موسسه مطالعات و پژوهش های بازرگانی

اقتصاد حمل و نقل عمومی برقی

گزارش دوم: حمل و نقل برقی، الزام توسعه پایدار اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی

(برگرفته از گزارش بانک جهانی)

مهر ماه ۱۴۰۲

فهرست مطالب

۱. مقدمه ۳

۲. محرکان گذار تحرک برقی ۵

۲-۴. موتوری‌سازی سریع ۵

۲-۲. نگرانی‌های زیست محیطی ۵

۲-۳. تغییرات تکنولوژیکی ۷

۳. اثرات زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی گذار تحرک برقی ۸

۳-۱. اثرات زیست محیطی ۹

۳-۲. اثرات اقتصادی ۹

۳-۲-۱. زنجیره تامین وسیله نقلیه ۱۰

۳-۲-۲. زنجیره تامین باتری‌ها ۱۲

۳-۲-۳. زنجیره تامین سوخت‌رسانی و نگهداری ۱۳

۳-۲-۴. زنجیره تامین سوخت فسیلی ۱۴

۳-۲-۵. زنجیره تامین برق ۱۵

۳-۳. اثرات اجتماعی ۱۶

۴. نتیجه‌گیری ۱۷

۴-۱. سیستم حمل‌ونقل پایدار به بیش از برقی‌کردن وسایل نقلیه نیاز دارد ۱۷

۴-۲. کارآمدی و بازدهی، اولویت‌های سیستم حمل‌ونقل پایدار و فراگیر ۱۷

۴-۲-۱. کارآمدی سیستم حمل‌ونقل ۱۷

۴-۲-۲. افزایش بازدهی سفر با تشویق به جایگزینی حالت‌های حمل‌ونقل ۱۸

۴-۲-۳. بهبود کارایی وسایل نقلیه در همه حالت‌های حمل‌ونقل ۱۸

منابع و مراجع ۱۹

۱. مقدمه

تحرک[1] برای توسعه اجتماعی و اقتصادی لازم است، اما در شکل فعلی آن، بخش حمل‌ونقل در بیشتر کشورها پایدار نخواهد بود. آلودگی جزء جدی‌ترین مسائل بخش حمل‌ونقل می‌باشد، که برآورد شده باعث ۷/۸ میلیون سال، اتلاف حیات در سال می‌شود، که به معنای ۱ تریلیون دلار خسارت جانی در جهان است (اننبرگ و همکاران[2]، ۲۰۱۹). از طرفی حمل‌ونقل محرک اصلی گرمایش جهانی نیز می‌باشد، که تقریبا یک چهارم گازهای گلخانه‌ای جهان ناشی از سوخت‌های فسیلی است (IEA[3]، ۲۰۲۰). علی‌رغم ذخایر وسیع وسایل نقلیه در کشورهای صنعتی و تداوم موتوری‌شدن[4] سریع در کشورهای با درآمد پایین و متوسط[5]، نیاز به غیرکربنی کردن حمل‌ونقل مبرم است. وسایل نقلیه برقی[6] به این منظور کمک می‌کنند، و مکمل اولویت‌هایی مانند حرکت به سمت حمل‌ونقل عمومی غیرموتوری هستند. تغییرات تکنولوژیکی (در اینجا ظهور وسایل نقلیه برقی) به مثابه تغییرات مختل‌کننده و مهمی در بخش‌های مرتبط با حمل‌ونقل خواهند بود، که به نوعی این تغییرات نیروی اقتصادی بزرگ در بیشتر کشورها هستند. سیاست

1. Mobility
2. Annenberg & et al
3. IEA (International Energy Agency)
4. motorization
5. lowand middle-income countries (LMICs)
6. Electric vehicles (EVs)

عمومی خوب می‌تواند گذار یکنواخت را تضمین کند. بنابراین کشورها باید آماده شوند و گذار تحرک برقی را بعنوان یک عنصر مهم در حرکت به سمت یک سیستم انرژی و حمل‌ونقل پایدار ارتقا دهند. در این گزارش، وسایل نقلیه برقی به یک وسیله نقلیه برقی باتری‌ای یا وسیله نقلیه برقی دوشاخه‌ای هیبریدی اشاره می‌کند.

تقریبا ۱۳۰ سال بعد از ظهور قدیمی‌ترین وسایل نقلیه برقی، برقی‌کردن[1] حمل‌ونقل به نقطه اوج خود می‌رسد (اسپرلینگ[2]، ۲۰۱۸). شرکت های خودروسازی متعدد اعلام کرده‌اند به سمت تولید وسیله نقلیه برقی حرکت می‌کنند، و با رقابت سخت شرکت‌های برقی تازه تاسیس روبرو هستند. کشورها، ممنوعیت روی ثبت و یا بکارگیری موتورهای احتراق داخلی در آینده نزدیک گذاشته‌اند (واپلهرست[3]، ۲۰۲۰). پیشرفت‌های فناوری بیشتر و صرفه‌جویی‌های مقیاس، به طور قابل توجهی هزینه مؤلفه‌های کلیدی (برای مثال بسته‌های باتری) را در وسایل نقلیه برقی کم می‌کنند. در برخی از بازارها، وسایل نقلیه برقی، هزینه کل مالکیت کمتری نسبت به وسایل نقلیه موتوری احتراق داخلی[4] دارند.

مانند هر تغییر تکنولوژیکی، گذار تحرک برقی، برندگان و بازندگانی را به وجود می‌آورد. این پدیده، زیر ساخت مبتنی بر سوخت فسیلی پیچیده و عظیمی که در بیش از ۱۰۰ سال ایجاد شده را کم می‌کند. این گذار بر نحوه ساخت و مبادله وسایل نقلیه، نحوه سوخت‌گیری و خدمات آنها اثر می‌گذارد. در این گذار فرصت‌های شرکت‌های کارآفرین، متعدد خواهند بود. اما بسیاری از شرکت‌ها، با این گذار تعدیل دردناکی را تجربه خواهند کرد و یا این بخش را ترک خواهند کرد. گردش بازار کار می‌تواند قابل ملاحظه باشد. احتمالا مشاغل در تولید خودرو فراتر از آنهایی که در اتوماسیون از دست رفته‌اند، از دست می‌روند. در حوزه‌های دیگر، مانند ایجاد یک زیرساخت شارژ برای این وسایل نقلیه برقی، مشاغل جدید خلق می‌شوند.

برقی‌سازی فقط یکی از راه‌های غیرکربنی‌سازی بخش حمل‌ونقل است. همچنین برقی‌سازی فقط یک عنصر در سیاست حمل و نقل جامع و پایدار است. برقی‌سازی وسایل نقلیه فقط به مساله آلودگی می‌پردازد اما به عوامل خارجی و اقدامات دیگر بخش حمل‌ونقل از قبیل ازدحام، ایمنی جاده یا مقدار بالای زمینی که زیرساخت حمل‌ونقل نیاز دارد، کاهش سفر غیرضروری، ایمن‌تر کردن، ارزان‌تر کردن و راحت‌تر کردن سفر غیرموتوری و ترانزیت عمومی توجهی نمی‌کند.

این گزارش در مورد مفاهیم توسعه گذار تحرک برقی در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای مسافر متمرکز است. این گزارش در ادامه استدلال می‌کند که تحرک برقی، اثرات زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی مهمی بر روی کشورهای با درآمد پایین و متوسط خواهد داشت و در انتها به کارآمدی، بازدهی و اولویت‌های یک سیستم حمل‌ونقل پایدار و فراگیر می‌پردازد.

