مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی
دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن
مسلسل: ۲۱۳۳۹ ■ بهمن ۱۴۰۴

# چرخش‌های تحول‌آفرین فناوری در صنعت خودرو (۲): بررسی چرایی حمایت کشورهای پیشرو از توسعه خودروهای برقی

بسم الله الرحمن الرحيم

تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۱۱/۲۱

شماره مسلسل:
۲۱۳۳۹

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

**عنوان گزارش:**
چرخش‌های تحول‌آفرین فناوری در صنعت خودرو(۲): بررسی چرایی حمایت کشورهای پیشرو از توسعه خودروهای برقی

**نوع گزارش:** طرح/ لایحه☐، نظارتی☐، راهبردی■، پیش‌نویس قانونی☐

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

**تهیه و تدوین کنندگان:**
علی میرزایی سیسان، محمدرضا بخشی، محمد هادی عامری شهرابی

**مدیر مطالعه:**
محمدهادی عامری شهرابی

**ناظران علمی:**
میلاد بیگی، حبیب‌اله ظفریان

**گرافیک و صفحه آرایی:**
نفیسه حاجی‌صفری

**ویراستار ادبی:**
اکرم وحدانی‌فر

**واژه‌های کلیدی:**
۱. خودرو برقی
۲. خودروسازی
۳. برقی‌سازی حمل‌ونقل

**تاریخ شروع:**
۱۴۰۳/۰۵/۰۱

دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن

## فهرست مطالب


چکیده ..... ۷
خلاصه مدیریتی ..... ۸
۱. مقدمه ..... ۱۰
۱-۱. ساختار پژوهش ..... ۱۲
۱-۲. واژگان مرتبط با خودروهای برقی ..... ۱۳
۲. پیشینه ..... ۱۵
۲-۱. سوابق مطالعاتی ..... ۱۵
۳. مطالعات تطبیقی کشورهای انتخابی ..... ۱۵
۳-۱. سه جغرافیای تأثیرگذار ..... ۱۵
۳-۲. سه کشور منتخب اروپایی ..... ۱۸
۳-۳. کشورهای آسه‌آن ..... ۲۱
۳-۴. هند ..... ۲۲
۳-۵. کشورهای آمریکای شمالی و آمریکای جنوبی ..... ۲۴
۳-۶. خودروسازی ایران و همسایگان ..... ۲۸
۳-۷. وضعیت قانونگذاری کشورهای منتخب و روند پیشرفت آنان ..... ۳۱
۴. تحلیل و تفسیر یافته‌ها ..... ۳۳
۴-۱. نگرانی‌های زیست‌محیطی در سطح محلی ..... ۳۵
۴-۲. هم‌بستگی چرایی حمل‌ونقل پایدار و انرژی پایدار ..... ۳۶
۴-۳. برقی‌سازی حمل‌ونقل مسیری ناآشنا ..... ۳۷
۴-۴. شاخص‌های کلیدی تأثیرگذار بر مجموعه انرژی و حمل‌ونقل ..... ۳۷
۴-۵. چین تأثیرگذارترین پارامتر چرایی ..... ۳۹
۴-۶. مثلث جمعیت، رفاه و فناوری در پارامتر چرایی ..... ۴۸
۴-۷. تحلیل هم‌گرایی و واگرایی کشورها ..... ۵۰
۴-۸. ملاحظات چرایی برقی‌سازی حمل‌ونقل ایران ..... ۵۳
۴-۹. پیش‌بینی آینده حمل‌ونقل ..... ۵۷
۴-۱۰. جمع تحلیل و تفسیر یافته ها ..... ۶۱
۵. جمع‌بندی و پیشنهادها ..... ۷۲
۵-۱. جمع‌بندی ..... ۷۲
۵-۲. پیشنهادها ..... ۷۷
۶. منابع و مآخذ ..... ۷۸

## فهرست شکل ها


شکل ۱. سطح تحلیل ابعاد مختلف حمل‌ونقل برقی ..... ۱۱
شکل ۲. نمودار منابع خودروهای سواری در بازار آمریکا ..... ۲۴
شکل ۳. نمودار سرمایه‌گذاری خارجی در صنایع مکزیک در سالیان اخیر ..... ۲۷
شکل ۴. مزایای فناوری‌های پاک قابل لمس در سطح محلی ..... ۳۴
شکل ۵. نمودار تکامل شاخص‌های (انتخابی) جهانی ..... ۳۸
شکل ۶. نمودار مقایسه سهم ارزش‌افزوده تولید داخلی خودرو در کشورهای انتخابی ..... ۴۰
شکل ۷. نمودار روند صادرات از جغرافیاهای مختلف جهان و پیشی گرفتن سریع جهانی چین در سال‌های اخیر ..... ۴۰
شکل ۸. نمودار روند فروش خودروهای سواری در بازارهای مختلف ..... ۴۱
شکل ۹. مقایسه متوسط هزینه تولید بی-وای-دی سیل (در چین) و وی-دبلیو ای-دی ۳ (در آلمان) ..... ۴۲
شکل ۱۰. رابطه تعداد خودروهای سبک (به‌ازای ۱۰۰۰ شهروند) با افزایش تولید ناخالص ملی ..... ۴۹
شکل ۱۱. نمودار شماتیک وابستگی رشد برقی‌سازی به هم‌افزایی مستمر ممکن سازها در دوره گذار ..... ۵۰
شکل ۱۲. پیشرفت تکنولوژی و کاهش انتشار آلایندگی‌ها در خودروها با پیش‌رانه‌های مختلف در سال‌های اخیر ..... ۵۵


## فهرست جداول


جدول ۱. مطالعاتی تحلیل پیشینه پژوهشی ..... ۱۵
جدول ۲. جنبه‌های خاص سه جغرافیای تأثیرگذار و پیشرو ..... ۶۲
جدول ۳. اولویت‌های موضوعی راهبردهای مختلف در کشورهای انتخابی ..... ۶۳
جدول ۴. درجه حمایتگری و عدم قطعیت‌ها (نسبی) سه جغرافیای تأثیرگذار ..... ۶۴
جدول ۵. مقایسه نسبی خودکفایی فناوری برقی‌سازی سه جغرافیای تأثیرگذار (نسبت به یکدیگر) ..... ۶۵
جدول ۶. گروه‌بندی کشورهای انتخابی و خلاصه پیشرفت قانونگذاری در چهار حوزه نسبت به (تا سال ۲۰۲۴) ..... ۶۶
جدول ۷. عوامل مؤثر (و میزان اهمیت / وابستگی) در چرایی خودروهای برقی در کشورهای انتخابی ..... ۶۸
جدول ۸. خلاصه‌ای از عدم قطعیت‌های مرتبط با سه جغرافیای تأثیرگذار ..... ۶۹
جدول ۹. ریسک دوره گذار از حمل‌ونقل سوخت فسیلی به برقی با پتانسیل تضعیف کردن چرایی در این دوره ..... ۷۰
جدول ۱۰. راهبرد پیشنهادی برای مدیریت ریسک دوره گذار از حمل‌ونقل سوخت فسیلی به برقی ..... ۷۲
جدول ۱۱. اهداف کلیدی سه جغرافیای تأثیرگذار ..... ۷۳
جدول ۱۲. پرسش‌های پیشنهادی برای کاوشگری چرایی خودروهای برقی در ایران ..... ۷۴


## فهرست پیوست


پیوست ۱. افزایش شاخص طول عمر با کاهش آلایندگی هوایی در جغرافیاهای مربوطه در برهه زمان ..... ۸۱
پیوست ۲. تعهد مالی برقی‌سازی کشورهای مختلف تا به امروز ..... ۸۲
پیوست ۳. پیش‌بینی بازار خودروهای برقی در جهان و چین ..... ۸۳
پیوست ۴. مقایسه قدرت هند با جغرافیای دیگر در حوزه تولید ..... ۸۴
پیوست ۵. تحلیل روند تولید مقالات برتر مهندسی خودرو در جهان (۲۰۰۸-۲۰۲۲) ..... ۸۴
پیوست ۶. چین به علاوه یک ..... ۸۵
پیوست ۷. تعهد کاهش به انتشار در بازار اروپا ..... ۸۷
پیوست ۸. مقایسه اتحادیه اروپا و کشور آمریکا در استقرار شرکت‌های فناوری لبه علمی ..... ۸۸
پیوست ۹. رابطه میان متوسط مسافت طی شده توسط هر نفر با خودروهای شخصی و سرانه تولید ناخالص داخلی در کشورهای انتخابی ..... ۸۹

# چرخش های تحول آفرین فناوری در صنعت خودرو (۲):
# بررسی چرایی حمایت کشورهای پیشرو از توسعه خودروهای برقی

Doi: 10.22034/mrc.report.21339

## چکیده

افزایش تقاضا برای خودرو، موجب تشدید مشکلاتی نظیر آلودگی هوا، اتلاف منابع انرژی و وابستگی به سوخت‌های فسیلی شده است. این معضلات، برقی‌سازی در صنعت خودرو را به‌عنوان یک اولویت استراتژیک در سیاستگذاری جهانی برای رفع مشکلات فوق مطرح کرده است. در این راستا، به‌منظور ورود مؤثر به زنجیره ارزش خودروهای برقی، ضروری است که به سه سطح تحلیلی پاسخ داده شود: سطح اول، «چیستی» که به شناخت دقیق ابعاد فنی این تحول اختصاص دارد؛ سطح دوم، «چرایی» که شامل تحلیل انگیزه‌ها و سیاست‌های کشورهای پیشرو در این حوزه است؛ و در نهایت، سطح سوم، «چگونگی» که به طراحی و پیاده‌سازی سیاست‌های اجرایی و عملیاتی مربوط می‌شود. این گزارش به سطح «چرایی» می‌پردازد و بر این نکته تأکید می‌کند که روند فعلی در کشور، عمدتاً بدون درک کامل از این سطح و بدون اتخاذ رویکردی منسجم در طراحی استراتژی ملی آغاز شده است؛ مسئله‌ای که منجر به پراکندگی تصمیم‌گیری‌ها و عدم هماهنگی در سیاست‌ها گردیده است.

تولید خودروهای برقی، در سطح جهانی تنها یک تحول فناورانه نیست، بلکه بازتابی از تغییرات اساسی در ساختار اقتصادی و سیاسی است. کشورهای پیشرفته با رویکردهای مختلف به این روند پرداخته‌اند؛ بنا بر یافته‌های این پژوهش، **اتحادیه اروپا مسائل زیست محیطی، ایالات متحده احیای تولید داخلی و استقلال انرژی و چین جهت تقویت موقعیت فناورانه و اقتصادی خود و مدیریت زنجیره تأمین این صنعت در جهان** را به عنوان رویکرد پیش گرفته‌اند. در کشورهای مراحل ابتدایی این گذار، تدوین یک استراتژی ملی منطبق با شرایط به‌خصوص هر کشور و توانمندی‌های صنعتی آن، امری ضروری است. این استراتژی باید به‌گونه‌ای طراحی گردد که ضمن مدیریت کارآمد ریسک‌های ژئوپلیتیکی، از ظرفیت‌های تولیدی و فناوری کشور به‌طور بهینه بهره‌برداری کنده و آنها را در راستای تحقق اهداف کلان اقتصادی به کار گیرد.

## خلاصه‌مدیریتی

### بیان / شرح مسئله

رشد جمعیت و گسترش فعالیت‌های اقتصادی جهانی، تقاضا برای حمل‌ونقل را به‌طور چشمگیری افزایش داده است؛ اما استمرار الگوی سنتی گسترش خودروهای شخصی نه‌تنها پاسخ‌گوی نیازهای آینده نیست، بلکه بر چالش‌هایی چون آلودگی، مصرف بالای انرژی و وابستگی به سوخت‌های فسیلی می‌افزاید. در نتیجه، کاهش آلایندگی در بخش حمل‌ونقل به یکی از اولویت‌های فوری سیاستگذاری جهانی بدل شده و «برقی‌سازی حمل‌ونقل» به‌عنوان مسیری راهبردی برای دستیابی به توسعه پایدار مطرح است: بااین‌حال، این گذار با چالش‌هایی نظیر هزینه بالای تولید، تمرکز ژئوپلیتیکی زنجیره تأمین باتری و نیاز به مشوق‌های مؤثر برای سرمایه‌گذاری و تغییر الگوی مصرف مواجه است.

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که ورود نظام‌مند به عرصه برقی‌سازی حمل‌ونقل مستلزم پاسخ به سه سطح تحلیلی است. در سطح نخست «چیستی»، باید ابعاد فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی حمل‌ونقل برقی و مختصات کلان روند جهانی آن به‌دقت شناسایی شود تا تصویر روشنی از واقعیت‌ها و ظرفیت‌های این حوزه به‌دست آید. در سطح دوم «چرایی» که محور اصلی این گزارش است، تمرکز بر تحلیل منطق سیاستی، نظام انگیزشی و اهداف کشورهای پیشرو قرار دارد تا بر مبنای آن، الگوی بومی برای نقش‌آفرینی ایران در زنجیره ارزش بین‌المللی خودروهای برقی استخراج شود. در سطح سوم «چگونگی» نیز طراحی چارچوب سیاستگذاری، تنظیم‌گری نهادی و تدوین برنامه‌های اجرایی برای تحقق چشم‌انداز مطلوب برقی‌سازی دنبال می‌شود.

با این حال، روند فعلی سیاستگذاری در کشور عمدتاً بدون عبور منسجم از این سه مرحله در حال شکل‌گیری است؛ به‌گونه‌ای که اقدام‌های اجرایی، پیش از شناخت دقیق واقعیات جهانی و بدون تبیین روشن چرایی و راهبرد ملی آغاز شده‌اند. این رویکرد، موجب پراکندگی تصمیم‌ها، تداخل نهادی و فقدان انسجام سیستمی در مسیر برقی‌سازی شده است. ازاین‌رو، گزارش حاضر با تمرکز بر سطح دوم، به واکاوی منطق و چرایی گذار به حمل‌ونقل برقی می‌پردازد و با تحلیل تجربیات کشورهای پیشرو، تلاش دارد راهبردی ملی، واقع‌بینانه و متناسب با شرایط کشور برای ورود هدفمند به این کلان‌روند جهانی تدوین کند.

### نقطه‌نظرات / یافته‌های کلیدی

تحلیل تطبیقی روند جهانی برقی‌سازی حمل‌ونقل نشان می‌دهد که این گذار، صرفاً یک تحول فناورانه نیست، بلکه بازتابی از بازآرایی قدرت در نظام سیاسی و اقتصادی جهان است. کشورهای مختلف با انگیزه‌ها و منطق‌های گوناگون به این مسیر وارد شده‌اند؛ برخی به‌دنبال تحقق تعهدات اقلیمی، برخی دیگر در جست‌وجوی کسب مزیت صنعتی و گروهی نیز به‌منظور دستیابی به برتری ژئوپلیتیکی در زنجیره ارزش جهانی انرژی و فناوری حرکت می‌کنند.

1. **واگرایی راهبردی میان قدرت‌های پیشرو:** بررسی سیاست‌های ایالات متحده، اتحادیه اروپا و چین نشان می‌دهد که برقی‌سازی در هر منطقه، تابع اهداف و ساختارهای نهادی خاص خود است. اتحادیه اروپا آن را ابزاری برای تحقق اهداف اقلیمی و کاهش وابستگی انرژی می‌داند؛ ایالات متحده در پی احیای صنعت داخلی و کاهش وابستگی به واردات است اما نوسانات سیاسی و تغییر جهت دولت‌ها مانع شکل‌گیری ثبات در سیاست‌های کلان این کشور شده است؛ و چین، با رویکردی جامع و بلندمدت، از برقی‌سازی به‌عنوان اهرمی برای تثبیت برتری فناورانه و اقتصادی در سطح جهانی بهره می‌گیرد.
2. **نقش محوری چین در نظم نوین برقی‌سازی:** یافته‌ها نشان می‌دهد که چین در تمام سطوح این گذار (از استخراج مواد اولیه و تولید باتری تا طراحی و صادرات خودروهای برقی) جایگاهی تعیین‌کننده دارد. نفوذ این کشور صرفاً ناشی از ظرفیت تولید یا هزینه پایین نیروی کار نیست، بلکه حاصل برنامه‌ریزی منسجم و راهبردی است که صنعت خودروهای برقی را به بخشی از سیاست صنعتی و ژئوپلیتیکی بدل کرده است. به بیان دیگر، چین خود به پاسخی برای پرسش «چرایی خودروی برقی» تبدیل شده است؛ چراکه انگیزه‌های اقتصادی، فناورانه و

سیاسی این کشور، به‌تنهایی توانسته است مسیر و شتاب تحولات جهانی را تعیین کند. در واکنش به این واقعیت، برخی کشورها در تلاش‌اند با کاهش وابستگی به چین بر توان داخلی خود بیفزایند، درحالی‌که گروهی دیگر ترجیح داده‌اند از طریق همکاری با پکن، در منافع اقتصادی و زیست‌محیطی این گذار سهیم شوند.

**۳ پیچیدگی‌های ژئوپلیتیکی و ضرورت همکاری بین‌المللی:** برقی‌سازی جهانی به‌دلیل ماهیت درهم‌تنیده زنجیره‌های تأمین و تمرکز فناوری در معدودی از کشورها، بیش از هر زمان نیازمند همکاری میان دولت‌ها و بنگاه‌های صنعتی است. دیگر هیچ تولیدکننده‌ای (چه در سطح ملی و چه فراملی) نمی‌تواند به‌طور مستقل و بدون تعامل با شبکه‌های جهانی دانش، انرژی و سرمایه به نوآوری رقابت‌پذیر دست یابد.

**۴ چالش کشورهای در حال گذار:** برای کشورهایی نظیر ایران، که با چالش‌هایی چون یارانه‌های انرژی، محدودیت‌های فناورانه و تحریم‌های اقتصادی روبه‌رو هستند، ورود به این عرصه بدون مطالعه دقیق هزینه–فایده و شناخت واقعیت‌های بومی می‌تواند پرمخاطره باشد. در این میان، تجربه چین نشان می‌دهد که موفقیت در برقی‌سازی، نه با تقلید از الگوهای خارجی، بلکه با طراحی سیاست‌های صنعتی منطبق بر ظرفیت‌های ملی و پیوند با تحولات جهانی ممکن است.

## پیشنهاد راهکار تقنینی، نظارتی یا سیاستی

گذار موفق و پایدار به حمل‌ونقل برقی، مستلزم سیاستگذاری مبتنی بر تحلیل جامع و بومی چرایی‌های این تحول است. تحقق این هدف نیازمند رویکردی سیستمی، هماهنگ و چندسطحی است که مؤلفه‌های اصلی توسعه صنعتی، انرژی و سرمایه‌گذاری را به‌طور هم‌زمان دربرگیرد.

### ۱ طراحی راهبرد ملی در پیوند با تحولات ژئوپلیتیک اقتصاد جهانی

- **تعیین چارچوب راهبردی در تعاملات بین المللی:** همکاری فناورانه با چین برای تسریع فرایند برقی‌سازی ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است، اما این همکاری باید به‌گونه‌ای طراحی شود که ارتقای ظرفیت تولید داخلی را تقویت کند و مانع از تسلط کامل محصولات وارداتی گردد. جایگاه ایران باید در قالب «شریک تجاری فعال» با هدف حداکثرسازی ارزش‌افزوده در زنجیره تأمین جهانی تعریف شود.
- **تحول صنعتی مأموریت‌محور:** سیاست‌های پژوهش و توسعه داخلی باید با تمرکز بر مزیت‌های رقابتی کشور در حوزه خدمات، زیرساخت و زنجیره تأمین طراحی شوند. همچنین، بهبود بهره‌وری و نوسازی فرایندهای تولید سنتی از طریق فناوری‌های نوین (نظیر اتوماسیون) از الزامات این تحول است.
- **یکپارچه‌سازی نهادی و تنظیم هماهنگ سیاست‌ها:** تدوین چارچوبی منسجم در سطح ملی و ایجاد ساختار قانونگذاری متمرکز، شرط اساسی برای کاهش پراکندگی نهادی و هم‌راستاسازی سیاست‌ها در حوزه حمل‌ونقل برقی است.

### ۲ اصلاحات ساختاری بخش انرژی و حوزه مالی

- **مدیریت ناترازی انرژی:** توسعه حمل‌ونقل برقی بدون گسترش هم‌زمان منابع انرژی تجدیدپذیر، کارایی زیست‌محیطی محدودی خواهد داشت. بازطراحی در سیاست‌های انرژی برای ایجاد توجیه اقتصادی برقی‌سازی ضروری است.
- **تسهیل تأمین مالی پایدار:** لازم است ابزارهای نوین مالی برای جذب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی و تأمین منابع شفاف مالی برای توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل برقی طراحی و به‌کار گرفته شود.

### ۳ اولویت‌دهی به توسعه حمل‌ونقل عمومی برقی

تمرکز سیاستی باید از افزایش خودروهای شخصی برقی به توسعه سیستم‌های عمومی مانند اتوبوس‌ها برقی معطوف شود تا ضمن ارتقای عدالت حمل‌ونقل، سهم آلودگی شهری نیز کاهش یابد.

به طور کلی گذار به حمل‌ونقل برقی یک پروژه صرفاً فناورانه نیست، بلکه تصمیمی راهبردی و چندبعدی است که باید در چارچوب ملاحظات اقتصادی، ژئوپلیتیکی و اجتماعی کشور طراحی شود. کشورهایی که در پی دستیابی به توسعه پایدار و حفظ رقابت‌پذیری جهانی‌اند، باید ضمن همسوسازی سیاست‌های داخلی با تحولات بین‌المللی، به مدیریت هوشمندانه ریسک‌های ژئوپلیتیکی و تقویت ظرفیت نوآوری پایدار توجه ویژه نشان دهند. این مسیر، نیازمند عزم راهبردی، انعطاف نهادی و تداوم در سیاست‌گذاری است.

## ۱. مقدمه

با رشد جمعیت و رشد مثبت اقتصادی کشورها، تقاضا برای حمل‌ونقل و جابه‌جایی نیز به‌طور اجتناب‌ناپذیر افزایش خواهد یافت. بااین‌حال، افزایش خطی تعداد خودروهای سواری شخصی به تناسب رشد جمعیت، راه‌حلی پایدار برای گسترش حمل‌ونقل نیست. لذا رویکردهای هوشمندانه‌تری نیاز است که پاسخ‌گوی تقاضای فزاینده حمل‌ونقل با رعایت چالش‌های زیست‌محیطی باشد. کاهش آلایندگی از این بخش به یک اولویت فوری در جوامع پیشرفته مطرح شده است.[۱] برای پاسخ‌گویی به نیازهای چندوجهی حمل‌ونقل آینده مجموعه‌ای از فناوری‌های پیشرفته کم‌کربن ظهور کرده‌اند که پتانسیل کاهش چشمگیر انتشار گازهای گلخانه‌ای را دارند. در میان این فناوری‌ها، خودروهای برقی به‌عنوان راه‌حلی امیدوارکننده مطرح می‌شوند. خودروهای برقی توانایی دارند تا رد پای کربنی هر کیلومتر طی شده را به‌طور قابل‌توجهی کاهش دهند و حتی آن را نزدیک به صفر کنند؛ به شرطی که کل چرخه عمر آنها، از تولید تا بازیافت، با استفاده از منابع انرژی سبز تأمین شود [۱-۴]. درحالی‌که تغییر از موتورهای سوخت فسیلی به پیش‌رانه‌های برقی می‌تواند به‌طور مؤثری انتشار گازهای خروجی را حذف کند، یکی از موانع اصلی همچنان هزینه بالای اولیه طراحی تولید خودروهای برقی است. طراحی و اجرای تنظیم‌گری مؤثر و مشوق‌های مالی برای جذب سرمایه‌گذاری در این حوزه و ترغیب مصرف‌کنندگان برای تغییر ضروری است. در این میان، خودروسازان سنتی با چالش‌های فنی و بازاری قابل‌توجهی در گذار به تولید خودروهای برقی مواجه‌اند. همچنین چرخه استخراج و تولید باتری عمدتاً در انحصار تعداد محدودی از کشورهاست. افزون‌بر این، استخراج مواد خام حیاتی مورد نیاز برای باتری‌ها بسیار انرژی‌بر است و موجب نگرانی‌های زیست‌محیطی متعددی شده است [۵-۸].

خودروهای برقی موفقیت نسبی در بازارهای کشورهای پیشرفته داشته‌اند. با فروش نزدیک به چهارده میلیون خودروی برقی در سال ۲۰۲۳، که ناشی از سیاست‌های حمایتی قوی از تولید و قدرت خرید مصرف‌کننده است، فروش جهانی خودروهای برقی در چند سال اخیر افزایش یافته است. تجربه کشورهای صنعتی پیشرو نشان داده است که موفقیت در مسیر برقی‌سازی حمل‌ونقل نیازمند توجیه اقتصادی کوتاه‌مدت و بلندمدت، بهره‌گیری از مکانیسم‌های نوآورانه تأمین مالی و استفاده بهینه از دارایی‌های موجود است. همچنین، عوامل ژئوپلیتیک بین‌المللی نقشی کلیدی در شکل‌دهی آینده حمل‌ونقل برقی ایفا می‌کنند. به‌ویژه با توجه به انتقال رهبری فناورانه از غرب به شرق در زمینه خودروهای برقی و سیاست‌های تقابلی کشورهای غربی با چین، چشم‌انداز رقابتی جدیدی فراتر از مسائل صرفاً اقتصادی پدیدار شده است [۹].

تجارب کشورهای مختلف پیشرو در برقی‌سازی حمل‌ونقل نشان می‌دهد که دسترسی به تأمین مالی مقرون‌به‌صرفه و بلندمدت برای حمایت از پیشرفت‌های فناورانه لازم برای موفقیت در این گذار ضروری خواهد بود.[۲] علاوه‌بر این، سازوکارهای مختلفی وجود دارد که می‌تواند حمایت قانونگذار و عموم را در کشورهایی که مزایای سیاسی، اقتصادی و زیست‌محیطی پذیرش این تغییرات را تشخیص داده‌اند جلب کند. همسویی سازمان‌های معتبر جهانی در پیام زیست‌محیطی خودروهای برقی بسیار روشن است. پیش‌بینی سرمایه‌گذاری بین‌المللی سالیانه سه تا پنج تریلیون دلاری برای دستیابی به هدف انتشار صفر خالص تا سال ۲۰۵۰، همراه با کاهش چشمگیر هزینه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر، زمینه‌ای مساعد برای تحولی عظیم در فناوری‌های سبز ایجاد کرده که بخش قابل‌توجهی از این تحول به گسترش خودروهای برقی اختصاص یافته است. کشورها و بازیگران صنعتی برای بهره‌برداری از این فرصت‌ها با چالش‌هایی نظیر انطباق با چشم‌اندازهای متغیر، توسعه مهارت‌های نوین و غلبه بر موانع مالی و تولید و توزیع انرژی مواجه شده‌اند [۱۰-۱۲].

---

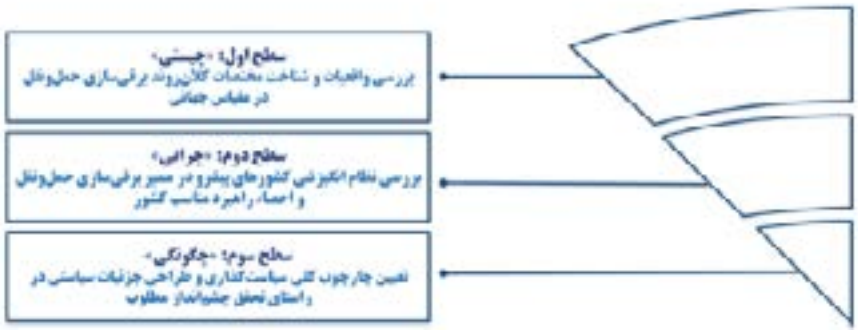
۱. اطلاعات تکمیلی در پیوست ۱.
۲. اطلاعات تکمیلی در پیوست ۲.

سازمان‌های معتبر بین‌المللی مانند آژانس بین‌المللی انرژی و مجمع جهانی اقتصاد با ارائه داده‌ها و توصیه‌های سیاستی، در تدوین راهبردهای ملی نقش بسزایی دارند. بانک جهانی نیز نقشی عمده در تدوین راهبردهای خودروهای برقی ایفا می‌کند. همچنین سازمان‌های غیردولتی از طریق فعالیت‌های عمومی و کمپین‌های شهروندی به ترویج پذیرش حمل‌ونقل پاک (از جمله خودروهای برقی) می‌پردازند. شرکت‌های خصوصی، به‌ویژه خودروسازان و شرکت‌های فناوری، با نوآوری‌هایی در زمینه باتری‌ها و هوشمندسازی فناوری‌ها، نقش مهمی در پیشبرد تجارت جهانی ایفا می‌کنند. مؤسسات دانشگاهی نیز با انجام پژوهش‌هایی پیرامون تأثیرات بلندمدت خودروهای برقی سهم مهمی در شفاف‌سازی دلایل این تغییرات دارند. چنین هم‌افزایی بین‌المللی نیاز به درک «چرایی» برقی‌سازی حمل‌ونقل را دوچندان می‌کند[۱۳].

شکل ۱ سطح تحلیل ابعاد مختلف حمل‌ونقل برقی در سه سطح چرایی، چگونگی و چیستی را نشان می‌دهد. درواقع وقتی صحبت از «چرایی» برقی‌سازی حمل‌ونقل می‌شود، مزایای اجتماعی از جمله کاهش آلودگی هوا (کاهش هزینه سلامت) و تغییر مدل و نوع مصرف انرژی و بهبود کیفیت زندگی مطرح می‌شود. همچنین وقتی «چگونگی» برقی‌سازی حمل‌ونقل مطرح می‌شود، توجیه‌پذیری اقتصادی، نحوه تولید و توزیع برق پاک (خورشیدی و بادی و غیره) و گسترش زیرساخت‌های شارژ (خصوصی و عمومی) و ایجاد فرصت‌های اقتصادی جدید موضوعیت پیدا می‌کند. درنهایت بحث «چیستی» برقی‌سازی حمل‌ونقل مربوط به جزئیات فناوری باتری، بحث مشخصات فنی وسایل نقلیه و خدمات پس از فروش مطرح می‌شود. کشورهای پیشرو در برقی‌سازی برای ایجاد فرهنگ برقی‌سازی و همراهی بیشتر جامعه از «چرایی» این موضوع شروع کرده‌اند.

در واقع، تحلیل و بحث پیرامون «چیستی» برقی‌سازی حمل‌ونقل در مقیاس جهانی، با هدف بررسی واقعیات و شناخت مختصات کلان، این روند را نشان می‌دهد. مرحله بعدی طراحی مسیر ورود و نقش‌آفرینی در زنجیره ارزش بین‌المللی بررسی نظام انگیزشی کشورهای پیشرو در مسیر برقی‌سازی حمل‌ونقل و احصای راهبرد مناسب کشور در این حوزه تحت عنوان «چرایی» است. درنهایت مرحله «چگونگی» یا تعیین کلی سیاستگذاری کشور و طراحی جزئیات سیاستی باید در راستای تحقق چشم‌انداز مطلوب در این حوزه مورد توجه قرار گیرد؛ موضوعی که در روند فعلی برقی‌سازی در نهادهای مختلف کشور ایران مغفول مانده و با گذر از دو سطح اول، یعنی بدون شناخت از واقعیات و مختصات کلان روند برقی‌سازی حمل‌ونقل در مقیاس جهانی و نظام انگیزشی کشورهای پیشرو در این حوزه و قبل از احصای راهبرد مناسب کشور در مواجهه با این کلان روند، اقدام‌هایی در دستور کار قرار گرفته است.

شکل ۱. سطح تحلیل ابعاد مختلف حمل‌ونقل برقی [۴۰]



درمجموع می‌توان گفت که در دهه‌های اخیر مطالبه‌گری مصرف‌کننده برای دسترسی همگانی و عادلانه به حمل‌ونقل پاک، ازجمله خودرو برقی، برای بالا بردن کیفیت زندگی و برابری اجتماعی در سطح بین‌الملل بیشتر مطرح شده است. ولی گسترش خودروهای برقی زمانی بیشترین تأثیر مثبت را خواهد داشت که چرایی این تغییر عمیق‌تر درک شود و تمام چرخه این فناوری نوین، از تولید تا بازیافت، سازگار با محیط زیست باشد. موفقیت گذار حمل‌ونقل یک جغرافیا و تبدیل آنان به حوزه‌های پایدارتر بستگی شدیدی به پایداری صنعت انرژی مربوطه دارد [۱۴-۱۸].

برای متخصصان صنعت انرژی نگرانی‌هایی جدی وجود دارد که اگر کشورها بدون گذار شبکه انرژی خود به منابع تجدیدپذیر به پذیرش خودروهای برقی اقدام کنند، اهداف کاهش کربن تضعیف می‌شود. شارژ خودروهای برقی با برق تولید شده از سوخت‌های فسیلی ممکن است آثار منفی بر اهداف زیست‌محیطی داشته باشد. همچنین قیمت بالای خودروهای برقی ممکن است باعث شود فقط اقشار مرفه قادر به تهیه آنها باشند که این امر نابرابری اجتماعی را تشدید خواهد کرد. اگر خانوارهای کم‌درآمد نتوانند خودروهای برقی تهیه کنند یا مناطق محروم فاقد زیرساخت کافی باشند، رسیدن به اهداف کلان اجتماعی و زیست‌محیطی دشوار خواهد بود [۱۹].

### ۱-۱. ساختار پژوهش

این پژوهش با رویکردی نظام‌مند به بررسی روندهای جهانی در پذیرش خودروهای برقی پرداخته است. در این راستا، در مرحله نخست، سه منطقه کلیدی شامل چین، ایالات متحده آمریکا و اتحادیه اروپا به‌عنوان جغرافیاهای اصلی و مؤثر در توسعه بازار جهانی خودروهای برقی مطالعه شده‌اند. انتخاب این مناطق با توجه به گستردگی بازار، ظرفیت‌های صنعتی قابل‌توجه و نقش محوری آنها در تدوین سیاست‌ها، تنظیم‌گری و قانونگذاری مرتبط صورت پذیرفته است. چین به‌عنوان بزرگ‌ترین بازار خودروهای برقی و یکی از نوآورترین بازیگران این صنعت، جایگاهی منحصربه‌فرد را به خود اختصاص داده است.

ایالات متحده آمریکا نیز با تمرکز بر نوآوری‌های فناورانه در حوزه برقی‌سازی و هوشمندسازی خودروها، به‌ویژه از طریق نقش مهم شرکت تسلا به‌عنوان برند پیشرو جهانی، موقعیت خود را تثبیت کرده است. اتحادیه اروپا نیز با بهره‌گیری از سابقه طولانی در صنعت خودروسازی و پیش‌گامی در وضع قوانین و مقررات سخت‌گیرانه زیست‌محیطی، سهمی ویژه در این عرصه ایفا می‌کند.

علاوه‌بر مناطق مذکور، دو بلوک اقتصادی آسه‌آن و چند کشور (متحد اقتصادی) آمریکای شمالی نیز برای تحلیل بیشتر در این گزارش انتخاب شده‌اند. این انتخاب با توجه به تحولات پویا در حوزه خودروهای برقی و تأثیرپذیری آنها از توافقات منطقه‌ای و نفوذ اقتصادی چین صورت گرفته است. منطقه آسه‌آن تعهد روزافزون به گذار به انرژی سبز نشان داده و از الگوی اقتصادی تولیدمحور چین برای توسعه پایدار شهری پیروی کرده است. در مقابل، کشورهای عضو بلوک نفتا، شامل کانادا، مکزیک و ایالات متحده آمریکا، از طریق همکاری‌های فرامرزی و سرمایه‌گذاری گسترده در تولید خودروهای برقی و زنجیره‌های تأمین مرتبط، صنایع خودرویی خود را بازسازی کرده‌اند. این اقدامات اهمیت راهبردی بلوک مذکور را در تجارت آمریکای شمالی نشان می‌دهد. علاوه‌بر مناطق مذکور، برخی کشورهای اروپایی نظیر نروژ و هلند نیز به‌دلیل عملکرد پیشروانه خود در پذیرش خودروهای برقی مورد توجه قرار گرفته‌اند. نروژ با برخورداری از بالاترین نرخ نفوذ خودروهای برقی در جهان، که با یارانه‌های دولتی گسترده و ایجاد زیرساخت‌های فراگیر شارژ تسهیل شده، صفت پیشرو را در تحولات این بازار از آنِ خود کرده است. هلند نیز با بهره‌گیری از چارچوب سیاستی نوآورانه شامل مشوق‌های مالیاتی و شبکه پیشرفته ایستگاه‌های شارژ شناخته می‌شود. شایان ذکر است که هر دو کشور همچنان درآمد قابل‌توجهی از صنعت نفت کسب می‌کنند.

در بخش دیگری از این پژوهش، دلایل ضرورت برقی‌سازی حمل‌ونقل ایران نیز واکاوی شده است و بدین منظور، کشورهای

همسایه ایران بررسی شده‌اند. ترکیه به‌دلیل تلاش‌های فزاینده برای ایجاد قابلیت‌های تولید داخلی خودروهای برقی نمایانگر جاه‌طلبی‌های منطقه‌ای بین آسیا و اروپا در این حوزه است. همچنین در کشورهای جنوب خلیج فارس، نظیر امارات متحده عربی و عربستان سعودی، نیز این ضرورت به منظور سرمایه گذاری در فناوری های پاک و مسائل زیست محیطی نمود پیدا کرده است.

تمرکز اصلی پژوهش حاضر بر تحلیل مقایسه‌ای میان مناطق منتخب بوده است تا تضادها و شباهت‌ها در زمینه واقعیت‌های سیاسی، صنعتی و اقتصادی آشکار شود. باوجود تلاش‌های گسترده و دقیق برای انجام مطالعه تطبیقی کشورهای منتخب، باید اذعان داشت که وضعیت کنونی این کشورها به‌شدت تحت تأثیر شرایط پویا و متغیر سیاسی، اقتصادی و زیست‌محیطی قرار دارد. این پویایی ماهیت مطالعات تطبیقی را پیچیده‌تر می کند؛ چراکه تحلیل سیاست‌های ملی مستلزم تلفیق تفاسیر ذهنی و ارزیابی‌های عینی است. ازاین‌رو، توصیه می‌شود که مخاطبان این گزارش با دقت‌نظر عمیق‌تری به نتایج ارائه شده بنگرند؛ زیرا انگیزه‌ها و «چرایی برقی‌سازی حمل‌ونقل» همه کشورها، به‌دلیل تأثیرپذیری از عوامل متغیر بازار، فناوری‌های نوظهور و روندهای جهانیِ در حال تحول، ممکن است به‌طور کامل در این مطالعه بازتاب نیافته باشد. همچنین باید توجه داشت که محدودیت دسترسی به اطلاعات عمومی و گاه عدم شفافیت برخی داده‌ها می‌تواند بر گستره و عمق تحلیل‌ها اثرگذار باشد. علاوه‌بر این، لازم است تأکید شود که «چرایی برقی‌سازی حمل‌ونقل» کشورهای مختلف در گذر زمان ممکن است دچار تغییرات بنیادین شود؛ ازاین‌رو، بازنگری منظم و تطبیقی تحلیل‌ها با شرایط نوظهور، ضرورتی علمی برای دستیابی به درکی عمیق‌تر از سیاست‌های ملی و روندهای حاکم بر این حوزه است.

در ادامه این گزارش، کشورهای منتخب و مناطق مختلف بررسی خواهند شد تا تصویری آموزنده از عوامل کلیدی مؤثر بر پذیرش و توسعه خودروهای برقی ارائه شود. تحلیل‌های صورت‌گرفته همراه با جدول‌های خلاصه شده به گزارش ضمیمه شده‌اند تا یافته‌های پژوهشی در چارچوبی منسجم و موضوع‌محور سازمان‌دهی شوند. هدف از این تنظیم موضوعی و ارائه جداول، تفکیک حتی‌الامکان اهداف راهبردی کشورهای مختلف است؛ این طبقه‌بندی براساس یافته‌های پژوهشی نویسندگان و اطلاعات مستند از منابع معتبر صورت گرفته است. درنهایت، این گزارش با توجه به واقعیت‌های پویای روندهای بین‌المللی تلاش دارد چارچوبی شفاف برای درک بهتر سیاست‌ها و اقدامات مرتبط برای چرایی برقی‌سازی حمل‌ونقل ایران ارائه کند.

## ۲-۱. واژگان مرتبط با خودروهای برقی

واژگان و اصطلاحات مرتبط با خودروهای برقی در مناطق جغرافیایی و حوزه‌های گوناگون، از تنوع قابل‌توجهی برخوردارند. این گوناگونی بازتاب‌دهنده تفاوت‌های موجود در فناوری، سیاستگذاری‌ها و اولویت‌های بازار هر منطقه است. در مطالعات تطبیقی میان کشورهای مختلف در این گزارش، ضروری است که این تعاریف متنوع با دقت مورد استفاده قرار گیرند تا تفاوت‌ها به‌طور شفاف مشخص شوند. در ادامه، تعاریف و مفاهیم کلیدی به‌صورت مختصر ارائه شده‌اند:

**خودروهای برقی:**[1] دسته‌بندی کلی که شامل تمام خودروهایی می‌شود که حداقل بخشی از نیروی خود را از برق تأمین می‌کنند.

**خودروهای تمام‌برقی با باتری:**[2] خودروهایی که کاملاً با باتری کار می‌کنند و هیچ موتور احتراقی ندارند.

**خودروهای پلاگین هیبریدی:**[3] خودروهایی که ترکیبی از موتور احتراقی و موتور برقی با باتری قابل شارژند. این خودروها

1. EV
2. BEV
3. PHEV

می‌توانند برای مسافت‌های کوتاه با برق کار کنند، اما برای سفرهای طولانی به بنزین متکی‌اند.

**خودروهای هیبریدی ملایم[1] و هیبریدی معمولی:**[2] این خودروها هم موتور بنزینی و هم باتری دارند، اما قابلیت شارژ شدن از طریق اتصال به برق را ندارند.

**خودروی بدون آلایندگی:**[3] خودروهایی که هیچ‌گونه آلایندگی از اگزوز تولید نمی‌کنند. این دسته شامل خودروهای تمام‌برقی، خودروهای سلول سوختی هیدروژنی و برخی خودروهای پلاگین هیبریدی (فقط در حالت کاملاً برقی) می‌شوند.

**خودروی سلول سوختی هیدروژنی:**[4] خودروهایی که نیروی خود را از برق تولید شده توسط سلول‌های سوختی هیدروژنی تأمین می‌کنند و فقط بخار آب به‌عنوان خروجی جانبی تولید می‌کنند.

**خودروی انرژی نو:**[5] این واژه به‌طور گسترده در چین برای اشاره به خودروهای بدون آلایندگی استفاده می‌شود.

در این گزارش، هنگامی که از خودروهای برقی استفاده می‌شود، مقصود به‌طور خاص خودروهای تمام‌برقی با باتری و خودروهای پلاگین هیبریدی است. این دسته از خودروها به‌واسطه بهره‌گیری از باتری‌ها که نقشی محوری در تأمین نیروی محرکه آنها ایفا می‌کنند، تحولی بنیادین در صنعت حمل‌ونقل به‌شمار می‌آیند و پیش‌بینی می‌شود رشد قابل‌توجهی در سال‌های آینده داشته باشند.[6] فناوری‌های مذکور در قیاس با موتورهای احتراق داخلی[7]، وابستگی سیستم حمل و نقل به سوخت‌های فسیلی را به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌دهند. خودروهای تمام‌برقی فقط با استفاده از نیروی ذخیره شده در باتری‌ها حرکت می‌کنند؛ درحالی‌که خودروهای پلاگین هیبریدی ترکیبی از موتور احتراق داخلی و باتری قابل شارژ خارجی را به‌کار می‌گیرند. در مقابل، خودروهای هیبریدی ملایم و هیبریدی معمولی غالباً به‌عنوان نسخه‌های تکامل‌یافته فناوری‌های مبتنی‌بر موتورهای احتراق داخلی شناخته می‌شوند. اگرچه خودروهای هیبریدی مزایای چشمگیری در زمینه کاهش مصرف سوخت و انتشار گازهای گلخانه‌ای نسبت به خودروهای فعلی سوخت فسیلی دارند؛ اما نمی‌توانند تغییر اساسی در کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی مانند خودروهای تمام‌برقی با باتری و خودروهای پلاگین هیبریدی ارائه دهند. شایان ذکر است که تأثیرگذاری خودروهای پلاگین هیبریدی در کاهش آلایندگی زیست‌محیطی و مصرف سوخت، تا حد زیادی وابسته به نحوه استفاده کاربران از قابلیت شارژ این خودروهاست. به بیان ساده‌تر، اگر مصرف‌کننده از امکان شارژ خارجی این خودروها بهره نبرد، اثرهای مثبت زیست‌محیطی پلاگین‌ها نیز تحقق نخواهد یافت.

امروزه خودروهای برقی ارتباط مفهومی مستقیمی با اهداف جهانی توسعه پایدار دارد؛ اهدافی که بر افزایش بهره‌وری سیستم‌های کلان و خرد، کاهش مصرف منابع طبیعی و مقابله با تغییرات اقلیمی متمرکزند. خودروهای برقی نه‌تنها ابزاری برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شوند، بلکه نمادی از تحول عمیق بهره‌وری در عرصه حمل‌ونقل و جابه‌جایی[8] محسوب می‌شوند.

در این گزارش، با توجه به چالش‌های معاصر در صنعت خودروسازی کشور و ضرورت بهره‌گیری از تجربیات سایر کشورها موضوع «چرایی خودروهای برقی» به‌عنوان بخشی از سیستم حمل‌ونقل برقی در نظر گرفته شده است. بااین‌حال، در مواقع مقتضی و برای ارتقای شفافیت علمی گزارش پیش‌رو، ترجیح داده شده است که از اصطلاح «چرایی حمل‌ونقل برقی» به‌جای «چرایی خودروی برقی» در موارد مورد نیاز در متن استفاده شود تا گستره مفهومی موردنظر روشن‌تر ارائه شود.

---

1. MHEV
2. HEV
3. ZEV
4. FCEV
5. NEV

۶. اطلاعات تکمیلی در پیوست ۳.

7. ICE
8. Mobility

## ۲. پیشینه

### ۲-۱. سوابق مطالعاتی

جدول ۱. مطالعاتی تحلیل پیشینه پژوهشی

| ردیف | عنوان گزارش | سال انتشار | شماره مسلسل | نام دفتر / سازمان / نهاد | توضیحات |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | چرخش‌های تحول‌آفرین فناوری در صنعت خودرو (۱): الزامات ورود و نقش‌آفرینی ایران در زنجیره ارزش بین‌المللی خودروهای برقی | ۱۴۰۳ | ۲۰۰۴۵ | مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه صنعت) | |

**مأخذ:** یافته‌های پژوهش.

## ۳. مطالعات تطبیقی کشورهای انتخابی

### ۳-۱. سه جغرافیای تأثیرگذار

در ادامه مطالعات اخیر در مرکز پژوهش‌های مجلس با محوریت «الزامات ورود و نقش‌آفرینی ایران در زنجیره ارزش بین‌المللی خودروهای برقی»، گزارش پیش‌رو با ارائه نتایج مطالعات تکمیلی با تمرکز اولیه بر تحلیل سه منطقه جغرافیایی تأثیرگذار بر بازار و صنعت حمل‌ونقل، یعنی چین، ایالات متحده آمریکا و اتحادیه اروپا، آغاز می‌شود. جدول ۲ به‌طور خلاصه اهداف کلیدی و راهبردی این سه منطقه را شناسایی و مقایسه کرده و اولویت‌های کلان هریک را در توسعه و گسترش خودروهای برقی نشان داده است. این جدول نمایی کلی از رویکردهای سیاستگذاری هر منطقه را ارائه می‌دهد. در ادامه، جدول ۳ به بررسی سیاست‌های اتخاذ شده در این سه منطقه می‌پردازد و هم‌گرایی‌ها و واگرایی‌های موجود در رویکردهای آنها را تحلیل می‌کند تا رابطه «چرایی برقی‌سازی» را متناسب با شرایط اقتصادی، سیاسی و زیست‌محیطی کاوشگری کند. علاوه‌بر این جدول‌ها، جدول ۴ اهداف اصلی این سه منطقه جغرافیایی را در کنار چند کشور منتخب دیگر بررسی و آنها را در سه سطح راهبردی اولیه، ثانویه و سوم دسته‌بندی می‌کند. هدف از ارائه این سه جدول، واکاوی عمیق‌تر فرایند شکل‌گیری اهداف مرتبط با برقی‌سازی است که در ادامه این بخش به‌تفصیل مورد بحث قرار خواهند گرفت.

#### ۳-۱-۱. چین

چین به‌عنوان تأثیرگذارترین کشور در صنعت جهانی خودروهای برقی جایگاه خود را به‌خوبی در جهان تثبیت کرده است که این امر عمدتاً ناشی از تمایل چین برای تبدیل شدن به رهبری بازار جهانی و کنترل کامل زنجیره تأمین تولید خودروهای برقی است. این هدف راهبردی فراتر از تولید صرف خودرو می‌شود و شامل کنترل منابع حیاتی مانند باتری‌ها و مواد معدنی کمیاب است که اجزای اساسی در تولید خودروهای برقی محسوب می‌شوند. با دستیابی به رهبری در این حوزه، چین به‌دنبال اعمال نفوذ چشمگیر بر مسیر آینده حمل‌ونقل جهانی است [۹].

یکی از اهداف ثانویه چین کاهش وابستگی آن به نفت است که به‌طور تاریخی نقطه‌ضعفی به‌دلیل اتکای آن به سوخت‌های فسیلی وارداتی بوده است. گذار به خودروهای برقی به‌عنوان گامی اساسی در راستای تقویت امنیت انرژی بلندمدت تلقی می‌شود. علاوه‌بر این، این تغییر با برنامه گسترده‌تر چین برای تقویت نوآوری در فناوری‌های سبز همسو است و این کشور را در خط مقدم پیشرفت‌های تکنولوژیکی قرار می‌دهد که آینده حمل‌ونقل را شکل خواهند داد. درحالی‌که ترویج خودروهای برقی به‌عنوان بخشی از تلاش‌های آنها برای کاهش آلودگی شهرهای چین است، همکاری جهانی آنها در کاهش قابل‌توجه انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی در محاسبات راهبردی چین از اهمیت ثالث برخوردارند. تعهد چین به تجارت صادراتی و پایبندی به توافقات زیست‌محیطی بین‌المللی منعکس‌کننده تمایل آن برای حفظ تصویر مثبت

جهانی و رعایت استانداردهای بین‌المللی است. شایان ذکر است که اهداف زیست‌محیطی اغلب در چارچوب گسترده‌تر رشد اقتصادی و رهبری فناوری چین و دسترسی به بازارهای دیگر دنبال می‌شوند[۲۰].

### ۲-۱-۳. ایالات متحده آمریکا

رویکرد ایالات متحده به خودروهای برقی به‌طور قابل‌توجهی از تمایل این کشور برای احیای بخش تولید داخلی، به‌ویژه در صنعت خودروسازی، شکل گرفته است. دولت ایالات متحده تولید خودروهای برقی را به‌عنوان حوزه‌ای کلیدی شناسایی کرده است که می‌تواند در آن مزیت رقابتی خود را بازیابد و وابستگی به خودروهای خارجی را کاهش دهد. با تلاش برای استقلال از خودروهای تولید خارج، ایالات متحده نه‌تنها به‌دنبال کاهش واردات است، بلکه همچنین قصد دارد اشتغال‌زایی داخلی را تحریک کند و اطمینان یابد که در خط مقدم نوآوری‌های خودرویی باقی می‌ماند[۲۱].

ایالات متحده علاوه‌بر تقویت پایه تولیدی خود، بر رسیدگی به یکی از بزرگ‌ترین منابع انتشار گازهای گلخانه‌ای خود، یعنی حمل‌ونقل، متمرکز است. ترویج خودروهای برقی به‌عنوان بخشی اساسی از تلاش‌ها برای کاهش قابل‌توجه انتشار گازهای گلخانه‌ای تلقی می‌شود و با تعهدات گسترده‌تر این کشور تحت توافقات بین‌المللی، مانند پیمان پاریس، همسو است. این تمرکز زیست‌محیطی به‌طور نزدیک با تلاش‌ها برای ایجاد فرصت‌های شغلی جدید در بخش‌های انرژی پاک پیوند خورده است؛ به‌ویژه از طریق ایجاد مشاغل مبتنی‌بر فناوری که هم رشد اقتصادی و هم پایداری را حمایت می‌کنند[۲۱]. نگاه آمریکا توسعه الِمان‌های مختلف زیست‌بوم برقی‌سازی بوده و دولت ایالات متحده منابع قابل‌توجهی را به زیرساخت‌های لازم، مانند ایستگاه‌های شارژ و شبکه‌های هوشمند، اختصاص داده است تا پذیرش گسترده خودروهای برقی در سراسر کشور تسهیل شود. علاوه‌بر این، حفظ موقعیت رهبری تکنولوژیکی در نوآوری‌های انرژی پاک برای اطمینان از رقابت‌پذیری بلندمدت در بازارهای داخلی و جهانی حیاتی تلقی می‌شود[۲۲].

باید توجه داشت که سیاست برقی‌سازی حمل‌ونقل در ایالات متحده، به دلیل مقیاس گسترده بازار داخلی و حجم عظیم صنعت خودروسازی این کشور، دارای پیامدهای بین‌المللی عمیق و اثرگذار است. چشم‌انداز سیاستی این حوزه پس از آغاز دور دوم ریاست‌جمهوری ترامپ در سال ۲۰۲۵ به نقطه عطفی تعیین‌کننده بدل شد؛ نقطه‌ای که در آن رویکرد فدرال از تمرکز بر تسریع روند برقی‌سازی به سمت مقررات‌زدایی و تأکید بر آزادی انتخاب مصرف‌کننده تغییر یافت و همین امر موجب پیچیدگی بیشتر در جهت‌گیری سیاست‌ها گردید.

تا پیش از سال ۲۰۲۵، سیاست فدرال به‌طور بارز معطوف به تسریع پذیرش خودروهای برقی بود. این هدف از طریق اجرای استانداردهای تدریجاً سخت‌گیرانه‌تر در حوزه آلایندگی و طراحی مقرراتی با هدف افزایش سهم خودروهای بدون آلایندگی تا افق ۲۰۳۲-۲۰۳۰ دنبال می‌شد. در همین چارچوب، الزامات ایالت کالیفرنیا (در پرتو معافیت اعطاشده از قانون هوای پاک) نقشی محوری در هدایت برنامه‌های خودروسازان به سوی تولید خودروهای برقی (EV) و هیبریدی پلاگین (PHEV) ایفا کرد. علاوه بر این، سیاست‌های حمایتی همچون اعتبارات قانون کاهش تورم (IRA)، مشوق‌های پیش‌بینی‌شده در قانون زیرساخت‌ها، یارانه‌های تولید داخلی باتری و توسعه شبکه‌های شارژ تحت برنامه NEVI، به‌طور هم‌زمان سیگنال‌های مثبتی به بازار ارسال و جریان سرمایه‌گذاری را تقویت نمودند.

