# بررسی رویکرد جهانی صنعت خودرو بر اساس مصرف سوخت و آلایندگی
# (درس‌هایی برای صنعت خودرو ایران)

**کد موضوعی: ۳۱۰**
**شماره مسلسل: ۱۶۴۸۸**
**تیرماه ۱۳۹۸**

**معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی**
**دفتر: مطالعات انرژی، صنعت و معدن**

**به‌نام خدا**

## فهرست مطالب


چکیده ..... ۱
مقدمه ..... ۲
بررسی سطح فناوری خودروهای سواری در اتحادیه اروپا ..... ۳
مقایسه سطح فناوری خودروها در ایران و جهان با توجه به میزان کاهش آلایندگی و گازهای گلخانه‌ای ..... ۶
بررسی برنامه‌های توسعه فناوری‌های در حال توسعه و آتی خودروهای سبک در جهان ..... ۹
سناریوهای آژانس بین‌المللی انرژی در بخش حمل‌ونقل کشورهای منتخب ..... ۱۳
جایگاه ایران در افق سیاستگذاری در راستای سناریوهای انتشار $CO_2$ ..... ۱۵
چشم‌انداز آینده صنعت خودروسازی دنیا ..... ۱۶
رویکرد به فناوری‌های نوین در چشم‌انداز صنعت خودرو از دیدگاه مصرف سوخت و آلایندگی ..... ۲۰
چشم‌انداز واقع‌گرایانه صنعت خودروی ایران بر اساس مصرف سوخت و آلایندگی ..... ۲۲
جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ..... ۲۴
درس‌هایی برای ایران ..... ۲۵
منابع و مآخذ ..... ۲۷

# بررسی رویکرد جهانی صنعت خودرو بر اساس مصرف سوخت و آلایندگی (درس‌هایی برای صنعت خودرو ایران)

## چکیده

هدف اصلی این گزارش بررسی رویکرد جهانی صنعت خودرو با تکیه بر مصرف سوخت و میزان آلایندگی است. نتایج این گزارش نشان می‌دهد سهم خودروهای دیزلی در ناوگان حمل‌ونقل اتحادیه اروپا رو به کاهش است به گونه‌ای که از حدود ۵۵ درصد از کل خودروهای ورودی به ناوگان در سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۲ با افت شدیدی به ۴۴ درصد در سال ۲۰۱۷ رسیده است. همچنین خودروهای بنزینی در بازار آمریکا، ژاپن و چین نقش اصلی را ایفا می‌کنند و تقریباً خودروهای دیزلی نقش خاصی در این کشورها ندارند. فناوری‌های نوین هنوز سهم بالایی را در حمل‌ونقل کشورهای اتحادیه اروپا به عهده ندارند. بازار فروش خودروهای هیبریدی ـ برقی در اروپا سهم ۲/۷ درصدی را در سال ۲۰۱۷ به خود اختصاص داده است. پیش‌بینی می‌شود در سال ۲۰۲۵ سهم موتورهای احتراق داخلی به عنوان محرکه به کم‌تر از ۵۰ درصد می‌رسد و حدود ۴۰ درصد از این سهم به انواع خودروهای هیبریدی و حدود ۱۰ درصد نیز به خودروهای برقی اختصاص یابد.

بررسی صنعت خودروسازی در کشور آلمان نشان می‌دهد کشور آلمان در حدود ۱۳/۵ درصد کل درآمد این صنعت را در بخش تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری کرده که منجر به توسعه فناوری‌های نوین در عرصه خودروسازی در کشور آلمان و سایر کشورها شده است. رویکرد اصلی در کشور آلمان به عنوان بزرگ‌ترین غول فناوری در صنعت خودروسازی در کنار فناوری‌های نوین، ورود خودروهای هیبرید و الکتریکی است. به نظر می‌رسد کوچک‌سازی و استفاده از بسته جانبی هیبرید با ولتاژ متوسط، چشم‌انداز صنعت خودروسازی در آلمان با تکیه بر کاهش مصرف سوخت و آلایندگی خواهد بود. این بدان معنی است که این چشم‌انداز عملاً ممکن است به چشم‌انداز صنعت خودروسازی جهان تبدیل شود. از طرفی، رشد چشمگیر کشور چین در بازه بیست‌ساله اخیر در عرصه خودروسازی، نشان از تأثیرگذاری سرمایه‌گذاری برای همکاری مشترک بین خودروسازان چینی و برندهای بزرگ خودروسازی دنیا دارد. همکاری‌های مشترک باعث افزایش دانش فنی و تقویت زیرساخت در چین شده است. چشم‌انداز صنعتی چین در حال حاضر بیش‌تر به تولید خودروهای هیبریدی و نهایتاً برقی متمرکز شده به نحوی که بر اساس آمار منتشره در سال ۲۰۱۶، ۴۰ درصد خودروهای برقی جهان در چین تولید می‌شوند.

بهبود پدیده‌های داخل سیلندر به تنهایی امکان رسیدن به چشم‌اندازهای کاهش مصرف سوخت و

آلایندگی را فراهم نمی‌کند، زیرا چرخه مرسوم مورد استفاده در موتورهای بنزینی (چرخه اتو) بازده تئوریک مشخصی دارد. بنابراین رویکردهای جدید در طراحی موتور باید مورد توجه قرار گیرد. اگرچه سطح فناوری خودروها مشتمل بر فناوری‌های بهینه‌سازی موتور و فناوری‌های کاهش اتلاف حین انجام کار می‌توانند تا حد زیادی به کاهش مصرف سوخت و آلایندگی کمک کنند، تغییر سوخت و استفاده از فناوری‌های نوین همانند فناوری‌های برقی، هیبریدی، پیل سوختی و... نیز در این زمینه می‌توانند کمک شایانی به این موضوع کنند.

چشم‌انداز روند فناوری‌های جهانی نشان می‌دهد موتورهای احتراق داخلی مرسوم، هنوز پتانسیل زیادی برای رشد و بهبود دارند لذا برای نیل به بهترین میزان مصرف سوخت و آلایندگی، فناوری‌های نوین در عرصه موتورهای احتراقی همچون کوچک‌سازی به‌همراه دورگه‌سازی این موتورهای نوین نقش عمده‌ای در کاهش مصرف سوخت و آلایندگی ایفا خواهند کرد. از طرفی، چرخه میلر ـ آتکینسون بهینه‌ترین فناوری از لحاظ هزینه برای کاهش دی‌اکسید کربن تولیدی است که شرکت‌هایی مانند فولکس واگن، آئودی، تویوتا و هیوندای در این مسیر گام‌هایی برداشته‌اند.

## مقدمه

در عصر حاضر، دنیای انرژی با عدم اطمینان بی‌سابقه‌ای روبهرو است. بحران اقتصادی جهانی که از سال ۲۰۰۸ آغاز شد بازارهای انرژی سراسر دنیا را وارد آشفتگی نمود که بهبود آن در سال‌های آتی تنها از طریق برنامه‌ریزی و توجه به چشم‌انداز انرژی ممکن خواهد بود. با وجود این دولت‌ها و نحوه پاسخ آنها به چالش‌های امنیت انرژی و تغییرات اقلیمی، آینده انرژی را در بلندمدت شکل خواهند داد. در سال‌های اخیر گام‌های مثبتی نیز در راستای سیاستگذاری و ایجاد تعهدات بین‌المللی در ارتباط با تغییرات اقلیمی و اصلاح یارانه‌های سوخت‌های فسیلی برداشته شده است. توسعه و گسترش فناوری‌ها با قابلیت تولید کربن کم (کم‌کربن) نیز پیشرفت‌هایی داشته‌اند که از طریق حمایت‌های دولتی و محرک‌های مالیاتی به سطح اجرا نزدیک شده‌اند با وجود این به‌کارگیری این فناوری‌ها جهت کاهش میزان تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای به منظور اثربخشی مؤثر و سریع منوط به اجرای تعهدات سیاسی و اقتصادی کشورهای مختلف است. به این منظور در این گزارش، رویکرد صنعت خودرو در کشورهای مختلف با تکیه بر مصرف سوخت و میزان آلایندگی بررسی شده است.

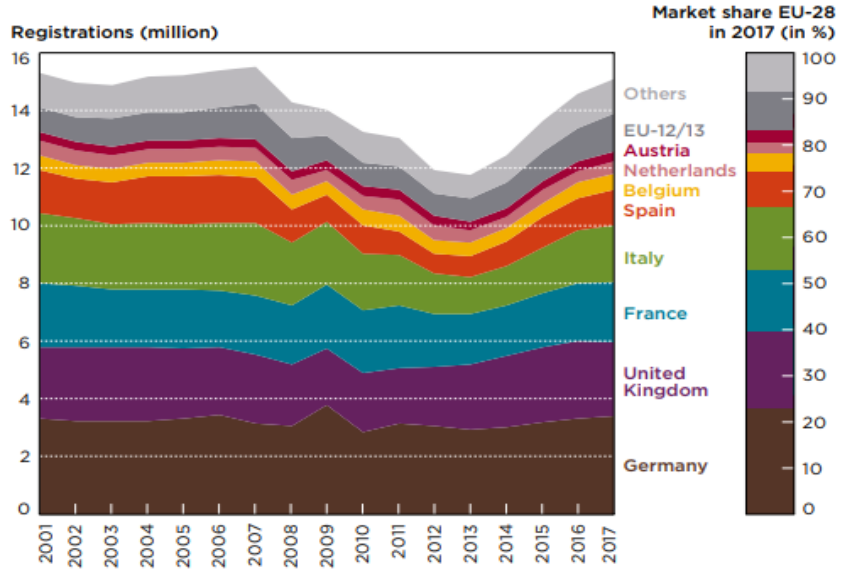
در بخش اول گزارش، سطح فناوری خودروهای سواری در اتحادیه اروپا بررسی شده است. در بخش دوم، سطح فناوری خودروها در ایران و جهان با توجه به میزان کاهش آلایندگی و گازهای گلخانه‌ای مقایسه شده است. در بخش سوم، برنامه‌های توسعه فناوری‌های در حال توسعه و آتی خودروهای سبک در جهان مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش چهارم، سناریوهای آژانس بین‌المللی انرژی در بخش حمل‌ونقل کشورهای منتخب و جایگاه ایران در افق سیاستگذاری در راستای سناریوهای انتشار $CO_2$

مد نظر قرار گرفته است. چشم‌انداز آینده صنعت خودروسازی دنیا با تکیه بر دو کشور آلمان و چین در بخش پنجم گزارش تحلیل شده است. در بخش ششم، رویکرد به فناوری‌های نوین در چشم‌انداز صنعت خودرو و چشم‌انداز واقع‌گرایانه صنعت خودروی ایران از دیدگاه مصرف سوخت و آلایندگی بررسی شده است. در خاتمه گزارش، جمع‌بندی و پیشنهادها ارائه شده است.

## بررسی سطح فناوری خودروهای سواری در اتحادیه اروپا

مطابق نمودار ۱ تعداد خودروهای مسافری سبک ثبت شده در ناوگان کشورهای اتحادیه اروپا در سال ۲۰۱۷ به ۱۵/۲ میلیون دستگاه افزایش یافته است. سه کشور آلمان، فرانسه و انگلستان نزدیک به ۶۰ درصد از کل خودروهای ثبت شده در اتحادیه اروپا را تشکیل می‌دهند.

