بنام خدا

خودروهای برقی

گروه تولید پراکنده برق و حرارت

آبان ماه ۱۳۹۰

فهرست مطالب

موضوع **صفحه**

۱. مقدمه ۲
۲. معرفی خودروهای برقی ۳
۳. بررسی مطالعات جهانی ۸
۴. بررسی وضعیت حمل و نقل در کشور ۱۹
۵. برنامه های پیشنهادی ۲۲

۱. مقدمه:

مصارف بالای سوخت توسط وسایل نقلیه موتوری نظیر اتومبیلها، موتورسیکلت ها و ... در سطح جهان با توجه به کاهش منابع سوخت فسیلی و آلایندگی 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 سوختهای 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.

۲. معرفی خودروهای برقی:

بطور کلی، خودروهای برقی به سه دسته تقسیم می شوند:

- خودروهای الکتریکی (EV[1])
- خودروهای الکتریکی هیبریدی (HEV[2])
- خودروهای الکتریکی هیبریدی قابل اتصال به شبکه (PHEV[3])

۲-۱. خودروهای الکتریکی(EV):

این خودروها دارای موتور الکتریکی به همراه باتریهایی برای تامین انرژی الکتریکی بوده و از انرژی باتریها هم به عنوان نیروی محرکه موتور الکتریکی خودرو و هم برای تامین انرژی لازم برای سایر تجهیزات استفاده می‌شود. باتری ها می توانند هم از طریق اتصال به شبکه برق و هم از انرژی ترمز خودرو و حتی از منابع الکتریکی غیر شبکه نظیر پیلهای خورشیدی شارژ شوند.

مزایای اصلی این خودروهای عبارتند از:

- کاملا عاری از آلایندگی گازهای گلخانه ای 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.

[1] Electric Vehicles
[2] Hybrid Electric Vehicles
[3] Plug-In Hybrid Electric Vehicles

۲-۲. خودروهای الکتریکی هیبریدی (HEV):

این خودروها هم داری 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 تولید کنند یا در سرعت های پایین، با خاموش شدن موتور سوختی، نیروی محرکه خودرو را تأمین نمایند.

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

معایب این خودروها عبارتند از:

- عدم قابلیت شارژ باتریها از شبکه برق.
- وابستگی به موتور مصرف کننده سوخت فسیلی (عدم قابلیت حرکت خودرو تنها با استفاده از موتور برقی).

۲-۳. خودروهای الکتریکی هیبریدی قابل اتصال به شبکه (PHEV):

این خودروها که برای از بین بردن معایب خودروهای برقی هیبریدی طراحی شده اند، قابل شارژ از شبکه بوده و درنتیجه نیاز به باتریهای بیشتری نسبت به آنها دارند. در این خودروها، سیستم موتور سوخت فسیلی بصورت کامل وجود دارد.

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

قیمت باتریهای PHEV بین ۱/۳ تا ۱/۵ برابر قیمت 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، می توان موارد زیر را ذکر نمود:

- با تولید انبوه باتری، قیمت آن به ۷۵۰ دلار بر کیلووات ساعت می رسد که برای اتومبیلی با برد متوسط (۴۰ کیلومتر با باتری ۸ کیلووات ساعت)، قیمت کل باتری ها حدود ۶۰۰۰ دلار خواهد بود.
- چنانچه طول عمر اتومبیل ۲۰۰ هزار کیلومتر باشد، هزینه سوخت صرفه جویی 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.

باتری:

در فناوری خودروهای برقی، باتری ها دارای نقش کلیدی هستند. شکل ۱ نشان دهنده منحنی قدرت ویژه برحسب انرژی ویژه برای انواع فناوری‌های موجود باتری می باشد. مشخصات باتری‌های مختلف نیز در جدول ۱ ذکر شده است. درخصوص باتریها، توجه به دو نکته بسیار ضروری است:

- ظرفیت باتری: باتری‌های خودروهایEV ظرفیت بالاتری دارند، درحالیکه در خودروهایPHEV چگالی انرژی دارای اهمیت بیشتری است.
- عملکرد باتری (سیکلهای شارژ): در PHEV، تخلیه‌های تقریبا کامل و شارژهای پراکنده (متعدد) انجام می‌شود درحالیکه در EV، تخلیه کامل و شارژ متعدد وجود ندارد.

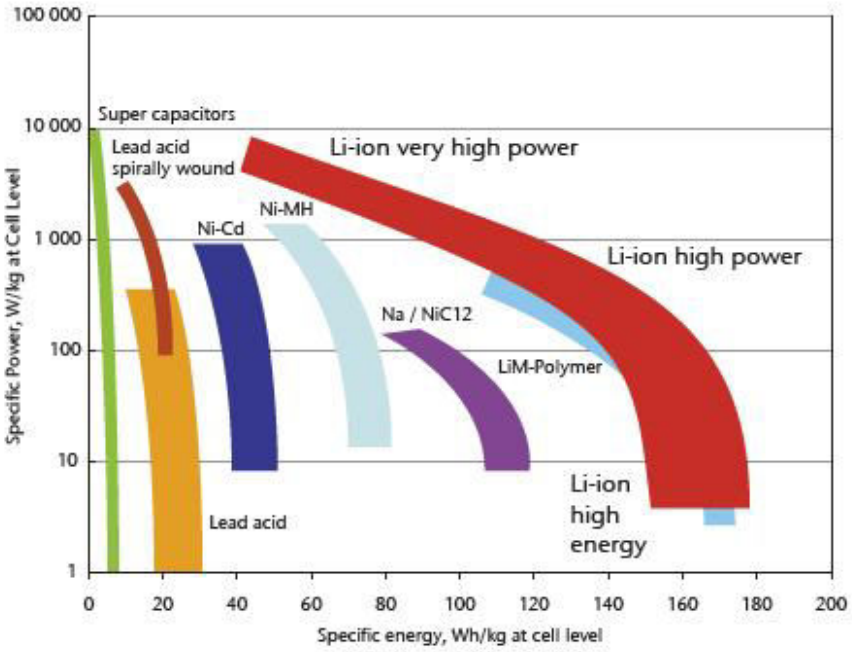
سایر موارد مهم درخصوص باتری ها عبارتند از:

