

کارشناسی ارشد طراحی صنعتی، گروه طراحی صنعتی، دانشکده پردیس بین‌المللی فارابی / **مریم اسداللهی**
 دانشیار طراحی صنعتی، دانشگاه هنر / **محمد رزاقی**

مروری بر ایستگاه‌های شارژ وسایل حمل و نقل برقی دو چرخ سبک

چکیده

هم‌زمان با روند روبه‌رشد جمعیت و گسترش شهرها، همه روزه شاهد افزایش معضل زیست‌محیطی آلودگی منابع زیستی و از جمله هوا هستیم که عمدتاً ناشی از سوخت‌های فسیلی در وسایل نقلیه‌ای با راندمان پایین است. بخش اعظمی از آلودگی هوا در شهرهای بزرگی مثل تهران نتیجه استفاده گسترده از وسایل نقلیه شخصی توسط شهروندان است که این امر موجب شکل‌گیری مشکلات بعدی همچون ترافیک شهری و معضل جای پارک می‌شود. همچنین آلودگی هوا هر ساله باعث تعطیلی مراکز آموزشی و حتی ادارات می‌شود که خسارات اقتصادی قابل توجهی را برای کشور به همراه دارد. در این پژوهش، مرور ادبیات نظری در حوزه «ایستگاه شارژ شهری وسایل حمل و نقل انفرادی دوچرخ» بوده است که استفاده از وسایل حمل و نقل انفرادی دوچرخ می‌تواند جایگزین روش‌های حمل و نقل موجود باشد. بدیهی است اتخاذ این رویکرد جایگزین نیاز به زیرساخت‌های لازم و از جمله ایستگاه شارژ دارد. با استناد به مجموعه این عوامل، استدلال می‌شود که طراحی و استقرار زیرساخت‌های شهری ضروری برای وسایل حمل و نقل انفرادی دوچرخ (مثل دوچرخه‌های برقی، اسکوتر برقی، موتور برقی، سگوی و نظایر این‌ها) علاوه بر سرعت جابه‌جایی و دسترسی سریع و آسان، موجب کاهش ترافیک و مصرف سوخت فسیلی و به تبع آن، کاهش میزان آلودگی هوا شده، زمینه‌ساز رفع برخی از مشکلات زیست‌محیطی کلان‌شهری مثل تهران می‌شود.

کلیدواژه‌ها

ایستگاه شارژ، وسیله نقلیه الکتریکی سبک (LEV)، مبلمان شهری و محیط‌زیست

maryam.asadolahi1374@gmail.com

بازه پذیرش مقاله: ۷ ماه

مقاله
مروری

با گسترش شهرنشینی و حرکت جوامع به سمت توسعه و صنعتی شدن، شاهد افزایش جمعیت شهرها بودیم که این افزایش جمعیت در مناطق شهری، باعث گسترش تقاضا در عرصه‌های مختلف می‌شد. به دنبال بزرگ شدن شهرها و بیشتر شدن فواصل در این مناطق، میزان تقاضا برای حمل و نقل و جابه‌جایی‌های ضروری درون شهری گسترش یافت که به منظور پاسخ‌گویی به این نیاز، افراد به سمت استفاده از اتومبیل و حمل و نقل عمومی رفتند. این روش‌ها، میزان استفاده از انرژی، به خصوص سوخت‌های فسیلی را بالا برد و هر چقدر میزان مصرف سوخت‌های فسیلی افزایش یافت میزان آلودگی هوا نیز بیشتر شد و طولی نکشید که به یکی از معضلات اساسی زندگی شهری تبدیل شد. به مرور زمان، بسیاری از کشورهای توسعه یافته که توجه زیادی به کیفیت زندگی شهری و رضایت شهروندان داشتند آلودگی هوا و هزینه‌های مرتبط با آن را یکی از مهم‌ترین موانع کیفیت زندگی و رضایت شهروندان دانسته، در جهت رفع آن برنامه‌های لازم را اجرایی کردند (فلاح منشادی، روحی، سعیدی زند و بزرگمهرنیا، ۱۳۹۰). یکی از این برنامه‌ها که پایه‌و اساس دستیابی به این اهداف بود، تغییر انرژی لازم برای حمل و نقل و جابه‌جایی از انرژی سوخت‌های فسیلی به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر و به دنبال آن تغییر وسایل نقلیه با موتور احتراق داخلی به وسایل نقلیه الکتریکی بوده است. به منظور تسهیل حرکت به این روش حمل و نقلی، توجه به زیر ساخت‌های آن در اولویت قرار گرفت. ایستگاه شارژ و وسایل حمل و نقل الکتریکی یکی از مهم‌ترین زیرساخت‌های لازم در راستای تسریع انتقال به روش حمل و نقل پاک است.