**نمودار ۱. تعداد خودروهای مسافری سبک واردشده به ناوگان در سال ۲۰۱۷**

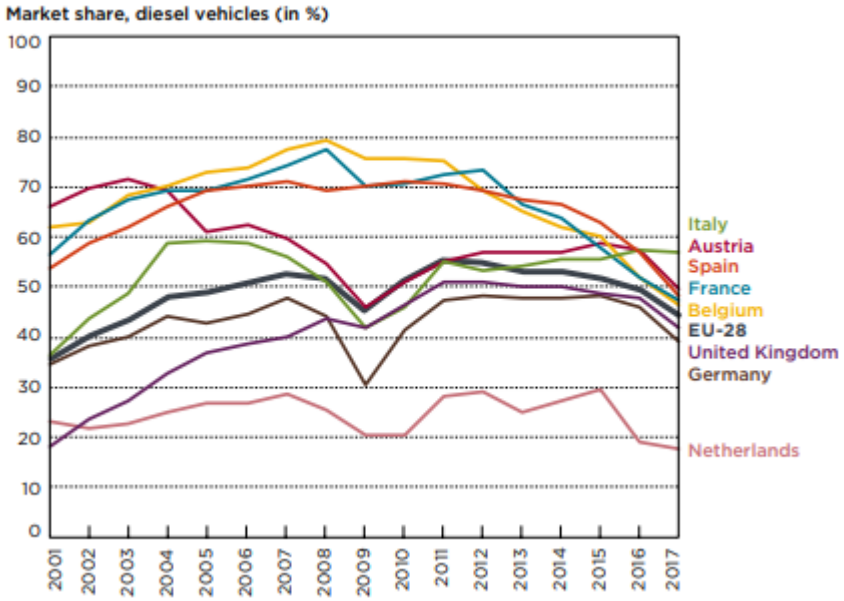



**Source:** European Vehicle Market Statistics 2018/19.

درصد بسیار زیادی از خودروهایی که اکنون در اروپا وارد ناوگان حمل‌ونقل می‌شوند، از سوخت بنزین یا دیزل استفاده می‌کنند. مطابق نمودار ۲ سهم خودروهای دیزلی از حدود ۵۵ درصد از کل خودروهای ورودی به ناوگان در سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۲ به ۴۹ درصد در سال ۲۰۱۶ رسید و در سال ۲۰۱۷ با افت شدیدی به ۴۴ درصد رسید. در فرانسه سهم خودروهای دیزلی از ۷۷ درصد در سال ۲۰۰۸ به ۴۷ درصد در سال ۲۰۱۶ رسید. این کاهش در فروش خودروهای دیزلی به اعمال مالیات هم‌سطح بر روی خودروهای دیزلی و بنزینی برمی‌گردد. اگرچه در نواحی دیگر وضعیت ممکن است به کلی متفاوت باشد. بازار آمریکا، ژاپن و چین تقریباً در اختیار خودروهای بنزینی بوده و تقریباً خودروهای دیزلی نقش خاصی در این کشورها ندارند. اگرچه وضعیت در کشور

هندوستان اندکی متفاوت بوده به‌گونه‌ای که نقش فناوری دیزل در آن بسیار پررنگ به نظر می‌رسد و فناوری دیزل سهم ۵۰ درصدی از ناوگان حمل‌ونقل این کشور را به خود اختصاص داده است.

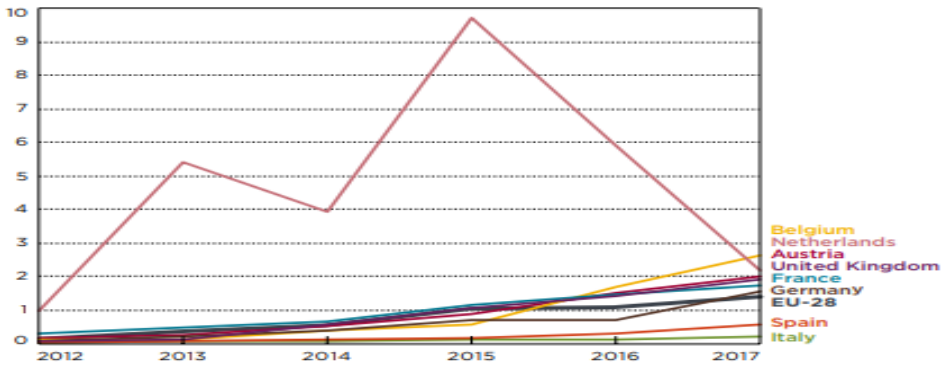
**نمودار ۲. روند تغییر سهم خودروهای دیزل در اتحادیه اروپا**




**Source: Ibid.**

فناوری‌های نوین هنوز سهم بالایی را در حمل‌ونقل کشورهای اتحادیه اروپا به عهده ندارند. بازار فروش خودروهای هیبریدی ـ برقی در اروپا سهم ۲/۷ درصدی را در سال ۲۰۱۷ به خود اختصاص داده است. این در حالی است که مطابق نمودار ۳ در سال ۲۰۱۷ خودروهای هیبریدی قابل اتصال و هیبریدی برقی ـ باتری نزدیک به ۱/۴ درصد از خودروهای ثبت شده را به خود اختصاص داده‌اند.

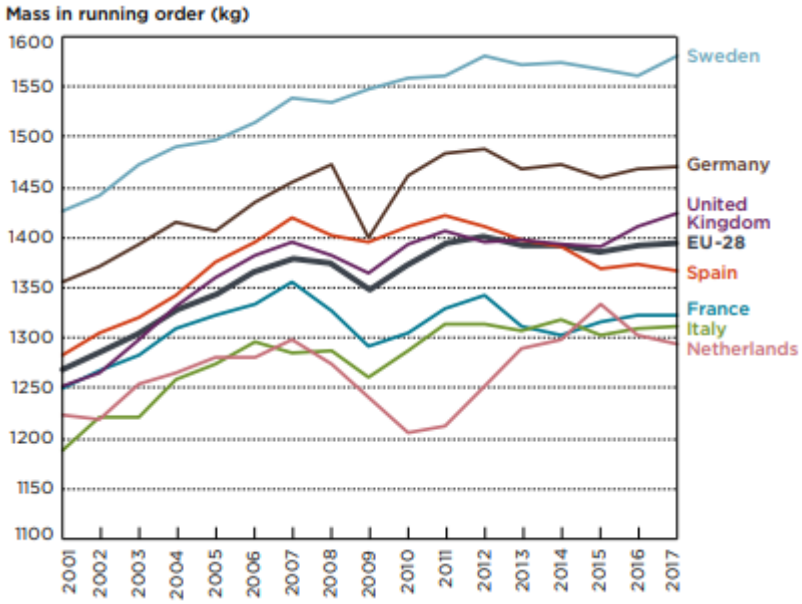
**نمودار ۳. سهم خودروهای هیبریدی قابل اتصال در ناوگان خودروهای اتحادیه اروپا**




**Source: Ibid.**

شاخص دیگری که در ارتباط با خودروها باید مد نظر قرار گیرد، وزن آنهاست. به یک تعبیر، وزن خودرو، میزان سوخت مصرفی و میزان دی‌اکسید کربن تولیدی با هم مرتبط و از هم تأثیر می‌پذیرند. طبق نمودار ۴ متوسط وزن خودروهای مدرن تولیدی اتحادیه اروپا در سال ۲۰۱۷ برابر ۱۳۹۵ کیلوگرم است که این مقدار نسبت به ۱۵ سال قبل ۱۰ درصد رشد داشته است.[۱] در سال ۲۰۱۲ خودروهای تولیدی در هر دو کشور سوئد و آلمان وزن متوسطی بالاتر از میانگین اروپا داشته‌اند. وزن متوسط خودروهای تولیدی سوئد برابر ۱۵۸۰ کیلوگرم بوده و پس از تولیدات آمریکا، که دارای وزن متوسط ۱۶۳۰ کیلوگرم هستند، در رتبه دوم جهانی قرار می‌گیرند. مقام سوم به خودروهای تولیدی آلمان با وزن متوسط ۱۴۷۰ کیلوگرم تعلق دارد. خودروهای موجود در ناوگان کشورهای فرانسه، ایتالیا و هلند با میانگین ۱۳۴۲، ۱۳۱۳ و ۱۲۹۰ کیلوگرم، سبک‌تر بوده است. میانگین وزن خودروها در کشورهای عضو اتحادیه اروپا در نمودار ۴ ارائه شده است. توجه به این نکته ضروری است که ایمنی خودروها با وزن آنها رابطه مستقیمی دارد.

**نمودار ۴. میانگین وزن خودروها در کشورهای عضو اتحادیه اروپا**




**Source: Ibid.**

۱. البته توجه به یک نکته الزامی به نظر می‌رسد که بسیاری فناوری‌های نوین، از قبیل فناوری هیبرید، تجهیزات اضافی به خودرو تحمیل می‌نمایند که این خود باعث افزایش وزن خودرو می‌گردد. به علاوه سایر آلاینده‌های تولیدی که نیاز به مهار آنها نیز هست، نیاز به تجهیزات پس‌پالایش (After Treatment)، مانند مبدل کاتالیستی، فیلتر ذرات و... دارند که باز اضافه وزن به مجموعه خودرو تحمیل می‌نماید.

## مقایسه سطح فناوری خودروها در ایران و جهان با توجه به میزان کاهش آلایندگی و گازهای گلخانه‌ای

برای کاهش میزان آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای یا باید مصرف سوخت کاهش یابد و یا باید نوع سوخت تغییر کند. بهینه‌سازی و کاهش مصرف سوخت بنا به دلایل متعدد مانند محدودیت منابع انرژی و نوسانات قیمت نفت خام در دهه‌های اخیر بسیار مورد توجه محققان بوده است. موتورهای احتراق داخلی، یکی از مهم‌ترین و گسترده‌ترین موارد مصرف انرژی در جهان نیز از این امر مستثنا نبوده‌اند و تحقیقات وسیعی در خصوص کاهش مصرف سوخت خودروها انجام شده است.

طبق اصول کلی کاهش مصرف انرژی در یک سیستم، راهکارهای پیشنهادی در دو گروه اساسی تقسیم‌بندی شده است. اولین گروه بر مبنای افزایش بازده سیستم مولد نیرو عمل می‌کند تا بتواند در شرایط یکسان، از مقدار مشخصی انرژی ورودی، کار بیش‌تری دریافت کند. دومین گروه هم مربوط به کاهش تلفات حین انجام کار است. این موضوع برای خودروها نیز صادق است. بنابراین کلیه فناوری‌های ارائه شده برای کاهش مصرف سوخت در خودروها را می‌توان به دو گروه عمده تقسیم کرد:

۱. فناوری‌های بهینه‌سازی موتور (به عنوان مبدل انرژی حرارتی سوخت به کار مکانیکی)

۲. فناوری‌های کاهش اتلاف حین انجام کار (برای انتقال حداکثری توان تولید شده به چرخ‌های محرک)

استفاده از هر یک از این فناوری‌ها موجب کاهش مصرف سوخت در خودروها خواهد شد. البته باید توجه داشت که هرگونه تغییر در بخش‌های مختلف خودرو برای کاهش مصرف سوخت باید با توجه به صرفه اقتصادی و توجیه فنی آن صورت گیرد. به همین دلیل در توضیح مزایای برخی از فناوری‌ها، میزان کاهش مصرف سوخت در یک محدوده بیان می‌شود. این محدوده علاوه بر اینکه به نوع تست و استاندارد استفاده شده برای اندازه‌گیری مصرف سوخت مربوط است در بسیاری از موارد به مقرون به‌صرفه بودن استفاده از یک فناوری نیز مرتبط است.

برای تأمین نیازمندی‌های یک خودرو با توجه به وظایف تعریف شده و انتظارات موجود، باید مقدار مشخصی توان (گشتاور) در موتور تولید شده و به چرخ‌ها برسد. از آنجا که بخشی از توان تولید شده در موتور صرف غلبه بر نیروهای مقاوم (مانند اینرسی دورانی قطعات متحرک، نیروهای هوا و ...) می‌شود، می‌توان با استفاده از فناوری‌های گروه دوم، این نیروهای مقاوم را کاهش داد. به این ترتیب برای رسیدن به همان مشخصه‌های اولیه خودرو به موتوری با توان کم‌تر نیاز است و در این صورت می‌توان از موتورهایی با حجم کوچک‌تر نیز استفاده کرد. از سوی دیگر با به‌کارگیری فناوری‌های گروه اول می‌توان بازده خروجی یک موتور را افزایش داد و در نتیجه توان مشخصی را از یک موتور با حجم کوچک‌تر نیز دریافت کرد. به این شیوه بهینه‌سازی مصرف سوخت که منجر به استفاده از موتورهای با حجم کوچک‌تر در یک خودرو می‌شود فناوری کوچک‌سازی[1] اطلاق می‌شود.

1. Downsizing

از آنجا که عمده محصول نهایی حاصل از احتراق سوخت، $CO_2$ و بخار آب است و میزان آلاینده‌های تولیدی در برابر میزان تولید $CO_2$ رقم بسیار ناچیزی دارد. ازاین‌رو در دنیا، از دو راه‌حل کاهش مصرف سوخت و تغییر سوخت برای کاهش میزان $CO_2$ تولیدی خودرو بهره می‌برند. همان‌گونه که در جدول ۱ نشان داده شده است برای کاهش مصرف سوخت فناوری‌های متعددی وجود دارد که در ایران به صورت گسترده از سه فناوری سیستم سوخت‌رسانی ریل مشترک،[۱] زمانبندی متغیر سوپاپ[۲] و انتقال قدرت دستی ـ اتوماتیک[۳] برای کاهش مصرف سوخت در وسایل نقلیه سبک استفاده می‌شود.