- دوام باتری
- طول عمر
- چگالی انرژی
- چگالی توان
- حساسیت نسبت به دما
- کاهش زمان شارژ
- کاهش قیمت

با توجه به اهمیت نقش باتری در خودروهای EV/PHEV، همکاریهای دوجانبه میان خودروسازان و باتری سازان در کشورهای مختلف انجام می گیرد که در جدول ۲ به تعدادی از این موارد اشاره شده است. بالا

بودن قیمت باتری، از موانع بزرگ گسترش این فناوری است. اهداف ارائه شده برای این موضوع، به شرح زیر است:

- باتری خودروهای EV: ۵۰۰ تا ۶۰۰ دلار بر کیلووات ساعت که تا سال ۲۰۲۰ بایستی به ۴۰۰ دلار بر کیلووات ساعت برسد.
- باتری خودروهای PHEV: ۷۵۰ دلار بر کیلووات ساعت که تا سال ۲۰۲۰ بایستی به ۴۵۰ دلار بر کیلووات ساعت برسد.



شکل ۱ – مشخصات قدرت ویژه – انرژی ویژه انواع باتری

جدول ۱ – ویژگی های انواع باتری

	Lithium cobalt oxide ($LiCoO_2$)	Nickel, cobalt and aluminum (NCA)	Nickel-manganese-cobalt (NMC)	Lithium polymer ($LiMn_2O_4$)	Lithium iron phosphate ($LiFePO_4$)
Energy Wh/kg or L	Good	Good	Good	Average	Poor
Power	Good	Good	Good	Good	Average (lower V)
Low T	Good	Good	Good	Good	Average
Calendar life	Average	Very Good (if charge at 4.0 V)	Good	Poor	Poor above 30°C
Cycle life	Average	Very good (if charge at 4.0 V)	Good	Average	Average
Safety*	Poor	Poor	Poor	Average	Good
Cost/kWh	Higher	High	High	High	High
Maturity	High	High	High	High	Low

Source: Guibert, Anne de (2009), "Batteries and supercapacitor cells for the fully electric vehicle", Saft Groupe SA.

جدول ۲ – قراردادهای همکاری میان سازندگان خودرو و سازندگان باتری

Car manufacturer	Battery manufacturer	Production targets (vehicles per year)
BYD Auto	BYD group	
Fiat-Chrysler	A123 Systems, Altairnano	
Ford	Johnson Controls-Saft	5 000 per year
GEM	Sanyo/Panasonic	
GM	LG Chem	
Hyundai	LG Chem, SK Energy, and SB LiMotive	500 000 by 2018
Magna Group	Magna Steyr	
Mercedes-Benz	Continental , Johnson Controls-Saft	
Mitsubishi	GS Yuasa Corporation	5 000 in 2010; 15 000 in 2011
Nissan	AESC	EV Capacity: 50 000 in 2010 in Japan 100 000 in 2012 in U.S.
REVA	Indocel Technologies	
Renault	AESC	150 000 EV/year by 2012
Subaru	AESC	
Tata	Electrovaya	
Th!nk	A123 Systems , Enerdel/Ener1	
Toyota	Panasonic EV Energy	
Volkswagen	Volkswagen and Toshiba Corporation	

۳. بررسی مطالعات جهانی:

نقشه راه آژانس بین المللی انرژی درخصوص فناوری ماشینهای الکتریکی و ماشینهای هیبریدی قابل شارژ، جزئیات کاملی را برای بکارگیری این ماشینها و بازار آنها، از تولید چندهزارتایی کنونی تا تولید سالانه حدود ۱۰۰ میلیون دستگاه در سال ۲۰۵۰ ارائه نموده است. این نقشه راه بر مبنای نقشه آبی[۴] تهیه شده است که بر اساس آن، میزان دی اکسید کربن موجود در هوا بایستی تا سال ۲۰۵۰ به نصف مقدار آن در سال ۲۰۰۵ برسد. دو نکته کلیدی در نقشه آبی برای خودروهای برقی عبارتند از:

- *مدلهای مختلف خودرو و میزان افزایش فروش:* خریداران اولیه دارای نقش مهمی در این فناوری هستند. تعداد مدل های خودرو های برقی بین سالهای ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ با توجه به علاقمندی سازندگان، افزایش قابل ملاحظه ای خواهد داشت.
- *راندمان خودروها:* در این نقشه راه، حرکت به میزان ۱۵۰ کیلومتر برای EV و ۴۰ کیلومتر برای PHEV درنظر گرفته شده است که با گذشت زمان و پیشرفت تکنولوژی باتریها، افزایش خواهد یافت. راندمان این خودروها، ۰/۲ کیلووات ساعت بر کیلومتر است.

چشم انداز این نقشه راه، گسترش استفاده از تکنولوژی EV/PHEV تا سال ۲۰۵۰ میلادی است بنحوی که مجموعا حدود ۵۰ درصد از میزان فروش سالانه خودروهای سبکLDV[۵] را به خود اختصاص دهد. تحقیقات نشان داده است که دهه آتی نقشی کلیدی در آینده این تکنولوژی دارد: دولت، صنعت خودروسازی، صنایع الکتریکی و کلیه صنایع مرتبط با این ماشینها بایستی همکاری کنند تا اتومبیلها و زیرساختهای لازم برای آنها را فراهم نموده و بازار آینده این خودروها را تضمین کنند. در شکل ۲، نمودار پیش بینی میزان فروش انواع خودروها تا سال ۲۰۵۰ و در شکل ۳، نمودار میزان فروش انواع خودروهای برقی تا سال ۲۰۵۰ دیده می شود. شکل ۴، پیش بینی تعداد مدل و میزان فروش خودروهای برقی تا سال ۲۰۲۰ را نشان می دهد.

میزان موفقیت خودروهای EV/PHEV به عوامل متعددی بستگی دارد از جمله:

- فناوری های تامین انرژی و تنوع خودروهای ارائه شده.
- مشخصات خودروها.

