بخش خصوصی

## فعالیت خلق و انتشار دانش

اقدامات:

- انتقال تکنولوژی به همراه دانش فنی مربوطه
- سیاستگذاری و حمایت از دانشگاه ها و صنعت و ایجاد ارتباط بین آنها در زمینه خلق دانش فنی مشترک با کشورهای پیشرفته
- سیاستگذاری و حمایت از مراکز علمی و صنعتی در جهت ایجاد دانش فنی در این زمینه ، بهره گیری از مشاوره های فنی و تخصصی از دانشگاه ها و مراکز صنعتی خارج از کشور
- سیاست : توسعه شبکه های نرم و اتحادهای استراتژیک
- ایجاد شبکه ها و پایگاه های داده ای در قالب آموزش و آشنایی با فناوری خودرو برقی
- سیاست گذاری و حمایت از مراکز علمی و صنعتی در جهت ایجاد دانش فنی مرتبط با خودروی برقی
- افزایش مطالعات در راستای بهینه سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه ساخت مبتنی بر استفاده خودروی برقی
- تشکیل انجمن علمی نهادهای مرتبط (خودروساز ، قطعه ساز و ...)
- بهره برداری از دانش فناوری بواسطه الگوبرداری از شرکت های موفق جهانی
- ایجاد پایگاه های داده ای از قابلیت ها و توانمندی های موجود در زمینه فناوری خودرو برقی در مراکز آموزشی و پژوهشی
- ایجاد دانشگاه خودرو الکتریکی دارای رشته های مکانیک و برق مرتبط با خودروهای الکتریکی
- توسعه راهکارها و الگو های مناسب برای بومی سازی دانش کسب شده در فناوری های خودروی برقی

از طرفی با توجه به اینکه در سند حاضر به آن دسته از سیاست‌ها و اقداماتی پرداخته خواهد شد که وزارت نیرو در آن به صورت مستقیم دخیل می‌باشد لذا لازم است ارتباط وظایف وزارت نیرو با هریک از سیاست‌ها و اقدامات مشخص گردد. در جدول زیر لیست وظایف وزارت نیرو و ارتباط آن با هریک از موتورهای نظام نوآوری فن‌آورانه، کارکردها و همچنین اقدامات و سیاست‌های مرتبط با آن کاکرد مشخص شده است.

وظایف تعریف شده برای وزارت نیرو	اقدامات	سیاست‌ها	کارکرد نظام نوآوری	موتورهای نظام نوآوری
ایجاد حداقل زیرساخت‌های شارژ به منظور شارژ خودروهای عمومی برقی با تعرفه مناسب	استفاده از خودروهای برقی تولید کشورهای دیگر در بخش عمومی و در بخش استفاده خصوصی لوکس	دسترس‌پذیری و قابل قبول نمودن خروجی فن‌آوری برای بازار	بازارسازی	موتور بازار
ارائه طرح توسعه زیرساخت‌های شارژ در مکان‌های اختصاصی	استفاده از خودروهای برقی تولید کشورهای دیگر در بخش عمومی و در بخش استفاده خصوصی لوکس	دسترس‌پذیری و قابل قبول نمودن خروجی فن‌آوری برای بازار	بازارسازی	موتور بازار
طرح تدوین تعرفه‌های تشویقی برای مصرف انرژی خودروی برقی و زیرساخت‌های شارژ	اجرا مشوق قانونی جهت استفاده از خودرو برقی با دیدگاه کاهش مصرف سوخت و آلاینده‌گی	دسترس‌پذیری و قابل قبول نمودن خروجی فن‌آوری برای بازار	بازارسازی	موتور بازار
تعیین استانداردهای مصرف انرژی برای محصولات خودروی برقی و قطعات مرتبط	بهره‌گیری از مواد اولیه و قطعات با کیفیت به منظور افزایش طول عمر و قابلیت اطمینان محصولات، خصوصاً در اولین دوره	افزایش قابلیت اطمینان فن‌آوری	بازارسازی	موتور بازار
تعریف مناسب انگیزشی برای هزینه‌های شارژ خودروهای برقی	کاهش هزینه‌های استفاده از فن‌آوری‌های بروز خودروهای برقی جهت تشویق مصرف‌کننده به خرید از بازار	افزایش قابلیت اطمینان فن‌آوری	بازارسازی	موتور بازار
تحلیل هزینه - فایده رویکردهای توسعه زیرساخت‌ها شارژ	انجام بررسی دقیق فنی - اقتصادی و بازگشت هزینه با توجه به سرمایه‌گذاری موردنیاز	افزایش قابلیت اطمینان فن‌آوری	بازارسازی	موتور بازار

تعریف بسته‌های حمایتی برای زیرساخت‌های شارژ و هزینه‌های شارژ	ارائه بسته‌های حمایتی توسط بازیگران در راستای پشتیبانی از مشتری، خصوصاً در اولین دوره	افزایش قابلیت رقابتی فن آوری	بازارسازی	موتور بازار
تحلیل هزینه - فایده رویکردهای توسعه زیرساخت‌ها شارژ	متعادل سازی رابطه "کارایی - هزینه" در مقایسه با سایر محصولات	افزایش قابلیت رقابتی فن آوری	بازارسازی	موتور بازار
همکاری در برگزاری نمایشگاه تخصصی خودروی‌های برقی	برگزاری نمایشگاه‌های تخصصی متعدد با امکان استفاده بازدیدکنندگان از محصولات	افزایش شناخت جامعه	جهت دهی به سیستم	موتور بازار
طراحی مدیریت شبکه و روش توسعه ایستگاه‌های شارژ	الگوبرداری از روند توسعه این فن آوری در کشورهای پیشرفته	هماهنگ سازی بازیگران برای هم‌سویی با حرکت جهانی	جهت دهی به سیستم	موتور بازار
شرکت در همایش‌های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران	برگزاری همایش با مسئولان حاکی از رقبت دولت به سرمایه‌گذاری و خدمات لازم در استفاده از خودروهای برقی	افزایش شناخت صنعت	جهت دهی به سیستم	موتور ساختاردهی
همکاری در تعیین استانداردهای انرژی	استانداردسازی خودروهای برقی (فنی، زیست محیطی، مدیریت انرژی و...)	استانداردسازی و توسعه قوانین جهت ده	جهت دهی به سیستم	موتور ساختاردهی
طرح استانداردهای زیرساخت شبکه و شارژ	بررسی نیازها و استانداردهای زیرساختی تولید انرژی در وزارت نیرو برای پشتیبانی از توسعه استفاده از خودروی برقی	استانداردسازی و توسعه قوانین جهت ده	جهت دهی به سیستم	موتور ساختاردهی
طرح بسته‌های کمک به تجهیز ایستگاه‌های شارژ در بخش خصوصی	کمک‌های دولتی در قالب وام و یا کاهش مالیات‌های صنایع خودروسازی	کاهش خطرپذیری سرمایه‌گذاری به منظور تجاری سازی	کارآفرینی	موتور ساختاردهی

همکاری در تدوین طرح ارزیابی تأمین کنندگان و مواد اولیه در بخش شبکه و ایستگاه شار	بهره‌گیری از مواد اولیه با کیفیت به منظور افزایش طول عمر و قابلیت اطمینان محصولات	افزایش قابلیت اطمینان	بازارسازی	موتور کارآفرینی
ایجاد توازن بین سوبسید انرژی خودروی برقی و سوبسید سوخت فسیلی	ایجاد فضای رقابتی بین بازار خودروی برقی و خودروی‌های با سوخت فسیلی	افزایش قابلیت رقابت پذیری	بازارسازی	موتور کارآفرینی
ارائه طرح تشویق در برق مصرفی خودروی برقی با مصرف کمتر و حجم تولید بالاتر	تعیین معافیت‌های دولتی یا میزان مشارکت بر اساس حجم تولید	افزایش قابلیت رقابت پذیری	بازارسازی	موتور کارآفرینی
ارائه طرح حمایتی برای شرکت‌های دانش بنیان برای ایستگاه‌های شارژ و توسعه شبکه	بسترسازی برای فرآیند تجاری سازی با بهره‌گیری از تجربیات پروژه‌های دیگر مانند پروژه دوگانه سوز کردن خودروها	توسعه زیرساخت‌های تجاری سازی	کارآفرینی	موتور کارآفرینی
اجرای زنجیره ارزش توسعه شبکه و ایستگاه‌های شارژ	طراحی و توسعه زنجیره فروش و توزیع و خدمات پس از فروش خودرو	توسعه زیرساخت‌های تجاری سازی	کارآفرینی	موتور کارآفرینی
همکاری در تدوین استانداردهای خودروی برقی بر اساس استانداردهای شبکه و ایستگاه‌های شارژ	تدوین استانداردهای لازم در زمینه تجاری سازی خودروهای برقی در داخل کشور	توسعه زیرساخت‌های تجاری سازی	کارآفرینی	موتور کارآفرینی
اجرای طرح توسعه ایستگاه‌های شارژ	ایجاد زیرساخت‌های لازم و امکانات موردنیاز برای توسعه خودروی برقی مانند ایستگاه شارژ و سایر امکانات و تجهیزات لازم	توسعه توان تولید داخلی	کارآفرینی	موتور کارآفرینی
تدوین طرح نقشه راه توسعه ایستگاه‌های شارژ	تهیه نقشه توسعه ایستگاه‌های شارژ برقی و گسترش آن طبق برنامه	هم‌سویی با حرکت جهانی و شفاف سازی بازار	جهت دهی به سیستم	موتور کارآفرینی

	پیش بینی			
همکاری در بازنگری ره نگاشت با توجه به راه پیموده شده	بازنگری نقشه راه توسعه خودروهای برقی	هم‌سویی با حرکت جهانی و شفاف سازی بازار	جهت دهی به سیستم	موتور کارآفرینی
ارائه طرح حمایتی از سمن‌های مرتب با ایستگاه‌های شارژ خودروی برقی	توسعه ساختارهای پشتیبان و سمن‌ها برای ایجاد ارتباط فنی با کشورها و بازارهای پیشرو	هم‌سویی با حرکت جهانی و شفاف سازی بازار	جهت دهی به سیستم	موتور کارآفرینی
ارائه طرح برای استفاده از بخش خصوص در توسعه زیرساخت‌های شبکه و ایستگاه‌های شارژ خودروی برقی	ابلاغ و گنجاندن به‌کارگیری خودروهای برقی در برنامه‌های توسعه کشور برای حمایت بخش خصوصی	افزایش نفوذ به‌کارگیری خودروهای برقی	مشروعیت بخشی	موتور کارآفرینی
تعریف پروژه‌های بومی‌سازی کامل فن‌آوری ایستگاه‌های شارژ	تعریف پروژه‌های جدید در زمینه فن‌آوری خودروی برقی و ایستگاه‌های در سطوح مختلف (دانشگاه، آموزشگاه‌های فنی و حرفه‌ای، مراکز تحقیقاتی و...)	توسعه منابع پشتیبان و سرمایه‌گذاری مشترک	بسیج منابع	موتور کارآفرینی
توسعه تأمین کنندگان قطعات و لوازم ایستگاه‌های شارژ	مشارکت در تولید و تامین قطعات اصلی و خدمات پس از فروش	توسعه منابع پشتیبان و سرمایه‌گذاری مشترک	بسیج منابع	موتور کارآفرینی
ایجاد بستر مناسب و تسهیل شده برای انتقال فن‌آوری ایستگاه‌های شارژ	انتقال تکنولوژی به همراه دانش فنی مربوطه	اكتساب سریع فن‌آوری	انتشار و خلق دانش	موتور کارآفرینی
ایجاد دوره‌های آموزشی تخصصی مرتبط با ایستگاه‌های شارژ	ایجاد شبکه‌ها و پایگاه‌های داده‌ای در قالب آموزش و آشنایی با فن‌آوری خودرو برقی	توسعه دانش بومی تولید و به‌کارگیری خودرو برقی	انتشار و خلق دانش	موتور علم و فن‌آوری