**جدول ۱. فناوری‌های بهینه‌سازی موتور متداول مورد استفاده جهت کاهش مصرف سوخت در دنیا و ایران**

| فناوری‌های متداول کاهش مصرف سوخت در دنیا | فناوری‌های بهینه‌سازی موتور | فناوری‌های متداول کاهش مصرف سوخت در ایران | فناوری‌های بهینه‌سازی موتور |
|---|---|---|---|
| | سیستم سوخت‌رسانی ریل مشترک (Common Rail System) | | سیستم سوخت‌رسانی ریل مشترک |
| | قطع جریان سوخت در هنگام کاهش سرعت (Deceleration Fuel Shut Off) | | |
| | جابه‌جایی دلخواه (Displacement on Demand) | | |
| | موتور اشتعال تراکمی مخلوط همگن (Homogenous Charge Compression Ignition) | | زمانبندی متغیر سوپاپ |
| | سیستم‌های هیبرید (Hybrid System) | | |
| | استارت ژنراتور یکپارچه (Integrated Starter/Generator) | | |
| | موتور رقیق‌سوز (Lean Burn Engine) | | انتقال قدرت دستی ـ اتوماتیک |
| | پرخوران (Supercharged) | | |
| | موتور با سوخت لایه‌بندی شده (Stratified Charge Engine) | | |
| | توربوشارژ (Turbocharged) | | |
| | زمانبندی متغیر سوپاپ (Variable Valve Timing) | | |

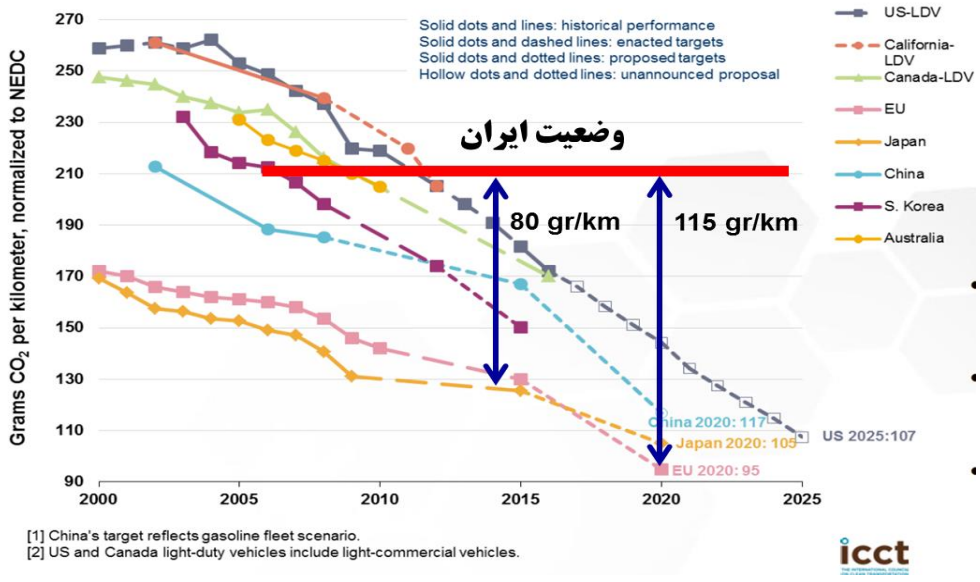
۱. انتقال قدرت دستی ـ اتوماتیک (Automated Manual Transmission): از این سیستم برای سوخت‌رسانی در هر دو گونه موتورهای دیزل و بنزینی استفاده می‌شود، اما کاربرد آنها در موتورهای دیزل معمول‌تر است. این سیستم نامش را از ذخیره‌کننده فشار مشترک ریل که سوخت همه سیلندرها را تأمین می‌کند، گرفته است. در مقایسه با دیگر سیستم‌های انژکتوری، فشار تولیدی و پاشش در فناوری ریل مشترک از هم جدا هستند.

۲. زمانبندی متغیر سوپاپ (Variable Valve Timing): در موتورهای کلاسیک، زمانبندی سوپاپ‌ها به وسیله بادامک انجام می‌شد که با توجه به شکل آن، کاملاً ثابت بود. اما در موتورهای مدرن، این محدودیت برداشته شده است. در سیستم VVT، مقدار جابه‌جایی، دوره باز بودن و زمان باز و بسته شدن سوپاپ ثابت نیست. این مقادیر به صورت کامل توسط واحد کنترل الکترونیکی موتور ECU تنظیم می‌شوند.

۳. انتقال قدرت دستی ـ اتوماتیک (Automated Manual Transmission): این سیستم مزایای هر دو سیستم انتقال قدرت دستی و اتوماتیک را داراست. سیستم‌های انتقال قدرت دستی از سیستم‌های معمول انتقال قدرت اتوماتیک، سبک‌تر بوده و دارای اتلاف انرژی کم‌تر است. سیستم انتقال قدرت دستی ـ اتوماتیک همانند سیستم انتقال قدرت دستی عمل می‌کند با این تفاوت که نیازی به فشردن پدال کلاچ و تعویض دنده به وسیله راننده نیست.

یکی دیگر از راهکارهای کاهش میزان انتشار $CO_2$، کم کردن میزان کربن در فرمول شیمیایی سوخت است. به همین خاطر با استفاده از سوخت‌هایی مانند CNG، هیدروژنی و پیل سوختی می‌توان $CO_2$ کم‌تری تولید کرد. در ایران نیز با استفاده از سوخت CNG میزان انتشار $CO_2$ تا حد قابل توجهی کاهش یافته است. در نمودار ۵، روند تغییرات میزان انتشار $CO_2$ در ایران و جهان از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۵ نشان داده شده است.

**نمودار ۵. روند تغییرات میزان انتشار دی‌اکسید کربن در ایران و جهان از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۵**




با توجه به اطلاعات موجود در مورد انتشار خودروهای داخل کشور در سال ۲۰۱۴، متوسط میزان انتشار در ایران ۲۱۰ گرم بر کیلومتر است. این میزان با کشورهای عضو اتحادیه اروپا و ژاپن اختلافی برابر با ۸۰ گرم بر کیلومتر دارد. پیش‌بینی شده است اگر وضعیت به همین صورت باشد در سال ۲۰۲۰ این اختلاف به ۱۱۵ گرم بر کیلومتر می‌رسد.

اگرچه سطح فناوری خودروها می‌تواند تا حد زیادی به کاهش مصرف سوخت و کاهش آلایندگی کمک کند، تغییر سوخت و استفاده از فناوری‌های نوین در این زمینه نیز می‌تواند کمک شایانی به این موضوع کند. رشد سریع برخی فناوری‌ها در جهان امروز نقش کلیدی در صنعت خودروسازی به‌خصوص بعد از سال ۲۰۲۰ ایفا خواهد کرد. آغاز توسعه خودروهای برقی و خودروهای هیبریدی ـ برقی قابل اتصال[1] و خودروهای پیل سوختی[2] نقش بسیار مهمی در کاهش تولید دی‌اکسید کربن تولیدی از خودروهای سبک در جهان از حدود سال ۲۰۵۰ خواهند داشت.

1. Plug-in Hybrid Electric Vehicles
2. Fuel Cell

البته ذکر این نکته حائز اهمیت است، دستیابی به قابلیت توسعه همزمان باتری‌ها و خودروها، ایجاد زیرساخت‌های قابلیت شارژ مجدد و ایجاد محرک‌های لازم برای اطمینان از اقبال مشتری در جهت حمایت از رشد بازار مرتبط، چالش‌های اصلی پیش رو در این زمینه هستند.

## بررسی برنامه‌های توسعه فناوری‌های در حال توسعه و آتی خودروهای سبک در جهان

در این بخش به منظور شفاف‌سازی، سه رویکرد کلی مورد استفاده در راستای کاهش تولید گاز گلخانه‌ای دی اکسید کربن به شرح ذیل ارائه شده است:

**۱. تغییر وضعیت ترابری:**[1] به عنوان مثال می‌توان به استفاده بیش‌تر از قطارهای تندرو، چه برای مسافرت‌های شهری و چه مسافرت‌های برون شهری اشاره کرد.

۲. استفاده از راهکارهای بهبود بازده[2]

**۳. سوخت‌های جایگزین:**[3] که باعث می‌شوند خودروها تولید دی‌اکسید کربن کم‌تری داشته باشند و این با توجه به محتوای کربن کم‌تر سوخت امکانپذیر می‌شود.

در این راستا، پنج سناریو طراحی شده است که به صورت خلاصه به شرح ذیل ارائه شده است:

بر اساس سناریوی اول، تشابه با وضعیت پایه،[4] تا سال ۲۰۵۰ متوسط پیمایش خودروهای سبک نسبت به سال ۲۰۰۷ دو برابر شده و مصرف سوخت آنها تا ۳۰درصد کاهش می‌یابد. میزان استفاده از وسایل نقلیه سنگین نیز رشد شدیدی خواهد داشت و بازده موتوری آنها ۲۵درصد بهبود می‌یابد. هواپیماها تا ۳۰درصد رشد بازده تا سال ۲۰۵۰ خواهند داشت و این وضعیت برای بقیه مودهای ترابری بین ۵ تا ۱۰درصد خواهد بود. ترابری دریایی نیز رشد شدیدی خواهد داشت. ۴درصد از سوخت مورد استفاده در ترابری از زیست‌سوخت‌های (عمدتاً نسل اول) تولید شده و الکتریسیته نیز سهم ۰/۶۷۵ درصدی عمدتاً در بخش ریلی خواهد داشت. هیدروژن نیز سوخت مصرف نخواهد شد.

بر اساس سناریوی دوم، رشد شدید وضعیت پایه،[5] تا سال ۲۰۵۰ متوسط پیمایش خودروهای سبک نسبت به سال ۲۰۰۷ سه برابر و مصرف سوخت آنها تا ۳۰درصد کاهش می‌یابد. میزان استفاده از وسایل سنگین رشد شدیدی داشته و بازده موتوری آنها ۲۵درصد بهبود می‌یابد. هواپیماها تا ۳۰درصد رشد بازده تا سال ۲۰۵۰ داشته و این وضعیت برای بقیه مودهای ترابری بین ۵ تا ۱۰درصد خواهد بود. ترابری هوایی و دریایی نیز رشد شدید دارند. ۴/۵درصد از سوخت مورد استفاده در ترابری از زیست‌سوخت‌های

1. Modal Shift
2. Efficiency Improvement
3. Alternative Fuels
4. Baseline
5. High Baseline

(عمدتاً نسل اول) تولید شده و الکتریسیته نیز سهم ۰/۷۵درصدی عمدتاً در بخش ریلی خواهد داشت. هیدروژن نیز سوخت مصرف نخواهد شد.

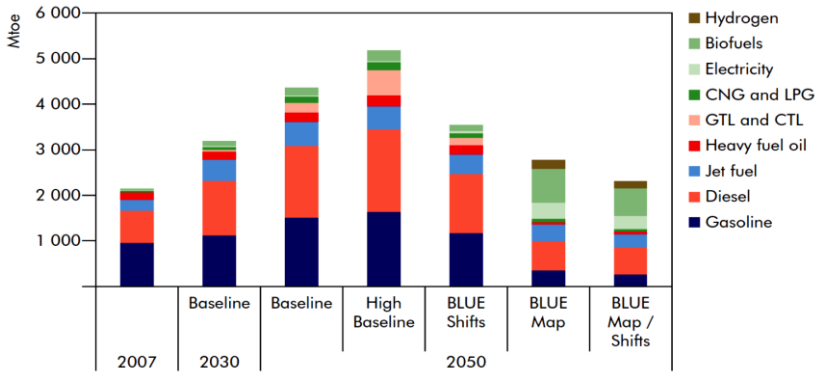
بر اساس سناریوی سوم به نام نقشه آبی،[1] تا سال ۲۰۵۰، ۲۰درصد بازار در اختیار خودروهای پیل سوختی و ۵۰درصد نیز در اختیار خودروهای برقی[2] و خودروهای هیبریدی شارژی[3] قرار خواهد گرفت. سهم پیل‌های سوختی از وسایل نقلیه سنگین ۲۰درصد، خودروهای برقی و خودروهای هیبریدی شارژی بین ۵ تا ۱۰درصد و موتورهای گازسوز برابر ۱۵درصد خواهد بود. هواپیماها تا ۴۳درصد رشد بازده تا سال ۲۰۵۰ خواهند داشت و بقیه مودهای ترابری نیز افزایش بازده خواهند داشت. درصد از سوخت مورد استفاده در ترابری از زیست‌سوخت‌های (عمدتاً نسل دوم) تولید شده و الکتریسیته نیز سهم ۱۲/۷درصد عمدتاً در خودروهای برقی و خودروهای هیبریدی شارژی خواهد داشت. هیدروژن نیز به عنوان سوخت سهم ۷/۲۵ درصد از سوخت مورد استفاده در ترابری خواهد داشت.