[4] Blue Map
[5] Light-Duty Vehicle

- زیرساختهای شارژ خودرو.
- میزان تقاضای مصرف کنندگان.

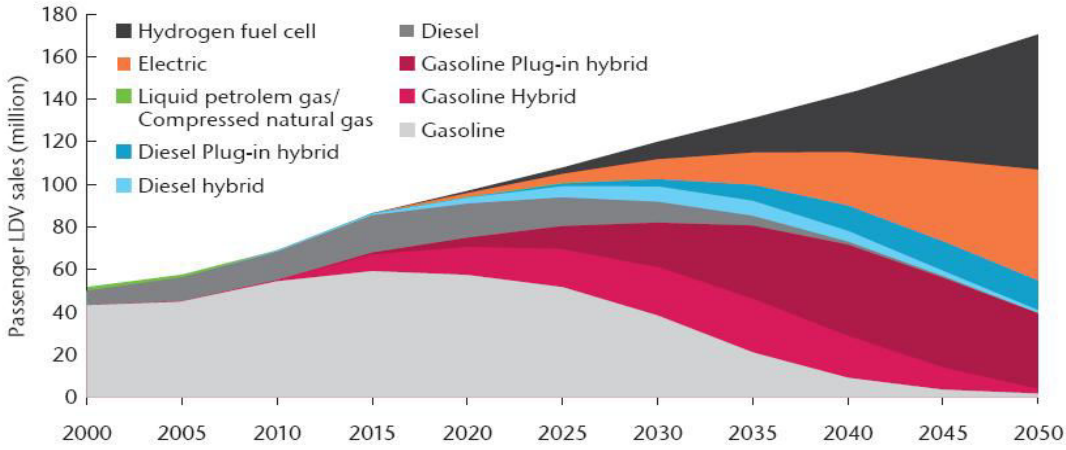
بررسی‌ها، آمار مسافت سفرهای کوتاه در کشورهای مختلف را به شرح زیر نشان می‌دهد:

- در انگلستان: حدود ۹۷ درصد کمتر از ۸ کیلومتر.
- در اروپا: حدود ۵۰ درصد کمتر از ۲۵ کیلومتر.
- در امریکا: حدود ۶۰ درصد کمتر از ۵۰ کیلومتر و حدود ۸۵ درصد کمتر از ۱۰۰ کیلومتر.

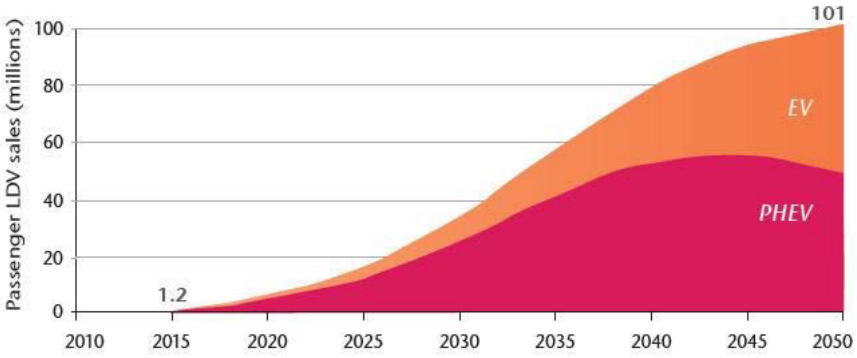
این موضوع، نشان دهنده قابلیت خودروهای PHEV برای پوشش کل مسیر حرکت تنها با استفاده از موتور الکتریکی است. قابلیت طی مسافت در حالت استفاده مطلق از برق در خودروهای برقی با کاهش زمان شارژ، افزایش ساختگاه های شارژ و ایجاد امکان شارژ از طرق مختلف در طول روز، افزایش خواهد یافت.

اهداف میان مدت این نقشه راه جهت دستیابی به هدف نهایی در سال ۲۰۵۰ عبارتند از:

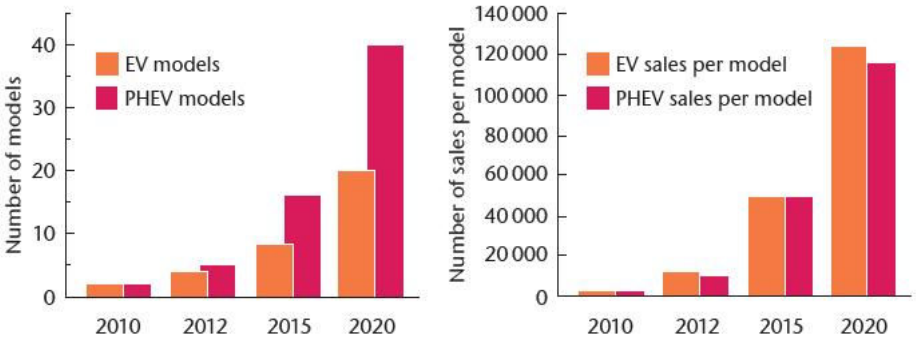
- سال ۲۰۲۰:
  - فروش ۲/۵ میلیون دستگاه EV در سال.
  - فروش ۵ میلیون دستگاه PHEV در سال.
- سال ۲۰۳۰:
  - فروش ۹ میلیون دستگاه EV در سال.
  - فروش ۲۵ میلیون دستگاه PHEV در سال.
- سال ۲۰۴۰:
  - کاهش روند رشد فروش PHEV با توجه به پیشرفت فناوری EV و افزایش فروش آن.



شکل ۲ – پیش بینی میزان فروش انواع خودرو تا سال ۲۰۵۰



شکل ۳ – پیش بینی میزان فروش خودروهای برقی تا سال ۲۰۵۰



شکل ۴ – پیش بینی تعداد مدل و میزان فروش خودروهای برقی تا سال ۲۰۲۰

در این میان، کشورهای مختلف، برنامه های متنوعی را درخصوص گسترش استفاده از خودروهای برقی تهیه نموده اند که نمونه هایی از این برنامه ها در جدول ۳ دیده می شود. به عنوان نمونه، در کشور چین، مطابق اعلام دولت آن کشور، تا سال ۲۰۱۱ میزان تولید وسایل نقلیه برقی در آن کشور به ۵۰۰۰۰۰ دستگاه خواهد رسید. از سوی دیر مطابق آمار ارائه شده از سوی موسسه مطالعاتی پایک، در سال ۲۰۱۵ بایستی میزان تولید آن کشور به ۵۴۰۰۰۰ دستگاه در سال برسد.