برنامه‌ریزی توسعه زیرساخت‌های مرتبط با ایستگاه‌های شارژ در ارتباط با افزایش خودروی برقی	افزایش مطالعات در راستای بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه سوخت مبتنی بر استفاده خودروی برقی در بخش زیرساخت	توسعه دانش بومی تولید و به‌کارگیری خودرو برقی	انتشار و خلق دانش	موتور علم و فن آوری
الگوبرداری از شرکت‌های تولید و توزیع برق در خصوص نوع رفتار نسبت به گسترش خودروهای برقی	بهره‌برداری از دانش فن آوری بواسطه الگوبرداری از شرکت‌های موفق جهانی	توسعه دانش بومی تولید و به‌کارگیری خودرو برقی	انتشار و خلق دانش	موتور علم و فن آوری
ارائه راه‌کارهای بومی‌سازی ایستگاه شارژ	توسعه راه‌کارها و الگوهای مناسب برای بومی‌سازی دانش کسب شده در فن آوری‌های خودروی برقی	توسعه دانش بومی تولید و به‌کارگیری خودرو برقی	انتشار و خلق دانش	موتور علم و فن آوری
حمایت از سمینار بین‌المللی تخصصی خودروی برقی و ایستگاه‌های شارژ	برگزاری سمینارها و کنفرانس‌های علمی و تخصصی با مشارکت صنعت	توسعه زیرساخت‌های ارتباط صنعت و دانشگاه	کارآفرینی	موتور علم و فن آوری

هم‌چنین وجود ارتباطی منطقی بین طرح‌های تعریف شده و وظایف تعریف شده برای وزارت نیرو نیز لازم است تا از این طریق

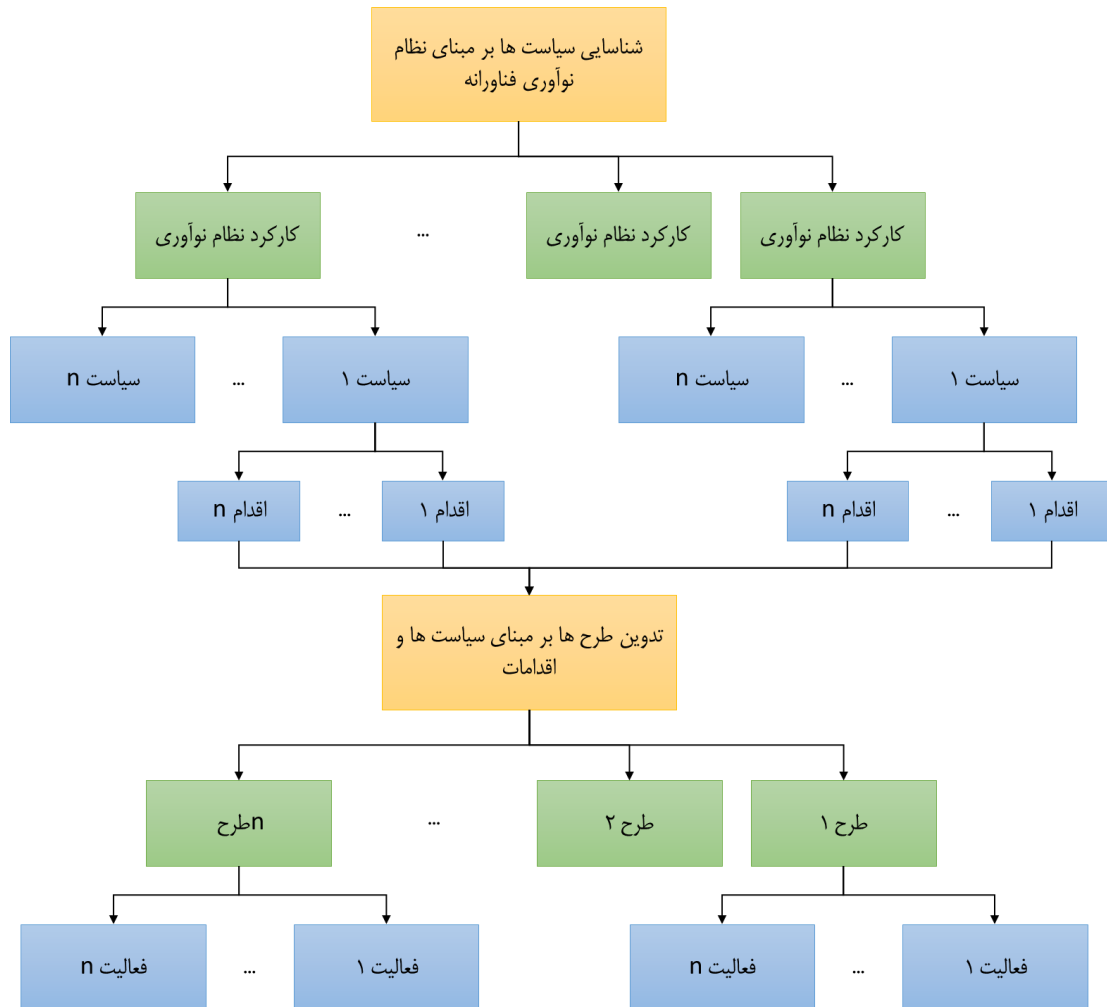
ارتباط این طرح‌ها با هریک از موتورهای نظام نوآوری فن‌آورانه، کارکردها، سیاست‌ها و اقدامات مشخص شود.



وظایف تعریف شده برای وزارت نیرو									
طرح ۱	طرح ۲	طرح ۳	طرح ۴	طرح ۵	طرح ۶	طرح ۷	طرح ۸	طرح ۹	طرح ۱۰
	*								
				*					
				*					
				*					
				*					
							*		
									*
									*
						*			
						*			

وظایف تعریف شده برای وزارت نیرو									
طرح ۱۰	طرح ۹	طرح ۸	طرح ۷	طرح ۶	طرح ۵	طرح ۴	طرح ۳	طرح ۲	طرح ۱
					*				ارائه طرح حمایتی از سمن‌های مرتب با ایستگاه‌های شارژ خودروی برقی
									ارائه طرح برای استفاده از بخش خصوص در توسعه زیرساخت‌های شبکه و ایستگاه‌های شارژ خودروی برقی
*						*			تعریف پروژه‌های بومی‌سازی کامل فن‌آوری ایستگاه‌های شارژ
				*		*			توسعه تأمین کنندگان قطعات و لوازم ایستگاه‌های شارژ
*						*			ایجاد بستر مناسب و تسهیل شده برای انتقال فن‌آوری ایستگاه‌های شارژ
	*								ایجاد دوره‌های آموزشی تخصصی مرتبط با ایستگاه‌های شارژ
									<b>برنامه‌ریزی توسعه زیرساخت‌های مرتبط با ایستگاه‌های شارژ در ارتباط با افزایش خودرو برقی</b>
								*	الگوبرداری از شرکت‌های تولید و توزیع برق در خصوص نوع رفتار نسبت به گسترش خودروهای برقی
*				*		*			ارائه راه‌کارهای بومی‌سازی ایستگاه شارژ
	*								حمایت از سمینار بین‌المللی تخصصی خودروی برقی و ایستگاه‌های شارژ

در روند نمای زیر مراحل تدوین طرح‌ها و فعالیت‌های سند و همچنین نحوه شکستن فعالیت‌ها نمایش داده شده است.



## فصل دوم

### تدوین پروژه‌های اجرایی

## تدوین پروژه‌های اجرایی

در این فصل مشخص خواهد شد که چه پروژه یا مجموعه پروژه‌هایی و با چه اولویت‌بندی باید در سالیان مختلف اجرا گردند تا در صورت اجرای آن‌ها بتوان اطمینان حاصل کرد که اقدامات عملیاتی مورد بحث در حوزه فن‌آوری موردنظر صورت گرفته، اهداف خرد و کلان تحقق یافته و راهبردها به بار نشسته است [۱۱ و ۱۲].

به منظور تحقق سیاست‌های مرتبط با راهبرد وزارت نیرو در توسعه بهره‌گیری از خودرو برقی لازم است پروژه‌های اجرایی تعریف گردند. لیست زیر پروژه‌های اجرایی مورد اشاره را در قالب ۹ طرح در بر گرفته است:

### ۱. طرح ایستگاه‌های شارژ خودرو برقی

- ۱.۱. تهیه و تدوین استانداردهای تجهیزات ایستگاه‌های شارژ و آزمون‌ها
- ۱.۲. تهیه و تدوین استاندارد طراحی و ساخت ایستگاه‌های شارژ در مکان‌های عمومی و خصوصی
- ۱.۳. مطالعه و بررسی انواع جایگاه‌های شارژ و تجهیزات به کار رفته در آن‌ها
- ۱.۴. جایابی بهینه ایستگاه‌های شارژ عمومی با توجه به ملاحظات فنی و اقتصادی
- ۱.۵. تهیه و تدوین نرم‌افزار جایابی بهینه ایستگاه شارژ عمومی
- ۱.۶. تدوین دستورالعمل و نیازمندی‌های احداث، نصب و راه‌اندازی ایستگاه‌های شارژ خودرو برقی در مکان‌های عمومی و خصوصی
- ۱.۷. تهیه و تدوین استانداردهای ایمنی و حفاظتی ایستگاه‌های شارژ
- ۱.۸. ایجاد حداقل زیرساخت‌های شارژ به منظور شارژ خودروهای عمومی برقی با تعرفه مناسب و ارائه طرح توسعه زیرساخت‌های شارژ در مکان‌های اختصاصی و عمومی
- ۱.۹. تعیین استانداردهای مصرف انرژی و ساخت قطعات

### ۲. تامین و تبادل انرژی بین خودروهای برقی و شبکه قدرت

- ۲.۱. مطالعه و بررسی شبکه انتقال و توزیع قدرت و انرژی موردنیاز خودروهای برقی تا ۱۰ سال آتی
- ۲.۲. مطالعه و بررسی روش‌های مختلف تزریق و اتصال انرژی الکتریکی به ایستگاه‌های شارژ و بالعکس
- ۲.۳. تعیین مدل‌های مختلف ریاضی جهت درخواست شارژ خودروهای برقی در ایستگاه شارژ