بر اساس سناریوی چهارم به نام تغییر وضعیت آبی،[4] تا سال ۲۰۵۰ استفاده از وسایل نقلیه سبک کاهش ۲۵ درصدی و وسایل نقلیه سنگین نیز کاهش حدوداً ۵۰درصد داشته و با حمل‌ونقل ریلی جایگزین خواهد شد. استفاده از ترابری هوایی نیز کاهش ۲۵درصد داشته و خیلی از پروازهای کوتاه با حمل‌ونقل ریلی جایگزین می‌شود. ۴درصد از سوخت مورد استفاده در ترابری از زیست‌سوخت‌ها (عمدتاً نسل اول) تولید شده و الکتریسیته نیز سهم ۱/۳۵درصد عمدتاً در حمل‌ونقل ریلی خواهد داشت. هیدروژن نیز به عنوان سوخت استفاده نخواهد شد.

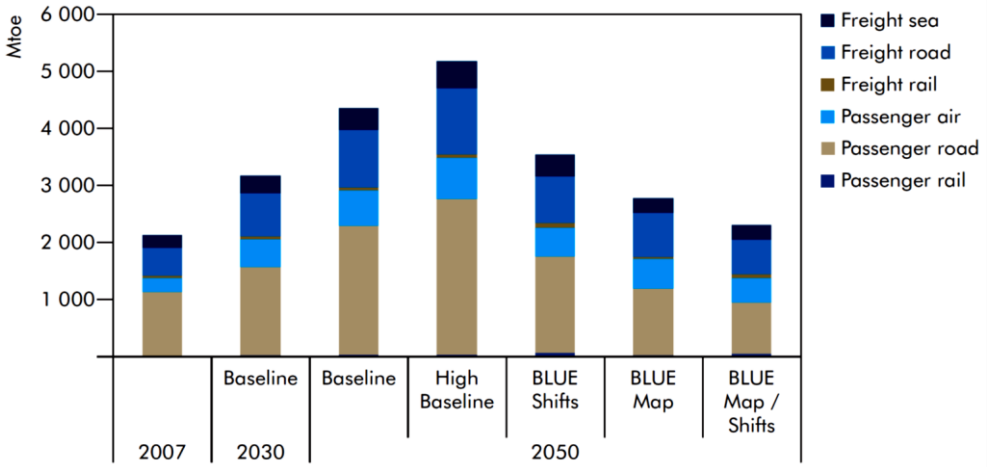
سناریوی پنجم به نام تغییر وضعیت نقشه آبی[5] که تلفیقی از سناریوی نقشه آبی و تغییر وضعیت آبی است. در این سناریو میزان کاهش دی‌اکسید کربن از همه سناریوهای قبلی بیش‌تر است. نمودارهای ۶ تا ۱۱ نتایج هریک از این سناریوها را نشان می‌دهند.

1. Blue Map
2. EV
3. PHEV
4. Blue Shift
5. Blue Map/Shifts

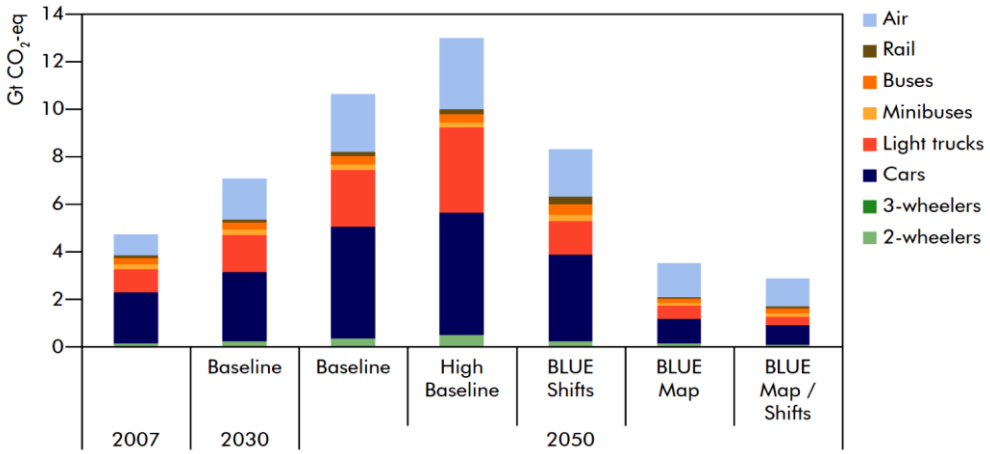
نمودار ۶. روند مصرف حامل‌های انرژی بر اساس هرکدام از سناریوها



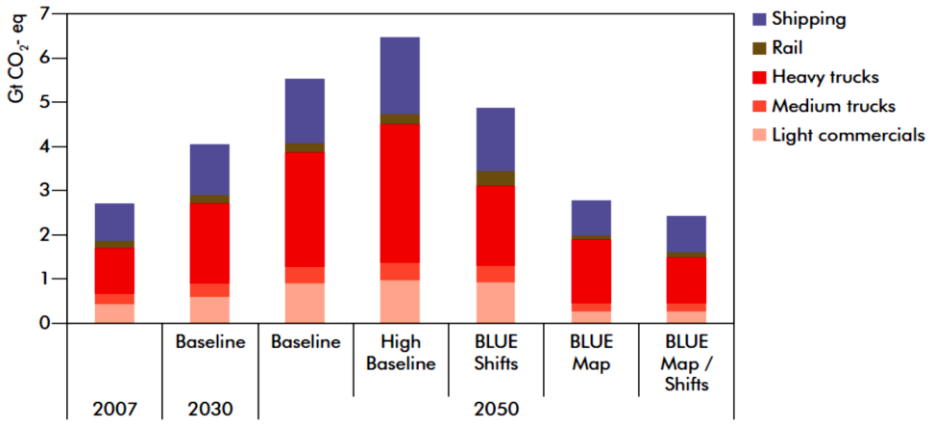

نمودار ۷. روند مصرف انرژی بر اساس هرکدام از سناریوها در بخش‌های مختلف حمل‌ونقل



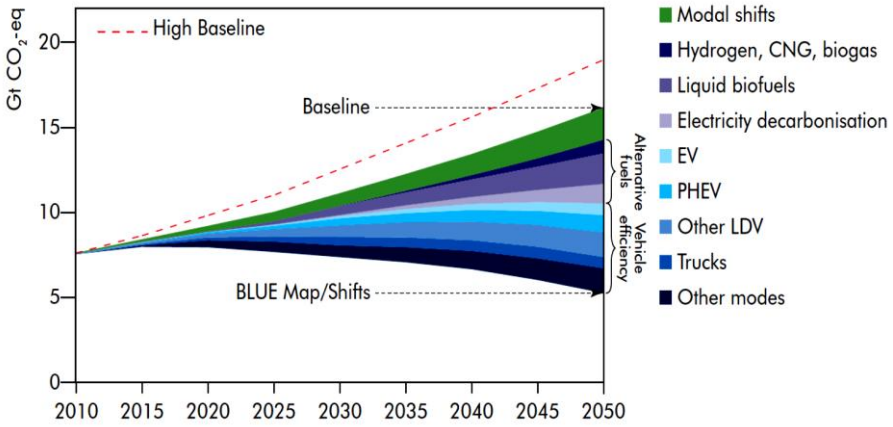

نمودار ۸. روند تولید گازهای گلخانه‌ای از صنعت حمل‌ونقل به صورت از چاه تا چرخ



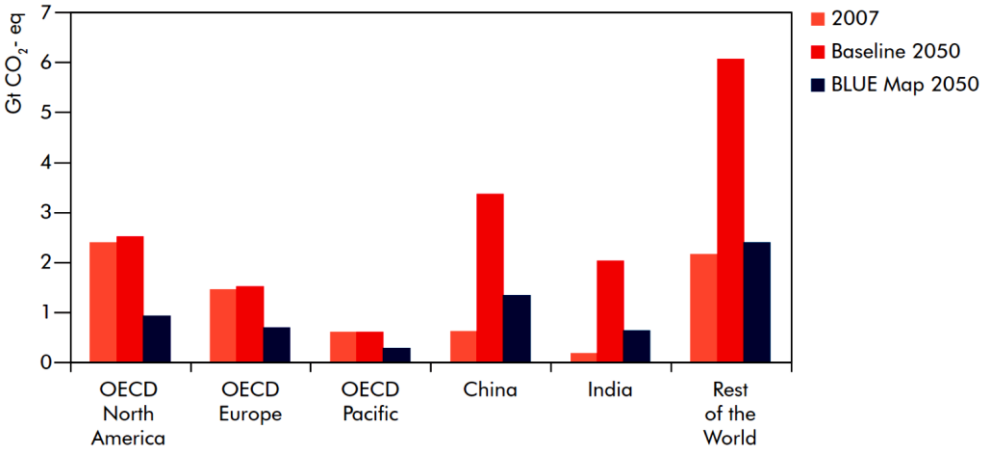
**نمودار ۹. روند تولید گازهای گلخانه‌ای از حمل‌ونقل زمینی به صورت از چاه تا چرخ**




**نمودار ۱۰. منابع کاهش گازهای گلخانه‌ای در صنعت حمل‌ونقل**




**نمودار ۱۱. تولید گازهای گلخانه‌ای در صنعت حمل‌ونقل به تفکیک منطقه بر اساس هریک از سناریوها**



## سناریوهای آژانس بین‌المللی انرژی در بخش حمل‌ونقل کشورهای منتخب

چشم‌انداز انرژی جهان سه سناریوی اصلی برای پیش‌بینی وضعیت بازار انرژی جهان در نظر گرفته و در هر منطقه با توجه به تعهدات و برنامه‌های دولت‌های مختلف اهداف متفاوتی مد نظر قرار داده است.

در سناریوی سیاست‌های جاری، به عنوان سناریوی بدبینانه این پیش‌بینی، فرض شده است که دولت‌ها اقدامات بیش‌تری در راستای تصویب توافقنامه‌ها و برنامه‌های بهبود کارایی انرژی و کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای انجام نداده و تنها به اجرای تعهدات جاری خود بپردازند. اکثر کشورهای مورد بررسی بر اساس این سناریو ملزم به حذف یارانه‌های انرژی، کاهش مصرف سوخت خودروها و حمایت از خودروهای هیبرید و الکتریکی تا سال ۲۰۳۵ (بازه زمانی طولانی‌تر نسبت به سناریوی سیاست‌های نوین) خواهند بود.

سناریوی سیاست‌های نوین که سناریوی مرجع چشم‌انداز انرژی جهان به‌حساب می‌آید کمی خوش‌بینانه‌تر از سناریوی سیاست‌های جاری است و اهداف و مقاصد دقیق‌تر و سخت‌گیرانه‌تری دارد. این سناریو اهداف کمی‌تری را در بازه‌های زمانی کوتاه‌تر مد نظر قرار داده است و انتظارات بیش‌تری را در زمینه کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و پیشرفت فناوری‌های خودرویی برآورد می‌کنند. به‌کارگیری سوخت‌های ترکیبی و نو، اختصاص بخش قابل توجهی از سهم تولید و فروش سالیانه خودرو به خودروهای هیبرید و برقی، ارتقای زیرساخت‌های حمل‌ونقل و فناوری‌های کاهش مصرف سوخت خودروها بخشی از مقاصد مورد نظر در این سناریو هستند.

سناریوی ۴۵۰ که به دنبال کنترل میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و جلوگیری از افزایش دمای حاصل از انتشار این گازهاست نسبت به دو سناریوی پیشین اندکی آرمانی‌تر به نظر می‌آید و در نتیجه اهداف و شاخص‌های دقیق‌تر و سختگیرانه‌تری را دنبال می‌کند. این سناریو شاخص‌های بیش‌تری را به سناریوی سیاست‌های نوین افزوده است و به دنبال دستیابی به کارایی انرژی بیش‌تر و میزان انتشار کم‌تر گازهای گلخانه‌ای در کنار کنترل قیمت‌های سوخت در حد سناریوی سیاست‌های نوین است. همان طور که قبلاً اشاره شد هدف این سناریو محدودیت افزایش دمای ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای به ۲ درجه سانتیگراد و محدود نمودن میزان تجمع آلاینده‌های معادل دی‌اکسیدکربن در اتمسفر تا مرز ppm ۴۵۰ تا سال ۲۰۳۵ است.

در جدول ۲ و ۳به صورت مختصر سناریوهای آژانس بین‌المللی انرژی در بخش حمل‌ونقل کشورهای OECD و non-OECD ارائه شده است.