با آغاز به کار دولت ترامپ در سال ۲۰۲۵، استراتژی فدرال بازآرایی شد. دولت جدید هدف ۵۰ درصدی برای خودروهای برقی را لغو کرد، نهادهای مرتبط را ملزم به حذف الزامات مربوط به این خودروها نمود و فرایند بازنگری یا لغو مقررات سازمان حفاظت محیط زیست (EPA) را در دستور کار قرار داد. هم‌زمان بخش قابل توجهی از اعتبارات خرید خودروهای برقی و مشوق‌های انرژی پاک کاهش یافت یا به پایان رسید. در حوزه زیرساخت نیز دستورالعمل‌های برنامه NEVI بازبینی و با اجرای نسخه‌ای ساده‌تر جایگزین شد. در این شرایط، هرچند خودروسازان ایالات متحده همچنان رقابت فناورانه بین‌المللی و فشار ناشی از پیشتازی چین را به‌عنوان اولویتی راهبردی در برنامه‌های آینده خود لحاظ کرده‌اند، به‌طور هم‌زمان از انعطاف بیشتر در استانداردهای داخلی استقبال نشان داده‌اند. تحلیلگران نیز معتقدند که پذیرش خودروهای برقی در کوتاه‌مدت به دلیل هزینه‌های بالای مالکیت با سرعتی کندتر در این کشور پیش خواهد رفت.

به نظر می‌رسد انگیزه‌های این تغییرات ریشه در ترکیبی از ملاحظات ایدئولوژیک ـ به‌ویژه نگرش دولت ترامپ به تحولات ژئوپلیتیک ـ و اهداف

صنعتی دارد. سیاست‌های جدید در قالب ترویج آزادی انتخاب مصرف‌کننده، کنترل هزینه‌ها و تقویت امنیت انرژی تبیین شده و هم‌زمان با تردید نسبت به الزامات سخت‌گیرانه و وابستگی به زنجیره‌های تأمین خارجی همراه است. از این منظر، رویکرد دولت ترامپ را نمی‌توان به‌طور کامل ضد خودروهای برقی دانست؛ بلکه بیشتر پاسخی انتقادی به مدل یارانه‌محور پذیرش فناوری در آمریکا به شمار می‌رود، مدلی که به باور سیاستگذاران این دولت، منافع تولیدکنندگان خارجی را تأمین می‌کند.

پیامد کوتاه‌مدت این تغییر رویکرد، کندی در فروش و سرمایه‌گذاری است؛ اما در بلندمدت، عوامل بیرونی همچون رقابت جهانی، سرمایه‌گذاری‌های انباشته و سیاست‌های ایالتی، روند برقی‌سازی را ادامه خواهند داد، هرچند مسیر آن متفاوت و با پیچیدگی بیشتری همراه خواهد بود. از این‌رو، تمرکز این گزارش نه بر بررسی ابعاد ژئوپلیتیک ناشی از تغییرات اخیر در دولت ترامپ، بلکه بر تحلیل روند شکل‌گیری و تحولات اولیه سیاست‌های برقی‌سازی در ایالات متحده قرار دارد.

### ۳-۱-۳. اتحادیه اروپا

اتحادیه اروپا یکی از بلندپروازانه‌ترین برنامه‌های اقلیمی در سطح جهانی را برای خود تعریف کرده است که هدف اصلی آن دستیابی به انتشار کربن صفر تا سال ۲۰۵۰ یا زودتر است. این خودتعهدی، پایداری محیط زیست را در قلب سیاستگذاری‌های اتحادیه اروپا قرار داده و این منطقه را به یکی از معدود مناطقی تبدیل کرده است که اقدام اقلیمی به‌عنوان محرک اصلی پذیرش خودروهای برقی عمل می‌کند. راهبرد اتحادیه اروپا شامل تحول در صنعت خود و رهبری در فناوری‌های پیشرفته پایدار است. برای دستیابی به این اهداف بلندپروازانه، اتحادیه اروپا بر تقویت پایگاه صنعتی خود، به‌ویژه در بخش‌هایی مانند انرژی‌های تجدیدپذیر، تولید باتری و خودروهای برقی، تمرکز دارد. با سرمایه‌گذاری گسترده در تحقیق و توسعه برای فناوری‌های پایدار، اروپا تلاش می‌کند تا خود را به‌عنوان یک رهبر جهانی در نوآوری و اجرای راه‌حل‌های سبز در صنایع مختلف معرفی کند [۲۳-۲۵]. هدف ثانویه اتحادیه اروپا تنوع‌بخشی به منابع انرژی است که شامل کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی از طریق افزایش استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر مانند بادی و خورشیدی می‌شود. این راهبرد همچنین شامل تقویت همکاری بین کشورهای عضو برای اطمینان از تأمین پایدار نیازهای انرژی در سراسر مرزهای اتحادیه است.

با نزدیک شدن به سال ۲۰۲۵، خودروسازان اروپایی در موقعیتی دشوار قرار گرفته‌اند و با اهداف سخت‌گیرانه انتشار آلاینده‌های اتحادیه اروپا که به نظر می‌رسد هر روز دست‌نیافتنی‌تر می‌شوند، مواجه‌اند. سال ۲۰۲۴ به‌ویژه چالش‌برانگیز بوده است؛ زیرا فروش خودروهای برقی پلاگین تا اکتبر با کاهش ۶ درصدی مواجه شده است. این عملکرد ضعیف، تولیدکنندگان بزرگ، به‌ویژه غول صنعت خودروسازی فولکس‌واگن را در معرض خطر جریمه‌های چند میلیارد یورویی قرار داده است. داده‌های انتشار آلاینده‌های سال ۲۰۲۴ نشان می‌دهد اگر روندهای کنونی ادامه یابد، صنعت خودروسازی اروپا ممکن است با جریمه‌هایی به ارزش ده‌ها میلیارد یورو روبه‌رو شود. هرچند معرفی مدل‌های جدید و افزایش تولید در سال ۲۰۲۵ ممکن است اندکی آرامش به‌همراه داشته باشد، مشکلات سال ۲۰۲۴ مسیر پیش‌رو را به‌شدت پیچیده کرده است. در واکنش به این فشار فزاینده، حزب مردم اروپا خواستار بازنگری در هدف دی‌اکسید کربن برای سال ۲۰۳۵ و درخواست معافیت از جریمه‌ها برای خودروسازان در سال آینده شده است. به همین ترتیب، انجمن خودروسازان اروپا نیز در پی اصلاح اهداف موجود است. ماه‌های آینده برای تعیین اینکه آیا تولیدکنندگان می‌توانند فاصله بین سطح کنونی انتشار آلاینده‌ها و اهداف بلندپروازانه اتحادیه اروپا را پر کنند یا خیر، حیاتی خواهد بود. مخاطرات بسیار بالاست و توانایی صنعت برای تطبیق و نوآوری در مواجهه با این چالش‌ها، آینده حمل‌ونقل اروپایی را شکل خواهد داد.

جدول ۵ به ارزیابی میزان حمایت‌گری سیاستی و نبود قطعیت‌های موجود در هریک از این مناطق پرداخته است [۲۴]. نتایج نشان می‌دهد که ایالات متحده با بهره‌گیری از قوانین حمایتی و مشوق‌های گسترده، تعهد جدی به پذیرش خودروهای برقی دارد؛ هرچند ناپایداری سیاست‌ها به‌دلیل تغییرات احتمالی دولت‌ها می‌تواند دینامیک رشد این صنعت را در این کشور تغییر دهد. اتحادیه اروپا، علی‌رغم تعیین اهداف بلندپروازانه برای کربن‌زدایی، به‌دلیل تنوع ساختاری کشورها در این اتحادیه و نبود هماهنگی در سیاست‌ها و کمبود منابع مالی کافی با چالش‌هایی مواجه است. این اتحادیه اذعان دارد که دستیابی به انتشار خالص صفر کربن مستلزم تحولاتی عمیق در عرصه اقتصادی است.

در همین چارچوب، سرمایه‌گذاری در صنایع نوین نه‌تنها فرصت‌های شغلی تازه‌ای ایجاد خواهد کرد، بلکه تضمین می‌کند که اروپا جایگاه رقابتی خود را همچنان حفظ کند. در مقابل، چین با حمایت گسترده دولتی و برنامه‌ریزی راهبردی، به رهبری جهانی در صنعت خودروهای برقی دست یافته است؛ هرچند وابستگی به دخالت دولت و ریسک‌های ژئوپلیتیکی از چالش‌های پیش‌روی این کشور محسوب می‌شوند[۲۴]. جدول ۶ میزان خودکفایی فناوری‌های مرتبط با برقی‌سازی را در سه منطقه بررسی کرده است. ایالات متحده تلاش دارد وابستگی خود را به زنجیره تأمین خارجی کاهش دهد. این کشور با سرمایه‌گذاری گسترده در تولید داخلی، به خودکفایی نسبی در حوزه فناوری باتری دست یافته است. اتحادیه اروپا همچنان وابسته به واردات فناوری از آسیا، مخصوصاً چین، بوده و ظرفیت تولید داخلی آن محدود است. سطح خودکفایی فناوری در تمام کشورهای اروپایی یکسان نبوده و این بر چرایی برقی‌سازی بی‌تأثیر نیست. در ادامه، سه کشور اروپایی آلمان، نروژ و هلند از منظر چرایی مطالعه موردی شده است.

## ۲-۳. سه کشور منتخب اروپایی

### ۱-۲-۳. آلمان

کشور آلمان با هم‌زمانی بی‌سابقه‌ای از بحران‌های متنوع در بخش‌های کلیدی صنعتی خود روبه‌رو است. این کشور از اواخر سال ۲۰۲۱ تاکنون رشد واقعی قابل توجهی در تولید ناخالص داخلی فصلی تجربه نکرده است و پیش‌بینی می‌شود تولید ناخالص داخلی سالیانه برای دومین سال متوالی کاهش یابد. این رکود اقتصادی به‌ویژه در بخش تولید ملموس است؛ به‌طوری که تولید صنعتی، به‌استثنای پروژه‌های عمرانی ساخت، از اوج خود در سال ۲۰۱۷ به میزان ۱۶ درصد کاهش یافته است.

صنعت خودروسازی که یکی از ستون‌های اصلی اقتصاد آلمان به‌شمار می‌آید، با چالش‌های جدی ملی و بین‌المللی مواجه شده است. بخش خودروهای برقی آلمان در سال ۲۰۲۴ با کاهش چشمگیر در ثبت‌نام خودروهای تمام‌برقی روبه‌رو شد. طی بازه زمانی ژانویه تا نوامبر سال ۲۰۲۴، تعداد ثبت‌نام خودروهای تمام‌برقی با افتی معادل ۲۶.۱ درصد نسبت به مدت مشابه سال ۲۰۲۳، از ۴۶۹,۵۶۵ واحد به ۳۴۷,۰۴۸ واحد کاهش یافت. این روند نزولی نه‌تنها بازتابی از مشکلات ساختاری در صنعت خودروسازی آلمان است، بلکه پرسش‌هایی جدی درباره سرعت و پایداری فرایند گذار به خودروهای برقی در یکی از بزرگ‌ترین و تأثیرگذارترین بازارهای خودروی اروپا ایجاد می‌کند.

انجمن خودروسازان آلمان[1] نشان می‌دهد که ۱۰ تولیدکننده برتر توانسته‌اند ۷۵.۲ درصد از سهم بازار را تصاحب کنند. باوجود این، عملکرد این گروه نیز از تنوع قابل توجهی برخوردار بوده است. شرکت فولکس‌واگن، به‌عنوان غول صنعت خودروسازی آلمان، با کاهش ۱۳ درصدی مواجه شد و فقط موفق به ثبت ۵۶,۰۷۶ واحد گردید. مرسدس‌بنز و آئودی نیز با افت‌های قابل توجهی روبه‌رو شدند و به‌ترتیب کاهش‌هایی معادل ۸ درصد و ۲۶ درصد را تجربه کردند. در مقابل، بی‌ام‌و برخلاف جریان کلی بازار حرکت کرد و افزایش ۱۷ درصدی را به ثبت رساند. تولیدکنندگان پایین‌تر از رتبه دهم در بازار، نوسانات بیشتری در بازارشان مشاهده می‌شود. برندهای رتبه یازدهم تا بیستم مجموعاً توانستند معادل سهم بازاری برابر با ۱۹.۹ درصد را به دست آورند. برخی برندها در این گروه با افت‌های شدیدی مواجه شدند؛ برای مثال، فیات با کاهش ۵۹ درصدی، اوپل با افت چشمگیر ۶۹ درصدی و پژو با کاهش شدید ۶۷ درصدی روبه‌رو شدند. وضعیت برای تولیدکنندگان کوچک‌تر که فروششان کمتر از هزار واحد بوده است، حتی بحرانی‌تر بود؛ این موضوع نشان‌دهنده دشواری‌های رقابت برای بازیگران کوچک‌تر در این بخش پیچیده و پویای صنعت خودروهای الکتریکی است.

شرکت فولکس‌واگن برای نخستین‌بار در تاریخ خود درباره احتمال تعطیلی کارخانه‌ها در آلمان هشدارهایی داده است. این هشدار نشان‌دهنده مشکلات عمیقی است که این بخش با آنها دست‌وپنجه نرم می‌کند؛ ازجمله گذار پیچیده به خودروهای برقی و تغییرات پویا در بازارهای جهانی. در همین راستا، شرکت‌های دیگر بزرگ صنعتی آلمانی و اروپایی نیز با بحران‌های رقابتی روبه‌رو شده‌اند. البته فقط خودروسازان مورد چالش قرار نگرفته‌اند، حتی شرکت‌های بزرگ زنجیره تأمین مانند بوش نیز مجبور به تعدیل نیرو شده‌اند. شرکت کانتیننتال آلمان،

1. Center of Automotive Management- https://auto-institut.de/

یکی از پیش‌گامان تولید تایر، در حال بررسی جدا کردن بخش خودرویی بیست میلیارد یورویی خود است که با مشکلات عدیده‌ای مواجه شده است. این تصمیم بازتاب‌دهنده چالش‌های گسترده‌تر تأمین‌کنندگان صنعت خودرو در عصر تحولات سریع فناورانه است. علاوه‌بر این، شرکت فورد نیز برنامه‌هایی برای تعدیل نیرو در بخش خودروسازی اروپا اعلام کرده است که بخش عمده آن در آلمان اجرا خواهد شد. کاهش پذیرش خودروهای تمام‌برقی نسبت به پیش‌بینی‌های اولیه و رقابت شدیدتر در بازاری ضعیف از دلایل اصلی این تصمیم به شمار می‌روند.

تحول صنعت خودروسازی چین در حال اثرگذاری جدی بر خودروسازان خارجی، به‌خصوص غربی، است. برندهای آلمانی که زمانی بازیگران مسلط در بزرگ‌ترین بازار خودروی جهان بودند، اکنون با کاهش چشمگیر سهم بازار خود مواجه‌اند. در سال ۲۰۲۰، شرکت‌های خارجی ۲۴ درصد از بازار خودروهای سواری چین را در اختیار داشتند، اما تا سال ۲۰۲۴ این رقم به ۱۵ درصد کاهش یافت که نشان‌دهنده تغییر سریع و قابل‌توجه در ترجیحات مصرف‌کنندگان و دینامیک بازار است. این کاهش به‌ویژه برای خودروسازان آلمانی که مدت‌ها به‌عنوان ستون‌های اصلی بازار چین شناخته می‌شدند، مشهود است. فولکس‌واگن، مرسدس‌بنز و بی‌ام‌و، باوجود موفقیت‌های تاریخی و سرمایه‌گذاری‌های قابل‌توجه در چین، با این واقعیت جدید دست‌وپنجه نرم می‌کنند. صعود برندهای محلی، به‌ویژه در بخش خودروهای برقی و هیبریدی، چشم‌انداز رقابتی را تغییر داده و تولیدکنندگان آلمانی را در تلاش برای حفظ جایگاهشان قرار داده است. جالب توجه است که هم‌زمان با از دست دادن جایگاه خودروسازان خارجی در چین، سرمایه‌گذاری چینی‌ها در بخش خودروی اروپا روبه‌افزایش است. در سال ۲۰۲۳، پروژه‌های سرمایه‌گذاری سبز چینی در اروپا به اوج رسید و سرمایه‌گذاری‌ها به نزدیک به چهار میلیارد یورو رسید. این رقم از هر دو نوع ادغام و تملک و سرمایه‌گذاری‌های غیربرقی پیشی گرفت که نشان‌دهنده تغییر راهبردی شرکت‌های چینی برای ایجاد حضوری قوی در بازار اروپاست. این تغییر برای خودروسازان آلمانی چالشی پیچیده ایجاد می‌کند. درحالی‌که آنها برای حفظ جایگاه خود در چین تلاش می‌کنند، باید با رقابت فزاینده چینی‌ها در بازارهای داخلی اروپا نیز مقابله کنند. تعرفه‌های اتحادیه اروپا بر خودروهای تمام‌برقی وارداتی از چین که از ماه نوامبر اعمال شده‌اند، ممکن است در کوتاه‌مدت مفید باشد، اما با آغاز بومی‌سازی تولید توسط خودروسازان چینی (مانند تولید محلی بی‌وای‌دی در مجارستان از سال ۲۰۲۵)، شرایط بازار دوباره پیچیده‌تر خواهد شد. این تحولات نشان‌دهنده نقطه عطفی برای اقتصاد و صنعت آلمان است که با اختلالات فناورانه و تحولات اقتصادی جهانی دست‌وپنجه نرم می‌کند. بحران‌های هم‌زمان در صنایع خودروسازی تاب‌آوری مدل اقتصادی آلمان را به چالش کشیده‌اند.

چالش‌های فعلی آلمان، صنایع این کشور را به تعیین مسیرهای راهبردی جدید در صنعت خودروسازی سوق داده است. فولکس‌واگن و دیگر خودروسازان آلمانی معتقدند که مشکلات کنونی صنعت خودرو در اروپا معضلی چندوجهی است که بازار انبوه را تحت‌تأثیر قرار داده است. تلاش‌های آلمان برای تطبیق با شرایط جدید و نوآوری نه‌فقط پیامدهای قابل‌توجهی برای اقتصاد ملی خواهد داشت، بلکه بر اقتصاد گسترده‌تر اروپا نیز تأثیرگذار خواهد بود. در واقع چالش‌هایی که صنعت آلمان با آنها روبه‌روست، به‌مثابه شاخصی برای اقتصادهای توسعه‌یافته جهان عمل می‌کند و بر ضرورت انعطاف‌پذیری، نوآوری و دوراندیشی راهبردی در چشم‌انداز پیچیده اقتصادی جهانی تأکید دارد.

### ۲-۲-۳. نروژ

نروژ یکی از اولین کشورهای جهان است که پذیرش گسترده خودروهای برقی را آغاز کرد و هدف آن تبدیل شدن به اولین کشوری است که برقی‌سازی کامل بخش خودرویی خود را محقق می‌کند. نروژ به‌دلیل پیش‌گامی در برقی‌سازی حمل‌ونقل در سطح بین‌المللی شناخته شده است. این کشور اهداف بلندپروازانه‌ای تعیین کرده است؛ ازجمله دستیابی به فروش صد درصدی خودروهای جدید بدون آلایندگی تا سال ۲۰۲۵ که تاکنون پیشرفت چشمگیری در این راستا داشته است [۱۰].

هدف اصلی نروژ حفظ موقعیت خود به‌عنوان رهبر محیط زیستی است؛ الگویی برای سایر کشورها با دستیابی به اهداف سخت‌گیرانه کاهش انتشار گازها و حمایت از نوآوری تکنولوژیکی. نروژ علاوه‌بر تمرکز محیط زیستی، قصد دارد موقعیت خود را به‌عنوان رهبر جهانی در زمینه اکوتوریسم، بهره‌برداری از مناظر طبیعی خود همراه با سیاست‌های پیشرفته محیط زیستی، تقویت کند. نروژ صنعت خودروسازی ندارد و وابسته به واردات گسترده به این کشور است، ولی دولت سرمایه‌گذاری قابل‌توجهی در زیرساخت‌هایی انجام داده است که از پذیرش گسترده

خودروهای برقی پشتیبانی می‌کند. خودروهای برقی وارداتی اکنون بخش عمده‌ای از فروش خودروهای جدید در نروژ را تشکیل می‌دهند و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۶ بر ناوگان خودرویی این کشور تسلط یابند. علاوه‌بر این، نروژ تلاش‌های خود را برای کاهش کربن به سایر بخش‌ها مانند حمل‌ونقل سنگین و صنایع دریایی نیز گسترش داده است [۱۰, ۲۶].

نقش نروژ به‌عنوان یکی از تولیدکنندگان عمده نفت و گاز، تصویری پیچیده‌تر از صداقت آن کشور به کاهش کربن جهانی ارائه می‌دهد. باوجود موضع پیشرو این کشور در زمینه انرژی سبز در داخل، نروژ همچنان به استخراج و صادرات مقادیر قابل‌توجهی نفت و گاز ادامه می‌دهد. نروژ به‌عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده نفت اروپا و تأمین‌کننده حیاتی گاز طبیعی، همچنان سرمایه‌گذاری سنگینی در تولید سوخت‌های فسیلی دارد. در واقع پیش‌بینی می‌شود که این کشور با سرمایه‌گذاری‌های بی‌سابقه‌ای در سال ۲۰۲۴ فعالیت‌های اکتشاف نفت و گاز خود را افزایش دهد. بخش عمده‌ای از نفت و گاز استخراج شده از نروژ صادر می‌شود که این منابع برای اقتصاد نروژ اهمیت حیاتی دارند و تقریباً نیمی از ارزش کل صادرات کشور را تشکیل می‌دهند [۲].

دوگانگی سیاستگذاری کلان نروژ سؤالاتی را درباره تعهد واقعی نروژ به تلاش‌های جهانی برای کاهش کربن مطرح می‌کند. درحالی‌که این کشور متعهد به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تا ۵۵-۵۰ درصد تا سال ۲۰۳۰ و دستیابی به بی‌طرفی کربنی تا سال ۲۰۵۰ شده است، وابستگی مداوم آن به استخراج سوخت‌های فسیلی این اهداف را پیچیده می‌کند. بخش نفت و گاز حدود ۲۵ درصد از کل انتشار گازهای گلخانه‌ای نروژ را تشکیل می‌دهد که منتقدان معتقدند سرمایه‌گذاری مداوم در زیرساخت‌های سوخت فسیلی ممکن است اهداف اقلیمی نروژ را، به‌ویژه با توجه به ماهیت بلندمدت بسیاری از پروژه‌های نفت و گاز، بی‌معنی کند.

اگرچه نروژ در کاهش کربن بخش حمل‌ونقل داخلی خود و پیشبرد فناوری‌های سبز پیشرفت قابل‌توجهی داشته است، چالش پیش‌روی نروژ در توازن میان وابستگی اقتصادی آن به نفت و گاز و تعهدات بلندپروازانه اقلیمی‌اش نهفته است که پرسش‌های مهمی را درباره امکان‌پذیری و صداقت راهبرد طولانی‌مدت کاهش کربن این کشور مطرح می‌کند.

### ۳-۲-۳. هلند

هلند مدت‌هاست که برای سیاست‌های پیشرفته محیط زیستی خود شناخته شده و هدف آن تبدیل شدن به رهبر جهانی هم در زمینه ابتکارات هوای پاک و هم سیستم‌های حمل‌ونقل برقی است. هدف اصلی این کشور حفظ موقعیت رهبری محیط زیستی با اهداف ثانویه‌ای است که بر دستیابی به سطوح بالاتر استقلال انرژی همراه با ترویج رشد بخش مشاغل سبز متمرکز شده‌اند. با تعیین استانداردهای بالا برای هوای پاک‌تر از طریق پذیرش گسترده خودروهای برقی، هلند امیدوار است نه‌فقط سلامت عمومی را بهبود بخشد، بلکه الگویی برای سایر کشورها باشد که قصد دارند گذار مشابهی را به‌سوی سیستم‌های حمل‌ونقل پایدار انجام دهند [۲۷].

هلند با چالشی پیچیده در همسویی میان اهداف اقلیمی و مشارکت دیرینه خود در شکوفایی صنعت نفت و گاز مواجه است. باوجود پیشرفت‌های قابل‌توجه این کشور در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر و سیاست‌های اقلیمی، نقش مهم آن در اکتشافات جهانی نفت و گاز و همچنین وابستگی اقتصادی به این بخش‌ها، پرسش‌های مهمی را درخصوص صداقت تعهدات آن به کاهش کربن جهانی مطرح می‌کند. هلند از لحاظ تاریخی یکی از بازیگران کلیدی در بازار بین‌المللی گاز طبیعی بوده است. این کشور در میان پنج کشور برتر جهان در زمینه مهندسی و فناوری استخراج گاز و مهندسی فراساحلی قرار دارد و گاز طبیعی برای مدت طولانی نقشی محوری در تأمین انرژی داخلی و اقتصاد صادراتی هلند ایفا کرده است.

هلند همچنان از اکتشاف و استخراج منابع کوچک‌تر و ذخایر فراساحلی دریای شمال حمایت می‌کند و نفت و گاز یکی از ارکان اقتصادی مهم برای هلند است. ذخایر دریای شمال «اهمیت ملی» برای هلند تلقی می‌شود و استخراج آن به‌طور نزدیک با سایر بخش‌ها، ازجمله توسعه انرژی بادی فراساحلی، مرتبط است. علاوه‌بر این، شرکت‌های چندملیتی بزرگ هلندی نقش مهمی در تولید انرژی داخلی و پروژه‌های بین‌المللی نفت و گاز ایفا می‌کنند. این وابستگی به سوخت‌های فسیلی در ترکیب انرژی کشور نیز مشهود است؛ جایی که تولید برق از منابع فسیلی، به‌ویژه گاز طبیعی، همچنان ادامه دارد. علاوه‌بر سرمایه‌گذاری مداوم در زیرساخت‌های سوخت فسیلی، دولت هلند یارانه‌های قابل‌توجهی را

به شرکت‌های نفت و گاز اختصاص می‌دهد. این یارانه‌ها که شامل معافیت‌های مالیاتی و سایر مشوق‌های مالی‌اند، سالیانه به میلیاردها یورو می‌رسند. منتقدان بر این باورند که چنین حمایتی تلاش‌ها برای گذار به اقتصاد کم‌کربن را تضعیف می‌کند؛ اگرچه تعهداتی برای حذف تدریجی یارانه‌های سوخت فسیلی در هلند وجود دارد.

آنچه در هلند اتفاق می‌افتد، نشان می‌دهد که اگرچه این کشور تلاش‌های قابل‌توجهی در ترویج خودروهای برقی و نصب شارژر در سراسر کشور برای کاهش کربن انجام داده است، همچنان از نظر اقتصادی به اکتشاف نفت و گاز بازارهای بین‌المللی وابسته است. این وابستگی نگرانی‌های مشروع را درباره تعهدات بلندمدت هلند نسبت به اهداف جهانی کاهش کربن مطرح می‌کند. چالش پیش‌روی هلند در تعارض میان منافع اقتصادی و مسئولیت‌های زیست‌محیطی آن نهفته است؛ چالشی که باید در مسیر گذار به آینده‌ای پایدار در هلند با متعادل کردن اقتصاد، وابستگی به انرژی فسیلی و فناوری سبز مدیریت شود.

## ۳-۳. کشورهای آسه‌آن

اقتصادهای کشورهای عضو اتحادیه کشورهای جنوب شرق آسیا (آسه‌آن) و چین به‌ویژه در زمینه صنعت خودروهای برقی به‌شدت به یکدیگر وابسته‌اند. با ظهور چین به‌عنوان رهبر جهانی در تولید خودروهای برقی، کشورهای آسه‌آن نیز به‌دنبال چین حرکت کرده‌اند که این امر هم ناشی از وابستگی اقتصادی و هم فرصت‌های سرمایه‌گذاری ارائه شده توسط چین است. روابط اقتصادی بین آسه‌آن و چین طی دو دهه گذشته به‌طور قابل‌توجهی تقویت شده است. طبق داده‌های اخیر، آسه‌آن به بزرگ‌ترین شریک تجاری چین تبدیل شده و تجارت دوجانبه به سطوح بی‌سابقه‌ای رسیده است. فقط در سال ۲۰۲۳، تجارت بین چین و آسه‌آن به ۵۷۶.۲ میلیارد دلار رسید [۲۸].

تسلط چین بر تولید خودروهای برقی تأثیر قابل‌توجهی بر بازارهای جنوب شرق آسیا داشته است. خودروسازان چینی به‌طور گسترده‌تری فعالیت خود را در این منطقه گسترش داده، کارخانه‌های تولیدی تأسیس کرده و با شرکت‌های محلی همکاری‌های استراتژیک برقرار کرده‌اند. این گسترش سود اقتصادی دوطرفه‌ای ایجاد کرده است: درحالی‌که کشورهای آسه‌آن از سرمایه‌گذاری‌های چین در تولید خودروهای برقی و زیرساخت‌ها بهره می‌برند، چین نیز به بازارهای جدید برای خودروهای برقی خود دسترسی پیدا می‌کند [۲۸].

کشور تایلند می‌خواهد خود را به‌عنوان مرکز اصلی تولید خودروهای برقی معرفی کند. دولت تایلند مشوق‌هایی مانند معافیت‌های مالیاتی و یارانه‌ها برای جذب خودروسازان چینی ارائه داده است. در نتیجه، شرکت‌هایی مانند بی-وای-دی کارخانه‌های تولیدی جدید را در تایلند تأسیس کرده‌اند که سهم بازار خودروهای برقی این کشور را افزایش داده است. به همین ترتیب، اندونزی با استفاده از ذخایر عظیم نیکل خود، که یکی از اجزای حیاتی باتری‌های خودروهای برقی است، سرمایه‌گذاری‌های چینی در تولید باتری را جذب کرده است. اندونزی قصد دارد تا سال ۲۰۲۷ به یکی از تولیدکنندگان پیشرو باتری‌های خودروهای برقی تبدیل شود و روابط اقتصادی خود را با چین بیشتر تقویت کند [۲۸].

تحولات منطقه آسه‌آن نشان می‌دهد که نفوذ چین به جنوب شرق آسیا نه‌فقط بازارهای محلی را تغییر می‌دهد، بلکه مسیرهای جدیدی برای رشد اقتصادی محلی ایجاد می‌کند. کشورهایی مانند مالزی و ویتنام رشد سریع در فروش خودروهای برقی تجربه کرده‌اند که عمدتاً توسط برندهای چینی هدایت می‌شود. مالزی شاهد افزایش ۱۴۲ درصدی فروش خودروهای تمام‌برقی در نیمه اول سال ۲۰۲۴ بود که خودروسازان چینی نقش محوری در این رشد داشتند. ویتنام نیز سرمایه‌گذاری‌هایی از شرکت‌های داخلی مانند وین-فست و همچنین بازیگران خارجی مانند هیوندای و خودروسازان چینی جذب کرده است. راهبرد مالزی برای پذیرش خودروهای برقی راهبرد کاهش وابستگی آن کشور به سوخت‌های فسیلی را در نظر می‌گیرد [۲۸].

امنیت انرژی مسئله‌ای حیاتی برای بسیاری از اقتصادهای روبه‌پیشرفت منطقه آسه‌آن است که همچنان به‌شدت به درآمدهای نفتی یا واردات انرژی وابسته‌اند. با ترویج پذیرش خودروهای برقی همراه با سرمایه‌گذاری در زیرساخت انرژی تجدیدپذیر، مالزی قصد دارد این وابستگی را با گذشت زمان کاهش دهد و هم‌زمان امنیت انرژی بلندمدت خود را تضمین کند. هدف ثانویه مالزی رشد اقتصادی گسترده‌تر، به‌ویژه از طریق جذب سرمایه‌گذاری خارجی در صنایع سبز مانند تولید انرژی تجدیدپذیر یا تأسیسات تولید فناوری پاک درون کشور است. علاوه‌بر

این، مالزی اذعان دارد که دستیابی به این اهداف بلندمدت نیازمند بهبود کارایی کلی سیستم و افزایش آگاهی عمومی درباره مسائل پایداری مرتبط با انتخاب‌های حمل‌ونقل امروزی است [۲۸].

پذیرش خودروهای برقی سنگاپور عمدتاً توسط نگرانی‌های مربوط به سلامت عمومی و کیفیت زندگی شهری هوشمند هدایت می‌شود. با توجه به اندازه کوچک و تراکم شهری سنگاپور، آلودگی هوا چالش‌های قابل توجهی برای سلامت عمومی ایجاد می‌کند؛ بنابراین، هدف اصلی سنگاپور بهبود کیفیت هوای شهری است که از طریق پذیرش گسترده خودروهای برقی که هیچ‌گونه آلایندگی اگزوز ندارند، قابل دستیابی است. بااین‌حال، سنگاپور همچنین فرصتی برای رهبری اقتصادی در جنوب شرق آسیا می‌بیند و خود را به‌عنوان رهبر منطقه‌ای در زمینه خودروهای برقی معرفی می‌کند. دولت سنگاپور سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی در توسعه زیرساخت‌هایی مانند ایستگاه‌های شارژ و شبکه‌های هوشمند انجام داده است که از پذیرش خودروهای برقی در سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی و وسایل نقلیه خصوصی حمایت می‌کنند. علاوه‌بر توسعه زیرساخت‌ها، سنگاپور راهبرد تشویقی همکاری‌های مالی عمومی- خصوصی و مشارکت بیشتر شرکت‌های بین‌المللی را که در پی فرصت‌های سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پاک در جنوب شرق آسیا هستند، دنبال می‌کند [۲۸].

پیش‌بینی می‌شود که در کشورهای آسه‌آن بازار خودروهای برقی رشد چشمگیری داشته باشد. برآوردهای اخیر نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۲۴ ممکن است خودروهای برقی ۵۶ درصد از کل فروش خودروها را در این کشورها تشکیل دهند. برآورده کردن این تقاضای روبه‌رشد برای خودروهای برقی و زیرساخت‌های پشتیبان آن بدون تداوم مشارکت چینی‌ها در کشورهای آسه‌آن ممکن نخواهد بود. درحالی‌که کشورهای آسه‌آن نمی‌توانند انتظار داشته باشند صنایع داخلی‌شان بتوانند مستقل از چین روی پای خود بایستند یا از تنش‌های ژئوپلیتیکی میان چین، ایالات متحده و دیگر قدرت‌ها مصون بمانند، کشورهای آسه‌آن می‌توانند با ادغام در زنجیره تأمین خودروهای برقی وابسته به چین ارزش قابل توجهی کسب کنند. برای آنکه کشورهای آسه‌آن بتوانند به‌طور مؤثر در صنعت خودروهای برقی مشارکت کنند و گذار سبز خود را سرعت ببخشند، همکاری با شرکت‌های چینی امری ضروری است. مشارکت چینی‌ها در زنجیره تأمین خودروهای برقی در این منطقه از پیش به‌طور گسترده‌ای محقق شده است و نشانه‌های اندکی وجود دارد که خودروسازان چینی و همچنین تأمین‌کنندگان قطعات و سیستم‌ها از بازارهای عمده جهانی کنار گذاشته شوند [۲۸].

### ۴-۳. هند

هند قصد دارد تا سال ۲۰۳۰ به جابه‌جایی صد درصد برقی دست یابد و فرصت‌هایی را برای تولیدکنندگان خودروهای برقی خارجی فراهم کند. با سرمایه‌گذاری‌های قابل توجه ازسوی شرکت‌های جهانی و تغییرات ژئوپلیتیکی که فرصت‌هایی برای تبدیل هند به جایگزینی مقرون‌به‌صرفه برای چین ایجاد کرده‌اند، پیش‌بینی می‌شود ارزش بخش خودروسازی هند تا سال ۲۰۳۵ به یک تریلیون دلار برسد. در این راستا در سال‌های اخیر، پیشرفت چشمگیر هند در ساختن زیست‌بوم حمل‌ونقل برقی در این کشور مشاهده شده است.

بخش خودروسازی هند در حال تجربه رشد قابل توجهی است که با سیاست‌های دولتی، پیشرفت‌های فناورانه و همکاری‌های راهبردی تسریع شده است. بازار خودروهای برقی هند با رشدی پایدار متمایز شده است که عمدتاً ناشی از محبوبیت موتورسیکلت‌های برقی است. سیاست‌های دولت هند به‌ویژه در زمینه انواع وسایل نقلیه برقی، ازجمله کاهش تعرفه‌های وارداتی برای خودروهای برقی و ارائه مشوق‌هایی برای جذب سرمایه‌گذاری خارجی در تولید داخلی، حائز اهمیت است. این اقدامات بخشی از تلاش گسترده‌تر برای ترویج ابتکار «ساخت هند» است که شامل شناسایی ۲۸ مؤلفه کلیدی برای بومی‌سازی و تدوین «طرح مأموریت خودروسازی ۲۰۴۷» می‌شود. این برنامه‌ها با هدف تقویت توانمندی‌های تولیدی هند و تبدیل این کشور به رهبر جهانی در صنعت خودروسازی طراحی شده‌اند.

تشکیل یک «کارگروه خودروهای برقی» توسط دولت هند نشان‌دهنده تعهد آن به توسعه نقشه راه جامعی برای این بخش است که با همکاری‌های مختلف برای ارتقای زیرساخت‌های خودروهای برقی پشتیبانی می‌شود. علاوه‌بر این، جاه‌طلبی هند برای تبدیل شدن به بزرگ‌ترین تولیدکننده خودرو در جهان بین سال‌های ۲۰۲۹ تا ۲۰۳۳ با افزایش تعداد هم‌افزایی کسب‌وکارها و سرمایه‌گذاری‌های خصوصی

تقویت شده است.

پیشبرد اکوسیستم تولید داخلی از طریق سرمایه‌گذاری‌های راهبردی و مشارکت‌ها برای تحقق این اهداف ضروری خواهد بود؛ از جمله ارائه چارچوب‌های سیاستی مطلوب و مشوق‌ها به شرکت‌های خارجی می‌تواند به ایجاد پایگاه‌های تولیدی در هند کمک کند. علاوه‌بر این، پیشبرد ابتکار «ساخت هند» از طریق افزایش بومی‌سازی قطعات خودرو، زنجیره تأمین داخلی را تقویت خواهد کرد و وابستگی به واردات را کاهش خواهد داد. مدرن‌سازی زیرساخت‌های خودروهای برقی که شامل دارایی‌های فیزیکی مانند ایستگاه‌های شارژ و همچنین چارچوب‌های نظارتی برای حمایت از نوآوری و پذیرش فناوری‌های نوظهور می‌شود، نیز ضروری است. همکاری میان نهادهای دولتی و بخش خصوصی در این زمینه حیاتی خواهد بود. همچنین، هم‌افزایی میان صنعت خودروسازی و بخش‌های پشتیبان می‌تواند رقابت‌پذیری جهانی هند را افزایش دهد. سرمایه‌گذاری مستمر در تحقیق و توسعه، به‌ویژه در فناوری‌هایی مانند پیل سوختی هیدروژنی، تضمین می‌کند که هند همچنان در خط مقدم نوآوری خودروسازی باقی بماند.

هند به‌طور فزاینده‌ای به مرکزی جهانی برای تأمین قطعات خودرو تبدیل شده است. در سال مالی ۲۰۲۴، صادرات قطعات خودرو از این کشور به ۲۱.۲ میلیارد دلار رسید که رشدی ۵.۵ درصدی را نشان می‌دهد؛ درحالی‌که واردات قطعات خودرو با رشد ۳ درصدی به ۲۰.۹ میلیارد دلار رسید. پیش‌بینی می‌شود صادرات قطعات خودرو تا سال ۲۰۲۶ به ۳۰ میلیارد دلار افزایش یابد. همچنین، صنعت خودروسازی هند قصد دارد تا سال مالی ۲۰۲۸ مبلغ ۷ میلیارد دلار در بومی‌سازی قطعات پیشرفته مانند موتورهای برقی و گیربکس‌های اتوماتیک سرمایه‌گذاری کند. تا ماه سپتامبر ۲۰۲۴ تعداد کل وسایل نقلیه برقی ثبت شده در هند به ۱۵۹,۵۱۳ دستگاه رسید که نسبت به ماه قبل ۱۵۷,۰۴۵ دستگاه افزایش داشت. اگرچه چالش‌های ناشی از فصل باران باعث کاهش موقت ثبت‌نام‌ها در ماه اوت نسبت به ماه ژوئیه شد، رشد کلی همچنان قوی باقی مانده است. دولت هند سیاست خودروهای برقی خود را بازنگری کرده است تا واردات خودروهای برقی کاملاً ساخته شده[1] با حداقل ارزش (هزینه، بیمه و حمل) ۳۵,۰۰۰[2] دلار را با تعرفه‌ای معادل ۱۵ درصد برای مدت پنج سال مجاز کند؛ تغییری قابل‌توجه نسبت به تعرفه قبلی که تا صد درصد بود. علاوه‌بر این، دولت ایالت اوتار پرادش سیاست تولید و جابه‌جایی وسایل نقلیه برقی خود را تا سال ۲۰۲۷ تمدید کرده است. اختصاص بودجه نیز تعهد دولت را به رشد این بخش نشان می‌دهد. بودجه اتحادیه سال ۲۰۲۴ مبلغ ۳۱.۷ میلیارد دلار را برای توسعه روستایی اختصاص داد تا زیرساخت‌هایی را که برای بخش‌هایی مانند تراکتورها و موتورسیکلت‌ها حیاتی‌اند تقویت کند. همچنین بودجه طرح تشویقی مرتبط با تولید (PLI) برای خودروها و قطعات خودرو با افزایشی بی‌سابقه به ۴۱۶ میلیون دلار رسید. این اقدامات در مجموع هدف تسریع تلاش‌ها برای بومی‌سازی و ارتقای پایداری و نوآوری در اکوسیستم خودروسازی هند را دنبال می‌کنند.

دولت هند همچنین مبلغ قابل‌توجهی را برای توسعه تجهیزات تست، تحقیق و توسعه خودرو در کلاس جهانی از طریق پروژه زیرساخت ملی تست، تحقیق و توسعه خودرو متعهد شده است. با کمک قابلیت‌های فناوری اطلاعات هند، هدف این پروژه افزایش مزیت رقابتی صنعت خودروسازی این کشور و هم‌تراز کردن آن با سایر بخش‌های خودروسازی جهانی است. علی‌رغم این پیشرفت‌ها، هند همچنان برای قطعات و فناوری، به‌ویژه در بخش خودروهای برقی، به چین متکی است. در هند، همکاری با شرکت‌های چینی برای دستیابی به اهداف تولید داخلی «اجتناب‌ناپذیر» توصیف شده است. دولت هند در سال ۲۰۲۴، تحت فشار صنایع داخلی، بار دیگر شروع به تأیید پیشنهادهای سرمایه‌گذاری شرکت‌های چینی در بخش تولید الکترونیک کرد. تسلط چین در تولید باتری‌های لیتیوم یونی و سایر اجزای کلیدی خودروهای برقی ایجاب می‌کند که تولیدکنندگان هندی اغلب برای تأمین نیازهای تولید خود به واردات چینی وابسته باشند. این اتکا عامل مهمی در زنجیره تأمین خودروی هند است و دستیابی به خودکفایی کامل در کوتاه‌مدت را چالش‌برانگیز می‌کند [۲۹-۳۱].

درمجموع برقی‌سازی یکی از ارکان اصلی راهبرد هند برای تبدیل بخش خودروسازی خود به صنعتی رقابتی در سطح جهانی است. این کشور با بهره‌گیری از سیاست‌های حمایتی، تقویت همکاری‌های بین‌المللی و پیشبرد تلاش‌ها برای بومی‌سازی، در حال تثبیت جایگاه خود به‌عنوان رهبر راهکارهای حمل‌ونقل پایدار است. این رویکرد نه‌تنها از رشد اقتصادی هند حمایت می‌کند، بلکه با اهداف کلان‌تر خوداتکایی فناورانه و

1. CBU
2. CIF

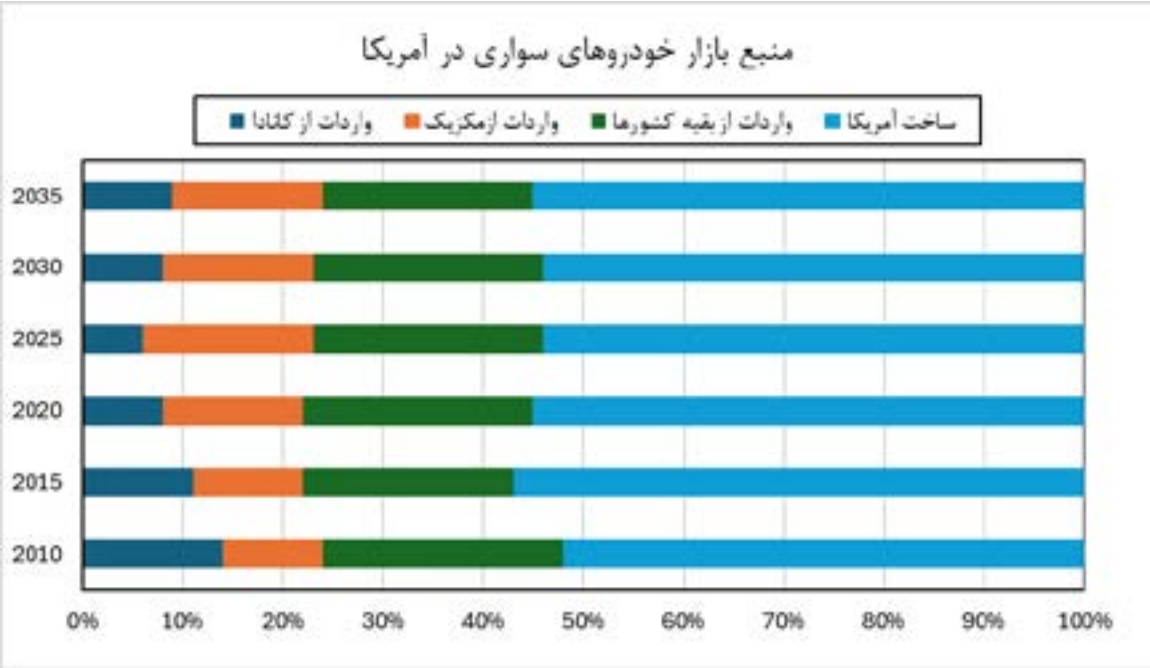
پایداری زیست‌محیطی همسو است و مسیری برای ظهور این کشور به‌عنوان قدرتی تولیدی در عرصه تولید و نوآوری جهانی فراهم می‌آورد؛ ولی هنوز هند راه پرچالشی را برای تبدیل شدن به قدرت اصلی تولیدی در صحنه بین‌الملل پیش‌رو دارد.[1]

### ۵-۳. کشورهای آمریکای شمالی و آمریکای جنوبی

#### ۱-۵-۳. توافق‌نامه تجارت آزاد آمریکای شمالی

اقتصادهای ایالات متحده، مکزیک و کانادا (اعضای توافق‌نامه ایالات متحده-مکزیک-کانادا جایگزین توافق‌نامه تجارت آزاد آمریکای شمالی شده‌اند) به‌ویژه در حوزه صنعت خودروسازی به‌طور عمیقی به‌هم پیوسته‌اند. با گذار صنعت جهانی خودرو به‌سمت خودروهای برقی، هر دو قدرت اقتصادی چین و ایالات متحده تأثیرات قابل‌توجهی بر این تغییر در منطقه آمریکای شمالی داشته‌اند. شکل ۲ منابع خودروهای سواری در بازار آمریکا را خلاصه می‌کند که نشان می‌دهد دو کشور کانادا و مکزیک نقش مهمی در بازار آمریکا ایفا می‌کنند. البته نقش فزاینده چین به‌عنوان کشور پیشرو جهانی در تولید خودروهای برقی، فرصت‌ها و چالش‌های جدیدی را برای این کشورها ایجاد کرده است که در حال مدیریت وابستگی اقتصادی، بهره‌برداری از فرصت‌های سرمایه‌گذاری نوین و اتخاذ تغییرات راهبردی در سیاست‌های انرژی‌اند [۳۲].

**شکل ۲. نمودار منابع خودروهای سواری در بازار آمریکا [۴۱]**




توافق‌نامه منطقه شامل ایالات متحده-مکزیک-کانادا از دیرباز با یکپارچگی عمیق اقتصادی، به‌ویژه در صنعت خودروسازی، شناخته شده است. این توافق‌نامه امکان تجارت بدون تعرفه را برای کالاهایی که شرایط خاص مبدأ را رعایت می‌کنند فراهم می‌آورد و زنجیره‌های تأمین بی‌وقفه‌ای را میان سه کشور ایجاد کرده است. این یکپارچگی با گذار آمریکای شمالی به‌سمت خودروهای برقی بیش‌ازپیش اهمیت یافته است. بااین‌حال، نفوذ روبه‌رشد چین در تولید خودروهای برقی فرصت‌ها و چالش‌هایی را برای کشورهای نفتا ایجاد کرده است.

۱. اطلاعات تکمیلی در پیوست ۴.

اگرچه چین عضوی از این منطقه نیست، تأثیر آن بر بازارهای آمریکای شمالی غیرقابل انکار است. خودروسازان چینی نظیر بی-وای-دی حضور خود را در مکزیک گسترش داده‌اند تا از دسترسی بدون تعرفه به بازار ایالات متحده تحت مقررات این منطقه بهره‌مند شوند. برای نمونه، بی-وای-دی واحدهای تولیدی خود را در مکزیک تأسیس کرده است تا خودروهای برقی تولید کنند و بتوانند بدون مواجهه با تعرفه‌های سنگین وضع شده بر وسایل نقلیه ساخت چین وارد بازار ایالات متحده شوند. این استراتژی به تولیدکنندگان چینی اجازه می‌دهد تا محدودیت‌های تجاری ایالات متحده را دور بزنند و هم‌زمان از هزینه‌های تولید پایین‌تر مکزیک و نزدیکی آن به بازار آمریکا بهره‌مند شوند. مکزیک به‌عنوان بازیگری کلیدی در پویایی در آمریکای شمالی ظاهر شده است. در سال ۲۰۲۳، چین بزرگ‌ترین تأمین‌کننده وسایل نقلیه برای مکزیک بود و ۴.۶ میلیارد دلار خودرو به این کشور صادر کرد. بسیاری از این وسایل نقلیه، خودروهای برقی‌اند که شرکت‌های چینی تولید کرده‌اند و مکزیک را به‌عنوان پلی برای ورود به بازار گسترده‌تر آمریکای شمالی می‌بینند. این وضعیت نگرانی‌هایی را در میان مقامات ایالات متحده ایجاد کرده است؛ از جمله اینکه خودروسازان چینی بتوانند با ارائه گزینه‌های ارزان‌تر از طریق مکزیک، تولیدکنندگان داخلی خودروهای برقی را تضعیف کنند. پیوند متقابل میان کشورهای نفتا و چین نشان می‌دهد که چگونه وابستگی اقتصادی میان آنها بازار خودروهای برقی آمریکای شمالی را بازآرایی می‌کند.

گذار به‌سمت خودروهای برقی فرصت‌های سرمایه‌گذاری قابل‌توجهی را برای کشورهای آمریکای شمالی فراهم کرده است؛ زیرا آنها در تلاش‌اند صنایع داخلی خودروهای برقی خود را توسعه دهند. به‌عنوان مثال، کانادا دارای منابع غنی از مواد معدنی حیاتی، نظیر لیتیوم و نیکل، از اجزای ضروری برای باتری‌های خودروهای برقی است و تلاش‌هایی برای گسترش ظرفیت‌های استخراج و پالایش انجام داده است. همچنین نقش مکزیک به‌عنوان مرکز تولید خودروهای برقی با توجه به هزینه‌های رقابتی نیروی کار و دسترسی آن به مواد حیاتی مانند لیتیوم به‌سرعت در حال گسترش است. این تحولات بخشی از استراتژی جامع‌تر برای توسعه زنجیره تأمین خودروهای برقی آمریکای شمالی و هدف آن کاهش وابستگی به قطعات چینی است.

شرکت‌های چینی همچنان نقش مهمی در این فرایند ایفا می‌کنند؛ آنها در سرمایه‌گذاری واحدهای تولیدی مکزیکی که خودروهای برقی برای صادرات به آمریکای شمالی تولید می‌کنند، مشارکت دارند. همچنان که خودروسازان چینی با ظرفیت مازاد در بازار داخلی خود و افزایش تعرفه‌ها از سوی ایالات متحده مواجه‌اند، به‌دنبال بازارهای جدید خارج از کشور نیز هستند.

مکزیک به‌دلیل نزدیکی‌اش به ایالات متحده، هزینه‌های پایین‌تر تولید و شرایط تجاری مطلوب، مقصد جذابی برای این سرمایه‌گذاری‌ها شده است. سرمایه‌گذاری چین در مکزیک کمک می‌کند تا مکزیک موقعیتش را به‌عنوان بازیگر کلیدی در بازار جهانی خودروهای برقی تقویت کند و در ضمن باعث ایجاد اشتغال و رشد اقتصادی نیز خواهد شد. گذار کشورهای نفتا به‌سمت استفاده گسترده‌تر از خودروهای برقی همچنان تحت‌تأثیر ملاحظات راهبردی مرتبط با امنیت انرژی و رقابت اقتصادی قرار دارد. ایالات متحده سرمایه‌گذاری‌های قابل‌توجهی برای توسعه صنعت داخلی خودروهای برقی خود انجام داده است؛ نمونه‌ای بارز از این اقدامات قانون کاهش تورم آمریکاست که اعتبار مالیاتی برای خرید خودروهایی را فراهم می‌کند که در آمریکای شمالی مونتاژ شده‌اند. این سیاست‌ها با هدف حفاظت از صنایع نوپای داخلی در برابر رقابت خارجی به‌ویژه رقابت چین و همچنین ترویج تولید داخلی و ایجاد اشتغال طراحی شده‌اند.

### ۲-۵-۳. مکزیک

نقش مکزیک در راهبرد خودروهای برقی پیچیده‌تر از آن است که به نظر می‌رسد. اگرچه مکزیک از افزایش سرمایه‌گذاری خارجی در بخش خودروهای برقی خود بهره خواهد برد، همچنان تحت فشار ایالات متحده قرار دارد تا سیاست‌های تجاری خود را بیشتر با منافع آمریکا هماهنگ کند. برای مثال، مقامات آمریکایی نگرانی‌هایی ابراز کرده‌اند مبنی‌بر اینکه مکزیک ممکن است «دروازه‌ای» برای ورود خودروهای ساخته شده توسط چین به ایالات متحده باشد تا تلاش‌ها برای ساخت صنعت خودروی برقی رقابت مستقل در آمریکای شمالی را تضعیف کند.

تمرکز راهبردی مکزیک عمدتاً بر مدرن‌سازی بخش خودروسازی آن است تا بتواند در سطح جهانی رقابت‌پذیر باقی بماند؛ به‌ویژه در خصوص

مشاغل تولیدی که مستقیماً با تولید خودروهای برقی در داخل کشور مرتبط‌اند. در سال‌های اخیر، مکزیک شاهد افزایش قابل‌توجهی در واردات خودروهای ساخت چین بوده است. در واقع در سال ۲۰۲۰ مکزیک تصمیم گرفت بازار خودروی خود را دگرگون کند. به‌منظور فراهم کردن دسترسی مصرف‌کنندگان خود به خودروهای برقی مقرون‌به‌صرفه، دولت مکزیک تعرفه‌های واردات خودرو از چین را از ۲۰ درصد به صفر کاهش داد. ابتدا این تغییرِ سیاست منجر به افزایش اندکی در واردات از خودروسازان چینی شد؛ اما با گذشت زمان، ارقام به‌طور چشمگیری افزایش یافت.