آلودگی هوا چهارمین عامل مرگ و میر زودرس در جهان بوده که سالانه در حدود ۲۲۵ میلیارد دلار خسارت اقتصادی را در سراسر جهان به بار می‌آورد (Tuck, Hansen, & Murray, 2016). با استناد به سازمان بهداشت جهانی، به‌طور کلی از هر ده نفر در سراسر جهان، نه نفر در هوای بسیار آلوده و حتی خطرناک زندگی می‌کنند و تخمین زده شده سالانه در حدود هفت میلیون نفر در اثر تنفس ذرات معلق ریز در هوا به بیماری‌های سکنه مغزی، قلبی، سرطان ریه، بیماری‌های مزمن انسداد ریه و عفونت‌های تنفسی مبتلا می‌شوند.

Volk در سال 1987 در انگلستان آن را ساخته است. از زمان پیدایش وسایل نقلیه برقی تا کنون، مسیر طولانی در طراحی و ساخت و همچنین فناوری موتور و باتری آن‌ها طی شده است (US Patent No. 8,487,584 B2, 2013). اما نبود زیرساخت‌های لازم، از جمله عدم امکان شارژ دوچرخه‌های برقی و یا وسایل حمل و نقل برقی نظیر آن، همچون اسکوتر برقی، موتور برقی، سگوی، دلیلی بر عدم استقبال شهروندان از این شیوه حمل و نقل است. یک وسیله نقلیه الکتریکی سبک که به اختصار LEV نامیده می‌شود، به‌طور معمول یک وسیله نقلیه زمینی است که عمدتاً توسط یک موتور الکتریکی و با استفاده از یک وسیله ذخیره انرژی مانند باتری حرکت می‌کند و LEVها معمولاً دو یا سه چرخ هستند (Narayan, Solar Charging Station for Light electric vehicle, 2013).

بر اساس بررسی‌های انجام گرفته در ایران تا به امروز در رابطه با ایستگاه‌های شارژی که در مکان‌های مختلف شهری و با فواصل مشخص جهت شارژ وسایل حمل و نقل برقی دوچرخه اختصاص یافته باشد، مطالعه‌ای صورت نگرفته است. بنابراین خلأ و نیاز این‌گونه مطالعات در کشور احساس می‌شود و با پژوهش و تحقیق در این موضوع،

حمل و نقل جاده‌ای منبع اصلی انتشار آلودگی هوا است. امروزه بخش حمل و نقل بیش از نیمی از سوخت‌های فسیلی مایع جهان را مصرف (IEA, 2020) و مسئول انتشار بیش از 85 درصد گازهای گلخانه‌ای است (European Roadmap, 2017). هر وسیله نقلیه معمولی بنزینی، سالانه چهار تن گازهای گلخانه‌ای در جو آزاد می‌کند که بیش از میانگین سالانه است (Zhu & Nigro, 2012). به مرور زمان بسیاری از کشورهای توسعه یافته که توجه زیادی به کیفیت زندگی شهری و رضایت شهروندان داشتند، آلودگی هوا و هزینه‌های مرتبط با آن را یکی از مهم‌ترین موانع کیفیت زندگی و رضایت شهروندان دانسته و در جهت رفع آن برنامه‌های لازم را اجرایی کردند. روشی که بسیاری از کشورهای صنعتی دنیا از جمله چین و هند برای حل این معضلات در پیش گرفته‌اند، جایگزین کردن موتورهای احتراقی داخلی با موتورهای برقی در وسایل نقلیه شهری و حتی بین شهری است (مسیح تهرانی، ۱۳۹۶). همچنین دوچرخه‌های برقی یا الکتریکی شیوه جدید حمل و نقل است که می‌تواند برای جامعه مفید باشد. وسایل نقلیه برقی بیش از ۱۰۰ سال است که وجود دارند و یکی از وسایل نقلیه پیشگام اروپایی «Electric dog-cart» است که Magnus