**جدول ۲. سناریوهای WEO-2013 در بخش حمل‌ونقل کشورهای OECD**

| | سناریوی سیاست‌های جاری | سناریوی سیاست‌های نوین | سناریوی ۴۵۰ |
|---|---|---|---|
| ایالات متحده آمریکا | استانداردهای CAFÉ: ۳۵/۵ مایل در هر گالن برای خودروهای سبک مسافری تا ۲۰۱۶ و افزایش بیش‌تر این رقم پس از آن.<br>استاندارد سوخت برای سوخت‌های تجدیدپذیر<br>کاهش سوخت کامیون‌ها تا بیش از ۱۸ درصد در سال ۲۰۱۸ برای مدل‌های بعد از ۲۰۱۴ | استانداردهای CAFÉ: ۵۴/۵ مایل در هر گالن برای خودروهای سبک مسافری تا ۲۰۲۵<br>استاندارد سوخت برای سوخت‌های تجدیدپذیر<br>کاهش سوخت کامیون‌ها تا بیش از ۲۰ درصد در سال ۲۰۱۸ برای مدل‌های بعد از ۲۰۱۴<br>حمایت از استفاده از گاز طبیعی در حمل‌نقل جاده‌ای.<br>افزایش اجازه استفاده از ترکیب اتانول | کاهش آلایندگی خودروهای سبک سواری تا ۶۰ g $CO_2$/km<br>ارتقای خودروهای سبک مسافربری به خودروهای سبک تجاری.<br>افزایش ۴۵ درصدی کارایی خودروهای سنگین و متوسط نسبت به سناریوی سیاست‌های نوین.<br>حفظ قیمت سوخت در سطح سناریوی سیاست‌های نوین.<br>تقویت حمایت از سوخت‌های جایگزین. |
| ژاپن | مصرف سوخت هدف برای خودروهای سبک مسافربری: ۱۶/۸ کیلومتر در هر لیتر تا ۲۰۱۵ و ۲۰/۳ کیلومتر در هر لیتر تا ۲۰۲۰.<br>مصرف سوخت میانگین برای خودروهای باری: ۷/۰۹ کیلومتر در هر لیتر تا ۲۰۱۵<br>مشوق‌هایی برای خرید خودروهای هیبرید و الکتریکی؛ یارانه برای خودروهای الکتریکی | سهم ۵۰ درصدی برای خودروهای نسل آینده تا ۲۰۲۰ | |
| اتحادیه اروپا | استانداردهای انتشار $CO_2$ برای خودروهای سبک مسافربری تا ۲۰۲۵.<br>حمایت از سوخت‌های زیستی. | بسته انرژی و اقلیم: ۱۰درصد تقاضا در سال ۲۰۲۰ مربوط سوخت‌های تجدیدپذیر است.<br>اهداف قوی‌تر در زمینه میزان انتشار خودروهای سبک مسافربری (۹۵ g CO2/km تا ۲۰۲۰) و تقویت اهداف پس از ۲۰۲۰.<br>میزان انتشار خودروهای سبک تجاری ( ۱۴۷ g CO2/km تا ۲۰۲۰)<br>حمایت بیش‌تر از سوخت‌های جایگزین | |

**جدول ۳. سناریوهای WEO-2013 در بخش حمل‌ونقل کشورهای non-OECD**

| | سناریوی سیاست‌های جاری | سناریوی سیاست‌های نوین | سناریوی ۴۵۰ |
|---|---|---|---|
| چین | پرداخت یارانه برای خودروهای هیبرید و الکتریکی.<br>بهبود کارایی سوخت در خودروها.<br>مجوزهای ترکیب اتانول ۱۰درصد در مناطق منتخب.<br>ظرفیت فروش بیش‌تر خودروهای سبک مسافربری در برخی شهرها.<br>تقویت زیرساخت‌ها برای خودروهای الکتریکی در برخی شهرها. | کاهش مصرف سوخت خودروهای مسافربری سبک: L/100km ۶/۹ تا ۲۰۱۵، L/100km ۵ تا ۲۰۲۰.<br>افزایش یارانه‌ها برای خرید خودروهایی با سوخت جایگزین.<br>حذف کامل یارانه سوخت‌های فسیلی در ۱۰ سال آینده. | کاهش آلایندگی خودروهای سبک سواری تا ۸۰ g $CO_2$/km<br>ارتقای خودروهای سبک مسافربری به خودروهای سبک تجاری.<br>افزایش ۴۵ درصدی کارایی خودروهای سنگین و متوسط نسبت به سناریوی سیاست‌های نوین. |
| هند | حمایت از خودروها با سوخت جایگزین. | حمایت گسترده از خودروها با سوخت جایگزین.<br>استانداردهای ارائه شده برای کارایی سوخت اتومبیل برای کاهش مصرف سوخت با نرخ ۱٪/۳ در سال بین سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۲۰<br>افزایش به‌کارگیری گاز طبیعی.<br>برنامه مأموریت ملی حمل‌ونقل برقی ۲۰۲۰.<br>حذف یارانه تمام سوخت‌های فسیلی در ۱۰ سال آینده. | حفظ قیمت سوخت در سطح سناریوی سیاست‌های نوین.<br>تقویت حمایت از سوخت‌های جایگزین. |
| برزیل | استفاده از ترکیب اتانول در حمل‌ونقل جاده‌ای بین ۱۸درصد تا ۲۵درصد.<br>مجوز ترکیب بایودیزل ۵درصد. | افزایش مجوز ترکیب اتانول و بیودیزل.<br>اهداف بومی در زمینه سوخت‌های تجدیدپذیر برای حمل‌ونقل شهری.<br>ارتقای زیرساخت‌های حمل‌ونقل.<br>برنامه بلندمدت برای حمل بار.<br>برنامه ملی حمل‌ونقل شهری. | |

## جایگاه ایران در افق سیاستگذاری در راستای سناریوهای انتشار CO2

ایران با ذخایر گسترده‌اش، یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان نفت و گاز طبیعی در دنیا بوده و با اقتصادی در حال توسعه و جمعیت ۷۲ میلیون نفری که با نرخ سالیانه ۵/۵درصد در حال رشد است، بین سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۸ سالیانه ۶/۸درصد رشد در تقاضای انرژی اولیه را تجربه کرده است. بخش عمده آمیخته انرژی کل ایران را نفت و گازطبیعی تشکیل می‌دهند که در سال ۲۰۰۸ به ترتیب ۴۴درصد و ۵۴درصد

انرژی کل کشور را تأمین کرده‌اند. استفاده از گاز طبیعی برای مصارف خانگی، نفت بیش‌تری را برای صادرات باقی می‌گذارد، اما از طرفی تقاضای داخلی کشور برای گاز طبیعی را دو برابر نموده است، این امر ایران را به سومین مصرف‌کننده بزرگ گازطبیعی در دنیا در سال ۲۰۰۰ تبدیل کرد. یارانه‌های بالای انرژی در ایران باعث آسیب‌هایی چون استفاده ناکارآمد از انرژی، آسیب‌های زیست‌محیطی، سرمایه‌گذاری غیرمؤثر و وابستگی به واردات سوخت شده است. شاخص شدت انرژی از سال ۲۰۰۰ به بعد افزایش یافته و در سال ۲۰۰۸، ۴۰درصد بالاتر از میانگین جهانی بوده است.

توزیع ناکارآمد یارانه‌های انرژی در ایران مشکلات فراوانی از قبیل استفاده ناکارآمد و افراطی از انرژی، افزایش واردات سوخت، جلوگیری از سرمایه‌گذاری در بخش‌های مهم انرژی، تشویق قاچاق سوخت و افزایش آلودگی را به همراه داشته است. سیستم کنونی توزیع یارانه انرژی در ایران چندان عدالت‌محور برنامه‌ریزی نشده است. می‌توان گفت انرژی در ایران هنوز بسیار ارزانقیمت عرضه می‌شود و مصرف‌کنندگان تنها کسری از قیمت محصولات نفتی را پرداخت می‌نمایند. بنابراین اولین گام ایران برای هم‌سویی با چشم‌انداز انرژی جهان اصلاح یارانه‌های انرژی در این کشور است.

## چشم‌انداز آینده صنعت خودروسازی دنیا

در این بخش وضعیت فعلی صنعت خودروسازی در کشورهای مختلف بررسی می‌شود. در تدوین این بخش سعی بر آن بوده است که انتخاب کشورهای مورد بررسی به‌گونه‌ای باشد که کشورهای منتخب، از قبیل کشورهای بزرگ با مصرف انرژی بالا، قطب‌های اساسی صنعتی و برخی کشورهای مشابه با کشور ایران از لحاظ وضعیت اقتصادی و صنعتی مطالعه شده باشند تا ارائه چشم‌انداز مطلوب با دقت[1] و تفکیک‌پذیری[2] مناسبی صورت پذیرد. بر این اساس به صورت اجمالی دو کشور آلمان و چین در این قسمت بررسی می‌شوند.

### ۱. آلمان

صنعت خودروسازی آلمان، بزرگ‌ترین کارفرمای صنعتی جهان شناخته شده است که بیش از یک میلیون کارمند در این کشور دارد. حدوداً ۴۰ درصد وسایل نقلیه موتوری و ۳۷ درصد خودروهای تولیدی در اتحادیه اروپا سهم کشور آلمان است. بر اساس معیارهای کارشناسی خودروهای آلمانی باکیفیت‌ترین خودروها در سطح جهان هستند و بیش‌ترین تعداد خودروی برگزیده در جشنواره جهانی خودروی سال[3] را داشته‌اند. در حد فاصل سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۷ خودروهای آلمانی ۶ بار حائز عنوان خودروی سبز

1. Accuracy
2. Resolution
3. The World Car Awards

سال شده‌اند. در این میان برند بی‌ام‌و با سه بار موفق‌ترین برند جهان در طراحی خودروی کم‌آلاینده است. توجه به دیدگاه‌های زیست‌محیطی، توجه خودروسازان آلمانی را از عملکرد مطلوب موتور منحرف نکرده به نحوی که در بازه ۱۲ساله ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۷ تنها دو بار و در سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۱ خودروسازی غیرآلمانی فاتح عنوان بهترین عملکرد موتور شده که به ترتیب به نیسان و فراری تعلق یافته است. در سایر سال‌ها برند پورشه (۵ بار)، آئودی (۴ بار) و مرسدس بنز (یک بار) فاتح این جایزه شده‌اند.

بررسی صنعت خودروسازی آلمان از دیدگاه اقتصادی، موفقیت این صنعت را توجیه می‌نماید. سرمایه‌گذاری انجام شده در آلمان روی نوآوری در صنعت خودرو و ایجاد و اعمال فناوری‌های نوین در این صنعت از ۴۲/۹ میلیارد یورو در سال ۲۰۱۰ به ۴۷/۹ میلیارد یورو در سال ۲۰۱۶ رسیده و این نشان از اهمیت مراکز تحقیق و توسعه در این صنعت و نیز در صنایع قطعه‌سازی در این کشور دارد. در قرن بیست‌ویکم هیچ کشوری به اندازه آلمان در بخش تحقیق و توسعه در صنعت خودرو سرمایه‌گذاری نکرده و در ۱۷ سال اخیر با فاصله صدرنشین سرمایه‌گذاری در بخش‌های تحقیق و توسعه به‌منظور نوآوری در خودروها بوده و البته هر سال میزان این سرمایه‌گذاری افزایش نیز پیدا کرده است. در نتیجه درصدی از خودروسازان آلمانی که محصول جدیدی را عرضه کرده‌اند در سال ۲۰۱۴ و ۲۰۱۵ برابر ۲۳درصد و در سال ۲۰۱۶ برابر ۲۴/۵ درصد بوده است. این در حالی است که در کشور ژاپن که در این عرصه رقیب جدی آلمان محسوب می‌شود، در سال ۲۰۱۶، ۱۹ درصد خودروسازان موفق به ارائه محصول جدید شده‌اند که این میزان بالاترین در دوره اخیر بوده است. برای دریافت اهمیت بخش تحقیق و توسعه در خودروسازی در آلمان، توجه به این نکته الزامی است که آلمان در سال ۲۰۱۵، چیزی در حدود ۲۱۷/۳۷ میلیارد یورو از صادرات خودرو درآمد داشته است. در این سال، چیزی در حدود ۴/۴۱ میلیون دستگاه خودرو از آلمان صادر شده و این به مفهوم صادر شدن چیزی بیش از دوسوم مجموع تولید آلمان (حدود ۶ میلیون دستگاه) است. بر این اساس، می‌توان مجموع درآمد ناخالص صنعت خودروسازی آلمان را برابر ۳۴۸ میلیارد یورو در سال ۲۰۱۵ تخمین زد. در نتیجه چیزی در حدود ۱۳/۵ درصد کل درآمد این صنعت در بخش تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری شده که منجر به ۹۶/۳۸ میلیارد یورو ارزش ناخالص در سال ۲۰۱۶ گردیده که نسبت به سال ۲۰۱۵ با ۹۰/۸۳ میلیارد یورو چیزی در حدود ۶ میلیارد یورو رشد داشته است. به هر حال، این سرمایه‌گذاری به توسعه فناوری‌های نوین در عرصه خودروسازی در کشور آلمان و البته سایر کشورها منجر شده است. در ادامه رویکرد این کشور به این فناوری‌ها ارائه شده است.