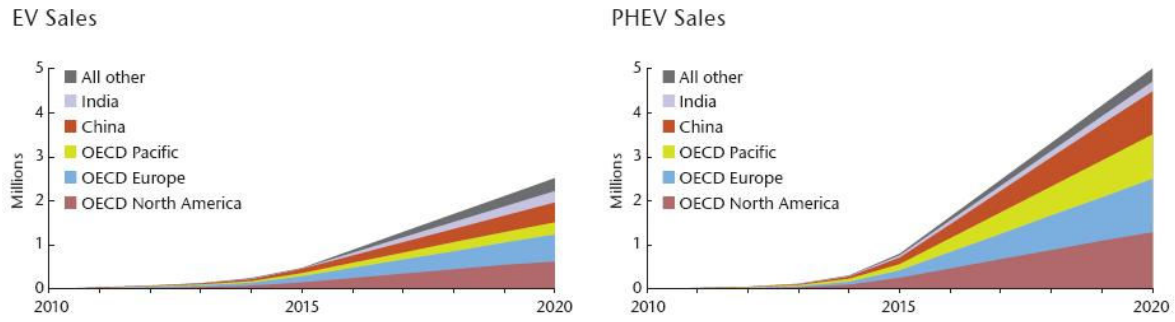
در کشور ژاپن نیز مطابق گفته های نخست وزیر آن کشور، تا سال ۲۰۲۰، حدود ۵۰ درصد از بازار خودروهای آن کشور به خودروهای نسل جدید تعلق خواهد داشت. پیش بینی میزان فروش خودروهای برقی در کشورهای مختلف در شکل ۵ دیده می شود.

جدول ۳ – برنامه کشورهای مختلف درخصوص خودروهای برقی

Country	Target	Announcement / Report Date	Source
Australia	2012: first cars on road 2018: mass adoption 2050: up to 65% stock	04 Jun 2009	Project Better Place Energy White Paper (referencing Garnault Report)
Australia	2020: 20% production	10 Jun 2009	Mitsubishi Australia
Canada	2018: 500 000	Jun 2008	Government of Canada's Canadian Electric Vehicle Technology Roadmap
China	2011: 500 000 annual production	1 Apr 2009	"government officials and Chinese auto executives", per *The New York Times*
China	540 000 by 2015	8 Jul 2009	Pike Research
China	2008: 21 000 000 electric bike stock	27 Apr 2009	*The Economist*
China	2030: 20% to 30% market share	Oct 2008	McKinsey & Co.
Denmark	2020: 200 000		ENS Denmark
France	2020: 2 000 000	Oct 2009	Jean-Louis Borloo, Minister of Ecology
Germany	2020: 1 000 000	Nov 2008	Nationale Strategiekonferenz Elektromobilität
Ireland	2020: 350 000	28 Apr 2009	Houses of the Oireachtas
Ireland	2020: 250 000 2030: 40% market share	26 Nov 2008	Minister for Energy Eamon Ryan and Minister for Transport Noel Dempsey
Israel	2011: 40 000 EVs 2012: 40 000 to 100 000 EVs annually	9 Sep 2008	Project Better Place
Japan	2020: 50% market share next-generated vehicles	Jul–Aug 2008	Prime Minister Yasuo Fukuda
Netherlands	2015: 10 000 stock in Amsterdam 2040: 100% stock in Amsterdam (~200 000)	28 May 2009	Marijke Vos, Amsterdam councilmember
New Zealand	2020: 5% market share 2040: 60% market share	11 Oct 2007	Prime Minister Helen Clark
Spain	2010: 2 000	24 Feb 2009	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
Spain	2014: 1 000 000	31 Jul 2009	Industry Minister Miguel Sebastian

ادامه جدول ۳ – برنامه کشورهای مختلف درخصوص خودروهای برقی

Country	Target	Announcement / Report Date	Source
Sweden	2020: 600 000	May 2009	Nordic Energy Perspectives
Switzerland	2020: 145 000	Jul 2009	Alpiq Consulting
United Kingdom	2020: 1 200 000 stock EVs + 350 000 stock PHEVs 2030: 3 300 000 stock EVs + 7 900 000 stock PHEVs	Oct 2008	Department for Transport, "High Range" scenario
United States	2015: 1 000 000 PHEV stock	Jan 2009	President Barack Obama
United States	610 000 by 2015	8 Jul 2009	Pike Research
Worldwide	2015: 1 700 000	8 Jul 2009	Pike Research
Worldwide	2030: 5% to 10% market share	Oct 2008	McKinsey & Co.
Worldwide	2020: 10% market share	26 Jun 2009	Carlos Ghosn, President, Renault
Europe	2015: 250 000 EVs	4 Jul 2008	Frost & Sullivan
Europe	2015: 480 000 EVs	8 May 2009	Frost & Sullivan
Nordic countries	2020: 1 300 000	May 2009	Nordic Energy Perspectives



شکل ۵ – پیش بینی میزان فروش خودروهای برقی در کشورهای مختلف

بررسی ها در کشور چین نشان می دهد که درحال حاضر حدود ۲۰ میلیون وسیله نقلیه برقی به شکل دوچرخه های برقی e-bike و اسکوترهای برقی موجودند و قوانینی نظیر ممنوعیت استفاده از موتورسیکلت‌های سوخت فسیلی در برخی مناطق وجود دارد (بعنوان مثال از سال ۱۹۹۶ در شهر شانگهای). علاوه بر آن قرارداد تولید خودروهای برقی از سال ۲۰۱۱ میان دولت چین و کارخانه رنو– نیسان منعقد شده است. *"اتحادیه صنعت خودروهای برقی"* متشکل از سازندگان خودروها در چین نیز از سال ۲۰۰۹ تشکیل شده و استانداردهای خودروهای EV را برای آن کشور تدوین می کند.