تا سال ۲۰۲۴، چین از ایالات متحده پیشی گرفت و به بزرگ‌ترین تأمین‌کننده خودروهای مکزیک تبدیل شد. تخمین زده می‌شود که چین تا پایان امسال نزدیک به پانصد هزار خودرو به مکزیک صادر خواهد کرد و یکی از هر سه خودروی جدید فروخته شده در مکزیک ساخت چین خواهد بود؛ افزایشی چشمگیر از فقط ۴ درصد فروش خودروهای جدید در سال ۲۰۲۰ [۳۳].

تحلیلگران بین‌الملل اعتقاد دارند که دولت مکزیک برای مقیاس و سرعت گسترش صنعت خودروسازی چین آمادگی لازم را نداشته است. افزایش تقریباً بیست‌برابری خودروهای چینی طی چهار سال گذشته، مقامات مکزیکی را تا حدودی نگران کرده و دولت مکزیک اقدام قاطعی برای محدود کردن جریان واردات چینی انجام داده است. البته حضور چین در بازار مکزیک همچنان روبه‌گسترش است.

یکی از نمونه‌های نفوذ فزاینده چین در مکزیک شرکت بی-وای-دی است؛ شرکت بی-وای-دی در سال ۲۰۲۳ به بازار مکزیک وارد و به‌سرعت به بازیگری مهم تبدیل شد. پیش‌بینی می‌شود این شرکت امسال پنجاه هزار خودرو در مکزیک بفروشد و هدفش این است که تا سال ۲۰۲۵ این رقم را دوبرابر کند. علاوه‌بر این، بی-وای-دی قصد دارد یک کارخانه تولیدی در مکزیک احداث کند که قادر به تولید ۱۵۰ هزار خودرو در سال باشد. این گسترش سریع در تضاد آشکار با خودروسازان قدیمی‌تر مانند تویوتا قرار دارد که بیش از دو دهه طول کشید تا به ارقام فروش مشابهی در مکزیک دست یابد [۳۳].

درحالی‌که مکزیک همچنان تعداد فزاینده‌ای خودرو از چین وارد می‌کند، همچنان صادرکننده بزرگ خودرو به ایالات متحده باقی مانده است. فقط در سال ۲۰۲۳، مکزیک رکورد صادرات ۲.۲ میلیون خودرو به همسایه شمالی خود را ثبت کرد؛ صنعتی بسیار سودآور که ده‌ها هزار نفر را مشغول کار کرده است. این مسئله پرسشی مهم را مطرح می‌کند: چرا مکزیک تا این حد خودرو از چین وارد می‌کند، درحالی‌که هم‌زمان تلاش می‌کند صنعت خودروی صادرات‌محور خود را توسعه دهد؟ پاسخ ممکن است در انگیزه‌های اقتصادی کوتاه‌مدت و تقاضای مصرف‌کنندگان برای خودروهای برقی مقرون‌به‌صرفه نهفته باشد؛ اما این راهبرد ممکن است خطر ایجاد مشکلات بلندمدت برای صنعت داخلی مکزیک را نیز داشته باشد [۳۳].

ورود سیل‌آسای خودروهای چینی به مکزیک از دید رهبران ایالات متحده و کانادا پنهان نمانده است. اوایل امسال، دولت بایدن با اعمال تعرفه‌های صددرصدی بر واردات چینی به ایالات متحده واکنش نشان داد. علاوه‌بر این، دونالد ترامپ، رئیس‌جمهور منتخب، وعده داده است که هرگونه تلاش خودروسازان چینی برای ورود به بازار ایالات متحده از طریق مکزیک را مسدود خواهد کرد. همچنین وزارت بازرگانی ایالات متحده در اکتبر سال ۲۰۲۴ مقررات جدیدی وضع کرد که فروش خودروهایی با سخت‌افزار یا نرم‌افزار چینی را در داخل مرزهای آمریکا ممنوع می‌کند.

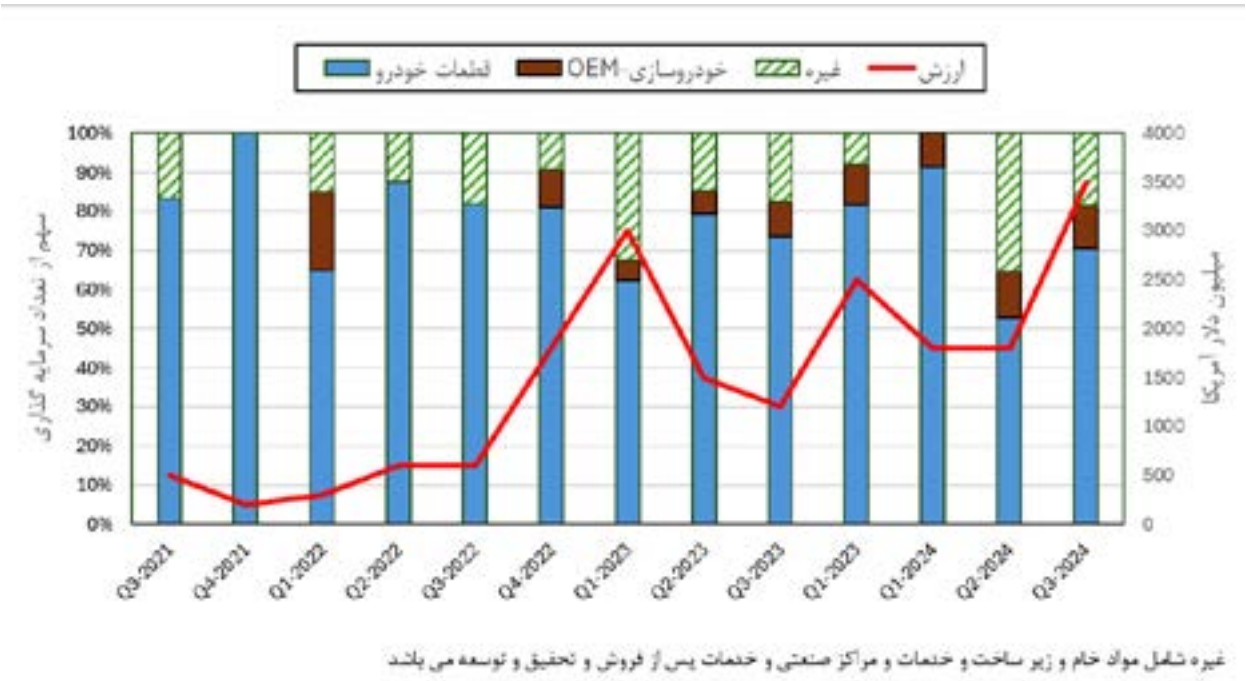
نارضایتی فزاینده‌ای میان رهبران آمریکایی و کانادایی وجود دارد که سیاست‌های وارداتی مکزیک را تهدیدی بالقوه برای توافقات تجاری منطقه‌ای می‌دانند. در واکنش به این فشارهای فزاینده، احتمالاً مکزیک به‌زودی تعرفه‌های خود را بر خودروهای چینی افزایش خواهد داد. اگرچه فرمان اولیه‌ای که اجازه تعرفه صفر درصدی را می‌داد، در ماه سپتامبر منقضی شد که به بازگشت تعرفه ۲۰ درصدی انجامید. این اقدام ممکن است برای مهار جریان واردات از چین کافی نباشد. مکزیک تحت فشار صنایع داخلی، مانند تولیدکنندگان قطعات خودرو، مجبور خواهد شد تعرفه‌های ایالات متحده و کانادا را تطبیق دهد.

مباحث سیاسی متنوعی پیرامون آینده صنعت خودروسازی مکزیک با روی کار آمدن دولت جدید آمریکا، به‌ویژه در حوزه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و روابط تاجران خودروسازی، مطرح است. تأثیرات احتمالی تغییرات سیاستی بر صنعت خودروسازی مکزیک می‌تواند

بسیار مهم باشد. داده‌های اخیر روندهای ظریفی را در بخش خودروسازی مکزیک آشکار می کند. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در سه‌ماهه نخست سال ۲۰۲۴ کاهشی ۱۳.۶ درصدی را نسبت به سال ۲۰۲۳ نشان می‌دهد. بااین‌حال، سه‌ماهه سوم ۲۰۲۴ نقطه اوج قابل توجهی را با سرمایه‌گذاری بیش‌از ۳.۵ میلیارد دلار ثبت کرد. سرمایه‌گذاری چین رشد چشمگیری داشته و با افزایشی ۸۶ درصدی به ۳.۵ میلیارد دلار رسیده است؛ درحالی‌که ایالات متحده در سه‌ماهه سوم ۲۰۲۴ به‌عنوان اصلی‌ترین سرمایه‌گذار ظاهر شد.

جایگاه مکزیک در تولید جهانی خودرو همچنان قابل توجه است؛ به‌طوری‌که پیش‌بینی می‌شود بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵، سومین مشارکت‌کننده بزرگ در رشد ظرفیت تولید خودروهای سبک جهان باشد. پیش‌بینی می‌شود این کشور بیش از دو میلیون واحد به ظرفیت تولید بیفزاید که معادل ۳۱.۲ درصد از کل رشد ظرفیت جهانی است. پروژه‌های سرمایه‌گذاری کلان در بخش خودروسازی به محیط تجاری به اثبات و چارچوب‌های سیاستی شفاف نیازمندند. موفقیت تاریخی مکزیک در جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر پایه دسترسی راهبردی به بازارهای عمده از طریق توافق‌نامه‌های تجاری مختلف، به‌ویژه دسترسی بدون تعرفه فراهم شده توسط USMCA، بنا شده است. شکل ۳ سرمایه‌گذاری خارجی در صنایع مکزیک را در سالیان اخیر نشان می‌دهد که قسمت عمده آن به صنایع خودروسازی و قطعه‌سازی مربوط می‌شود. البته فضای سیاسی کنونی در آمریکا و تغییرات احتمالی در سیاست‌ها، محیطی از عدم قطعیت در مکزیک را ایجاد می کند که می‌تواند بر تصمیمات سرمایه‌گذاری آتی تأثیر گذار باشد.

**شکل ۳. نمودار سرمایه‌گذاری خارجی در صنایع مکزیک در سالیان اخیر [۴۱]**




غیره شامل مواد خام و زیر ساخت و خدمات و مراکز صنعتی و خدمات پس از فروش و تحقیق و توسعه می باشد

درمجموع، مکزیک نمونه بارز یک جغرافیاست که چگونه توافق منطقه‌ای و ژئوپلیتیک جهانی می‌تواند صنعت داخلی و تجارت جهانی را پیچیده کند. اگرچه مکزیک ابتدا با نیت ارائه خودروهای برقی مقرون‌به‌صرفه برای مصرف کنندگان، دروازه‌های خود را بر خودروسازان چینی باز کرد؛ اما این وضعیت اکنون به چالش پیچیده ژئوپلیتیکی تبدیل شده است که پیامدهای گسترده‌ای برای روابط تجاری آمریکای شمالی خواهد داشت. افزایش تنش‌ها در آمریکای شمالی و نفوذ روبه‌گسترش چین در مکزیک، ابهام‌های زیادی درباره جهت‌گیری آینده این روندها ایجاد کرده است. صنعت خودروسازی مکزیک و چالش‌های بازار مکزیک نشان می‌دهد که چگونه منافع تجاری جهانی می‌توانند سریعاً متضاد شوند و چرایی خودروهای برقی را پیچیده کنند.

### ۳-۵-۳. شیلی

گذار شیلی به خودروهای برقی، با اهداف بلندپروازانه زیست‌محیطی تبلیغ شده است. این کشور متعهد شده است تا سال ۲۰۵۰ به انتشار کربن صفر دست یابد؛ هدفی که نیازمند کاهش قابل‌توجه انتشار گازهای گلخانه‌ای در تمام بخش‌هاست. بخش حمل‌ونقل در این کربن‌زدایی اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا تقریباً ۳۵ درصد از کل مصرف انرژی شیلی را تشکیل می‌دهد و بیش از ۹۹ درصد از این انرژی از منابع نفتی تأمین می‌شود. این وابستگی شدید به سوخت‌های فسیلی به آلودگی هوا دامن می‌زند. خودروهای برقی به‌عنوان راه‌حل حیاتی برای این چالش‌ها در نظر گرفته می‌شوند. با گذار به‌سمت خودروهای برقی، شیلی قصد دارد انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش حمل‌ونقل را به‌طور قابل‌توجهی کاهش دهد. پیش‌بینی می‌شود که حرکت به‌سمت خودروهای برقی حدود ۲۰ درصد از کل کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مورد نیاز برای دستیابی شیلی به هدف بی‌طرفی کربنی را تا سال ۲۰۵۰ فراهم کند.

علاوه‌بر نگرانی‌های زیست‌محیطی، عوامل اقتصادی و امنیت انرژی نیز نقش مهمی در پذیرش خودروهای برقی توسط شیلی ایفا می‌کنند. به‌عنوان کشوری که تقریباً تمام نفت خود را وارد می‌کند، شیلی بسیار تحت‌تأثیر نوسانات بازار جهانی نفت قرار دارد. این وابستگی به سوخت‌های فسیلی وارداتی ضعف‌های اقتصادی ایجاد می‌کند که می‌تواند امنیت انرژی ملی و ثبات اقتصادی کلی را مختل کند. با ترویج استفاده از خودروهای برقی که با منابع انرژی تجدیدپذیر تولید داخلی مانند انرژی خورشیدی و بادی کار می‌کنند، شیلی درصدد کاهش این خطرهاست.

توسعه صنعت لیتیوم شیلی فرصت‌های قابل‌توجهی برای رشد اقتصادی و ایجاد شغل فراهم می‌کند. طی سال‌های اخیر، صادرات لیتیوم افزایش یافته و میلیاردها دلار درآمد برای اقتصاد شیلی ایجاد کرده است. علاوه‌بر این، در شیلی علاقه فزاینده‌ای به گسترش صنایع داخلی مرتبط با فراوری لیتیوم و تولید باتری وجود دارد. با توسعه این صنایع، شیلی نه‌تنها قصد دارد از منابع طبیعی خود بهره اقتصادی صادراتی ببرد، بلکه همچنین خود را به‌عنوان بازیگر کلیدی در گذار جهانی به‌سمت انرژی سبز معرفی کند. چرخش به‌سمت خودروهای برقی با استراتژی گسترده‌تر شیلی برای بهره‌برداری از منابع غنی انرژی تجدیدپذیر آن همسو است. این کشور سرمایه‌گذاری‌های قابل‌توجهی در زیرساخت‌های انرژی خورشیدی و بادی انجام داده است. با گسترش خودروهای برقی و انرژی‌های تجدیدپذیر، شیلی می‌تواند وابستگی خود را به نفت وارداتی کاهش دهد و هم‌زمان اهداف انرژی پاک خود را پیش ببرد.

شیلی خود را به‌عنوان یکی از پیش‌گامان حمل‌ونقل عمومی پایدار معرفی کرده است که بخشی اساسی از راهبرد آن کشور در حوزه حمل‌ونقل عمومی و الکترومویبلیتی به‌شمار می‌رود. به‌عنوان نمونه، شهر سانتیاگو اکنون دارای یکی از بزرگ‌ترین ناوگان‌های اتوبوس‌های برقی در خارج از چین است و برنامه‌هایی برای گسترش این ناوگان نیز در دست اجرا دارد.

این تعهد شیلی به توسعه خودروهای برقی، حاصل تلفیقی از اهداف زیست‌محیطی، ضرورت‌های اقتصادی، سیاست‌های دولتی و فرصت‌های ناشی از ظرفیت انرژی‌های تجدیدپذیر و منابع غنی لیتیوم این کشور است. در این راستا شیلی با افزایش تاب‌آوری اقتصادی، سرمایه‌گذاری‌های گسترده‌ای در زیرساخت‌های انرژی پاک و تدوین چارچوب‌های سیاستی حمایتی انجام داده است.

## ۳-۶. خودروسازی ایران و همسایگان

باوجود مطالعات مختلف در مستدل کردن ظرفیت‌های چشمگیر خودروهای برقی در توسعه اقتصادی و جهش صنعتی، پذیرش این فناوری در برخی کشورها، به‌ویژه کشورهای تولیدکننده نفت، همچنان در اولویت قرار نگرفته است. اقتصاد این کشورها، ازجمله ایران، به‌شدت وابسته به درآمدهای حاصل از سوخت‌های فسیلی است؛ وابستگی‌ای که ساختاری عمیق به وجود آورده و گذار به راهکارهای جایگزین انرژی را با پیچیدگی‌های فراوان مواجه کرده است. در چنین شرایطی، انگیزه‌های اقتصادی غالباً در جهت حفظ نظام‌های موجود عمل می‌کنند و پذیرش نوآوری‌های تحول‌آفرین نظیر خودروهای برقی را به حاشیه می‌رانند. علاوه‌بر این، نگرش‌های فرهنگی نیز ممکن است ترجیح منابع انرژی سنتی را تقویت کنند و خودروهای برقی را در مقطع کنونی در این مناطق غیرضروری جلوه دهند.

کشورهای بزرگ صادرکننده نفت، باوجود برخورداری از منابع مالی کافی برای سرمایه‌گذاری در این فناوری‌ها، رویکردهای کلاً متفاوتی درباره خودروسازی ازجمله ترویج خودروهای برقی داشته‌اند. برخی از این کشورها با اشتیاق فراوان و برخی دیگر با احتیاط و محدودیت به استقبال خودروهای برقی رفته‌اند. این تردید عمدتاً ناشی از اتکای اقتصادی شدید به صادرات نفت و فقدان استراتژی‌های بلندمدت در این مناطق است. بدون درک به این وابستگی‌های ساختاری و ایجاد تغییرات فرهنگی بنیادین نسبت به مفهوم پایداری، تلاش‌ها برای ترویج پذیرش خودروهای برقی در این کشورها احتمالاً با موانع مستمر و جدی مواجه خواهد بود.

در ایران، صنایع خودروسازی همیشه عامل اصلی رشد آمارهای تولید خودرو در غرب آسیا بوده است. بی‌شک تابه‌امروز هیچ‌کدام از همسایگان آسیایی ایران در مقیاس ایران توانایی تولید و زنجیره تأمین خودروسازی نداشته‌اند. ولی با ظهور برقی‌سازی و جاه‌طلبی رشد صنعتی همسایگان جنوبی و ترکیه (به‌عنوان کشور آسیایی اروپایی) در این حوزه دینامیک تغییرات را در این منطقه بیشتر کرده است که مطالعاتِ کنش و واکنش‌های منطقه‌ای و رقابت در این حوزه حائز اهمیت است. ایران در رتبه بیستم بزرگ‌ترین تولیدکنندگان خودرو در جهان قرار دارد و حدود ۷۵ درصد از تولیدات آن به خودروهای سواری اختصاص یافته است. اهمیت اقتصادی و ابعاد گسترده صنعت خودروسازی ایران غیرقابل انکار است.

در سال ۲۰۲۳، تولید بیش از ۱.۱۸ میلیون دستگاه خودرو در ایران محقق شد و برنامه‌ریزی‌ها حاکی از آن است که این رقم تا مارس سال ۲۰۲۵ به ۱.۵ میلیون دستگاه افزایش خواهد یافت. این صنعت سهمی معادل ۱۰ درصد از تولید ناخالص داخلی کشور را به خود اختصاص داده و حدود ۴ درصد از نیروی کار ملی را مشغول به فعالیت کرده است. پس از بخش نفت و گاز، صنعت خودرو دومین بخش مهم اقتصاد تولیدمحور ایران محسوب می‌شود. در مواجهه با تحریم‌های بین‌المللی، ایران راهبردی مبتنی‌بر خودکفایی در تولید قطعات خودرو اتخاذ کرده که نه‌تنها وابستگی به واردات را کاهش داده، بلکه صرفه‌جویی‌های اقتصادی قابل توجهی را نیز به‌همراه داشته است. ولی خودروهای تولیدی ایران مجهز به تکنولوژی‌های روز دنیا نیستند و کارخانه‌های تولیدی از به‌روزترین ابزارهای صنعتی و اتوماسیون بهره نمی‌برند؛ این موضوع باعث شده است که حجم صادراتی محصولات ایران بسیار محدود باشد. کیفیت پایین محصولات داخلی همواره مورد انتقاد مصرف‌کننده بوده و همین مسئله توان رقابتی خودروهای ایرانی را در بازارهای جهانی کاهش داده است.

صنعت خودروسازی ایران با تکیه‌بر ظرفیت تولید گسترده و زنجیره تأمین یکپارچه، نقشی محوری در شکل‌دهی به ساختار بازار خودروی داخل ایران ایفا کرده و جایگاه خود را به‌عنوان یکی از بازیگران مطرح تولید از لحاظ مقیاس تثبیت نموده است. بااین‌حال، چشم‌انداز منطقه‌ای در صنعت خودروسازی با ظهور رقبای قدرتمندی چون ترکیه و کشورهای حوزه خلیج فارس شاید رقابت را برای خودروسازان ایرانی سخت‌تر کند. ترکیه با اتخاذ سیاست‌های بلندپروازانه در حوزه برقی‌سازی خودروها توانسته است جایگاه خود را به‌عنوان یکی از پیش‌گامان این عرصه در این منطقه معرفی کند. رشد فروش خودروهای برقی در ترکیه نیز چشمگیر بوده است. در همین حال، کشورهای حوزه خلیج فارس نیز با تکیه‌بر منابع مالی گسترده خود، به درآمدهای نفتی برای دوران پسانفت، هرچند دور، فکر می‌کنند.

### ۱-۶-۳. ترکیه

دولت ترکیه به‌طور فعال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را در بخش‌های فناوری پیشرفته مانند خودروهای برقی از طریق ارائه مشوق‌هایی مانند کمک‌های مالی و کاهش مالیات رونق داده است. این امر توجه سایر خودروسازان چینی را که به‌دنبال بازارهای جدیدند، جلب کرده است. صنعت خودروهای برقی ترکیه به‌طور فزاینده‌ای به چین وابسته شده؛ رابطه‌ای که از طریق سرمایه‌گذاری‌ها و همکاری‌های چشمگیر عمیق‌تر شده است. شرکت‌های چینی، به‌ویژه بی-وای-دی، چری و سایک-موتور، نقشی اساسی در رشد این بخش در ترکیه ایفا می‌کنند.

در سال ۲۰۲۳، شرکت بی-وای-دی اعلام کرد که با سرمایه‌گذاری یک میلیارد دلاری، یک کارخانه تولیدی در ترکیه تأسیس خواهد کرد که ظرفیت تولید سالیانه ۱۵۰,۰۰۰ خودروی برقی و هیبریدی را خواهد داشت و همچنین یک مرکز تحقیق و توسعه ایجاد خواهد شد. پیش‌بینی می‌شود این سرمایه‌گذاری شغل ایجاد کند و قابلیت‌های تولیدی ترکیه را تقویت نماید. افزون‌بر این، ترکیه تلاش دارد تا خود را به‌عنوان مرکز صادرات‌محور برای خودروهای برقی معرفی کند؛ سرمایه‌گذاری‌هایی نظیر طرح ۴۳۱ میلیون دلاری رنو برای تولید محلی خودروهای برقی تا سال ۲۰۲۷ گواهی بر این مدعاست.

نزدیکی مرز گمرکی ترکیه با اتحادیه اروپا این کشور را به مکانی جذاب برای تولیدکنندگان خودروهای برقی چینی تبدیل کرده است. با تولید این خودروها در ترکیه، شرکت‌های چینی می‌توانند از تعرفه‌های اتحادیه اروپا بر خودروهای ساخت چین اجتناب کنند و بدین ترتیب مزیت قیمتی در بازارهای اروپایی به‌دست آورد. این موقعیت استراتژیک به ترکیه اجازه می‌دهد تا به‌عنوان دروازه‌ای برای ورود خودروهای برقی چینی به اروپا عمل کند و همچنین دسترسی به بازارهای خاورمیانه و آفریقا را فراهم آورد. لذا همکاری روبه‌رشد بین ترکیه و چین برای هر دو طرف از نظر اقتصادی سودمند به نظر می‌رسد: این همکاری به چین امکان دسترسی به بازار اروپا را می‌دهد و درعین‌حال موقعیت ترکیه را به‌عنوان بازیگر جدی در زنجیره تأمین جهانی صنعت خودرو تقویت می‌کند. افزایش مشارکت تولیدکنندگان خودروهای برقی چینی در ترکیه، اهمیت استراتژیک این کشور را برای بازارهای منطقه‌ای و جهانی خودرو نشان می‌دهد.

درمجموع ترکیه با بهره‌گیری از سرمایه‌گذاری‌های گسترده چین، به‌دنبال تثبیت جایگاه خود به‌عنوان یکی از قطب‌های منطقه‌ای تولید و صادرات خودروهای برقی است. این کشور، توسعه اقتصادی را به‌عنوان محرک اصلی ورود به صنعت خودروهای برقی قلمداد می‌کند و در تلاش است تا از طریق تقویت همکاری‌های بین‌المللی، هم‌زمان با حفظ موقعیت رقابتی خود در برابر رقبای اروپایی، مسیر پیشرفت منطقه‌ای خود را هموار کند. ترکیه با ایجاد محیط‌های نوآورانه و جذاب برای سرمایه‌گذاران خارجی، در پی ارتقای سطح سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و تحریک پویایی اقتصادی داخلی است.

درعین‌حال، یکی از اولویت‌های کلیدی ترکیه ارتقای توان تولیدی تکنولوژی‌محور در عرصه جهانی است. این کشور به‌شکلی هدفمند به ترویج نوآوری‌های بومی در بخش‌هایی می‌پردازد که به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم با گذار به انرژی پاک و فناوری‌های پایدار مرتبط‌اند. چنین رویکردی نه‌تنها رقابت‌پذیری بین‌المللی ترکیه را تقویت می‌کند، بلکه زیرساخت‌های لازم برای پیشبرد تحول اقتصادی و زیست‌محیطی را نیز فراهم می‌آورد.

### ۲-۶-۳. کشورهای جنوب خلیج فارس

کشورهای جنوب خلیج فارس که به‌طور سنتی با ذخایر عظیم نفت و وابستگی به سوخت‌های فسیلی شناخته می‌شوند، اکنون در حال برنامه‌ریزی برای دوران «پسانفت» هستند. این کشورها که تاکنون از درآمدهای سرشار نفتی بهره‌مند بوده‌اند و همچنان از این منابع استفاده خواهند کرد، در مقطعی بدون دغدغه مالی به‌دنبال گذار به‌سوی آینده‌ای پایدارتر و متنوع‌ترند.

با رشد روزافزون اهمیت انرژی‌های تجدیدپذیر و پیشرفت‌های فناوری در این حوزه، کشورهای جنوب خلیج فارس توسعه حمل و نقل پاک را به‌عنوان بخشی از استراتژی‌های بلندمدت خود برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و آماده‌سازی برای آینده‌ای کم‌کربن در نظر گرفته‌اند. این تغییر راهبردی نه‌تنها با هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای صورت می‌گیرد، بلکه بخشی از تلاش گسترده‌تر برای ایجاد اقتصادی کمتر وابسته به نفت است. در میان کشورهای جنوب خلیج فارس، امارات متحده عربی و عربستان سعودی به‌عنوان پیش‌گامان این گذار ظاهر شده‌اند. هر دو کشور برنامه‌های جاه‌طلبانه‌ای برای توسعه خودروهای برقی و ایجاد زیرساخت‌های مرتبط با آن دارند. امارات متحده عربی ظرفیت مونتاژ ۵۵,۰۰۰ واحد خودرو برقی در سال را ایجاد کرده است و عربستان سعودی نیز قصد دارد تا سال ۲۰۲۶ سالیانه ۱۷۰,۰۰۰ واحد خودرو برقی مونتاژ کند. امارات متحده عربی و عربستان سعودی همچنین در حال گسترش زیرساخت‌های شارژ خودروهای برقی‌اند. عربستان سعودی برنامه دارد تا سال ۲۰۳۰ بیش از ۵,۰۰۰ شارژر سریع در ۱۰,۰۰۰ مکان نصب کند و امارات متحده عربی نیز هدف دارد تا سال ۲۰۲۵ بیش از ۱,۰۰۰ ایستگاه شارژ ایجاد کند. این سرمایه‌گذاری‌ها بسیار پایین‌تر از اهداف جاه‌طلبانه اروپایی و نشان‌دهنده عزم کشورهای جنوب خلیج فارس برای نقش‌آفرینی در گذار سبز است.

چشم‌انداز گذار کشورهای جنوب خلیج فارس فقط محدود به توسعه حمل و نقل برقی نیست؛ بلکه شامل برنامه‌های گسترده‌تری همچون هوشمندسازی شهرها و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر نیز می‌شود. امارات متحده عربی تعهد کرده است تا سال ۲۰۵۰ به انتشار کربن صفر خالص دست یابد و عربستان سعودی نیز هدف مشابهی را برای سال ۲۰۶۰ تعیین کرده است. بااین‌حال، چالش‌هایی نیز پیش‌روی این کشورها قرار دارد. واقعیت‌های جغرافیایی مانند دمای بالای منطقه می‌تواند عملکرد باتری خودروهای برقی فعلی را تحت‌تأثیر قرار دهد.

چشم‌انداز ۲۰۳۰ عربستان سعودی نیز بخشی از تلاش گسترده‌تر این کشور برای تنوع‌بخشی اقتصادی است که هدف آن کاهش وابستگی به نفت و کاهش رد پای زیست‌محیطی است. در این خصوص پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ حداقل ۳۰ درصد از تمام خودروها در شهر ریاض برقی باشند.

مصرف‌کنندگان در کشورهای جنوب خلیج فارس که به استفاده از خودروهای شاسی‌بلند با مصرف بالای سوخت‌های فسیلی عادت دارند، ممکن است در پذیرش خودروهای برقی با مقاومت‌های اجتماعی قابل توجهی مواجه شوند. برای مقابله با این چالش‌ها، دولت‌های این منطقه با بهره‌گیری از درآمدهای نفتی، اقدام به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های مرتبط با خودروهای برقی و اجرای برنامه‌های گسترده آموزشی برای ترویج حمل و نقل پاک کرده‌اند.

همچنین این کشورها در حال برنامه‌ریزی برای گسترش سرمایه‌گذاری در یکی از صنایع سودآور آینده، یعنی بازیافت باتری‌ها، هستند. درنهایت، در پاسخ به چرایی، کشورهای جنوب خلیج فارس ترکیبی از عمل‌گرایی اقتصادی و همراهی بین‌المللی در آرمان‌های زیست‌محیطی را هدف قرار داده‌اند.

## ۷-۳. وضعیت قانونگذاری کشورهای منتخب و روند پیشرفت آنان

جدول ۷ وضعیت قانونگذاری کشورهای منتخب را تا سال ۲۰۲۴ تحلیل و روند پیشرفت آنها را از مرحله اعلام اهداف بلندپروازانه صنعتی تا اجرای قوانین، به‌صورت تطبیقی در گروه‌های مختلف بررسی کرده است. این جدول نمایی تطبیقی از پیشرفت نسبی فرایند برقی‌سازی در مناطق مختلف جهان ارائه می‌دهد و این پیشرفت را بر مبنای شاخص‌هایی نظیر تدوین سیاست‌ها و اجرای اقدامات کلیدی، اعم از در حال اجرا یا اعلام شده، ارزیابی می‌کند.

سیاست‌ها و اقدامات مرتبط با این حوزه از تنوع قابل توجهی برخوردارند و به‌منظور تسهیل در این گزارش، به چهار فعالیت (تقریباً) مستقل تفکیک شده‌اند. هریک از این فعالیت‌ها بیانگر سطحی از پیشرفت در مسیر تحقق اهداف برقی‌سازی و دستیابی به چشم‌اندازهای تعیین شده کشورهای انتخابی است.

در جدول ۷ چنانچه گروهی از کشورها در تمام حوزه‌های چهارگانه شدت رنگ بالایی داشته باشند، این امر حاکی از پیشرفت نسبی مطلوب آنها در تمام زمینه‌ها خواهد بود و البته به‌معنای موفقیت مطلق در آن زمینه نیست؛ اما درصورتی‌که شدت رنگ در یکی از حوزه‌ها کمتر باشد، این موضوع نشان‌دهنده آن است که آن گروه از کشورها در برخی زمینه‌های چهارگانه هنوز به‌صورت نسبی در جغرافیای خود در حال تکامل و توسعه قرار دارند.

باید تأکید کرد که جدول ۷ به‌منظور تسهیل درک بهتر مطالعات تطبیقی، به‌صورت ساده‌سازی شده ارائه شده است و چهار فعالیت مذکور به‌طور کامل از یکدیگر مستقل نیستند. همچنین، رنگ‌بندی این جدول براساس ارزیابی علمی نویسندگان و با تکیه‌بر اطلاعات موجود تا زمان تدوین آن اعمال شده است [۳۴]. تعاریف چهار فعالیت مختلف کشورهای انتخابی در جدول ۷ عبارت‌اند از:

– **(جاه‌طلبی روشن و تعریف شده)**: اهداف یا مقاصد دولتی (که به‌عنوان اهداف غیررسمی نیز شناخته می‌شوند) که در یک سند خط‌مشی مانند نقشه راه یا استراتژی استقرار، اغلب بدون اهداف مشخص تعیین شده است.

– **(پیشنهاد قانونی مدون)**: سیاست‌ها یا اقداماتی که به‌طور رسمی پیشنهاد شده‌اند و ممکن است بخشی از یک سیاست یا هدف آینده را تشکیل دهند.

– **(اهداف معین)**: اهداف اعلام شده دولت، به‌عنوان مثال آنهایی که در قوانین، تعهدات بودجه‌ای، برنامه‌های ملی آب‌وهوا، یا استراتژی‌های خودروهای برقی گنجانده شده‌اند.

– **(قانون مصوب)**: تعهدات الزام‌آور قانونی مانند مقررات و استانداردها.

برای مطالعه مقایسه‌ای کشورهای انتخابی را براساس سطح پیشرفت و تعهد آنها در گذار به وسایل نقلیه برقی به هشت گروه می‌توان تقسیم کرد:

– **کشورهایی با جاه‌طلبی روشن، اهداف معین، پیشنهادهای مدون و قوانین مصوب:** این دسته شامل کشورهایی پیشرو است که رویکردی همه‌جانبه اتخاذ کرده‌اند. آنها علاوه‌بر ترسیم چشم‌انداز روشن، اهداف کمی مشخص، پیشنهادهای عملیاتی و قوانین الزام‌آور را برای تحقق گذار به وسایل نقلیه پاک تدوین کرده‌اند.

– **کشورهایی با تنها جاه‌طلبی تعریف شده:** این گروه شامل کشورهایی است که نیت خود را برای گذار به وسایل نقلیه برقی اعلام کرده‌اند، اما هنوز فاقد اهداف مشخص، پیشنهادهای عملی یا قوانین اجرایی‌اند.

– **کشورهایی با جاه‌طلبی تعریف شده و اهداف معین:** این کشورها علاوه‌بر ترسیم چشم‌انداز کلی، اهدافی مشخص برای تحقق آن تعیین کرده‌اند؛ اما هنوز از پیشنهادهای عملیاتی یا قوانین الزام‌آور بهره‌مند نیستند.

– **کشورهایی با جاه‌طلبی تعریف شده، اهداف مشخص و پیشنهادهای مدون، اما بدون قانونگذاری:** این دسته شامل کشورهایی است که علاوه‌بر جاه‌طلبی‌های روشن و اهداف معین، پیشنهادهای اجرایی نیز ارائه داده‌اند؛ اما تاکنون موفق به تصویب قوانین لازم برای حمایت از این طرح‌ها نشده‌اند.

– **کشورهایی با جاه‌طلبی تعریف شده، اهداف معین و قانونگذاری، اما بدون فعالیت در تدوین پیشنهادهای قانونی رسمی:** این کشورها ضمن برخورداری از چشم‌انداز روشن، اهداف مشخص و قوانین مصوب، هنوز پیشنهادهای عملیاتی لازم برای اجرای کامل برنامه‌های خود را تدوین نکرده یا کلاً از این مرحله گذار کرده‌اند.

– **کشورهایی با جاه‌طلبی تعریف شده، پیشنهادهای مدون و قانونگذاری، اما فاقد اهداف شاخص:** این گروه نمایانگر کشورهایی است که باوجود داشتن چشم‌انداز کلی و بهره‌گیری از پیشنهادها و قوانین پشتیبان، هنوز اهداف کمّی مشخص برای گذار به وسایل نقلیه برقی تعیین نکرده‌اند.

– **کشورهایی با اهداف معین، پیشنهادهای مدون و قانونگذاری، اما فاقد جاه‌طلبی کلی:** این دسته شامل کشورهایی است که بر تحقق اهداف کمّی متمرکز شده‌اند و این مسیر را با پیشنهادها و قوانین پشتیبانی می‌کنند؛ اما درعین‌حال فاقد چشم‌انداز بلندمدت یا جاه‌طلبانه‌اند.

– **کشورهایی با پیشنهادها و قانونگذاری، اما فاقد جاه‌طلبی کلی یا اهداف مشخص:** این گروه شامل کشورهایی است که اگرچه دارای پیشنهادهای ملموس و چارچوب‌های قانونی‌اند، تاکنون نه جاه‌طلبی روشنی را اعلام و نه اهداف کمّی قابل اندازه‌گیری تعیین کرده‌اند. در تحلیل سطح پیشرفت و تعهد آنها در گذار به وسایل نقلیه برقی باید گستره تغییرات نوع وسایل نقلیه هم مشخص باشد. دوره گذار از خودروهای مجهز به موتورهای احتراق داخلی به‌سمت وسایل نقلیه برقی، مرحله‌ای حساس و تعیین‌کننده در تحول نظام حمل‌ونقل است؛ لذا باید دقت داشت که گستره چرایی برقی‌سازی محدود به خودروهای سواری نمی‌شوند و کشورهای مختلف برحسب نوع چرایی و اولویت‌های حمل‌ونقل ملی خود سیاست‌های تنظیم‌گری کلان خود را به دسته‌های مختلف از نوع حمل‌ونقل تقسیم‌بندی می‌کنند:

- وسیله نقلیه سبک (خودروها و ون)؛
- وسیله نقلیه متوسط/سنگین (وسایل نقلیه باری و حرفه‌ای)؛
- دو یا سه‌چرخ (موتورسیکلت)؛
- حمل‌ونقل عمومی اتوبوس یا جاده‌ای و تاکسی.

در مقطع گذار و با توجه به نوع دسته‌بندی وسایل نقلیه، وسایل نقلیه سنتی با سوخت فسیلی هنوز در بسیاری از بازارها مسلط‌اند و روند پذیرش خودروهای برقی به‌صورت تدریجی شتاب می‌گیرد و مدیریت هوشمندانه و همه‌جانبه امری حیاتی به‌شمار می‌آید. این دوران گذار آکنده از مخاطرات بالقوه‌ای است که درصورت فقدان برنامه‌ریزی و پیش‌بینی ریسک‌های احتمالی، می‌تواند فرایند گذار را مختل کند و تحقق اهداف زیست‌محیطی و توسعه پایدار را به تعویق اندازد. حتی اگر ضرورت گذار به حمل‌ونقل برقی پیش از اجرا با دقت تبیین شده و مورد اجماع ذی‌نفعان قرار گرفته باشد، ظهور چالش‌های گوناگون وسایل نقلیه متنوع می‌تواند به‌سرعت این ضرورت را زیر سؤال برد و مشروعیت آن را

تضعیف کند.

ازاین‌رو، لازم است در تحلیل ابعاد مختلف برقی‌سازی، مخاطرات موجود با جزئیات درمورد انواع وسایل نقلیه بررسی و راهبردهایی عملیاتی برای کاهش تأثیرات منفی آنها تدوین شود. چنین تدابیری می‌تواند فرایند گذار را هموارتر و مقاومت نظام حمل‌ونقل را در برابر ناپایداری‌های احتمالی تغییرات تقویت کند. نبود چنین رویکرد آینده‌نگرانه، نه‌تنها موجب خواهد شد که چرایی برقی‌سازی حمل‌ونقل بارها ازسوی منتقدان به چالش کشیده شود، بلکه فضای مثبت تغییرات را تحت‌تأثیر عدم قطعیت‌ها قرار خواهد داد و نیروی محرکه این تحول اساسی را کُند یا حتی متوقف خواهد کرد؛ بنابراین، تدوین سیاست‌های کلان، مبتنی‌بر دانش و پیش‌بینی‌های دقیق برای وسایل نقلیه متنوع، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای تضمین موفقیت در گذار به سیستم‌های حمل‌ونقل پایدار و سازگار با محیط‌زیست است.

## ۴. تحلیل و تفسیر یافته‌ها

این گزارش به طور کلی تمرکز خود را بر سطح چرایی برقی‌سازی حمل‌ونقل قرار داده است. پیش از این بخش، ابعاد چیستی این تحول در مطالعات تطبیقی بررسی و مختصات فنی و روندهای کلان جهانی تشریح شد. سپس منطق سیاستی، سازوکارهای انگیزشی و اهداف کشورهایی که در این گذار پیشرو هستند تحلیل مورد تحلیل قرار گرفت. نتیجه این بررسی‌ها حاکی از آن است که برقی‌سازی تنها یک تغییر فناورانه نیست و بازتابی از بازآرایی قدرت در نظام سیاسی و اقتصادی جهان محسوب می‌شود. کشورها با منطق‌های متفاوت وارد این مسیر شده‌اند؛ اتحادیه اروپا با هدف تحقق تعهدات اقلیمی، ایالات متحده با رویکرد احیای تولید داخلی و تقویت استقلال انرژی و چین با هدف کسب برتری فناورانه و اقتصادی در زنجیره ارزش جهانی اقدام کرده است.

بر همین اساس، این بخش با اتکا به یافته‌های مطالعات تطبیقی به بررسی عمیق دلایل بنیادین این گذار می‌پردازد و تلاش می‌کند علاوه بر مزایای زیست‌محیطی، پیوند حیاتی برقی‌سازی با نظام انرژی و ملاحظات ژئوپلیتیکی را تبیین کند. تحلیل انجام شده نشان می‌دهد که موفقیت در این فرایند نیازمند هم‌افزایی پایدار میان چهار عامل کلیدی (فناوری، زیرساخت، تقاضای بازار و تأمین مالی پایدار) است. این بخش همچنین با بررسی چالش‌های دوره گذار و نقش تعیین‌کننده چین در شکل‌دهی به ساختار بازار جهانی، زمینه لازم را برای تدوین راهبردهای ملی در بخش پایانی فراهم می‌کند.

در متون علمی و آکادمیک و منابع خبری تاکنون مزایای زیست‌محیطی برقی‌سازی حمل‌ونقل به‌تفصیل بررسی شده است. محققان و سازمان‌های متعدد بین‌الملل اعتقاد دارند که فناوری برقی‌سازی حمل‌ونقل از منظر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به مهار تغییرات اقلیمی کمک شایانی می‌کند. البته تحقق اهداف اقلیمی توافق‌نامه پاریس همچنان با موانع متعددی روبه‌رو است؛ زیرا تلاش‌های کنونی کشورهای مختلف از کاهش‌های لازم در انتشار گازهای گلخانه‌ای عقب مانده‌اند. براساس آخرین پیش‌بینی‌ها، میانگین کاهش تجمعی انتشار از سال ۲۰۱۶ تا سال ۲۰۳۰ حدود ۳۱.۸ گیگا تن معادل دی‌اکسید کربن برآورد شده است و با برآوردی خوش‌بینانه شاید به میزان ۶۳.۸ گیگا تن معادل دی‌اکسید کربن برسد. بااین‌حال، این ارقام در مقایسه با کاهش‌های شدید مورد نیاز برای محدود کردن گرمایش جهانی به ۱.۵ درجه سانتی‌گراد بسیار ناچیزند. برای دستیابی به سناریویی با افزایش دمای کم یا بدون افزایش بیش از ۱.۵ درجه سانتی‌گراد، کاهش ۶۴۱ گیگا تن معادل دی‌اکسید کربن ضروری است؛ هدفی که با توجه به مسیرهای کنونی به‌طور فزاینده‌ای دست‌نیافتنی به نظر می‌رسد. این تفاوت آشکار بین آرمان‌های توافق‌نامه پاریس و واقعیت انتشار جهانی، نیازمند اقدام‌های مؤثرتری است. این فاصله نشان می‌دهد که راهبردهای اقلیمی جهانی باید به‌طور اساسی بازنگری شوند و تلاش‌ها برای کاهش کربن در تمامی بخش‌های اقتصاد جهانی با سرعتی بسیار بیشتر دنبال گردد.

با اینکه در مباحث مربوط به تغییرات اقلیمی، معمولاً کره زمین به‌عنوان یک کل مورد توجه قرار می‌گیرد، اما مزایای فناوری پاک عمدتاً در سطح محلی برای جوامع قابل شناسایی است و انگیزه پذیرش آن نیز به‌طور عمده در بسترهای منطقه‌ای ریشه دارد. با پذیرش نوآوری‌های فناوری پاک، جوامع می‌توانند از این مزایا بهره‌مند شوند و محیط‌های سالم‌تر با انعطاف‌پذیری اقتصادی بیشتری برای ساکنان خود فراهم

آورند. مطالعات اخیر نشان می‌دهند که کاهش آلودگی هوا در سه منطقه کلیدی، که پیش‌گام پذیرش فناوری پاک هستند (چین، ایالات متحده و اروپا)، می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی امید به زندگی را افزایش دهد. باوجود این، ارتقای سلامت عمومی تنها دلیل برای گذار به فناوری پاک در مناطق مختلف نیست.[1]

گذار به فناوری‌های پاک در مقیاس کلان می‌تواند توسط چهار عامل اصلی هدایت شود که هریک مزایای قابل‌توجهی برای مناطقی ارائه می‌دهند که این فناوری‌ها را سریع‌تر پیاده‌سازی می‌کنند. نخست، فناوری پاک موجب تحریک رشد اقتصادی و تقویت رقابت‌پذیری اقتصادی می‌شود؛ زیرا فرصت‌های شغلی ایجاد می‌کند و افزایش بهره‌وری اقتصادی را در کل سیستم‌ها هدف قرار می‌دهد. دوم، سیستم‌های مجهز به فناوری پاک ذاتاً باید کارا باشند و کارایی و مقرون‌به‌صرفه بودن را برای جوامع به ارمغان آورند که خود به‌عنوان یک انگیزه قوی عمل می‌کند. در واقع از منظر مصرف‌کننده، هزینه‌های عملیاتی پایین‌تر خودروهای تمام‌برقی در مقایسه با خودروهای احتراق داخلی، فرصت‌هایی برای صرفه‌جویی اقتصادی فراهم می‌آورد. علاوه‌بر این، صنایع مرتبط نظیر تولید انرژی تجدیدپذیر، ساخت باتری‌ها و توسعه زیرساخت‌ها، زمینه ایجاد فرصت‌های شغلی جدید را مهیا می‌کنند.

**شکل ۴. مزایای فناوری‌های پاک قابل لمس در سطح محلی [۳۵]**

برای پذیرش گسترده فناوری‌های پاک در سطح اجتماعی، ضروری است که مزایای بالقوه آنها به‌شکلی ملموس و محلی برای شهروندان آشکار شود. این امر یک چرخه مثبت ایجاد می‌کند که انگیزه به‌کارگیری این فناوری‌ها را تقویت و توجیه می‌کند، فرایندی که در شکل ۴ خلاصه شده است؛ مثلاً این منافع در سه حوزه کلیدی قابل مشاهده‌اند: نخست، کاهش مستقیم هزینه‌های انرژی که به افزایش قدرت خرید مصرف‌کنندگان می‌انجامد. دوم، تقویت امنیت انرژی؛ این فناوری‌ها با کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، جوامع را در برابر نوسانات بازارهای جهانی مصون می‌سازند که برای ثبات ملی برخی از کشورها حیاتی است. سرانجام، گذار از سوخت‌های فسیلی منافع چشمگیری برای سلامت عمومی به ارمغان می‌آورد؛ کاهش آلودگی هوا که عامل اصلی بیش از هفت میلیون مرگ و میر سالیانه است، به شکل‌گیری جوامعی سالم‌تر، کاهش فشار بر نظام‌های بهداشتی و در نتیجه، تحقق فواید گسترده اقتصادی و اجتماعی منجر می‌شود.

۱. اطلاعات تکمیلی در پیوست ۱.

البته باید دقت داشت که چالش فعلیت فناوری‌های پاک نه‌تنها در تعیین اهداف بلندپروازانه، بلکه در اجرای سیاست‌ها و فناوری‌های مؤثری است که می‌توانند کاهش سریع و گسترده انتشار را هدایت کنند. خودروهای برقی با منابع تجدیدپذیر پتانسیل این را دارند که از منظر سلامت عمومی، آلاینده‌های هوا را کاهش دهند و موجب ارتقای کیفیت زندگی شهروندان و کاهش هزینه‌های درمان بیماری‌های ناشی از آلودگی هوا شوند. بااین‌حال، این پرسش مطرح است که آیا چرایی خودروهای برقی را می‌توان به‌عنوان صنعت مستقل ارزیابی کرد یا چرایی خودروهای برقی به چرایی دیگر صنایع از نقطه‌نظر مزایای زیست‌محیطی برقی‌سازی وابسته شده است؟ آیا درک مجموع مزایای زیست‌محیطی می‌تواند جایگزینی خودروهای برقی با خودروهای سوخت فسیلی را در مقیاس کلان ملی یک کشور توجیه کند؟ و درصورت نیاز به ارزیابی‌های تکمیلی، این ارزیابی‌ها چه حوزه‌هایی را باید دربرگیرد؟ هدف این بخش تحلیل و تفسیر یافته‌ها با محوریت پاسخ به چنین پرسش‌هایی است.

### ۱-۴. نگرانی‌های زیست‌محیطی در سطح محلی

باید دقت داشت که ماهیت خودرو، فارغ از نوع پیش‌رانه آن، به‌طور ذاتی تأثیرات مخربی بر محیط زیست دارد. از استخراج مواد خام گرفته تا فرایندهای تولید، استفاده و درنهایت دفع، هر مرحله از چرخه عمر یک خودرو به تخریب محیط زیست می‌انجامد. حتی خودروهای برقی که اغلب به‌عنوان جایگزینی پاک‌تر معرفی می‌شوند، از این واقعیت مستثنا نیستند. تولید باتری‌ها، وابستگی به مواد معدنی کمیاب و فرایندهای تولید انرژی‌بر همگی رد پای زیست‌محیطی قابل‌توجهی برجای می‌گذارند؛ بنابراین، باید پذیرفت که چیزی به نام «خودروی پاک» به‌معنای مطلق وجود ندارد. بااین‌حال، اهمیت پایداری در صنعت خودرو و به‌طور کلی در حوزه حمل‌ونقل در کاهش این آثار منفی نهفته است. هدف اصلی نه حذف کامل تأثیرات زیست‌محیطی، بلکه کاهش آنها از طریق نوآوری، اصلاحات سیستمی و اقدامات جمعی است.

کشورهای کمتر توسعه‌یافته اقتصادی با مجموعه‌ای از چالش‌های مختلف برای جذب فناوری‌های جدید مواجه‌اند. در این مناطق، رفاه اجتماعی کمتر (نسبت به کشورهای توسعه‌یافته) و زیرساخت‌های توسعه‌نیافته دسترسی به فناوری‌های پایدار را تحت‌الشعاع اولویت‌های فوری‌تر مانند امنیت غذایی، مراقبت‌های بهداشتی و آموزش قرار می‌دهد. هزینه اولیه بالای خودروهای برقی همراه با زیرساخت ناکافی شارژرها و شبکه برق غیرقابل اعتماد باعث شده است چنین فناوری‌هایی برای بخش عمده‌ای از جمعیت غیرقابل دسترس باشد. علاوه‌بر این، مسائل مربوط به عدالت و نابرابری این چالش‌ها را تشدید می‌کند. هنگامی که بخش بزرگی از جامعه با نیازهای اقتصادی و اساسی برآورده نشده به چالش کشیده می‌شوند، بحث درباره اهداف پایداری اغلب بی‌ربط یا غیرقابل دستیابی تلقی می‌شود. برای مثال کشورهای در حال توسعه فاقد ظرفیت نهادی و منابع مالی لازم برای سرمایه‌گذاری در زیرساخت انرژی تجدیدپذیر یا اجرای کمپین‌های آگاهی‌بخشی عمومی درباره تغییرات اقلیمی‌اند. در چنین شرایطی، تلاش برای ترویج پذیرش خودروهای برقی بدون پرداختن به نابرابری‌های اجتماعی-اقتصادی زمینه بی‌تفاوتی جوامع با تحولات جهانی را افزایش خواهد داد و تلاش‌ها برای ایجاد پذیرش اجتماعی را تضعیف خواهد کرد.

چالش‌های متضاد که اقتصادهای وابسته به نفت و کشورهای کم‌برخوردار با آن مواجه‌اند، دو روی یک سکه‌اند: وقتی عدالت و برابری در استفاده از فناوری وجود نداشته باشد، پذیرش اجتماعی فناوری‌های تحول‌آفرینی مانند خودروهای برقی دشوار و بی‌اثر (از لحاظ پتانسیل‌های زیست‌محیطی و غیره) خواهد بود. برای کشورهای تولیدکننده نفت، تنوع‌بخشی عادلانه اقتصادی دور شدن از وابستگی سوخت فسیلی در درازمدت ضروری به نظر می‌رسد تا مقاومت نسبت به تغییر کاهش یابد. مشابه آن، برای کشورهای کمتر توسعه‌یافته اقتصادی، تضمین دسترسی عادلانه به خدمات حمل‌ونقل پایدار باید مقدم بر تلاش‌های دیگر باشد. برای رفع مؤثر این نابرابری‌ها، راهبردهای جهانی باید با حساسیت نسبت به زمینه‌های خاص اجتماعی-اقتصادی طراحی شود؛ ضمن اینکه انصاف و شمولیت باید اولویت داشته باشد. برای اقتصادهای وابسته به نفت ممکن است ایجاد مشوق‌های اقتصادی برای تنوع‌بخشی همراه با ابتکارات آگاهی‌بخشی عمومی قوی مناسب باشد که مزایای بلندمدت پایداری را برجسته کند. برای کشورهای فقیرتر همکاری بین‌المللی و تأمین مالی می‌تواند نقش کلیدی در توسعه زیرساخت‌ها و کاهش موانع هزینه‌ای مرتبط با پذیرش خودروهای برقی ایفا کند.

مسیر پذیرش گسترده خودروهای برقی پر از چالش‌هایی است که بسته به زمینه اجتماعی-اقتصادی در کشورهای مختلف بسیار متفاوت‌اند.

درحالی‌که کشورهای کمتر توسعه‌یافته اولویت‌هایی مبتنی‌بر رفع نیازهای فوری مخصوصاً انرژی پایدار دارند، تلاش‌ها برای اولویت‌بخشی از طریق دستیابی به پایداری عمیق‌تر به‌واسطه خودروهای برقی را تحت‌الشعاع قرار داده‌اند. پرداختن به این نابرابری‌ها از طریق سیاست‌های عادلانه و مداخلات هدفمند نه‌تنها مطلوب، بلکه ضروری است تا پذیرش اجتماعی تقویت شود و هیچ جامعه‌ای از مشارکت در گذار جهانی به سیستم حمل‌ونقل پایدار محروم نماند. با اتخاذ رویکرد متوازن، که شرایط ملی متنوع را محترم شمارد، ضمن اینکه تعهد قاطعانه‌ای نسبت به عدالت اجتماعی حفظ شود، سیاستگذاران قادر خواهند بود مسیر پیشرفت معنادار را هم‌زمان برای پیشبرد پایداری زیست‌محیطی و عدالت اجتماعی هموار کنند.