به نظر می‌رسد در کنار فناوری‌های نوین، رویکرد اصلی در کشور آلمان به عنوان بزرگ‌ترین غول فناوری در صنعت خودروسازی، ورود خودروهای هیبرید و الکتریکی است. البته همان طور که در ادامه نیز تشریح خواهد شد به نظر می‌رسد کوچک‌سازی و استفاده از بسته جانبی هیبرید با ولتاژ متوسط چشم‌انداز صنعت خودروسازی در آلمان خواهد بود. این بدان معنی است که این چشم‌انداز عملاً ممکن است به چشم‌انداز صنعت خودروسازی جهان تبدیل شود.

توجه به این نکته الزامی است که در کنار فناوری مزبور و بر اساس اسناد ارائه شده توسط نهاد قانونگذار در آلمان مبنی بر لزوم استفاده از انرژی الکتریکی در خودروها در آلمان، خودروهای برقی شارژی و پیل سوختی نیز در چشم‌انداز صنعتی این کشور، اگرچه در سطحی پایین‌تر از هیبرید، حضور دارند. برای مثال، شرکت مرسدس بنز در حال کار روی جدیدترین خودروی هوشمند برقی خود موسوم به EQC است. خودرویی که در سال ۲۰۱۹ وارد بازار خواهد شد. این برند آلمانی در حال کار روی نسل جدید خودروهایی است که قرار است به صورت برقی کار کنند. اگرچه مرسدس از مدتی پیش روی تولید این خودروی جدید متمرکز بود، اما قرار است در سال ۲۰۱۹ ورود رسمی EQC به بازارهای جهانی اعلام شود. این خودرو، نخستین خودرویی است که پیل سوختی را با باتری پلاگین در سیستم محرکه ترکیب می‌کند. نمونه‌های آزمایشی این مدل، برای تبدیل شدن به نسخه تولیدی، آزمایش‌های زمستانی خود را در شمال سوئد با موفقیت انجام داده‌اند.

### ۲. چین

زمان زیادی از تبدیل چین به یکی از قطب‌های صنعت خودروسازی در جهان نمی‌گذرد. به بیان بهتر، در حالی که از سال ۲۰۰۹ تولید سالیانه خودرو در چین از مجموع تولید خودرو در آمریکا و ژاپن یا مجموع تولید خودرو در کشورهای عضو اتحادیه اروپا بیش‌تر بوده، از دهه ۱۹۵۰ قرن بیستم میلادی که صنعت خودروسازی در چین با همکاری و کمک شوروی سابق راه‌اندازی گردید تا اوائل دهه ۱۹۹۰، تولید خودرو در چین هرگز از ۱۰۰ تا ۲۰۰ هزار دستگاه در سال تجاوز نکرد. برای اولین بار ظرفیت خودروسازی در چین در سال ۱۹۹۲ از مرز یک میلیون خودرو گذشت و در سال ۲۰۰۰ چین بیش از دو میلیون خودرو در سال تولید کرد. در این زمان و با ورود چین به سازمان تجارت جهانی در سال ۲۰۰۱ ظرفیت تولید خودرو در این کشور سرعت بیش‌تری نیز گرفت تا اینکه علی‌رغم بزرگ بودن بازار داخلی این کشور و فروش داخلی بسیار بالای برندهای خودرو چینی، آمار صادرات این کشور در سال ۲۰۱۱ از ۵۰۰ هزار دستگاه فراتر رفته و به رقم ۸۱۴۳۰۰ دستگاه رسید. چهار خودروساز بزرگ سنتی در چین به ترتیب عبارتند از جنرال موتورز شانگهای[۱] یا سایک،[۲] دونگ‌فنگ،[۳] فاو[۴]، چانگ‌آن[۵] و سایر خودروسازان اصلی نیز عبارتند از گروه خودروسازی پکن (بایک)،[۶] جیانگ‌هوا (جک)،[۷] گریت‌وال،[۸] چری،[۹]

1. General Motors Shanghai
2. SAIC Motor
3. Dongfeng
4. FAW
5. Chang’an
6. Beijing Automotive Group (BAIC)
7. Jianghuai (JAC)
8. Great Wall
9. Chery

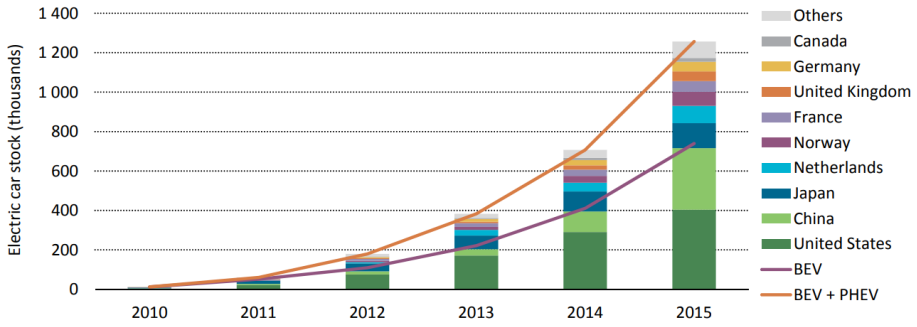
بی‌وای‌دی،[1] جیلی،[2] و بریلیانس.[3]

در این میان، گذشته از تمرکز قابل ذکر صنعت چین بر پیشرفت این کشور در عرصه خودروسازی و رشد چشمگیر این کشور در بازه بیست‌ساله اخیر، می‌توان یکی از عوامل تأثیرگذار بر این روند را سرمایه‌گذاری برای همکاری مشترک[4] بین خودروسازان چینی و برندهای بزرگ و به‌نام خودروسازی دنیا دانست. ده برند با بیش‌ترین حجم تولید در حال حاضر به صورت مشترک در چین شامل فولکس واگن (توسط فاو و شانگهای)، هیوندای (گروه خودروسازی پکن)، تویوتا (گروه خودروسازی فاو)، بیوک (شانگهای جی ـ ام)، نیسان (دونگ فنگ)، فورد (چانگ‌آن)، هوندا (دونگ‌فنگ)، شورلت (شانگهای جی ـ ام)، آئودی (فاو)، پژو (دونگ فنگ پی‌اس‌آ) می‌شوند. همکاری‌های مشترک باعث افزایش دانش فنی و تقویت زیرساخت در چین برای پیشرفت به سوی اهداف چشم‌انداز در صنعت خودروسازی شده است. لازم به ذکر است که این تقویت زیرساخت منجر به وجود ۵۴۶ سایت تولید خودرو در چین شده است.

چشم‌انداز صنعتی چین در حال حاضر بیش‌تر به تولید خودروهای هیبرید و نهایتاً برقی متمرکز شده به نحوی که بر اساس آمار منتشره در سال ۲۰۱۶، ۴۰٪ خودروهای برقی جهان در چین تولید می‌شوند، نمودار ۱۲ آمار خودروهای برقی در کشورهای مختلف را در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۵ نشان می‌دهد و بیانگر این مهم است که چین در کنار ایالات متحده آمریکا نقش کلیدی در این زمینه ایفا می‌کند. آنچه در این میان مهم است این است که ماهیت تجمعی نمودار و میزان بسیار بیش‌تر خودروهای برقی در آمریکا، رشد این نوع خودروها در چین را بسیار بارز ساخته و مبین نقش کلیدی فناوری مزبور در چشم‌انداز صنعت خودروسازی چین است.

1. BYD
2. Geely
3. Brilliance Automotive
4. Joint Venture

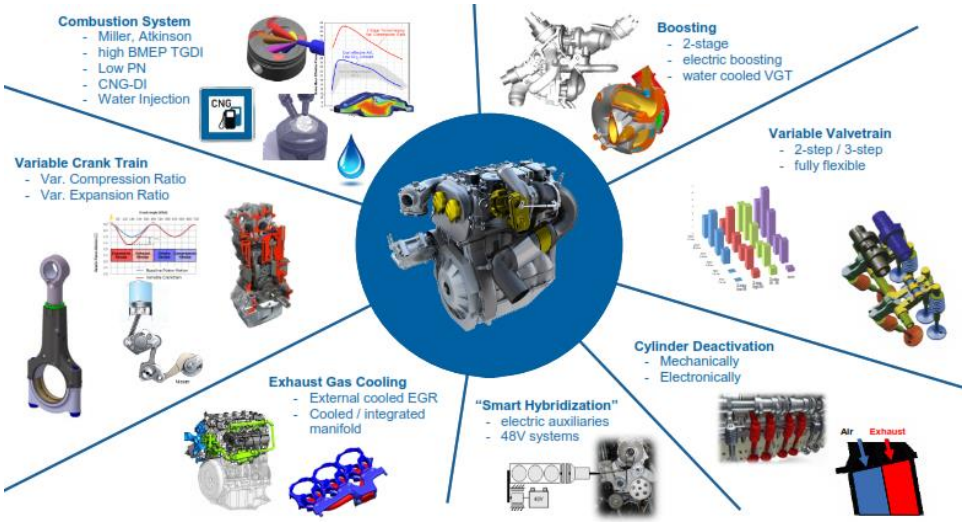
**نمودار ۱۲. خودروهای برقی در بازار کشورهای مختلف**




## رویکرد به فناوری‌های نوین در چشم‌انداز صنعت خودرو از دیدگاه مصرف سوخت و آلایندگی

اولین محور اصلی چشم‌انداز صنعت خودرو را می‌توان ناظر به پایش آلودگی خودروها دانست که در این گزارش به آن پرداخته نشده است. محور دوم، دغدغه جدی درباره کاهش مصرف سوخت و تولید گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌هاست. همان‌طور که پیش از این نیز بیان شد، صرف بهبود پدیده‌های داخل سیلندر امکان رسیدن به چشم‌اندازها (به عنوان مثال تولید ۹۵ گرم دی‌اکسید کربن به ازای صد کیلومتر پیمایش) را ایجاد نمی‌کند، زیرا چرخه مرسوم مورد استفاده در موتورهای بنزینی (چرخه اتو) بازده تئوریک مشخصی دارد. بنابراین رویکردهای جدید در طراحی موتور باید مورد توجه قرار گیرد. این فرایندها به‌تفکیک ماهیت در نمودار ۱۳ نمایش داده شده‌اند.

**نمودار ۱۳. فرایندهای مد نظر جهت نیل به چشم‌انداز صنعت خودرو**



همان‌طور که از نمودار ۱۳ مشخص است، یکی از محورهای اصلی حرکت به سمت چشم‌انداز بهبود همزمان خورانش موتور و کاهش حجم جابه‌جایی آن تا حد امکان است که البته به این فرایند کوچک‌سازی گفته می‌شود که پیش از این به آن اشاره شد. با توقف روند کوچک‌سازی و ظهور سیکل میلر[1] فناوری جایگزین به نام اندازه‌دهی صحیح[2] شناخته می‌شود.

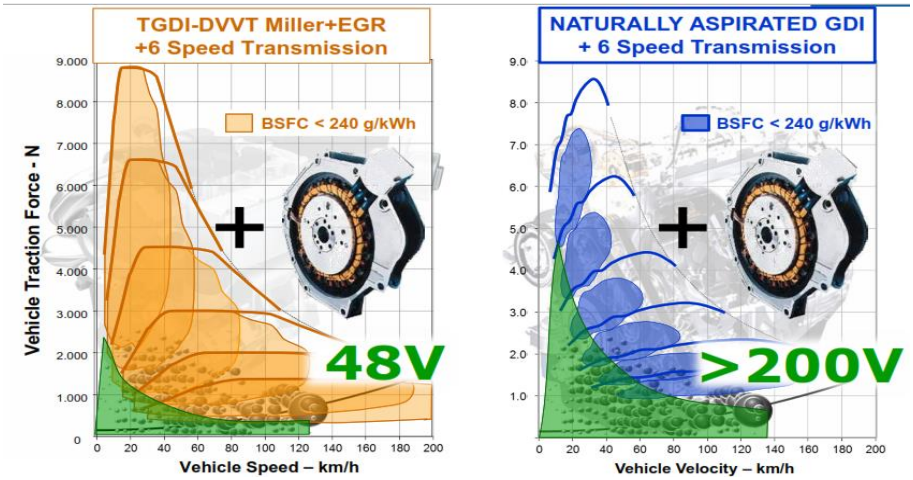
بر این اساس می‌توان دو چشم‌انداز کلیدی را پیش روی صنعت خودروسازی دنیا متصور دانست:

اول: بر اساس نتایج حاصل شده تا کنون، چرخه میلر ـ آتکینسون بهینه‌ترین فناوری از لحاظ هزینه برای کاهش دی‌اکسید کربن تولیدی است (شرکت‌هایی مانند فولکس واگن، آئودی، تویوتا و هیوندای در این مسیر حرکت کرده‌اند).