۲,۴. مطالعه و بررسی پیش ساختها و زیرساختهای شبکه توزیع از نظر احداث ایستگاههای شارژ

۲,۵. تحقیق و بررسی تامین انرژی موردنیاز ایستگاههای شارژ توسط انرژیهای تجدیدپذیر و تولید پراکنده و نیازمندیها

۲,۶. مطالعه و بررسی الگوهای شرکتهای تولید و توزیع برق در خصوص گسترش خودروهای برقی

### ۳. طرح کنترل مانیتورینگ ایستگاههای شارژ عمومی و خصوصی

۳,۱. مطالعه و بررسی محیط مخابراتی و ارتباطی انتقال داده در ایستگاههای شارژ

۳,۲. مطالعه و بررسی برنامه ریزی شارژ خودروهای برقی در محیطهای اختصاصی (مسکونی، تجاری و عمومی)

۳,۳. تهیه و تدوین نرم افزار کنترل مانیتورینگ ایستگاههای شارژ عمومی

۳,۴. تحقیق و تدوین استاندارد و پروتکل کنترل شارژ خودروی برقی در منازل مسکونی و تجاری توسط کنترلر هوشمند

۳,۵. تحقیق و تدوین نرم افزار خرید و فروش انرژی در ایستگاههای شارژ

۳,۶. تحقیق و تدوین سامانه شارژ بدون دخالت نیروی انسانی

۳,۷. بومی سازی فن آوری سامانههای کنترل مانیتورینگ ایستگاههای شارژ عمومی و خصوصی

### ۴. طرح بومی سازی فن آوری ساخت شارژرهای خودروی برقی

۴,۱. طرح شارژر سریع خودروی برقی

۴,۲. طرح شارژر بی سیم خودروی برقی

۴,۳. طرح شارژر ابرخازنی خودروی برقی

۴,۴. طرح شارژر کلاسهای ۱ و ۲

۴,۵. طرح شارژرهای غیرمتعارف

۴,۶. توسعه تامین کنندگان قطعات و لوازم ایستگاههای شارژ

۴,۷. ایجاد بستر مناسب و تسهیل شده برای انتقال فن آوری ایستگاههای شارژ

### ۵. طرح بومی سازی فن آوری راه اندازها و کنترلرهای خودروی برقی

۵,۱. طرح کنترلر و راه انداز موتورهای الکتریکی



۵,۲. طرح سامانه‌های کنترلی ذخیره‌ساز خودروی برقی

۵,۳. طرح سامانه‌های کنترلی بدنه و داخل خودرو

۵,۴. طرح هدایت و راهبری خودروی برقی

## ۶. طرح بومی‌سازی ذخیره‌سازهای انرژی

۶,۱. طرح باتری‌های متعارف

۶,۲. طرح ذخیره‌سازهای خورشیدی

۶,۳. طرح ذخیره‌سازهای اتمی

۶,۴. طرح ذخیره‌سازهای ابرخازنی

۶,۵. طرح ذخیره‌سازهای مبتنی بر ابررسانا

۶,۶. طرح ذخیره‌سازهای مکانیکی

۶,۷. طرح ذخیره‌سازهای پیل سوختی

۶,۸. طرح ذخیره‌سازهای غیرمتعارف

## ۷. طرح نیروی پیشران یا نیروی محرکه

۷,۱. طرح انواع موتورهای الکتریکی مناسب جهت خودروی برقی

۷,۲. طرح ساخت موتور الکتریکی جریان مستقیم بدون جاروبک (BLDC) در توان‌های بالا

۷,۳. طرح ساخت موتور الکتریکی رلوکتانسی برای کاربرد در خودروی برقی

۷,۴. طرح ساخت موتورهای ابررسانا

۷,۵. طرح ساخت موتور الکتریکی BLDC درون چرخ (In Wheel Motor)

۷,۶. طرح موتورهای الکتریکی جریان متناوب

۷,۷. طرح موتورهای الکتریکی غیرمتعارف

## ۸. طرح مدل‌های مالی، اقتصادی، تعرفه‌ها و استانداردهای مرتبط با ایستگاه‌های شارژ

### ۸.۱. طرح بررسی اقتصادی و مدیریتی ایستگاه‌های شارژ خودرو برقی

۸.۱.۱. مطالعه و تحقیق در زمینه روش‌های مختلف مالکیت، بازیگران اصلی و سرمایه‌گذاری ایستگاه‌های شارژ

۸.۱.۲. تحقیق و بررسی خوشه‌های ارزش اقتصادی ایستگاه‌های شارژ با استفاده از پایگاه داده بازاریابی

۸.۱.۳. ارائه طرح‌های تشویقی

### ۸.۲. طرح برگزاری نمایشگاه و همایش‌های مرتبط با خودرو برقی و دوره‌های آموزشی تخصصی مرتبط

#### با ایستگاه‌های شارژ

۸.۲.۱. همکاری در برگزاری نمایشگاه تخصصی خودروی‌های برقی

۸.۲.۲. شرکت در همایش‌های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران

۸.۲.۳. حمایت از سمینار بین‌المللی تخصصی خودروی برقی و ایستگاه‌های شارژ

۸.۲.۴. تدوین بسته آموزشی جامع ایستگاه‌های شارژ (سطوح دانشگاهی، صنعتی و کاربردی)

۸.۲.۵. طراحی روش اجرایی آموزش‌های مرتبط با ایستگاه شارژ

### ۸.۳. اجرای زنجیره ارزش شبکه و ایستگاه شارژ

۸.۳.۱. طراحی زنجیره ارزش ایستگاه‌های شارژ

۸.۳.۲. استقرار مدیریت زنجیره ارزش ایستگاه‌های شارژ

## ۹. طرح یک شبکه پایلوت به منظور پیاده‌سازی و بررسی

۹.۱. مطالعه و تعیین منطقه و محل منتخب و طراحی مفهومی

۹.۲. مطالعه و بررسی شبکه قدرت و توزیع و شبیه‌سازی و تعیین الزامات پایلوت موردنظر

۹.۳. مطالعه و طراحی تفصیلی پایلوت موردنظر

۹.۴. تامین منابع مالی و ادوات و تجهیزات

۹,۵. اجرا و نصب و مانیتورینگ سامانه پایلوت

#### ۱۰. تدوین برنامه اجرایی توسعه ایستگاه‌های شارژ خودرو برقی

۱۰,۱. تعیین روش و مدل اجرایی تدوین نقشه راه

۱۰,۲. تدوین برنامه راهبردی و نقشه راه توسعه ایستگاه‌های شارژ

#### ۱۱. مدیریت دانش و زیرساخت آزمایشگاهی

۱۱,۱. طرح مدیریت دانش و زیرساخت فن‌آوری

۱۱,۲. طرح زیرساخت آزمایشگاهی

### ۱-۴- بودجه‌ریزی و زمان‌بندی

از آن‌جا که منابع مالی مستمر یکی از اصلی‌ترین (و شاید مهم‌ترین) عوامل توسعه موفق فن‌آوری‌ها است، ضروری است تا پیش‌بینی منابع مالی لازم برای هر یک از اقدام‌ها و سیاست‌های تعریف شده مشخص شده و بودجه مشخصی برای آن‌ها پیش‌بینی گردد.

به منظور پایدار نمودن و قابل پیش‌بینی نمودن برنامه‌های حمایتی، مناسب است تا برنامه‌ها برای دوره‌های زمانی مشخص و محدود طراحی و اجرا شوند. با این کار می‌توان به روشن و در کنترل بودن بودجه موردنیاز، فراهم شدن امکانات ارزیابی بهتر نتایج و دستاوردها و امکان اصلاح، بازنگری و ایجاد تطابق بیشتر در برنامه‌ها با شرایط زمان، اشاره کرد. در جدول زیر خلاصه طرح‌ها و بودجه‌های مربوطه ارائه شده است:

ردیف	طرح‌ها	افق زمانی (سال)
۱	ایستگاه‌های شارژ خودروی برقی	۷
۲	تامین و تبادل انرژی بین خودروهای برقی و شبکه قدرت	۱۰

ردیف	طرح ها	افق زمانی (سال)
۳	کنترل مانیتورینگ ایستگاه‌های شارژ عمومی و خصوصی	۱۰
۴	ساخت سامانه شارژرهای خصوصی و عمومی خودروی برقی	۱۰
۵	طرح بومی سازی فن آوری راه اندازها و کنترلرهای خودروی برقی	۸
۶	پیاده سازی شبکه پایلوت ایستگاه های شارژ خودروی برقی	۶
۷	مطالعات اقتصادی و مدیریتی ایستگاه های شارژ خودروی برقی	۵
۸	برگزاری نمایشگاه ها، همایش ها، و آموزش	۱۰
۹	تدوین برنامه اجرایی توسعه ایستگاه های شارژ خودرو برقی	۳
۱۰	مدیریت دانش و زیر	۱۰

افق زمانی (سال)	طرح ها	ردیف
	ساخت آزمایشگاهی	
۱۰	جمع	

### ۱-۵- تقسیم کار ملی (نگاشت نهادی مطلوب)

این مولفه با نگاشت نهادی بر اقدامها و سیاستهای تعریف شده و مشخص کنندهی وظایفی است که کنش گران درگیر در توسعه فن آوری باید از آن پیروی کنند. در قالب تقسیم کار ملی، لازم است تا هم متولی اصلی توسعه فن آوری (پیش برنده و هماهنگ کننده برنامهها) معین گردد و هم مسئول سایر نقشهای پشتیبان مشخص گردد.

در این بخش به شناسایی مجریانی که می توانند این پروژهها را انجام دهند پرداخته خواهد شد تا با یک نگاشت نهادی مطلوب و تقسیم کار ملی بهینه، نگاهها و موسسات و سازمانهای مختلف کشور در زمینه فن آوری مورد نظر، هر یک نقش خویش را در جهت برآوردن اهداف نقشه راه فن آورانها ایفا نمایند. در جدول (۲-۱۰) ۲۵ تقسیم کار ملی پروژههای مرتبط با وزارت نیرو در سند راهبردی و نقشه راه خودرو برقی درج شده است.