### ۲-۴. هم‌بستگی چرایی حمل‌ونقل پایدار و انرژی پایدار

نظام حمل‌ونقل پایدار که خودروهای برقی می‌توانند نقش عمده‌ای در آن بازی کنند، ذاتاً به ایجاد نظام انرژی پایدار وابسته است و بالعکس، تحقق نظام انرژی پایدار نیز مستلزم وجود نظام حمل‌ونقل پایدار است. هر دو باید بر پایه توجیهات دقیق اقتصادی-اجتماعی بنا شوند و در جامعه‌ای آگاه با هدف دستیابی به بالاترین سطح کارآمدی و کمترین هدررفت به فعلیت برسند. در دنیای معاصر، کارآمدی به‌طور جدایی‌ناپذیر با نوآوری، هوشمندی و انعطاف‌پذیری گره خورده است. بدون درک عمیق از ماهیت پیچیده و وابستگی متقابل این نظام‌های متنوع، طراحی یا اجرای راهبردها و سیاست‌های مؤثر امکان‌پذیر نخواهد بود.

پرداختن به چنین سیستم‌های پیچیده و زیرسیستم‌ها مرتبط با آنها نیازمند تلاشی هدفمند برای درک دیدگاه‌های متنوع تمام ذی‌نفعان است. رویکرد مبتنی‌بر تفکر سیستمی باید از پرورش درکی مشترک میان ذی‌نفعان آغاز شود؛ به‌گونه‌ای که آنان بتوانند حوزه‌های به‌هم‌پیوسته انرژی و حمل‌ونقل را از زوایای فراتر از دیدگاه‌های خود مشاهده کنند. این تعامل امری حیاتی است؛ زیرا پیشرفت در یک حوزه یا رشته به‌تنهایی نمی‌تواند راه‌حل‌های جامعی ارائه دهد و پیشرفت معنادار فقط از طریق هم‌افزایی و اقدام مشترک سیستم‌های تأثیرگذار در یک مجموعه میسر خواهد بود. ازاین‌رو، لازم است از رویکردهای خطی به‌سمت رویکردهای سیستمی حرکت کرد. چنین تکاملی در بینش، این امکان را فراهم می‌آورد که سیاستگذاران نقش ذی‌نفعان مختلف را به‌عنوان اجزای جدایی‌ناپذیر نظام‌های پیچیده درک کنند. برای مثال، افزایش تعداد مهندسان متخصص در حوزه خودرو ممکن است یکی از ابعاد مسئله گسترش خودروهای کم‌آلاینده را پوشش دهد، اما بدون توسعه سایر حوزه‌ها، صنعت خودروسازی قادر نخواهد بود محصولاتی پایدار تولید کند که با اهداف کلان‌تر مجموعه سیستم‌ها از نظر پایداری همسو باشند؛ بنابراین تمرکز منابع بر یک بُعد خاص برای افزایش کارایی کل سیستم کافی نیست. تحقق یک سیستم حمل‌ونقل پایدار، مانند استفاده از خودروهای برقی، مستلزم توسعه هم‌زمان عناصر حیاتی مختلفی از جمله زیرساخت‌های انرژی، رفتار آگاهانه مصرف‌کنندگان، نوآوری دیجیتال و چارچوب‌های سیاستی منسجم است. تنها از طریق رویکردهای بین‌بخشی می‌توان ارکان اساسی یک نظام حمل‌ونقل پایدار را در جامعه‌ای پایدارمحور بنا کرد و حفظ نمود.

بحث درباره چرایی حمل‌ونقل برقی نشان می‌دهد که این موضوع نمی‌تواند جدا از مباحث مربوط به انرژی تجدیدپذیر بررسی شود. وسایل نقلیه برقی فقط زمانی می‌توانند به پایداری محیط زیست کمک کنند که منابع انرژی آنها نیز تجدیدپذیر باشند؛ بنابراین پیشبرد انرژی تجدیدپذیر برای اطمینان از تأثیر مثبت وسایل نقلیه برقی ضروری است. همچنین حمایت از نظام‌های انرژی تجدیدپذیر نیازمند تأکید بر فناوری‌های هوشمند مانند دیجیتالی شدن و هوش مصنوعی است که نقش مهمی در بهینه‌سازی تولید، توزیع و مصرف انرژی دارند و یکپارچگی کامل با نظام‌های حمل‌ونقل را تضمین می‌کنند.

درنتیجه، دستیابی به پایداری در حوزه حمل‌ونقل و انرژی مستلزم رویکردی است که وابستگی متقابل آنها را تصدیق کند و هوشمندی و نوآوری را عوامل پیش‌برنده بداند. سیاستگذاران باید راهبردهای یکپارچه‌ای اتخاذ کنند که همکاری میان رشته‌ها و بخش‌ها را اولویت دهند و از فناوری‌های پیشرفته برای حل چالش‌ها در سطوح سیستمی بهره گیرند. فقط با همسو کردن تلاش‌ها در حوزه حمل‌ونقل، زیرساخت‌های انرژی، دیجیتالی شدن و هوش مصنوعی می‌توان آینده‌ای پایدار، مقاوم و سازگار با نیازهای جامعه ایجاد کرد. چنین رویکردی تأکید دارد که ارائه راهکار برای گسترش پایداری نیازمند فهم همه‌جانبه چرایی پایداری سیستم‌های مختلف در بستر جغرافیای موردنظر است.

### ۳-۴. برقی‌سازی حمل‌ونقل مسیری ناآشنا

یکی از واقعیت‌های بنیادین در فرایند برقی‌سازی حمل‌ونقل این است که هیچ کشوری تاکنون مسیر این فرایند را به‌طور کامل طی نکرده است. حتی کشورهای پیشرو نیز همچنان در حال پیمودن مراحل مختلف این گذارند. ازاین‌رو، چشم‌انداز ترسیم شده برای برقی‌سازی حمل‌ونقل، در مقایسه با مسیر طی شده توسط برخی کشورها، شباهت‌ها و تفاوت‌هایی دارد که ناشی از شرایط خاص هر کشور است و در بخش‌های قبلی به آن پرداخته شده است.

این قیاس‌ها به‌خوبی نشان می‌دهند که برقی‌سازی حمل‌ونقل نه‌تنها تحولی فناورانه، بلکه فرایندی تکاملی است که تحت‌تأثیر عوامل اقتصادی، سیاسی و زیست‌محیطی قرار دارد. در همین راستا، چشم‌انداز جهانی برای وسایل نقلیه برقی به میزان حمایت‌های سیاستی، ارائه مشوق‌ها و توسعه زیرساخت‌ها وابسته است. کشورها بسته به شرایط منحصربه‌فرد خود در مراحل مختلف پذیرش این فناوری قرار دارند. این وضعیت بازار جهانی خودروهای برقی را به نقطه‌ای حساس رسانده است که هم فرصت‌های چشمگیری برای رشد و نوآوری فراهم می‌آورد و هم چالش‌هایی را به‌دلیل تفاوت در سیاست‌ها و پویایی‌های تجاری ایجاد می‌کند.

بنابراین، بررسی قیاسی این چالش‌ها و فرصت‌ها می‌تواند راهکارهایی برای تسریع روند برقی‌سازی در جغرافیاهای جدید ارائه دهد. ولی درنهایت، عبور موفقیت‌آمیز از این چالش‌ها مستلزم رویکردی است که بتواند نوآوری را تقویت و زنجیره‌های تأمین انعطاف‌پذیر ایجاد کند. علاوه‌بر این، همکاری‌های بین‌المللی و مشارکت‌های راهبردی نقشی کلیدی در تحقق آینده‌ای پایدار ایفا خواهند کرد. بدین ترتیب، تعامل میان سیاستگذاری هوشمندانه، پیشرفت فناوری و همکاری جهانی می‌تواند زمینه را برای دستیابی به اهداف بلندمدت در حوزه حمل‌ونقل برقی فراهم کند.

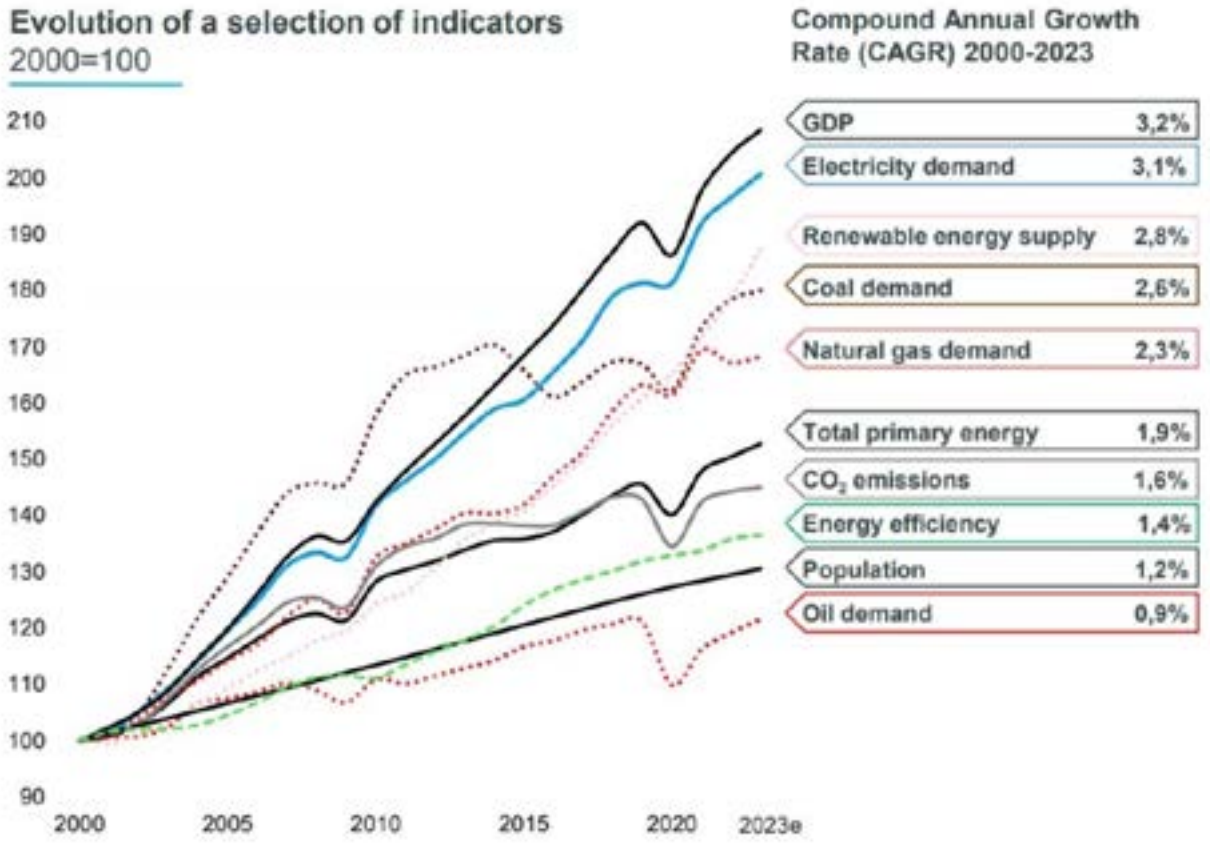
با مطالعه کشورهای انتخابی در این گزارش مشخص است که نگرانی‌های زیست‌محیطی موضوع مشترکی در ترسیم راهبرد بسیاری از کشورهاست، اما همیشه تنها عامل نیست برای نمونه، در چین انگیزه دستیابی به برتری اقتصادی جهانی بسیار پررنگ است و این کشور به‌طور خاص می‌کوشد به رهبر بازار جهانی خودروهای برقی تبدیل شود و کنترل زنجیره تأمین این صنعت را در اختیار گیرد. به همین ترتیب، در ایالات متحده تمرکز اصلی بر احیای تولید داخلی و دستیابی به استقلال از زنجیره تأمین خارجی (به‌خصوص چینی) است و اهداف زیست‌محیطی مانند کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نقش ثانویه دارند. در مقابل، در مناطقی مانند اتحادیه اروپا نگرانی‌های زیست‌محیطی در مرکز توجه قرار دارند. هدف اصلی اتحادیه اروپا دستیابی به انتشار کربن صفر است که آن را به یکی از معدود مناطقی تبدیل می‌کند که اقدام اقلیمی اولویت اصلی آن است. رهبری هلند و نروژ در برقی کردن کامل نیز ناشی از تعهد آنان به پیش‌گامی زیست‌محیطی است؛ ولی فعالیت گسترده این دو کشور در پروژه‌های نفتی صداقت آنان را در کربن‌زدایی مطلق زیر ذره‌بین منتقدان برده است. این موارد با کشورهایی مانند همسایگان ایران تفاوت دارد؛ جایی که موضوع توسعه اقتصادی «پسانفت» کشورهای منطقه را به خودروی برقی جذب کرده است. لذا ضروری است که در تحلیل تحولات کشورهای مختلف، تأملی دقیق بر راهبردهای کوتاه‌مدت و بلندمدت آنان صورت گیرد. هرچند ممکن است برخی کشورها عوامل اقتصادی یا ژئوپلیتیکی را بر مسائل زیست‌محیطی اولویت دهند، این امر به‌معنای بی‌توجهی کامل به پایداری محیط‌زیست نیست، بلکه به نظر می‌آید بسیاری از کشورها رویکردی عمل‌گرایانه اتخاذ می‌کنند که در آن تلاش می‌شود میان نیازهای اقتصادی، اجتماعی و سیاسی با اهداف زیست‌محیطی بلندمدت راهبردهای متوازن برقرار کنند.

### ۴-۴. شاخص‌های کلیدی تأثیر گذار بر مجموعه انرژی و حمل‌ونقل

شکل ۵ روند تحول شاخص‌های کلیدی جهانی را در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ به تصویر می‌کشد. این شاخص‌ها که براساس مقایسه با مقدار پایه ۱۰۰ در سال ۲۰۰۰ تنظیم شده‌اند، شامل رشد اقتصادی (تولید ناخالص داخلی)، تقاضای برق، مصرف سوخت‌های فسیلی، توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، رشد جمعیت و انتشار دی‌اکسید کربن می‌شوند. همچنین نرخ رشد مرکب سالیانه هریک از این شاخص‌ها ارائه شده است. این داده‌ها نمایانگر تعامل میان فعالیت‌های اقتصادی، نظام‌های انرژی و پیامدهای زیست‌محیطی در این دوره‌اند و تصویری جامع از

چالش‌ها و پیشرفت‌های جهانی ارائه می‌دهند. در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ تولید ناخالص داخلی جهانی با نرخ رشد مرکب سالیانه ۳.۲ درصد، نشان‌دهنده رشد پایدار اقتصادی است. تقاضای برق نیز با نرخ رشد ۳.۱ درصد به‌طور قابل توجهی با این روند همسو بوده که بیانگر ارتباط مستقیم میان فعالیت‌های اقتصادی و مصرف برق است. این هم‌بستگی، به‌ویژه در اقتصادهایی که برنامه‌های کلان برقی‌سازی دارند، برجسته‌تر است. بااین‌حال، تقاضای کل انرژی اولیه با نرخ رشد کندتر ۱.۹ درصد افزایش یافته که نشان‌دهنده تأثیر پیشرفت‌های بهره‌وری انرژی در کاهش سرعت افزایش کلی مصرف انرژی نسبت به تولید اقتصادی است.

شکل ۵. نمودار تکامل شاخص‌های (انتخابی) جهانی [۳۵]




شکل ۵ تفاوت معناداری میان روند مصرف سوخت‌های مختلف فسیلی و گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر را نشان می‌دهد. تقاضای زغال‌سنگ با نرخ رشد مرکب سالیانه ۲.۶ درصد و گاز طبیعی با نرخ ۲.۳ درصد افزایش یافته‌اند که بیانگر ادامه وابستگی به سوخت‌های فسیلی برای تأمین نیازهای جهانی انرژی است. بااین‌حال، تقاضای نفت رشد کمتری را در میان تمام شاخص‌ها داشته است (۰.۹ درصد) که حاکی از کاهش تدریجی نقش آن در اقتصاد جهانی است؛ روندی که نشان می‌دهد گاز طبیعی همچنان نیاز بسیاری از جوامع را تأمین می‌کند، اما نقش نفت به‌تدریج کاهش خواهد یافت. در مقابل، عرضه انرژی تجدیدپذیر با نرخ رشد چشمگیر ۲.۸ درصد افزایش یافته و از زغال‌سنگ و گاز طبیعی پیشی گرفته است. این تغییرات نشان‌دهنده گذار ساختاری در چشم‌انداز جهانی انرژی‌اند؛ به‌ویژه رشد انرژی‌های تجدیدپذیر بازتاب‌دهنده

تلاش کشورها برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و حرکت به‌سمت منابع پاک‌تر است. شکل ۵ همچنین نشان می‌دهد که انتشار دی‌اکسید کربن با نرخ رشد سالیانه ۱.۶ درصد افزایش یافته که به‌طور قابل‌توجهی کمتر از نرخ رشد تولید ناخالص داخلی و تقاضای برق بوده است. این موضوع نشان‌دهنده پیشرفت‌هایی در کاهش وابستگی انتشار کربن به فعالیت‌های اقتصادی است. این دستاوردها را می‌توان به استفاده گسترده‌تر از منابع پاک‌تر انرژی، اجرای سیاست‌های نظارتی سخت‌گیرانه‌تر و اقدامات بهره‌وری نسبت داد که کاهش رد پای کربنی را تسهیل کرده‌اند. همچنین بهره‌وری انرژی با نرخ رشد سالیانه ۱.۴ درصد بهبود یافته که بیانگر پیشرفت فناوری و تلاش برای صرفه‌جویی بیشتر بوده است. این روندها تأثیر مثبتی بر تعدیل تقاضای کلی انرژی داشته‌اند. همچنین رشد جمعیت جهانی با نرخ نسبتاً ملایم ۱.۲ درصد افزایش یافته است که زمینه‌ای برای تحلیل روندهای سرانه مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن را فراهم می‌کند. افزایش آهسته جمعیت نسبت به تولید ناخالص داخلی بر اهمیت بهره‌وری بیشتر و نوآوری فناورانه در پیشبرد توسعه اقتصادی تأکید دارد. روندهای شاخص‌های متنوع ارائه شده در شکل ۵ انعکاس تعامل پیچیده میان الزامات توسعه‌ای اقتصادی و اجتماعی کشورها و اهداف پایداری‌اند.

## ۵-۴. چین تأثیرگذارترین پارامتر چرایی

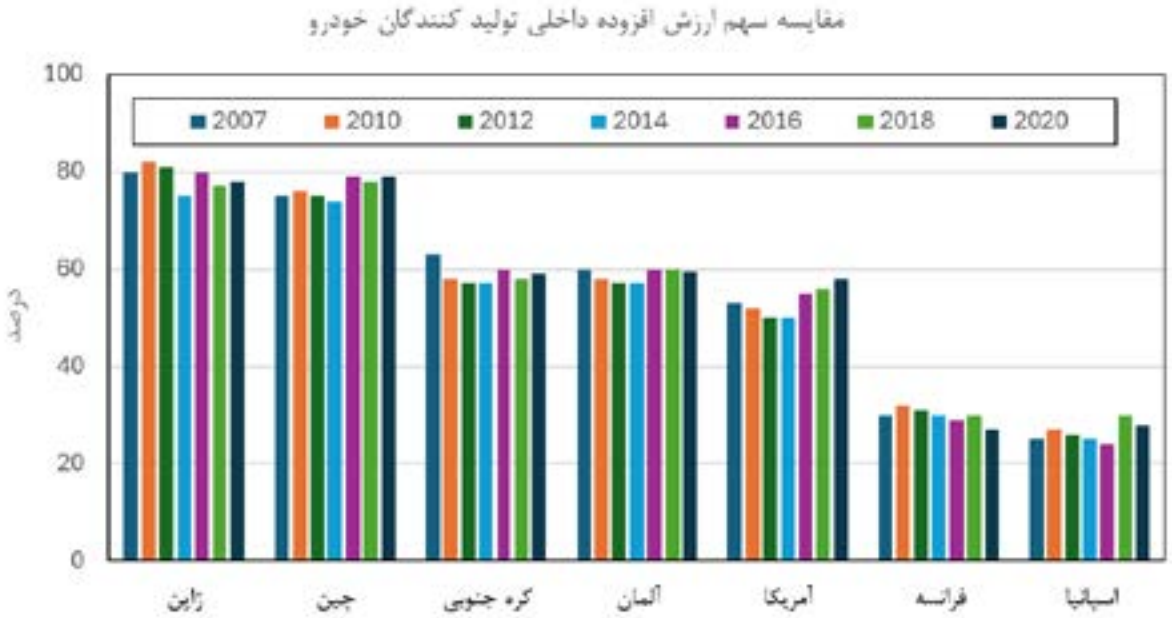
### ۱-۵-۴. تسلط اقتصادی چین در خودروهای برقی

تسلط چین بر بازار جهانی خودروهای برقی فرصت‌های سرمایه‌گذاری قابل‌توجهی برای کشورهای آسه‌آن ایجاد کرده است. با مواجهه با ظرفیت مازاد در بازار داخلی خود، شرکت‌های چینی به‌طور فزاینده‌ای جنوب شرق آسیا را به‌عنوان مقصد اصلی برای گسترش انتخاب کرده‌اند. این تغییر منجر به افزایش چشمگیر سرمایه‌گذاری‌های چینی در زیرساخت‌ها و توانایی‌های تولیدی بخش خودروهای برقی منطقه شده است. در نتیجه، آشکار است که اقتصادهای آسه‌آن ارتباط نزدیکی با تغییرات چین در زمینه خودروهای برقی دارند.

وابستگی اقتصادی بین این مناطق با چین باعث شده تا کشورهای آسه‌آن پذیرای خودروهای برقی شوند؛ هم به‌عنوان پاسخی به رهبری فناوری چین و هم فرصتی برای جذب سرمایه‌گذاری‌های قابل‌توجه از سوی خودروسازان چینی. این گذار همچنین با سیاست‌های مطلوب داخل آسه‌آن پشتیبانی می‌شود که هدف آن توسعه صنایع محلی خودروهای برقی و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی است. همان‌طور که هر دو منطقه همچنان در زمینه تولید خودروهای برقی و توسعه زیرساخت‌ها همکاری می‌کنند، آینده اقتصادی این منطقه احتمالاً تا سالیان سال به یکدیگر گره‌خورده خواهد ماند.

همان‌طور که در شکل ۶ نشان داده شده است، سهم ارزش افزوده داخلی در صنعت خودروسازی در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۰ در کشورهای چین و ژاپن بالاترین میزان را حفظ کرده و به‌طور پیوسته در حدود ۷۴ تا ۸۵ درصد باقی مانده است. این امر نشان‌دهنده قدرت بالای صنعت خودروسازی، یکپارچگی زنجیره تأمین داخلی و استقلال قابل توجه این کشورها در تولید است. کره جنوبی نیز با سهمی در حدود ۵۹ درصد، روندی پایدار را به نمایش می‌گذارد که بیانگر زیرساخت‌های قوی تولید داخلی آن است. آلمان نیز در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۰ سهمی در حدود ۶۰ درصد داشته که ممکن است حاکی از افزایش وابستگی به قطعات وارداتی باشد. ایالات متحده نیز با سهمی بین ۵۰ تا ۵۸ درصد، گرایش بیشتری به جهانی‌سازی و برون‌سپاری نشان می‌دهد. اسپانیا از سهمی حدود ۳۰ درصد در سال ۲۰۱۰ به حدود ۲۸ درصد در سال ۲۰۲۰ کاهش یافته است که بیانگر وابستگی قابل توجه این کشور به ورودی‌های خارجی است. فرانسه نیز با کاهش سهم ارزش افزوده داخلی از حدود ۳۰ درصد در سال ۲۰۰۷ به کمتر از ۲۷ درصد در سال ۲۰۲۰، وابستگی شدیدتری به قطعات وارداتی پیدا کرده است. این تفاوت‌ها در سهم ارزش افزوده داخلی میان کشورهای پیشرو صنعت خودروسازی، بیانگر تفاوت‌های مدل‌های اقتصادی آنها در استفاده از اجزای داخلی و وارداتی است و سطوح مختلف یکپارچگی زنجیره تأمین و استراتژی‌های اقتصادی آنها را منعکس می‌کند. پیش‌بینی می‌شود که این سهم در کشورهایی غیر از چین، با توجه به تسلط روزافزون چین بر فناوری‌های خودروهای برقی، از سال ۲۰۲۰ به‌بعد کاهش یابد.

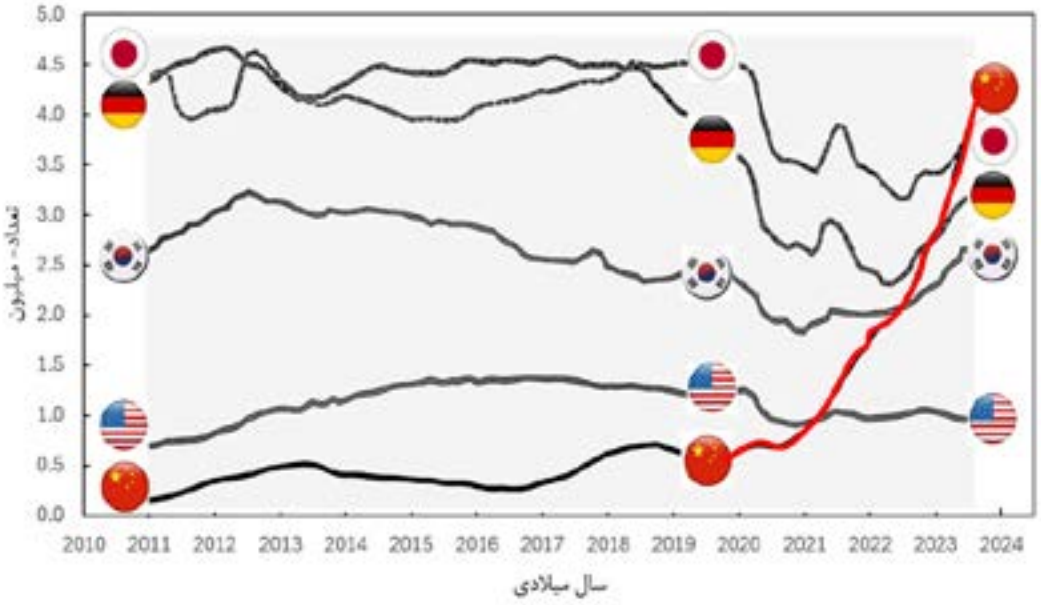
شکل ۶.نمودار مقایسه سهم ارزش افزوده تولید داخلی خودرو در کشورهای انتخابی [۳۶]




همان‌طور که در شکل ۷ نشان داده شده است، از سال ۲۰۱۹، سلسله مراتب بزرگ‌ترین صادرکنندگان جهانی خودرو (از نظر تعداد) دستخوش تغییرات چشمگیری شده است. چین با پیشرفت قابل توجهی به جایگاه بزرگ‌ترین صادرکننده خودرو در جهان دست یافته است.

در سال ۲۰۲۳، چین از نظر صادرات خودرو از ژاپن پیشی گرفته و این موقعیت را تا سال ۲۰۲۴ حفظ کرده است. حتی در نیمه اول سال ۲۰۲۴، چین حدود ۲.۷۹۳ میلیون خودرو صادر کرد که نشان‌دهنده افزایش ۳۱ درصدی نسبت به سال گذشته است؛ درحالی‌که صادرات ژاپن کاهشی جزئی را نشان می‌دهد. این تغییر جهانی عمدتاً به‌دلیل تقاضای بازار و مخصوصاً خودروهای برقی است؛ به‌طوری‌که خودروهای برقی بیش از ۳۰ درصد از کل صادرات خودروی چین را در سال‌های اخیر تشکیل می‌دهند.

شکل ۷.نمودار روند صادرات از جغرافیاهای مختلف جهان و پیشی گرفتن سریع جهانی چین در سال‌های اخیر [۳۷]



شکل ۸ روند فروش خودروهای سواری را در بازارهای گوناگون طی یک بازه زمانی مشخص به تصویر می کشد. درحالی که فروش خودروهای خارجی در بازار چین کاهش یافته، این روند در اروپا با افزایش همراه بوده و در آمریکا و ژاپن تقریباً بدون تغییر باقی مانده است. بازار ژاپن، به‌دلیل توانمندی و استقلال صنعت خودروسازی داخلی، بازاری منحصربه‌فرد محسوب می‌شود که تأثیرپذیری چندانی از نوسانات بین‌المللی نداشته است.

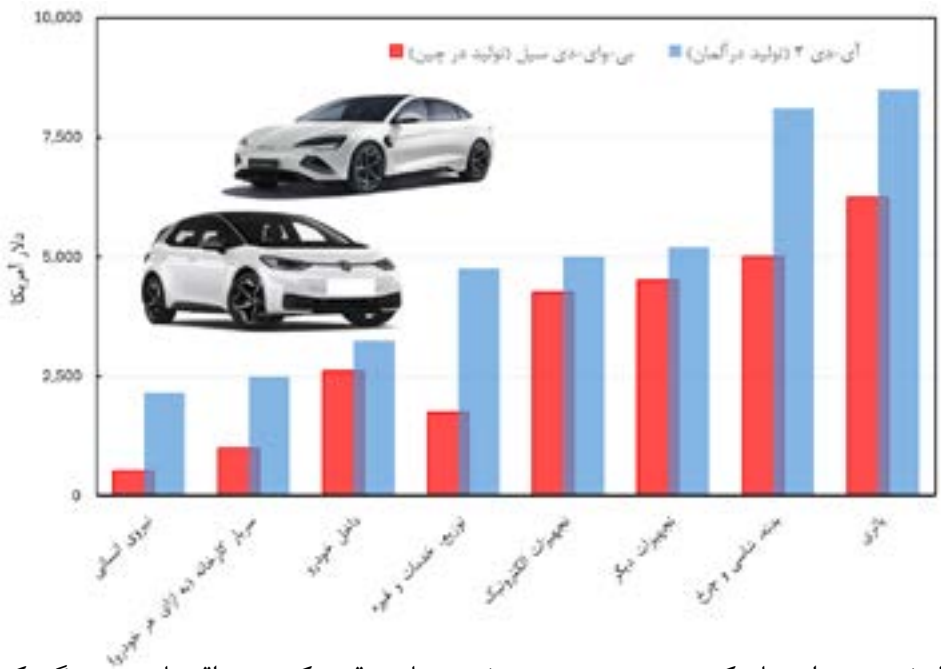
**شکل ۸. نمودار روند فروش خودروهای سواری در بازارهای مختلف [۴۲]**

برتری چین در بخش خودروهای برقی با پیشرفت‌های علمی قابل توجه در سالیان اخیر[۱] و تنظیم چارچوب هزینه‌ای رقابتی آن پشتیبانی می‌شود؛ به‌طوری که خودروهای برقی را با هزینه‌های به‌طور قابل‌توجهی کمتر از بازارهای غربی تولید کنند. به‌عنوان نمونه، هزینه تولید خودروهای برقی در یک مثال در شکل ۹ نشان داده شده است. این مزیت تقریباً هزینه‌های تمام دسته‌بندی‌های خودرو را شامل می‌شود و خودروهای چینی به‌ویژه خودروهای برقی را در سطح جهانی بسیار رقابتی می‌کند. شکل‌های ۶ تا ۹ چالش‌های قابل‌توجهی را برای کشورهای دیگر نشان می‌دهد که برای رقابت با چین در مفاهیم کارایی هزینه‌ای و سهم ارزش‌افزوده تولید خودرو در تلاش‌اند. بدون اعمال تعرفه‌های وارداتی قابل توجه بر خودروهای چینی، کشورها ممکن است نیاز به بررسی راهبردهایی مانند گذار از واردات خودروهای کاملاً ساخته شده[۲] به واحدهای منفصل[۳] برای مونتاژ محلی داشته باشند. اگرچه واردات و مونتاژ در محل شاید بتواند به دور زدن هزینه‌های بالای حمل‌ونقل و مالیات‌ها کمک کند، در بسیاری موارد واردات خودروی برقی کاملاً ساخته شده از چین ارزان‌تر خواهد بود. نهایتاً، کشورها باید بررسی کنند که آیا سرمایه‌گذاری در تولید محلی یا اقدامات جایگزین کاهش هزینه می‌تواند به‌طور مؤثری با مزایای تولید در چین رقابت کند یا واردات مستقیم از چین به‌صرفه است. بدین ترتیب، دلایل اقتصادی برای تولید خودروهای برقی در چین بسیار قوی است.

۱. اطلاعات تکمیلی در پیوست ۵.

2. CBU
3. CKD

شکل ۹. مقایسه متوسط هزینه تولید بی-وای-دی سیل (در چین) و وی-دبلیوای-دی ۳ (در آلمان) [۳۷]




چین با تثبیت جایگاه خود به‌عنوان صادرکننده پیشرو در صنعت خودروهای برقی، یک مزیت اقتصادی چشمگیر کسب کرده است. این موقعیت، واردات خودروهای برقی از این کشور را برای کشورهای فاقد برنامه تولید داخلی، مانند نروژ، به گزینه‌ای مقرون‌به‌صرفه و همسو با سیاست‌های کلان ملی آنها تبدیل کرده است. نروژ با توجه به سیاست‌های حمایتی از خودروهای برقی و نداشتن تولید داخلی، از واردات این خودروها به‌عنوان راهکاری مقرون‌به‌صرفه برای گسترش ناوگان حمل‌ونقل سبز خود بهره می‌برد. توانمندی چین در تولید خودروهای کم‌هزینه، نتیجه سال‌ها پژوهش‌های عمیق و نوآوری‌های گسترده‌ای است که طیف وسیعی از حوزه‌های علمی و آکادمیک تا شبیه‌سازی‌های نرم‌افزاری عملی و بهبود مهندسی فرایند را شامل می‌شود. برتری مؤسسات پژوهشی چین در تحقیقات با تأثیر بالا به‌وضوح مشهود است؛ این کشور سهم قابل‌توجهی از انتشارات و ثبت اختراع (پتنت‌های)[1] جهانی در حوزه فناوری باتری‌های برقی را به خود اختصاص داده است. به‌عنوان نمونه، مؤسسات چینی در حال حاضر ۶۵.۴ درصد از «انتشارات پژوهشی با تأثیر بالا»[2] در زمینه باتری‌های برقی را تولید می‌کنند؛ رقمی که به‌طور چشمگیری بیشتر از ۱۱.۹ درصد مؤسسات آمریکایی و فقط ۲.۸ درصد مؤسسات آلمانی است.

در مسیر تحولات فناورانه چین، نوآوری فقط محدود به تحقیقات آکادمیک نبوده، بلکه شامل توسعه و به‌کارگیری روش‌ها، تکنیک‌ها و سیستم‌های نوین یا بهبودیافته درون‌سازمانی نیز بوده است. این رویکرد راهبردی نه‌فقط بر تحقیق و توسعه علمی متمرکز بوده، بلکه با هدف افزایش کارایی، اثربخشی و خلق ارزش از طریق بهینه‌سازی فرایندهای عملیاتی و ادغام فناوری‌های نوظهور همراه شده است. چین با ساده‌سازی جریان‌های کاری و بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته، توانسته است زنجیره ارزش خود را به‌طور مؤثری تقویت کند.

اگرچه نوآوری‌های فرایندی و محصولی اغلب با یکدیگر هم‌پوشانی دارند، رشد آنها نشان‌دهنده برنامه‌ریزی دقیق و مدیریت مستمر منابع برای دستیابی به نتایج ملموس در تحقیق و توسعه بوده است. تولیدکنندگان خودروهای برقی چینی توانایی چشمگیری در زمینه نوآوری فرایندی از خود نشان داده‌اند. این شرکت‌ها با استفاده از فناوری‌های دیجیتال پیشرفته و روش‌های چابک، زمان ورود محصولات خود به بازار را کاهش داده و مزیت رقابتی خود را حفظ کرده‌اند. تمرکز راهبردی آنها بر بهینه‌سازی فرایندها نه‌تنها منجر به تسریع توسعه محصولات شده، بلکه جایگاه آنها را در صنعت جهانی خودرو تقویت کرده است.

سهم جهانی نهادهای چینی از ثبت اختراع در حوزه پیش‌رانه الکتریکی نیز گویای این پیشرفت‌هاست؛ این سهم از ۲.۴ درصد در سال ۲۰۱۰

1. Patents
2. H-index for Scientific Publications

به ۲۶.۹ درصد در سال ۲۰۲۰ افزایش یافته است. تولیدکنندگان خودروهای الکتریکی چین توانمندی‌های نوآورانه قابل توجهی را، به‌ویژه در کوتاه کردن چرخه توسعه محصولات، نشان داده‌اند. این شرکت‌ها قادرند زمان توسعه خودروهای جدید را تقریباً ۳۰ درصد سریع‌تر از تولیدکنندگان سنتی کاهش دهند؛ چراکه روش‌های متداول مبتنی‌بر تولید خودروهای موتور احتراقی را کنار گذاشته‌اند. علاوه‌بر این، سازندگان خودروهای الکتریکی چینی معمولاً مدل‌های جدید خود را هر ۱.۳ سال یک بار عرضه می‌کنند که در مقایسه با چرخه ۴.۲ ساله برندهای غربی بسیار کارآمدتر است. آنچه توانایی چین را در ارتقای صنعت خودرو نشان می‌دهد، ارتباط تنگاتنگ میان چرایی خودروهای برقی و هدایت فعالیت‌های تحقیق و توسعه در چین است؛ رابطه‌ای که هریک از این دو عامل بر دیگری تأثیر متقابل دارند و موجب پیشبرد اهداف راهبردی چین در صنعت جهانی خودرو شده‌اند.

### ۲-۵-۴. تنش بین چین و غرب

شاید چینی‌ها انتظار چنین واکنش منفی اتحادیه اروپا و ایالات متحده را درباره نفوذ بازار خودروهای برقی و هوشمند چین در سطح جهان نداشتند. ریسک‌های ژئوپلیتیک همچنان بر مشارکت شرکت‌های چینی در تولید صادراتی برای بازارهای هدف سایه افکنده است. نگرانی‌ها در ایالات متحده، اروپا و سایر بازارهای بزرگ خودروسازی فقط به مسائل اقتصادی و اشتغال محدود نمی‌شود، بلکه شامل آسیب‌پذیری‌های امنیتی مرتبط با هوشمندسازی متصل به شبکه وسایل نقلیه نیز می‌گردد.

در سال ۲۰۲۴، دولت ایالات متحده قانونی پیشنهادی ارائه کرد که به‌طور کلی واردات یا فروش «خودروهای هوشمند متصل» را که احتمالاً شامل همه خودروهای برقی جدید می‌شود و سخت‌افزار و نرم‌افزار مرتبط را که توسط نهادهایی «تحت مالکیت، کنترل یا تحت صلاحیت یا هدایت چین» طراحی، ساخته یا تأمین شده‌اند، ممنوع می‌کند (با برخی استثنائات). این قانون شامل شرکت‌های تابعه خودروسازان چینی که در کشورهای ثالث ثبت شده‌اند، نیز می‌شود. این قانون همچنین سامانه‌های رانندگی خودکار سطح سه یا بالاتر را پوشش می‌دهد که به خودروها اجازه می‌دهد براساس تشخیص اطلاعات محیطی تصمیم‌گیری خودکار کنند. برخی برندهای خودروهای برقی مانند بی-وای-دی چین در چند ماه آینده خودروهایی با سطح سه به بازار عرضه خواهند کرد. این ممنوعیت‌ها از مدل‌های سال ۲۰۲۷ به‌بعد، بسته به دسته‌بندی محصولات، اجرایی خواهد شد.

در آینده تعهدات قانونگذاری بر تأمین‌کنندگان سطح خودران ۱ و ۲ و همچنین خودروسازان اعمال خواهد شد که شامل فروش محصولات به ایالات متحده‌اند. گزارش‌های مختلف نشان می‌دهند که احتمالاً دامنه ممنوعیت‌های ورود محصولات چینی در آینده گسترش خواهد یافت. هدف بلندمدت غرب این است که اجزای خودروهایی که مدیریت نرم‌افزار و داده‌ها را برعهده دارند فقط در کشورهای هم‌پیمان ساخته شوند. غرب اصرار دارد که رعایت استانداردهای بین‌المللی صنعت و بهترین شیوه‌های امنیت سایبری نمی‌تواند ریسک زنجیره تأمین را کاهش دهد و فقط ممنوعیت کامل فناوری‌های چینی خطرهای احتمالی برای کشورهای غربی را کاهش می‌دهد. این امر نگرانی‌هایی را ایجاد می‌کند، مبنی‌بر اینکه محصولاتی که توسط شرکت‌های چینی در زنجیره تأمین خودروهای برقی در جنوب شرق آسیا توسعه‌یافته یا تولید شده‌اند، چه از طریق همکاری یا تحت مجوز نهادهای جنوب شرق آسیا، ممکن است از بازار ایالات متحده و احتمالاً سایر بازارها حذف شوند.

### ۳-۵-۴. استراتژی «چین به‌علاوه یک»

استراتژی «چین به‌علاوه یک» که به‌اختصار «C+۱» نیز شناخته می‌شود، تحول سیاسی-اقتصادی در رویکردهای تولیدی و تجاری بین‌المللی به‌شمار می‌رود و هدف آن کاهش اتکای بیش‌از حد غرب به چین در حوزه تولید و تأمین منابع است. این رویکرد شرکت‌ها را ترغیب می‌کند تا ضمن حفظ فعالیت‌های خود در چین، به تنوع‌بخشی در بازارهای دیگر بپردازند و از این طریق، تاب‌آوری زنجیره تأمین را تقویت، هزینه‌ها را بهینه‌سازی و فرصت‌های نوین رشد را شناسایی کنند. این استراتژی که نخستین‌بار در اواسط دهه ۲۰۰۰ مطرح شد و از سال ۲۰۱۳ مورد توجه بیشتری قرار گرفت، با افزایش هزینه‌های نیروی کار در چین، تشدید تنش‌های ژئوپلیتیکی نظیر جنگ تجاری میان ایالات متحده و چین و آشکار شدن آسیب‌پذیری‌های زنجیره تأمین در دوران همه‌گیری کووید-۱۹ اهمیت مضاعفی یافته است.[۱]

۱. اطلاعات تکمیلی در پیوست ۶.

ازجمله عوامل کلیدی محرک «چین به‌علاوه یک»، افزایش هزینه‌های تولید در چین است که رقابت‌پذیری این کشور را نسبت به اقتصادهای نوظهوری همچون ویتنام، هند و اندونزی کاهش داده است. علاوه‌بر این، بی‌ثباتی‌های ژئوپلیتیکی و محدودیت‌های تجاری، روند پذیرش این استراتژی را تسریع کرده‌اند؛ چراکه شرکت‌ها در جست‌وجوی ثبات بیشتر در میان تحولات جهانی‌اند. همچنین، همه‌گیری کووید-۱۹ شکنندگی زنجیره‌های تأمین متمرکز بر یک کشور واحد را آشکار کرد و شرکت‌ها را بر آن داشت تا به‌دنبال مراکز تولید جایگزین باشند. افزون‌بر کاهش ریسک‌ها، این رویکرد امکان بهره‌برداری از بازارهای نوظهور با جمعیت جوان‌تر و شرایط اقتصادی مساعدتر را، به‌ویژه در مناطق جنوب شرق آسیا و مکزیک، فراهم می‌آورد.

باوجود مزایای آشکار استراتژی «چین به‌علاوه یک» ازجمله کاهش وابستگی به یک کشور خاص، صرفه‌جویی اقتصادی و گسترش بازارها، اجرای آن خالی از چالش نیست. انتقال فعالیت‌ها از چین به مناطق دیگر مستلزم عبور از موانع پیچیده قانونی، ایجاد شبکه‌های جدید تأمین‌کنندگان و تضمین کیفیت تولید در مکان‌های مختلف است. افزون‌بر این، مزیت‌های تثبیت شده چین مانند زیرساخت‌های پیشرفته، زنجیره تأمین یکپارچه و بازار داخلی گسترده همچنان جایگاه چین را به‌عنوان یکی از بازیگران اصلی تجارت جهانی حفظ کرده است.

کشورهایی که از فعلیت استراتژی «چین به‌علاوه یک» سود می‌برند، شامل کشورهای عضو آسه‌آن مانند ویتنام و تایلندند که هزینه‌های نیروی کار رقابتی و موقعیت جغرافیایی راهبردی دارند؛ هند با نیروی کار گسترده و قابلیت‌های تولیدی روبه‌رشد و مکزیک که نزدیکی آن به ایالات متحده جذابیت ویژه‌ای برای شرکت‌های آمریکای شمالی ایجاد کرده است. بااین‌حال، موفقیت در اجرای این استراتژی نیازمند ارزیابی دقیق عواملی همچون ثبات سیاسی، آمادگی زیرساختی و سیاست‌های تجاری کشورهای میزبان بالقوه است.

باوجود پیچیدگی‌ها، «چین به‌علاوه یک» در حال بازتعریف زنجیره تأمین جهانی از طریق ترویج تنوع‌بخشی است؛ درحالی‌که نقش حیاتی چین را به‌عنوان قطب تولید جهانی حفظ می‌کند. صنعت خودروسازی نمونه‌ای شاخص از پذیرش فزاینده این استراتژی است که با چالش‌هایی نظیر افزایش هزینه‌ها در چین، اختلالات زنجیره تأمین (مانند کمبود نیمه‌رساناها) و بی‌ثباتی ژئوپلیتیکی مواجه شده است. خودروسازان با تنوع‌بخشی فعالیت‌های تولیدی و تأمین منابع خود از طریق ایجاد تأسیسات جدید در کشورهایی نظیر هند، ویتنام، تایلند و مکزیک تلاش می‌کنند تا وابستگی خود را به چین کاهش دهند. این مناطق محیط‌هایی مقرون‌به‌صرفه برای تولید فراهم می‌کنند، نیروی کار ماهر دارند و مشوق‌های دولتی مطلوبی ارائه می‌دهند. افزون‌بر این، این رویکرد با تلاش‌ها برای بومی‌سازی تولیدات و تأمین قطعات کلیدی هماهنگ است. برای نمونه، هند بر تولید داخلی قطعات خودرو تأکید دارد تا واردات را کاهش دهد و خودکفایی صنعتی را تقویت کند.

کمبود جهانی نیمه‌رساناها نیز خطرهای ناشی از وابستگی بیش‌از حد به یک کشور برای تأمین قطعات حیاتی را برجسته کرده است. خودروسازان با بهره‌گیری از استراتژی «چین به‌علاوه یک» منابع نیمه‌رساناهای خود را متنوع و شراکت‌های بلندمدتی را با تأمین‌کنندگان سایر مناطق برقرار می‌کنند. هم‌زمان با گذار صنعت خودرو به‌سمت وسایل نقلیه پاک‌تر و متصل‌تر، شرکت‌ها همچنین در فناوری‌هایی همچون پیش‌رانه‌های الکتریکی در بازارهای جایگزین سرمایه‌گذاری می‌کنند. این تنوع‌بخشی نه‌تنها نوآوری را تقویت می‌کند، بلکه وابستگی به ریسک‌های ژئوپلیتیکی یا اقتصادی مرتبط با چین را نیز کاهش می‌دهد.

### ۴-۵-۴. ابعاد همکاری با کشور چین بر صنایع فعلی ایران

مطالعه تحولات صنعت خودروسازی و انرژی در منطقه غرب آسیا و روابط همسایگان ایران بدون بررسی تأثیرات پویای چین در این منطقه، امکان‌پذیر نیست. صنایع ایران ازجمله صنعت خودروسازی ایران در حوزه فناوری تعامل گسترده با چین وابسته است؛ رابطه‌ای که از یک سو بر پایه همکاری‌های فناورانه استوار است و ازسوی دیگر ابعاد رقابتی قابل‌توجهی دارد.

همکاری با شرکت‌های چینی تاکنون امکان دسترسی ایران به فناوری‌های کلیدی (هرچند نه لزوماً پیشرفته‌ترین فناوری‌های بازار) را فراهم کرده است؛ دستاوردی که در شرایط تحریم و محدودیت منابع داخلی، احتمالاً دستیابی به آن دشوار بود. این نوع همکاری‌ها، به‌ویژه در زمینه توسعه فناوری‌های مرتبط با برقی‌سازی و هوشمندسازی خودروها، برای آینده صنعت خودروی ایران ضروری به نظر می‌رسد. باوجود این، گسترش نفوذ چین در بازار خودروی ایران چالش‌های ساختاری جدی برای تولیدکنندگان داخلی ایجاد کرده است. با ترکیب فناوری

پیشرفته و قیمت رقابتی در خودروهای چینی، جذابیت بالایی برای مصرف‌کنندگان ایرانی پیدا کرده است و محیط رقابت شدیدتری را بر تولیدکنندگان داخلی ایجاد خواهد کرد. در چنین شرایطی، عدم ارتقای کیفیت محصولات و بهبود بهره‌وری هزینه‌ای در صنعت خودروسازی داخلی ایران می‌تواند منجر به کاهش سهم بازار تولیدات داخلی در برابر مدل‌های وارداتی چینی شود.

باید دقت داشت هنگام برنامه‌ریزی برای همکاری استراتژیک بین چین و کشورهای غرب آسیا، ضروری است که به مقیاس عظیم اقتصاد چین در سطح بین‌الملل، به‌ویژه در بخش تولید، توجه شود. اقتصادهای پیشرو مانند چین، ایالات متحده و آلمان تأثیر قابل توجهی بر تولید جهانی دارند. از سال ۲۰۲۰، چین حدود ۳۰ درصد از تولید جهانی را به خود اختصاص داده و جایگاه خود را به‌عنوان قدرت برتر تولیدی در جهان تثبیت کرده است. در مقابل، سهم ایران از تولید جهانی نسبتاً اندک است؛ به‌طوری‌که بخش تولیدی آن در سال ۲۰۲۳، ۱۳ درصد از تولید ناخالص داخلی کشور را تشکیل می‌دهد که فقط ۰.۳۸ درصد از اقتصاد جهانی را شامل می‌شود. به همین ترتیب، سهم عربستان سعودی حدود ۰.۵ درصد، درحالی‌که سهم ترکیه حدود ۱.۲۷ درصد است.

اگرچه ایران همچنان جایگاه رهبری خود را در صنعت خودروی منطقه غرب آسیا به‌دلیل مقیاس بالای تولید حفظ کرده است، تأخیر در تصمیم‌گیری در سیاستگذاری‌های کلان برای پذیرش (عدم پذیرش) گسترده فناوری‌های نوین نظیر برقی‌سازی می‌تواند به‌عنوان نقطه‌ضعف راهبردی تلقی شود. این مسئله به‌ویژه زمانی اهمیت بیشتری پیدا می‌کند که کشورهای همسایه با سرعت چشمگیری در حال اجرای برنامه‌های مرتبط با توسعه صنایع با چین و بازارهای خود هستند. ناتوانی صنایع خودروسازی ایران در ارتقای جایگاه فناورانه و کیفی خود در بازار خودروی منطقه می‌تواند پیامدهای اقتصادی گسترده‌ای برای اقتصاد تولیدمحور کشور به‌همراه داشته باشد. علاوه‌بر رقابت منطقه‌ای، حضور روزافزون چین در بازار غرب آسیا نیز به‌وضوح مشهود است و رقابت با این کشور به یکی از چالش‌های اساسی بازار و صنعت ایران تبدیل شده است.

شرکت‌های چینی با ارائه خودروهای برقی و هوشمند و مقرون‌به‌صرفه و ایجاد مشارکت‌های راهبردی با کشورهایی همچون ترکیه و دولت‌های حاشیه خلیج فارس، موفق شده‌اند سهم قابل توجهی از چشم‌انداز بازار منطقه را تصاحب کنند. در ادامه این گزارش به تحلیل موضوعی و موردی کشورهای همسایه انتخابی ایران پرداخته می‌شود که بینش عمیق‌تری درباره راهبردهای موفقیت‌آمیز چالش‌های پیش‌روی ایران ارائه دهد.

### ۵-۵-۴. ایران و چین و نفت

همان‌گونه که در بخش‌های پیشین اشاره شد، درک وابستگی متقابل میان الزامات توسعه در بخش‌های گوناگون یک کشور (از جمله اقتصاد، خودروسازی و انرژی) و اهداف پایداری زیست‌محیطی، امری تعیین‌کننده در سیاستگذاری ملی است. در همین راستا، رصد دقیق تحولات بازار نفت و گاز برای کشورهای تولیدکننده و مصرف‌کننده اهمیت ویژه‌ای می‌یابد، زیرا پیوند ناگسستنی صنعت حمل‌ونقل با بخش انرژی، برنامه‌ریزی راهبردی ملی را بیش از پیش ضروری می‌سازد. در سطح بین‌المللی، بخش حمل‌ونقل حدود ۵۰ درصد از مصرف نفت را به خود اختصاص داده است؛ به‌طوری‌که حمل‌ونقل جاده‌ای به‌تنهایی نزدیک به ۲۵ درصد از این میزان را شامل می‌شود. با گسترش سریع استفاده از خودروهای برقی، به‌ویژه در مناطقی مانند چین، اروپا و ایالات متحده، پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۳۰ تقاضای حمل و نقل جهانی برای نفت به صورت مداوم کاهش یابد. براساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، مصرف نفت در حمل‌ونقل جاده‌ای تا سال ۲۰۵۰ حداقل دوازده میلیون بشکه در روز نسبت به سطح کنونی کاهش خواهد یافت؛ رقمی که معادل کاهشی حدود ۲۴ درصدی در تقاضای نفت مرتبط با این بخش است.

چین همچنان بزرگ‌ترین واردکننده نفت خام ایران محسوب می‌شود و سهم عمده‌ای از صادرات نفت ایران را جذب می‌کند. باوجود این، روند سریع برقی شدن ناوگان خودرویی چین موجب اشباع تقاضای این کشور برای نفت در بخش حمل‌ونقل شده است. پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که تا سال ۲۰۳۰ خودروهای برقی بین ۷۰ تا ۹۰ درصد از فروش خودروهای سواری در چین را تشکیل خواهند داد. این تحول نه‌تنها منجر به توقف رشد مصرف بنزین در چین خواهد شد، بلکه با راهبرد کلان چین برای گذار انرژی و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی نیز همسو است. هم‌زمان، ایران با رقابت شدید صادرکنندگان بزرگی مانند عربستان سعودی و امارات متحده عربی در بازار نفت چین مواجه

است؛ به‌گونه‌ای که عربستان سعودی در سال ۲۰۲۴ حدود ۴۷ میلیارد دلار و امارات متحده عربی حدود ۲۲ میلیارد دلار نفت خام به چین صادر کرده‌اند. عربستان سرمایه‌گذاری‌های خود را در بخش نفت و گاز چین و صنایع مرتبط گسترش داده است. این اقدام بخشی از تلاش گسترده عربستان برای تقویت پیوندهای اقتصادی و تحکیم جایگاه خود در بازار انرژی چین است. چین با تجارتی دوجانبه به ارزش بیش از ۱۰۰ میلیارد دلار، بزرگ‌ترین شریک تجاری عربستان محسوب می‌شود.