1.electrification
2. Sperling
3. Wappelhorst
4. internal combustion engine vehicles (ICEVs)

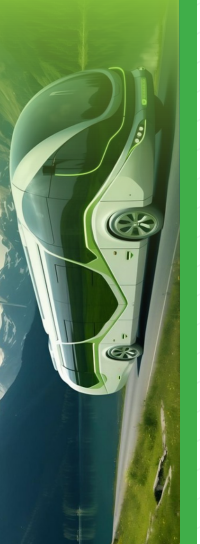
۲. محرکان گذار تحرک برقی

۲-۴. موتوری‌سازی سریع

تحرک، یک نیاز بنیادی است و بیشتر مردم حمل‌ونقل شخصی را ترجیح می دهند. مالکیت یک وسیله نقلیه؛ دسترسی به خدمات، مشاغل و فرصت‌های دیگر را آسان‌تر می‌کند. در حقیقت یک وسیله نقلیه، یک خرید مشتاقانه‌ای است و نماد جایگاه[1]است. بیش از ۱/۲ میلیارد وسیله نقلیه- ماشین های سواری، اتوبوس‌ها، مینی‌بوس‌های سفری، کامیون‌ها و تراکتورها- در جهان در سال ۲۰۱۸ مورد استفاده بودند. در بیشتر سال‌ها، جمعیت خودرو تا بیش از ۴ درصد رشد می‌کند، که بیشترین افزایش در شرق آسیا و منطقه اقیانوسیه می‌باشد. از آنجایی‌که مالکیت وسیله نقلیه در کشورهایی با درآمد بالا نزدیک سطوح اشباع است، دو سوم افزایش مالکیت خودرو در کشورهایی اتفاق می‌افتد که اعضای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نیستند (سیمس و همکاران[2]، ۲۰۱۴). این افزایش ناوگان جهانی می‌توانست عظیم‌تر از این باشد؛ اگر چین (۱۶۶ وسیله نقلیه در هر ۱۰۰۰ نفر در سال ۲۰۱۸) قرار بود به نرخ موتوری‌سازی مانند استرالیا یا لهستان برسد، (حدود ۷۷۰ میلیون وسیله نقلیه اضافه می‌شد. افزایش مالکیت وسیله نقلیه می‌تواند مزایای اجتماعی و شخصی بدهد، که به این دلیل است که بسیاری از دولت ها، مالکیت خودرو را تشویق می‌کنند. اما این مزایا با هزینه های اجتماعی قابل ملاحظه‌ای همراه هستند.

۲-۲. نگرانی‌های زیست محیطی

وسایل نقلیه‌ای که از موتورهای احتراق داخلی (درون‌سوز) استفاده می کنند علاوه بر آلودگی محلی، اثری مخرب بر روی سلامتی جوامع محلی دارد و منجر به گرمایش جهانی می‌شود. آلودگی هوای محلی ناشی از حمل‌ونقل منجر به بیماری قلبی و ریوی، سرطان، مشکلات بارداری، و پیامدهای بد تولد می‌شود. سوختن بنزین یا سوخت دیزل باعث آزاد شدن اکسید نیتروژن، مونوکسید کربن، ازن، اکسید سولفور و ترکیبات آلی فرار می شود. از تجمیع ترکیبات آلی فرار، ذرات درشت (PM۱۰) و ذرات ریز (PM۲٫۵) تشکیل می‌شود. تماس با این ذرات می‌تواند بر سلامت روان نیز اثر بگذارد (بریثویت و همکاران[3]، ۲۰۱۹). اثرات آلودگی هوا بر سلامت جوامع بشری به دولت‌ها انگیزه داده تا کنترل کیفیت هوا را سخت‌تر کنند. بر اساس یک تخمین، مرگ سالانه جهانی ناشی از تماس با ازن و ذرات ریز (PM۲٫۵) مرتبط با ترافیک را ۳۸۵۰۰۰ در سال ۲۰۱۵ بیان می‌کند، که معادل ۱۱/۴ درصد مرگ کلی در جهان است (اننبرگ و همکاران[4]، ۲۰۱۹). کشورهای فقیرتر

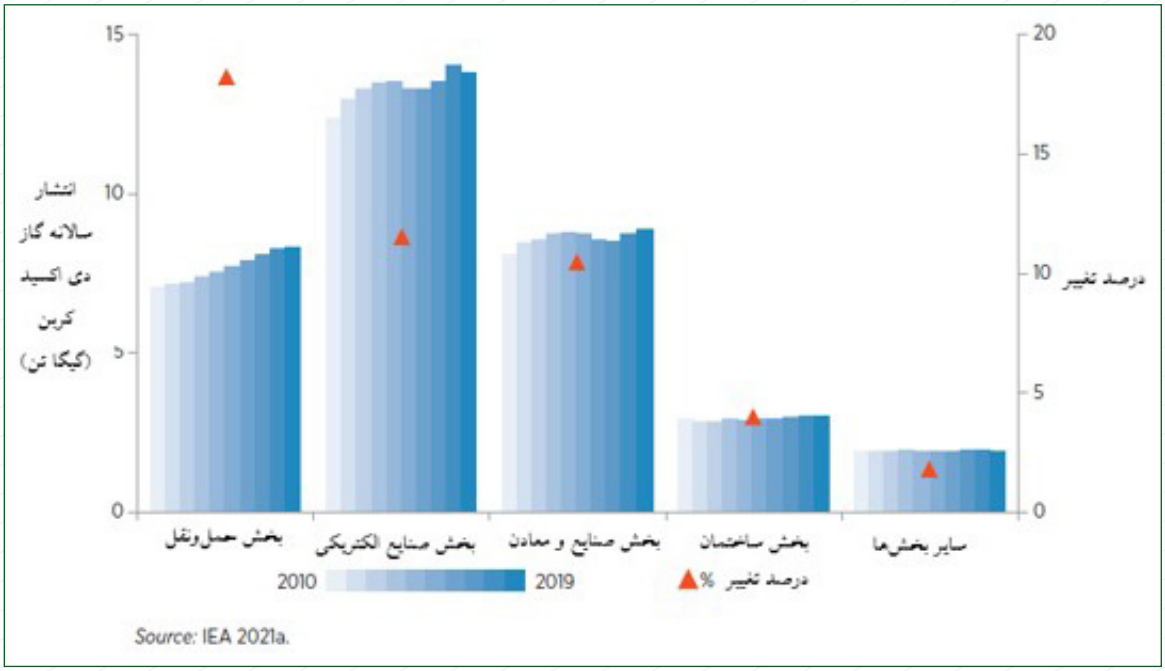


1. status symbol
2. Sims & et al
3. Braithwaite & et al
4. Annenberg & et al

(خانوارهایی با موقعیت اقتصادی-اجتماعی پایین) با داشتن وسیله نقلیه کهنه‌تر، آلودگی هوای بالاتری را تجربه می‌کنند. خانوارهای فقیرتر احتمال بیشتری دارد نزدیک منابع آلودگی (از قبیل جاده‌هایی با ترافیک سنگین) زندگی کنند. کودکان فقیرتر وقت بیشتری را در بیرون سپری می کنند و خانوارهای آنها توانایی مالی برای کاهش این آلودگی (مانند استفاده از تصفیه‌کننده هوا) را ندارند. تجزیه‌وتحلیل داده‌های ماهواره‌ای در دارالسلام[1] نشان می‌دهد که نواحی‌ای که حجم ترافیک و آلودگی هوای بالایی دارند، مردمان آن محله دارای مشکلات بهداشتی و سلامتی جدی می‌باشند (داسگوپتا، لال، و ویلر[2]، ۲۰۲۰).