دوم: دورگه‌سازی (فناوری خودروهای هیبرید) امکان دستیابی به بارهای بالاتر برای محدوده وسیع‌تری از شرایط عملکردی را فراهم می‌آورد.

بر این اساس، می‌توان چشم‌انداز واقع‌گرایانه خودروهای بنزینی در جهان را دستیابی به بازده حرارتی ۴۲درصد یا بیش‌تر با استفاده از سیکل‌های ترکیبی دانست. در مورد چشم‌انداز دوم بیان‌شده نکات حائز اهمیت دیگری نیز وجود دارد. استفاده از سیکل‌های ترکیبی مانند میلر ـ آتکینسون با توجه به دارا بودن بازده بالاتر و قابلیت تولید نیروی بیش‌تر در محدوده وسیع‌تری از بازه عملکردی، نیاز به تولید ولتاژ بالاتر در بسته تولید انرژی الکتریکی در موتور را از بین برده و چالش‌های موجود در آن را نیز مرتفع می‌کند. برای اثبات این مهم، نمودار ۱۴ نقشه عملکردی خودرو را برای یک موتور دارای سیکل مرسوم با تنفس طبیعی و یک موتور هیبرید را با ولتاژ ۲۰۰ و ۴۸ به ترتیب، مقایسه می‌کند.

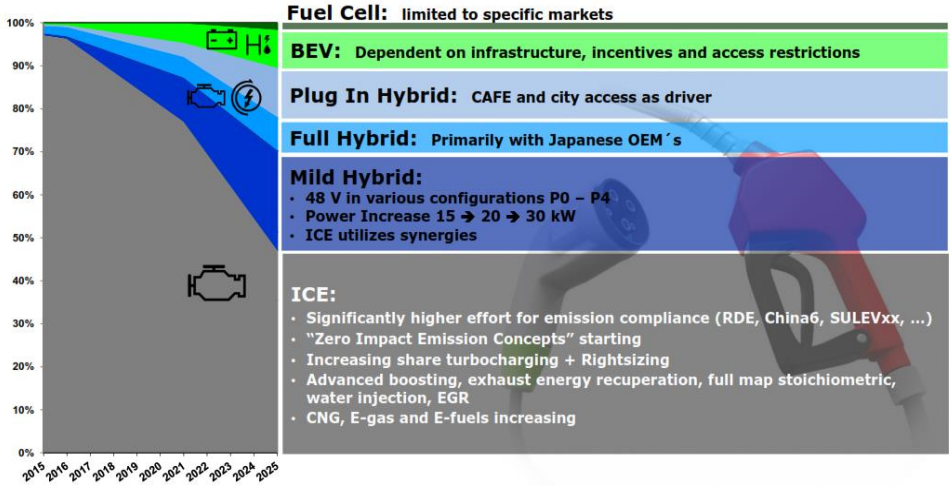
**نمودار ۱۴. ولتاژ پایین‌تر بسته هیبرید با افزایش بازده موتور احتراقی**




1. Miller Cycle
2. Right Sizing

بر این اساس، چشم‌انداز صنعت خودرو را تا سال ۲۰۲۵ میلادی می‌توان در سبد ارائه شده در نمودار ۱۵ مشاهده نمود.

**نمودار ۱۵. چشم‌انداز محصولات نوآورانه صنعت خودرو در نیمه دوم دهه سوم قرن ۲۱**




چشم‌انداز روند فناوری‌های جهانی متناسب با نقشه راه استانداردهای سخت‌گیرانه آلودگی و مصرف سوخت، نشان می‌دهد موتورهای احتراق داخلی مرسوم، هنوز پتانسیل بسیار زیادی برای رشد و بهبود دارند. از طرفی قوانین پیش‌روی آلودگی و محدودیت‌های معرفی‌شده روی دی‌اکسید کربن، نیازهای فناوری و بهینه‌سازی آینده در زمینه قوای محرکه و نیز خودرو را به شدت افزایش داده است. برای نیل به بهترین میزان مصرف سوخت و همخوانی و انطباق با قوانین، فناوری‌های نوین در عرصه موتورهای احتراقی به همراه دورگه‌سازی این موتورهای نوین نقش عمده‌ای در بازار خودرو ایفا خواهند نمود. نمودار ۱۵ نشان از جایگزینی فناوری‌های نوین همچون برقی، هیبریدی و پیل سوختی با خودروهای موتور احتراق داخلی دارد به گونه‌ای که در سال ۲۰۲۵ سهم موتورهای احتراق داخلی به عنوان محرکه به کم‌تر از ۵۰ درصد می‌رسد. حدود ۴۰ درصد از این سهم در سال ۲۰۲۵ به انواع خودروهای هیبریدی و حدود ۱۰ درصد نیز به خودروهای برقی اختصاص یافته است.

## چشم‌انداز واقع‌گرایانه صنعت خودروی ایران بر اساس مصرف سوخت و آلایندگی

نقش‌آفرین اصلی در تولید آلاینده منوکسید کربن نه موتورهای احتراق داخلی که مشعل‌ها هستند. بنابراین بدیهی است که بخش‌های خانگی و تجاری (موتورخانه‌ها) و صنعت (کوره‌ها، بویلرها و مشعل‌های صنعتی) نقش کلیدی‌تری نسبت به بخش حمل‌ونقل دارند. بر این اساس، توجه صرف به بخش حمل‌ونقل در زمینه آلودگی هوا مؤثر نبوده و باید عوامل دیگر تولید آلاینده‌ها را نیز مورد نظر قرار داد. نکته بسیار

مهم دیگری نیز در مورد این آلاینده و به خصوص در مقایسه با ذرات کم‌تر از ۲/۵ میکرون وجود دارد و آن افزایش امکان حضور در محدوده تنفسی انسان به واسطه سنگین‌تر بودن این آلاینده به ویژه در شرایط جوی پایدار و عدم حضور باد است. بنابراین توجه به این نکته الزامی است که در استانداردسازی سامانه‌های احتراقی از جمله خودروها، بررسی همزمان تمام آلاینده‌های تولیدی باید مد نظر قرار گیرد. در مطالعه چشم‌انداز صنعت خودرو، مطالعه اهمیت کیفیت سوخت و روغن در کنار موتور محرکه خودرو از نقش کلیدی برخوردار است که در این قسمت به صورت اجمالی بررسی شده است.

### ۱. وضعیت روغن موتور در کشور

توجه به این نکته الزامی است که روغن موتور نقش مهمی در تولید آلاینده در موتور بازی کرده و بنابراین میزان مصرف آن بستگی به سطح فناوری موتور و حجم آن دارد، در کنار کیفیت آن جزء پارامترهای تأثیرگذار بر کیفیت ترکیب محصولات خروجی از موتور است. ۲۰٪ درصد روغن موتور کشور از چرخه بازیافت تولید می‌شود و در ۸۰درصد باقیمانده نیز روغن سوخته و نیز روغن‌های غیرقانونی (قاچاق) سهم قابل توجهی دارند که این نقش نهادهای نظارتی را نیز در کنار تولیدکنندگان، به خصوص در بین مراکز توزیع روغن موتور پررنگ می‌کند. تأثیر حدوداً ۳درصدی مصرف روغن مناسب بر کاهش مصرف سوخت و تأثیر تبعی آن بر کاهش آلودگی و گازهای گلخانه‌ای، ضرورت توجه به روغن موتور را بیش از پیش نمایان می‌کند. الزامات بهبود وضعیت روغن موتور در کشور به شرح ذیل ارائه شده است:

- نظارت جدی بر توزیع و رعایت استانداردهای روغن موتور به منظور جلوگیری از ورود روغن نامرغوب به چرخه مصرف با تأکید بر اجرای صحیح و دقیق ماده (۳)[1] آیین‌نامه فنی موضوع ماده (۲) قانون هوای پاک در زمینه کنترل و کاهش آلودگی‌ها
- ورود فناوری‌های نوین از طریق حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان
- حرکت اقتصادی مؤثرتر از خط تأمین (اقتصاد خطی) به سمت زنجیره تأمین (اقتصاد زنجیره‌ای) به منظور نیل به چشم‌انداز نهایی چرخه تأمین (اقتصاد دوار). این موضوع منجر به جمع‌آوری صحیح روغن‌های سوخته از سطح بازار و استفاده از آن به عنوان پایه اصلی تولید روغن تازه به‌کار می‌شود. ذکر این نکته حائزاهمیت است که بر اساس قوانین اتحادیه اروپا تا سال ۲۰۲۰، ۹۵درصد روغن سوخته جمع‌آوری شود که این میزان تا پایان سال ۲۰۲۵، به ۱۰۰ درصد افزایش می‌یابد. این میزان روغن سوخته این قابلیت را دارد که پایه تولید ۸۰درصد روغن جدید باشد.
- حرکت جدی به سمت تولید زیست‌روغن[2] و استفاده از آن به جای روغن معدنی.

---

۱. سازمان ملي استاندارد ایران موظف است ظرف ۳ماه از تاریخ ابلاغ این تصویبنامه نسبت به تدوین استاندارد ملي سوخت گاز طبیعي و ظرف ۶ماه از تاریخ ابلاغ این تصویبنامه نسبت به تدوین استاندارد ملي روغن موتور اقدام و مراحل اجباري شدن آن را از ابتداي سال ۱۴۰۰ از طریق شورايعالي استاندارد پیگیري کند.

2. Bio-Fuel

### ۲. وضعیت سوخت کشور

بنزین مخلوطی از هیدروکربن‌هاست که به‌عنوان سوخت در موتورهای احتراق داخلی جرقه‌ای استفاده می‌شود. خواص فیزیکی و شیمیایی بنزین یکی از عوامل تعیین‌کننده میزان تولید آلاینده‌هاست. چنین خواصی تحت استانداردهای سخت‌گیرانه زیست‌محیطی قرار دارند و محدوده‌های مجاز این خواص باید توسط تولیدکنندگان بنزین رعایت شوند. مهم‌ترین ویژگی‌های بنزین با توجه به تأثیر آن در آلودگی هوا میزان محتوای سرب، غلظت گوگرد، فراریت، محتوای آروماتیک، محتوای اولفین‌ها، ترکیبات اکسیژن‌دار و میزان بنزن آن است. از جمله نکات مهم در ارتباط با کیفیت سوخت تولیدی در کشور می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

- محتوای بنزن سوخت بین ۰/۴۶ تا ۲/۵۶ متغیر است. این میزان برای افزایش عدد اکتان به بنزین اضافه می‌شود، اما آلایندگی مستقیم و غیرمستقیم ناشی از آن بالاتر از استاندارد ۱درصد حجمی، به شدت می‌تواند برای سلامتی بشر مضر باشد.

- متوسط تقریبی محتوای گوگرد بنزین‌های نمونه‌برداری شده[1] برابر ۱۱۴/۷۶ قسمت در میلیون است که این مقدار برای نمونه‌های مختلف بین کمینه ۲۱ و بیشینه ۲۷۰ قسمت در میلیون متغیر است. این متوسط تقریباً ۱۱ برابر استاندارد است. سطح گوگرد بالا باعث سمی‌شدن یا کاهش تأثیر سامانه کنترل نشر آلاینده خودروهای دیزلی و بنزینی می‌شود که نهایتاً موجب افزایش نشر آلاینده‌ها خواهد شد.

بر این اساس، به نظر می‌رسد در وضعیت حاضر، چالش عمده کیفیت بنزین کشور محتوای گوگرد و بنزن بالاست.

## جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

چشم‌انداز انرژی جهان سه سناریوی اصلی برای پیش‌بینی وضعیت بازار انرژی جهان در نظر گرفته و در هر منطقه با توجه به تعهدات و برنامه‌های دولت‌های مختلف اهداف متفاوتی مد نظر قرار داده است.

سناریوی بدبینانه این پیش‌بینی، سناریوی سیاست‌های جاری است. در این سناریو فرض شده است که دولت‌ها تنها به اجرای تعهدات جاری خود پرداخته و اقدامات بیش‌تری در راستای تصویب توافقنامه‌ها و برنامه‌های بهبود کارایی انرژی و کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای انجام نداده‌اند. اکثر کشورهای مورد بررسی بر اساس این سناریو ملزم به حذف یارانه‌های انرژی، کاهش مصرف سوخت خودروها و حمایت از خودروهای هیبرید و برقی تا سال ۲۰۳۵ (بازه زمانی طولانی‌تر نسبت به سناریوی سیاست‌های نوین) خواهند بود، همان‌طور که پیش‌تر نیز اشاره شد دولت ایران نیز بر اساس قانون هدفمند کردن یارانه‌ها ملزم به حذف تدریجی یارانه‌های انرژی است.