عربستان نه‌تنها به‌دنبال تثبیت جایگاه خود به‌عنوان یکی از تأمین‌کنندگان اصلی انرژی برای چین است، بلکه با ورود به حوزه‌های نوینی همچون صنایع شیمیایی و انرژی‌های تجدیدپذیر، مسیر خود را با روندهای جهانی گذار انرژی و اهداف توسعه پایدار همسو کرده است. این ارقام نشان‌دهنده سهم محدود ایران از بازار چین است؛ بازاری که تحت‌تأثیر روند برقی شدن ناوگان حمل‌ونقل و کاهش وابستگی به نفت قرار دارد. کاهش تدریجی تقاضای جهانی برای نفت در آینده چالش‌ها و فرصت‌هایی را برای کشورهای تولیدکننده ایجاد کرده است. در مناطقی مانند هند که پیش‌بینی می‌شود تقاضا برای نفت در آن افزایش یابد، تولیدکنندگان همچنان قادر خواهند بود درآمدهای قابل‌توجهی کسب کنند؛ اما گذار جهانی به‌سمت خودروهای برقی و منابع انرژی جایگزین خطرهایی همچون مازاد ظرفیت تولید و کاهش سهم بازار را برای بخش‌هایی مانند حمل‌ونقل جاده‌ای به‌همراه دارد. برای ایران، کاهش وابستگی چین به نفت ایران می‌تواند درآمدهای صادراتی آینده در بازار چین محدود کند. بااین‌حال، این روند احتمالاً تأثیر مستقیمی بر تصمیمات سیاسی-اقتصادی داخلی ایران در زمینه توسعه خودروهای برقی نخواهد داشت و گلوگاه‌های پیشرفت در حوزه برقی‌سازی حمل‌ونقل در ایران بیشتر تحت تأثیر اهداف راهبردی نظیر نوسازی زیرساخت‌ها و تنوع‌بخشی اقتصادی قرار خواهد گرفت.

در حال حاضر، نگرانی اصلی سیاستگذاران ایرانی بیشتر معطوف به الگوهای مصرف انرژی داخلی است. ایران تقریباً نیمی از تولید نفت خود را صرف مصارف داخلی می‌کند و اقتصاد کشور که تحت فشار تحریم‌های بین‌المللی قرار دارد، به درآمدهای صادراتی حاصل از فروش نفت وابسته است. اگر ایران نیز همگام با گذار جهانی به خودروهای برقی حرکت کند، فرصتی فراهم خواهد شد تا سهم بیشتری از تولید بنزین خود را به صادرات اختصاص دهد و مصرف بنزین داخلی را کاهش دهد. البته چنین تأثیری منوط به تحول سیستمی کل ساختار حمل‌ونقل کشور است؛ چراکه برقی شدن محدود تأثیر چندانی بر معادلات کلان ناترازی انرژی ملی نخواهد داشت. توسعه گسترده زیرساخت‌های مرتبط با حمل‌ونقل برقی نیازمند سرمایه‌گذاری کلان است. مهم‌تر آنکه موفقیت برقی‌سازی حمل‌ونقل مستلزم توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر نیز است؛ حوزه‌ای که ایران همچنان وابستگی زیادی به فناوری‌ها و حمایت صنعتی چین دارد.

با توجه به فشارهای اقتصادی ناشی از تحریم‌ها، محدودیت صادرات نفت خام، کمبود فناوری‌های پیشرفته مرتبط با صنعت خودروسازی (صرف‌نظر از نوع پیش‌رانه) و ناکارآمدی‌های موجود در مصرف انرژی داخلی، بازنگری هم‌زمان سیاست‌های حمل‌ونقل و انرژی در ایران ضروری است. اگرچه گسترش جهانی خودروهای برقی با رشد فعلی ممکن است تهدید مستقیمی برای صادرات نفت ایران ایجاد نکند؛ اما اولویت دادن به تنوع‌بخشی منابع انرژی داخلی خصوصاً در بخش حمل‌ونقل، می‌تواند برای رشد اقتصادی کشور حیاتی باشد.

در مجموع، با وجود آنکه کاهش چشمگیر تقاضای جهانی نفت در دو دهه آینده محتمل نیست، اتکای کشورهایی مانند ایران به جایگاه نفتی خود برای جهت‌دهی به سیاست‌های حمل‌ونقل داخلی به‌تدریج کاهش خواهد یافت. همچنین توانایی کشورهایی نفتی برای تأثیرگذاری بر روند جهانی برقی شدن حمل‌ونقل محدود خواهد بود. بررسی دینامیک فعلی تولید و فروش نفت ایران نشان می‌دهد که چرایی برقی‌سازی حمل‌ونقل در داخل کشور بیشتر از تحولات چین تأثیر می‌پذیرد تا از کاهش کلی تقاضای جهانی برای نفت تأثیر بگیرد. بی‌شک سناریوهای محتمل درباره میزان جابه‌جایی تقاضای نفت ناشی از برقی شدن گسترده ناوگان حمل‌ونقل و اثر آن بر اقتصاد ایران نیاز به مطالعات راهبردی بیشتری دارد که فراتر از هدف گزارش فعلی است.

### ۶-۵-۴. واکنش جهانی به ظهور چین

صعود چین به جایگاه برجسته در صنعت خودروسازی جهانی نه فقط نتیجه‌ای اتفاقی، بلکه حاصل یک استراتژی دقیق و برنامه‌ریزی شده است که جاه‌طلبی، مقیاس و دقت را باهم تلفیق کرده است. درحالی‌که منتقدان غربی ممکن است به یارانه‌ها، ظرفیت مازاد و رقابت ناعادلانه

اشاره کنند، واقعیت این است که چین به‌طور بنیادین قواعد بازی را تغییر می‌دهد و با هدف پیروزی در عرصه جهانی عمل می‌کند.
شکاف نوآوری بین چین و غرب، به‌ویژه اتحادیه اروپا، با بررسی آمار مربوط به ارزش بازار شرکت‌ها به‌وضوح نمایان می‌شود. مثلاً از میان پنجاه شرکت بزرگ جهان از نظر ارزش بازار، فقط چهار شرکت از اتحادیه اروپا هستند. این تفاوت چالش‌هایی را نشان می‌دهد که شرکت‌های اروپایی در پرورش نوآوری و رقابت در سطح جهانی با آن مواجه‌اند.[1] محیط نظارتی در اتحادیه اروپا نیز مسائل را برای کسب‌وکارهای اروپایی پیچیده‌تر می‌کند. باوجود تقریباً ۱۰۰ قانون متمرکز بر فناوری و بیش از ۲۷۰ نهاد نظارتی فعال در شبکه‌های دیجیتال در کشورهای عضو اتحادیه اروپا، رویکرد این منطقه به مقررات، اغلب احتیاط را بر نوآوری اولویت می‌دهد. این رویکرد که هدفش کاهش ریسک‌هاست، ممکن است ناخواسته نوآوری مورد نیاز برای رقابت با بخش‌های خودرویی و فناوری پیشرفته چین را محدود کند. تأثیر رویکرد چین به‌وضوح در اقتصاد در حال تحول سریع تولید خودروهای برقی مشهود است. براساس تحلیل‌های گلدمن ساکس، هزینه‌های باتری خودروهای برقی تا سال ۲۰۲۶ به ۸۰ دلار به‌ازای هر کیلووات ساعت کاهش خواهد یافت که نشان‌دهنده کاهشی ۵۰ درصدی نسبت به سطوح سال ۲۰۲۳ است. برخی از برآوردهای خوش‌بینانه حتی پیشنهاد می‌کنند که این هزینه‌ها ممکن است تا ۳۲ دلار به‌ازای هر کیلووات ساعت کاهش یابند. این کاهش چشمگیر هزینه‌ها قرار است بازار خودروهای برقی را متحول و احتمالاً تا سال ۲۰۳۰ جایگزینی باتری را اقتصادی‌تر از تعمیر موتور بنزینی معمولی کند. با ادامه بهره‌برداری چین از توانمندی‌های تولیدی خود و سرمایه‌گذاری‌های راهبردی در فناوری خودروهای برقی، پرسش برای سایر کشورهای جهان این نیست که آیا چین امروز مسلط است یا خیر، بلکه این است که آیا سایر کشورها اراده و ابزار لازم برای رقابت مؤثر در این پارادایم جدید را خواهند یافت یا خیر. برخورد نظام‌های اقتصادی و رویکردها به نوآوری و مقررات احتمالاً آینده صنعت خودروسازی جهانی را برای دهه‌های آینده شکل خواهد داد.

جهش خیره‌کننده چین به‌عنوان پیشرو در تولید و صادرات خودروهای برقی واکنش‌های متفاوتی را ازسوی کشورهای مختلف جهان برانگیخته است. چین با بیش از ۲۳۰ میلیارد دلار سرمایه حمایتی دولتی در بیست سال گذشته، صادرات خودروهای برقی خود را با رشدی به میزان ۱۶۰ برابر بین سال‌های ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۳ افزایش داد. این افزایش تولید نه‌فقط منحصربه‌فرد بود، بلکه با محصولی جدید صنعت خودروسازی را برای همیشه متحول کرد. بااین‌حال، این رشد سریع نگرانی‌هایی را درخصوص ظرفیت مازاد و وابستگی به بازارهای خارجی برای جذب مازاد تولید ایجاد کرده است. اگر چین نتواند محصولات خود را به‌اندازه کافی صادر، یا زنجیره تأمین خود را سودآور کند، به مشکل برمی‌خورد. واکنش جامعه بین‌المللی به ظهور چین به‌عنوان قدرت مسلط در بخش خودروهای برقی را می‌توان به سه گروه متمایز تقسیم کرد: رقبا، همکاران و کشورهای مردد.

– **رقابتی:** کشورهای غربی، به‌ویژه ایالات متحده آمریکا و اعضای اتحادیه اروپا، نگرانی فزاینده‌ای نسبت به سلطه چین در صنعت خودروهای برقی ابراز کرده‌اند. این نگرانی‌ها عمدتاً ناشی از ترسِ از دست دادن رهبری فناورانه و امنیت اقتصادی به‌دلیل نبود توازن تجاری و کنترل چین بر زنجیره‌های تأمین حیاتی نظیر باتری‌ها و مواد معدنی کمیاب است. در پاسخ، این کشورها سیاست‌های صنعتی، یارانه‌ها و اقدامات تجاری را برای تقویت صنایع داخلی خودروهای برقی خود و کاهش وابستگی به واردات از چین اتخاذ کرده‌اند. نکته قابل توجه آن است که بسیاری از همین کشورها تاکنون از دسترسی گسترده به بازار چین بهره‌مند بوده‌اند و حجم قابل توجهی از خودروهای خود را در آنجا فروخته‌اند. علاوه‌بر این، برخی کشورها، به‌ویژه در اتحادیه اروپا، به‌طور فعال سرمایه‌گذاری چین در اقتصاد خود را تشویق کرده‌اند. این وابستگی اقتصادی تاریخی اکنون چالشی پارادوکسیکال ایجاد کرده است؛ زیرا این کشورها تلاش می‌کنند با چین در بازاری که روزبه‌روز رقابتی‌تر می‌شود، مقابله کنند.

– **همکاری تجاری:** برخی کشورها تصمیم گرفته‌اند با رهبری چین در بخش خودروهای برقی همراه شوند و این امر «چرایی» آنان در ورود به برقی‌سازی حمل‌ونقل شد. این تصمیم یا ناشی از روابط اقتصادی قوی یا توانایی محدود تولید داخلی این کشورهاست. به‌طور مثال، بازارهای نوظهور در جنوب شرق آسیا مقاصد کلیدی برای صادرات خودروهای برقی چینی‌اند و این کشورها درصدد بهره بردن از تولید محصولات چینی در خاک خود هستند. آنها غالباً عمل‌گرایی اقتصادی را بر رقابت ژئوپلیتیکی ترجیح می‌دهند. علاوه‌بر این، کشورهای دارای منابع غنی

۱. اطلاعات تکمیلی در پیوست ۸.

مواد اولیه حیاتی برای تولید باتری‌ها، مانند شیلی، همکاری با چین را فرصتی برای بهره‌برداری متقابل از منابع خود تلقی می‌کنند.

– **مردد:** دسته سوم شامل کشورهایی است که نسبت به سلطه چین در صنعت خودروهای برقی موضعی مردد دارند. این کشورها مزایای خودروهای برقی مقرون‌به‌صرفه چینی را در برابر خطرهای بالقوه وابستگی بیش‌از حد به تأمین‌کننده واحد می‌سنجند. برای مثال، برخی کشورها تا حد زیادی به باتری‌ها و مواد اولیه چینی وابسته‌اند، اما نسبت به ایجاد وابستگی بیش‌از حد محتاط باقی مانده‌اند. چنین کشورهایی با چالش ایجاد تعادل میان تقویت صنایع داخلی و حفظ دسترسی به واردات مقرون‌به‌صرفه مواجه‌اند.

### ۶-۴. مثلث جمعیت، رفاه و فناوری در پارامتر چرایی

حفاظت از محیط زیست همواره به‌عنوان یکی از انگیزه‌های محوری در توسعه و ترویج خودروهای برقی مطرح بوده است. بااین‌حال، تحلیل اثرگذاری این فناوری فقط زمانی معنا پیدا می‌کند که در چارچوب سیاست‌های متنوع کلان ملی در نظر گرفته شود. در تحلیل این موضوع می‌توان تعامل سه مؤلفه جمعیت، رفاه (توان مالی) و فناوری را در این حوزه بررسی کرد. این سه عنصر، همچون اضلاع مثلثی به‌هم‌پیوسته، نه‌فقط پیامدهای زیست‌محیطی خودروهای برقی را مشخص می‌کنند، بلکه مسیر سیاستگذاری‌های ملی و بین‌المللی را نیز تعیین می‌کنند. تأثیر فعالیت‌های انسانی را بر محیط زیست می‌توان در تغییرات جمعیتی، سطح رفاه اقتصادی و پیشرفت‌های فناورانه ردیابی کرد. هرچند این تحلیل سه‌ضلعی، رویکردی ساده‌سازی از پدیده‌ای پیچیده است، چارچوبی مفید برای درک تعاملات میان این سه عامل ارائه می‌دهد.

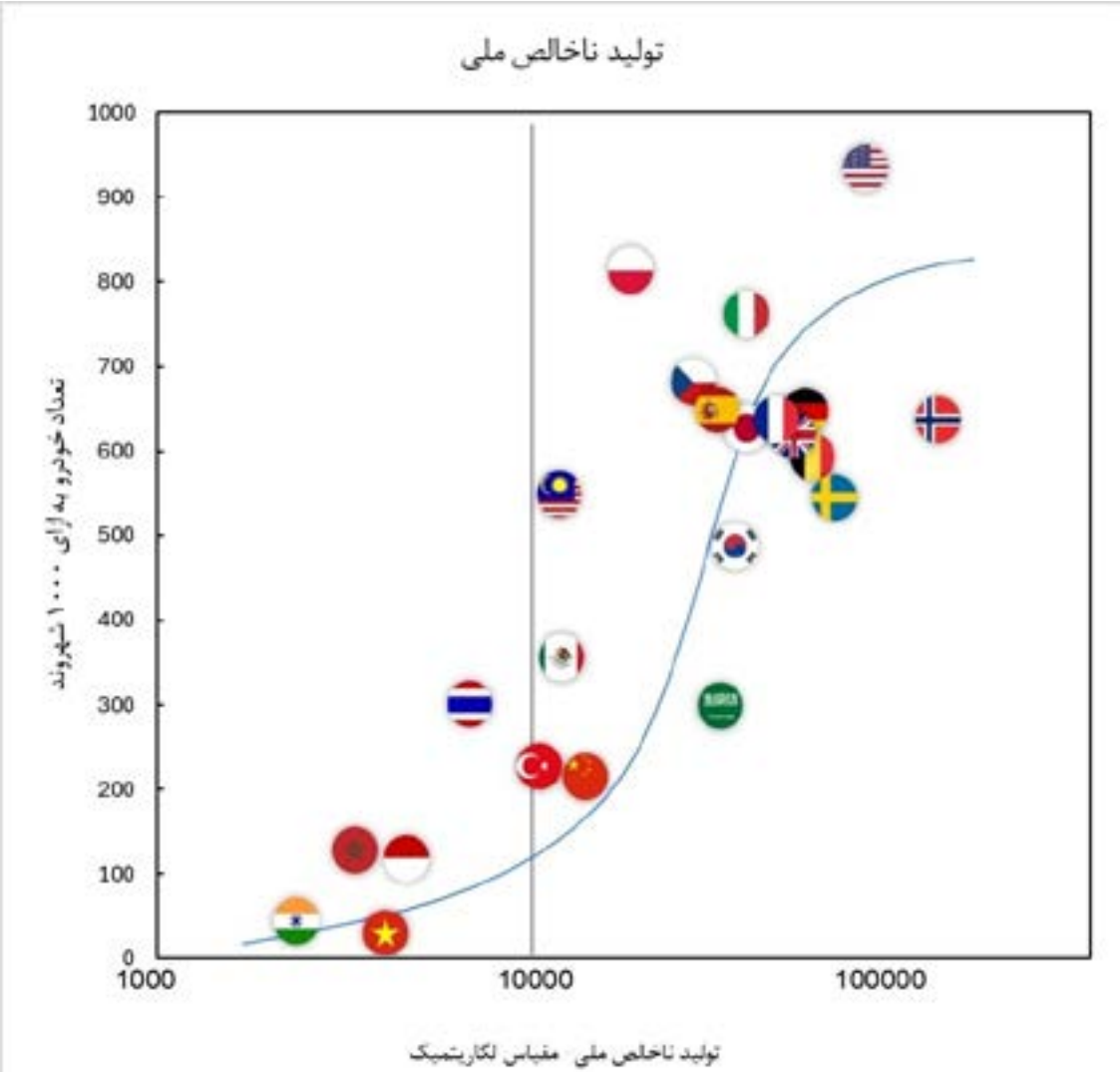
چنین نگرشی نشان می‌دهد که هریک از این عناصر به‌تنهایی تأثیرگذارند، اما وابستگی متقابل آنها ضرورت اتخاذ دیدگاهی چندبعدی را برای دستیابی به اهداف پایداری آشکار می‌کند. تغییرات دموگرافیک جمعیت از عوامل تأثیرگذار بر مصرف منابع طبیعی و فشار بر اکوسیستم‌ها محسوب می‌شود. در حوزه خودروهای برقی، رشد جمعیت از یک سو بازار بالقوه برای این فناوری را گسترش می‌دهد و شهرهایی با زیرساخت‌های پیشرفته‌تر را به کانون پذیرش آن تبدیل می‌کند و ازسوی دیگر، افزایش بی‌رویه تعداد وسایل نقلیه شخصی ناشی از رشد جمعیت ممکن است دستاوردهای زیست‌محیطی حاصل از جایگزینی خودروهای احتراقی را خنثی کند؛ بنابراین، توسعه حمل‌ونقل عمومی برقی به‌جای صرفاً افزایش تعداد خودروهای شخصی برقی، راهکاری سازگارتر با اهداف پایداری است. اگرچه خودروهای برقی انتشار گازهای گلخانه‌ای کمتری دارند، مصرف بیش‌از حد منابع طبیعی برای تولید آنها تهدیدی جدی برای محیط زیست محسوب می‌شود. بدین ترتیب، سیاست‌های مرتبط با گذار به خودروهای برقی باید هم‌زمان الگوهای مصرف را مدیریت کنند تا تحقق اهداف زیست‌محیطی تضمین شود.

شکل ۱۰ رابطه تعداد خودروهای سبک (به‌ازای ۱۰۰۰ شهروند) با افزایش تولید ناخالص ملی را برای کشورهای انتخابی نشان می‌دهد که تقریباً با افزایش ثروت عمومی تعداد خودروها در یک کشور افزایش می‌یابد. بررسی‌های اخیر نشان می‌دهد که در بسیاری از کشورهای صنعتی، ازجمله ایتالیا، فرانسه، ایالات متحده آمریکا، آلمان، ژاپن و سوئیس، میانگین مسافت طی شده توسط خودروهای شخصی پس از دستیابی جامعه به سطح معینی از تولید ناخالص داخلی سرانه به حالت تثبیت می‌رسد یا با نرخ کُندتری افزایش می‌یابد.[1] این امر حاکی از آن است که فراتر از یک حد قدرت اقتصادی، رشد بیشتر تولید ناخالص داخلی تأثیر قابل‌توجهی بر افزایش مسافت طی شده ندارد و جامعه کمتر از خودروی شخصی استفاده می‌کند. البته در کشورهایی مانند هند، افزایش مداوم مسافت طی شده با خودروی شخصی همگام با رشد اقتصادی مشاهده می‌شود. این الگو بیانگر ارتباط مستقیم میان توسعه اقتصادی و افزایش استفاده از خودروهای شخصی برای حمل‌ونقل است. شایان ذکر است که این روند در کشورهای حوزه جنوبی خلیج فارس حتی با شدت بیشتری نمایان خواهد شد. این الگوها بر تفاوتی اساسی تأکید دارند: در اقتصادهای پیشرفته که سطح ثروت از یک حد معین فراتر رفته است، رشد اقتصادی بیشتر تأثیر کمتری بر مسافت طی شده با خودروهای شخصی دارد؛ اما در اقتصادهای در حال توسعه نظیر هند، گسترش مستمر اقتصادی همچنان عامل اصلی افزایش قابل‌توجه در سفرهای شخصی محسوب می‌شود.

---

۱. اطلاعات تکمیلی در پیوست ۹.

شکل ۱۰. رابطه تعداد خودروهای سبک (به‌ازای ۱۰۰۰ شهروند) با افزایش تولید ناخالص ملی [۳۸]




سطح رفاه (توان اقتصادی) تأثیری دوگانه بر پایداری محیط زیست دارد. جوامع مرفه‌تر معمولاً مصرف بیشتری از منابع دارند و فشار بیشتری بر اکوسیستم‌ها وارد می‌کنند. بااین‌حال، همین جوامع به‌دلیل دسترسی به دانش و سرمایه، ظرفیت بیشتری برای پذیرش فناوری‌های پاک‌تر مانند خودروهای برقی دارند. در کشورهای اروپایی دیده شده است که افراد مرفه جامعه قادرند هزینه‌های اولیه بالای خرید این وسایل نقلیه را پرداخت کنند و اغلب آگاهی بیشتری نسبت به مسئولیت‌های زیست‌محیطی خود دارند. علاوه‌بر این، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه در جوامع ثروتمند منجر به پیشرفت‌های فناورانه‌ای می‌شود که آثار مخرب زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد. در مقابل، نابرابری اقتصادی یکی از موانع اصلی پذیرش گسترده خودروهای برقی است. اقشار کم‌درآمد نه‌تنها توانایی خرید این وسایل نقلیه را ندارند، بلکه اغلب دسترسی کافی به زیرساخت‌های شارژ نیز برای آنها فراهم نیست. رفع این نابرابری نیازمند نوآوری حکمرانی است که توزیع عادلانه منابع و دسترسی برابر به فناوری‌های نوین را تضمین کند.

درمجموع، فناوری به‌عنوان نیرویی پویا و تحول‌آفرین، می‌تواند نقشی بنیادین در کاهش آثار زیست‌محیطی ایفا کند. پیشرفت‌های فناورانه، ازجمله بهبود کارایی باتری‌ها، کاهش زمان مورد نیاز برای شارژ و کاهش هزینه‌های تولید، موجب شده‌اند که خودروهای برقی به گزینه‌ای رقابتی و کارآمد برای جایگزینی خودروهای احتراقی تبدیل شوند. بااین‌حال، نمی‌توان انتظار داشت که صرفاً با افزودن خودروهای برقی به

جامعه، تاب‌آوری زیست‌محیطی مصرف‌کنندگان به‌طور خودکار ارتقا یابد. همان‌طور که بیان شد، سه عامل کلیدی جمعیت، رفاه و فناوری به‌شکلی پیچیده و متقابل بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند و می‌توانند تحولات زیست‌محیطی هر منطقه را دگرگون کنند. پیشرفت‌های فناورانه در حوزه حمل‌ونقل نه‌تنها قادرند سطح رفاه اقتصادی را ارتقا دهند، بلکه می‌توانند الگوهای مصرف را نیز اصلاح و بهینه کنند. ترویج خودروهای برقی بدون مدیریت تعداد کل وسایل نقلیه یا گذار گسترده بدون استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر ممکن است منجر به تأثیر محدود و ناکافی محیط زیست شود؛ همان‌گونه که پایین آمدن سطح رفاه بدون بهره‌گیری از نوآوری‌های فناورانه می‌تواند سرعت دستیابی به فرصت‌های اقتصادی برای تحقق توسعه پایدار را کاهش دهد.

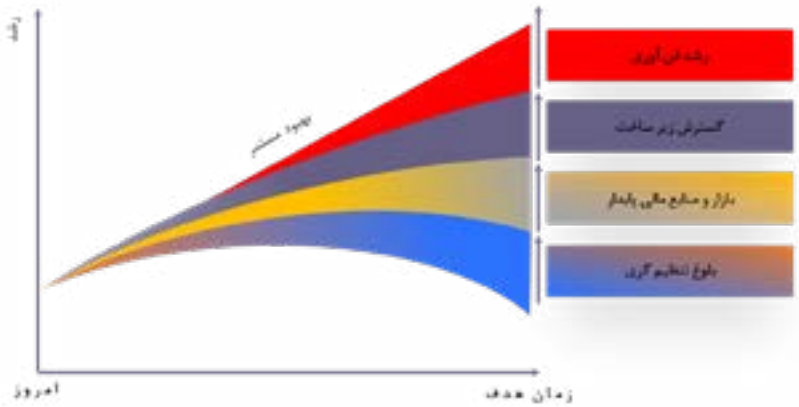
بنابراین، موفقیت در فرایند گذار به برقی‌سازی حمل‌ونقل مستلزم اتخاذ رویکردی است که تمام این کنش و واکنش‌ها را در چارچوبی متوازن مدنظر قرار دهد و سیاستگذاری هوشمندانه در این زمینه نه‌تنها باید بر ارتقای فناوری متمرکز باشد، بلکه ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی نیز به‌شکلی هم‌افزا در نظر گرفته شود.

## ۴-۷. تحلیل هم‌گرایی و واگرایی کشورها

برای سازمان‌دهی و تحلیل تطبیقی دلایل برقی‌سازی در کشورهای مختلف، این موضوع در این بخش با بهره‌گیری از دو رویکرد هم‌گرایی و واگرایی بررسی شده است. این روش تحلیلی امکان می‌دهد تا ضمن شناسایی نقاط مشترک، اهداف خاص هر کشور و تفاوت‌های بنیادین میان آنها به‌طور دقیق آشکار شود.

تحلیل مبتنی‌بر هم‌گرایی نشان می‌دهد که تمام کشورهای پیشرو در عرصه برقی‌سازی، اهدافی زمان‌بندی شده داشته‌اند و در چارچوب زمانی معین، مجموعه‌ای از راهبردهای گوناگون را به‌صورت هماهنگ پیش برده‌اند. در حقیقت، هم‌افزایی هم‌زمان میان شاخص‌های مختلف، عامل کلیدی موفقیت در برقی‌سازی این کشورها بوده است. در این میان، ضروری است که تمام شاخص‌ها به‌صورت مستمر رشد کنند؛ چراکه کندی یا رکود در ارتقای هریک از این شاخص‌ها می‌تواند به کاهش سرعت سایر راهبردها منجر شود و روند کلی رشد را مختل کند. می‌توان چنین نتیجه گرفت که در یک جغرافیای هدف، پیشرفت برقی‌سازی به ارتباط هم‌افزا میان چهار عامل کلیدی فناوری، زیرساخت‌ها، بازار (رشد تقاضا) و منابع مالی پایدار (مستمر)، همراه با بلوغ تنظیم‌گری مرتبط وابسته است. نبود هم‌افزایی میان این عوامل بدون شک موجب کاهش سرعت رشد برقی‌سازی خواهد شد. این موضوع به‌صورت شماتیک نیز در شکل ۱۱ نمایش داده شده است.

**شکل ۱۱. نمودار شماتیک وابستگی رشد برقی‌سازی به هم‌افزایی مستمر ممکن سازها در دوره گذار**




**مأخذ:** یافته‌های پژوهش.

در راستای تحلیل هم‌گرایی و واگرای رویکردهای مختلف، جدول ۶ که بر پایه پژوهش این گزارش تهیه شده است، تلاش دارد دلایل توسعه خودروهای برقی را در کشورهای منتخب به‌صورت خلاصه ارائه دهد. این جدول همچنین تأثیر عوامل گوناگون را در پنج محور کلیدی شامل محیط زیست، انرژی، اقتصاد، موقعیت جغرافیایی - راهبردی و میزان وابستگی به چین تحلیل کرده است. جدول ۶ میزان اهمیت یا وابستگی عوامل مؤثر بر توسعه خودروهای برقی هر عامل را جمع‌بندی و با کشورهای دیگر مقایسه نسبی کرده است. این جدول نشان می‌دهد که هریک از این حوزه‌ها چگونه در شکل‌دهی سیاست‌ها و تصمیمات راهبردی کشورها نقشی اساسی ایفا می‌کنند. براساس یافته‌های جدول ۶، تفاوت دلایل کشورهای مختلف را برای حرکت به‌سوی برقی‌سازی می‌توان در پنج محور دسته‌بندی کرد:

- ملاحظات زیست‌محیطی؛
- مسائل مرتبط با انرژی؛
- انگیزه‌های اقتصادی؛
- موقعیت خاص جغرافیایی و راهبردی؛
- سطح وابستگی به چین.

جدول ۶ نه فقط تفاوت‌های موجود در سیاستگذاری کشورهای انتخابی را خلاصه می‌کند، بلکه درک عمیق‌تری از اولویت‌ها، چالش‌ها و الزامات منحصربه‌فرد هر کشور ارائه می‌دهد. همان‌طور که این جدول نشان می‌دهد، یکی از مهم‌ترین نقاط اشتراک میان کشورهای مورد بررسی، تعهد نسبی آنها به اهداف اقلیمی و کاهش آلودگی هوا و هزینه‌های مرتبط با سلامت عمومی است. کشورهایی نظیر چین، اتحادیه اروپا و ایالات متحده، به‌دلیل فشارهای بین‌المللی، ضرورت‌های زیست‌محیطی و پیامدهای اجتماعی ناشی از آلودگی هوا، سرمایه‌گذاری‌های گسترده‌ای در فناوری‌های سبز و خودروهای برقی انجام داده‌اند. این کشورها با هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تحقق اهداف توافق‌نامه‌هایی نظیر توافق پاریس مسیر توسعه‌ای پایدار را ترسیم کرده‌اند. افزون‌بر این، بهره‌گیری از فرصت‌های اقتصادی نوظهور و تقویت تولید ملی به این کشورها امکان داده است تا از مزایای اقتصادی توسعه خودروهای برقی بهره‌مند شوند. سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پیشرفته و تقویت زنجیره‌های تأمین داخلی نه‌فقط عامل اشتغال‌زایی است، بلکه وابستگی آنها را به واردات نیز کاهش داده است. در سراسر جهان، کشورها روی هدف کاهش انتشار کربن از طریق پذیرش خودروهای برقی هم‌گرایی دارند، اما با سرعت برقی‌سازی اتفاق‌نظر ندارند. این موضوع در اقدامات سیاستی (تابع زمان) از ارائه مشوق مالی گرفته تا به‌کارگیری خودروهای برقی منعکس شده است. در بیشتر کشورها مشوق‌های مالی برای کاهش هزینه‌های اولیه خودروهای برقی محدود به دوره خاص است. برای نمونه، ایالات متحده برای خودروهای برقی اعتبار مالیاتی ارائه می‌دهد، درحالی‌که آلمان کمک‌های مالی قابل‌توجهی را در بازه‌های زمانی مختلف برای این نوع وسایل نقلیه تا امروز در نظر گرفته است. سرمایه‌گذاری در زیرساخت شارژ اولویت مشترکی در همه سیاستگذاری‌ها دیده شده است. مثلاً کشورهایی اروپایی سرمایه‌گذاری‌های قابل‌توجهی برای گسترش شبکه‌های شارژ خود انجام می‌دهند که برای حمایت از تعداد فزاینده خودروهای برقی در جاده‌ها بسیار مهم است. بااین‌حال، تفاوت‌های قابل‌توجهی نیز میان این کشورها مشاهده می‌شود. یکی از اصلی‌ترین نقاط اختلاف، وضعیت انرژی این کشورهاست. کشورهای واردکننده انرژی مانند اتحادیه اروپا، چین و کشورهای عضو آسه‌آن، به‌دلیل وابستگی بالای خود به واردات نفت، اهمیت ویژه‌ای برای کاهش این وابستگی قائل‌اند. در مقابل، کشورهای صادرکننده نفت نظیر عربستان سعودی و امارات متحده عربی که از منابع غنی داخلی برخوردارند، نگرانی کمتری برای این موضوع در افق بیست سال آینده دارند و عمدتاً بر مسائل زیست محیطی و سرمایه گذاری در فناوری‌های پاک متمرکز شده‌اند.

برخی کشورها، ازجمله ایالات متحده، سیاست‌هایی مبتنی‌بر تقویت تولید داخلی و تأمین منابع بومی مواد اولیه را در پیش گرفته‌اند. این رویکرد که بر خودکفایی صنعتی و کاهش وابستگی به زنجیره‌های تأمین خارجی تأکید دارد، در تضاد آشکار با سیاست‌های اتحادیه اروپا قرار می‌گیرد. اتحادیه اروپا عمدتاً بر رعایت استانداردهای زیست‌محیطی سخت‌گیرانه و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای متمرکز است. این تفاوت در اولویت‌ها نشان‌دهنده اختلاف‌های عمیق در راهبردهای کلان توسعه پایدار میان این دو قطب اقتصادی غربی است. اختلاف‌های موجود

بین شرق و غرب و رقابت‌های منفی میان کشورها، خطر چندقطبی شدن صنعت و بازار جهانی خودروهای برقی را به‌همراه دارد. این واگرایی نه‌تنها مانعی جدی بر سر راه هم‌افزایی جهانی در راستای کربن‌زدایی ایجاد می‌کند، بلکه می‌تواند روند گذار به حمل‌ونقل پایدار را نیز مختل کند. سرعت برقی‌سازی در کشورهای مختلف جهان تفاوت‌های قابل‌توجهی دارد و حتی در مناطقی با چارچوب‌های قانونی مشابه، مانند اروپا، اختلافات محسوسی در این زمینه مشاهده می‌شود.

در حوزه تجارت بین‌الملل نیز سیاست‌های مرتبط با واردات خودروهای برقی میان کشورها به‌طور محسوسی متفاوت است. برای نمونه، اتحادیه اروپا، ایالات متحده و بریتانیا با وضع تعرفه‌هایی بر واردات خودروهای برقی ساخت چین، تلاش کرده‌اند از صنایع داخلی خود حمایت کنند. این اقدامات حمایتی، هرچند با هدف تقویت رقابت‌پذیری داخلی صورت می‌گیرد، می‌تواند پیامدهایی نظیر افزایش هزینه‌های تولید و عرضه را به‌همراه داشته باشد و درنتیجه، روند پذیرش عمومی خودروهای برقی در کشورهای غربی را کُندتر کند. افزون‌بر این، وابستگی به مواد معدنی حیاتی و فناوری‌های پیشرفته نظیر تراشه‌های الکترونیکی که در تولید خودروهای برقی و هوشمند نقش کلیدی دارند، چالش‌های قابل‌توجهی را به‌ویژه در بستر تنش‌های ژئوپلیتیکی کنونی ایجاد کرده است. این شرایط سبب شده است که کشورها به‌سمت تنوع‌بخشی به زنجیره‌های تأمین خود حرکت کنند؛ هرچند نابسامانی در این زنجیره‌ها می‌تواند امنیت تأمین را مختل و پایداری بلندمدت صنعت خودروهای برقی را تهدید کند.

ظهور چین به‌عنوان بازیگر کلیدی در صنعت خودروهای برقی، صرفاً تحول اقتصادی نیست، بلکه تغییری ژئوپلیتیکی با پیامدهای گسترده محسوب می‌شود. تقسیم‌بندی میان کشورهایی که با چین رقابت می‌کنند و آنهایی که با آن همکاری دارند، بازتاب‌دهنده پویایی‌های قدرت جهانی در گذار به فناوری‌های نوین است. همان‌گونه که کشورها این دوره تحول‌آفرین را پشت سر می‌گذارند، راهبردهای آنان نه‌تنها مسیر آینده حمل‌ونقل را تعیین خواهد کرد، بلکه توازن قدرت جهانی را نیز بازتعریف می‌کند؛ آن‌هم در جهانی که روزبه‌روز وابستگی بیشتری به نرم‌افزارها و فناوری‌های الکترونیکی پیدا می‌کند. از منظر چرایی کلان در حوزه برقی‌سازی یک کشور، ضروری است کشورها هنگام تدوین راهبردهای خود برای توسعه خودروهای برقی جایگاه خویش را در سه موقعیت «رقابت»، «همکاری» یا «تردید» که قبلاً بحث شد، تشخیص دهند. همچنین، فراتر از ملاحظات ژئوپلیتیکی و اقتصادی، مزایای زیست‌محیطی اقلیمی همچنان یکی از ارکان بنیادین پذیرش گسترده فناوری خودروهای برقی در سطح جهان باقی مانده است. چین، به‌عنوان بزرگ‌ترین بازار خودروهای برقی جهان، با تکیه‌بر یکپارچگی عمودی و کنترل کامل زنجیره تأمین، مزیت رقابتی چشمگیری کسب کرده است. بااین‌حال، موانع تجاری موجود در بازارهای غربی و سرعت کمتر از انتظار جهانی شدن محصولات چینی، چالش‌هایی نظیر ظرفیت مازاد تولید را برای این کشور به‌همراه داشته است.

در حوزه مواد اولیه حیاتی مانند لیتیوم و کبالت که برای تولید باتری‌های خودروهای برقی ضروری‌اند، کشورهایی مانند شیلی (به‌عنوان دارنده منابع) و چین (به‌عنوان دارنده فناوری) تلاش کرده‌اند حداکثر بهره‌برداری را از این منابع داشته باشند. یکی دیگر از وجوه اشتراک میان کشورهای مختلف، میزان وابستگی آنها به زنجیره تأمین چین است. تقریباً تمام خودروهای برقی تولید شده در جهان امروز به‌نوعی به زنجیره تأمین چین متکی‌اند. درحالی‌که ایالات متحده و اتحادیه اروپا تلاش می‌کنند وابستگی خود را کاهش دهند، بسیاری از کشورهای دیگر همچنان اتکای بالایی به چین دارند. البته این وابستگی اقتصادی تا حد زیادی ناشی از ساختار راهبردی چین، اولویت‌های رشد اقتصادی آن و شرایط جغرافیایی-اقتصادی خاص بسیاری از کشورهاست که آنها را ناگزیر به پیروی از خط‌مشی چین کرده است.

لازم است یادآوری شود که در این پژوهش، ژاپن و کره جنوبی که هر دو از بازیگران برجسته در صنعت خودروسازی جهانی محسوب می‌شوند، به‌صورت تفصیل مورد نقد قرار نگرفته‌اند. حضور نداشتن این دو کشور در لیست کشورهای انتخابی در این پژوهش به‌هیچ‌وجه از اهمیت آنها به‌عنوان تولیدکنندگان پیشرو خودرو یا نقش کلیدی‌شان در زنجیره تأمین جهانی نمی‌کاهد. باوجود اذعان به جایگاه مهم این کشورها در زنجیره تأمین خودروهای تمام‌برقی باتری صنعت الکترونیک و نرم‌افزار، تأثیر آنها بر شکل‌دهی روند جهانی گذار به خودروهای تمام‌برقی و پلاگین در مقایسه با برخی دیگر از مناطق، کمتر دیده شده است. افزون‌بر این، این دو کشور تنوع تحلیلی کافی برای بررسی چرایی خودروهای برقی از زوایای گوناگون را فراهم نمی‌کنند؛ چراکه گرایش‌های راهبردی جهانی این دو کشور تا حدود زیادی مشابه ایالات متحده و اروپا دیده شده است.

### ۸-۴. ملاحظات چرایی برقی‌سازی حمل‌ونقل ایران

کشورهایی که تاکنون در مسیر برقی‌سازی حمل‌ونقل با تأکید بر اولویت‌های زیست‌محیطی گام برداشته‌اند، خودروهای برقی را نه به‌عنوان عنصری مستقل، بلکه به‌منزله بخشی از یک نظام هوشمند و یکپارچه برای دستیابی به پایداری و کاهش اتلاف منابع در نظر گرفته‌اند. این رویکرد بر طراحی سیستمی جامع در سطح ملی یک کشور تأکید دارد؛ سیستمی که اجزای مختلف آن در تعامل هم‌افزا با یکدیگر عمل کرده، کل ساختار را به سطحی بهینه و حداکثری از کارایی عملیاتی هدایت می‌کند. سیستم حمل‌ونقل پایدار[1] ارتباطی تنگاتنگ با نظام انرژی و تحولات اقتصادی-اجتماعی دارد و نمی‌توان آن را به‌صورت مجزا بررسی کرد. هیچ کشوری که بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی را هدف قرار داده، تولید خودروهای برقی را بدون توجه به ملاحظات کلان مرتبط با پایداری و کارایی در سطح ملی دنبال نکرده است. تحلیل خودروهای برقی بدون درک عمیق از مفاهیم بنیادین پایداری و جابه‌جایی،[2] رویکردی تک‌بعدی محسوب می‌شود که تلاش می‌کند مسئله‌ای جزئی را بدون توجه به کلیت سیستم حل کند. چنین نگرشی نه‌فقط از منظر دغدغه‌های زیست‌محیطی ناکافی است، بلکه از دیدگاه اجتماعی-اقتصادی نیز قادر نیست ابعاد گسترده عوامل تسهیل‌کننده یا موانع تحول را به‌شکلی جامع تحلیل کند.

پیشرفت نکردن برقی‌سازی حمل‌ونقل در یک کشور صرف تمرکز بر ارتقای صنعت خودروسازی، ناشی از آن است که چنین نگرشی پیچیدگی‌ها و تعاملات میان اجزای مختلف یک سیستم و زیرسیستم‌های آن را نادیده می‌گیرد؛ اجزایی که در نهایت کلیت راهبردی سیستم را باید شکل دهد. غفلت از این روابط سیستماتیک می‌تواند منجر به نتیجه‌گیری‌های راهبردی ناقص شود؛ بدین معنا که فقط بخشی از فرصت‌ها و چالش‌های مرتبط با برقی‌سازی شناسایی شده است و تحلیل موضوع از منظر چرایی نمی‌تواند تمام ابعاد آن را پوشش دهد. نادیده گرفتن این تعاملات پیچیده میان اجزا و کلیت سیستم، منجر به تحلیلی سطحی و ناکامل خواهد شد که نه‌تنها ابعاد مختلف مسئله را روشن نمی‌کند، بلکه ممکن است به تصمیم‌گیری‌هایی غیرکارآمد منجر شود؛ بنابراین، موفقیت در تحقق برقی‌سازی حمل‌ونقل مستلزم اتخاذ رویکردی جامع و چندبعدی است؛ رویکردی که تمام جنبه‌های زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و فنی را در قالب یک نظام هماهنگ مدنظر قرار دهد. همان‌طور که در جدول ۸ نشان داده شده است، موقعیت فعلی ایران در مقایسه با سایر کشورها همچنان جای مطالعه بیشتر دارد.

ایران تاکنون تعهدات محدودی نسبت به اهداف اقلیمی بین‌المللی پذیرفته است و سیاست‌های زیست‌محیطی آن عموماً ناکارآمد بوده‌اند؛ چراکه کاهش آلودگی هوا در محوریت سیاستگذاری حمل‌ونقل به‌صورت جدی قرار نگرفته است. از منظر انرژی، نیز عدم وابستگی ایران به واردات نفت موجب شده انگیزه جدی برای توسعه خودروهای برقی وجود نداشته باشد؛ بااین‌حال، افزایش مصرف داخلی بنزین چالشی جدی برای اقتصاد انرژی کشور محسوب می‌شود.

#### ۸-۴-۱. چرایی حمل‌ونقل برقی ریشه در چرایی فرهنگی جامعه

برای دستیابی به گذار موفق به فناوری‌های نوآورانه و تحول‌آفرین،[3] ازجمله خودروهای برقی، ضروری است که هماهنگی میان اهداف راهبردی و ساختارهای فرهنگی جامعه به‌طور جدی مورد توجه قرار گیرد. تجربیات کشورهای پیشرو صنعتی نشان می‌دهد فناوری‌هایی که با زمینه‌های فرهنگی جامعه همساز شوند، می‌توانند تحقق اهداف سیاست‌های کلان را با سرعت و کارآمدی بیشتری ممکن سازند.

در حقیقت، کشورهایی که در پذیرش خودروهای برقی به دستاوردهای چشمگیری نائل شده‌اند، نه‌تنها بر حل چالش‌های فنی و ارائه مشوق‌های اقتصادی متمرکز بوده‌اند، بلکه از فرهنگ به‌عنوان ابزاری کلیدی برای تسهیل جذب فناوری بهره گرفته‌اند. این کشورها با ترویج ارزش «پایداری» به‌عنوان اصل زیست‌محیطی بنیادین، توانسته‌اند علاوه‌بر افزایش پذیرش اجتماعی خودروهای برقی، نیروی محرکه‌ای اجتماعی به وجود آورند که شهروندان را به مطالبه تغییرات بنیادی از صنایع مرتبط ترغیب کنند. سرمایه‌گذاری در آگاهی‌بخشی فرهنگی می‌تواند تأثیری فراتر از تنظیم‌گری‌های اقتصادی داشته باشد و زمینه‌ای برای تقویت خلاقیت و نوآوری در جامعه فراهم آورد. چنین رویکردی نه‌تنها پذیرش فناوری‌های تحول‌آفرین را تسریع می‌کند، بلکه زیرساختی اجتماعی برای پشتیبانی از تحولات پایدار ایجاد خواهد کرد. برای

1. Sustainable Transport
2. Sustainable and Equitable Mobility
3. Disruptive Technologies

پیش‌گامی در تحول صنعت حمل‌ونقل برقی، دولت‌ها باید فرهنگی را ترویج دهند که در آن نوآوری، شمول‌گرایی و همکاری آینده‌نگرانه با محوریت پایداری در اولویت قرار گیرد. این ارتقای بینش فرهنگی باید تمام سطوح جامعه را، از نهادهای دولتی گرفته تا بخش خصوصی و سازمان‌های مدنی، شامل شود. توانمندسازی ذی‌نفعان برای آزمودن فناوری‌ها و رویکردهای نوین می‌تواند محیطی مساعد برای خلاقیت و پذیرش ریسک فراهم کند. همچنین، تشویق جامعه به پذیرش ایده‌های نوآورانه با محوریت پایداری برای حفظ رقابت‌پذیری در بازار جهانی خودروهای برقی در دوران معاصر ضروری به نظر می‌رسد. این امر از طریق تقویت همکاری‌های بین‌المللی، ایجاد شراکت‌های راهبردی میان بخش‌ها و سرمایه‌گذاری در پژوهش و توسعه امکان‌پذیر خواهد بود. نهادینه کردن ارزش‌هایی نظیر نوآوری و پایداری در فرهنگ ملی به دولت‌ها کمک می‌کند تا راهبردهای خود را با حمایت اجتماعی تقویت کنند و دلایل قانع‌کننده‌ای برای ضرورت گذار به حمل‌ونقل الکتریکی ارائه دهند. فرهنگ مصرف‌کننده در بازار هدف نه‌فقط به‌عنوان زیربنای برنامه‌ریزی‌های راهبردی کلان عمل می‌کند، بلکه نقشی کلیدی به‌عنوان کاتالیزوری برای ایجاد تغییرات تحول‌آفرین ایفا می‌نماید. این فرهنگ تعیین‌کننده نحوه تعامل بخش‌های مختلف یک کشور در راستای رقابت در حوزه‌هایی مانند حمل‌ونقل برقی یا اجرای موفق سیاست‌های کلان ملی و شهری است. باوجود این، ضعف‌های نهادی می‌توانند به‌عنوان موانعی جدی بر سر راه نوآوری ظاهر شوند و روند پیشرفت صنعتی را مختل کنند. دولت‌ها باید با شناسایی الگوهای رفتاری که موفقیت‌های گذشته را ممکن ساخته‌اند و بازنگری در فرضیات تثبیت شده‌ای که به‌اشتباه مانع نوآوری شده‌اند، زمینه را برای تغییرات پایدار فراهم آورد. علاوه‌بر این، شفاف‌سازی دلایل تغییرات پیشنهادی محصولات و تشکیل گفتمان‌های جدید برای اهمیت گسترش حمل‌ونقل پایدار یا ضرورت مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی نه‌تنها به تسریع پذیرش نوآوری‌ها کمک می‌کند، بلکه حمایت اجتماعی گسترده‌ای را برای تحقق اهداف راهبردی فراهم خواهد کرد.

در ایران، صنعت حمل‌ونقل طی دهه‌های گذشته توجه کافی به ابعاد فرهنگی نداشته و اغلب خودرو صرفاً به‌عنوان کالایی تجاری مستقل از تحولات فرهنگی تلقی شده است. همچنین، ارتباط متقابل میان صنایع حمل‌ونقل و انرژی با ارزش‌های فرهنگی جامعه نادیده گرفته شده است. شاید همین رویکرد باعث بروز مشکلاتی نظیر ناترازی انرژی، مصرف بی‌رویه سوخت، عقب‌ماندگی صنعتی و نوسانات بازار شده است. سیاست‌هایی که بدون توجه به مقتضیات فرهنگی داخلی صرفاً الگوبرداری از محصولات کشورهای توسعه‌یافته بوده‌اند، نتوانسته‌اند کارایی لازم را داشته باشند. مشکلاتی همچون مصرف بی‌رویه سوخت و وابستگی شدید به خودروهای شخصی ریشه در غفلت طولانی‌مدت از فرهنگ‌سازی در حمل‌ونقل دارد. اگرچه چالش‌های اقتصادی نیز این مسائل را تشدید کرده‌اند، کمبود سرمایه‌گذاری کافی در آموزش عمومی موجب شده است اهرم اجتماعی مؤثری برای ایجاد تغییرات مثبت در صنعت ایران شکل نگیرد.

### ۲-۸-۴. ضرورت بازتعریف جایگاه رقابتی صنعت ایران

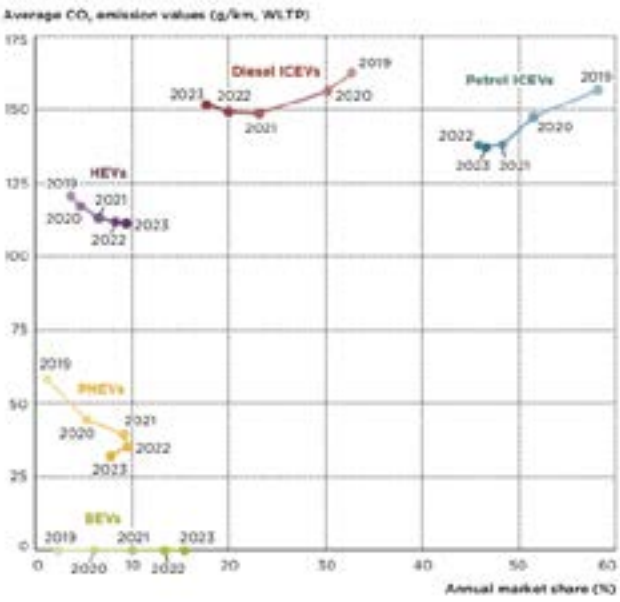
بخش عمده‌ای از پاسخ به چرایی تولید خودروهای پیشرفته در صنعت ایران، در بازتعریف جایگاه رقابتی و مزیت صنعت ایران در چارچوب نظم نوین جهانی صنایع (گذار از غرب به شرق) نهفته است. تحول بنیادین خودروسازی ایران به‌طور مستقیم تحت‌تأثیر شتاب فزاینده پیشرفت‌های فناوری در حوزه خودروهای برقی، خودران و متصل است و همچنین تغییر اولویت‌های مصرف‌کنندگان به‌سمت نوآوری‌های دیجیتال قرار دارد. برای خودروسازان ایرانی، توانایی بازنگری در سیاست‌ها و همگام‌سازی با این روندهای تحول‌آفرین، نه‌فقط انتخاب استراتژیک، بلکه شرطی حیاتی برای بقا و تداوم فعالیت در بازارهای داخلی و بین‌المللی محسوب می‌شود. ناکامی در انطباق با این تحولات ساختاری، آنها را در معرض رقابت فزاینده‌ای از سوی خودروهای وارداتی قرار می‌دهد؛ به‌ویژه شرکت‌های نوظهور موفقی مانند خودروسازان چینی که با بهره‌گیری از انعطاف‌پذیری بالا، تولید محصولات مقرون‌به‌صرفه، فناورانه و سازگار با محیط زیست، سهم قابل‌توجهی از بازار جهانی را تصاحب کرده‌اند. چرایی توسعه خودروهای برقی نیازمند بررسی تطبیقی و تحلیل کمّی میان پارامترهای گوناگون است. فرصت‌های بالقوه اقتصادی مرتبط با گسترش این فناوری تاکنون از منظر اقتصادی و صنعتی به‌شکلی جامع در ایران ارزیابی نشده‌اند. در شرایطی که خودروسازان داخلی نتوانند چارچوبی مؤثر برای حفظ یا تقویت توان رقابتی خود طراحی و عملیاتی کنند، احتمالاً به سیاست‌های حمایتی از تولید ملی به‌عنوان راهکاری تدافعی متوسل خواهند شد. این رویکرد پیش‌تر در مناطقی همچون اتحادیه اروپا و ایالات متحده مشاهده شده است؛ جایی که

اقدامات قانونگذاری نظیر وضع تعرفه‌های وارداتی و ایجاد موانع مقرراتی، با هدف حمایت از صنایع داخلی در برابر رقابت فزاینده، به‌ویژه از سوی خودروسازان چینی، به اجرا درآمده است. چنین سیاست‌هایی می‌توانند در کوتاه‌مدت حمایت‌هایی برای تولیدکنندگان داخلی فراهم کنند، اما تفاوت‌های ساختاری میان صنعت خودروی ایران و کشورهای پیشرفته‌ای نظیر اروپا و آمریکا نشان می‌دهد که چنین سیاست‌های تدافعی بدون آینده‌نگری برای صنعت ایران کارآمد نخواهد بود.

پاسخ به این پرسش که آیا ایران باید به‌طور قاطع به تولید و پذیرش گسترده خودروهای برقی متعهد شود، نیازمند بررسی‌های عمیق و چندجانبه در چارچوب سیاستگذاری کلان و تحلیل دقیق شرایط داخلی و بین‌المللی است. برای بررسی و تشریح این موضوع، ۱۰ پرسش کاوشگرانه می‌توان مطرح کرد که در جدول ۹ به‌طور خلاصه بیان شده است. بسیاری از این پرسش‌ها به‌دلیل محدودیت‌های مطالعاتی در جامعه دانشگاهی و صنعتی ایران، نمی‌توانند با قطعیت پاسخ داده شوند. بااین‌حال، هریک از موضوعات یا ترکیبی از آنها می‌تواند به‌صورت هم‌زمان به‌عنوان مانعی جدی یا دلیلی محکم برای توجیه ضرورت یا عدم ضرورت توسعه خودروهای برقی در ایران مطرح شود که در ادامه به تشریح ملاحظات کلیدی آن پرداخته شده است:

- صنعت خودروسازی ایران برای حفظ رقابت‌پذیری در بازارهای جهانی نیازمند ارتقای فناوری در حوزه‌های تولید محصولات و هوشمندسازی فرایندهاست. بی‌توجهی به روند جهانی می‌تواند فرصت‌های صنعتی کشور را محدود و جایگاه ایران را به‌عنوان بزرگ‌ترین تولیدکننده خودرو در غرب آسیا تضعیف کند. باید توجه داشت که مطالعات بین‌المللی درباره بهینه‌سازی انواع مختلف پیش‌رانه‌ها تحقیق می‌کنند و نتایج نشان می‌دهند که به‌ویژه در سال‌های اخیر، انواع پیش‌رانه‌ها با نوآوری‌های جدید در کاهش آلودگی بهبود یافته‌اند؛ بنابراین، هدف بهبود شرایط زیست‌محیطی نباید فقط به خرید خودروهای جدید برقی محدود شود. در این راستا شکل ۱۲ به‌وضوح نشان می‌دهد که اهداف کاهش آلایندگی در تمام پیش‌رانه‌های خودروها به‌واسطه نوآوری در حال روی دادن است. صنایع خودروسازی ایران فاقد مزیت‌های فناورانه‌ای جدید در تمام پیش‌رانه‌ها است که بتواند جایگاهی رقابتی در بازار بین‌المللی مخصوصاً خودروهای برقی کسب کند یا درآمد ارزی قابل‌توجهی از صادرات این محصولات به‌دست آورد. در کوتاه‌مدت، تولید رقابتی خودروهای برقی (اعم از تمام‌برقی یا پلاگین) دشوار به نظر می‌رسد و خودروهای هیبریدی تولید داخل نیز از نظر فناوری توان رقابت با محصولات پیشرفته جهانی را ندارند.