برای شارژ مستقیم وسایل نقلیه الکتریکی و هیبریدی برای مناطقی با منابع باد متوسط و یا منابع خورشیدی پرداخته شده است که بر پایه توربین‌های وزش باد محور عمودی و ساختار پشتیبانی است. (US Patent No. 8,013,569 B2, 2011). در پایان نامه‌ای که به طراحی ایستگاه شارژ خورشیدی برای وسایل حمل و نقل سبک شهری اشاره شده بود، برق تولید شده در ایستگاه شارژ با انرژی خورشیدی، مصرف نهایی وسایل نقلیه الکتریکی سبک هستند که به صاحبان و کاربران این نوع وسایل فروخته می‌شود (Narayan, 2013). در اختراعی دیگر به این موضوع اشاره شده است که در حالت ایدئال منبع تغذیه نسبت به محیط اطراف خود باید ساده باشد و به اندازه کافی کوچک باشد که در پیاده‌رو و کنار جاده واقع شود، همچون متر پارکینگ که در کنار جاده و خیابان‌ها واقع شده است و به صاحب وسیله نقلیه اجازه دسترسی آسان به منبع تغذیه را به منظور شارژ در حالی که وسیله نقلیه پارک شده است می‌دهد (US Patent No. 8,487,584 B2, 2013).

حمل و نقل همگانی محور

جامعه امروز مبتنی بر تحرک و جابه‌جایی است. افراد به محل کار، مدرسه و مراکز خرید می‌روند و با مقاصدی چون تجارت، گردشگری، ملاقات دوستان و اقوام سفر می‌کنند. امروزه تحرک یک قانون است نه یک انتظار؛ زیرا جامعه به گونه‌ای سازمان‌دهی می‌شود که مستلزم جابه‌جایی و تحرک انسان است. منابع مورد نیاز جابه‌جایی و انتخاب زمان، مکان و چگونگی حرکت با طبقه‌بندی اجتماعی و اقتصادی و فرهنگی و سطوح قدرت ارتباط دارد (مانزو و دوین رایت، ۱۳۹۷). یک مدل حمل و نقل ایدئال مدلی است که لحظه‌ای باشد، ظرفیت نامحدود داشته باشد و همیشه نیز در دسترس باشد. از جمله فوق دریافت می‌شود که با دید زیست‌محیطی، هدف اصلی حمل و نقل غلبه بر محیط و فضاست؛ فضایی که به وسیله انواع مختلفی از محدودیت‌های طبیعی و انسانی مانند فاصله، زمان، تقسیمات

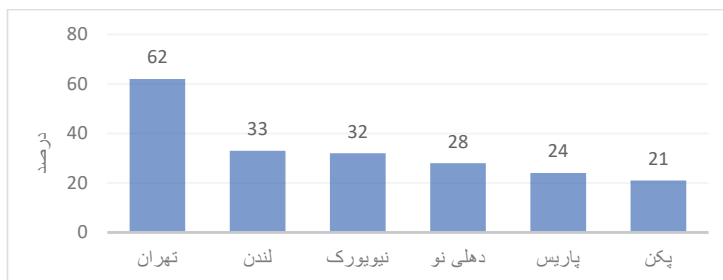
مسیر حرکت به سمت شیوه حمل و نقل مبتنی بر برق و انرژی‌های پاک هموار خواهد شد و با طراحی زیرساخت‌های لازم آن، تمایل شهروندان به استفاده از این نوع شیوه حمل و نقل افزایش خواهد یافت.

روش پژوهش

هدف از انجام این پژوهش، مروری بر ایستگاه‌های شارژ موجود در ایران و جهان و بررسی انواع مختلف ایستگاه‌های شارژ با توجه به تنوع وسایل حمل و نقل انفرادی دوچرخ و الزامات کاربران بالقوه این‌گونه ایستگاه‌ها است. روش تحقیق و جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش، مراجعه به تحقیقات و مطالعات صورت گرفته در این حوزه و همچنین بازدید از نمایشگاه‌های مرتبط و مصاحبه با ارائه‌دهندگان خدمات مربوط به ایستگاه‌های شارژ است.