احتراق سوخت‌های فسیلی نیز آلاینده‌هایی از قبیل کربن سیاه و دی اکسید کربن تولید می‌کنند که عامل مهمی در گرمایش جهانی دارند. در سال ۲۰۱۹، نفت بیش از ۹۰ درصد انرژی کل مصرف شده توسط بخش حمل‌ونقل را تامین کرد، که تقریبا ۸/۵ گیگاتن دی اکسید کربن تولید می‌کند (گازهای گل‌خانه‌ای در سال ۲۰۲۰ طی پاندمی کووید ۱۹ به ۷ گیگاتن دی اکسید کربن سقوط کردند) به عبارتی نفت حدود یک چهارم همه گازهای گلخانه‌ای جهان را تولید می‌کند (IEA[3]، ۲۰۲۱). گازهای گلخانه‌ای به سرعت افزایش یافته‌اند زیرا پیشرفت در بازدهی سوخت کمتر از چیزی است که با وسایل نقلیه بیشتر و بزرگتر و حجم سفر بیشتر جبران شود. در واقع، بخش حمل و نقل تنها بخش است که گازهای گلخانه‌ای آن دائما طی دهه گذشته افزایش یافته است (شکل ۱). در سال ۲۰۱۷، گازهای گلخانه‌ای تقریبا سه برابر سال ۱۹۷۰ بودند، که ۷۰ درصد از حمل‌ونقل جاده‌ای نشات می‌گیرد (جارامیلو و همکاران[4]، ۲۰۲۲).

1. Dar es Salaam
2. Dasgupta, Lall & Wheeler
3. IEA (International Energy Agency)
4. Jaramillo & et al



شکل۱. انتشار سالانه گاز دی‌اکسید کربن طی سال ۲۰۱۰-۲۰۱۹

۲-۳. تغییرات تکنولوژیکی

امروزه برقی‌سازی حمل‌ونقل با استفاده از برق پاک و تجدیدپذیر[1] به دلیل پیشرفت‌های مهم تکنولوژیکی میسر است. پیشرفت‌های تکنولوژیکی در این حوزه عبارتند از: فناوری موتورهای برقی و باتری‌ای؛ دیجیتالی‌شدن تولید و مدیریت وسایل نقلیه و زیرساخت شارژ؛ و تولید برق و حرکت از انرژی کثیف به انرژی پاک. باتری های قوی و کارآمد مهمترین پیشرفت فناوری هستند. باتری‌ها حدودا یک سوم قیمت کل یک وسیله نقلیه برقی را به خود اختصاص می دهند (کونیگ و همکاران[2]، ۲۰۲۱)، اما هزینه استفاده از آنها به سرعت در حال کاهش است. قیمت واقعی سلول‌های یون-لیتیم باتری از زمان معرفی تجاری آنها در اوایل سال ۱۹۹۰، حدود ۹۷ درصد افت کرده است. بیش از دو سوم انرژی استفاده شده توسط وسایل نقلیه برقی به صورت گرما تلف می شود، در حالیکه وسایل برقی از بیش از سه چهارم برق ارائه شده توسط شبکه استفاده می کنند (اداره انرژی آمریکا[3]، ۲۰۱۱).

دیجیتالی‌شدن دومین حوزه مربوط به تغییر تکنولوژیکی است، زیرا وسایل برقی از نظر اجزای مکانیکی خود بسیار ساده تر هستند اما به الکترونیک پیچیده تری تکیه می کنند. یک وسیله برقی ممکن است شامل

1. clean & renewably
2. Knig & et al
3. US Department of Energy

بیش از ۱۰۰ نیمه رسانا برای مدیریت باتری ها، سنسورهای کنترل انتقال قدرت و اجزای ارتباطاتی و ایمنی مختلفی شوند. فناوری های دیجیتال نیز در تاسیسات تولید وسیله نقلیه جدید، مهم هستند. از آنجایی که وسایل نقلیه برقی اساسا نسبت به دیگر وسایل نقلیه متفاوت اند، شرکت های خودرو سازی، کارخانه های جدید و بسیار خودکاری ساخته‌اند. زیرساخت شارژ برقی نیز وابسته به فناوری اطلاعات و ارتباطات است.

نوآوری به سبزشدن تولید برق نیز سود رسانده است. برقی‌سازی وسایل نقلیه با انرژی پاک یکی از مهم‌ترین عوامل در تعیین این موضوع است که یک وسیله نقلیه تا چه میزان اقلیم دوست خواهد بود. تحرک با استفاده از سوخت برق می‌تواند زیرساخت پیچیده تامین سوخت‌های فسیلی را منسوخ کند. به‌دست‌آوردن بنزین، مستلزم اکتشاف، استخراج، حمل‌ونقل، تصفیه و توزیع محصولات است (۵/۲ تریلیون دلار، حدودا ۶/۵ درصد GDP جهانی در سال ۲۰۱۷ (مهدوی، مارتینز-الوارز و راس[1]، ۲۰۲۰). همانطور که از جدول۱ مشاهده می‌شود، هزینه‌های تولید برق به وسیله فناوری‌های تجدیدپذیر به شدت افت کرده‌اند.

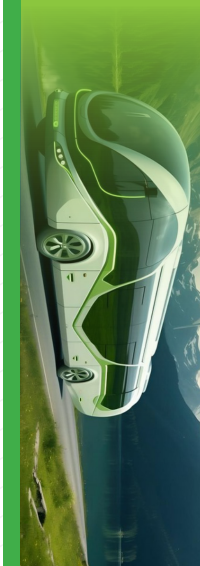
جدول۱. درصد کاهش هزینه تولید برق از فناوری های نوین از سال ۲۰۱۰-۲۰۲۱

فناوری تولید برق بادهای دریایی	فناوری تولید برق بادهای خشکی	فناوری تولید برق پانل‌های فتوولتائیک	فناوری تولید برق انرژی خورشیدی
٪۱۹	٪۴۸	٪۸۸	٪۷۹

Source: IRENA 2020

۳. اثرات زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی گذار تحرک برقی

گذار تحرک برقی در بسیاری از اقتصادهای پردرآمد و نوظهور در جریان است و در کشورهای با درآمد متوسط یا حتی پایین در حال شتاب است. **هنگامی‌که گذار تحرک برقی آشکار می‌شود، بر روی سه حوزه حساس در کشورهای با درآمد پایین و متوسط اثر خواهد گذاشت: محیط زیست، اقتصاد و رفاه اجتماعی. این حوزه‌ها سه رکن توسعه هستند:** پایداری[2]، رشد[3] و شمول[4]. پایداری محرک اصلی این گذار است، اما اقتصاد در موفقیت آن نقش اساسی خواهد داشت زیرا برقی‌شدن حمل‌ونقل چندین زنجیره تامین و بازار را تحت تاثیر قرار می‌دهند: وسایل نقلیه و قطعات، مواد خام، سوخت‌هایی که از دور خارج می‌شوند و سوخت‌هایی که جایگزین آنها می‌شوند. تغییرات و اختلالات در هر یک از این زنجیره‌ها و یا بازارها می‌تواند پیامدهای اجتماعی داشته باشند، بخصوص در بازار کار، که برخی از انواع مشاغل از بین می‌روند و یا ایجاد می‌شوند.