**شکل ۱۲. پیشرفت تکنولوژی و کاهش انتشار آلایندگی‌ها در خودروها با پیش‌رانه‌های مختلف در سال‌های اخیر [۳۹]**



- پذیرش گسترده خودروهای برقی در ایران در حال حاضر مستلزم واردات گسترده این محصولات است که با توجه به محدودیت‌های ارزی و شرایط تحریمی کنونی، در مقیاس عظیم (مثلاً با هدف برقی‌سازی کل ناوگان در بیست سال آینده) عملیاتی نیست. واردات تدریجی نیز موجب ایجاد دو سیستم حمل‌ونقل موازی (برقی و فسیلی) می‌شود که مرحله گذار را به تأخیر می‌اندازد و هزینه‌های عملیاتی را افزایش می‌دهد. وضعیت مردد بودن در انتخاب یک نوع سیستم (برقی یا فسیلی) بهره‌وری کلی سیستم حمل‌ونقل کشور را کاهش خواهد داد.

- زنجیره تأمین جهانی وسایل نقلیه برقی، از استخراج مواد خام تا تولید باتری‌ها و مونتاژ نهایی، ماهیتی پیچیده دارد که کشورها را به تلاش برای ارتقای جایگاه خود در این زنجیره ترغیب می‌کند. عدم توسعه نوآوری صنعتی محلی می‌تواند منجر به وابستگی بیش‌از حد به تأمین‌کنندگان خارجی یا از دست دادن فرصت‌های اقتصادی سودآور شود.

- دسترسی محدود ایران به فراوری مواد اولیه حیاتی نظیر لیتیوم مانعی جدی برای توسعه صنعت باتری محسوب می‌شود. موقعیت فراوری مواد اولیه در ایران نسبت به قدرت‌های جهانی بسیار پایین‌تر و وابستگی زنجیره تأمین ایران به کشورهایی مانند چین یکی دیگر از چالش‌های اساسی است که امکان دارد استقلال سیاستگذاری کشور را محدود کند. ایران در زنجیره تأمین مواد اولیه کمیاب نقش راهبردی ندارد؛ بنابراین انگیزه اقتصادی کافی برای توسعه بلندپروازانه خودروهای برقی وجود ندارد، هرچند این حوزه می‌تواند فرصتی برای جهش صنعتی باشد.

- باوجود منابع غنی نفت و گاز، سیاست‌های انرژی ایران، ازجمله یارانه‌های سنگین سوخت‌های فسیلی، گذار به خودروهای برقی را از نظر اقتصادی توجیه‌ناپذیر کرده است. ظرفیت محدود تولید انرژی‌های تجدیدپذیر نیز نیازمند سرمایه‌گذاری کلان است که با توجه به محدودیت‌های اقتصادی کنونی، تحقق آن در کوتاه‌مدت امکان‌پذیر نیست. همچنین نبود زیرساخت‌های مناسب برای تولید انرژی تجدیدپذیر موجب شده است آثار مثبت استفاده از خودروهای برقی بسیار محدود باشد.

- وابستگی خودروهای برقی مدرن به فناوری‌های پیشرفته نظیر سیستم‌های نرم‌افزاری، الکترونیکی و خودکار باعث شده است تحریم‌های بین‌المللی دسترسی ایران به این فناوری‌ها را محدود کند. این تحریم‌ها نه‌فقط توان رقابت صنایع داخلی را کاهش داده، بلکه موانع جدی برای توسعه فناوری‌های مرتبط با خودروهای برقی ایجاد کرده‌اند.

- کاهش آلودگی ناشی از حمل‌ونقل شهری ضرورتی فوری در شهرهای بزرگ ایران است؛ اما زیرساخت‌های فرسوده حمل‌ونقل عمومی و کمبود بودجه لازم مانع اجرای برنامه‌های کارآمد شده‌اند. اگرچه استفاده از خودروهای برقی می‌تواند آلودگی هوای کلان‌شهرها را کاهش دهد، نبود برنامه جامع برای توسعه زیرساخت‌ها و تأمین مالی مناسب مانع تحقق این هدف شده است.

- ایران به‌عنوان بزرگ‌ترین قدرت خودروسازی با سوخت‌های فسیلی در غرب آسیا، هنوز برنامه مشخصی برای تنوع‌بخشی تولید انرژی یا جذب فناوری و سرمایه خارجی برای حمایت از گذار به خودروهای برقی ارائه نداده است. کشورهای منطقه، نظیر ترکیه، با جدیت بیشتری در راستای تسلط منطقه‌ای گام برداشته‌اند. تدوین نشدن راهبرد مشخص ازسوی ایران ممکن است به عقب افتادن از رقبا بینجامد.

به‌طور کلی، با توجه به نکات مطرح شده در جدول‌های ۸ تا ۹، می‌توان گفت که وجود محدودیت‌های ژئوپلیتیکی، بحران ناترازی انرژی داخلی، موانع در دسترسی به فناوری‌های پیشرفته، چالش‌های اقتصادی و فقدان مطالعات جامع کشوری نشان می‌دهد که تغییر گسترده به‌سوی برقی‌سازی ناوگان حمل‌ونقل کشور در شرایط کنونی نه اقدامی بدون مانع و نه دارای بازدهی سریع اقتصادی در کوتاه‌مدت تلقی می‌شود. بااین‌حال، پتانسیل برقی‌سازی برای رسیدن به اهدافی بلندمدت قابل‌توجه است. نبود مطالعات دانشگاهی و صنعتی و ناهماهنگی بین‌بخشی میان صنایع مختلف کشور (مانند انرژی و حمل‌ونقل) با محوریت هم‌افزایی (مانند پایداری و تحول صنعتی)، موانع ساختاری قابل‌توجهی ایجاد کرده است که مستلزم بازنگری در تدوین سیاست‌ها و برنامه‌های نوین بین‌بخشی است.

همچنین شواهد نشان می‌دهد که دستیابی به صنعتی شدن پایدار در حوزه خودروسازی ایران نیازمند تحول فناورانه بنیادین است که فقط از طریق تعامل با صاحبان فناوری‌های پیشرفته بین‌الملل و سرمایه‌گذاری در نوآوری‌های نوین امکان‌پذیر خواهد بود. ازاین‌رو، تدوین قوانین و راهبردهای کلان داخلی و خارجی برای صنعت خودروسازی ایران باید با رویکردی درازمدت انجام شود؛ رویکردی که بر انطباق‌پذیری و همکاری بین‌المللی تأکید داشته باشد. اتخاذ چنین رویکردی نه‌فقط امکان عبور موفقیت‌آمیز از چالش‌های عصر جدید صنعت خودرو را

فراهم می کند، بلکه زمینه‌ای برای تثبیت جایگاهی با اثبات و پایدار در بازارهای جهانی ایجاد خواهد کرد.
در این میان، همکاری با چین به‌عنوان یکی از بازیگران کلیدی عرصه جهانی می‌تواند فرصتی ارزشمند برای تسریع فرایند برقی‌سازی ناوگان حمل‌ونقل کشور قلمداد شود و بسیاری از چالش‌های نهفته در موارد هشت‌گانه را تبدیل به فرصت کند. بااین‌حال، این همکاری باید با دقت و تدبیر همراه باشد؛ زیرا ورود گسترده و بی‌برنامه محصولات چینی به بازار داخلی ممکن است رقابتی غیرسازنده برای صنایع بومی ایجاد کند. تنظیم روابط تجاری و فناورانه میان ایران و چین باید به‌گونه‌ای انجام شود که ضمن بهره‌گیری حداکثری از ظرفیت‌های فناورانه و اقتصادی چین، ملاحظات مرتبط با تراز تجاری کشور و ضرورت حمایت از صنایع داخلی نیز مورد توجه قرار گیرد.
اتخاذ چنین رویکردی می‌تواند علاوه‌بر حفظ منافع ملی، زمینه تحقق اهداف کلان کشور را در حوزه حمل‌ونقل پایدار فراهم و جایگاه ایران را در صنعت منطقه‌ای غرب آسیا و تحولات جهانی تثبیت کند.

## ۹-۴. پیش‌بینی آینده حمل‌ونقل

سیاست‌های تنظیم‌گری مرتبط با برقی‌سازی حمل‌ونقل در بسیاری از کشورها به مرحله‌ای رسیده‌اند که نیازمند ارائه نتایج ملموس و قابل ارزیابی‌اند. این نتایج برای اثبات کارآمدی و جذب سرمایه‌گذاری‌های بیشتر ضروری‌اند. باوجود پیشرفت‌های چشمگیر کشورهای توسعه‌یافته در گذار به وسایل نقلیه برقی، اثربخشی این سیاست‌ها هنوز کاملاً تأیید نشده است. سیاست‌های سنتی حمایت از علم و فناوری در کشورهای غربی، در مقایسه با پیشرفت‌های سریع چین، ناکارآمدی خود را نشان داده‌اند. در دو دهه گذشته، سیاست‌های اروپای غربی بیشتر بر اهداف زیست‌محیطی بلندمدت متمرکز بوده، اما این رویکردها اغلب فاقد سرعت لازم برای تجاری‌سازی و تمرکز بر مزیت‌های رقابتی کلیدی بوده‌اند. شاید دلیل این امر، نبود تصور دقیق از تحولات آینده باشد. اصولاً پیش‌بینی دقیق موفقیت یا شکست جهانی برقی‌سازی حمل‌ونقل غیرعلمی است.
به‌جای تلاش برای پیش‌بینی آینده‌ای خاص، باید بر بررسی چندین تحول بالقوه آینده برای یک جغرافیا تمرکز کرد. این کار تصمیم‌گیری راهبردی را محکم‌تر می‌کند و آمادگی برای تغییرات آینده را افزایش می‌دهد. مطالعات راهبردی باید آینده‌های متنوعی را بررسی و فرصت‌ها و چالش‌های مرتبط با آنها را شناسایی کنند. کشورهایی که چارچوب‌های سازمانی چابک و بالغی دارند، سازمان‌ها با حس مسئولیت‌پذیری خود را موظف می‌دانند تا به ترسیم مجموعه‌ای از آینده‌های قابل تصور برای کشور مشارکت کنند. البته این آینده‌های تصور شده باید منطقی، قابل‌تحلیل و برنامه‌ریزی باشند. هدف اصلی مطالعات سناریومحور آینده، آشکارسازی عوامل پنهان و کنش و واکنش‌های بین‌بخشی است. چنین نگرشی به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا حکمرانی و برنامه‌ریزی بلندمدت را بهبود بخشند و راهبردهای انعطاف‌پذیر را توسعه دهند.

در حوزه برقی‌سازی حمل‌ونقل، درک تغییرات سیستمی ضروری است. پیوند بین برنامه‌ریزی راهبردی و نوآوری سیستمی باید دیدگاه بلندمدت را تقویت کند. این امر امکان شناسایی چالش‌ها و فرصت‌هایی را فراهم می‌کند که بر عملکرد کل سیستم تأثیر می‌گذارند. چنین تفکری مشروعیت تغییرات لازم برای نوآوری سیستمی را تقویت و الگوهای بین‌المللی مؤثر در شکل‌گیری راهبرد ملی را واکاوی می‌کند. شناسایی مراکز و ذی‌نفعان اثرگذار به شناسایی حوزه‌های متأثرتر کمک می‌کند که تغییرات در آنها بیشترین تحول را ایجاد می‌کند.
درمجموع، حکمرانی موفق نیازمند تدوین چشم‌اندازی روشن و درعین‌حال انعطاف‌پذیر است که با مدیریت هوشمندانه ریسک، بتواند آینده‌ای پر از عدم قطعیت را با پاسخی عمیق‌تر به پرسش «چرایی برقی‌سازی حمل‌ونقل» در یک منطقه ارائه دهد.

### ۹-۴-۱. موقعیت سخت اروپا در رقابت پیش‌گامان

همان‌طور که در فصول پیشین تشریح شد، اتحادیه اروپا با اتخاذ رویکردی بلندپروازانه در برقی‌سازی صنعت خودروسازی، می‌کوشد از طریق استانداردهای سخت‌گیرانه زیست‌محیطی، تولید خودروهای پاک را به یک اولویت راهبردی بدل سازد. با این حال، پایبندی به این الزامات، بسیاری از خودروسازان اروپایی را با چالش‌هایی نظیر عدم توجیه اقتصادی محصول و کاهش رقابت‌پذیری در برابر رقبای چینی مواجه کرده است. این وضعیت، شرکت‌های اروپایی را به بازنگری در راهبردهای تولید یا لابی‌گری با نهادهای حاکمیتی در بروکسل برای کسب

انعطاف‌پذیری بیشتر واداشته است؛ رویکردی که غالباً با برجسته‌سازی سیاسی تهدید چین دنبال می‌شود. این سیاست‌های سبز بلندپروازانه و سیاسی اروپا در شرایطی پیگیری می‌شود که اروپا با افول نسبی در توانمندی‌های مهندسی و نوآوری، در مقایسه با رقبایی چون ایالات متحده و چین، دست‌وپنجه نرم می‌کند. افزون بر این، شکاف بهره‌وری در تولید صنعتی میان اروپا و ایالات متحده نیز روندی فزاینده دارد. درحالی‌که پویایی فناوری، ایالات متحده و چین را در جایگاه بهتری قرار داده است، اروپا و بریتانیا با چالش‌های ساختاری روبه‌رو هستند که رشد اقتصادی صنعت‌محور آنها را در قیاس با رقبا محدود می‌سازد.

اروپا اکنون در رقابت با ایالات متحده و چین در حوزه فناوری‌های پیشرفته و نوظهور با چالش‌هایی اساسی و ساختاری مواجه است. شواهد موجود نشان می‌دهد که اتحادیه اروپا به‌تدریج جایگاه ممتاز خود را در برخی صنایع کلیدی، به‌ویژه صنعت خودروسازی، از دست داده است. برای بازگشت به صدر جدول جهانی، این منطقه نیازمند تحولات بنیادین، بازنگری راهبردی و اتخاذ سیاست‌های جامع و بلندمدت است. براساس گزارش‌های رسمی تهیه شده به سفارش اتحادیه اروپا، فقط چهار شرکت اروپایی در میان پنجاه شرکت برتر فناوری جهان قرار دارند. این آمار هشداردهنده، همراه با سطح محدود سرمایه‌گذاری اروپا در حوزه تحقیق و توسعه، توان رقابتی این قاره را در زمینه‌هایی نظیر هوش مصنوعی، خودروهای الکتریکی و فناوری‌های پاک به‌شدت کاهش داده است.[1]

کارشناسان معتقدند که برای حفظ جایگاه رقابتی اروپا در عرصه جهانی، افزایش چشمگیر سرمایه‌گذاری در حوزه نوآوری و فناوری امری اجتناب‌ناپذیر است؛ اما تحقق این هدف مستلزم صرف زمان طولانی و تأمین منابع مالی کلان خواهد بود. برآوردها حاکی از آن است که اتحادیه اروپا برای مدرن‌سازی صنایع مختلف خود، ازجمله صنعت خودرو و دستیابی به اهداف کربن‌زدایی، سالیانه به حدود ۸۰۰ میلیارد یورو سرمایه نیاز دارد. صنعت خودروسازی اروپایی به‌طور خاص نماد بارز چالش‌های پیش‌روی این قاره محسوب می‌شود؛ صنعتی که باید هم‌زمان با پیشرفت سریع ایالات متحده در فناوری‌های نوین و فشار رقابتی فزاینده چین مقابله کند. اگرچه این یافته‌ها ممکن است برای سیاستگذاران اروپایی نگران‌کننده باشد، پذیرش واقعیت‌ها و نگاه انتقادی می‌تواند نقطه عطفی برای آینده این منطقه باشد. شفافیت در ارزیابی نقاط قوت و ضعف نه‌تنها نشانگر بلوغ صنعتی اتحادیه اروپاست، بلکه می‌تواند زمینه‌ای برای تدوین راهبردهای کارآمدتر فراهم کند. در نهایت، موفقیت اتحادیه اروپا در پاسخ‌گویی به چالش‌های پیش‌رو مستلزم تعهدی پایدار به نوآوری، همکاری میان کشورهای عضو و تخصیص منابع مالی کافی و مدیریت بحران انرژی خود خواهد بود تا بتواند جایگاه خود را به‌عنوان یکی از قطب‌های اصلی فناوری جهان تثبیت کند.

### ۲-۹-۴. چالش‌های متنوع در دوره گذار

جدول ۱۰ به‌طور خلاصه عدم قطعیت‌های مرتبط با سه جغرافیای تأثیرگذار و سطح بین‌الملل را در آینده نزدیک بررسی می‌کند. این جدول نشان می‌دهد که صنعت خودروسازی در سطح بین‌المللی و در کشورهای مختلف با چالش‌های متنوعی مواجه است که از عوامل اقتصادی، نظارتی، فناوری و رقابت‌های جهانی ناشی می‌شود. صنعت جهانی خودروسازی در مرحله‌ای پرریسک قرار دارد؛ زیرا با تغییرات اساسی در چارچوب‌های قانونی و سیاستی مواجه است که می‌تواند مسیر آینده آن را دگرگون کند. عدم قطعیت‌های قابل توجه در سیاست‌های تجاری آمریکا، اصلاحات مالیاتی و مقررات زیست‌محیطی نامطمئنی را در کوتاه‌مدت در بازار آمریکا به وجود خواهد آورد. پیش‌بینی می‌شود این تحولات تأثیرات گسترده‌ای بر صنعت خودروسازی داشته باشد. در عرصه جهانی، تغییرات سیاستی ایالات متحده (به‌علت وسعت بازار آمریکا) احتمالاً تأثیراتی را بر بازارهای بین‌المللی خودروسازی خواهد داشت. موانع تجاری مانند تعرفه‌ها بر خودروها و قطعات وارداتی می‌تواند استراتژی‌های تولیدی خودروسازان را در سراسر جهان تغییر دهد. این اقدامات ممکن است منجر به افزایش هزینه‌ها برای تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان شود و تلاش‌ها برای حفظ قیمت‌گذاری رقابتی و دسترسی به بازار را پیچیده کند. علاوه‌بر این، تغییرات در سیاست‌های زیست‌محیطی ایالات متحده می‌تواند بر روند جهانی به‌سوی برقی‌سازی تأثیر بگذارد. کاهش احتمالی مشوق‌های خودروهای برقی یا استانداردهای انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایالات متحده ممکن است تلاش‌های بین‌المللی برای استانداردسازی مقررات زیست‌محیطی را تضعیف کند و تفاوت‌هایی در الزامات رعایت مقررات در بازارهای کلیدی ایجاد کند. تعامل میان عوامل ژئوپلیتیکی و سیاست‌های اقتصادی

۱. اطلاعات تکمیلی در پیوست ۸.

نیز روابط تجاری جهانی را متأثر خواهد کرد. برای مثال، حمایت‌گرایی شدیدتر یا اقدامات تلافی‌جویانه ازسوی شرکای تجاری می‌تواند قطب‌بندی شدن بازار بین‌الملل را تشدید و خودروسازان را به بازنگری در استراتژی‌های صادرات و برنامه‌های سرمایه‌گذاری در بازارهای مختلف خود مجبور کند. چنین تحولاتی ممکن است روند گذار صنعت به‌سمت راه‌حل‌های حمل‌ونقل پایدار را کُند نماید. در ادامه، جدول ۱۱ ریسک‌های مرتبط با دوره گذار از حمل‌ونقل مبتنی‌بر سوخت فسیلی به سیستم‌های برقی را تحلیل و پتانسیل تضعیف دلایل این گذار در طول دوره انتقال را بررسی می‌کند.

این جدول نشان می‌دهد که دوران گذار به‌سمت پذیرش گسترده خودروهای برقی به‌علت تنوع ریسک‌های احتمالی جدی نیازمند سیاستگذاری دقیق و هماهنگ است و اختلافات و تناقضات در مقررات و مشوق‌ها ممکن است منجر به سردرگمی و کاهش سرعت این تغییر شود. چارچوب‌های نظارتی باید انعطاف‌پذیری لازم را برای همگامی با پیشرفت‌های فناوری داشته باشند، درحالی‌که سیاست‌های هماهنگ برای کاهش انتشار خودروهای فسیلی و ترویج خودروهای برقی ضروری است. همچنین، طراحی مشوق‌های پایدار بلندمدت که به‌تدریج از یارانه‌های مستقیم به مکانیسم‌های مبتنی‌بر بازار تغییر یابد، می‌تواند به تقویت توجیه اقتصادی خودروهای برقی کمک و از توقف روند پذیرش آنها جلوگیری کند. فقط از طریق رویکردی چندجانبه می‌توان ریسک‌های دوره گذار را مدیریت و مسیر را برای آینده‌ای پایدار هموار کرد. درنهایت، جدول ۱۲ راهبردهای پیشنهادی برای مدیریت ریسک‌های دور گذار از حمل‌ونقل سوخت فسیلی به سیستم‌های برقی را جمع‌بندی می‌کند.

### ۳-۹-۴. ابزارهای مالی

اگرچه بسیاری از کشورها همچنان در مراحل تکاملی سیاستگذاری برای گذار به وسایل نقلیه برقی قرار دارند، فشارهای ژئوپلیتیکی ناشی از رقابت میان شرق و غرب اهمیت اثبات کارآمدی این سیاست‌ها را دوچندان کرده است. مشارکت میان‌بخشی و تسلط نهادهای نظارتی بر ساختارهای حکمرانی طراحی شده، نقش کلیدی در تسریع این روند ایفا می‌کنند. طراحی سازوکارهای نوآورانه برای جذب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی نیز نقشی اساسی دارد. در این میان، تردید سرمایه‌گذاری نسبی کشورهای غربی در مقایسه با چین سبب شده است که غرب، به‌خصوص اروپا، نتواند به‌تنهایی رهبری توسعه حمل‌ونقل برقی را به‌دست گیرد؛ موضوعی که تحقق مزایای زیست‌محیطی را در کوتاه‌مدت محدود می‌کند. همچنین شواهد بازخورد تجربی کافی درباره کارآمدی مدل‌های مالی مختلف سیاستگذاری در مناطق جغرافیایی گوناگون هنوز وجود ندارد. مدل‌های مالی نوآورانه برای حمایت از گذار به حمل‌ونقل پاک بسیار محدودند و فقط تعداد اندکی از مکانیسم‌ها برای جذب سرمایه بخش خصوصی طراحی یا اجرا شده‌اند.

بنابراین لازم است سیاستگذاران ابزارهای مالی کارآمدی طراحی کنند تا ضمن افزایش مشارکت بخش خصوصی، تعهد بیشتری نسبت به تحقق اهداف زیست‌محیطی وابسته به گسترش حمل‌ونقل برقی ایجاد شود. بدون تثبیت دلایل قانع‌کننده اقتصادی برای برقی‌سازی و همسو کردن منافع بخش‌های صنعتی و مالی، انگیزه‌ای قوی برای سرمایه‌گذاران فراهم نخواهد شد تا بتوانند نقشی مؤثر در تسریع روند گذار ایفا کنند. ازسوی دیگر، مسائل زیرساختی و زنجیره تأمین نیز از موانع کلیدی این گذارند. سرمایه‌گذاری هدفمند در زیرساخت‌ها و ارتقای شبکه انرژی، به‌ویژه در مناطق کم‌درآمد، باید در اولویت قرار گیرد تا شکاف‌های موجود کاهش یابد. علاوه‌بر این، تأمین مواد خام حیاتی برای باتری‌ها نیازمند شفافیت و استراتژی‌های پایدار است تا از گلوگاه‌های تولید و خطرهای ژئوپلیتیکی جلوگیری شود. هماهنگی بین دولت، بخش خصوصی و مقامات محلی برای توسعه زیرساخت‌ها و افزایش آگاهی عمومی درباره مزایای خودروهای برقی نیز نقش مهمی در تسریع پذیرش این فناوری ایفا می‌کند.

درحالی‌که در کشورهای پیشرو، مانند کشورهای اروپایی، فشار اجتماعی نقشی کلیدی در تسریع گذار به خودروهای برقی ایفا کرده است، در ایران چنین فشار مؤثری ازسوی جامعه مشاهده نمی‌شود. همچنین چرایی برقی‌سازی حمل‌ونقل در ایران چهار چالش بنیادین به وجود آورده است که موانعی جدید در هم‌افزایی اقتصادی در فعالیت‌های کلان است:

- تمرکز بیش‌از حد بر بومی‌سازی فناوری خودروها بدون توجه کافی به خلق و توسعه کل زنجیره تأمین.

- فقدان هم‌افزایی میان بخش‌های صنعتی مختلف که مانع از ایجاد هماهنگی مؤثر در سرمایه‌گذاری می‌شود.
- تعامل ناکافی با منابع سرمایه‌گذاری خصوصی که جریان سرمایه را محدود کرده است.
- عدم درک جامع از محدودیت توان مالی مصرف‌کنندگان در دهک‌های مختلف برای پذیرش و استفاده از فناوری‌های نوین.

چالش‌های موجود به‌وضوح نیاز به تدوین چارچوب‌های منسجم سیاستگذاری مالی را برای تحول در بخش حمل‌ونقل ایران نشان می‌دهد. در این راستا، تقویت همکاری‌های مالی میان ذی‌نفعان عمومی و خصوصی باید در اولویت قرار گیرد تا تغییرات بنیادین محقق و اهداف زیست‌محیطی دست‌یافتنی شوند. برای جلوگیری از تأثیرات منفی ناشی از شکاف‌هایی که در کشورهای پیشرو مشاهده شده و به‌دلیل ناهمگونی در سیاست‌ها، مسیرهای انتخابی و سرعت اجرایی که به وجود آمده است، لازم است ایران چارچوب‌های نوینی را با توجه به تحولات فناوری طراحی کند. این چارچوب‌ها باید شامل راهکارهایی باشند که امکان گسترش اقدامات را در سطوح مختلف فراهم آورد که ازجمله مهم‌ترین آنها ارزیابی الزامات اقتصادی برای تحولات میان‌بخشی است. بدون تأمین بودجه‌ای شفاف با منابع پایدار و بلندمدت، گذار موفقیت‌آمیز از مراحل تحقیقاتی به مراحل تجاری ممکن نخواهد بود؛ زیرا صنعت خودروسازی بدون تأمین مالی مناسب، فاقد توجیه خواهد بود.

### ۴-۹-۴. عدالت در حمل‌ونقل

با چرخش کشورهای پیشرو به‌سمت سیستم‌های حمل‌ونقل کربن‌زدایی شده، سیاستگذاران در سطوح مختلف اهداف بلندپروازانه‌ای برای پذیرش خودروهای برقی تعیین کرده‌اند تا با آلودگی هوا که تهدیدی جدی برای محیط زیست و سلامت عمومی است، مقابله کنند. درحالی‌که این اهداف و برنامه‌های مرتبط برای حفاظت از جوامع بسیار ارزشمندند، برنامه‌ریزی ناکافی برای گسترش عادلانه و دسترسی ممکن است نابرابری‌های اجتماعی موجود را تشدید و پیشرفت‌های زیست‌محیطی را مختل کند. لذا تلاش‌ها برای کاهش انتشار آلاینده‌ها از وسایل نقلیه باید فراتر از تدوین مشوق‌ها برای خرید خودروهای برقی در یک جامعه باشد. در این راستا شوراهای شهری و شهرداری‌ها در موقعیتی منحصربه‌فرد قرار دارند تا محوریت اجتماعی داشته باشند که نیازهای متنوع جوامع، کسب‌وکارها، نهادهای عمومی، تولیدکنندگان و توزیع‌کنندگان انرژی و ارائه‌دهندگان خدمات را هم‌افزا سازند. این نهادها به‌ویژه به شناسایی نیازهای خاص جامعه و تدوین رویکردهای منحصربه‌فرد منطقه‌ای مجهزند تا از طریق مدل‌های عمومی، خصوصی یا ترکیبی اطمینان حاصل کنند همه اقشار جامعه به راه‌حل‌های حمل‌ونقلی پاک دسترسی عادلانه دارند که کیفیت زندگی‌شان را ارتقا بخشد. چنین راهبردهایی با محوریت مشارکت اجتماعی، جمع‌آوری داده‌ها، مکانیسم‌های تأمین مالی، توسعه برنامه‌های آزمایشی و فرایندهای برنامه‌ریزی دقیق شهری اثربخش‌تر خواهند بود.

ضروری است که بر عدالت در گسترش حمل‌ونقل پاک تأکید ویژه‌ای شود و از تمرکز بر تعیین اهداف عددی به اجرای راه‌حل‌های عملی با اهرم اجتماعی تغییر یابد. این رویکرد تضمین می‌کند که تمام شهروندان در دستیابی به گذار پایدار مشارکت خواهند داشت. عدالت در حمل‌ونقل چارچوبی است که دسترسی فراگیر به گزینه‌های حمل‌ونقل پاک و با کیفیت بالا را اولویت می‌بخشد و فرصت‌های اقتصادی مربوطه را در سراسر دهک‌های جامعه تقویت می‌کند. عدالت در حمل‌ونقل[1] می‌تواند محوریت محکمی برای تغییر ایجاد کند که پتانسیل فناوری‌های نوین را برای مقابله مؤثر با چالش‌های زیست‌محیطی و اجتماعی بیشتر به بلوغ عملی برساند. چنین بینشی چرایی حمل‌ونقل برقی را به چرایی عدالت در حمل‌ونقل پیوند می‌دهد. اهداف حمل‌ونقل پاک کلان‌تر از اهداف خودرویی در یک کشور است.

یک کشور توسعه‌یافته با هدف استقرار حمل‌ونقل پاک گسترده و در دسترس برای همه، به داشتن خودروی شخصی (حتی پاک) کمتر توصیه می‌کند و به حمل‌ونقل عمومی و اشتراکی پاک اولویت می‌دهد. با اتخاذ ابتکارات حمل‌ونقل اشتراکی به‌عنوان راهبردی اساسی در راستای دستیابی به اهداف حمل‌ونقل بدون آلایندگی و توسعه عدالت اجتماعی، می‌توان به نوآوری در همکاری‌های اجتماعی در حوزه حمل‌ونقل پرداخت. در ایران، پرسش بنیادین «چرایی خودروهای برقی» عمدتاً از منظر چالش‌های فنی و مهندسی بررسی شده و چرایی عدالت حمل‌ونقل و مزایای این فناوری از دیدگاه‌های مختلف کمیت‌بندی نشده است. این رویکرد تک‌بعدی، ریشه در کاستی‌های آگاهی عمومی دارد و واکنش کُند نهادهای تخصصی را به تحولات انعکاس می‌دهد.

1.Equitable Transportation

### ۱۰-۴. جمع تحلیل و تفسیر یافته ها

فصول پیشین این گزارش با هدف تبیین دقیق و تحلیلی دلایل بنیادین این گذار، به بررسی منطق سیاستی، نظام انگیزشی و اهداف کلان کشورهای پیشرو در این حوزه اختصاص یافته است. نتایج حاصل از این بررسی تطبیقی نشان می‌دهد که انگیزه‌ها و جهت‌گیری‌های اصلی این کشورها با یکدیگر تفاوت قابل توجهی دارد. اتحادیه اروپا، با تمرکز بر تحقق اهداف اقلیمی و کاهش انتشار کربن تا سال ۲۰۵۰، هدایت این گذار را در راستای تعهدات زیست‌محیطی خود دنبال می‌کند؛ ایالات متحده آمریکا، بر احیای تولید داخلی، ارتقای رقابت‌پذیری صنعتی و دستیابی به استقلال انرژی متمرکز است و در مقابل، چین با اتخاذ رویکردی جامع، برقی‌سازی را ابزاری راهبردی برای تثبیت و گسترش برتری فناورانه و اقتصادی خود در نظام جهانی می‌داند.

تفاوت میان اهداف و رویکردهای این قدرت‌ها، اهمیت تدوین یک استراتژی ملی منسجم، متناسب با شرایط بومی، ظرفیت‌های داخلی و ملاحظات ژئوپلیتیکی را برای کشورهایی که در مراحل آغازین این گذار قرار دارند، دوچندان می‌سازد.

تحلیل جامع روندهای جهانی نیز نشان می‌دهد که موفقیت در فرایند برقی‌سازی حمل‌ونقل، مستلزم هم‌افزایی مستمر و هماهنگ چهار عامل کلیدی است: پیشرفت فناوری، توسعه زیرساخت، شکل‌گیری تقاضای مؤثر در بازار و تأمین مالی پایدار. با وجود این، اجرای عملی راهبردهای گذار به حمل‌ونقل برقی با مجموعه‌ای از چالش‌ها و عدم‌قطعیت‌ها روبه‌رو است که در برخی موارد می‌تواند بنیان توجیه اقتصادی و سیاستی این تحول را تضعیف نماید. از جمله این چالش‌ها می‌توان به ناهماهنگی‌ها و تناقض‌های موجود در مقررات و چارچوب‌های سیاستی، آسیب‌پذیری‌های زنجیره تأمین جهانی (به‌ویژه وابستگی به چین در تأمین قطعات و مواد اولیه)، نبود پایداری اقتصادی بدون استمرار مشوق‌های دولتی و نیز تشدید تنش‌های ژئوپلیتیکی میان قدرت‌های بزرگ اشاره کرد.

بر این اساس، بخش حاضر در واقع جمع‌بندی و تبیین نتایج حاصل از تحلیل‌های ارائه‌شده در فصل کنونی و فصل پیشین است که در ادامه به‌تفصیل ارائه می‌شود.

داده‌های جدول ۲ به تحلیل تطبیقی سیاست‌های سه جغرافیای پیشرو در صنعت حمل‌ونقل برقی، یعنی ایالات متحده آمریکا، اتحادیه اروپا و چین، اختصاص دارد و هم‌گرایی‌ها و واگرایی‌های رویکرد آنها نسبت به برقی‌سازی حمل‌ونقل را بر اساس ملاحظات اقتصادی، سیاسی و زیست‌محیطی بررسی می‌کند. این جدول نشان می‌دهد که اگرچه هدف مشترک هر سه منطقه کاهش انتشار کربن و ترویج فناوری‌های پایدار است، مسیرهای انتخابی آنها برای دستیابی به این هدف متفاوت است.

**جدول ۲. جنبه‌های خاص سه جغرافیای تأثیرگذار و پیشرو**

| موضوع | چین | اتحادیه اروپا | ایالات متحده آمریکا |
|---|---|---|---|
| رویکرد خاص | شروع با اقدامات حمایتی مالی بی‌سابقه از نوآوران و تولید ملی | تأکید بر رهبری تکنولوژیکی خودرو و رقابت در بازار، با یک چارچوب نظارتی هماهنگ. | تمرکز بر مزیت اقتصادی و امنیت انرژی، با رویکرد حمایت‌گرایانه برای ایجاد انگیزه در افزایش تولید محلی. |
| برنامه‌ریزی خاص اولیه | ابتدا یک زنجیره تأمین قوی با تمرکز بر معادن کمیاب و تولید باتری ایجاد کرد که باعث رشد سریع صنعت خودرو برقی چین شد. | ابتدا روی اهداف محصول بدون استراتژی زنجیره تأمین گسترده متمرکز شد که منجر به چالش‌هایی در دستیابی به اهداف بلندپروازانه شد. | ابتدا به‌جز کالیفرنیا، بقیه ایالت‌ها در حمایت از این فناوری مردد بودند؛ اما بعد با ایجاد یک زنجیره تأمین کامل با حمایت قوی فدرال از طریق قانون کاهش تورم متمرکز شده‌اند. |
| هم‌گرایی (با بقیه پیشروان) | تمرکز مشترک بر افزایش پذیرش خودروهای برقی و کاهش آثار زیست‌محیطی. | هدف مشترک دستیابی به کاهش قابل‌توجه در انتشار کربن و ترویج فناوری‌های پایدار. | تأکید فراوان بر اولویت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و گذار به مسیر کربن‌زدایی. |
| واگرایی (با بقیه پیشروان) | نقش مهم مداخله دولت و برنامه‌ریزی استراتژیک دولتی برای تسلط بر بازار جهانی. | سردرگمی نظارتی (مثلاً اعمال تعرفه واردات) و ناهماهنگی بین ۲۷ کشور اتحادیه. | اقدامات حمایتی و مشوق‌های قدرتمند برای تولید داخلی. |

**منابع مربوط به اطلاعات این جدول:**
-https://cmr.berkeley.edu/2024/03/how-chinese-companies-are-dominating-electric-vehicle-market-worldwide/
-https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-policy-explorer/
- https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/policy-developments/
- https://www.ayvens.com/-/media/ayvens/public/cp/files/mobility-guides/mobility-guide-2023.pdf/
- https://cyprus.representation.ec.europa.eu/news/commission-launches-investigation-subsidised-electric-cars-china-2023-10-04_en/
- https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/trends-in-electric-cars/

**مأخذ:** همان.

چین با تمرکز بر رهبری فناوری جهانی، از طریق تقویت زنجیره تأمین و حمایت‌های گسترده مالی، موقعیت خود را در بازار تثبیت کرده است. در مقابل، ایالات متحده بر امنیت انرژی و تولید داخلی با تکیه بر مشوق‌های اقتصادی متمرکز است، درحالی‌که اتحادیه اروپا با وجود اهداف زیست‌محیطی بلندپروازانه، به دلیل فقدان راهبرد یکپارچه زنجیره تأمین و ناهماهنگی میان کشورهای عضو، با چالش‌های اجرایی روبه‌رو شده است. در نتیجه، موفقیت در گذار به حمل‌ونقل برقی نیازمند سیاست‌های حمایتی منسجم و برنامه‌ریزی راهبردی در کنار اهداف زیست‌محیطی است.

همچنین جدول ۳ به تحلیل تطبیقی اولویت‌های موضوعی راهبردهای برقی‌سازی حمل‌ونقل در سه جغرافیای اصلی تأثیرگذار به همراه چند کشور منتخب دیگر اختصاص دارد. این جدول، دلایل راهبردی کشورها را در سه سطح اصلی دسته‌بندی می‌کند و نشان می‌دهد که با وجود اشتراک گسترده در هدف‌گذاری برای کاهش انتشار کربن و تحقق پایداری زیست‌محیطی، تفاوت‌های چشمگیری در انگیزه‌های بنیادین آنها وجود دارد. چین بر مالکیت بازار و زنجیره تأمین جهانی متمرکز است، ایالات متحده بر تقویت تولید داخلی و استقلال صنعتی تأکید دارد و اتحادیه اروپا دستیابی به انتشار صفر کربن را در اولویت قرار داده است. سایر کشورها نیز با انگیزه‌هایی متفاوت، از پیشتازی فناورانه و بهبود کیفیت هوا تا توسعه اقتصاد پسانفت، مسیرهای خاص خود را دنبال می‌کنند. در مجموع، جدول نشان می‌دهد که گذار جهانی به حمل‌ونقل برقی، بیش از آنکه ناشی از دغدغه‌های زیست‌محیطی صرف باشد، ریشه در ترکیبی از ملاحظات اقتصادی، ژئوپلیتیکی و راهبردی دارد.

## جدول ۳.اولویت‌های موضوعی راهبردهای مختلف در کشورهای انتخابی

| کشور | دلایل راهبردی اولیه | دلایل راهبردی ثانویه | دلایل راهبردی سوم | اهداف شاخص خودرو برقی و پاک | تعهد زمانی به انتشار کربن صفر |
|---|---|---|---|---|---|
| چین | مالک بازار جهانی و زنجیره تأمین خودروهای برقی شدن | کاهش وابستگی به واردات نفت، ترویج نوآوری | تجارت صادراتی، رعایت توافقات زیست‌محیطی بین‌الملل | تا سال ۲۰۳۰، ۴۰ درصد از کل فروش وسایل نقلیه به خودروهای برقی اختصاص دارد. | ۲۰۶۰ |
| ایالات متحده آمریکا | تقویت بخش تولید ملی و دستیابی به استقلال از خودروهای ساخت خارجی | کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای حمل‌ونقل، ایجاد مشاغل مبتنی‌بر فناوری پیشرفته | توسعه زیرساخت، رهبری فناوری بین‌المللی | هدف این است که تا سال ۲۰۳۰، ۵۰ درصد از کل فروش خودروهای جدید برقی باشد. | ۲۰۵۰ |
| اتحادیه اروپا | دستیابی به انتشار کربن صفر | تقویت صنعت اروپا، پیشروی در فناوری لبه علمی | تنوع انرژی، افزایش همیاری کشورها | کاهش تدریجی فروش خودروهای بنزینی و دیزلی جدید تا سال ۲۰۳۵. | ۲۰۵۰ |
| سنگاپور | بهبود کیفیت هوای شهری | رهبر منطقه‌ای در خودروهای برقی، توسعه اقتصادی و زیرساخت‌ها | حمایت از حمل‌ونقل پایدار | برنامه‌ریزی برای تمام خودروها که تا سال ۲۰۴۰ با انرژی پاک‌تر کار کنند. | ۲۰۵۰ |
| مالزی | کاهش اتکای به سوخت‌های فسیلی | رشد اقتصادی، جذب سرمایه‌گذاری سبز | بهبود کارایی، حمایت امور زیست‌محیطی | هدف ۱۲۵۰۰۰ خودروهای برقی در جاده‌ها تا سال ۲۰۳۰. | ۲۰۵۰ |
| نروژ | شناخته شدن به‌عنوان پیشرو در برقی‌سازی حمل‌ونقل | رسیدن به اهداف کاهش انتشار، حمایت از نوآوری | تقویت اکوتوریسم، توسعه اقتصادی | کاهش تدریجی فروش خودروهای موتور احتراق داخلی تا سال ۲۰۲۵. | ۲۰۵۰ |
| هلند | پیشرو در امور زیست‌محیطی | استقلال انرژی، ترویج مشاغل سبز | هوای پاک‌تر، کشور مرفه‌تر و نمونه در حمل‌ونقل برقی | با هدف ممنوعیت فروش خودروهای بنزینی و دیزلی تا سال ۲۰۳۰. | ۲۰۵۰ |
| ترکیه | توسعه اقتصادی | همکاری بین‌المللی و حس عقب نماندن از کشورهای اروپایی | درآمد جدید از تولید، نوآوری | پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ بیش از یک میلیون خودروی برقی در جاده‌ها وارد شود. | ۲۰۵۳ |
| شیلی | منابع معدنی ملی و رشد اقتصادی | کاهش هزینه سلامت، کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای حمل‌ونقل | مطابقت با بهترین شیوه‌های حمل‌ونقل | هدف خاصی مطرح نشده است. | ۲۰۵۰ |
| مکزیک | به‌روزسازی صنعت خودرو برای رقابتی ماندن در مشاغل تولیدی | مشارکت بازار منطقه‌ای در تولید | زنجیره تأمین پایدار؛ زیرساخت انرژی‌های تجدیدپذیر | هدف خاصی مطرح نشده است. | هدف رسمی وجود ندارد. |
| امارات متحده عربی | جلوه کردن به‌عنوان فعال محیط زیست | اقتصاد پسانفت، سرمایه‌گذاری در فناوری پاک | فرصت‌های شغلی جدید و افزایش مشارکت‌های دولتی و خصوصی | با هدف عرضه ۴۲۰۰۰ خودروی برقی در جاده‌ها تا سال ۲۰۳۰. | ۲۰۵۰ |

**منابع مربوط به اطلاعات این جدول:**

- https://www.aa.com.tr/en/energy/electricity/turkey-expects-1-million-electric-cars-on-roads-by-2030/28092/
- IEA, https://www.iea.org/countries/chile. 2024/
- https://www.astuteanalytica.com/industry-report/uae-electric-vehicle-market/
-https://www.transportenvironment.org/articles/electric-cars-expected-to-reach-up-to-24-market-share-as-carmakers-grow-ev-sales-to-meet-eu-targets-t-e-analysis/
-https://www.wri.org/insights/countries-adopting-electric-vehicles-fastest/

**مأخذ:** همان.

جدول ۴ نیز به ارزیابی تطبیقی میزان حمایتگری سیاستی و سطح عدم قطعیت در مسیر گذار به حمل‌ونقل برقی در سه جغرافیای تأثیرگذار می‌پردازد. داده‌های جدول نشان می‌دهد که چین با برخورداری از بالاترین سطح حمایت دولتی و ثبات در سیاستگذاری، به دلیل برنامه‌ریزی استراتژیک و حمایت‌های مالی گسترده، به موقعیت مسلط در زنجیره ارزش خودروهای برقی دست یافته است. ایالات متحده نیز با درجه حمایتگرایی بالا و اجرای طرح‌های حمایتی عمده، تعهد جدی به توسعه تولید داخلی و گسترش خودروهای برقی دارد، هرچند ناپایداری سیاستی و احتمال تغییر رویکرد در دولت‌ها، از مهم‌ترین منابع عدم قطعیت آن محسوب می‌شود. در مقابل، اتحادیه اروپا با وجود اهداف بلندپروازانه در زمینه کربن‌زدایی، به دلیل نبود هماهنگی میان کشورهای عضو و چالش‌های مالی، از ثبات و انسجام سیاستی کمتری برخوردار است. در مجموع، این جدول نشان می‌دهد که موفقیت در گذار به حمل‌ونقل برقی در گرو حمایتگری پایدار و همسویی نهادی است و هرگونه ناپایداری در سیاست‌ها، ریسک تحقق اهداف را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد.

**جدول ۴. درجه حمایت‌گری و عدم قطعیت‌ها (نسبی) سه جغرافیای تأثیرگذار**

| جغرافیا | درجه تعهد به خودروهای برقی تمام برقی | درجه حمایتگرایی | عدم قطعیت‌ها | نقاط ضعف | نقاط قوت |
|---|---|---|---|---|---|
| ایالات متحده آمریکا | **قوی**: ایالات متحده اهداف بلندپروازانه‌ای برای تولید مستقل خودروهای برقی تعیین کرده است که با تأمین مالی و مشوق‌های قابل‌توجه تحت قانون کاهش تورم (IRA) پشتیبانی می‌شود. | **بالا**: با مشوق‌هایی برای تولید محلی و محدودیت‌هایی برای نهادهای خارجی در زنجیره تأمین. | تغییرات احتمالی در سیاست‌ها با دولت‌های آینده. | ناپایداری تاریخی سیاست‌ها که بر رشد صنعت خودروهای برقی تأثیر می‌گذارد. | چشم‌انداز شفاف با تأمین مالی قابل‌توجه از طریق قانون سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و مشاغل[1] (IIJA) و قانون کاهش تورم[2] (IRA). |
| اتحادیه اروپا | **متوسط**: اگرچه اتحادیه اروپا اهداف بلندپروازانه‌ای تعیین کرده است، نبود رویکرد هماهنگ و تأمین مالی کافی چالش‌هایی ایجاد می‌کند. | **متوسط**: با تمرکز بر رقابت منصفانه اما کمتر تهاجمی نسبت به ایالات متحده و چین. | تأخیر در اجرای مقررات و نبود مشوق‌های فوری. | نبود رویکرد هماهنگ و تأمین مالی ناکافی. | اهداف بلندپروازانه کربن‌زدایی با پوشش کامل مقرراتی. |
| چین | **قوی**: چارچوب مقرراتی جامع و برنامه‌ریزی استراتژیک چین آن را به‌عنوان یک رهبر جهانی در صنعت انواع خودروهای برقی قرار داده است. | **بسیار بالا**: با حمایت قوی دولتی و اقدامات حمایت‌گرایانه برای تقویت قهرمانان محلی. | اتکای بیش‌از حد احتمالی به قهرمانان داخلی و ریسک‌های ژئوپلیتیکی. | وابستگی زیاد به دخالت دولت و حمایتگرایی. | موقعیت مسلط در زنجیره ارزش خودروهای برقی با برنامه‌ریزی استراتژیک و حمایت مالی گسترده. |

**مأخذ:** همان.

1. The Infrastructure Investment and Jobs Act (IIJA), also known as the Bipartisan Infrastructure Law (BIL)
2. Inflation Reduction Act

از سوی دیگر جدول ۵ به مقایسه تطبیقی سطح خودکفایی فناوری برقی‌سازی در سه مؤلفه کلیدی زنجیره تأمین باتری شامل فناوری، سلول و بسته‌های باتری اختصاص دارد. داده‌های جدول نشان می‌دهد که چین با بالاترین سطح خودکفایی در هر سه مؤلفه، به‌واسطه برنامه‌ریزی استراتژیک و حمایت گسترده دولت، بر زنجیره ارزش جهانی خودروهای برقی تسلط یافته است. در مقابل، اتحادیه اروپا پایین‌ترین میزان خودکفایی را دارد و علی‌رغم تلاش‌هایی نظیر ایجاد اتحاد باتری اروپا، همچنان به واردات از آسیا، به‌ویژه چین، وابسته است. ایالات متحده نیز در موقعیتی میانه قرار دارد و با استفاده از مشوق‌های قانونی و سرمایه‌گذاری در تولید داخلی، به‌تدریج در مسیر کاهش وابستگی خارجی حرکت می‌کند. در مجموع، جدول تأکید می‌کند که کنترل زنجیره تأمین باتری، عامل راهبردی تعیین‌کننده در موفقیت گذار به حمل‌ونقل برقی است و تداوم وابستگی وارداتی، می‌تواند تحقق اهداف برقی‌سازی را با چالش‌های جدی مواجه سازد.

**جدول ۵. مقایسه نسبی خودکفایی فناوری برقی‌سازی سه جغرافیای تأثیرگذار (نسبت به یکدیگر)**

| جغرافیا | خودکفایی / واردات بسته‌های باتری | خودکفایی / واردات سلول‌های باتری | خودکفایی / واردات فناوری باتری |
|---|---|---|---|
| ایالات متحده آمریکا | **خودکفایی متوسط**: ایالات متحده در حال ساخت تأسیسات تولید محلی است، اما برخی از اجزا هنوز وارد می‌شوند. تمرکز بر افزایش تولید داخلی از طریق مشوق‌هاست. | **خودکفایی متوسط**: ایالات متحده ظرفیت تولید داخلی را افزایش داده است، اما همچنان به واردات، به‌ویژه از تولیدکنندگان کره‌ای، متکی است. قانون کاهش تورم تولید محلی را تشویق می‌کند و هدف آن کاهش وابستگی به واردات است. | **خودکفایی متوسط**: ایالات متحده با سرمایه‌گذاری‌های قابل‌توجه به‌سمت خودکفایی حرکت می‌کند و بر تولید محلی و کاهش وابستگی به زنجیره‌های تأمین خارجی تمرکز دارد. |
| اتحادیه اروپا | **خودکفایی متوسط**: اتحادیه اروپا در حال توسعه قابلیت‌های تولید محلی است، اما همچنان بخش‌های قابل‌توجهی از بسته‌های باتری خود را وارد می‌کند. | **خودکفایی پایین**: ظرفیت تولید اتحادیه اروپا در حال رشد است، اما همچنان برای برآورده کردن تقاضای ناکافی و به واردات از آسیا، به‌ویژه برای اجزای حیاتی، متکی است. | **خودکفایی پایین**: اتحادیه اروپا به‌شدت به واردات فناوری باتری وابسته است، اگرچه ابتکاراتی مانند اتحاد باتری اروپا هدف افزایش قابلیت‌های محلی را دارند. |
| چین | **خودکفایی بالا**: چین دارای زیرساخت تولید داخلی خوبی برای بسته‌های باتری است که توسط سیاست‌های دولتی پشتیبانی می‌شود. | **خودکفایی بالا**: چین بر تولید سلول‌های باتری جهانی تسلط دارد و با ظرفیت گسترده تولید محلی، کمترین وابستگی را به واردات دارد. | **خودکفایی بالا**: چین در فناوری باتری پیشرو است و با قابلیت‌های قوی تولید داخلی و حمایت قابل‌توجه دولت، عمدتاً خودکفاست. |

**مأخذ:** همان.

جدول ۶ به تحلیل تطبیقی وضعیت قانونگذاری کشورهای منتخب در حوزه حمل‌ونقل برقی تا سال ۲۰۲۴ می‌پردازد. این جدول با ارزیابی چهار مرحله اصلی فرایند قانونگذاری، تصویری از پیشرفت نسبی کشورها در مسیر گذار به حمل‌ونقل برقی ارائه می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که کشورهای گروه نخست، مانند چین، ایالات متحده، کانادا و اتحادیه اروپا، در تمام مراحل قانونگذاری پیشرفت چشمگیری داشته‌اند و علاوه بر تعیین اهداف مشخص، قوانین الزام‌آور لازم را نیز تصویب کرده‌اند. در مقابل، کشورهای گروه‌های پایین‌تر همچون هند، اندونزی، ارمنستان و استرالیا عمدتاً در مرحله اولیه یا تعیین هدف متوقف مانده‌اند و چارچوب قانونی جامعی ندارند. در مجموع، جدول تأکید می‌کند که تحقق گذار موفق به حمل‌ونقل برقی مستلزم تبدیل جاه‌طلبی‌ها به اهداف کمی و پشتیبانی آنها با قوانین مصوب و الزام‌آور است؛ در غیر این صورت، روند برقی‌سازی با کندی و ناپایداری روبه‌رو خواهد شد.