همکاران	مجری	عنوان پروژه / اقدام	
		طرح ایستگاههای شارژ خودرو برقی	۱
اداره استاندارد	پژوهشگاه نیرو	تهیه و تدوین استانداردهای تجهیزات ایستگاههای شارژ و آزمونها	۱,۱
اداره استاندارد - دانشگاهها	پژوهشگاه نیرو	تهیه و تدوین استاندارد طراحی و ساخت ایستگاههای شارژ در مکانهای عمومی و خصوصی	۱,۲
شرکتهای دانش بنیان و دانشگاهها	پژوهشگاه نیرو	مطالعه و بررسی انواع جایگاههای شارژ و تجهیزات به کار رفته در آنها	۱,۳
شرکتهای دانش بنیان و دانشگاهها	پژوهشگاه نیرو	جایابی بهینه ایستگاههای شارژ عمومی با توجه به ملاحظات فنی و اقتصادی	۱,۴
شرکتهای دانش بنیان	پژوهشگاه نیرو	تهیه و تدوین نرم افزار جایابی بهینه	۱,۵

همکاران	مجری	عنوان پروژه / اقدام	
و دانشگاهها		ایستگاه شارژ عمومی	
اداره استاندارد	پژوهشگاه نیرو	تدوین دستورالعمل و نیازمندی‌های احداث، نصب و راه‌اندازی ایستگاه‌های شارژ خودرو برقی در مکان‌های عمومی و خصوصی	۱,۶
اداره استاندارد	پژوهشگاه نیرو	تهیه و تدوین استانداردهای ایمنی و حفاظتی ایستگاه‌های شارژ	۱,۷
دانشگاهها- توانیر- شرکت‌های دانش بنیان	، پژوهشگاه نیرو و	ایجاد حداقل زیرساخت‌های شارژ به منظور شارژ خودروهای عمومی برقی با تعرفه مناسب و ارائه طرح توسعه زیرساخت‌های شارژ در مکان‌های اختصاصی و عمومی	۱,۸
		تعیین استانداردهای مصرف انرژی و ساخت قطعات	۱,۹
وزارت صنایع	وزارت نیرو	همکاری در تدوین طرح ارزیابی تأمین کنندگان و مواد اولیه در بخش شبکه و ایستگاه شارژ	۱,۹,۱
اداره استاندارد	وزارت نیرو	همکاری در تدوین استانداردهای خودروی برقی بر اساس استانداردهای خودروی برقی بر اساس استانداردهای شبکه و ایستگاه‌های شارژ	۱,۹,۲
تأمین و تبادل انرژی بین خودروهای برقی و شبکه قدرت			۲
توانیر	پژوهشگاه نیرو	مطالعه و بررسی شبکه انتقال و توزیع قدرت و انرژی موردنیاز خودروهای برقی تا ۱۰ سال آتی	۲,۱
توانیر	پژوهشگاه نیرو	مطالعه و بررسی روش‌های مختلف تزریق و اتصال انرژی الکتریکی به ایستگاه‌های شارژ و بالعکس	۲,۲
دانشگاهها	پژوهشگاه نیرو	تعیین مدل‌های مختلف ریاضی جهت درخواست شارژ خودروهای برقی در ایستگاه شارژ	۲,۳
توانیر- دانشگاهها	پژوهشگاه نیرو	مطالعه و بررسی پیش ساخت‌ها و	۲,۴

همکاران	مجری	عنوان پروژه / اقدام	
		زیرساخت‌های شبکه توزیع از نظر احداث ایستگاه‌های شارژ	
توانیر	پژوهشگاه نیرو	تحقیق و بررسی تامین انرژی موردنیاز ایستگاه‌های شارژ توسط انرژی‌های تجدیدپذیر و تولید پراکنده و نیازمندی‌ها	۲,۵
توانیر - دانشگاه‌ها	پژوهشگاه نیرو	مطالعه و بررسی الگوهای شرکت‌های تولید و توزیع برق در خصوص گسترش خودروهای برقی	۲,۶
طرح کنترل مانیتورینگ ایستگاه‌های شارژ عمومی و خصوصی			۳
دانشگاه‌ها	پژوهشگاه نیرو	مطالعه و بررسی محیط مخابراتی و ارتباطی انتقال داده در ایستگاه‌های شارژ	۳,۱
دانشگاه‌ها	پژوهشگاه نیرو	مطالعه و بررسی برنامه‌ریزی شارژ خودروهای برقی در محیط‌های اختصاصی (مسکونی، تجاری و عمومی)	۳,۲
دانشگاه‌ها - شرکت‌های دانش بنیان -	پژوهشگاه نیرو	تهیه و تدوین نرم‌افزار کنترل مانیتورینگ ایستگاه‌های شارژ عمومی	۳,۳
شرکت‌های دانش بنیان - دانشگاه‌ها - ساپا	پژوهشگاه نیرو	تحقیق و تدوین استاندارد و پروتکل کنترل شارژ خودروی برقی در منازل مسکونی و تجاری توسط کنتور هوشمند	۳,۴
شرکت‌های دانش بنیان - دانشگاه‌ها	پژوهشگاه نیرو	تحقیق و تدوین نرم‌افزار خرید و فروش انرژی در ایستگاه‌های شارژ	۳,۵
شرکت‌های دانش بنیان - دانشگاه‌ها	پژوهشگاه نیرو	تحقیق و تدوین سامانه شارژ بدون دخالت نیروی انسانی	۳,۶
شرکت‌های دانش بنیان - دانشگاه‌ها	پژوهشگاه نیرو	بومی‌سازی فن‌آوری سامانه‌های کنترل مانیتورینگ ایستگاه‌های شارژ عمومی و خصوصی	۳,۷
طرح بومی‌سازی فن‌آوری ساخت شارژرهای خودروی برقی			۴
دانشگاه‌ها - شرکت‌های دانش بنیان	پژوهشگاه نیرو	طرح شارژر سریع خودروی برقی	۴,۱
دانشگاه‌ها - شرکت‌های دانش بنیان	پژوهشگاه نیرو	طرح شارژر بی‌سیم خودروی برقی	۴,۲

همکاران	مجری	عنوان پروژه / اقدام	
دانشگاهها - شرکت‌های دانش بنیان	پژوهشگاه نیرو	طرح شارژر ابرخازنی خودروی برقی	۴,۳
دانشگاهها - شرکت‌های دانش بنیان	پژوهشگاه نیرو	طرح شارژر کلاس‌های ۱ و ۲	۴,۴
دانشگاهها - شرکت‌های دانش بنیان	پژوهشگاه نیرو	طرح شارژرهای غیرمتعارف	۴,۵
		توسعه تامین کنندگان قطعات و لوازم ایستگاه‌های شارژ	۴,۶
وزارت اقتصاد و دارایی	وزارت نیرو	تدوین بسته تشویقی برای تولید قطعات و لوازم ایستگاه‌های شارژ	۴,۶,۱
وزارت اقتصاد و دارایی	وزارت نیرو	پروژه توانمندسازی قطعه سازان لوازم ایستگاه‌های شارژ	۴,۶,۲
		ایجاد بستر مناسب و تسهیل شده برای انتقال فن‌آوری ایستگاه‌های شارژ	۴,۷
وزارت صنایع و مراکز تحقیقاتی مرتبط - مرکز همکاری‌های فن‌آوری و نوآوری	پژوهشگاه نیرو	تسهیل ارتباط بین دارندگان فن‌آوری خارج از کشور و تولیدکنندگان داخلی ایستگاه‌های شارژ	۴,۷,۱
مرکز همکاری و نوآوری - کلیه بازیگران	وزارت نیرو	همکاری در ایجاد ستادی هماهنگ کننده برای توسعه هم‌نوا و یکپارچه فن‌آوری‌های خودروی برقی و ایستگاه‌های شارژ	۴,۷,۲
دانشگاهها - شرکت‌های دانش بنیان	پژوهشگاه نیرو	طرح بومی سازی فن‌آوری راه‌اندازها و کنترلرهای خودروی برقی	۵
طرح بومی‌سازی ذخیره‌سازهای انرژی			۶
طرح نیروی پیشران یا نیروی محرکه			۷
طرح مدل‌های مالی، اقتصادی، تعرفه‌ها و استانداردهای مرتبط با ایستگاه‌های شارژ			۸
۸,۱ طرح بررسی اقتصادی و مدیریتی ایستگاه‌های شارژ خودرو برقی			
دانشگاهها	پژوهشگاه نیرو	مطالعه و تحقیق در زمینه روش‌های مختلف مالکیت، بازیگران اصلی	۸,۱,۱



همکاران	مجری	عنوان پروژه / اقدام	
		وسرمایه گذاری ایستگاه‌های شارژ	
شرکت‌های دانش بنیان - دانشگاه‌ها	پژوهشگاه نیرو	تحقیق و بررسی خوشه‌های ارزش اقتصادی ایستگاه‌های شارژ با استفاده از پایگاه داده بازاریابی	۸,۱,۲
		طرح‌های تشویقی	۸,۱,۳
	وزارت نیرو	تحقیق و تدوین تعرفه‌های تشویقی و روش‌های مختلف کارمزد شارژ خودروهای برقی	۸,۱,۳,۱
	وزارت نیرو	تعرفه مناسب انگیزشی برای هزینه‌های شارژ خودروهای برقی	۸,۱,۳,۲
	وزارت نیرو	طرح تدوین تعرفه های تشویقی برای مصرف انرژی خودروی برقی و زیرساخت‌های شارژ	۸,۱,۳,۳
	وزارت نیرو	تعریف بسته‌های حمایتی برای زیرساخت‌های شارژ و هزینه‌های شارژ	۸,۱,۳,۴
	وزارت نیرو	طرح بسته‌های کمک به تجهیز ایستگاه‌های شارژ در بخش خصوصی	۸,۱,۳,۵
	وزارت نیرو	ایجاد توازن بین سوبسید انرژی خودروی برقی و سوبسید سوخت فسیلی	۸,۱,۳,۶
	وزارت نیرو	ارائه طرح تخفیف در برق مصرفی خودروی برقی با مصرف کمتر و حجم تولید بالاتر	۸,۱,۳,۷
	وزارت نیرو	ارائه طرح حمایتی برای شرکت‌های دانش بنیان برای ایستگاه‌های شارژ و توسعه شبکه	۸,۱,۳,۸
سازمان تاکسیرانی - شهرداری	وزارت نیرو	ارائه طرح سوبسید هزینه مصرف برق برای خودروهای عمومی برقی	۸,۱,۳,۹
	وزارت نیرو	ارائه طرح حمایتی از سمن‌های مرتب با ایستگاه‌های شارژ خودروی برقی	۸,۱,۳,۱۰
۵,۲. اجرای زنجیره ارزش شبکه و ایستگاه شارژ			۸,۲
کلیه سازمان‌های مرتبط	پژوهشگاه نیرو	طراحی زنجیره ارزش ایستگاه‌های شارژ	۸,۲,۱