1. Mahdavi, Martinez-Alvarez & Ross.
2. sustainability
3. growth
4. inclusion

۳-۱. اثرات زیست محیطی

کاهش اثر زیست محیطی بخش حمل‌ونقل، انگیزه اصلی برای سیاست‌های بکارگیری و ارتقای وسایل برقی است. برای کشورهای توسعه یافته و از چشم‌انداز جهانی، کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن، اولویت اصلی و انگیزه‌ای قوی برای بکارگیری سریع وسایل برقی است. اما برای کشورهای در حال توسعه، مبرم‌ترین و آشکارترین انگیزه‌ها وابسته به کاهش آلاینده‌های محلی، بهبود مشکلات سلامتی وابسته به آلاینده‌ها، نیاز به کیفیت هوای بهتر و کاهش سروصدا هستند. هزینه های کمتر مالکیت و کنترل یک وسیله برقی، اثر جانبی مفیدی است که گذار تحرک برقی را تقویت خواهد کرد.

آلودگی هوای محلی (NOx، PM و دی اکسید سولفور (SO۲)) و آلودگی اقلیم جهانی (CO۲) هردو توسط وسایل نقلیه تولید می شوند.. سوخت های فسیلی مستلزم استخراج، حمل و نقل، پالایش و توزیع هستند. تولید برق نیز هنوز تا حد زیادی وابسته به سوخت های فسیلی است. عملکرد وسایل نقلیه موتوری احتراق داخلی باعث انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود که این مورد در بسیاری از کشورها از طریق استانداردهای یورو به شدت کنترل می‌شود. کشورهای مصر و هند هر دو به شدت وابسته به سوخت‌های فسیلی هستند. اما مصر کاهش‌های شدیدی در انتشار (اکسید فسفر) Sox داشته است، زیرا از گاز طبیعی برای ۷۰ درصد تولید برق خود استفاده می کند، در حالیکه هند که وابسته به ذغال سنگ است، فلذا کاهش انتشار رو به رشد SOx ناشی از تولید وسایل برقی است. ویتنام بیشترین کاهش انتشار CO۲ سالانه (حدودا ۲۸ درصد) را با افزایش تولید وسایل نقبیه برقی شاهد خواهد بود.

آلودگی هوای محلی اثر مخرب فوری بر سلامتی انسان دارد. ادبیات گسترده‌ای در مورد اثرات کاهش سلامتی بر کاهش بهره‌وری تا افزایش میزان مرگ و میر، این موارد را تفصیل می‌کنند. آسیب‌های سلامتی در کشورهایی که درآمد کمتری دارند جدی‌تر هست (روی[1]، ۲۰۱۶؛ بانک جهانی[2]، ۲۰۲۲).

۳-۲. اثرات اقتصادی

بیش از ۱۰۰ سال است که تولیدکنندگان خودرو، موتورهای احتراق داخلی ساخته‌اند. با حمایت سیاست‌های دولت‌ها و اقتصادها از وسایل برقی، این تولیدکنندگان شروع به تجهیز مجدد تاسیسات تولید خود کرده‌اند. در سال ۲۰۱۹، ۶۱ درصد تولید وسیله نقلیه موتوری جهانی- به عبارتی بیش از ۵۶ میلیون وسیله نقلیه- فقط در پنج کشور چین، آلمان، هند، ژاپن و آمریکا تولید آن صورت گرفته است. (OICA[3]، ۲۰۱۹). ۱۰ کشور جهان، ۸۰ در صد تولید را به خود اختصاص می دهند. برزیل، مکزیک، فدراسیون روسیه، تایلند و ترکیه نیز بخش تولید خودروی وسیعی

1. Roy
2. World Bank
3. OICA (International Organization of Motor Vehicle Manufacturers)

دارند. بیشتر تاسیسات تولید تحت مالکیت شرکت های چندملیتی بزرگ هستند. ۵ تولید کننده خودرو در جهان، ۴۳ درصد وسایل نقلیه را تولید می‌کنند.. پنج شرکت خودروساز چینی، میان ۲۰ شرکت اصلی تولید خودرو هستند.

۳-۲-۱. زنجیره تامین وسیله نقلیه

تولیدکنندگان خودرو جهانی، سرمایه‌های عظیمی برای تحقیق و توسعه جهت طراحی اجزای وسیله نقلیه پیچیده و ساخت تاسیسات تولید بزرگ دارند. اما وسایل نقلیه برقی قطعات مکانیکی کمتری دارند و نیازمند قطعاتی مانند گیربکس، سیستم‌های سوخت یا مبدل‌های کاتالیزوری نیستند. بنابراین اثر این گذار برای شرکت‌هایی که موتورهای گازی یا دیزلی پیچیده می‌سازند بسیار تاثیرگذار خواهد بود. (به عنوان مثال؛ برای عرضه کنندگانی که قطعات و اجزایی که در وسایل نقلیه برقی مورد نیاز نیستند حتی تاثیرگذارتر باشد). شرکت‌های بین‌المللی خودروسازی شبکه‌های عرضه‌کننده محلی در کشورهایی ساخته‌اند که وسایل نقلیه را تولید یا مونتاژ می‌کنند. بنابراین، افت تقاضا برای قطعات خودرو بر عرضه‌کنندگان در کشورهایی مانند مکزیک یا ترکیه تاثیرگذار است. در مقابل، تولید قطعات کلیدی برای وسایل نقلیه برقی مانند موتورها و باتری‌ها هنوز بسیار متمرکز در برخی کشورها است. بیشتر سلول‌های یون-لیتیم باتری امروزه در چین تولید می‌شوند، اگرچه بخشی از تولید این قطعه در مجارستان، ژاپن، جمهوری کره و آمریکا صورت می‌گیرد.

با گذار تولید وسایل نقلیه از سیستم‌های موتور پیچیده به مونتاژ بسته‌های باتری و موتورهای برقی، ارزش افزوده در وسایل نقلیه از ادغام هوشمندانه قطعات نشات خواهد گرفت. این گذار جایی برای واردشوندگان جدید باقی می‌گذارد که ممکن است حتی با تولید کمتر، رقابتی شوند و می تواند فرصت عالی برای تولیدکنندگان یا کارخانه‌های مونتاژ در کشورهای با درآمد متوسط و پایین باشد. در واقع، تولیدکنندگان بزرگ خودرو و شرکت های فناوری در حال همکاری با مونتاژکننده‌های خودروی محلی در آفریقا، آسیا، و آمریکای لاتین هستند تا خطوط مونتاژ وسایل نقلیه برقی را تقویت کنند (ارویو-ارویو و وسین[1]، ۲۰۲۱). استارت آپ های مبتکر در کنیا، رواندا و اوگاندا[2] در حال ظهور هستند تا به زنجیره‌های تامین وسایل نقلیه برقی ارزان برسند؛ بالاخص برای دوچرخه ها و حتی گزینه‌های ارزان برای اتوبوس و کامیون که در آنها بدنه وسیله نقلیه تطبیق یافته و سیستم انتقال قدرت برقی نصب شده است. اوپیبوس کنیا[3] نمونه ای از چنین استارت آپی است.

سیاست های اقلیمی و آب‌وهوایی به طور سخت‌گیرانه از کارخانه‌های تولید انرژی‌های پاک حمایت می‌کنند (به عنوان مثال؛ تولید باتری وسایل نقلیه برقی). هرچه اثر کربن کمتر باشد، مزیت زیست محیطی وسیله نقلیه

1. Arroyo-Arroyo, Fatima & Vincent Vesin
2. Kenya, Rwanda and Uganda
3. Kenya's Opibus

برقی نسبت به وسیله نقلیه موتوری احتراق داخلی بیشتر خواهد بود. تولید یک ماشین بنزینی قدیمی، حدود ۵ متریک تن CO_2 منتشر و تقریبا ۱۰۰ گیگاژول انرژی مصرف می کند، درحالیکه تولید یک وسیله نقلیه برقی باتری‌ای (با فرض ۲۴ کیلو وات ساعت باتری) بیش از ۸ متریک تن گسیل CO_2 منتشرو حدودا ۱۸۰ گیگاژول انرژی مصرف می کند. باتری یون-لیتیم به تنهایی به طور متوسط ۳ متریک تن CO_2 منتشر می‌کند (هلمز، کمپر و لمبرچت[1]، ۲۰۱۵).