جدول ۶. گروه‌بندی کشورهای انتخابی و خلاصه پیشرفت قانونگذاری در چهار حوزه نسبت به (تا سال ۲۰۲۴)

| گروه‌بندی | (جاه‌طلبی روشن و تعریف‌شده):[4] | (پیشنهاد قانونی مدون):[3] | (اهداف کمی معین):[2] | (قانون مصوب):[1] | کشورهای انتخابی | خلاصه وضعیت فعلی (تا سال ۲۰۲۴) | توضیحات / مثال |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | | | | | چین، ایالات متحده، بریتانیا، کانادا، اتحادیه اروپا | سیاست‌های فراگیر با جاه‌طلبی‌ها، اهداف خاص، پیشنهادها و قوانین برای خودروهای برقی. | هدف چین فروش و زیرساخت قابل‌توجه برای انواع خودروهای برقی است، ایالات متحده فروش ۱۰۰ درصد ZEV را تا سال ۲۰۳۵ هدف قرار داده است، انگلستان زیرساخت گسترده‌ای برای خودروهای برقی برنامه‌ریزی می‌کند، کانادا اهداف بلندپروازانه‌ای برای فروش ZEV دارد و اتحادیه اروپا بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و پذیرش گسترده خودروهای برقی تمرکز می‌کند. |
| ۲ | | | | | آلمان، فرانسه | جاه‌طلبی‌ها و اهداف مشخصی دارند و قوانینی وضع کرده و از مرحله تبیین پیشنهادهای قانونی عبور کرده‌اند. | آلمان برای پانزده میلیون خودروی برقی تا سال ۲۰۳۰ با مشوق‌های مالیاتی برنامه‌ریزی کرده است و فرانسه نیز با استانداردهای آلایندگی و یارانه‌ها، سهام قابل‌توجه خودروهای برقی و هیدروژنی را در نظر دارد. |
| ۳ | | | | | ایتالیا، اسپانیا | جاه‌طلبی، پیشنهاد رسمی و قانون دارند، اما اهداف مشخص به‌طور نسبی از کشورهای پیشرو اتحادیه اروپا کم‌رنگ‌تر است. | ایتالیا قصد دارد تا سال ۲۰۳۵ از وسایل نقلیه برقی استفاده گسترده کند و اسپانیا برای مناطق کم‌آلاینده و ذخیره قابل‌توجه خودروهای برقی تا سال ۲۰۳۰ برنامه‌ریزی کرده است. |
| ۴ | | | | | لهستان | اهداف، پیشنهادهای رسمی و قوانین خاص تعریف شده است، اما جاه‌طلبی‌های کمتری در برقی‌سازی نسبت به بعضی از کشورهای پیشرو اتحادیه اروپا دارد. | لهستان پذیرش گسترده و زیرساخت‌های برقی را تا سال ۲۰۳۰ هدف قرار داده است. |
| ۵ | | | | | مکزیک، برزیل، آفریقای جنوبی | جاه‌طلبی‌ها، اهداف و پیشنهادهای خاص دارند، اما قانونگذاری رسمی ندارند. | مکزیک برای استقرار گسترده وسایل نقلیه برقی تا سال ۲۰۵۰ برنامه‌ریزی می‌کند، برزیل در نظر دارد سیاست ملی جابه‌جایی را توسعه دهد و آفریقای جنوبی بر انتقال به فناوری‌های وسایل نقلیه تمیزتر تمرکز دارد. |
| ۶ | | | | | هند، اندونزی | جاه‌طلبی‌ها و اهداف خاص را شامل می‌شود، اما هنوز فاقد پیشنهادها و قوانین همه‌جانبه است. | هند فروش ۳۰ درصدی خودروهای برقی را تا سال ۲۰۳۰ هدف‌گذاری کرده است و اندونزی قصد دارد تا سال ۲۰۳۰ از خودروهای برقی در مقیاس بزرگ استفاده کند. |
| ۷ | | | | | فیلیپین، تایلند | تعداد قابل ملاحظه‌ای پیشنهادهای قانونی و مقررات تصویب شده دارند، اما اهداف و جاه‌طلبی‌های مشخص ندارند. | فیلیپین بر توسعه صنعت خودروهای برقی با مشوق‌های مالیاتی تمرکز دارد و تایلند برای تولید و زیرساخت قابل‌توجه خودروهای برقی تا سال ۲۰۳۰ برنامه‌ریزی می‌کند |

1. Legislation
2. Specified Targets
3. Proposals
4. Ambition

| گروه‌بندی | (جاه‌طلبی روشن و تعریف‌شده): | (پیشنهاد قانونی مدون): | (اهداف کمی معین): | (قانون مصوب): | کشورهای انتخابی | خلاصه وضعیت فعلی (تا سال ۲۰۲۴) | توضیحات / مثال |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۸ | | | | | ارمنستان، استرالیا | بر جاه‌طلبی‌ها بدون اهداف و قوانین خاص تمرکز کرده‌اند. | ارمنستان فروش جهانی ZEV را تا سال ۲۰۴۰ هدف‌گذاری کرده و استرالیا فروش قابل‌توجه ZEV را تا سال ۲۰۳۰ هدف قرار داده است. |

**منابع بیشتر مربوط به اطلاعات این جدول:**

-https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/general-information/news/inconsistencies-unveiled-consumer-information-about-electric-vehicles-and
-https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/general-information/news/european-parliament-study-challenges-and-future-scenarios-eu-electric/
-https://investmentpolicy.unctad.org/investment-policy-monitor/measures/4676/india-introduces-incentives-for-electronic-vehicles-ev-infrastructure-development-to-boost-fdi/
-https://www.outlookbusiness.com/economy-and-policy/incentives-to-local-and-foreign-ev-firms-to-remain-similar-report/
-https://www.outlookbusiness.com/news/ev-policy-to-attract-global-players-help-india-become-manufacturing-hub-experts/
-https://www.india-briefing.com/news/indias-new-ev-policy-to-attract-investments-boost-imports-31667.html/
-https://www.india-briefing.com/news/indias-prospects-as-an-ev-hub-consumer-market-and-production-capacity-30157.html/
-https://open.unep.org/docs/gef/CEO/10280_CEO%20Request.pdf/
-https://www.infrastructure.gov.au/infrastructure-transport-vehicles/vehicles/new-vehicle-efficiency-standard/progress-so-far-and-next-steps/

**توضیحات:**

- **(قانون مصوب):** تعهدات الزام‌آور قانونی مانند مقررات و استانداردها.
- **(اهداف کمی معین):** اهداف اعلام شده دولت، به‌عنوان مثال آنهایی که در قوانین، تعهدات بودجه‌ای، برنامه‌های ملی آب‌وهوا، یا استراتژی‌های خودروهای برقی گنجانده شده‌اند.
- **(پیشنهاد قانونی مدون):** سیاست‌ها یا اقداماتی که به‌طور رسمی پیشنهاد شده‌اند و ممکن است بخشی از یک سیاست یا هدف آینده را تشکیل دهند.
- **(جاه‌طلبی روشن و تعریف شده):** اهداف یا مقاصد دولتی (که به‌عنوان اهداف غیررسمی نیز شناخته می‌شوند) که در یک سند خط‌مشی مانند نقشه راه یا استراتژی استقرار، اغلب بدون اهداف مشخص تعیین شده است.

شدت رنگ‌ها نشان از پیشرفت نسبی در یکی از حوزه‌های چهارگانه است. مثلاً گروه یک (اتحادیه اروپا) به‌نسبت در تمام چهار حوزه پیشرفت برابر و قابل‌توجهی داشته، ولیکن در گروه هشتم (ارمنستان و استرالیا) تمرکز بر تعاریف جاه‌طلبی بوده و در سه زمینه دیگر به‌طور نسبی پیشرفت کمتری داشته است.

| | |
|---|---|
| شدت رنگ بالا | به‌طور نسبی پیشرفت بسیار خوبی داشته است. |
| شدت رنگ متوسط | به‌طور نسبی در حال تکامل و یا به‌روزرسانی است. |
| شدت رنگ کم | به‌طور نسبی در مراحل تکامل اولیه‌اند. |

در ادامه، جدول ۷ نیز به ارائه تحلیلی تطبیقی از عوامل مؤثر بر «چرایی گذار به خودروهای برقی» در کشورهای منتخب می‌پردازد و میزان اهمیت یا وابستگی هر کشور را در پنج محور اصلی (محیط‌زیست، انرژی، اقتصاد، موقعیت جغرافیایی-راهبردی و وابستگی به چین) مقایسه می‌کند. یافته‌های جدول نشان می‌دهد که اهداف زیست‌محیطی، به‌ویژه کاهش انتشار کربن و آلودگی هوا، در اغلب کشورها از اولویت بالایی برخوردار است. با این حال، در محورهای انرژی و اقتصاد، واگرایی‌های قابل‌توجهی دیده می‌شود؛ کشورهای واردکننده نفت بر کاهش وابستگی انرژی تمرکز دارند، در حالی که کشورهای صادرکننده بر تنوع‌بخشی به اقتصاد پسانفت تأکید می‌کنند. از منظر راهبردی، چین با هدف رهبری فناوری و تقویت تولید ملی، بالاترین سطح اهمیت را در زنجیره تأمین دارد، درحالی‌که ایالات متحده و اتحادیه اروپا رویکردی رقابتی و کشورهایی مانند ترکیه، شیلی و مکزیک رویکردی همکاری‌محور اتخاذ کرده‌اند. در مجموع، جدول نشان می‌دهد که انگیزه‌های برقی‌سازی حمل‌ونقل تنها به ملاحظات زیست‌محیطی محدود نیست، بلکه از تعامل پیچیده‌ای میان عوامل ژئوپلیتیکی، اقتصادی و وابستگی به زنجیره جهانی تأمین، به‌ویژه چین، شکل می‌گیرد.

جدول ۷.عوامل مؤثر (و میزان اهمیت /وابستگی) در چرایی خودروهای برقی در کشورهای انتخابی

| | محیط‌زیست | | انرژی | | اقتصاد | | موقعیت خاص | | چین | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| کشور | اهداف اقلیمی | آلودگی هوای محلی | واردات نفت | اقتصاد پسانفت | فرصت‌های جدید اقتصادی | اولویت تولید ملی | جاه‌طلبی در رهبری فناوری | معادن خاص | وابستگی به زنجیره تأمین چین | وابستگی اقتصادی به خط‌مشی چین | موضع‌گیری به خودروسازی چین |
| چین | بالا | بالا | بالا | پایین | بالا | بالا | بالا | بالا | - | - | - |
| آمریکا | بالا | بالا | پایین | غیرمرتبط | بالا | بالا | بالا | متوسط | بالا | متوسط | رقابتی |
| اتحادیه اروپا | بالا | بالا | بالا | پایین | بالا | بالا | بالا | پایین | بالا | متوسط | رقابتی |
| مکزیک | متوسط | متوسط | متوسط | پایین | بالا | بالا | پایین | پایین | بالا | بالا | همکار تجاری |
| شیلی | بالا | متوسط | متوسط | غیرمرتبط | بالا | پایین | پایین | بالا | بالا | بالا | همکار تجاری |
| کشورهای آسه‌آن | متوسط | بالا | بالا | پایین | متوسط | متوسط | پایین | پایین | بالا | بالا | همکارتجاری |
| هند | متوسط | بالا | بالا | غیرمرتبط | بالا | بالا | متوسط | پایین | بالا | متوسط | همکار تجاری |
| امارات متحده عربی | متوسط | بالا | غیرمرتبط | بالا | پایین | پایین | پایین | غیرمرتبط | بالا | متوسط | مردد |
| عربستان سعودی | متوسط | پایین | غیرمرتبط | بالا | متوسط | پایین | پایین | غیرمرتبط | بالا | متوسط | همکار تجاری |
| ترکیه | متوسط | متوسط | بالا | غیرمرتبط | بالا | بالا | پایین | غیرمرتبط | بالا | بالا | همکار تجاری |
| ایران | پایین | بالا | غیرمرتبط | پایین | متوسط | بالا | پایین | پایین | بالا | بالا | همکار تجاری |

| | |
|---|---|
| | به‌طور نسبی اهمیت و وابستگی موضوعی بالایی دارد. |
| | به‌طور نسبی اهمیت و وابستگی موضوعی متوسطی دارد. |
| | به‌طور نسبی اهمیت و وابستگی موضوعی پایینی دارد. |
| | به کشور غیرمرتبط شناخته شده است. |
| - | رابطه‌ای ندارد. |

**مأخذ:** همان.

**توضیحات:**

- **اهداف اقلیمی:** تعهد کشورها به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و تحقق اهداف توافق‌نامه‌های بین‌المللی برای مقابله با تغییرات آب‌وهوایی.
- **آلودگی هوای محلی:** تلاش برای ارتقای کیفیت هوای محلی، از طریق کاهش آلاینده‌ها از جمله وسایل نقلیه.
- **وابستگی به واردات نفت:** کاهش اتکا به واردات نفت به‌منظور تضمین امنیت انرژی و کاهش آسیب‌پذیری اقتصادی در برابر نوسانات بازار جهانی.
- **اقتصاد پسا نفت:** برنامه‌ریزی بلندمدت و سرمایه‌گذاری کشورهای صادرکننده نفت در صنایع جایگزین برای تنوع‌بخشی به اقتصاد.
- **فرصت‌های جدید اقتصادی:** فرصت‌های بهره‌برداری و مقیاس‌پذیری صنعتی از طریق توسعه بازارهای داخلی و صادراتی.
- **اولویت تولید ملی:** اولویت اقتصاد تولیدمحور در صنعت خودروسازی با هدف افزایش اشتغال و رشد اقتصادی در سطح ملی.
- **وابستگی به زنجیره تأمین چین:** اتکا به چین در تأمین زنجیره ارزش خودروهای برقی، شامل تولید باتری‌ها و فراوری مواد معدنی کمیاب و نرم‌افزار و سخت‌افزار.

- **وابستگی به خط‌مشی چین:** اجتناب‌ناپذیر از پیروی از خط‌مشی صنعتی چین، ناشی از وابستگی متقابل اقتصادی یا ملاحظات استراتژیک و به‌هم‌تنیدگی صنعتی.
- **معادن خاص:** دسترسی به منابع کلیدی نظیر لیتیوم و کبالت که برای تولید باتری‌های خودروهای برقی.
- **جاه‌طلبی رهبریت فناوری:** اهمیت دستیابی یا جاه‌طلبی برای پیشتازی در نوآوری‌های فناورانه در سطح بین‌الملل، ازجمله فناوری‌های مرتبط با تولید خودروهای برقی.

به‌علت نداشتن دسترسی به داده‌های کافی موجود، درجه وابستگی (بالا و متوسط پایین) به‌صورت نسبی تخمین زده شده است و مبنای محاسبات عددی ندارد.

در جدول ۸، به تحلیل تطبیقی عدم قطعیت‌ها و ریسک‌های کلیدی در مسیر گذار به حمل‌ونقل برقی پرداخته شده و این مسائل در سطح جهانی و سه جغرافیای تأثیرگذار بررسی شده است. داده‌های جدول نشان می‌دهند که در سطح جهانی، مهم‌ترین چالش‌ها شامل تنش‌های ژئوپلیتیکی که بر چارچوب‌های تجاری و نظارتی تأثیر می‌گذارد، مشکلات مقرون‌به‌صرفه نبودن خودروهای برقی بدون حمایت‌های دولتی، مشکلات تجاری‌سازی فناوری‌های نوین و چالش‌های موجود در زنجیره تأمین (ازجمله کمبود تراشه) هستند. در ایالات متحده، ریسک‌ها بیشتر به ناپایداری‌های سیاسی و تغییرات احتمالی در سیاست‌ها پس از تغییر دولت مربوط می‌شوند که می‌تواند بر مشوق‌ها و تعرفه‌های تجاری اثر بگذارد. در اروپا، چالش‌ها بیشتر به ناهماهنگی‌های بازار در کشورهای عضو، کاهش سهم صادرات خودروسازان غربی به چین و نیاز به سرمایه‌گذاری‌های سنگین در فناوری‌های جدید برمی‌گردد. چین نیز با خطر اشباع بازار داخلی و محدودیت‌های تجاری از سوی بازارهای اصلی صادراتی مانند ایالات متحده و اتحادیه اروپا مواجه است. به‌طور کلی، این جدول نشان می‌دهد که ریسک‌های مرتبط با گذار به حمل‌ونقل برقی در آمریکا سیاسی، در اروپا ساختاری- تنظیمی و در چین اقتصادی- ظرفیتی است. این مسائل نشان‌دهنده مرحله پرریسکی برای صنعت خودروسازی جهانی‌اند که نیازمند تطبیق با تغییرات عمده در سیاست‌ها و چارچوب‌های قانونی است.

**جدول ۸. خلاصه‌ای از عدم قطعیت‌های مرتبط با سه جغرافیای تأثیرگذار**

| جغرافیا | خلاصه‌ای از عدم قطعیت‌های مرتبط |
|---|---|
| جهانی | - تنش‌های ژئوپلیتیکی و عوامل اقتصادی که بر دینامیک‌های تجاری و چارچوب‌های نظارتی تأثیرگذارند.<br>- مقرون‌به‌صرفه نبودن وسایل نقلیه برقی در بسیاری از جغرافیا بدون مشوق دولتی.<br>- سرعت تجاری‌سازی فناوری‌های نوظهور (مخصوصاً نرم‌افزارها و موضوعات امنیت ملی و سایبری).<br>- **چالش‌های زنجیره تأمین:** مشکلات مستمر در زنجیره تأمین، ازجمله کمبود تراشه.<br>- **افزایش هزینه‌های انرژی:** که پیش‌بینی می‌شود تولید و لجستیک را تحت‌تأثیر قرار دهند.<br>- **کمبود نیروی کار متخصص:** صنعت جهانی با چالش‌های قابل‌توجهی ناشی از کمبود نیروی کار ماهر مواجه است که بر هزینه‌ها و کارایی تولید اثرگذار است. |
| آمریکا | - **تنظیم‌گری مالیاتی:** پیشنهاد کاهش نرخ مالیات شرکت‌ها از ۲۱ به ۱۵ درصد ممکن است فعالیت اقتصادی را تحریک کند، اما می‌تواند منجر به افزایش هزینه‌های استقراض شود که بر مقرون‌به‌صرفه بودن وسایل نقلیه اثرگذار است.<br>- **رابطه با مکزیک و کانادا:** ایالات متحده سالیانه بیش از ۹۲ میلیارد دلار کالاهای خودرویی از کانادا و مکزیک وارد می‌کند. تعرفه شدیدتر ۲۵ درصد بر واردات از کانادا و مکزیک می‌تواند تقریباً یک‌چهارم از خودروهای فروخته شده در بازار آمریکا را تحت‌تأثیر قرار دهد.<br>- **افت توان خرید مصرف‌کننده آمریکایی:** وابستگی شدید به گزینه‌های تأمین مالی لیزینگ (۸۶ درصد از مصرف‌کنندگان) برای خرید وسایل نقلیه.<br>- **تعرفه‌های پیشنهادی (بر واردات از ژاپن، کره و اروپا):** چنین تعرفه‌هایی می‌توانند بخش قابل‌توجهی از فروش خودرو را در بازار بزرگ آمریکا تحت تأثیر قرار دهند.<br>- **رشد کندتر بازار تمام‌برقی‌ها برای سال ۲۰۳۰:** کاهش پیش‌بینی از فروش ۶.۵ میلیون به ۵ میلیون واحد، به‌طوری‌که پیش‌بینی می‌شود تمام‌برقی‌ها فقط ۳۰ درصد بازار را تشکیل دهند.<br>- **عدم قطعیت در تنظیم‌گری:** تغییرات در مقررات فدرال و ایالتی، بعد از روی کار آمدن ترامپ در سال ۲۰۲۵ و تغییر در تنظیم گری استانداردهای انتشار، محیط کسب‌وکار ریسک‌های جدید ایجاد کرده است.<br>- **عوامل اقتصادی:** نوسانات نرخ بهره و عدم قطعیت اقتصادی که با انتخابات ریاست‌جمهوری تشدید شده‌اند، می‌توانند بر رفتار مصرف‌کننده و پویایی بازار تأثیر بگذارد. |

| جغرافیا | خلاصه‌ای از عدم قطعیت‌های مرتبط |
|---|---|
| اروپا | - **پیش‌بینی رشد ملایم‌تر:** پیش‌بینی می‌شود بازار خودروی اروپا رشد ۱ درصد سالیانه در سال ۲۰۲۵ را تجربه خواهد کرد.<br>- **رشد نامتقارن بازار:** عمده بازار محدود به پنج کشور (آلمان، فرانسه، بریتانیا، ایتالیا، اسپانیا) که ۶۵ درصد حجم وسایل نقلیه منطقه را تشکیل می‌دهند.<br>- **کاهش سهم بازار صادراتی:** کاهش سهم خودروسازان غربی از بازار چین (در حال حاضر کمتر از ۳۸ درصد، در مقایسه با بیش‌از ۶۰ درصد قبل از همه‌گیری کووید ۱۹).<br>- **پیچیدگی‌هایی بازار:** ناشی از سیاست‌های تجاری متغیر اتحادیه، تغییرات نظارتی و ترجیحات مصرف‌کننده.<br>- **تنش‌های ژئوپلیتیکی:** مسائل ژئوپلیتیکی مداوم، مانند جنگ روسیه و اوکراین، همچنان زنجیره تأمین را مختل می‌کنند و هزینه‌های تولید را افزایش می‌دهند.<br>- **فشارهای پایداری:** فشار برای پایداری نیازمند سرمایه‌گذاری قابل‌توجه در فناوری‌های جدید و شیوه‌های اقتصاد چرخه‌ای است که سودآوری را به چالش می‌کشد. |
| چین | - **احتمال اشباع بازار داخلی:** نگرانی‌هایی درباره ظرفیت مازاد ناشی از تولید بیش‌از تقاضای داخلی که باعث رقابت شدید قیمتی می‌شود و خطراتی برای نوآوری و زنجیره تأمین ایجاد می‌کند.<br>- **محدودیت‌های تجاری:** سیاست‌های حمایت‌گرایانه که صادرات به بازارهای اصلی مانند ایالات متحده و اتحادیه اروپا را تحت‌تأثیر قرار داده‌اند.<br>- **نوسانات تقاضای بازار جهانی:** عدم قطعیت در تقاضای انواع پیش‌رانه‌های خودروهای برقی بر برنامه‌ریزی برای عرضه محصولات جدید تأثیر می‌گذارد و استراتژی‌های سرمایه‌گذاری تولیدکنندگان و تأمین‌کنندگان برای صادرات محصولاتشان را پرریسک می‌کند. |
| منابع بیشتر مربوط به اطلاعات این جدول:<br>-https://www.acea.auto/publication/the-automobile-industry-pocket-guide-2024-2025/<br>-https://www.grantthornton.co.uk/insights/automotive-industry-trends-and-predictions-for-2024/<br>-https://www.spglobal.com/mobility/en/research-analysis/automotive-industry-forecast-2025-tariffs-evs.html/<br>-https://www.gminsights.com/blogs/top-challenges-in-the-automotive-industry-pre-COVID/ | |

**مأخذ:** همان.

در ادامه، جدول ۹ به تحلیل ریسک‌های مرتبط با دوره گذار از حمل‌ونقل مبتنی بر سوخت فسیلی به سیستم‌های برقی می‌پردازد و پتانسیل تضعیف دلایل این تغییر را در طول انتقال بررسی می‌کند. این جدول به هشت ریسک کلیدی اشاره دارد، از جمله تناقضات مقرراتی، عدم توجیه اقتصادی، چالش‌های فناوری و شکاف‌های زیرساختی و برای هر کدام راهبردهای عملیاتی برای کاهش این ریسک‌ها پیشنهاد داده است. نکات کلیدی جدول نشان می‌دهند که موفقیت در این گذار به سیاستگذاری دقیق و هماهنگ وابسته است، زیرا ریسک‌ها ماهیتی ساختاری و متقابل دارند. برای مثال، اگر مشوق‌های دولتی زودتر از موعد کاهش یابند، ممکن است پذیرش عمومی خودروهای برقی با مشکل مواجه شود، یا شکاف‌های زیرساختی می‌توانند مانعی بزرگ برای پذیرش گسترده در مناطق با شبکه‌های ضعیف‌تر باشند. در نتیجه، این جدول تأکید می‌کند که گذار به حمل‌ونقل برقی مرحله‌ای پرریسک و حساس است که نیاز به چارچوب‌های نظارتی انعطاف‌پذیر، مشوق‌های پایدار بلندمدت و سرمایه‌گذاری اولویت‌دار در زیرساخت‌ها دارد تا از تضعیف دلایل بنیادین این تحول جلوگیری شود.

**جدول ۹. ریسک دوره گذار از حمل‌ونقل سوخت فسیلی به برقی با پتانسیل تضعیف کردن چرایی در این دوره**

| ریسک دوره گذار | توضیحات مختصر |
|---|---|
| تناقضات مقرراتی | اختلاف بین مقررات انتشار خودروهای و مشوق‌های خودروهای برقی در دوران گذار- اگر شفاف نباشند- ممکن است سردرگمی ایجاد کند و مانع پیشرفت تغییر شود. |
| عدم توجیه اقتصادی | توجیه اقتصادی خودروهای برقی به‌شدت به یارانه‌ها و مشوق‌ها بستگی دارد. اگر زودتر از موعد کاهش یابد، می‌تواند پذیرش خودروهای برقی را متوقف کند. |

| ریسک دوره گذار | توضیحات مختصر |
|---|---|
| چالش‌های فناوری | توسعه سریع فناوری خودروهای برقی می‌تواند از چارچوب‌های نظارتی پیشی بگیرد و منجر به شکاف در استانداردها شود و بر اعتماد مصرف‌کننده تأثیر بگذارد. |
| شکاف‌های زیرساختی | زیرساخت‌های شارژ ناکافی می‌تواند مانع پذیرش خودروهای برقی شود، به‌ویژه در مناطقی که سیستم‌های شبکه توسعه‌یافته کمتری دارند. |
| زنجیره تأمین آسیب‌پذیر | اتکا به مواد خام حیاتی برای باتری‌ها خطرات زیست‌محیطی و ژئوپلیتیکی را به‌همراه دارد که منجر به گلوگاه‌های تولید و افزایش هزینه‌ها می‌شود. |
| عدم پذیرش عمومی | ناهماهنگی بین اهداف سیاست و ادراک عمومی می‌تواند منجر به مقاومت شود و بر نرخ پذیرش خودروهای برقی تأثیر بگذارد. |
| چارچوب‌های سیاستگذاری پراکنده | راهبردهایی کارا توأمان برای کاهش انتشارات خودروهای فسیلی به‌موازات ترویج پذیرش خودروهای برقی با اهداف روشن و سازگاری نظارتی ایجاد باید کرد تا سردرگمی احتمالی تنظیم‌گری به وجود نیاید. |
| نبود همکاری بین نهادها | تشویق همکاری بین دولت، بخش خصوصی و مقامات محلی برای همسو کردن توسعه زیرساخت‌ها با اهداف نظارتی. |
| مقررات نابالغ | باید چارچوب‌های نظارتی انعطاف‌پذیری ایجاد شود تا با پیشرفت‌های تکنولوژیکی و تغییرات بازار سازگار باشد. |
| مشوق‌های ناکافی برای تغییر | باید انگیزه‌های پایدار بلندمدت طراحی شود و به‌تدریج از یارانه‌های مستقیم به مکانیسم‌های مبتنی‌بر بازار تغییر مسیر دهد. |
| ناآگاهی مصرف‌کننده از تنوع محصولات | افزایش آگاهی و آموزش عمومی درمورد مزایای خودروهای برقی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای برای تغییر درک مصرف‌کنندگان. |
| سرمایه‌گذاری زیرساخت | اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری در زیرساخت شارژ، به‌ویژه در مناطق کم‌درآمد و تعادل با جغرافیاهای پرسرعت در پذیرش خودرو. |
| نبود شفافیت در زنجیره تأمین | توسعه استراتژی‌هایی برای ایمن‌سازی زنجیره تأمین پایدار و شفافیت در دسترسی برای مواد کمیاب. |

**منابع بیشتر مربوط به اطلاعات این جدول:**

-https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.2200-03.pdf/
-https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/outlook-for-emissions-reductions/
-https://www.carbonbrief.org/factcheck-21-misleading-myths-about-electric-vehicles/
-https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038012122003123/
-https://www.eca.europa.eu/en/publications/
-https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Artikel/Industry/regulatory-environment-and-incentives-for-using-electric-vehicles.html/

**مأخذ:** همان.

چارچوبی که در جدول ۱۰ ارائه شده، به‌منظور مدیریت ریسک‌های دوره گذار از حمل‌ونقل مبتنی بر سوخت فسیلی به سیستم‌های حمل‌ونقل برقی طراحی شده است. این چارچوب پنج راهبرد کلیدی برای موفقیت‌آمیز بودن گذار به حمل‌ونقل برقی را معرفی می‌کند که در آن تأکید زیادی بر رویکرد سیستمی و متمرکز در مدیریت ریسک‌ها وجود دارد.

جدول ۱۰. راهبرد پیشنهادی برای مدیریت ریسک دوره گذار از حمل‌ونقل سوخت فسیلی به برقی

| استراتژی | توضیحات |
|---|---|
| هماهنگ‌سازی سیاست‌ها | برای کاهش پیچیدگی مقررات و همسو کردن مشوق‌ها و استانداردها برای زیرساخت‌ها، باید سیاست‌های منسجمی را در سراسر حوزه‌ها و نهادهای وابسته تدوین کرد. |
| تنوع وسایل نقلیه | خلق درکی بنیادین از گستره چرایی انواع وسایل نقلیه (دوچرخه‌سواری باری و اتوبوس و حمل‌ونقل عمومی) در برقی‌سازی در یک جغرافیا بسیار مهم است. |
| قانونگذاری متمرکز | ایجاد شبکه حاکمه مستقلی برای هماهنگی ذی‌نفعان، اطمینان از همسویی در تلاش‌ها و اجتناب از فضای رقابتی تنظیم‌گری و قانونگذاری برای توسعه زیرساخت. |
| داده‌محوری | برای تقویت اعتماد مصرف‌کننده و تضمین شفافیت، وضوح و سازگاری درمورد خودروهای برقی و زیرساخت شارژ، باید داده‌کاوی آگاهانه انجام شود. |
| تنوع زیرساخت و یکپارچگی فناوری | سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و فناوری‌های تکمیلی مانند تعویض باتری برای پشتیبانی از شارژ خودروهای برقی با تنوع تکنولوژی شارژ و سازگاری با محیط باید با دقت برنامه‌ریزی شود. |

**منابع بیشتر مربوط به اطلاعات این جدول:**

-https://www.geotab.com/blog/government-regulations-and-fleet-electrification/
-https://www.acea.auto/fact/electric-cars-tax-benefits-and-incentives-2024/
-https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/SpecialPublications/NIST.SP.2200-03.pdf/
-https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/general-information/news/data-driven-technology-powers-oslos-sustainable-electric-bus-fleet/
-https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/general-information/news/analysing-eu-bev-market-october-2024-germanys-divergence-and-its-impact/
-https://www.bcg.com/publications/2021/electric-vehicle-charging-station-infrastructure-plan-for-governments/
-https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/outlook-for-emissions-reductions/
-https://www.mdpi.com/2076-3417/13/10/6016/

**مأخذ:** همان.

از جمله این راهبردها می‌توان به هماهنگ‌سازی سیاست‌ها در نهادهای مختلف برای جلوگیری از پیچیدگی و تناقضات در مقررات و مشوق‌ها، ایجاد یک سیستم قانونگذاری متمرکز جهت تسهیل همکاری میان ذی‌نفعان و تمرکز بر تنوع انواع وسایل نقلیه، از جمله اتوبوس‌ها و حمل‌ونقل عمومی، اشاره کرد. علاوه بر این، جدول به اهمیت داده‌محوری برای تقویت اعتماد مصرف‌کنندگان و نیاز به تنوع در زیرساخت‌ها برای پشتیبانی از فرایند شارژ خودروهای برقی تأکید می‌کند. در نهایت، این چارچوب نشان می‌دهد که برای موفقیت در گذار به حمل‌ونقل برقی، نیاز به یک استراتژی جامع، هماهنگ و انعطاف‌پذیر است که همگام‌سازی نهادی و نوآوری در زیرساخت‌ها را در اولویت قرار دهد.

## ۵. جمع‌بندی و پیشنهادها

### ۵-۱. جمع‌بندی

تحولات فناورانه و پذیرش فناوری‌های تحول‌آفرین، ازجمله خودروهای برقی، تحت تأثیر ترکیبی از عوامل سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی قرار دارد که هرکدام به‌طور مستقیم بر سرعت و شیوه پذیرش این فناوری‌ها در کشورهای مختلف تأثیر می‌گذارند. این گزارش

به‌ویژه بر اهمیت درک هزینه‌ها و فواید این تحولات از منظر ذی‌نفعان کلیدی، اعم از دولت‌ها، صنایع و مصرف‌کنندگان، تأکید دارد. شواهد موجود نشان می‌دهند که در بسیاری از موارد، ریسک‌های ناشی از عدم اطمینان در پذیرش فناوری‌های جدید و مزایای تجربی نشده، تأثیر بیشتری نسبت به فرصت‌های اقتصادی و اجتماعی ناشی از آن فناوری‌ها دارد و موجب شکل‌گیری نگرش‌های مقاومتی در سطح عمومی و دولتی می‌شود. این امر، به‌ویژه در شرایطی که زیرساخت‌های لازم برای پذیرش چنین فناوری‌هایی در کشورها فراهم نشده، موجب تأخیر در فرایند گذار به مدل‌های جدید می‌شود.

ملاحظات اجتماعی و فرهنگی نیز از مهم‌ترین عوامل در پذیرش فناوری‌های تحول‌آفرین به‌شمار می‌روند. در جوامع پیشرفته، به‌ویژه در کشورهای غربی، هم‌راستایی با ارزش‌های اجتماعی و اخلاقی می‌تواند پذیرش فناوری‌های سبز را تسهیل کند. به این معنا که فقط ارتقای فناوری و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها کافی نیست، بلکه باید توجه ویژه‌ای به فرهنگ‌سازی و آگاهی‌رسانی عمومی نیز معطوف شود تا مردم به طور فعال در پذیرش این فناوری‌ها مشارکت کنند. در این راستا، یکی از ابعاد پاسخ به پرسش «چرا خودروهای برقی؟» به شرایط جغرافیایی، اجتماعی و اقتصادی هر منطقه وابسته است و این بدان معناست که هر کشور باید درک عمیقی از منافع اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی مرتبط با این گذار داشته باشد.

در سطح جهانی، برقی‌سازی حمل‌ونقل تنها یک تحول فناورانه محسوب نمی‌شود، بلکه به‌عنوان یکی از ارکان تغییرات بنیادی در نظم اقتصادی و سیاسی جهانی مطرح است. کشورها با رویکردهای مختلفی به این روند پرداخته‌اند که این رویکردها منعطف به شرایط و اولویت‌های استراتژیک آن کشورهاست. برای مثال، ایالات متحده بر کاهش انتشار کربن و تقویت تولید داخلی تأکید دارد، در حالی که اتحادیه اروپا علاوه بر این اهداف، رهبری فناوری‌های سبز را به‌عنوان اولویت اساسی خود قرار داده است. در مقابل، چین با استراتژی جامع خود، برقی‌سازی حمل‌ونقل را به ابزاری برای تثبیت موقعیت فناورانه و اقتصادی خود در سطح جهانی و همچنین مدیریت زنجیره تأمین این صنعت می‌بیند. این تفاوت در رویکردها به وضوح نشان‌دهنده نقش ژئوپلیتیک و اقتصادی چین در تحولات جهانی این صنعت است.

در این راستا، در جدول ۱۱، اهداف کلیدی کشورهای ایالات متحده، اتحادیه اروپا و چین در زمینه برقی‌سازی حمل‌ونقل و خودروهای برقی به‌تفصیل آورده شده است.

**جدول ۱۱. اهداف کلیدی سه جغرافیای تأثیرگذار**

| کشور / جغرافیا | سه هدف کلیدی | توضیحات تکمیلی |
|---|---|---|
| ایالات متحده آمریکا | اهداف زیست‌محیطی | دستیابی به کاهش قابل‌توجه در انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق استفاده از وسایل نقلیه برقی. |
| | رقابت اقتصادی | تقویت تولید داخلی و کاهش اتکا به زنجیره‌های تأمین خارجی با ایجاد انگیزه برای تولید داخلی قطعات و وسایل نقلیه پیشرفته برقی. |
| | استقلال انرژی | کاهش وابستگی به نفت خارجی و ارتقای امنیت انرژی از طریق استفاده از وسایل نقلیه برقی. |
| اتحادیه اروپا | اهداف زیست‌محیطی | دستیابی به هدف قرارداد سبز اروپا برای وسایل نقلیه صد درصد بدون انتشار (ZEV) تا سال ۲۰۳۵ برای کاهش قابل‌توجه انتشار کربن و مبارزه با تغییرات آب‌وهوا. |
| | رهبری فناوری | با ایجاد چارچوب نظارتی بین‌بخشی و حمایت از نوآوری در بخش خودروهای برقی، اروپا را به‌عنوان پیشرو در فناوری‌های خودروی پایدار قرار دهید. |
| | رقابت‌پذیری بازار | کاهش وابستگی به فناوری‌ها و مواد وارداتی، به‌ویژه از چین، با تقویت قابلیت‌های تولید محلی و تأمین امنیت زنجیره تأمین. |

| کشور / جغرافیا | سه هدف کلیدی | توضیحات تکمیلی |
|---|---|---|
| چین | رهبری فناوری جهانی | تثبیت به‌عنوان رهبریت در بازه‌های جهانی با استفاده از استراتژی‌ها نوین و حمایت مالی گسترده از صنعت و گسترش خودروهای انرژی نو (NEV). |
| | رشد اقتصادی | رشد اقتصادی با توسعه صنعت خودروهای برقی داخلی قوی و صادرات وسایل نقلیه و قطعات برقی در سراسر جهان. |
| | بهبود محیط‌زیست | رسیدگی به آلودگی شدید هوای شهرها و کاهش انتشار کربن از طریق استفاده گسترده از وسایل نقلیه پاک، به‌ویژه در مناطق شهری پرجمعیت. |

**مأخذ:** همان.

ایالات متحده به‌طور مشخص بر کاهش انتشار کربن و تقویت تولید داخلی به‌ویژه در حوزه خودروهای برقی تأکید دارد و این اهداف نه‌تنها در راستای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، به‌منظور تقویت امنیت انرژی کشور است. اتحادیه اروپا نیز به‌عنوان پیشرو در سیاست‌های زیست‌محیطی، اهداف خود را در زمینه کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و استفاده از وسایل نقلیه بدون آلایندگی تا سال ۲۰۳۵ تعیین کرده است. چین با رهبری در زنجیره تأمین جهانی و استفاده از استراتژی‌های نوآورانه در زمینه خودروهای برقی، نه تنها به دنبال رشد اقتصادی است، بلکه سعی دارد تا با تقویت موقعیت فناورانه خود، سلطه‌اش را در بازار جهانی این صنعت گسترش دهد.

پس از بررسی اهداف کلیدی این کشورها و روندهای تحولی در حوزه برقی‌سازی حمل‌ونقل، مشخص می‌شود که این فرآیند نه فقط به‌عنوان یک تحول فناورانه، بلکه به‌طور عمیق با تغییرات ساختاری در اقتصاد جهانی و موازنه ژئوپلیتیکی مرتبط است. در این راستا، کشورهای در حال توسعه نظیر ایران نیز باید برای همگام‌سازی با این تحولات، استراتژی‌های ملی متناسب با شرایط داخلی خود را تدوین کنند. ایران، به‌عنوان یکی از کشورهای در حال توسعه، برای همگامی با روندهای جهانی برقی‌سازی باید چالش‌های اقتصادی و ژئوپلیتیکی خود را در نظر گیرد و سیاستی جامع و همه‌جانبه برای توسعه صنعت خودروهای برقی تدوین نماید.

**جدول ۱۲. پرسش‌های پیشنهادی برای کاوشگری چرایی خودروهای برقی در ایران**

| | پرسش‌های پیشنهادی برای کاوشگری چرایی | اهمیت در کوتاه‌مدت | ملاحظات اثرگذاری در حوزه‌های بین‌بخشی (اقتصادی، اجتماعی، ژئوپلیتیکی یا صنعتی) | ابهامات و عوامل ریسک |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | آیا خودروهای برقی می‌توانند ایران را با روندهای جهانی صنعت همسو کنند؟ | همسویی اهمیت بالایی برای حفظ جایگاه در بازار جهانی خودروهای برقی و جلوگیری از رکود صنعتی. نداشتن تطبیق با این روند، خطر کاهش رقابت‌پذیری را به‌همراه دارد. | **اقتصادی**: حفظ جایگاه ایران به‌عنوان بزرگ‌ترین خودروساز غرب آسیا.<br>**صنعتی:** جلوگیری از عقب ماندن از فناوری و همگام‌سازی با پیشرفت‌های جهانی. | نبود نقشه راه جامع برای توسعه خودروهای برقی؛ نبود هم‌بستگی کافی در زنجیره‌های تأمین جهانی. |
| ۲ | آیا واردات خودروهای برقی می‌تواند به ساخت یک جامعه پایدار در ایران کمک کند؟ | اگرچه واردات می‌تواند پذیرش این خودروها را تسریع کند، محدودیت‌های اقتصادی و ناکارآمدی‌های سیستمی اهمیت این موضوع را کم‌رنگ کرده است. | **اقتصادی**: کمبود ارز مانع واردات گسترده.<br>**اجتماعی**: تغییر محدود بدون بلوغ زیست‌بوم حمایتی.<br>**صنعتی:** ناکارآمدی سیستم دوگانه (احتراقی و برقی) هزینه‌های عملیاتی را افزایش خواهد داد (نه کاهش). | محدودیت‌های ارزی؛ تحریم‌ها؛ ناکارآمدی در مدیریت عملیاتی دو سیستم (برقی و سوخت فسیلی). |

| | پرسش‌های پیشنهادی برای کاوشگری چرایی | اهمیت در کوتاه‌مدت | ملاحظات اثرگذاری در حوزه‌های بین‌بخشی (اقتصادی، اجتماعی، ژئوپلیتیکی یا صنعتی) | ابهامات و عوامل ریسک |
|---|---|---|---|---|
| ۳ | آیا ایران می‌تواند از طریق توسعه خودروهای برقی جهش صنعتی داشته باشد؟ | جهش صنعتی به‌دلیل ظرفیت محدود نوآوری، زنجیره‌های تأمین غیرمتصل به بازارهای جهانی و سرمایه‌گذاری ناکافی در فناوری‌های ارزشمند در کوتاه‌مدت چالش‌برانگیز است. بااین‌حال، تلاش‌های هدفمند می‌تواند پیشرفت‌هایی در حوزه‌های خاص را برحسب هزینه- فایده توجیه کند. | **اقتصادی**: خطر وابستگی بیش‌از حد به تأمین‌کنندگان خارجی برای نرم‌افزار و سخت‌افزار کلیدی.<br>**ژئوپلیتیکی**: موقعیت ضعیف در زنجیره‌های تأمین جهانی.<br>**صنعتی**: خطر ناکارآمدی بدون سیاست‌های متمرکز صنعتی. | فقدان مطالعات کافی ارزش‌افزوده تولید داخلی برای تولید ملی خودروهای برقی؛ فقدان مطالعات جامع برای برآورد توانایی‌های مقیاس‌پذیری؛ خطر صنعت‌زدایی نابالغ؛ وابستگی به زنجیره‌های تأمین خارجی برای باتری‌ها، الکترونیک و سیستم‌های نرم‌افزاری. |
| ۴ | آیا ایران می‌تواند به بازیگری جهانی در فناوری باتری تبدیل شود؟ | احتمال این امر در کوتاه‌مدت بسیار ضعیف است. موانع قابل‌توجهی مانند دسترسی محدود به مواد خام حیاتی مانند لیتیوم و قابلیت‌های پردازش توسعه‌نیافته عناصر کمیاب وجود دارد. برنامه‌ریزی استراتژیک برای کاهش این چالش‌ها ضروری است. | **اقتصادی**: قابلیت‌های پردازش محدود مواد خام.<br>**ژئوپلیتیکی**: پتانسیل ارجحیت منطقه‌ای.<br>**صنعتی**: بازآفرینی فرصت‌های ازدست‌رفته برای توسعه فناوری‌های پیشرفته فعلیت می‌یابد. | دسترسی محدود به مواد خام حیاتی؛ فقدان زیرساخت پردازش؛ سرمایه‌گذاری ناکافی در تحقیق و توسعه باتری و امکانات تولید. |
| ۵ | آیا پذیرش خودروهای برقی می‌تواند ناترازی انرژی ایران را برطرف کند؟ | توسعه خودروهای برقی در کوتاه‌مدت ناترازی انرژی را برطرف نمی‌کند؛ زیرا یارانه‌های سوخت و ظرفیت ناکافی انرژی تجدیدپذیر مانع پیشرفت‌اند. اصلاحات گسترده‌تر سیاست انرژی ضروری است. | **اقتصادی**: یارانه‌های سوخت فسیلی توجیه مالی خودروهای برقی را تضعیف می‌کنند.<br>**اجتماعی**: مزایای زیست‌محیطی حداقلی بدون گسترش انرژی تجدیدپذیر.<br>**صنعتی**: زیرساخت محدود انرژی تجدیدپذیر. | زیرساخت ناکافی برای تولید برق پاک مزایای زیست‌محیطی خودروهای برقی را محدود می‌کند. |
| ۶ | آیا ایران باید برای خودکفایی در فناوری‌های پیشرفته برای توسعه خودروهای برقی اقدام جدی انجام دهد؟ | آگاهی و دسترسی به فناوری‌های پیشرفته برای تولید خودروهای برقی رقابتی که استانداردهای جهانی را رعایت کنند ضروری است. محدودیت‌های فعلی رقابت‌پذیری و ظرفیت نوآوری صنعت خودروی داخلی را مختل می‌کند. | **اقتصادی**: عدم رقابت بدون فناوری‌های پیشرفته.<br>**ژئوپلیتیکی**: تحریم‌ها دسترسی به بازارهای فناوری بین‌المللی را محدود می‌کنند.<br>**صنعتی**: وابستگی به فناوری‌های قدیمی. | تحریم‌ها انتقال فناوری را محدود کرده‌اند؛ تخصص داخلی ناکافی در سیستم‌های نرم‌افزاری پیشرفته، اتوماسیون و الکترونیک که برای خودروهای مدرن ضروری‌اند. |
| ۷ | آیا پذیرش خودروهای برقی می‌تواند آلودگی شهری ایران را کاهش دهد؟ | اگرچه پذیرش خودروهای برقی می‌تواند آلودگی‌هوا را به‌صورت محلی کاهش دهد، تأثیر زیست‌محیطی کلی آن بستگی به انتقال تولید برق از سوخت فسیلی به انرژی تجدیدپذیر دارد. اصلاحات گسترده‌تر برنامه‌ریزی شهری نیز ضروری است. | **اجتماعی**: کاهش احتمالی آلودگی‌هوا سلامت عمومی را بهبود می‌بخشد و هزینه‌های سلامت را کاهش می‌دهد.<br>**اقتصادی**: صرفه‌جویی ممکن در هزینه سلامت با کاهش سطح آلودگی‌هوا.<br>**صنعتی**: سیستم حمل‌ونقل عمومی مدرن تلاش‌های صنعتی برای پذیرش خودروهای برقی را محوریت اجتماعی مستدل می‌دهد. | وابستگی به تولید برق مبتنی‌بر سوخت فسیلی مزایای زیست‌محیطی را محدود می‌کند؛ سیستم حمل‌ونقل عمومی قدیمی مشکلات آلودگی شهری را تشدید می‌کند. |
| ۸ | آیا توسعه خودروهای برقی جایگاه ایران را به‌عنوان بزرگ‌ترین خودروساز غرب آسیا تقویت خواهد کرد؟ | گذار موفقیت‌آمیز برای حفظ پیش‌گامی کمیتی منطقه‌ای ضروری است؛ زیرا رقبا استراتژی‌هایی برای برقی کردن صنعت خودروی خود مطابق با بازارهای نوظهور جهانی دنبال می‌کنند. عقب‌ماندگی در این زمینه خطر از دست دادن کامل تسلط بر بخش خودروی منطقه‌ای را دارد. | **اقتصادی**: خطر از دست دادن موقعیت منطقه‌ای.<br>**ژئوپلیتیکی**: عقب ماندن از رقبا نفوذ ایران را کاهش می‌دهد.<br>**صنعتی**: نبود استراتژی توانایی جذب سرمایه یا همکاری خارجی برای تولید خودروهای برقی را مختل می‌کند. | رقبای منطقه‌ای با سرعت زیاد همراه با استراتژی‌ها و همکاری بین‌المللی روشن؛ نبود استراتژی صنعتی جامع خاص تولید خودروهای برقی در ایران. |

| | پرسش‌های پیشنهادی برای کاوشگری چرایی | اهمیت در کوتاه‌مدت | ملاحظات اثرگذاری در حوزه‌های بین‌بخشی (اقتصادی، اجتماعی، ژئوپلیتیکی یا صنعتی) | ابهامات و عوامل ریسک |
|---|---|---|---|---|
| ۹ | آیا صنعت خودروهای برقی می‌تواند رشد اشتغال و نوآوری در ایران را تحریک کند؟ | توسعه صنعت خودروهای برقی پتانسیل قابل‌توجهی برای ایجاد شغل در بخش‌های مختلف دارد، اما نیازمند رفع چالش‌هایی همچون مهاجرت نیروی تحصیل‌کرده و نبود سیاست‌هایی برای حفظ نیروی کار ماهر در صنایعی مانند خودروسازی است. | **اقتصادی**: فرصت‌هایی برای ایجاد شغل در بخش تولید، تحقیق و توسعه و خدمات.<br>**اجتماعی**: حفظ نیروی کار ماهر آثار فرار مغزها را کاهش می‌دهد.<br>**صنعتی**: خلق قابلیت‌ها در امنیت سایبری و تولید پیشرفته برای موفقیت بلندمدت ضروری است. | مهاجرت نیروی تحصیل‌کرده همچنان منابع نیروی کار ماهر مورد نیاز صنایع فناورانه پیشرفته را تضعیف می‌کند؛ فقدان تخصص امنیت سایبری خطراتی ایجاد می‌کند؛ زیرا وسایل نقلیه بیش‌ازپیش از نظر سایبری صدمه‌پذیر خواهند شد. |
| ۱۰ | آیا توسعه خودروهای برقی می‌تواند تنوع‌بخشی اقتصادی ایران را دور از وابستگی نفتی تقویت کند؟ | حرکت به‌سمت خلق یک سیستم پایدار مبتنی‌بر منابع تجدیدپذیر ضروری است تا وابستگی نفتی در بلندمدت کاهش یابد، ضمن اینکه رشد اقتصادی را نیز پایدار خواهد کرد. | **اقتصادی**: تنوع‌بخشی بلندمدت آسیب‌پذیری نسبت به نوسانات قیمت نفت را کاهش می‌دهد.<br>**ژئوپلیتیکی**: کاهش وابستگی به صادرات نفت تاب‌آوری اقتصادی کشور (مخصوصاً صادرات نفت) را تقویت می‌کند.<br>**صنعتی**: پتانسیل رشد مبتنی‌بر نوآوری برای توسعه پایدار. | سرعت پایین پذیرش نوآوری در صنعت ناشی از کمبود برنامه‌ریزی راهبردی کافی؛ تمرکز ناکافی بر رشد صنایع کم‌آلاینده با سرمایه‌گذاری بخش خصوصی. |

| | |
|---|---|
| | شواهدی وجود دارد که چرایی استفاده از خودروهای برقی در ایران را می‌توان با این موضوع مرتبط دانست. |
| | ابهامات موضوعی گسترده‌ای وجود دارد که نیازمند تحقیقات تکمیلی است. |
| | پیچیدگی ابهامات، تحقیقات جامع و چندجانبه را ضروری می‌سازد. |

**مأخذ:** همان.

جدول ۱۲ شامل پرسش‌های کلیدی در خصوص برقی‌سازی حمل‌ونقل در ایران است. پرسش‌هایی نظیر «آیا خودروهای برقی می‌توانند ایران را با روندهای جهانی صنعت همسو کنند؟» و «آیا ایران می‌تواند از طریق توسعه خودروهای برقی جهش صنعتی داشته باشد؟» از جمله مسائلی است که باید به‌طور جدی و علمی مورد بررسی قرار گیرد. این پرسش‌ها نه تنها ابعاد سیاسی، اقتصادی، بلکه ابعاد ژئوپلیتیکی را نیز در بر می‌گیرند.

همچنین از جمله چالش‌های اصلی که در این جدول به آن اشاره شده، محدودیت‌های ارزی، تحریم‌ها و نبود زیرساخت‌های کافی برای تولید خودروهای برقی است. این مسائل، ایران را از دستیابی به مزایای اقتصادی این صنعت بازمی‌دارد و نیاز به سیاستگذاری‌های نوآورانه و بلندمدت دارد. به‌ویژه در شرایطی که ایران نمی‌تواند به‌طور مستقل از زنجیره تأمین جهانی استفاده کند، باید از ظرفیت‌های داخلی و همکاری‌های بین‌المللی برای تقویت موقعیت خود در این صنعت بهره برد.

آنچه روشن است ندادن پاسخ روشن به پرسش «چرایی خودروهای برقی؟» و اتخاذ یک سیاست منسجم در این حوزه، موجب پراکندگی اقدامات و تصمیم‌گیری‌های غیرموثر در کشور شده است. این امر نه تنها توانمندی‌های داخلی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه به‌طور کلی موجب عقب‌ماندگی ایران در صنعت خودروهای برقی و از دست دادن فرصت‌های توسعه و جهش صنعتی می‌شود. برای رفع این چالش‌ها، ایران باید بدون تأخیر در تدوین استراتژی‌های کلان خود در این زمینه، به بررسی روندهای جهانی و تحولات فناورانه بپردازد و به‌طور مستمر تغییرات اقتصادی و فناورانه را ارزیابی کند تا بتواند در بازار جهانی رقابت کند.

به‌عنوان نکته پایانی، لازم است به این موضوع توجه شود که ایران در تعیین رویکرد خود نسبت به چین، به‌عنوان تنها کشوری که در شرایط تحریمی امکان همکاری با آن وجود دارد و در حوزه خودروهای برقی پیشتاز است، همچنان موضع شفاف و مشخصی اتخاذ نکرده است. درحالی‌که برخی کشورها به‌عنوان رقیب و برخی دیگر به‌عنوان شریک استراتژیک چین در این صنعت عمل می‌کنند، ایران باید در این زمینه تصمیمی به‌موقع و متناسب با موقعیت خود بگیرد. این انتخاب نه فقط بر وضعیت رقابتی ایران در صنعت خودروهای برقی تأثیر می‌گذارد، بلکه بر توانمندی‌ها و ظرفیت‌های بلندمدت صنعتی کشور نیز اثرگذار خواهد بود. عدم تصمیم‌گیری در این زمینه، ممکن است منجر به از دست دادن فرصت‌های توسعه و جهش صنعتی، به‌ویژه در صورت تمایل ایران به تبدیل شدن به یک صادرکننده خودروهای برقی، شود.

## ۲-۵. پیشنهادها

گذار به حمل‌ونقل برقی در کشور، نه فقط انتخابی فناورانه، بلکه تصمیمی راهبردی با ابعاد ژئوپلیتیکی، اقتصادی و حاکمیتی است که مستقیماً با آینده امنیت انرژی، استقلال صنعتی و جایگاه کشور در نظم جهانی پیوند دارد. در شرایطی که روند جهانی بر کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و حرکت هدفمند به‌سوی گذار انرژی متمرکز است، چنانچه کشور درصدد ورود فعال به این مسیر باشد، بی‌توجهی به سیاست‌های کلان و هماهنگ این حوزه می‌تواند به تضعیف موقعیت رقابتی و تعمیق شکاف فناورانه با قدرت‌های نوظهور منجر شود؛ بنابراین، تبیین دقیق «چرایی» این گذار و تدوین استراتژی ملی منسجم، ضرورتی راهبردی و نه فقط فنی محسوب می‌شود. تحقق این هدف مستلزم اتخاذ رویکردی سیستمی، هماهنگ و چندسطحی است که ابعاد صنعت، انرژی، مالی و دیپلماسی اقتصادی کشور را به‌صورت هم‌زمان دربر گیرد. در این چارچوب، مجموعه زیر از پیشنهادهای سیاستی راهبردی به‌منظور مدیریت ریسک‌های دوران گذار، صیانت از منافع ملی و تضمین پایداری مسیر توسعه ارائه می‌شود.