در کشور هندوستان نیز تولید انبوه دوچرخه برقی (موتورسیکلت برقی) و اسکوتر برقی درحال انجام بوده و تا سال ۲۰۱۰ تولید خودروی برقی نیز به صورت انبوه آغاز خواهد شد. در شهر دهلی، حمایت از خریداران خودروهای برقی به صورت پرداخت ۱۵ درصد قیمت خودرو به خریدار انجام می شود. در سایر شهرها نیز مالیات مربوط به راه ها و نیز مالیات خرید برای خودروهای برقی رایگان است.

اهداف استراتژیک:

اهداف استراتژیک این نقشه راه جهت تسریع گسترش استفاده از خودروهای برقی عبارتند از:

- **هدف گذاری میزان فروش:**

نکات کلیدی این بخش عبارتند از:

- افزایش تعداد مدلها.
- افزایش تولید هریک از مدلها.
- اطمینان از دسترسی به ساختگاه های شارژ به تعداد کافی با قابلیت شارژ انواع خودرو.
- کاهش قیمت.
- اجتناب از مناطق دارای تولید کثیف برق (تولید همراه با آلودگی زیاد دی اکسید کربن).

پیشنهادات در این خصوص به شرح زیر می باشد:

- دستیابی به فروش حدود ۵۰ درصد خودروهای سبک در سال ۲۰۵۰.
- فروش سالانه حداقل ۵ میلیون خودروی برقی تا سال ۲۰۲۰.
- فروش انبوه در مناطق دارای بیشترین و بهترین زیرساخت ها، دارای تولید برق باGHG[۶] کم، دارای حمایتهای دولتی و تا حد امکان دارای بیشترین خریداران اولیه خودروهای برقی.

- **تدوین استراتژی‌های مناسب برای معرفی صحیح خودروهای برقی به بازار:**

موفقیت خودروهای برقی نیاز به حمایت قانونی بویژه در دو حوزه کاهش هزینه ها جهت ایجاد رقابت با موتورهای احتراق داخلی و ایجاد ساختگاه های کافی برای شارژ خودروها دارد. این موضوع نیاز دارد تا این فناوری به نقطه ای برسد که برای مصرف کنندگان خودروهای سوخت فسیلی دارای

[6] Green-House Gas

جذابیت شود (نقطه break-even). بدین منظور بایستی مواردی نظیر قابلیت طی مسافت، زمان شارژ، اثرات زیست محیطی و قابلیتهای اتصال خودرو به شبکه برق درنظر گرفته شود.

پیشنهاداتی که می توان در این بخش ارائه نمود، عبارتند از:

- بهبود تخمین ها درخصوص پتانسیلهای ملی و منطقه ای برای خودروهای برقی.
- اطمینان از همخوانی اهداف و برنامه های ملی با قابلیت‌ها و برنامه های تولید سازندگان.
- مشخص نمودن ویژگیهای خودرو در نقطه جذابیت و کمک به افزایش قابلیت رقابت این خودروها با خودروهای فسیلی از جنبه قیمت.
- شناسایی و تدوین قوانین و مقرراتی درخصوص اطمینان از وجود ساختگاه های شارژ کافی در زمان یا حتی قبل از ورود خودروها به بازار.
- پیش بینی لازم درخصوص افزایش تولید خودروهای برقی، افزایش نیازها به ساختگاه های شارژ و تغییرات ممکن در نحوه تامین انرژی در آینده (نیازمند همکاری دولت، سازندگان،NGO ها، مراکز تحقیقاتی دانشگاهی و مهمتر از همه، مصرف کنندگان است).
- پیش بینی آینده کوتاه و میان مدت جهت ایجاد امکان رقابت قیمت این خودروها با خودروهای موجود و تدوین مقرراتی جهت تغییر تدریجی حمل و نقل با توجه به افزایش تدریجی خودروهای برقی در بازار.

- **بهبود شناخت صنعت نسبت به نیازها و رفتارهای مصرف‌کنندگان:**

قبول خودروهای برقی از سوی مصرف کنندگان، کلیدی ترین موضوع در موفقیت یا شکست تجاری این فناوری در آینده می باشد. آنچه نامشخص باقی مانده، میزان تمایل مصرف کنندگان درخصوص تغییر عادات سفر و پذیرش خودروهای متفاوت و شاید حتی روش‌های جدید در رانندگی است.

پیشنهادات این بخش به شرح زیر است:

- جمع آوری اطلاعات بهتر بویژه در حوزه بازار و رفتارهای مصرف کنندگان.
- در نظر گرفتن مصرف کنندگان خودرو در برنامه ریزی ها و سیاستگذاری های دولت و سازندگان و اطمینان از لحاظ نمودن نیازها و خواسته های آنان.
- افزایش شناخت مصرف کنندگان درخصوص مزایایEV/PHEV با طراحی برنامه های مناسب و افزایش علاقمندی آنها به خودروهای برقی.

- ایجاد سیستم‌های مناسب بازخورد نتایج و نظرات جهت بهبود برنامه ها در آینده.

- **تدوین و کمی‌سازی مشخصات و استانداردهای عملکردی برای توصیف خودروها:**

مشخص بودن عملکرد و ویژگی‌های خودروی برقی، نقش بزرگی در موفقیت این فناوری دارد. از جمله عوامل تاثیرگذار می‌توان به قیمت اولیه خودرو، راندمان و هزینه‌های سالانه سوخت، هزینه‌های تعمیر و نگهداری، مسافت قابل پیمایش با استفاده از موتور برقی، سرعت شارژ باتری، عملکرد (نظیر شتاب و سرعت)، قابلیت اطمینان، امنیت خودرو و آلایندگی آن اشاره نمود.

پیشنهادات زیر در این بخش ارائه شده است:

- تصویب استانداردها و مقادیر کمّی برای ایجاد قابلیت شناخت ویژگیهای خودرو.
- درنظر گرفتن قابلیت ها و همکاری های سازندگان خودروها در هنگام هدف گذاری.