---

۱. بر اساس تحلیل‌های قبلی نگارنده گزارش.

سناریوی مرجع چشم‌انداز انرژی جهان، سناریوی سیاست‌های نوین به‌حساب می‌آید. این سناریو کمی خوش‌بینانه‌تر از سناریوی سیاست‌های جاری است و اهداف و مقاصد دقیق‌تر و سخت‌گیرانه‌تری دارد. این سناریو اهداف کمی‌تری را در بازه‌های زمانی کوتاه‌تر مد نظر قرار داده است و انتظارات بیش‌تری را در زمینه کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و پیشرفت فناوری‌های خودرویی برآورده می‌نماید. به‌کارگیری سوخت‌های ترکیبی و نو، اختصاص بخش قابل توجهی از سهم از تولید و فروش سالیانه خودرو به خودروهای هیبرید و برقی، ارتقای زیرساخت‌های حمل‌ونقل و فناوری‌های کاهش مصرف سوخت خودروها بخشی از مقاصد مورد نظر در این سناریو است.

آرمانی‌ترین سناریو، سناریوی ۴۵۰ است که به دنبال کنترل میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و جلوگیری از افزایش دمای حاصل از انتشار این گازهاست. این سناریو شاخص‌های بیش‌تری را به سناریوی سیاست‌های نوین افزوده است و به دنبال دستیابی به کارایی انرژی بیش‌تر و میزان انتشار کم‌تر گازهای گلخانه‌ای در کنار کنترل قیمت‌های سوخت در حد سناریوی سیاست‌های نوین است. این سناریو محدود کردن افزایش دمای ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای به ۲ درجه سانتیگراد و محدود نمودن میزان تجمع آلاینده‌های معادل دی‌اکسیدکربن در اتمسفر تا مرز ppm ۴۵۰ تا سال ۲۰۳۵ است.

چشم‌انداز روند فناوری‌های جهانی متناسب با نقشه راه استانداردهای سخت‌گیرانه آلودگی و مصرف سوخت، نشان می‌دهد موتورهای احتراق داخلی مرسوم، هنوز پتانسیل بسیار زیادی برای رشد و بهبود دارند. از طرفی قوانین پیش‌روی آلودگی و محدودیت‌های معرفی‌شده بر دی‌اکسید کربن، نیازهای فناوری و بهینه‌سازی آینده در زمینه قوای محرکه و نیز خودرو را به شدت افزایش خواهد داد. برای نیل به بهترین میزان مصرف سوخت و آلایندگی، فناوری‌های نوین در عرصه موتورهای احتراقی به همراه دورگه‌سازی این موتورهای نوین نقش عمده‌ای در بازار خودرو ایفا خواهند کرد.

بررسی چشم‌انداز صنعت خودروسازی کشورهای منتخب با تکیه بر مصرف سوخت و آلایندگی نشان می‌دهد چرخه میلر ـ آتکینسون بهینه‌ترین فناوری از لحاظ هزینه برای کاهش دی‌اکسید کربن تولیدی است (شرکت‌هایی مانند فولکس واگن، آئودی، تویوتا و هیوندای در این مسیر حرکت‌هایی را به انجام رسانده‌اند). از طرفی، دورگه‌سازی (فناوری خودروهای هیبرید) امکان دستیابی به بارهای بالاتر برای محدوده وسیع‌تری از شرایط عملکردی را فراهم می‌آورد.

## درس‌هایی برای ایران

انرژی در ایران هنوز بسیار ارزانقیمت عرضه می‌شود و مصرف‌کنندگان تنها کسری از قیمت محصولات نفتی را پرداخت می‌کنند. بنابراین اولین گام برای همسویی با چشم‌انداز انرژی جهان اصلاح یارانه‌های انرژی در کشور است. بهبود وضعیت کیفیت هوا و نیز سر و سامان بخشیدن به رتبه هفتم ایران در جدول

تولیدکنندگان گاز گلخانه‌ای دی‌اکسید کربن، چاره‌ای جز نگرش جدی به چالش‌های معرفی‌شده نیست. با حرکت در مسیر فعلی و عدم اهتمام در ارتقای کیفیت سوخت و روغن موجود در بازار و نیز سیاست‌های کلی صنعت خودرو، بهبود وضعیت ناوگان خودروهای سبک تولید داخل بر اساس میزان آلایندگی چندان قابل دستیابی نیست. بر این اساس اهم مواردی که به نظر می‌رسد به صنعت خودروسازی کشور کمک کند تا همراستا با چشم‌انداز جهانی این صنعت با تکیه بر مصرف سوخت و آلایندگی حرکت کند به شرح ذیل ارائه شده است:

۱. بر اساس قوانین ترمودینامیک، چرخه‌های موتورهای مورد استفاده اتو (موتورهای بنزینی) و دیزل (موتورهای دیزلی) سقف تعیین شده‌ای دارند که عبور از آنها به لحاظ قوانین علمی میسر نیست. رویکرد روز دنیا استفاده از چرخه‌های جدید از جمله چرخه ترکیبی میلر ـ اتکینسون است که بازده تئوریک بسیار بالاتری دارد. اگرچه وضعیت و سطح فناوری خودروسازهای داخلی حرکت در این راستا را با علامت سؤال مواجه کرده است، اما برنامه‌ریزی برای دستیابی به این فناوری می‌تواند نقشی مؤثر در عملکرد خودرو ایفا کند.

۲. برخلاف مورد اول، خودروسازهای بزرگ داخلی از جمله ایران خودرو و سایپا، حرکات مناسبی در راستای انجام کوچک‌سازی[1] موتور انجام داده‌اند و به نظر می‌رسد اعمال قوانین سخت‌گیرانه‌تر در کنار ارائه بسته‌های تشویقی می‌تواند ورود این بستر فناورانه را به بازار خودروی کشور تسهیل کند. برای مثال از این حرکات فناورانه می‌توان به ارائه محصولات دنا پلاس و سمند سورن توربوشارژ اشاره کرد.[2]

۳. وجود نهاد نظارتی مستقل با زیرساخت مورد نیاز برای انجام آزمون‌ها با تعداد و سطح استاندارد بالا به منظور انجام آزمون‌های تأیید نوع[3] و تطابق تولید[4] ضروری به نظر می‌رسد.

۴. بسترسازی و ارائه بسته‌های حمایتی برای ورود خودروسازان به سمت تولید خودروهای برقی و هیبریدی. در همین راستا، مجلس شورای اسلامی در ماده (۳) طرح ساماندهی صنعت خودرو، واردات خودروهای سواری تمام برقی وتمام هیبریدی از حقوق ورودی تا زمان تولید داخل آنها را معاف کرده و دولت را موظف کرده است تا زمینه تولید داخل خودروهای مذکور را ظرف مدت ۵ سال فراهم نماید.

۵. بهبود وضعیت روغن موتور در کشور به شرح ذیل:

- نظارت جدی بر توزیع و رعایت استانداردهای روغن موتور به منظور جلوگیری از ورود روغن نامرغوب به چرخه مصرف با تأکید بر اجرای صحیح و دقیق ماده (۳)[5] آیین‌نامه فنی موضوع ماده (۲)

---

1. Downsizing

۲. توجه به این نکته ضروری است که پرخورانی، مهم‌ترین گام در فناوری نهایی کوچک‌سازی به نظر می‌رسد.

3. Type Approval (TA)

4. Conformity of Production (COP)

۵. سازمان ملي استاندارد ایران موظف است ظرف ۳ماه از تاریخ ابلاغ این تصویبنامه نسبت به تدوین استاندارد ملي سوخت گاز طبیعي و ظرف ۶ماه از تاریخ ابلاغ این تصویبنامه نسبت به تدوین استاندارد ملي روغن موتور اقدام و مراحل اجباري شدن آن را از ابتداي سال ۱۴۰۰ از طریق شورايعالي استاندارد پیگیري کند.

قانون هوای پاک در زمینه کنترل و کاهش آلودگی‌ها

- ورود فناوری‌های نوین از طریق حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان

- حرکت اقتصادی مؤثرتر از خط تأمین (اقتصاد خطی) به سمت زنجیرهٔ تأمین (اقتصاد زنجیره‌ای) به منظور نیل به چشم‌انداز نهایی چرخه تأمین (اقتصاد دوار).

- حرکت جدی به سمت تولید زیست‌روغن[1] و استفاده از آن به‌جای روغن معدنی.

## منابع و مآخذ


۱. ترازنامه انرژی، ۱۳۸۷، معاونت امور برق و انرژی، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی.

۲. ترازنامه انرژی، ۱۳۹۰، معاونت امور برق و انرژی، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی.

۳. کرباسی، عبدالرضا. «ماهنامه بین‌المللی آموزشی پژوهشی و تحلیل تازه‌های انرژی»، ش ۱۵، ۱۳۸۹.

۴. معاونت امور برق و انرژی دفتر برنامه‌ریزی برق و انرژی، ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۳، تابستان ۱۳۹۵.

۵. تجارب شخصی حرفه‌ای اعضای کارگروه کالیبراسیون خودرو شرکت AVL، اولین روز آشنایی با فناوری AVL (1st AVL Techday)، دانشگاه تهران، زمستان ۱۳۹۴.

۶. بخش مهندسی بازرسی خودرو شرکت بازرسی کیفیت و استاندارد ایران، کیفیت در خودروسازی ایران، سمینار کیفیت، سازمان گسترش و نوسازی، زمستان ۱۳۹۳.

۷. گروه صنعتی ایران خودرو، برنامه ارتقای کیفیت و تنوع محصولات ایران خودرو، ارائه به سازمان گسترش و نوسازی ایران، آبان‌ماه ۱۳۹۳.

۸. گروه صنعتی سایپا، نقد کیفیت و تنوع محصولات گروه صنعتی سایپا، ارائه به سازمان گسترش و نوسازی ایران، آبان‌ماه ۱۳۹۳.

9. International Energy Agency, Energy and Air Pollution, World Energy Outlook Special Report, 2016.
10. Andress, D., et al., 2011, "Reducing GHG Emissions in the United States Transportation Sector", Energy for Sustainable Development, 15.
11. Climate Change Performance Index, 2010, GERMANWACH and Climate Change Network-Europe, December 2010.
12. Deodhar, V. et al., 2007, "Financing Structures for CDM Projects in India and Capacity Building Options for EU Collaboration", Discussion Paper 247, September 2007, Hamburg Institute International Economics.
13. Joana, D, et al., 2009, "Reducing Greenhouse Gas Emissions Vehicle Miles Traveled", Integrating the California Environmental Quality Act with the California Global Warming Solutions Act. 36.
14. Yang, C., et al., 2009, "Meeting an 80% Reduction in Greenhouse Gas Emissions from Transportation by 2050", A Case Study in California, Transportation Research Part D. 14.
15. Zegras, P.C, 2007, "The Clean Development Mechanism and Transportation,


1. Bio-Fuel

Energy Policy" As if Kyoto Mattered, 35.

16. www. CDM.UNFCCC.int/Projects/Pac/Ssclistmeth.pdf, 2010.
17. www.CDMcapacity.org/how_ prepare_CDM/government_agencies.html, 2010 .
18. www.Climate-Change.ir, 2011.
19. www.EPA.gov/Climate Change/Index.html, 2010.
20. http://EUpocketbook.THEICCT.org, 2013, European Vchicle Market Statistics.
21. www.IEA.Doa.gov/Oiaf/Ieo/Index.2009.html, International Energy Agency (IEA), CO2 Emission from Fuel Combustion.
22. www.UNFCCC.org, 2010.
23. www.World Energy Outlook.org, 2009.

مرکز پژوهش‌ها
مجلس شورای اسلامی

| شناسنامه گزارش | شماره مسلسل: ۱۶۴۸۸ |
|---|---|

**عنوان گزارش:** بررسی رویکرد جهانی صنعت خودرو بر اساس مصرف سوخت و آلایندگی (درس‌هایی برای صنعت خودرو ایران)


**نام دفتر:** مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه صنعت)

**مدیر مطالعه:** سعید شجاعی

**تهیه و تدوین‌کنندگان:** وحید اصفهانیان، علی صلواتی‌زاده

**ناظران علمی:** حسین افشین، علی‌اصغر اژدری

**متقاضی:** ـــــــ

**ویراستار تخصصی:** ـــــــ

**ویراستار ادبی:** ـــــــ



**واژه‌های کلیدی:**

۱. صنعت خودرو

۲. آلایندگی

۳. مصرف سوخت

**تاریخ انتشار: ۱۳۹۸/۴/۲**