گذار سریع به تحرک برقی در کشورهای صنعتی می‌تواند صادرات وسایل نقلیه موتوری احتراق داخلی دست دوم به کشورهای با درآمد پایین و متوسط را تسریع کند. حجم این صادرات نیز از قبل بالا بود (UNEP[2]، ۲۰۲۰). در سال ۲۰۱۸، اتحادیه اروپا، ژاپن و آمریکا تقریبا ۴ میلیون خودروی دست دوم صادر کردند، که بیش از ۸۰ درصد آن به کشورهای با درآمد پایین و متوسط بود. اتحادیه اروپا، منبع بیش از نیمی از کل بود، به دنبال آن ژاپن (۲۷ درصد) و آمریکا (۱۸ درصد). آفریقا، جایی که وسایل نقلیه سبک کارکرده ۶۰ درصد از بازار خودروهای آن را تشکیل می دهند، بزرگترین واردکننده (۴۰ درصد)، شرق اروپا (۲۴ درصد)، منطقه آسیا و اقیانوسیه (۱۵ درصد)، خاورمیانه (۱۲ درصد) و آمریکای لاتین (۹ درصد) بود. همانطور که از جدول ۲ مشاهده می‌شود؛ میان کشورها، صربستان، امارات و نیجریه، بیشترین تعداد خودروهای دست دوم را از سه منطقه صادرکننده اصلی (اتحادیه اروپا، ژاپن و آمریکا) وارد کردند.

جدول۲. ۱۰ بازار بزرگ وارداتی خودروهای دست دوم در سال ۲۰۱۸

رتبه	بازار(کشور)	تعداد واردات
۱	صربستان	۲۶۰,۰۷۸
۲	امارات متحده عربی	۲۳۸,۸۱۰
۳	نیجریه	۲۳۸,۷۶۰
۴	اوکراین	۱۷۳,۰۱۱
۵	لیبی	۱۶۱,۸۱۴
۶	بوسنی و هرزگوین	۱۳۲,۵۸۶
۷	تانزانیا	۱۲۵,۸۴۵
۸	گرجستان	۱۲۵,۷۴۵
۹	نیوزلند	۱۰۱,۰۳۴
۱۰	شیلی	۹۱,۸۲۷

Source: UNEP 2020

1.1 . Helms, Kamper & Lambrecht
2.2 . UNEP (United Nations Environment Programme)

وسایل نقلیه دست دوم الزاما آلاینده‌تر از ناوگان وسیله نقلیه موجود در یک کشور وارد کننده نیستند و یا ایمنی کمتری ندارند. برای مثال، ژاپن بازرسی‌های وسیله نقلیه سخت‌گیرانه‌ای دارد. در کل با ارسال این خودروها به کشورهایی که درآمد کمتری دارند، مناطق ثروتمندتر، آلودگی را با انتقال آن به بخش‌های دیگر جهان پاک می‌کنند تا اینکه بخواهند آن را در کاهش دهند. انجام این کار، آلودگی محلی را در کشورهای فقیرتر افزایش می‌دهد و کمکی به محدودکردن انتشار گازهای گلخانه‌ای جهانی نمی‌کند، (پیترز و همکاران[1]، ۲۰۱۱).

۳-۲-۲. زنجیره تامین باتری‌ها

گذار موفق به تحرک برقی، حاکی از افزایش شدید تقاضای مواد خام مورد نیاز برای تولید قطعات وسایل نقلیه برقی است، که به وجود آورنده این مساله است که آیا عرضه کافی، ایمن و پایدار مواد خام حساس با قیمتی که حداقل تعادل هزینه بین وسایل نقلیه برقی و وسایل نقلیه موتوری احتراق داخلی را تضمین کند وجود خواهد داشت؟ مواد خام اساسی برای تولید باتری‌های وسایل نقلیه برقی فعلی شامل لیتیم، نیکل، کبالت، منگنز و گرافیت می‌شوند. مواد خام دیگر برای سلول‌های سوختی (مانند پلاتین)، موتورهای برقی (عناصر نادر زمین[2])، و توسعه زیرساخت شارژ و شبکه‌های برقی (مس) هستند. ذخایر جهانی- سهم منابعی که می توان به طور اقتصادی استخراج کرد- کافی به نظر می رسند. اما افزایش تقاضای پیش‌بینی نشده ممکن است زنجیره‌های تامین را محدود کند.

منابع مواد خام کلیدی برای تولید باتری عمدتا در کشورهای در حال توسعه قرار دارند (جدول۳). جمهوری دموکراتیک کنگو حدودا ۶۰ درصد تولید کبالت جهانی را در سال ۲۰۱۹ به خود اختصاص داد. برزیل و آفریقای جنوبی ۶۰ درصد ذخایر جهانی منگنز را دارند (IEA، ۲۰۲۱). بیشتر این مواد خام به صورت محلی تصفیه و فراوری نمی شوند. بیش از ۵۰ درصد تصفیه جهانی مس، کبالت، لیتیم و نیکل در چین واقع است. این کشور همچنین حدود ۸۰ درصد مواد معدنی نادر زمین که تصفیه شده‌اند را تولید می‌کند.

1. Peters & et al
2.rare earth elements

جدول۳. منابع اصلی مواد خام برای باتری‌ها و پیل‌های سوختی

مواد خام	کشورهای منبع
کبالت	استرالیا، کانادا، کنگو، کوبا، فیلیپین و روسیه
مس	استرالیا، شیلی، چین، کنگو، پرو و ایالات متحده
گرافیت	برزیل، چین و ترکیه
لیتیوم	آرژانتین، استرالیا، بولیوی، شیلی، چین، روسیه، ایالات متحده و زیمبابوه
منگنز	استرالیا، برزیل، آفریقای جنوبی و اوکراین
نیکل	استرالیا، برزیل، کانادا، چین، کوبا، اندونزی، کالدونیای جدید، فیلیپین و روسیه
پلاتین	روسیه، آفریقای جنوبی و زیمبابوه

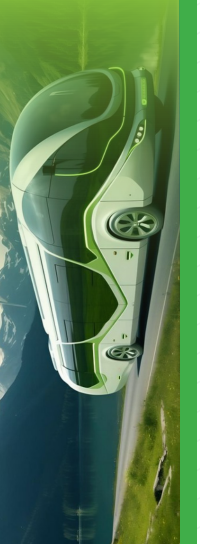
Source: NOW 2020a; USGS 2021.

دومین نگرانی در رابطه با اثرات اجتماعی و محیطی عملیات استخراج است. این نگرانی از این جهت دارای اهمیت است که بخش مهمی از ذخایر استخراج در کشورهای در حال توسعه با حاکمیت ضعیف، محافظت‌های اجتماعی و زیست محیطی ضعیف و سابقه ناکافی اجرای سیاست های موجود روبه‌رو هستند. وقتی مدیریت ضعیف وجود دارد، درآمد استخراج منبع با هزینه های بالا همراه است. استخراج کبالت در جمهوری دموکراتیک کنگو مسائل زیست محیطی، اجتماعی و حقوق بشر مهمی به وجود آورده است (عفو بین الملل[1]، ۲۰۱۶). در استخراج کبالت از معادن، معدن‌کاران هیچ دسترسی به تجهیزات محافظتی و محافظت های اجتماعی پایه ندارند. استخراج از معدن تقریبا همیشه نگرانی های زیست محیطی به وجود می آورد. (سواکول و همکاران[2]، ۲۰۲۰). برای مثال، استخراج لیتیوم مستلزم مقدار مصرف آب زیادی است. استخراج لیتیوم در آمریکای جنوبی، در نواحی ای اتفاق می افتد که این مناطق تحت تنش آبی هستند فلذا تعارض هایی بین مصرف صنعتی و مصرف خانوار به وجود می‌آورد (لیو و آگوسدیناتا[3]، ۲۰۲۰).