- **حمایت از RD&D[۷] ها درخصوص ذخیره انرژی بمنظور کاهش هزینه ها:**

کاهش قیمت باتری برای این فناوری بسیار حیاتی است. برای EV با ظرفیت ۲۰ کیلووات ساعت (حداقل لازم)، بین ۶۰۰۰ تا ۱۲۰۰۰ دلار هزینه امروزی باتری است. بایستی برای بازیافت باتری ها یا استفاده مجدد از آنها پس از خروج از استانداردهای خودرو چاره ای اندیشید تا بدین ترتیب با بالاتر رفتن چرخه عمر باتری، قیمت اولیه آن جبران شود. همچنین باتری ها بایستی دارای کمترین اثر زیست محیطی درهنگام ساخت، استفاده یا پایان عمر باشند. پیشنهادات زیر مربوط به این بخش است:

- کاهش قیمت باتری با تولید انبوه، بهینه سازی تولید و روشهای نوین.
- گسترش مدلهای مختلف مالی و قیمت باتری به ازاء خودرو برای صاحبان خودرو.
- تدوین استانداردها با مقادیر کمّی برای باتری ها.
- گسترش و بهینه سازی زنجیره تامین مواد اولیه برای سازندگان باتری ها و درنتیجه تضمین قابلیت تولید باتری کافی.
- حمایت از تولیدکنندگان باتری برای تولید انبوه محصولات.
- تدوین استراتژیهایی برای باتریهای ازکار افتاده (نظیر ایجاد بازار استفاده از باتریهای دست دوم یا بازیافت آنها و ...).

[7] Research, Development and Demonstration

- حمایت از ادامه تحقیقات در خصوص منابع نوین ذخیره انرژی.

- **گسترش و بهبود کارکرد ساختگاه‌های شارژ:**

برای خودروهای هیبریدی، شارژ شبانه باتری در منازل دارای اهمیت فراوان است؛ درحالیکه EV بایستی بتواند در طول روز نیز شارژ شود و قابلیت شارژ دور از منزل برای آن حیاتی است. میزان اثر تعداد زیاد خودروی برقی بر روی تقاضای انرژی کل و تقاضا در ساعات خاص و نیز تولید و ظرفیت خطوط بایستی بخوبی بررسی شود که در این زمینه، نسبت میزان شارژ شبانه به روزانه دارای نقش مهمی است. سیاستگذاری قیمت برق نیز می تواند در این زمینه اثرگذار باشد.

استانداردسازی در زمینه‌های زیر، حیاتی بوده و بایستی به سرعت صورت پذیرد:

- نوع پریز شارژ.
- پروتکل‌های شارژ.
- اتصالات بین خودروها و ساختگاه‌های شارژ.
- قوانین شارژ عمومی.
- استانداردهای بازیافت باتری ها.
- قوانین مربوط به شبکه درخصوص بازار خودروهای جدید.

شبکه هوشمند می‌تواند در این بخش نقش اساسی داشته باشد.کلیه روش‌های نوین شارژ خودرو (نظیر انتقال توان از خودرو به شبکه، تفاوت قیمت شارژ روزانه و شبانه، ممنوعیت شارژ در ساعات پیک و ...) تنها با داشتن شبکه هوشمند امکان پذیر است.

برنامه طولانی مدت کشورهای ایالات متحده امریکا و ژاپن درخصوص خودروهای برقی و فناوری-های مرتبط با آن – نظیر باتری ها و مبدل ها و ... – در جدول ۴ و برخی از مدل های حمایتی کشور کانادا از خودروهای برقی در شکل ۶ دیده می شود.

جدول ۴ – برنامه کشورهای ایالات متحده و ژاپن درخصوص تکنولوژی خودروهای برقی

Year		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2020	2025	2030	2050	2080	2100
UNITED STATES															
Motor		Build and test integrated motor/ generator													
Motor: Cost			19 USD/kW		12 USD/kW			> 1.2 kW/kG		8 USD/kW					
Motor: Specific Power			> 1.06 kW/kG					> 3.5 kW/L		> 1.4 kW/kG					
Motor: Power Density			> 2.6 kW/L					> 93%		> 4.0 kW/L					
Motor: Efficiency			> 90%							> 94%					
Converter								< 50 USD/kW		< 25 USD/kW					
Converter Cost			< 75 USD/kW					> 1.0 kW/kG		> 1.2 kW/kG					
Converter Specific Power			> 0.8 kW/kG					> 2.0 kW/L		> 3.0 kW/L					
Converter Power Density			> 1.0 kW/L					> 95%		> 96%					
Converter Efficiency			> 92%												
Battery								40 kWh		40 kWh					
Battery Capacity			30 kWh					< 150 USD/kWh		100 USD/kWh					
Battery Cost			USD 20/km					460 W/L		620 W/L					
Battery Power Density								150 Wh/kg		200 Wh/kg					
Battery Energy Density								10 years		10 years					
Battery Life			15 years												
EV Range															
Market Penetration															
Recharging Infrastructure															
JAPAN															
Year		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2020	2025	2030	2050	2080	2100
EV PHEV sales (gov. target)	[sales/e]									15 to 20'	20 to 30'				
EV Battery															
Energy density	[Wh/kg]	100						150		250	500	700			
	[Wh/L]	250						400		600	1000	1500			
Power density	[W/kg]	1000						1200		1500	1000	1000			
	[W/L]														
Caender life	[years]	5 to 8						8 to 10			10 to 15				
Cost	[JPY/kWh]	100k to 200k						30k		20k	10k	3k			
Type		Li-ion									Revolutionary battery (e.g. Metal-air)				
HEV Battery															
Energy density	[Wh/kg]	70						100		200					
	[Wh/L]	200						250		500					
Power density	[W/kg]	2000								2500					
	[W/L]														
Caender life	[years]	5 to 8						8 to 10		10 to 15					
Cost	[JPY/kWh]	100k to 200k						30k		20k					
Type		Li-ion													
Motor		efficiency improvement					In-wheel motor			SR motor					
Inverter		Ultra Low Ron SiC device Low parasitic impedence High power density assy.								High frequency HFET					
Infrastructure			Connector standardisation							Charger (normal) 2 million units? Charger (quick) 5k units?					
			Charge from house (200V) Discharge to grid (V2G)												

شکل ۶ – مدل های حمایتی کشور کانادا از خودروهای برقی

٤. بررسی وضعیت حمل و نقل در کشور:

بررسی ها نشان می دهد که مصرف روزانه بنزین در کشور، ۶۰ میلیون لیتر است که موجب تولید ۱۳۸ هزار تن دی اکسید کربن در روز – با درنظر گرفتن استاندارد جهانی برای کیفیت بنزین و مصارف خودرو با توجه به جدول ۵ – می گردد. چنانچه بخواهیم مطابق اهداف نقشه آبی عمل نماییم، میزان دی اکسید کربن تا سال ۲۰۵۰ بایستی به کمتر از ۱۰۰ هزار تن در روز برسد.