همکاران	مجری	عنوان پروژه / اقدام	
کلیه سازمان‌های مرتبط	وزارت نیرو	استقرار مدیریت زنجیره ارزش ایستگاه‌های شارژ	۸,۳,۲
طرح برگزاری نمایشگاه و همایش‌های مرتبط با خودرو برقی و دوره‌های آموزشی تخصصی مرتبط با ایستگاه‌های شارژ			۸,۳
سازمان‌های مجری نمایشگاه‌های تخصصی	پژوهشگاه نیرو	همکاری در برگزاری نمایشگاه تخصصی خودروی‌های برقی	۸,۳,۱
	وزارت نیرو	شرکت در همایش‌های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران	۸,۳,۲
	وزارت نیرو	حمایت از سمینار بین‌المللی تخصصی خودروی برقی و ایستگاه‌های شارژ	۸,۳,۳
وزارت صنایع - وزارت اقتصاد و دارایی	وزارت نیرو	تدوین بسته آموزشی جامع ایستگاه‌های شارژ (سطوح دانشگاهی، صنعتی و کاربردی)	۸,۳,۴
وزارت صنایع - وزارت اقتصاد و دارایی	وزارت نیرو	طراحی روش اجرایی آموزش‌های مرتبط با ایستگاه شارژ	۸,۳,۵
طرح یک شبکه پایلوت به منظور پیاده‌سازی و بررسی			۹
دانشگاه‌ها	پژوهشگاه نیرو	مطالعه و تعیین منطقه و محل منتخب و طراحی مفهومی	۹,۱
دانشگاه‌ها	پژوهشگاه نیرو	مطالعه و بررسی شبکه قدرت و توزیع و شبه سازی و تعیین الزامات پایلوت موردنظر	۹,۲
دانشگاه‌ها	پژوهشگاه نیرو	مطالعه و طراحی تفصیلی پایلوت موردنظر	۹,۳
شرکت‌های دانش بنیان	پژوهشگاه نیرو	تامین منابع مالی و ادوات و تجهیزات	۹,۴
شرکت‌های دانش بنیان و خصوصی	پژوهشگاه نیرو	اجرا و نصب و مانیتورینگ سامانه پایلوت	۹,۵
تدوین برنامه اجرایی توسعه ایستگاه‌های شارژ خودرو برقی			۱۰
	وزارت نیرو	تعیین روش و مدل اجرایی تدوین نقشه راه	۱۰,۱
	پژوهشگاه نیرو	تدوین برنامه راهبردی و نقشه راه توسعه ایستگاه‌های شارژ	۱۰,۲
مدیریت دانش و زیرساخت آزمایشگاهی			۱۱
	پژوهشگاه نیرو	طرح مدیریت دانش و زیرساخت فن‌آوری	۱۱,۱

همکاران	مجری	عنوان پروژه / اقدام	
	پژوهشگاه نیرو	طرح زیرساخت آزمایشگاهی	۱۱,۲

### ۱-۶- ترسیم نقشه راه

ره‌نگاشت یا نقشه راه برنامه عملیاتی، بیانگر ارتباط میان اهداف کلان، اهداف خرد، راهبردها، راه‌کارها، سیاست‌های کلان، سیاست‌های پشتیبان، منابع و مجریان است که در طول مراحل قبلی استخراج شده‌اند. با ترسیم این نقشه، تصویری کلان از مسیر توسعه متشکل از بخش‌های مختلف آن و ارتباط بخش‌ها با هم مشخص می‌گردد.

نقشه راه، یکی از انعطاف‌پذیرترین روش‌های متداول برنامه‌ریزی و آینده‌نگری است. یکی از انواع نقشه راه، نقشه راه فن‌آوری است که ابزاری ساختاریافته برای کشف و برقراری ارتباط بین بازارها، محصولات و فن‌آوری‌های در حال توسعه در طول زمان می‌باشد. از آن‌جا که نقشه راه فن‌آوری در سطوح مختلف و با اهداف گوناگون تدوین دارد، دارای الگوهای متفاوتی از منظر هدف و قالب است. انتخاب الگوی نادرست، می‌تواند از کارآمدی این ابزار توانمند بکاهد. لذا شناخت دقیق اشکال و رویکردهای تدوین نقشه راه از اهمیت زیادی برخوردار است.

یکی از اصلی‌ترین حوزه‌های تدوین نقشه راه، حوزه فن‌آوری می‌باشد. نقشه راه فن‌آوری، ابزاری ساختاریافته برای کشف و برقراری ارتباط بین بازارها، محصولات و فن‌آوری‌های در حال توسعه در طول زمان می‌باشد. استفاده از این ابزار به سازمان‌ها کمک می‌کند تا در محیط پویا و به شدت متغیر امروز با تمرکز بر پوشش محیط و ردیابی روند تغییرات فن‌آوری‌های موجود، موقعیت خود را در بازار حفظ و ارتقا بخشند.

نقشه راه فن‌آوری به سازمان‌ها کمک می‌کند تا با شناسایی تولیدات و نیازهای بازار آینده و فن‌آوری لازم برای رسیدن به آن‌ها، از وجود تقاضا در آینده اطمینان یابند. نقشه راه فن‌آوری روشی برای شناسایی تولیدات یا تهیه نیازها و تبدیل آن‌ها به گزینه‌های فن‌آوری و طرح‌های توسعه است تا اطمینان حاصل شود که فن‌آوری مورد نیاز آینده به هنگام نیاز، آماده و میسر است.

تاریخ شروع استفاده از تکنیک نقشه راه فن‌آوری به سال ۱۹۸۰ برمی‌گردد. هنگامی که در کشور آمریکا چندین شرکت از جمله موتورولا این روش را برای انتخاب بهترین راه به سوی آینده برگزیدند. هدف شرکت موتورولا از ترسیم نقشه راه فن‌آوری، ایجاد تعادل میان موضوعات بلندمدت و کوتاه‌مدت، ایجاد تعادل میان ابعاد راهبردی و ابعاد عملیاتی سازمان و نیز ایجاد

هماهنگی میان فن آوری و سایر منابع سازمان معرفی شده است. بدین ترتیب رویکرد موتورولا به عنوان پایه‌ای برای رشد نقشه راه فن آوری قرار گرفت و این پایه، در طول زمان به تدریج دستخوش تغییرات و پیشرفت‌هایی شد. در شکل (۱-۲) نقشه راه طرح‌های مرتبط با وزارت نیرو در توسعه فن آوری خودرو برقی نشان داده شده است.



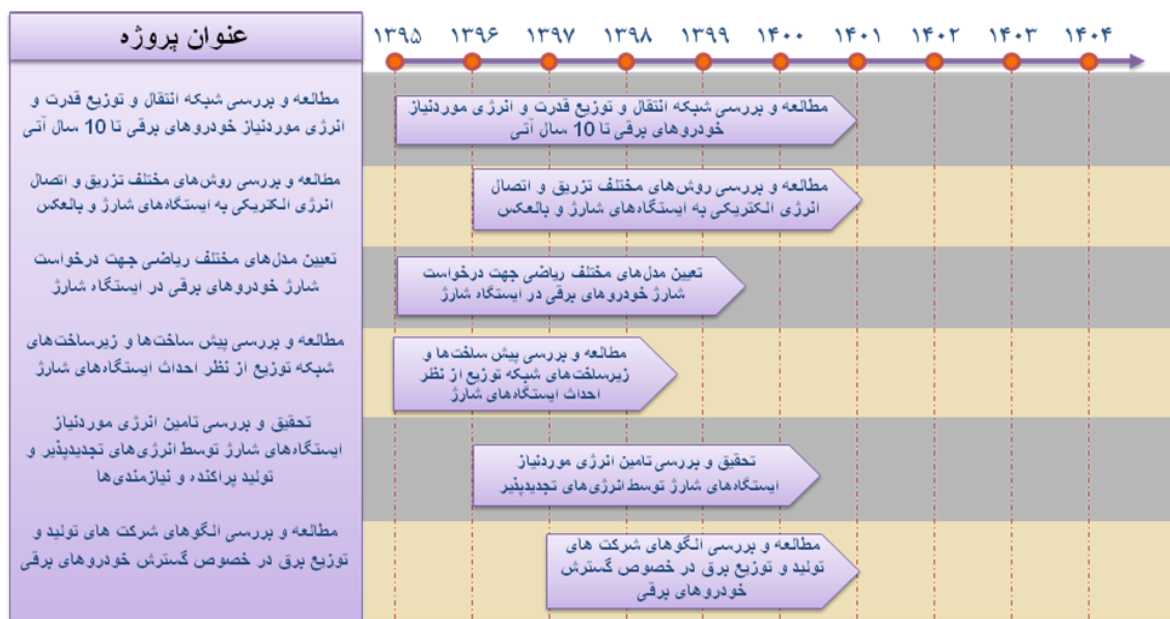
### طرح‌های مربوط به حوزه وزارت نیرو



### طرح‌های ایستگاه‌های شارژ خودرو برقی



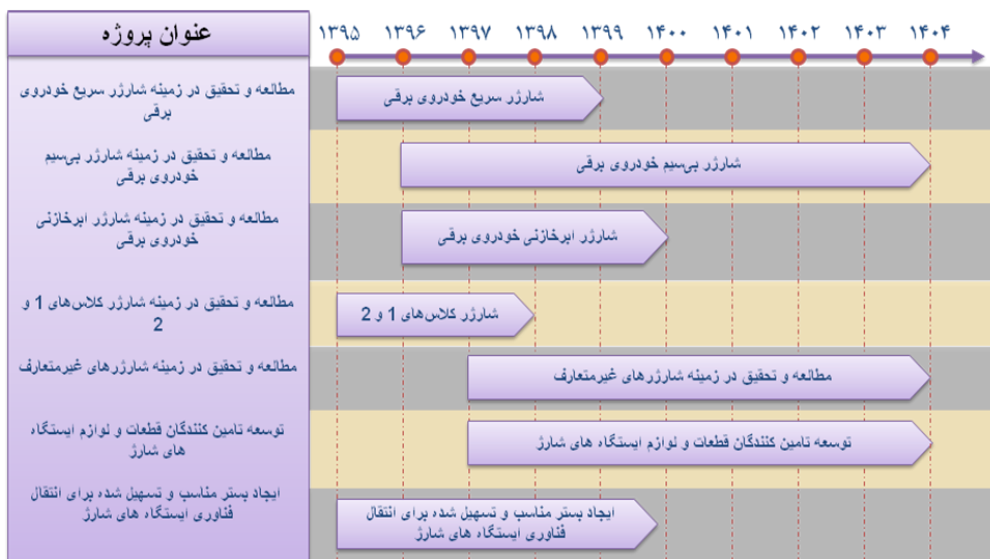
### تأمین و تبادل انرژی بین خودروهای برقی و شبکه قدرت



### طرح کنترل و مانیتورینگ ایستگاه‌های شارژ



### طرح بومی سازی فناوری ساخت شارژرهای خودروی برقی









## طرح نیروی پیشران یا نیروی محرکه



## طرح بومی سازی فناوری راه اندازها و کنترلرهای خودروی برقی



## ۱-۷- سرفصل های پیشنهادی برای سایر بازیگران

مسئله دستیابی به اهداف این سند مستلزم همکاری تمامی بازیگران کلیدی این عرصه می باشد و بدون تعامل گسترده بین این بازیگران تحقق اهداف امکانپذیر نخواهد بود. از طرفی با توجه به اینکه حوزه اختیارات تهیه کنندگان این سند در راستای اختیارات وزارت نیرو می باشد، لذا تلاش شده است تا اقداماتی که لازم است سایر بازیگران به انجام برسانند در قالب سرفصلهای پیشنهادی زیر ارائه گردد.