۳-۲-۳. زنجیره تامین سوخت‌رسانی و نگهداری

فراتر از هزینه و سوخت وسیله نقلیه، مهم‌ترین عامل هزینه برای مالکیت وسیله نقلیه، هزینه عملیات و نگهداری آن وسیله است. این هزینه‌ها شامل بیمه، مالیات و ثبت، سوخت یا برق، و سرویس‌کاری و تعمیر یک وسیله نقلیه می‌شوند. در وسایل نقلیه مدرن، تعمیرات معمولا شامل تعویض کل گروه قطعات می‌شوند. بازار قطعات لوازم یدکی خودرو شامل تولید، فروش و نصب قطعات اضافی یا جایگزین توسط تولیدکنندگان

1. Amnesty International
2. Sovacool & et al
3. Liu & Agusdinata



تجهیزات اصلی، عرضه کنندگان تخصصی خودرو و تولیدکننده عمومی می‌شود. برآوردها، اندازه جهانی این بازار را ۷۶۰ میلیارد دلار در سال ۲۰۱۵ بیان کرد (برایتشوردت و همکاران[1]، ۲۰۱۷). افزایش وسایل نقلیه برقی اندازه این بازار را کم می‌کند. وسایل نقلیه برقی قطعات مکانیکی کمتری دارند. فواصل سرویس آنها، طولانی ترند. قطعات پیچیده که به تعمیر نیاز دارند مانند رادیاتور، پیستون یا پمپ سوخت وجود ندارند، اما لاستیک‌ها سریعتر فرسوده می‌شوند که بخاطر وزن بیشتر وسایل نقلیه برقی و گشتاور بیشتر موتورهای برقی است. در کل، انتظار می‌رود وسایل نقلیه برقی باتری‌ای و هیبریدی دوشاخه‌ای حدودا نیمی از هزینه‌های نگهداری وسایل نقلیه موتوری احتراق داخلی را داشته باشند (هارتو[2]، ۲۰۲۰).

گذار به تحرک برقی، مدل زیرساخت سوخت‌رسانی را نیز تغییر خواهد داد، بخصوص پمپ بنزین ها، که بیش از ۱۰۰۰۰۰ در آمریکا و چین و حدودا ۴۰۰۰۰ در برزیل هستند. وسایل نقلیه برقی را می توان هر جا که دسترسی به شبکه برق موجود باشد، شارژ کرد (دیلویت[3]، ۲۰۱۹). شارژ خصوصی در خانه یا در محل کار صورت می‌گیرد. شارژ عمومی شامل ایستگاه‌های شارژ در پارکینگ‌های عمومی می‌شود مانند مکان‌های خرده فروشی. نقاط شارژ غیرمتمرکز در امتداد خیابان‌های شهری مانند پمپ بنزین‌های فعلی- ایستگاه‌های شارژ در شهرک‌ها یا شهرها هستند.

هزینه‌های نگهداری و سوخت مستقیما بر انتخاب وسایل نقلیه برقی اثر می‌گذارند. هزینه نگهداری کمتر مستقیما هزینه کل مالکیت وسایل نقلیه برقی را کم می‌کنند. برآوردها نشان می‌دهند که پس‌اندازهای سالیانه در هر وسیله نقلیه وابسته به عوامل محلی هستند. حرکت از بنزین و دیزل مستلزم سرمایه گذاری در تاسیسات شارژ عمومی و خصوصی است. سناریوها برآورد می‌کنند که هند باید حدود ۲۷۵ میلیون دلار و نیجریه باید حدود ۱۷۵ میلیون دلار در تاسیسات شارژ عمومی و خصوصی هزینه کند. این هزینه ها حداقل تا حدودی با پس انداز هزینه در زنجیره تامین سوخت فسیلی جبران می شوند.

۳-۲-۴. زنجیره تامین سوخت فسیلی

با جایگزین شدن برق به جای نفت بعنوان سوخت حمل‌ونقل، تقاضای نفت و قیمت آن کاهش می‌یابد اینکه این گذار چقدر سریع می تواند اتفاق بیفتد معلوم نیست. براساس برآوردهای آژانس انرژی بین المللی (IEA، ۲۰۲۱). تقاضای نفت به طور اساسی در آینده نزدیک افت نمی کند زیرا نفت برای امور غیرانرژی مصرف خواهد شد؛ که جذب کربن، مصرف و ذخیره آن در کاربردهای صنعتی و در کاربردهای هوانوردی اتفاق می افتد.

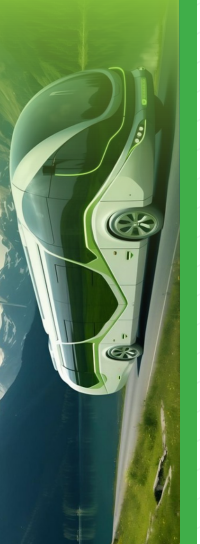
1. Breitschwerdt & et al
2. Harto
3. Deloitte

بسیاری از پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهند که تقاضای نفت در حمل‌ونقل مسافر، ثابت باقی می‌ماند یا فقط در ۱۰ تا ۲۰ سال بعدی افت می‌کند (هنسلی، کنوپفر و پینر[1]، ۲۰۱۸). در سال ۲۰۱۷، وسایل نقلیه سواری فقط ۲۳ درصد تقاضای نفت جهانی را به خود اختصاص دادند. کامیون‌ها، کشتی‌ها و هواپیماها که گزینه‌های برقی برای آنها محدود است، ۲۹ درصد کل نفت مصرفی را مصرف می‌کنند. سوخت های فسیلی گران هستند و معایب زیست محیطی خود را دارند. با رشد اقتصادها، تقاضای بالا برای صنایع مختلف و مدل‌های دیگر حمل‌ونقل، می‌تواند بیشتر از مقدار نفت جایگزین شده با برق در بازار وسیله نقلیه سواری باشد. به علاوه، حتی اگر سهم وسایل نقلیه برقی افزایش یابد، رشد سریع ناوگان وسیله نقلیه در کشورهایی با درآمد رو به بالا، ممکن است منجر به افزایش وسایل نقلیه موتوری احتراق داخلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای بیشتر در کوتاه‌مدت تا میان‌مدت شود (الابی و همکاران[2]، ۲۰۲۰).

۳-۲-۵. زنجیره تامین برق

استفاده از وسایل نقلیه برقی مصرف برق را افزایش و تقاضا برای سوخت‌های فسیلی برای حمل‌ونقل را کاهش خواهد داد. برآوردها تایید می کند که وسایل نقلیه برقی باعث افزایش بالایی در تقاضای برق در آینده نزدیک یا میان مدت نشوند. برآوردها نشان می‌دهد، با فرض سهم ۳۰ درصدی فروش اتوبوس‌ها و ماشین‌های برقی تا سال ۲۰۳۰ و ۷۰ درصدی برای دو و سه چرخه‌های برقی، تقاضای برق تا کمتر از ۱ درصد برای بیشتر کشورهای مورد مطالعه افزایش خواهد یافت؛ افزایش ناچیزی که می‌توان با سیستم‌های برق موجود یا با افزایش ظرفیت جزئی جبران کرد. اما استفاده از وسایل نقلیه برقی می‌تواند اثر معناداری بر شکل منحنی بار برق داشته باشد، اگر شارژ ناهماهنگ باشد و عمدتا طی ساعت‌های پیک عصر اتفاق بیفتد، این بار می‌تواند ثبات شبکه برق را تهدید کند که این امر مستلزم ظرفیت ذخیره بیشتر و افزایش هزینه‌های سیستم کل برق است.