جدول ۵ – میزان آلایندگی انواع سوخت و میزان مصرف انواع خودروها مطابق آمار جهانی

Calculation of CO2 emissions

Fuel type	Kg of CO2 per unit of consumption
Grid electricity	43 per kWh
Natural gas	3142 per tonne
Diesel fuel	2.68 per litre
Petrol	2.31 per litre
Coal	2419 per tonne
LPG	1.51 per litre

Transport conversion table

Vehicle type	Kg CO2 per litre
Small petrol car 1.4 litre engine	0.17/km
Medium car (1.4 – 2.1 litres)	0.22/km
Large car	0.27/km
Average petrol car	0.20/km
Small diesel car (>2 litres)	0.12/km
Large car	0.14/km
Average diesel car	0.12/km
Articulated lorry, diesel engine	2.68/km (0.35litres fuel per km)
Rail	0.06 per person per km
Air, short haul (500km)	0.18 per person per km
Air, long haul	0.11
Shipping	0.01 per tonne per km

این میزان مصرف، شامل خودروهای سبک و سنگین و موتورسیکلت ها می باشد.

جدول ۶ – آمار تولید موتورسیکلت در کشور

آمار تولید سالیانه و تجمعی موتورسیکلت‌ها

سال	تولید سالیانه دستگاه	درصد افزایش	تولید تجمعی دستگاه	درصد افزایش
۱۳۷۷	۱۱۳۷۸۷	-	۲۹۷۳۲۶۲	-
۱۳۷۸	۱۷۶۱۸۵	۵۴,۸۴	۳۱۴۹۴۴۷	۵,۹۲
۱۳۷۹	۲۷۹۹۲۲	۵۸,۸۸	۳۴۲۹۳۶۹	۸,۸۸
۱۳۸۰	۴۰۴۳۱۷	۴۴,۴۴	۳۸۳۳۶۸۶	۱۱,۷۹
۱۳۸۱	۷۰۹۰۸۱	۷۵,۳۸	۴۵۴۲۷۶۷	۱۸,۵۰
۱۳۸۲	۱۰۰۵۷۸۵	۴۱,۸۴	۵۵۴۸۵۵۲	۲۲,۱۴
۱۳۸۳	۱۰۸۶۰۰۰	۷,۹۸	۶۶۳۴۵۵۲	۱۹,۵۷
۱۳۸۴	#۸۰۰۰۰۰	-۲۶,۳۴	۷۴۳۴۵۵۲	۱۲,۰۶
۱۳۸۵	#۹۰۰۰۰۰	۱۲,۵	۸۳۳۴۵۵۲	۱۲,۱۱

رقم براساس برآورد وزارت صنایع و معادن می‌باشد.

جدول ۷ – میزان مصرف انواع موتورسیکلت با توجه به حجم موتور

معیار مصرف سوخت موتورسیکلت

الف) ۷۰ سی سی (اعداد بر حسب Lit/100 Km)

کلاس مصرف	۰۱/۰۱/۸۴	۰۱/۰۱/۸۵	۰۱/۰۱/۸۶
A	۱,۵	۱,۳	۱,۱
B	۱,۷	۱,۵	۱,۳
C	۱,۹	۱,۶	۱,۴
D	۲	۱,۸	۱,۶
E	۲,۲	۱,۹	۱,۷

ب) ۱۱۰ سی سی (اعداد بر حسب Lit/100 Km)

کلاس مصرف	۰۱/۰۱/۸۴	۰۱/۰۱/۸۵	۰۱/۰۱/۸۶
A	۲	۱,۸	۱,۶
B	۲,۲	۲	۱,۸
C	۲,۴	۲,۲	۱,۹
D	۲,۶	۲,۳	۲,۱
E	۲,۸	۲,۵	۲,۲

معیار مصرف سوخت موتورسیکلت

ج) ۱۲۵ سی سی (اعداد بر حسب Lit/100 Km)

کلاس مصرف	۰۱/۰۱/۸۴	۰۱/۰۱/۸۵	۰۱/۰۱/۸۶
A	۲,۲	۲	۱,۸
B	۲,۴	۲,۲	۲
C	۲,۶	۲,۴	۲,۱
D	۲,۸	۲,۵	۲,۳
E	۳	۲,۷	۲,۴

د) ۱۵۰ سی سی (اعداد بر حسب Lit/100 Km)

کلاس مصرف	۰۱/۰۱/۸۴	۰۱/۰۱/۸۵	۰۱/۰۱/۸۶
A	۲,۳	۲,۱	۱,۹
B	۲,۵	۲,۳	۲,۱
C	۲,۷	۲,۵	۲,۲
D	۲,۹	۲,۶	۲,۴
E	۳,۲	۲,۸	۲,۵

ادامه جدول ۷ – میزان مصرف انواع موتورسیکلت با توجه به حجم موتور

معیار مصرف سوخت موتورسیکلت

ه) ۲۰۰ سی سی (اعداد بر حسب Lit/100 Km)

کلاس مصرف	۰۱/۰۱/۸۴	۰۱/۰۱/۸۵	۰۱/۰۱/۸۶
A	۲,۶	۲,۴	۲,۲
B	۲,۸	۲,۶	۲,۴
C	۳	۲,۷	۲,۵
D	۳,۱	۲,۹	۲,۷
E	۳,۳	۳	۲,۸