### ۱-۶-۱- وزارت کشور

- ۱- تعریف مشخصات فنی و کیفی مناسب خودروی برقی عمومی برای استفاده طولانی مدت
- ۲- ایجاد الزمات رعایت قوانین و مقررات مرتبط با کیفیت خودروهای برقی توسط زیر مجموعه
- ۳- تدوین بسته های حمایتی از بودجه برای پشتیبانی خرید خودروهای برقی
- ۴- تدوین بسته های حمایتی از بودجه برای پشتیبانی واردات خودروهای برقی عمومی
- ۵- تأمین اعتبار برای برنامه های ترویجی خودروی برقی در صدا و سیما
- ۶- شرکت در همایش های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران
- ۷- ارائه مجوز شکل ها و سمن های مرتبط با خودروی برقی

### ۱-۶-۲- وزارت راه و ترابری

- ۱- هماهنگی برای احداث ایستگاه های شارژ در اقامتگاه های بین راهی و پایانه ها
- ۲- شرکت در همایش های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران
- ۳- همکاری در تدوین نقشه راه توسعه ایستگاه های شارژ

## ۱-۶-۳- وزارت صمت

- ۱- بررسی و تعیین مناسب قوانین تسهیلگر واردات از جمله تعرفه های مناسب برای خودروهای عمومی و قطعات خودرو و قطعات ایستگاه های شارژ
- ۲- طرح تدوین تعرفه های خاص خودروی برقی
- ۳- قوانین بازدارنده برای جلوگیری از ورود مواد و قطعات و محصولات بیکیفیت
- ۴- تحلیل هزینه - فایده تولید داخلی بر روی خودروی برقی
- ۵- طرح تدوین تعرفه های خاص خودروی برقی
- ۶- طرح بررسی خودروهای مناسب برای کشور
- ۷- ارائه تعریف واردات خاص برای خودروهای نمونه اولیه
- ۸- اختصاص بخش خاص خودروهای برقی در نمایشگاه های بین المللی
- ۹- راه اندازی نمایشگاه تخصصی خودروی های برقی به صورت بین المللی
- ۱۰- طرح الگوبرداری از تولید خودروی برقی
- ۱۱- طراحی روش مشارکت خارجی و سرمایه گذاری بخش صوصی برای خودروی برقی
- ۱۲- طراحی و همکاری با وزارت آموزش و ژرورش برای تعیین دروس فنی و حرفه ایچ
- ۱۳- تعیین تعرفه های مناسب واردات قطعات خودروهای برقی
- ۱۴- شرکت در همایش های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران
- ۱۵- همکاری در تعیین استانداردهای فنی
- ۱۶- طرح بسته های کمک به خودروسازی برای تجهیز توسعه تولید خودروی برقی
- ۱۷- حمایت مالی و حاکمیتی از سمینارهای تخصصی
- ۱۸- ایجاد بانک های اطلاعاتی فنی داخلی و خارجی خودروی برقی
- ۱۹- ایجاد بسته های حمایتی برای توسعه داخلی سازی قطعات و محصولات خودروی برقی
- ۲۰- تدوین طرح ارزیابی تأمین کنندگان و مواد اولیه
- ۲۱- بخش بندی بازار به صورت رقابتی بین خودروسازها و واردکنندگان

- ۲۲- ایجاد توازن بین سوبسید در قیمت گذاری خودروی برقی
- ۲۳- ارائه طرح افزایش تعرفه واردات براساس حجم تولید تولیدکنندگان برای خودروی در یک سطح
- ۲۴- ارائه طرح حمایتی برای شرکت های دانش بنیان در خودروی برقی
- ۲۵- همکاری در اجرای طرح زنجیره ارزش تولید خودروی برقی
- ۲۶- ارائه بسته های حمایتی توانمندسازی قطعه سازی
- ۲۷- همکاری در بازنگری ره نگاشت با توجه به راه پیموده شده
- ۲۸- ارائه طرح حمایتی از سمن های تولید خودروی برقی
- ارائه طرح برای استفاده از بخش خصوص در توسعه خودروی برقی
- ۲۹- ایجاد دوره های آموزشی تخصصی خودروهای برقی
- ۳۰- حمایت از سمینار بین المللی تخصصی خودروی برقی و ایستگاه های شارژ

#### ۱-۴-۶- وزارت نفت

- ۱- ارائه یارانه ها از محل صرفه کاهش مصرف سوخت برای تأمین منابع مالی استفاده از خودروی برقی عمومی
- ۲- تعیین معیارهای خودروهای برقی عمومی از نظر مصرف سوخت
- ۳- شرکت در همایش های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران

#### ۱-۵-۶- مجلس

- ۱- تدوین قوانین پشتیبان استفاده از خودروی برقی در سرویس های عمومی
- ۲- تصویب سیاست های پیشنهادی مرکز توسعه فن آوری زیرساخت خودروی برقی
- ۳- تصویب قوانین مشوق استفاده از خودروی برقی
- ۴- تصویب و الزام آور نمودن قوانین رعایت استانداردها
- ۵- تصویب قوانین برای الزام آوری بسته های حمایتی

- ۶- تصویب قوانین از رده خارج شدن خودروی آلاینده و دارای سن بالا
- ۷- تصویب ارائه بخشی از هدفمندی یارانه های سوخت فسیلی برای تولید خودروهای برقی
- ۸- تصویب قانون تشکیل سازمان متولی
- ۹- تصویب الزام قانونی برای اجرای برنامه های سند راهبردی توسعه خودروی برقی ذیل برنامه های توسعه کشور
- ۱۰- تصویب قوانین پیشنهادی هماهنگی دستگاه ها برای خودروی برقی
- ۱۱- تصویب قوانین الزام آور رعایت استانداردها
- ۱۲- تأمین اعتبار بودجه برای توسعه ایستگاه های شارژ
- ۱۳- تصویب قوانین مالیاتی و بمه بر اساس میزان آلایندهی خودرو
- ۱۴- تصویب قوانین تشویقی برای خودروهای کم آلاینده
- ۱۵- تصویب قوانین و مقررات هماهنگی بین بخش ها و بازیگران خودروی برقی
- ۱۶- تصویب قوانین مرتبط با استفاده از بخش خصوصی در توسعه خودروی برقی

### ۱-۶-۶- مرکز توسعه فن آوری زیرساخت خودرو برقی

- ۱- هماهنگ سازی معیارها کیفیت و مشخصات فنی واردات خودروی برقی
- ۲- پیشنهاد سیاست های استفاده از خودروهای برقی تولید کشورهای دیگر در بخش عمومی و خصوصی لوکس در راستای ره نگاشت توسعه فناوری
- ۳- تعریف طرح های کلان تحقیقاتی راهبردی در حوزه خودروی برقی
- ۴- یکپارچه سازی و همسوسازی قوانین مشوق و نظارت بر اجرای صحیح قانون
- ۵- ایجاد شبکه آزمایشگاهی تست کیفیت و عملکرد قطعات و محصولات خودروی برقی
- ۶- یکپارچه سازی و همسوسازی قوانین نظارت بر اجرای صحیح قانون
- ۷- تعامل با بازیگران دولتی برای تعریف بسته های حمایتی
- ۸- طرح تدوین معیارهای خودروهای برقی مناسب برای کشور

- ۹- تهیه محتوا برای برنامه های ترویجی و تبلیغی خودروی برقی
- ۱۰- همکاری در برگزاری نمایشگاه تخصصی خودروی های برقی
- ۱۱- تعیین جایگاه و نوع سازمان فرابخشی برای مدیریت توسعه خودروی برقی در کشور
- ۱۲- تهیه طرح سازماندهی سازمان فرابخشی
- ۱۳- ارائه طرح الگوبرداری و نحوه اجرای آن
- ۱۴- تعیین معیارهای انتخاب تولید کننده خارچی برای مشارکت
- ۱۵- همراستا نمودن رسانه ای جمعی برای پوشش خبری توسعه خودروی برقی به صورت برنامه های منظم
- ۱۶- ارائه قوانین و برنامه های هماهنگ کننده دستگاه ها
- ۱۷- ایجاد مرکز تحقیقات خودروی برقی
- ۱۸- ایجاد بانک اطلاعاتی بازیگران خودروی برقی
- ۱۹- ارزیابی توانمندی تولیدکنندگان داخلی خودروهای برقی و ارائه طرح توانمندسازی
- ۲۰- تدوین طرح های فنی اقتصادی برای تولید خودروی برقی
- ۲۱- ارائه طرح توازن قیمت و کیفیت خودرو
- ۲۲- طراحی فرایند و ساختار تجاری سازی فناوری های خودروی برقی
- ۲۳- طراحی زنجیره ارزش تولید خودروی برقی و توسعه ایستگاه های شارژ
- ۲۴- همکاری در توسعه فن بازارها و نمایشگاه های تخصصی
- ۲۵- تدوین طرح استفاده از مالیات و بیمه اضافه خودروهای آلاینده در فرایند توسعه خودروی برقی
- ۲۶- تدوین طرح قوانین تشویقی برای خودروهای کم آلاینده
- ۲۷- طراحی محتوای برنامه های فرهنگی توسعه خودروی برقی
- ۲۸- بازنگری ره نگاشت با توجه به راه پیموده شده
- ۲۹- ارائه طرح شبکه ها و انجمن ها و سمن های خودروی برقی
- ۳۰- تهیه قوانین و مقررات هماهنگی بین بخش ها و بازیگران خودروی برقی
- ۳۱- تهیه مفاد قانونی برنامه های توسعه برای استفاده از بخش خصوصی در توسعه خودروی برقی



- ۳۲- ایجاد هماهنگی بین دانشگاه و مراکز تحقیقاتی و صنعت
- ۳۳- ایجاد بانک اطلاعات مرتبط با فناوری خودرو و ایستگاه های شارژ
- ۳۴- کمک به مع آوری اطلاعات کامل برای پشتیبانی مطالعات زیرساختی وزارت نیرو
- ۳۵- ایاد پایگاه داده توانمندی های خودروی برقی خودروی برقی
- ۳۶- بررسی و انتخاب روش مناسب برای بومی سازی فناوری خودروی برقی و ایستگاه های شارژ
- ۳۷- هماهنگی برای توسعه و توانمندسازی مراکز رشد و پارکهای علم و فناوری در توسعه فناوری خودروی برقی
- ۳۸- هماهنگی با نهادهای متولی توسعه شرکت های دانش بنیان برای ارائه تسهیلات
- ۳۹- برگزار سمینار بین المللی تخصصی خودروی برقی و ایستگاه های شارژ با همکاری کلیه دانشگاه های فنی و صنایع

#### ۱-۶-۷- اداره استاندارد

- ۱- تدوین استانداردهای مناسب خودروی برقی و استانداردهای شارژ و اجزا و قطعات مربوطه
- ۲- تدوین استانداردهای کیفی و عملکرد قطعات و مواد اولیه و محصولات خودروی برقی
- ۳- تدوین استانداردهای کیفی و عملکرد قطعات و مواد اولیه و محصولات خودروی برقی
- ۴- ارائه طرح و اجرای استانداردسازی خودروی برقی
- ۵- تطبیق استانداردهای شبکه و ایستگاه شارژ با استانداردهای خودرو
- ۶- ارائه طرح و اجرای استانداردسازی خودروی برقی

#### ۱-۶-۸- متولیان هزینه های قانونی (بیمه ها و اداره مالیات ...)

- ۱- ارائه طرح های مناسب پشتیبانی بیمه و مالیات برای خودروهای برقی
- ۲- طرح تدوین تخفیفات بیمه و مالیات برای دارندگان خودروی برقی و صاحبان ایستگاه های شارژ
- ۳- تنظیم سطح تخفیفات بیمه و مالیات به سطح کیفیت محصولات و قطعات
- ۴- ارائه تخفیفات بیمه و مالیات برای استفاده از خودروهای برقی