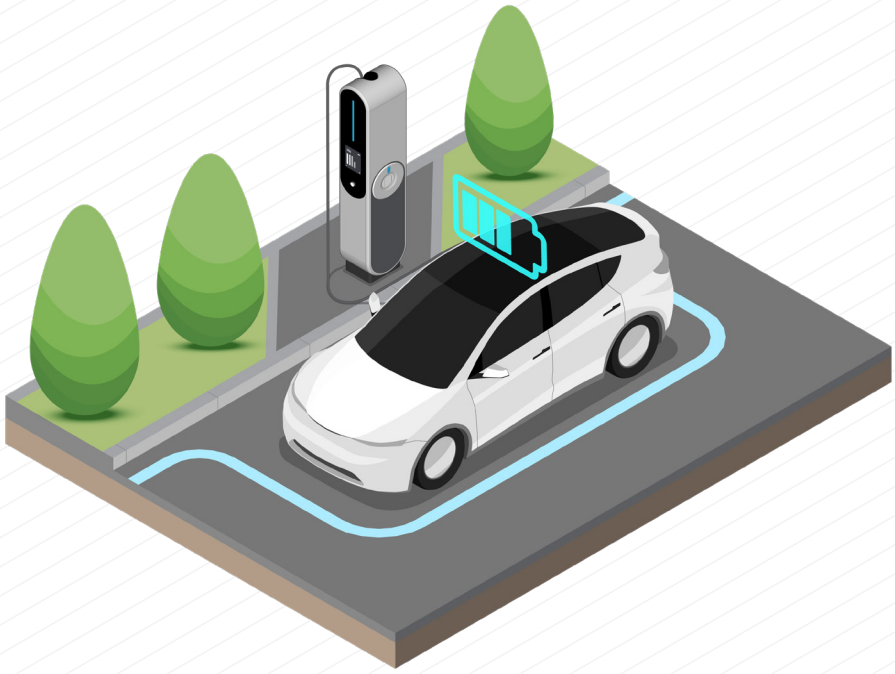
هنگام تامین انرژی وسایل نقلیه برقی با برق حاصل از سوخت‌های فسیلی، آلودگی از نواحی شهری پرجمعیت به نواحی حول نیروگاه‌های بزرگ، معادن و محل‌های دفع ضایعات جابجا می‌شود (هندریکس، زولیگ و لوا[3]، ۲۰۲۰). سوخت ذغال سنگ، آلاینده‌های مضرتری نسبت به هر منبع سوخت دیگر منتشر می‌کند؛ به علاوه، دفع خاکستر ذغال سنگ، ساکنان مجاور را در معرض فلزات سنگین قرار می‌دهد که می‌تواند آب آشامیدنی را نیز آلوده کند. اما برقی‌کردن حمل‌ونقل هنوز قابل توجیه است، حتی هنگامیکه بیشتر تامین برق از منابع سوخت‌های فسیلی نشات می‌گیرد (پنگ و همکاران[4]، ۲۰۱۸).



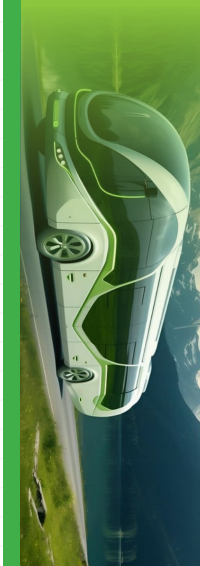
1. Hensley, Knupfer & Pinner
2. Alabi & et al
3. Hendryx, Zullig & Luo
4. Peng & et al

۳-۳. اثرات اجتماعی

گذار تحرک برقی یک تغییر تکنولوژیکی معنادار است و این گذار اغلب با اثرات اجتماعی همراه هستند. اختلال در بازارهای وسایل نقلیه، سوخت ها، و خدمات مرتبط با حمل و نقل بر بازار کار در این بخش‌ها اثر خواهند گذاشت. اندازه این اثرات اغلب در بلندمدت خود را نشان خواهد داد، بخصوص در کشورهایی با درآمد کمتر، که وسایل نقلیه برای ۱۵ تا ۲۰ سال استفاده می‌شوند. نتایج مطالعات نشان می‌دهند، برخی از این گذر تحرک برقی، انتظار منافع شغلی دارند و برخی کاهش استخدام را پیش‌بینی می‌کنند. اما به نظر می‌رسد از دست رفتن برخی مشاغل با ایجاد شغل در دیگر بخش‌های اقتصاد جبران شود. یک تخمین اولیه توسط شرکت فورد (Ford) نشان داد که تولید وسایل نقلیه برقی می‌تواند سرمایه‌گذاری ثابت را تا ۵۰ درصد و ورودی کارگر را تا ۳۰ درصد در مقایسه با تولید وسایل نقلیه موتوری احتراق داخلی کم کند (شرکت موتور فورد[1]، ۲۰۱۷). انتظار منافع شغلی را می‌توان در بخش‌های تامین برق و ساخت، نگهداری زیرساخت شارژ و دیجیتالی‌شدن دائمی در بخش حمل‌ونقل داشت (پک و همکاران[2]، ۲۰۱۹). به علاوه، از آنجایی که انتظار می‌رود هزینه‌های خرید و اداره وسایل نقلیه برقی کمتر از وسایل نقلیه موتوری احتراق داخلی باشد، فلذا پس‌انداز مصرف‌کننده و مالکان وسیله نقلیه تجاری می‌تواند مخارج کالاها و خدمات در بخش‌های دیگر را افزایش دهد (تیلمن و همکاران[3]، ۲۰۲۰).



1.3 . Ford Motor Company
2.3 . Pek & et al
3.1 . Thielmann & et al



۴. نتیجه‌گیری

۴-۱. سیستم حمل‌ونقل پایدار[1] به بیش از برقی‌کردن وسایل نقلیه نیاز دارد

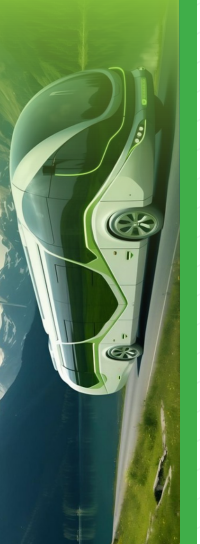
گذار به تحرک برقی یک عنصر اصلی استراتژی برای کاهش گرمایش جهانی و کاهش آلودگی محلی است. اما تنها جایگزینی وسایل نقلیه موتوری احتراق داخلی با وسایل نقلیه برقی، مشکلات مزمن مرتبط با حمل‌ونقل از قبیل ازدحام[2]، ایمنی[3] و دسترسی[4] را حل نمی‌کند. طبق گزارش INRIX، رانندگان آمریکا به طور متوسط ۹۷ ساعت را بخاطر ترافیک اتلاف می‌کنند. ازدحام و شلوغی اغلب در وسایل نقلیه موتوری احتراق داخلی به دلیل عدم هماهنگی موتوری‌سازی با مدیریت ترافیک و احداث جاده بیشتر است. طی سال ۲۰۱۸، رانندگان در بوگوتا[5] و کلمبیا[6]، ۲۵۴ ساعت و رانندگان در مسکو[7] ۲۱۰ ساعت را در ترافیک اتلاف می‌کنند. اتلاف‌های بیشتر و اثرات زیست محیطی از ناکارآمدی‌های میان متصدیان حمل‌ونقل در بسیاری از بازارها نشات می‌گیرند که منجر به تاخیر و استفاده ضعیف از ظرفیت حمل‌ونقل می‌شوند.