### ۱ تعیین چارچوب راهبردی در تعاملات بین‌المللی (با تمرکز بر چین)

با توجه به شرایط تحریمی و نقش محوری چین به‌عنوان رهبر جهانی صنعت خودروهای برقی، همکاری فناورانه با این کشور ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. با این حال، این تعامل باید بر پایه مشارکت فعال و انتقال فناوری شکل گیرد، نه فقط واردات محصولات نهایی. دولت موظف است چارچوبی شفاف و الزام‌آور تدوین کند که هدف آن حداکثرسازی ارزش‌افزوده داخلی، ارتقای توان تولیدی بومی و کسب جایگاه رقابتی در زنجیره جهانی تأمین باشد. اتخاذ موضعی روشن در قبال همکاری با چین از اتلاف فرصت‌های توسعه صنعتی و وابستگی یک‌جانبه جلوگیری می‌کند.

### ۲ یکپارچه‌سازی نهادی و استقرار نظام قانونگذاری متمرکز

پراکندگی تصمیم‌گیری و تداخل نهادی از چالش‌های اساسی در مسیر برقی‌سازی حمل‌ونقل کشور است. ایجاد یک چارچوب سیاستگذاری در سطح ملی و تأسیس ساختاری متمرکز برای هماهنگی میان نهادهای ذی‌ربط (از جمله بخش‌های انرژی، صنعت و مدیریت شهری) ضروری است. این ساختار باید نقش مرجع تنظیم‌گر و ناظر بر اجرای سیاست‌ها را ایفا کرده، از رقابت‌های غیرسازنده میان نهادها جلوگیری کند.

### ۳ تحول صنعتی مأموریت‌محور و ارتقای توانمندی‌های داخلی

برای حفظ جایگاه ایران به‌عنوان بزرگ‌ترین خودروساز منطقه و جلوگیری از عقب‌ماندگی فناورانه، باید تحول صنعتی مبتنی بر نوآوری و بومی‌سازی فناورانه در دستور کار قرار گیرد. در این خصوص نوسازی فرایندهای تولید با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین و توسعه توان بومی در تولید قطعات کلیدی (به‌ویژه سامانه‌های نرم‌افزاری و قطعات الکترونیکی) از الزامات این تحول است و می‌تواند وابستگی به واردات را در بلندمدت کاهش دهد.

### ۴ اجرای اصلاحات ساختاری در بخش انرژی

موفقیت گذار به حمل‌ونقل برقی در گرو اصلاح هم‌زمان ساختار انرژی کشور است. چنانچه برق موردنیاز خودروهای برقی از منابع فسیلی

تأمین شود، مزایای زیست‌محیطی این گذار عملاً خنثی خواهد شد. در این راستا، بازطراحی سیاست‌های قیمتی سوخت با هدف ایجاد توجیه اقتصادی برای برقی‌سازی و کاهش اتلاف منابع ضروری است. همچنین، گسترش سریع انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر خورشیدی و بادی باید به‌عنوان اولویت راهبردی مورد پیگیری قرار گیرد تا وابستگی به سوخت‌های فسیلی در تولید برق کاهش یابد.

**۵ ایجاد سازوکارهای پایدار تأمین مالی و جذب سرمایه‌گذاری خصوصی**

توسعه حمل‌ونقل برقی بدون تأمین مالی بلندمدت، شفاف و پایدار امکان‌پذیر نیست. دولت باید ابزارهای نوین مالی برای جذب سرمایه بخش خصوصی در زیرساخت‌های حیاتی، به‌ویژه ایستگاه‌های شارژ و تولید باتری، طراحی و اجرایی کند. این سازوکارها باید امکان مشارکت مؤثر میان بخش‌های عمومی و خصوصی را فراهم آورند و منابع مالی لازم برای گذار از مرحله تحقیق و توسعه به تجاری‌سازی را تضمین نمایند.

**۶ اولویت‌دهی به حمل‌ونقل عمومی برقی**

تمرکز سیاستی باید از ترویج مالکیت فردی خودروهای برقی به سمت توسعه سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی هدایت شود. در همین خصوص توسعه ناوگان اتوبوس‌های برقی اولویت بیشتر نسبت به سایر ناوگان حمل‌ونقل دارد.

در مجموع، تحقق گذار موفق به حمل‌ونقل برقی مستلزم اجماع ملی، انسجام نهادی و پایبندی به رویکردی راهبردی و بلندمدت است که ابعاد سیاسی، اقتصادی و ژئوپلیتیکی را به‌صورت هم‌زمان دربر گیرد. اتخاذ تصمیمات شتاب‌زده و پراکنده در این حوزه، نه‌تنها موجب اتلاف منابع و تضعیف ظرفیت‌های داخلی خواهد شد، بلکه می‌تواند جایگاه کشور را در رقابت‌های آینده صنعت حمل‌ونقل جهانی به‌شدت تضعیف کند؛ بنابراین، ضروری است که این گذار با محوریت منافع ملی، نگاه توسعه‌گرا و هماهنگی میان نهادهای حاکمیتی دنبال شود تا ایران بتواند با اتکا به توان داخلی و بهره‌گیری از همکاری‌های بین‌المللی، جایگاه خود را در مسیر تحولات جهانی تثبیت نماید.

## منابع و مآخذ

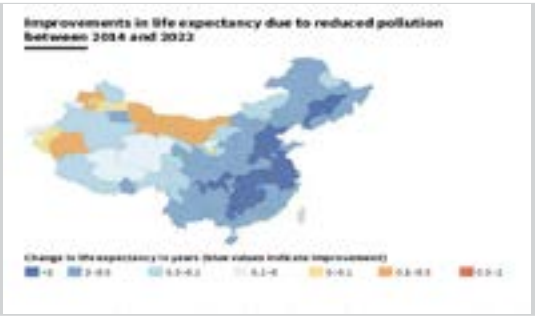
[1] IEA, (2024), Global EV Outlook 2024.
[2] IEA, (2024), World Energy Outlook 2024.
[3] IEA, (2024), Net Zero by 2050- A Roadmap for the Global Energy Sector.
[4] IEA, (2024), Energy Efficiency.
[5] Europa.EU, (2023), Raw Materials Foresight Study 2023.
[6] SYSTEM IQ, (2023),Critical raw materials for the energy transition in the EU.
[7] IRENA, (2024),Constructing a ranking of critical materials for the global energy transition.
[8] Xu, L., Yilmaz, H. Ü., Wang, Z., Poganietz, W. R., & Jochem, P, (2022), "Material and energy requirements of transport electrification". Energy & Environmental Science, Vol. 15, No. 5, pp. 2060-2077.
[9] Jan Y. Yang, Y.G.a.Z.L.T., (2023), Chinese Electric Vehicle Trailblazers- Navigating the Future of Car Manufacturing.
[10] Bloomberg, (2024), Bloomberg Electric Vehicle Outlook.
[11] BloombergNEF, (2024),Emerging Markets Energy Investment Outlook 2024.
[12] Pollard, M., and Dong, X, (2024),China's Massive Investment into Cleantech R&D and Manufacturing is Catalysing the Global Energy Transition, CEF.
[13] Accenture Strategy and World Economic Forum, (2020),Raising Ambitions: A new roadmap for the automotive circular economy.
[14] Accenture, (2023), Driving Circularity: Exploring Strategies for Circular Economy in the Automotive Industry.
[15] Arthur D. Little, (2024), OPENING THE URBAN MINE- BUILDING A PROFITABLE CIRCULAR ECONOMY BASED ON A LITHIUM BATTERY RECYCLING EXAMPLE.
[16] Dalroad, (2023), Automotive megatrends: Advanced manufacturing, circularity, digitalisation and globalisation.
[17] PwC&Strategy, (2024),Circular materials-Automotive industry point of view.
[18] Richter, J.L., (2022), "A circular economy approach is needed for electric vehicles". Nature Electronics, Vol. 5, No. 1, pp. 5-7.
[19] IRENA, (2024), WORLD ENERGY TRANSITIONS OUTLOOK 2024.
[۲۰] سیسان، ع. -م. (۱۴۰۲)، اقتصاد حمل‌ونقل برقی.
[21] USA Gov, (2024), The Inflation Reduction Act.
[22] Hall., D., (2024), Meeting the mark: Aligning regulations and standards with ZEV targets, ICCT report.
[23] Agora, (2024), EU policies for climate neutrality in the decisive decade.
[24] Alochet, M., (2023), Comparison of the Chinese, European and American regulatory frameworks for the transition to a decarbonized road mobility.
[25] ZEV transition Council, (2023), Accelerating ZEV adoption in fleets to decarbonize road transportation.

[26] Bloomberg, (2024), State of Energy Policy,
[27] ACEA, NEW CAR REGISTRATIONS, EUROPEAN UNION. 2024.
[28] John Lee at Yusof Ishak Institute, (2024), THE RISING ROLE OF CHINESE FIRMS IN SOUTH-EAST ASIA'S (ASEAN) AUTOMOTIVE SUPPLY CHAIN.
[29] Institute for Competitiveness, (2024), EV Assessment of the PLI scheme on Electronic Vehicle Manufacturing in India.
[30] Institute for Competitiveness, (2024), Pathways to Electrical Mobility Comprehensive Approach for ZEV Mandates & EV Transition in India.
[31] ICCT, (2024), Electric Vehicle Demand Incentives in India: The FAME II Scheme and Considerations for a Potential Next Phase.
[32] Business Standard, (2024), Electric car Tesla may set up manufacturing plants in India, Mexico in 2025.
[33] https://www.dunneinsights.com/, 2024.
[34] IEA, (2024), Outlook for emissions reductions.
[35] Energy Institute, (2024), Statistical Review of World Energy 2023.
[36] BANCO DE ESPAÑA, (2024), The rise of the electric vehicle in China and its impact in the EU. 15/10/2024.
[37] Ed Conway, (2024), The electric shock behind Europe's stuttering EV future - and how China has leapfrogged major car-exporting nations.
[38] Arthur. D. (2024), Little, THE FUTURE OF MOBILITY 5.0.
[39] ICCT, (2023), CO2 emission standards for new passenger cars and vans in the European union.
[۴۰] میرزایی سیسان، ع، م. عامری شهرابی و ر. سلیمانی، چرخش‌های تحول آفرین فناوری در صنعت خودرو (۱): الزامات ورود و نقش آفرینی ایران در زنجیره ارزش بین‌المللی خودروهای برقی. ۱۴۰۳، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی.
[41] insights, P.G. Automotive – Technology & Innovation (Market Insights). 2024.
[42] McKerracher, C., et al. Electric Vehicle Outlook (BloombergNEF Insights). 2025.

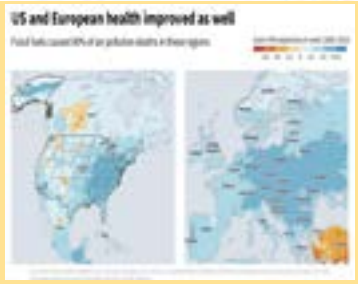
## پیوست

### پیوست ۱. افزایش شاخص طول عمر با کاهش آلایندگی هوایی در جغرافیاهای مربوطه در برهه زمان

تلاش‌های گسترده چین برای مقابله با آلودگی هوا دستاوردهای چشمگیری در ارتقای سلامت عمومی داشته است. در دهه‌های اخیر، کاهش غلظت ذرات معلق ریز منجر به کاهش قابل‌توجه مرگ‌ومیر زودرس ناشی از مواجهه طولانی‌مدت با آلودگی شده است. پیش‌بینی می‌شود این اقدامات در مناطق مختلف چین بین سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۲۲ به افزایش امید به زندگی منجر شود و تأثیرات مثبتی بر کیفیت زندگی شهروندان این کشور داشته باشد.




مطالعات انجام شده در اروپا و آمریکا نشان می‌دهد که آلودگی هوا یکی از مهم‌ترین عوامل خطر محیطی برای مرگ زودرس به‌شمار می‌آید. این پدیده مسئول میلیون‌ها مرگ سالیانه است و به‌طور میانگین، امید به زندگی در سطح جهانی را به میزان قابل‌توجهی کاهش می‌دهد. انتشار آلاینده‌ها ناشی از سوخت‌های فسیلی، نقشی اساسی در این موضوع ایفا کرده است و بیشترین تأثیرات منفی را بر طول عمر انسان دارد. ازاین‌رو، کشورهای اروپایی و آمریکایی طی دهه‌های اخیر مقررات سخت‌گیرانه‌ای برای کنترل آلودگی هوا وضع کرده‌اند. این قوانین منجر به کاهش چشمگیر میزان آلاینده‌ها شده و در برخی مناطق، افزایش قابل ملاحظه‌ای در میانگین امید به زندگی (در سال‌های بین ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۲)، نسبت به مناطقی که چنین مقرراتی ندارند، ایجاد کرده است.

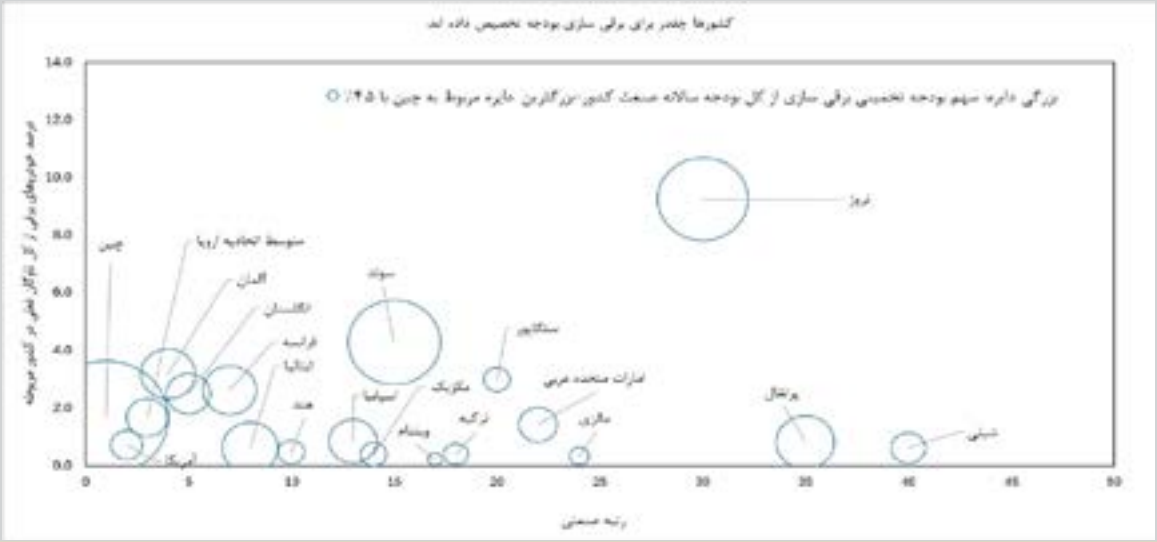



منابع بیشتر مربوط به اطلاعات این جدول:

- Rocky Mountain Institute (RMI) -https://rmi.org/

**توضیحات:** ارتباط میان کیفیت هوا و سلامت عمومی به‌طور گسترده‌ای مستند شده است و شواهد معتبری نشان می‌دهد که کاهش آلودگی هوا می‌تواند به‌صورت چشمگیری امید به زندگی را افزایش دهد. این ارتباط، به‌ویژه در مناطق محلی که به‌سمت بهره‌گیری از منابع انرژی پاک‌تر حرکت کرده‌اند، مانند بخش‌هایی از چین و همچنین در مناطقی که سال‌ها سیاست‌های مؤثر برای بهبود کیفیت هوا را اجرا کرده‌اند، نظیر اروپا و ایالات متحده، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

## پیوست ۲. تعهد مالی برقی‌سازی کشورهای مختلف تا به امروز




**توضیحات:** کشورهای مختلف در سراسر جهان در زمینه قابلیت‌های صنعتی، منابع، جاه‌طلبی‌ها و تعهدات مرتبط با برقی‌سازی حمل‌ونقل، سطوح متنوعی را نشان می‌دهند. شکل ارائه شده در این پیوست، دیدگاه زمینه‌ای درباره این موضوع را برای مطالعات تطبیقی ارائه می‌دهد. ارقام بودجه تقریبی و تا سپتامبر سال ۲۰۲۴ معتبرند و ممکن است تغییر کنند. اگرچه این داده‌ها تقریبی‌اند، به‌طور مؤثری درجات مختلف سرمایه‌گذاری و پیشرفت حاصل شده توسط کشورهای صنعتی و در حال توسعه را در این حوزه نشان می‌دهند.

منابع مربوط به اطلاعات این جدول:

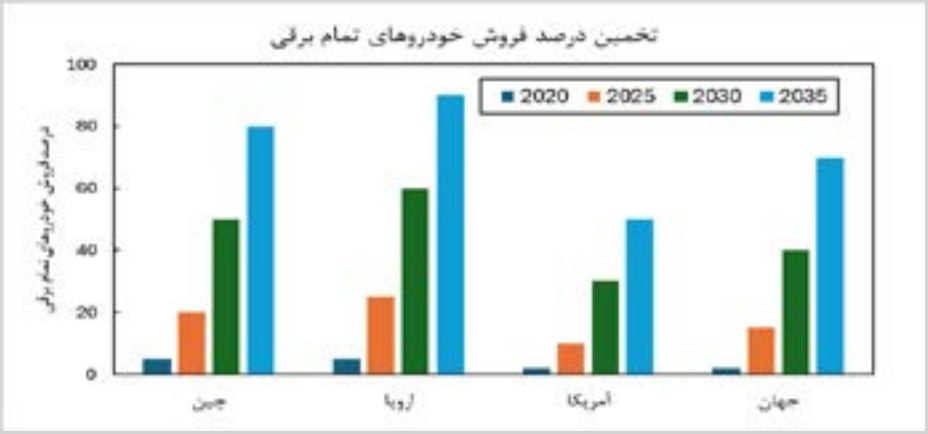
https://www.bloomberg.com/professional/insights/webinar/bloombergnefs-electric-vehicle-outlook-2025/
https://www.electrive.com/2025/06/24/bnef-forecast-global-ev-market-to-grow-by-a-quarter-in-2025/
https://fleetworld.co.uk/uk-now-top-ev-market-in-europe-bloombergnef-reveals/
https://about.bnef.com
https://theicct.org/publication/global-ev-market-monitor-for-ldv-in-key-markets-2024-jun25/
https://theicct.org/publication/ev-transition-check-sep25/
https://www.statista.com/outlook/mmo/electric-vehicles/worldwide
https://ev-volumes.com
https://ourworldindata.org/electric-car-sales
https://newautomotive.org/global-ev-tracker

**مأخذ:** یافته‌های پژوهش.

## پیوست ۳. پیش‌بینی بازار خودروهای برقی در جهان و چین

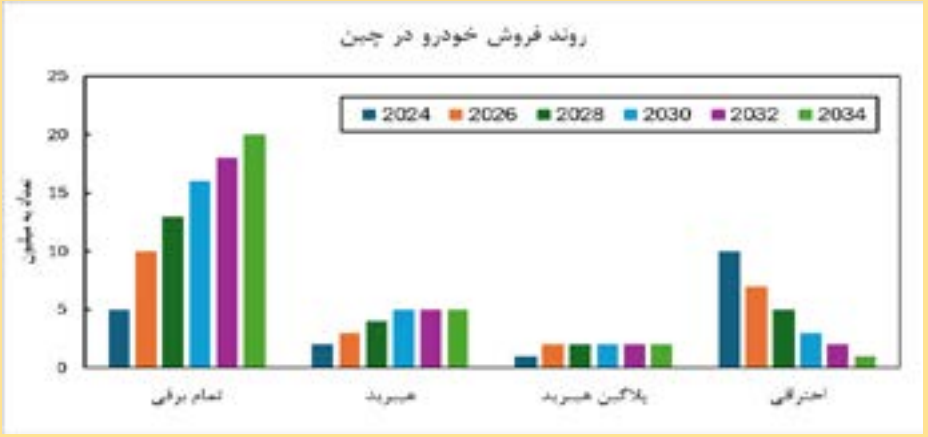
این نمودار نرخ پذیرش خودروهای تمام برقی را به‌عنوان درصدی از کل فروش خودروها در چهار منطقه شامل چین، اروپا، میانگین جهانی و ایالات متحده طی سال‌های ۲۰۲۰ تا ۲۰۳۵ مقایسه می‌کند:

- **چین:** نرخ پذیرش در چین از ۵ درصد در سال ۲۰۲۰ به رقم چشمگیر ۸۰ درصد تا سال ۲۰۳۵ افزایش می‌یابد.
- **اروپا:** اروپا با رسیدن به نرخ پذیرش ۹۰ درصد تا سال ۲۰۳۵، بالاترین سطح را ثبت می‌کند. این امر ناشی از قوانین سخت‌گیرانه زیست‌محیطی و حمایت گسترده از زیرساخت‌های است.
- **رشد میانگین جهانی:** نرخ پذیرش جهانی از حدود ۲ درصد در سال ۲۰۲۰ به حدود ۷۰ درصد تا سال ۲۰۳۵ افزایش خواهد یافت.
- **ایالات متحده:** ایالات متحده با رشد کندتر، فقط به نرخ پذیرش حدود ۵۰ درصد تا سال ۲۰۳۵ دست خواهد یافت.




این نمودار پیش‌بینی فروش انواع خودروهای سواری را در چین طی سال‌های ۲۰۲۴ تا ۲۰۳۴ نشان می‌دهد. این داده‌ها نشان‌دهنده تمرکز سیاست‌های چین بر برقی‌سازی صنعت حمل‌ونقل مخصوصاً خودروهای تمام برقی است:

- **کاهش شدید فروش خودروهای احتراقی:** در کشور چین فروش این نوع خودروها از حدود ۱۰ میلیون دستگاه در سال ۲۰۲۴ به فقط ۱ میلیون دستگاه در سال ۲۰۳۴ کاهش می‌یابد. این روند نشان‌دهنده گذار سریع چین از خودروهای غیربرقی است.
- **رشد چشمگیر خودروهای تمام برقی:** فروش خودروهای برقی باتری‌دار از ۵ میلیون دستگاه در ۲۰۲۴ به ۲۰ میلیون دستگاه در ۲۰۳۴ افزایش می‌یابد.
- **رشد تدریجی خودروهای هیبریدی:** فروش خودروهای هیبریدی از ۲ میلیون دستگاه در سال ۲۰۲۴ به حدود ۵ میلیون دستگاه در سال ۲۰۳۰ افزایش‌یافته و سپس ثابت مانده است.
- **فروش محدود ولی باثبات پلاگین هیبرید:** فروش این نوع خودروها در طول دوره پیش‌بینی شده تقریباً ثابت است و بین ۱ تا ۲ میلیون دستگاه باقی می‌ماند.



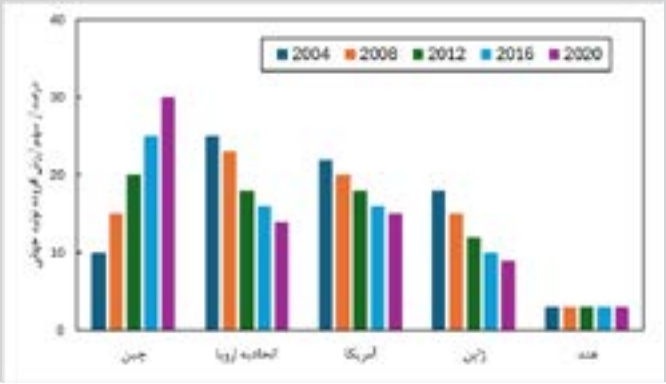

بدیهی است این پیش‌بینی‌ها براساس سناریوهای محتمل با در نظر گرفتن فرضیات مختلف انجام شده است.

منابع مربوط به اطلاعات این جدول:

https://www.ft.com

**مأخذ:** همان.

## پیوست ۴. مقایسه قدرت هند با جغرافیای دیگر در حوزه تولید




نمودارهای ارائه شده سهم ارزش‌افزوده تولید جهانی (به درصد) را در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۲۰ به تصویر می‌کشند و بر روندهای پنج اقتصاد کلیدی شامل جمهوری خلق چین، اتحادیه اروپا، ایالات متحده آمریکا، ژاپن و هند را نمایش می‌دهند. سهم چین از ارزش‌افزوده تولید جهانی به‌طرزی چشمگیر افزایش‌یافته و از حدود ۱۰ درصد در سال ۲۰۰۴ به بیش از ۳۰ درصد در سال ۲۰۲۰ رسیده است. این رشد خارق‌العاده نشان‌دهنده تحول چین به قطبی پیشرو در تولید جهانی است که از طریق سیاست‌های صادرات‌محور، صنعتی‌سازی گسترده و سرمایه‌گذاری‌های کلان در زیرساخت‌ها و فناوری محقق شده است. در مقابل، سهم اتحادیه اروپا از حدود ۲۵ درصد در سال ۲۰۰۴ به حدود ۱۴ درصد در سال ۲۰۲۰ کاهش یافته است؛ درحالی‌که سهم ایالات متحده از حدود ۲۲ درصد به حدود ۱۵ درصد تنزل پیدا کرده است. ژاپن نیز کاهش قابل‌توجهی را تجربه کرده و سهم آن از حدود ۱۸ درصد به نزدیک ۹ درصد رسیده است. این روندهای نزولی نشان‌دهنده صنعت‌زدایی این مناطق و چرخش به‌سمت بخش‌های خدماتی و صنایع با ارزش‌افزوده بالاست.

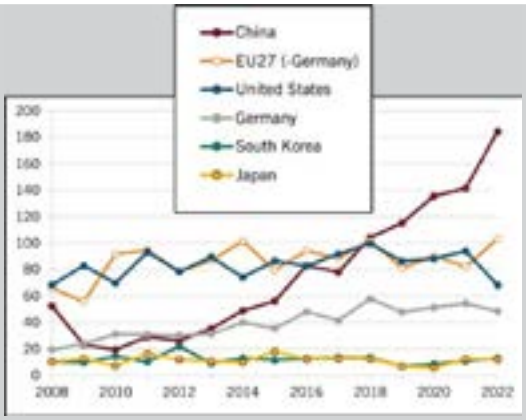
مسیر هند در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۴ تا ۲۰۲۰ تقریباً ثابت بوده است. سهم هند از ارزش‌افزوده تولید جهانی به‌طور مداوم پایین و در حدود ۳ درصد باقی‌مانده که نشان‌دهنده پیشرفت محدود آن نسبت به سایر اقتصادهای پیشرو در این بازه زمانی است. علی‌رغم شناخته شدن هند به‌عنوان قطب بالقوه تولیدی، این کشور هنوز با موانع قابل‌توجهی برای گسترش حضور خود در عرصه تولید جهانی مواجه بوده است. چالش‌های اصلی شامل بهره‌وری پایین در بخش تولید نسبت به استانداردهای کشورهای صنعتی، کمبود زیرساخت‌های مناسب و موانع سیاستگذاری است که رشد صنعتی را کند کرده‌اند. بهره‌وری نیروی کار در بخش تولید هند همچنان به‌طور قابل‌توجهی کمتر از چین است.

منابع مربوط به اطلاعات این جدول:

https://www.ft.com

**مأخذ:** یافته‌های پژوهش.

## پیوست ۵. تحلیل روند تولید مقالات برتر مهندسی خودرو در جهان (۲۰۰۸-۲۰۲۲)




این نمودار تعداد مقالات مهندسی خودرو را که در میان ۱۰ درصد پراستنادترین مقالات علمی قرار دارند، در بازه زمانی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۲ نشان می‌دهد. تحلیل این داده‌ها بیانگر تغییرات قابل‌توجهی در رهبری جهانی پژوهش‌های مهندسی خودرو است. چین بیشترین رشد را در این بازه زمانی تجربه کرده است. در سال ۲۰۰۸، تعداد مقالات پراستناد چین بسیار اندک بود، اما از سال ۲۰۱۶ به‌بعد، روند رشد این کشور به‌شدت شتاب گرفته است. تا سال ۲۰۲۲، تعداد مقالات پراستناد چین به حدود ۱۸۴ مقاله رسیده که این کشور را به جایگاهی فراتر از سایر مناطق رسانده است. این رشد چشمگیر نشان‌دهنده تمرکز روزافزون چین بر پژوهش‌های تأثیرگذار در حوزه مهندسی خودرو است. در مقابل، اتحادیه اروپا (بدون آلمان) روندی نسبتاً ثابت را طی کرده است. ایالات متحده نیز روندی مشابه اتحادیه اروپا اگرچه رشد این کشور پایدار بوده، اما از چین و اتحادیه اروپا عقب مانده است. آلمان نیز با رشدی مداوم از حدود سال ۲۰۰۸ تا سال ۲۰۲۲ را داشته است. بااین‌حال، همچنان بعد از ایالات متحده قرار دارد. کره جنوبی و ژاپن روندی آهسته‌تر، اما پیوسته را نشان می‌دهند. هر دو کشور رشد متوسطی داشته‌اند که نسبت به جهش چشمگیر چین کمتر قابل توجه است. اگر داده‌های مناطق غربی (اتحادیه اروپا منهای آلمان، ایالات متحده و آلمان) با مناطق آسیایی (چین، کره جنوبی و ژاپن) مقایسه شود، الگوی روشنی پدیدار می‌شود. در سال ۲۰۰۸، مجموع مقالات پراستناد کشورهای غربی بسیار بیشتر از مناطق آسیایی بود؛ اما تا سال ۲۰۲۲، مجموع مقالات آسیایی تقریباً به مجموع مقالات غربی نزدیک شد. رشد آسیا بدون شک عمدتاً ناشی از رشد سریع چین بوده است. به‌طورکلی، اگرچه مناطق غربی پیشرفت ثابتی را حفظ کرده‌اند، آسیا -به‌ویژه چین- از اواسط دهه ۲۰۱۰ شتاب چشمگیری گرفته است. این تغییر بیانگر انتقال تدریجی رهبری پژوهش‌های مهندسی خودرو از غرب به شرق و دلیلی دیگر برای وزن‌دهی به چرایی صنعت خودروسازی با اثرگذاری چین است.

منابع مربوط به اطلاعات این جدول:

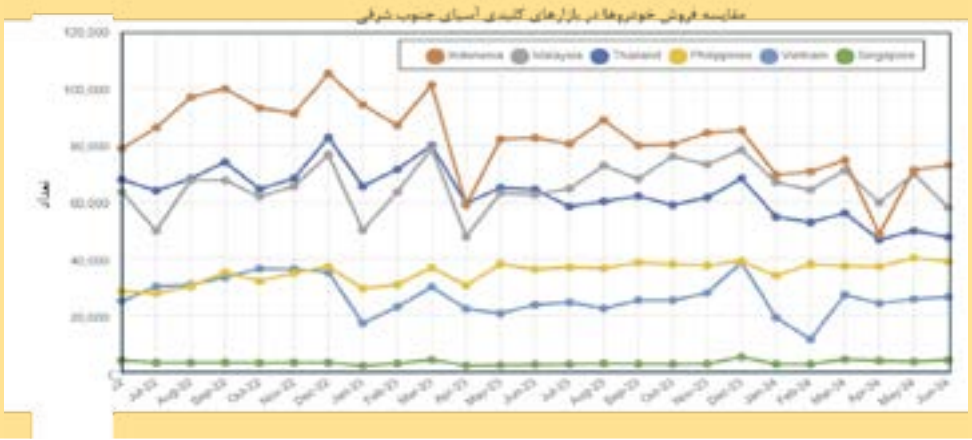
https://ncses.nsf.gov/pubs/nsb202333/publication-output-by-region-country-or-economy-and-by-scientific-field

**مأخذ:** همان.

استراتژی «چین به‌علاوه یک» به یکی از اجزای اصلی تلاش صنایع مختلف به‌ویژه صنعت خودروسازی برای ایجاد زنجیره تأمین مقاوم‌تر و انعطاف‌پذیرتر بدل شده است. این رویکرد ضمن پاسخ‌گویی به چالش‌هایی همچون فشارهای هزینه‌ای و آسیب‌پذیری زنجیره تأمین، مسیر تازه‌ای برای تنوع‌بخشی جهانی پیشنهاد می‌دهد. در کوتاه‌مدت، مکزیک به‌دلیل حمایت دولتی و مزایای جغرافیایی بیشترین پتانسیل را دارند. در میان‌مدت، هر چهار کشور (هند ویتنام تایلند و مکزیک) می‌توانند نقش خود را به‌عنوان پیشروان صنعت تولیدی منطقه‌ای، مشروط بر رفع چالش‌های زیرساختی و زنجیره تأمین، تثبیت کنند. در بلندمدت، هند و مکزیک احتمالاً به رهبران جهانی در صادرات قطعات و خودرو تبدیل خواهند شد؛ درحالی‌که ویتنام و تایلند جایگاه منطقه‌ای خود را تقویت خواهند کرد. برای صنعت خودروسازی، مزایای استراتژی «چین به‌علاوه یک» شامل افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین، صرفه‌جویی اقتصادی ناشی از استفاده از نیروی کار ارزان‌تر در بازارهای نوظهور و دسترسی بهتر به تقاضای محلی در مناطق جدید است. بااین‌حال، چالش‌هایی خروج از چین، نظیر سازگاری با محیط‌های قانونی جدید، ایجاد شبکه‌های تازه تأمین‌کنندگان و حفظ استانداردهای کیفی در میان مراکز تولید متعدد، همچنان پابرجاست.

## پیوست ۶. چین به‌علاوه یک

| | |
|---|---|
| احتمال تبدیل شدن کشورهای انتخابی به جایگزینی برای تولید خودرو چین | احتمال (۵۰ سال آینده)<br>احتمال (۲۰ سال آینده)<br>احتمال (۱۰ سال آینده)<br><br>**بسیار زیاد:** پتانسیل صادرات گسترده جهانی با سرمایه‌گذاری پایدار در زیرساخت‌ها و نوآوری و فناوری.<br>**زیاد:** رهبری منطقه‌ای با توسعه زنجیره تأمین و تولید خودروهای برقی.<br>**متوسط:** رشد سریع بازار داخلی و حمایت دولتی، اما چالش زیرساختی.<br>هند<br><br>**زیاد:** پتانسیل قطب منطقه‌ای با توسعه زیرساخت‌ها و قابلیت‌های تولید پیشرفته.<br>**متوسط:** توسعه زنجیره تأمین و جذب سرمایه‌گذاری خارجی، اما وابستگی به واردات چالش‌برانگیز است.<br>**کم:** نیروی کار ارزان و موقعیت استراتژیک، وابستگی زیاد این کشور به واردات قطعات نشان‌دهنده عدم بلوغ زنجیره تأمین آن.<br>ویتنام<br><br>**زیاد:** حفظ رقابت‌پذیری بلندمدت نیازمند نوآوری پایدار و انطباق با روندهای جهانی است.<br>**زیاد:** گذار موفق به تولید خودروهای برقی با حمایت دولت و جذب سرمایه‌گذاری خارجی.<br>**متوسط:** موقعیت تثبیت شده در آسه‌آن، اما کاهش تقاضای داخلی چالش‌برانگیز است.<br>تایلند<br><br>**بسیار زیاد:** صادرات جهانی در تولید خودروهای برقی با یکپارچگی زنجیره تأمین و سرمایه‌گذاری در نیروی کار ماهر.<br>**بسیار زیاد:** تسلط بر بازار آمریکای شمالی با توسعه تولید خودروهای برقی ارزان و استفاده از فناوری‌های پیشرفته.<br>**زیاد:** نزدیکی به ایالات متحده و مزایای توافق‌نامه منطقه‌ای، اما با چالش زیرساختی و سیاسی مواجه است.<br>مکزیک |




مقایسه فروش خودروها در بازارهای کلیدی آسیای جنوب شرقی

**منابع بیشتر مربوط به اطلاعات این جدول:**

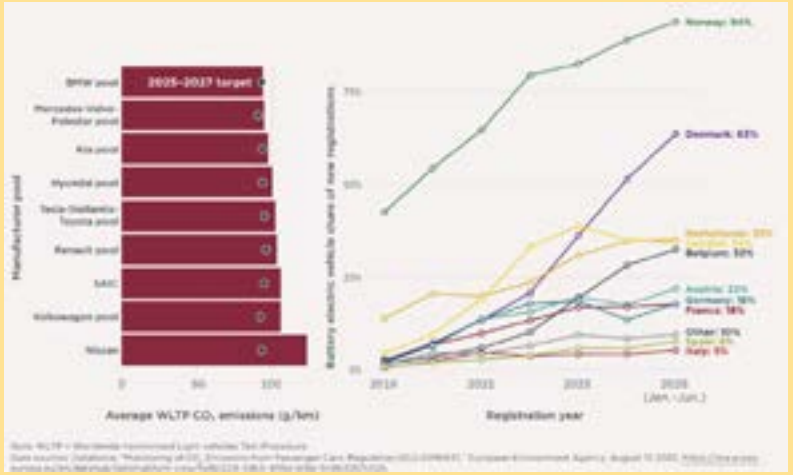
- https://www.marklines.com/en/report/rep2719_202408/
- https://www.z2data.com/insights/everything-you-need-to-know-about-china-plus-one/
- https://www.datoz.com/en/2024/03/05/mexico-one-of-the-countries-benefiting-from-the-china-plus-one-strategy/
- https://www.focus2move.com/mexico-cars-market/
- https://www.just-auto.com/analyst-comment/chinas-car-market-in-2024-growth-competition-and-transformation/
- https://www.frost.com/growth-opportunity-news/asean-automotive-market/
- https://www.strategic-risk-global.com/supply-chain-risk/the-rise-and-rise-of-china-plus-one-risk-strategies/1453004.article/

**مأخذ:** یافته‌های پژوهش.

## پیوست ۷. تعهد کاهش به انتشار در بازار اروپا

شورای بین‌المللی حمل و نقل پاک (ICCT) چندین نمودار آموزشی درباره اهداف دی‌اکسید کربن اتحادیه اروپا برای خودروهای سواری در سال ۲۰۲۵ ارائه می‌دهد. برای نمونه نمودار مقایسه‌ای ذیل از میزان انتشار دی‌اکسید کربن خودروسازان در اتحادیه اروپا و منطقه اقتصادی اروپا در سال ۲۰۲۴ را با توجه به تفاوت آن با اهداف تعیین شده برای سال ۲۰۲۵ نشان می‌دهد. براساس استاندارد آزمون WLTP، هدف میانگین انتشار دی‌اکسید کربن برای کل ناوگان خودرویی اتحادیه اروپا برابر با ۹۳.۶ گرم $CO_2$ در هر کیلومتر ($g\ CO_2/km$) تعیین شده است. نمودارهای میله‌ای نشان‌دهنده اختلاف میان میزان انتشار خودروها و اهداف مقررند؛ به‌طوری‌که پیش‌بینی می‌شود این اختلاف‌ها تا پایان سال ۲۰۲۵ به حداقل یا صفر برسند. برخی از تولیدکنندگان، مانند ولوو، توانسته‌اند پیش از موعد به اهداف مذکور دست یابند. در مقابل، برخی دیگر هنوز فاصله قابل‌توجهی با این اهداف دارند و بحث‌هایی میان منتقدان وجود دارد که آیا این خودروسازان قادر خواهند بود تا زمان مقرر به تعهدات خود عمل کنند یا خیر. درصورت عدم موفقیت، قانونگذاران اروپا جریمه‌هایی را اعمال خواهند کرد که میزان آن به دو عامل بستگی دارد: مقدار انحراف از هدف تعیین شده و تعداد خودروهای فروخته شده (حجم ناوگان). برای نمونه، شرکت فولکس‌واگن به‌دلیل حجم بالای فروش خود، علی‌رغم داشتن میانگین انتشار نسبی مناسب، با جریمه‌ای احتمالی معادل ۷.۷ میلیارد یورو مواجه است. در واقع تولیدکنندگانی که ناوگان بزرگ دارند، درصورت عدم کاهش انتشار یا بهره‌گیری از مکانیسم‌های خرید اعتبار کربنی، احتمال دارد با جریمه‌های سنگینی در سال ۲۰۲۵ روبه‌رو شوند. این وضعیت ضرورت تسریع در روند برقی‌سازی ناوگان را برای بسیاری از خودروسازان به یک پاسخ راهبردی درمورد چرایی خودروهای برقی تبدیل کرده است.

در چارچوب مقررات اتحادیه اروپا برای انتشار دی‌اکسید کربن وسایل نقلیه، «تجمیع» به عنوان یک استراتژی به‌کار می رود. این استراتژی به توافقی اشاره دارد که در آن دو یا چند خودروساز گروهی موسوم به تشکیل "Pool" را تشکیل می دهند و به عنوان یک واحد انتشار برای ارزیابی انطباقی تلقی می‌شوند. ثبت‌نام خودروها و میانگین انتشار دی‌اکسید کربن ناوگان شرکت‌های عضو پول تجمیع می‌شود و این گروه به‌صورت جمعی مسئول تحقق اهداف تعیین‌شده است. این سازوکار به‌ویژه برای خودروسازانی که میانگین انتشار بالاتری دارند اهمیت دارد، زیرا به آنها اجازه می‌دهد با شرکت‌هایی که مازاد انطباق دارند (اغلب شرکت‌های تخصصی خودروهای برقی) به جبران اضافات بپردازند. توافق‌های تجمیع باید به تأیید مقامات اتحادیه اروپا برسد و هرگونه جریمه ناشی از عدم انطباق بین اعضای گروه تقسیم می‌شود.
بر اساس آخرین داده‌های رسمی اتحادیه اروپا، خودروسازان اروپایی عمدتاً به واسطه استراتژی‌های تجمیع و گسترش فروش خودروهای برقی در مسیر تحقق اهداف کاهش دی‌اکسید کربن تا سال ۲۰۲۵ قرار دارند و احتمال پرداخت جریمه‌های سنگین برای اکثر شرکت‌ها بسیار کم است زیرا روند پذیرش خودروهای برقی در بازارهای بزرگ اروپا همچنان قوی است. همچنین بازارهای کوچک‌تر اروپا سهم قابل توجهی از خودروهای برقی را در سبد فروش خود تجربه کرده‌اند که این امر نقش مؤثری در کاهش ریسک عدم تحقق اهداف زیست‌محیطی برای صنعت خودرو این جغرافیا ایفا می‌کند.



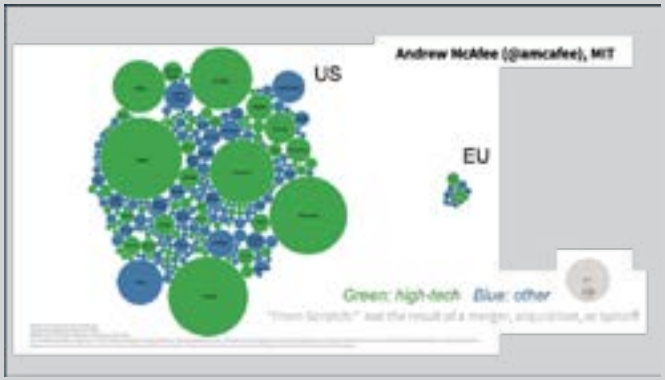

منابع مربوط به اطلاعات این جدول:

- https://theicct.org/viz-2025-manufacturer-co2-targets-versus-2023-fleet-performance
- https://theicct.org/wp-content/uploads/2025/09/ID-432-%E2%80%93-Transition-check-Report-final-v2.pdf/

**مأخذ:** همان.

## پیوست ۸. مقایسه اتحادیه اروپا و کشور آمریکا در استقرار شرکت‌های فناوری لبه علمی

این نمودار را اندرو مک‌آفی از دانشگاه ام‌ای‌تی منتشر کرده است. این نمودار به مقایسه شرکت‌های عمومی ایالات متحده و اتحادیه اروپا می‌پردازد که طی ۵۰ سال گذشته از ابتدا تأسیس شده‌اند و ارزش بازار آنها بیش از ۱۰ میلیارد دلار است. در این تصویر، هر حباب نمایانگر یک شرکت و اندازه آن نشان‌دهنده ارزش بازار شرکت مربوطه است. رنگ سبز حباب‌ها شرکت‌های حوزه فناوری پیشرفته را نمایش می‌دهد، درحالی‌که رنگ آبی نمایانگر شرکت‌هایی در سایر صنایع است. این نمودار به‌وضوح تفاوت چشمگیر میان ایالات متحده و اتحادیه اروپا را در ایجاد و توسعه شرکت‌های بزرگ و تکنولوژی‌محور نشان می‌دهد. بخش مربوط به ایالات متحده با تعداد زیادی از حباب‌های بزرگ و متنوع پر شده است در مقابل، بخش اتحادیه اروپا بسیار محدودتر است. این تفاوت قابل توجه اغلب به عواملی همچون تفاوت در دسترسی به سرمایه‌گذاری پرریسک، ساختارهای قانونی و نظارتی و فرهنگ کارآفرینی نسبت داده می‌شود.




این نمودار صرفاً بر شرکت‌هایی تمرکز دارد که طی نیم‌قرن اخیر از صفر شکل‌گرفته‌اند

این نمودار روند رشد بهره‌وری را براساس تولید به‌ازای هر ساعت کار در ایالات متحده، منطقه یورو و بریتانیا در سال‌های اخیر نشان می‌دهد. داده‌ها براساس شاخص ۱۰۰ در سال ۲۰۰۶ بازتنظیم شده‌اند تا امکان مقایسه میان این سه منطقه فراهم شود. نتایج حاکی از شکاف قابل‌توجه در عملکرد بهره‌وری میان ایالات متحده و اروپاست. ایالات متحده بالاترین نرخ رشد بهره‌وری را نشان می‌دهد. از سال ۲۰۰۶ تا سال ۲۰۲۴، بهره‌وری در این کشور به‌طور پیوسته افزایش یافته و به بیش از ۱۴۰ رسیده است. این رشد چشمگیر که در سال‌های پس از ۲۰۱۵ شتاب بیشتری گرفته، نشان‌دهنده توانایی ایالات متحده در بهره‌گیری از نوآوری‌ها، فناوری‌های پیشرفته و بهبود کارایی است. در مقابل، منطقه یورو روند کندتری را تجربه کرده است. بهره‌وری در این منطقه طی دوره مذکور نشان‌دهنده افزایش اندک و محدودیت‌های ساختاری مانند بازارهای کار غیرمنعطف و پذیرش کندتر فناوری‌های جدید است. بریتانیا ضعیف‌ترین عملکرد را در میان این سه منطقه دارد. بهره‌وری این کشور از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۲۴ فقط به حدود ۱۱۰ افزایش یافته است که حاکی از رشد بسیار ناچیز است.

**منابع بیشتر مربوط به اطلاعات این جدول:**

- https://geekway.substack.com/p/european-competitiveness-and-how/
- https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead_en/
- https://www.ft.com/

**مأخذ:** همان.

## پیوست ۹. رابطه میان متوسط مسافت طی شده توسط هر نفر با خودروهای شخصی و سرانه تولید ناخالص داخلی در کشورهای انتخابی

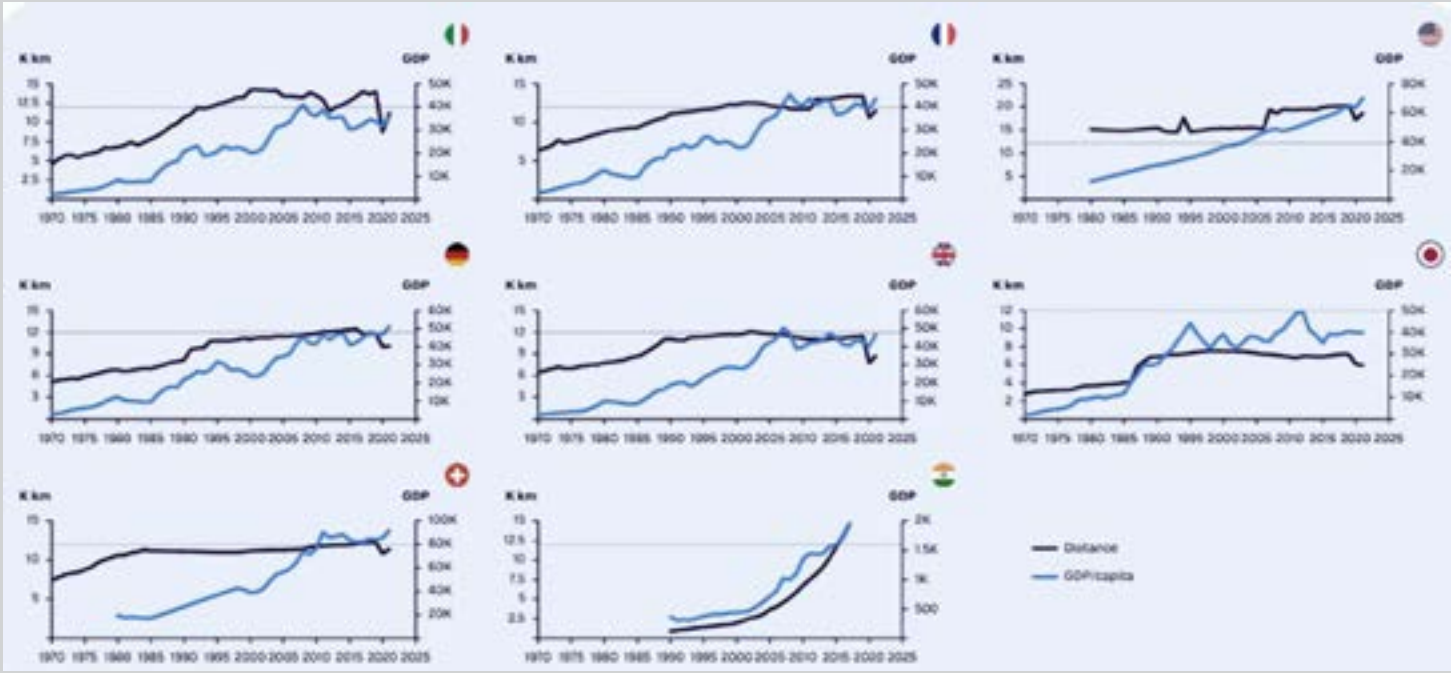
این نمودار ارائه شده رابطه میان متوسط مسافت طی شده توسط هر نفر با خودروهای شخصی و سرانه تولید ناخالص داخلی را در کشورهای مختلف نشان می‌دهد. این روندها را می‌توان به سه گروه اصلی براساس سطح توسعه اقتصادی و الگوی استفاده از خودروهای شخصی تقسیم کرد.

**کشورهای در حال توسعه (هند و مکزیک)**: در کشورهایی مانند هند و مکزیک، استفاده از خودروهای شخصی به‌شدت با رشد تولید ناخالص داخلی مرتبط است. در هند که تولید ناخالص داخلی سرانه کمتر از ۲,۵۰۰ دلار است، میانگین مسافت طی شده کمتر از ۲,۰۰۰ کیلومتر در سال است. این امر نشان‌دهنده محدودیت در توانایی مالی مردم برای خرید خودروهای شخصی و همچنین کمبود زیرساخت‌های مناسب است. بااین‌حال، هم‌زمان با رشد اقتصادی، استفاده از خودروهای شخصی به‌طور پیوسته افزایش می‌یابد و نشان می‌دهد که هند همچنان در مرحله رشد استفاده از خودروهای شخصی قرار دارد. در مکزیک نیز با افزایش تولید ناخالص داخلی از ۵,۰۰۰ به ۱۰,۰۰۰ دلار، مسافت طی شده به حدود ۵,۰۰۰ کیلومتر در سال می‌رسد. این مقدار نشان‌دهنده یک مرحله تثبیت است که به‌دلیل محدودیت‌های اقتصادی همچنان پایین‌تر از کشورهای توسعه‌یافته باقی مانده است.

**کشورهای اروپایی (ایتالیا، فرانسه، آلمان و سوئیس)**: در کشورهای اروپایی، استفاده از خودروهای شخصی با رشد تولید ناخالص داخلی در مراحل اولیه توسعه اقتصادی افزایش می‌یابد؛ اما پس از رسیدن به سطح خاصی از تولید ناخالص داخلی (بین ۳۵,۰۰۰ تا ۵۰,۰۰۰ دلار)، این روند تثبیت می‌شود. برای مثال، در ایتالیا، استفاده از خودروهای شخصی پس از عبور تولید ناخالص داخلی از مرز ۳۵,۰۰۰ دلار، در حدود ۱۲,۰۰۰ کیلومتر در سال ثابت می‌شود. فرانسه نیز الگوی مشابهی دارد و پس از رسیدن تولید ناخالص داخلی به ۴۰,۰۰۰ تا ۴۵,۰۰۰ دلار، میانگین مسافت طی شده به حدود ۱۳,۰۰۰ کیلومتر در سال تثبیت می‌شود. آلمان و سوئیس نیز با میانگین مسافت طی شده‌ای بین ۱۲,۰۰۰ تا ۱۴,۰۰۰ کیلومتر در سال و در محدوده تولید ناخالص داخلی مشابه به مرحله تثبیت می‌رسند.

**ایالات متحده و ژاپن**: ایالات متحده و ژاپن الگوهای منحصربه‌فردی را نشان می‌دهند که ناشی از شرایط اقتصادی و فرهنگی خاص آنهاست. در ایالات متحده، استفاده از خودروهای شخصی تا زمانی که تولید ناخالص داخلی به بیش از ۵۰,۰۰۰ دلار برسد، به‌سرعت افزایش می‌یابد و سپس در حدود ۱۷,۰۰۰ کیلومتر در سال تثبیت می‌شود. این سطح بالاتر نسبت به اروپا منعکس‌کننده وابستگی فرهنگی ایالات متحده به خودروها به‌دلیل سبک زندگی حومه‌نشینی و محدودیت‌های حمل‌ونقل عمومی است. در مقابل، ژاپن با میانگین مسافت طی شده‌ای کمتر (حدود ۱۰,۰۰۰ کیلومتر در سال) تثبیت می‌شود؛ این امر عمدتاً ناشی از تراکم بالای شهرها و شبکه گسترده حمل‌ونقل عمومی است که وابستگی به خودروهای شخصی را کاهش داده است. این مسئله حاکی از آن است که پس از دستیابی به سطح معینی از رفاه اقتصادی و توسعه زیرساخت‌ها، افزایش درآمد تأثیر چندانی بر استفاده بیشتر از خودروهای شخصی ندارد. عواملی مانند شهرنشینی، افزایش دسترسی به حمل‌ونقل عمومی و آگاهی شهروندان از اولویت‌های زیست‌محیطی ممکن است در این تثبیت نقش داشته باشند.

گفتنی است که کشورهای جنوبی حوزه خلیج فارس گروه متمایزی را تشکیل می‌دهند که در آن، درآمد سرانه بالا منجر به تثبیت استفاده از خودروهای شخصی نمی‌شود. عواملی همچون شرایط آب‌وهوایی سخت، ترجیحات فرهنگی، طراحی شهری و محدودیت در حمل‌ونقل عمومی، وابستگی بالای این کشورها به خودروهای شخصی را حفظ کرده است. این ویژگی کشورهای جنوبی حوزه خلیج فارس را از دیگر مناطق با درآمد سرانه بالا، مانند اروپا یا ژاپن و آمریکا متمایز می‌سازد.




**منابع بیشتر مربوط به اطلاعات این جدول:**

- https://www.oecd.org/en/publications.html/
- ITF (2023), ITF Transport Outlook 2023, OECD Publishing, Paris

**مأخذ:** همان.

**گزیده سیاستی**

اتحادیه اروپا بر کاهش کربن تا سال ۲۰۵۰، ایالات متحده بر احیای تولید داخلی و استقلال انرژی و چین به‌عنوان ابزاری برای تقویت موقعیت فناورانه و اقتصادی خود و مدیریت زنجیره تأمین این صنعت در جهان تمرکز دارد.


مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی)، پلاک ۸۰۲

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی ۱۵۸۷۵ ۵۸۵۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وبسایت: rc@majles.ir