بررسی مصادیق موجود

با تحقیق و بررسی که در رابطه با نمونه‌های موجود در ایستگاه‌های شارژ وسایل حمل و نقل برقی صورت گرفت، در ایران، نخستین ایستگاه شارژ خودرو و موتورسیکلت توسط شرکت مدیریت پروژه‌های نیروگاهی ایران یا به اختصار «مپنا»، در برج میلاد تهران راه‌اندازی شده است. این جایگاه دارای دو خط تأمین توان برای خودرو و موتورسیکلت است که در خط یک، شارژ سریع و شارژ کند نصب شده و در خط دو نیز شارژ موتورسیکلت قرار دارد. همچنین شارژرها بر اساس استانداردهای بین‌المللی بومی‌سازی شده و ساخت داخل است (گروه مپنا، ۱۳۹۹). علاوه بر این، در مقاله‌ای به طراحی و ساخت ایستگاه‌های شارژ خورشیدی برای نصب در محل‌های مختلف برای استفاده عموم جهت شارژ وسایل الکتریکی همراه اعم از لپ‌تاپ، موبایل و باتری‌های قابل شارژ پرداخته شده است. به دلیل استفاده از پنل‌های خورشیدی جهت تأمین برق مصرفی این ایستگاه و تأمین برق برای شارژ تلفن‌های همراه و دستگاه‌های دیگر، این ایده به عنوان یک وسیله سبز به شمار می‌رود



نمودار ۱. مقایسه سهم وسایل نقلیه شخصی در جابه‌جایی سفرهای روزانه درون شهری (اطلاعات حمل و نقل و انرژی کشور، ۱۳۹۵)

مدیریتی و توپوگرافی شکل گرفته است (منوری و رضانی، ۱۳۹۹). مهم‌ترین زیرمجموعه از سیستم‌های حمل و نقل، حمل و نقل‌های همگانی شهری هستند. در همین راستا اکثر کشورهای صنعتی و پیشرفته جهان در حل معضل ترافیک شهری و آلودگی هوا، به سوی حمل و نقل همگانی رو آورده‌اند و آن را به عنوان یک اصل غیرقابل انکار پذیرفته‌اند. از این رو برنامه‌ریزان و طراحان شهری در سراسر جهان، TOD یا توسعه حمل و نقل همگانی محور را برای حوزه‌های پایدار اطراف ایستگاه‌های حمل و نقل عمومی تشویق می‌کنند (Renne, 2018). در واقع این رویکرد با ایجاد یکپارچگی بین برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری و کاربری زمین، مردم را به زندگی در نواحی مجاور ایستگاه‌های

و در جامعه امروزی که بحث مصرف و صرفه‌جویی مطرح است، این طرح و ایده یک آینده‌نگری در انرژی‌های نو به شمار می‌رود (موسوی و ریخته‌گریائی، ۱۳۹۳). در پژوهشی دیگر، هدف از پروژه ایجاد مفهوم برای ایستگاه شارژ است که می‌تواند چند دوچرخه را به طور هم‌زمان شارژ کند. این ایستگاه در استاندارد پارکینگ‌ها و قابل دسترس برای افرادی است که در آپارتمان‌ها زندگی می‌کنند. طراحی طوری صورت گرفته است که افراد را برای استفاده از آن جذب کند و احساس امنیت در حین استفاده از آن ایجاد شود. نتیجه نهایی ایستگاه شارژ با طراحی ماژولار است که امکان تنظیم آن را برای فضاهای بین دوچرخه‌ها فراهم می‌آورد (Odevik, 2017). در یک اختراع، به سیستم انرژی تجدیدپذیر

آلودگی هوا در مناطق پرجمعیت و یک گزینه امیدوارکننده برای کمک به ایجاد تنوع انرژی و اهداف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند (Narayan, 2013). به نظر می‌رسد استفاده از وسایل نقلیه الکتریکی به جای وسایل نقلیه دارای سوخت بنزین، روند روبه‌رشدی در بین دارندگان وسایل نقلیه دارد. با این حال، برخی بر این باورند که وسایل نقلیه الکتریکی در واقع تنها می‌توانند کیفیت هوا را در مناطقی خاص بدتر کنند، بدین صورت که باعث کاهش انتشار آلودگی از مجرای انتهایی وسایل نقلیه و انتقال آن به پشت نیروگاه‌های تولیدکننده برق شود. برخی دیگر بر این باورند که کاهش میزان انتشار آلودگی خودرو بیش از آلودگی ناشی از تولید برق است (Zhu & Nigro, 2012). با این حال، با وجود ایستگاه‌های شارژ خورشیدی، این مسئله دیگر مطرح نیست. پس از نصب یک ایستگاه شارژ خورشیدی، تقریباً هیچ گاز گلخانه‌ای یا آلاینده‌ای منتشر نمی‌شود.