ایمنی جاده از دیگر عوامل هزینه‌بر حمل‌ونقل است. سوانح ترافیکی باعث بیش از ۱/۴ میلیون مرگ و ۵۰ میلیون جراحت در هر سال می‌شوند، که ۹۳ درصد آن در کشورهای در حال توسعه است (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۱۸). بانک جهانی برآورد می‌کند که این مرگ و میر و جراحت ها، محصول تولید داخلی وسایل نقلیه موتوری احتراق داخلی را بین ۱ درصد و ۵ درصد کاهش می‌دهد. تضمین دسترسی یکسان به گزینه‌های حمل‌ونقل، یکی از اهداف اصلی حمل‌ونقل پایدار و فراگیر است.

۴-۲. کارآمدی و بازدهی، اولویت‌های سیستم حمل‌ونقل پایدار و فراگیر

۴-۲-۱. کارآمدی[8] سیستم حمل‌ونقل

اولین اولویت سیستم حمل‌ونقل پایدار و فراگیر، کارآمدی سیستم است. این امر در درجه اول با پرهیز از سفرهای طولانی غیرضروری امکان‌پذیر است. در نواحی شهری، می‌توان با برنامه‌ریزی کاربری زمین که محله‌هایی با کاربری مختلف ایجاد می‌کند، سفر به محل کار، خرید یا سرگرمی را کاهش داد، که به نوعی توسعه اقتصاد محلی را نیز ارتقا می‌دهد. همچنین آنلاین انجام دادن فعالیت‌هایی مانند کار یا آموزش، که ناخواسته طی پاندمی کوید ۱۹ انجام شد، نیز رفت‌وآمد، ازدحام و شلوغی را نیز کم می‌کند.



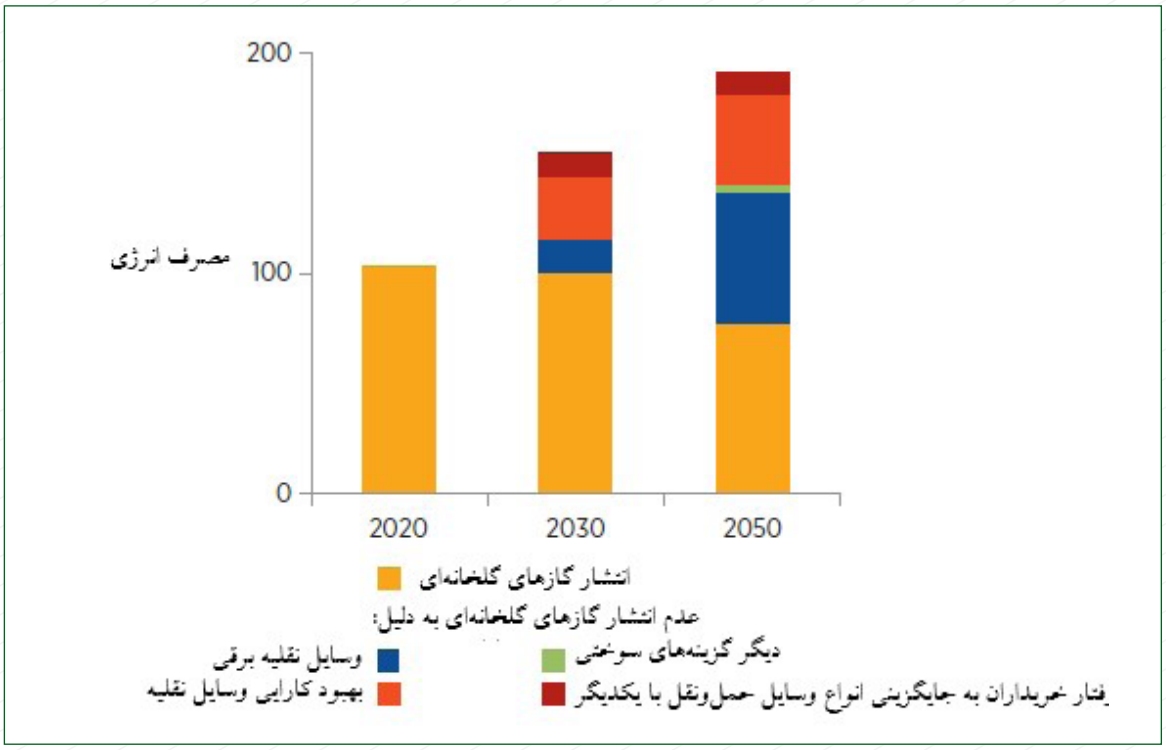
1. Sustainable transportation
2. congestion
3. safety
4. access
5. Bogot
6. Colombia
7. Moscow
8. efficient

۴-۲-۲. افزایش بازدهی سفر با تشویق به جایگزینی حالت‌های حمل‌ونقل

دومین اولویت سیستم حمل‌ونقل پایدار و فراگیر، افزایش بازدهی سفر با جایگزینی انواع وسایل حمل‌ونقل با یکدیگر در خریداران وسایل نقلیه است: از حالت انرژی‌بر مانند ماشین‌های شخصی به حالت حمل‌ونقل غیرموتوری یا حمل‌ونقل انبوه[1]. ساکنان محلی فقط در صورتی از خودروهای شخصی صرف‌نظر می‌کنند که جایگزین‌های مناسب و مقرون‌به‌صرفه به راحتی در دسترس آنها باشد. پیاده‌روهای وسیع و ایمن و مسیرهای دوچرخه‌سواری، سفرهای غیرموتوری را برای مسافت‌های کوتاه‌تر تشویق می‌کند.

۴-۲-۳. بهبود کارایی وسایل نقلیه در همه حالت‌های حمل‌ونقل

امروزه وسایل نقلیه موتوری احتراق داخلی در مصرف سوخت کارآمدتر شده‌اند، اما افراد بیشتری خودروهای بزرگ‌تری خریداری می‌کنند و این دستاوردها را خنثی می‌کنند. از آنجایی که برقی‌کردن زمان‌بر می‌باشد، اهداف اقلیمی بدون کارآمدتر کردن وسایل نقلیه موتوری احتراق داخلی قابل دستیابی نیستند. بر اساس سناریو پیش‌بینی آژانس بین‌المللی انرژی، چنین اقداماتی تا سال ۲۰۳۰ نسبت به برقی‌کردن وسایل نقلیه، مزایای انتشار گازهای گلخانه‌ای کمتری را به همراه دارد (شکل۲).



شکل۲. مصرف انرژی، انتشار و عدم انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش حمل‌ونقل به دلیل: وسایل برقی، دیگر گزینه‌های سوختی، بهبود کارایی وسایل نقلیه و رفتار خریداران به جایگزینی انواع وسایل حمل‌ونقل با یکدیگر

1. mass transit

منابع و مراجع

- The Economics of ELECTRIC VEHICLES, for Passenger Transportation, world bank group, 2023

مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی

نام گروه:

گروه مطالعات و پژوهش‌هاي لجستيک و زنجيره ارزش

تهیه کننده:

میثم فخاریان

ناظر علمی:

دکتر مجید جلیلی

تاریخ انتشار:

مهرماه ۱۴۰۲

www.itsr.ir