و) ۲۵۰ سی سی (اعداد بر حسب Lit/100 Km)

کلاس مصرف	۰۱/۰۱/۸۴	۰۱/۰۱/۸۵	۰۱/۰۱/۸۶
A	۲,۸	۲,۶	۲,۴
B	۳	۲,۸	۲,۶
C	۳,۲	۲,۹	۲,۷
D	۳,۳	۳,۱	۲,۹
E	۳,۶	۳,۲	۳

جدول ۸ – میزان مصرف انواع خودروی بنزینی با توجه به نوع خودرو در سیکل شهری

معیار تصویب شده مصرف سوخت خودروهای بنزینی در سیکل شهری

واحد: لیتر در ۱۰۰ کیلومتر پیمایش

سال	شیوه آزمون	Mini-compact	Sub-compact	Compact	Midi-size	Large
۸۳	TA	۸,۴	۹,۲	۱۰,۵	۱۱,۱	۱۳,۴
۸۴	COP	۸	۸,۸	۹,۹	۱۰,۴	۱۲,۷
۸۵	COP	۷,۶	۸,۴	۹,۲	۹,۵	۱۱,۹
۸۶	COP	۷	۷,۹	۸,۳	۸,۸	۱۱

جدول ۹ – برآورد مصرف بنزین در انواع خودرو و موتورسیکلت در کشور

برآورد مصرف بنزین در خودروها

سال	تعداد تجمعی	تعداد اقساط	تعداد خودرو در تردد	مصرف بنزین خودرو+موتورسیکلت متر مکعب در سال	برآورد مصرف موتورسیکلتها متر مکعب در سال	برآورد مصرف خودرو متر مکعب در سال
۱۳۷۷	۲۹۶۴۸۲۶	۱۹۲۵۴	۲۹۴۵۵۷۲	۱۳۷۶۰۹۷۴	۱۹۸۱۶۷۲	۱۱۷۷۹۳۰۲
۱۳۷۸	۳۱۹۰۹۶۲	۴۸۳۹۰	۳۱۴۲۵۷۲	۱۴۲۸۷۳۱۲	۲۰۴۴۸۷۱	۱۲۲۴۲۴۴۱
۱۳۷۹	۳۴۷۳۳۱۷	۸۴۱۹۹	۳۳۸۹۱۱۸	۱۵۵۶۷۵۳۰	۲۲۴۶۵۳۴	۱۳۳۲۰۹۹۶
۱۳۸۰	۳۸۳۶۶۷۹	۱۲۳۷۱۵	۳۷۱۲۹۶۴	۱۶۷۲۳۲۰۳	۲۴۵۵۳۰۱	۱۴۲۶۷۹۰۲
۱۳۸۱	۴۳۵۰۴۷۵	۱۷۱۷۹۷	۴۱۷۸۶۷۸	۱۸۴۲۲۵۸۳	۲۸۲۵۹۳۲	۱۵۵۹۶۶۵۱
۱۳۸۲	۵۰۷۳۶۹۱	۲۳۲۰۳۸	۴۸۴۱۶۵۳	۲۰۵۰۵۹۴۳	۳۲۸۸۵۳۵	۱۷۲۱۷۴۰۸
۱۳۸۳	۵۹۳۴۹۰۵	۳۳۳۲۱۰	۵۶۰۱۶۹۵	۲۲۲۰۱۸۷۹	۳۶۶۰۰۹۵	۱۸۵۴۱۷۸۴
۱۳۸۴	۶۸۹۹۵۱۹	۴۸۰۴۰۳	۶۴۱۹۱۱۶	۲۴۴۶۷۸۳۶	۳۹۵۸۸۷۷	۲۰۵۰۸۹۵۹
۱۳۸۵	۷۹۷۳۸۴۷	۶۳۸۷۱۰	۷۳۳۵۹۴۷	۲۶۶۶۹۳۰۲	۴۲۴۷۳۱۱	۲۲۴۲۱۹۹۱

۵. برنامه های پیشنهادی:

در راستای دستیابی به اهداف مد نظر و همگامی با پیشرفت های جهانی در زمینه خودروهای برقی، برنامه هایی به شرح زیر پیشنهاد می گردد:

۵-۱. شناسایی فناوری خودروهای برقی و زیرساختهای لازم آن.

۵-۲. شناسایی توانمندی های داخلی جهت تولید خودروی برقی و تولید باتری.

۵-۳. شناسایی بازار خودروها (بویژه بازار اولیه).

۵-۴. انتخاب نقاط هدف داخلی با توجه به زیرساختها، استقبال عمومی، شبکه برق و ... .

۵-۵. تدوین استراتژی ها و قوانین و مقررات برای اهداف اولیه (موتورسیکلت ها):

- مقررات عدم واردات موتورسیکلت سوخت فسیلی (سال اجرا، با توجه به مطالعات مشخص خواهد شد).
- مقررات عدم تولید موتورسیکلت سوخت فسیلی (سال اجرا، با توجه به مطالعات مشخص خواهد شد).
- عدم تردد موتورسیکلت سوخت فسیلی در ۵ شهر بزرگ کشور (سال اجرا، با توجه به مطالعات مشخص خواهد شد).
- عدم تردد موتورسیکلت سوخت فسیلی در شهرها (سال اجرا، با توجه به مطالعات مشخص خواهد شد).
- عدم تردد موتورسیکلت سوخت فسیلی در کل کشور (سال اجرا، با توجه به مطالعات مشخص خواهد شد).

۵-۶. تدوین سایر استراتژی ها و قوانین و مقررات:

- الزام استفاده از خودروها و موتورسیکلت‌های برقی در بدنه دولت و بویژه در شهرهای بزرگ بمنظور اشاعه و ترویج استفاده از این خودروها و فرهنگ‌سازی.
- حمایت از خریداران خودروهای برقی (بصورت اعطای وام، یارانه، حذف مالیاتها و تعرفه ها و ...).
- حمایت از تولید داخل (بویژه درخصوص باتریها).
- تدوین استراتژی برای ایجاد زیرساخت ها (بویژه ساختگاه های شارژ).