- ۵- افزایش مالیات ها و بیمه خودروهای با سن بالا و آلاینده
- ۶- ارائه طرح کاهش مالیات و بیمه خودروهای برقی
- ۷- طراحی و نظارت بر اجرای برنامه های بازیگران در توسعه تولید و بکارگیری خودروهای برقی
- ۸- طرح تعیین و اجرای پروژه های quick win برای بازیگران اثرگذار در توسعه خودروی برقی
- ۹- برگزاری همایش های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران
- ۱۰- طرح کاهش مالیات برای تولید خودروی برقی
- ۱۱- ارائه تسهیلات توسعه تولید برای تولیدات براسا حجم تولید بالاتر
- ۱۲- ارائه طرح مالیات و بیمه و عوارض خودروها بر اساس میزان آلاینده

### ۱-۶-۹- دارنده خارجی فناوری

- ۱- ارائه سطح مناسب انتقال فناوری به تولید کننده و قطعه ساز حداقل در سطح تعمیرات
- ۲- راه اندازی نمایندگی های خدمات پس از فروش با همکاری وارد کننده (خودروساز)
- ۳- رعایت الزامات استانداردها و قوانین کیفیت قطعات و محصولات خودروی برقی
- ۴- همکاری در انتقال فناوری های قطعات
- ۵- شرکت در نمایشگاه های تخصصی
- ۶- همکاری با اداره استاندارد برای ارائه مشخصه های فنی
- ۷- اجرای پروژه های مشترک برای انتقال دانش فنی قطعات و تجهیزات

### ۱-۶-۱۰- تسهیلاتگران فناوری

- ۱- لابی با دارنده فناوری خارجی برای تسهیل در انتقال فناوری در حین خرید خودروهای عمومی
- ۲- لابی برای بازیگران اصلی سوق ناوگان عمومی به خودروهای برقی
- ۳- کمک به تصویب قوانین تشویقی در مجلس و دولت

- ۴- همکاری برای تشکیل سازمان فرابخشی توسعه خودروی برقی
- ۵- طراحی روش انتقال فناوری در مشارکت خارجی
- ۶- کمک به انتقال فناوری قطعات
- ۷- هماهنگی و همکاری برای رسانه های جمعی در زمینه برنامه ها خودروی برقی
- ۸- همکاری در بازنگری ره نگاشت با توجه به راه پیموده شده
- ۹- ایجاد ارتباط برای انتقال فناوری با شرکت های پیشرفته
- ۱۰- هماهنگی با نهادهای مالی برای توانمندسازی مالی شرکت های دانش بنیان

#### ۱-۶-۱۱- بانک ها و صندوق های مالی

- ۱- ارائه تسهیلات مناسب برای طرح جایگزینی خودروی عمومی فعلی با برقی
- ۲- ارائه تسهیلات مالی مناسب برای خرید خودروی برقی
- ۳- ارائه تسهیلات مالی مناسب برای خرید خودروی برقی
- ۴- ارائه وام های شرایط خاص خرید خودروی برقی
- ۵- ارائه وام های بلند مدت و یا شراکت صندوق های توسعه تکنولوژی برای تولیدکنندگان
- ۶- ارائه تسهیلات مناسب برای توسعه تکنولوژی قطعه سازان
- ۷- ارائه تسهیلات مناسب برای قطعه سازان
- ۸- ارائه تسهیلات برای پروژه های انتقال تکنولوژی ساخت قطعات
- ۹- ارائه تسهیلات مناسب برای شرکت های دانش بنیان حوزه خودرو برقی و ایستگاه شارژ

#### ۱-۶-۱۲- رسانه های جمعی

- ۱- اطلاع رسانی و اعلام مزایای ورود و تبدیل خودروهای عمومی به خودروی عمومی برقی
- ۲- اطلاع رسانی قوانین و استانداردهای کیفی برای مصرف کنندگان

- ۳- تهیه تیزرهای ترویجی برای استفاده از خودروهای برقی
- ۴- تهیه مجلات مخصوص خودروهای برقی
- ۵- پوشش خبری رویدادهای و نمایشگاه های مرتبط با خودروی برقی
- ۶- قراردادن برنامه های مرتبط با خودروی برقی در برنامه های علمی و حرفه ای در صدا و سیما
- ۷- ساخت برنامه های آموزش نگهداری و تعمیرات اجزای خودروی برقی
- ۸- پشتیبانی خبری از همایش های ملی و تخصصی در رابطه با خودروی برقی
- ۹- قراردادن موضوع خودروی برقی در برنامه علمی و مستند و برنامه های بررسی مسیر آینده و پایش و ...
- ۱۰- ارائه برنامه اطلاع رسانی مانند اخبار و برنامه های مستند و تیزرها در خصوص قوانین خودروی برقی
- ۱۱- تهیه برنامه های مستند و تلویزیونی تخصصی با مشارکت افراد متخصص خودروی برقی
- ۱۲- در نظر گرفتن مشوق ها برای تبلیغات خودروهای برقی
- ۱۳- تهیه برنامه های ارائه نتایج فعالیت های گروه های پشتیبان

### ۱-۶-۱۳- انجمن ها و ستادها

- ۱- تدوین اجرای برنامه های فرهنگی برای سوق دادن افکار عمومی و دولتی به سمت استفاده از سرویس های عمومی برقی
- ۲- همکاری در ایجاد شبکه آزمایشگاهی تست کیفیت و عملکرد قطعات و محصولات خودروی برقی
- ۳- ایجاد سازوکارهای قیمت گذاری مناسب
- ۴- تعال با بازیگران دولتی برای تعریف بسته های حمایتی
- ۵- شرکت در همایش های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران
- ۶- طرح نظارت بر حسن اجرای استانداردها در زنجیره ارزش خودروی برقی
- ۷- همکاری در توسعه فن بازارها و نمایشگاه های تخصصی
- ۸- همکاری در بازنگری ره نگاشت با توجه به راه پیموده شده

- ۹- ایجاد سمن های و انجمن های مرتبط با خودروی برقی
- ۱۰- ارائه فعالیت ها و نتایج عملکردی برای توسعه خودروی برقی
- ۱۱- اجرای آموزش های روتین توسط انجمن ها و سمن ها
- ۱۲- ایجاد انجمن های علمی و فنی و تخصصی در خصوص خودروی برقی و ایستگاه های شارژ
- ۱۳- حمایت از سمینار بین المللی تخصصی خودروی برقی و ایستگاه های شارژ

### ۱-۶-۱۴- قطعه سازان

- ۱- نمونه سازی قطعات خودروهای برقی عمومی وارداتی برای بازار after market
- ۲- رعایت الزامات استانداردها و قوانین کیفیت قطعات و محصولات خودروی برقی
- ۳- همکاری در برگزاری نمایشگاه تخصصی خودروی های برقی
- ۴- طرح الگو برداری از روش های تولید خودروی برقی
- ۵- توانمندسازی برای تولید قطعات مرتبط
- ۶- شرکت در همایش های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران
- ۷- شرکت در نمایشگاه های تخصصی
- ۸- همکاری در تعیین استانداردهای فنی
- ۹- همکاری در اجرای طرح زنجیره ارزش تولید خودروی برقی
- ۱۰- همکاری در طرح توسعه قطعه سازی و ارائه توانمندیهای بالقوه
- ۱۱- همکاری در بازنگری ره نگاشت با توجه به راه پیموده شده
- ۱۲- تکمیل تولید کلیه قطعات خودروی برقی و ایستگاه های شارژ
- ۱۳- توانمندسازی برای همکاری با شرکت های خارجی
- ۱۴- همکاری در ایجاد انجمن های علمی و تخصصی
- ۱۵- حمایت از سمینار بین المللی تخصصی خودروی برقی و ایستگاه های شارژ

### ۱-۶-۱-۱۵- واردکنندگان

- ۱- شناسایی و واردات خودروهای برقی ناوگان عمومی توسط خودروساز و واردات خودروهای لوکس به طور آزاد
- ۲- وارد نمودن قطعات یدکی حداقلی برای پشتیبانی خدمات پس از فروش
- ۳- رعایت الزامات استانداردها و قوانین کیفیت قطعات و محصولات خودروی برقی
- ۴- تعریف سود معقول و مناسب نسبت به قیمت تمام شده واردات
- ۵- پشتیبانی واردات قطعات و خدمات پس از فروش مورد نیاز خودروهای عمومی برقی وارد شده
- ۶- همکاری در برگزاری نمایشگاه تخصصی خودروی های برقی
- ۷- شرکت در همایش های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران
- ۸- شرکت در نمایشگاه های تخصصی
- ۹- شرکت در سمینارها و ارائه دستاوردهای فناورانه
- ۱۰- اجرای طرح ارزیابی تأمین کنندگان
- ۱۱- رعایت قوانین قیمت گذاری
- ۱۲- همکاری در اجرای طرح زنجیره ارزش تولید خودروی برقی

### ۱-۶-۱-۱۶- سازندگان

- ۱- دریافت نمونه خودروی برقی عمومی برای بررسی فنی تولید داخلی توسط خودروساز
- ۲- ایجاد بخش های تحقیقاتی توسعه ای خودروی برقی در مراکز تحقیقاتی مرتبط
- ۳- رعایت الزامات استانداردها و قوانین کیفیت قطعات و محصولات خودروی برقی
- ۴- تعریف سود معقول و مناسب نسبت به قیمت تمام شده تولید و خدمات پس از فروش
- ۵- طرح انتخاب بهترین خودروهای مناسب برای همکاری فناورانه
- ۶- طرح ساخت نمونه اولیه خودروی های حمل و نقل عمومی برقی

- ۷- همکاری در برگزاری نمایشگاه تخصصی خودروی های برقی
- ۸- طرح الگوپردازی از روش های تولید خودروی برقی
- ۹- طرح و اجرای جذب سرمایه گذاری با مشارکت شرکت های خارجی پیشرو در کشور
- ۱۰- طراحی آموزش ها و گواهینامه ها و تجهیز نمایندگان خدمات پس از فروش برای خودرو های برقی
- ۱۱- طرح تعیین نقاط اشتراک و افتراق خودروهای برقی و خودروهای عادی
- ۱۲- ایجاد فرایند تجهیز و کمک به توسعه فناوری قطعه سازان
- ۱۳- شرکت در همایش های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران
- ۱۴- برگزاری نمایشگاه های تخصصی در نمایشگاه های بین المللی خودرو - نمایشگاه بین المللی تهران
- ۱۵- همکاری در تعیین استانداردهای فنی
- ۱۶- طرح توسعه تولید خودروی برقی در شرکت های جداگانه برای تفکیک امکان اسفاده از تسهیلات
- ۱۷- ایجاد بخش خودروی برقی در مرکز تحقیقاتی خودرو
- ۱۸- برگزاری سمینارهای تخصصی زیر فناوری ها
- ۱۹- ایجاد حمایت ها و انگیزش برای قطعه سازان داخلی
- ۲۰- اجرای طرح ارزیابی تأمین کنندگان
- ۲۱- تدوین طرح فنی اقتصادی برای گزینه های خودروهای مشارکتی
- ۲۲- رعایت قوانین قیمت گذاری
- ۲۳- ایجاد توازن بین قیمت خودروهای بنزینی و خودروی برقی
- ۲۴- ایجاد سازوکار خاص برای فروش خودروهای برقی
- ۲۵- همکاری در اجرای طرح زنجیره ارزش تولید خودروی برقی
- ۲۶- ارائه طرح توسعه قطعه سازان خودروهای برقی
- ۲۷- پروژه مشترک توسعه پاتفرم های خودروی برقی با شرکت های پیشرو در جهان
- ۲۸- ارائه خودروی های برقی عمومی با قیمت مناسب
- ۲۹- همکاری در بازنگری ره نگاشت با توجه به راه پیموده شده

- ۳۰- تدوین طرح توانمندسازی و آموزش نیروی انسانی در حوزه خودرو برقی
- ۳۱- توسعه و داخلی سازی کامل خودروهای برقی
- ۳۲- توسعه تأمین کنندگان قطعات خودروی برقی و شرکت های خدمات پس از فروش
- ۳۳- ایجاد بستر همکاری قطعه سازان با شرکت های طرف قرارداد خودروسازی
- ۳۴- ایجاد بستر مناسب و تسهیل شده برای انتقال فناوری
- ۳۵- تعریف فعالیت های مشترک با دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی برای انتقال فناوری از دانشگاه به صنعت
- ۳۶- همکاری در ایجاد انجمن های علمی و تخصصی
- ۳۷- الگوبرداری از شرکت های تولید کننده پیشرو در جهان
- ۳۸- حمایت از سمینار بین المللی تخصصی خودروی برقی و ایستگاه های شارژ

### ۱-۶-۱۷- شهرداری و شورای شهر

- ۱- شناسایی خودروهای برقی مناسب و ارائه طرحی برای جایگزینی خودروهای عمومی فعلی با خودروی برقی
- ۲- تدوین طرحی مناسب برای درآمدزایی استفاده از خودروی برقی در ناوگان عمومی حمل و نقل
- ۳- تعریف عوارض مناسب برای خودروهای برقی
- ۴- تحلیل هزینه - فایده برای روش های جایگزینی خودروی برقی در حمل و نقل عمومی
- ۵- تدوین بسته های حمایتی از بودجه برای پشتیبانی خرید خودروهای برقی
- ۶- ارائه طرح برای جایگزینی خودروهای ساخت داخل اولیه برای ارزیابی اولیه
- ۷- تأمین اعتبارات برای مجله های خودروی برقی
- ۸- همکاری در برگزاری نمایشگاه تخصصی خودروی های برقی
- ۹- افزایش تعرفه های عوارض شهرداری برای خودروهای آلاینده
- ۱۰- ارائه سوبسید به کرایه مل و نقل با خودروهای برقی
- ۱۱- ارائه سوبسید از بودجه کاهش تولید برای کمک به تولید



- ۱۲- شرکت در همایش های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران
- ۱۳- طرح بسته های کمک به خودروسازی از بودجه کاهش آلودگی هوا
- ۱۴- طرح تبدیل کلیه خودروهای ناوگان عمومی به خودروی برقی
- ۱۵- همکاری در تدوین نقشه راه توسعه ایستگاه های شارژ
- ۱۶- همکاری در بازنگری ره نگاشت با توجه به راه پیموده شده
- ۱۷- حمایت از سمینار بین المللی تخصصی خودروی برقی و ایستگاه های شارژ

#### ۱-۶-۱۸- پلیس راهور

- ۱- تدوین قوانین تسهیلگر برای پلاک گذاری و تردد خودروهای لوکس برقی
- ۲- تدوین قوانین اجازه تردد برای محصولات دارای قطعات با استاندارد کیفی
- ۳- تعریف هزینه های مناسب برای خودروهای برقی
- ۴- استفاده از خودروهای برقی در مأموریت های کوچک پلیسی
- ۵- همکاری در برگزاری نمایشگاه تخصصی خودروی های برقی
- ۶- اجرای دقیق قوانین یازدارنده تردد خودروی آلاینده
- ۷- شرکت در همایش های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران
- ۸- همکاری در تدوین نقشه راه توسعه ایستگاه های شارژ
- ۹- همکاری در بازنگری ره نگاشت با توجه به راه پیموده شده

#### ۱-۶-۱۹- پژوهشگاه ها و مراکز تحقیقاتی

- ۱- ایجاد بخش های تحقیقاتی در پژوهشگاه ها و مراکز تحقیقاتی مرتبط
- ۲- ایجاد مرکز تحقیقات خودروی برقی
- ۳- توسعه فرایند تجاری سازی برای فناوری های بومی شده و درون زا

- ۴- همکاری در بازنگری ره نگاشت با توجه به راه پیموده شده
- ۵- تدوین طرح بکارگیری نیروهای جوان در پروژه های تحقیقاتی خودروی برقی
- ۶- تعریف پروژه های ساخت فناوری های خودروهای جدید
- ۷- ایجاد بستر ارتباط بین دانشگاه های داخل و خارج برای پروژه های مشترک در خودروی برقی
- ۸- همکاری در ایجاد انجمن های علمی و تخصصی
- ۹- ایجاد پایگاه داده شرکت های دانش بنیان خودروی برقی
- ۱۰- ارائه راهکارهای بومی سازی فناوری خودروی برقی
- ۱۱- توسعه کریدورهای توسعه فناوری و فن بازارها
- ۱۲- حمایت از سمینار بین المللی تخصصی خودروی برقی و ایستگاه های شارژ

#### ۱-۶-۲۰- وزارت علوم و دانشگاه ها

- ۱- اجرای طرح های تحقیقات بنیادی در حوزه خودروی برقی
- ۲- شرکت در همایش های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران
- ۳- همکاری در تعیین استانداردها
- ۴- ایجاد مراکز رشد خودروی برقی در دانشگاه ها و یا پارک های علم و فناوری
- ۵- ایجاد بانک اطلاعات به روز علمی خودروی برقی
- ۶- توسعه فرایند تجاری سازی برای فناوری های بومی شده و درون زا
- ۷- ایجاد فن بازار تخصصی خودروی برقی در مراکز رشد و پارکهای علم و فناوری
- ۸- همکاری در بازنگری ره نگاشت با توجه به راه پیموده شده
- ۹- تدوین طرح درس برای خودروی برقی در رشته های مرتبط
- ۱۰- تعریف پروژه های مرتبط با خودروی برقی در خصوص توسعه فناوری جدید درون زا
- ۱۱- ایجاد بستر ارتباط بین دانشگاه های داخل و خارج برای پروژه های مشترک در خودروی برقی

- ۱۲- ایجاد پایگاه داده شرکت های دانش بنیان خودروی برقی
- ۱۳- مجوز دانشگاه علمی و کاربردی برای پشتیبانی فنی تخصصی خودروهای برقی
- ۱۴- ارائه راهکارهای بومی سازی فناوری خودروی برقی
- ۱۵- توسعه کربدورهای توانمندساز شرکت های دانش بنیان خودروهای برقی
- ۱۶- حمایت از سمینار بین المللی تخصصی خودروی برقی و ایستگاه های شارژ

### ۱-۶-۲۱- محیط زیست

- ۱- تخصیص کمک بودجه ای برای طرح تبدیل ناوگان عمومی به خودروی برقی
- ۲- تعیین معیارهای مدنظر محیط زیست برای آلاینده های خودروهای برقی
- ۳- تعیین استانداردهای آلاینده های و بازیافت برای محصولات خودروی برقی و قطعات مرتبط
- ۴- تدوین بسته های حمایتی از بودجه برای پشتیبانی خرید خودروهای برقی
- ۵- شرکت در همایش های سالانه با مشارکت بقیه بازیگران
- ۶- همکاری در تعیین استانداردهای زیست محیطی
- ۷- طرح بسته های کمک به خودروسازی از بودجه محیط زیست
- ۸- همکاری در بازنگری ره نگاشت با توجه به راه پیموده شده

### ۱-۷- نتیجه گیری

در این فصل با توجه به سیاست‌های مندرج در فاز چهارم پروژه که در قالب کارکردهای هفت گانه نظام نوآوری فن‌آورانه (کارآفرینی، خلق دانش، انتشار دانش، جهت‌دهی به سیستم، بازاریابی، مشروعیت بخشی و بسیج منابع) آمده است، فعالیت‌های مرتبط با تحقق چشم‌انداز سند راهبردی و نقشه راه خودرو برقی که مرتبط با وزارت نیرو می‌باشد در قالب ۹ طرح و ۴۶ پروژه تدوین گردید.

برای هر کدام از طرح‌ها، اهداف، ریزفعالیت‌ها و خروجی مشخص شده و با هماهنگی صورت گرفته با اعضای کمیته راهبری، هزینه انجام هر یک از مراحل پروژه و زمان اجرای آن‌ها مشخص گردید.

بر اساس جدول تقسیم کار ملی (نگاشت نهادی مطلوب)، وظایف مجریان، همکاران و کنش‌گران درگیر در توسعه فن‌آوری‌های خودرو برقی (مرتبط با وزارت نیرو) مشخص گردید و در نهایت نقشه راه برنامه عملیاتی (ره‌نگاشت) ترسیم گردید.

## مراجع

۱. کتاب "موتورهای محرک نوآوری چارچوبی خلاقانه برای تحلیل پویایی نظامهای نوآوری فناورانه" نوشته ناصر باقری مقدم ، سید مسلم موسوی درچه ، مسعود نصری و عنایت الله معلمی سال چاپ ۱۳۹۳
۲. سند ملی چشم انداز بیست ساله جمهوری اسلامی ایران
۳. سند ملی محیط زیست جمهوری اسلامی ایران
۴. " نقشه جامع علمی کشور"، دبیرخانه شورای عالی انقلاب فرهنگی، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، وزارت آموزش و پرورش، مجلس شورای اسلامی، خردادماه ۱۳۹۰.
۵. سند بین المللی چشم انداز فناوری انرژی
۶. سند بین المللی ریو + ۲۰
۷. نقشه راه بین المللی تکنولوژی خودرو برقی
۸. اطلاعات حمل و نقل و انرژی کشور در سال ۹۰ پژوهشکده علوم پایه کاربردی جهاد دانشگاهی
۹. ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۱ – وزارت نیرو – معاونت امور برق و انرژی – دفتر برنامه ریزی برق و انرژی
۱۰. پنج عینک آینده نگری-پیرو میتچیتج -مترجم بهاره آدمیت
۱۱. مدیریت پورتفولیوی پروژه-مهندس مهدی مظفر نیا ،مهندس سارا قضایی
۱۲. مدیریت پورتفولیوی پروژه-دکتر احمد یزدان پناه
۱. [www.globalelectricvehicle.com](http://www.globalelectricvehicle.com)
۲. [emc-mec.ca](http://emc-mec.ca)
۳. [www.iea.org](http://www.iea.org)
۴. [www.china-greentech.com](http://www.china-greentech.com)