سال ۲۰۱۰ پیشگام در معرفی وسایل نقلیه الکتریکی و شکل دادن به بازار نوین‌باد تحرک الکتریکی بوده است. الکتریکی کردن یک استراتژی فناوری اصلی برای کاهش آلودگی هوا در مناطق پرجمعیت و یک گزینه امیدوارکننده برای کمک به ایجاد تنوع انرژی کشورها و اهداف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است (IEA, 2020). آینده تحرک الکتریکی به پیشرفت در (۱) زیرساخت‌ها، (۲) تحولات تحرک، (۳) تحولات در سیستم تولید جهانی وسایل نقلیه الکتریکی، (۴) تحولات قیمت انرژی و (۵) تحولات در بخش برق بستگی دارد. هر یک از این تحولات با (۶) سیاست مرتبط است (Dijk, Orsato, & Kemp, 2012). حمل‌ونقل فوق سبک^۲ اصطلاحی است که به عنوان استفاده از وسایل نقلیه خرد تعریف می‌شود و زیرمجموعه‌ای از تحرک الکتریکی به حساب می‌آید که عبارت است از وسایل نقلیه با جرم کمتر از ۳۵۰ کیلوگرم و سرعت طراحی کمتر از ۴۵ کیلومتر در ساعت (Kobayashi et al., 2019). به نظر می‌رسد «وسایل نقلیه فوق سبک» هر روز برای استفاده خصوصی یا اشتراکی ایجاد می‌شوند تا در خیابان‌های متراکم شهر به راحتی حرکت کنند. اصطلاح حمل‌ونقل فوق سبک اولین بار توسط هوراس ددیو^۳، تحلیلگر و سرمایه‌گذار صنعت آمریکایی رواج یافت. این سرویس در حدود سال ۲۰۱۶ با سرویس‌های دوچرخه اشتراکی، اسکوتر و موتورگازی پدیدار شد. طبق گفته (DEDIU, 2019)، اصطلاح «فوق سبک» می‌تواند به وسایل نقلیه مورد استفاده که به سفرهای کوتاه مدت که می‌تواند سرگرم‌کننده، ارزان و راحت باشد اشاره دارد.

خدمات حمل‌ونقل فوق سبک از زمان ظهور آن‌ها در سال ۲۰۱۷ به سرعت گسترش یافته است. اسکوترهای برقی مشترک (اسکوتر الکتریکی)، دوچرخه‌های الکتریکی و موتور الکتریکی، اکنون در بیش از ۶۰۰ شهر در بیش از ۵۰ کشور جهان در دسترس هستند (new urban mobility alliance, 2020). وسایل نقلیه الکتریکی سبک می‌توانند مزایای

حمل‌ونقل همگانی و استفاده از آن‌ها تشویق می‌کند. این رویکرد در نهایت در تلاش است که استفاده از خودروهای شخصی را کاهش دهد و سکونتگاه‌هایی انسان‌محور و پویا را به ارمغان آورد (معلمی، ۱۳۹۷). همان‌طور که در نمودار (۱) مشاهده می‌شود، سهم وسایل حمل‌ونقل شخصی در جابه‌جایی سفرهای روزانه درون‌شهری شهر تهران در مقایسه با تعدادی از شهرهای بزرگ دنیا نشان می‌دهد که میزان استفاده از وسایل حمل‌ونقل شخصی در ایران نزدیک به دو برابر دیگر شهرهای دنیا است که این عدد نشان‌دهنده ترجیح شهروندان تهرانی به استفاده از وسایل حمل‌ونقل شخصی به جای وسایل حمل‌ونقل عمومی است.

یکی از مسائلی که استفاده و توسعه حمل‌ونقل همگانی محور را توجیه‌پذیر می‌کند، علاوه بر موضوع آلودگی هوا، موضوع ترافیک شهری و میزان اتلاف وقت شهروندان در ترافیک شهری است. جدول (۱) میزان شاخص ترافیک در سال ۲۰۲۱ را نشان می‌دهد. به طور میانگین هر سفر یک طرفه در شهر تهران ۵۲/۹۰ دقیقه به طول می‌انجامد که عدد قابل توجهی است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، رتبه شهر تهران در بین ۲۵۰ شهر دنیا در میزان شاخص ترافیک در سال ۲۰۲۱، رتبه ۱۵ است که این نشان‌دهنده اتلاف وقت زیاد شهروندان تهرانی در ترافیک شهری در طول سال است. با ایجاد زیرساخت‌های لازم و توسعه حمل‌ونقل همگانی محور تا حد زیادی می‌توان میزان ترافیک شهری و اتلاف وقت را کاهش داد و به دنبال آن نیز میزان انتشار دی اکسید کربن کاهش می‌یابد.

هدف بررسی میزان سهم وسایل نقلیه شخصی در جابه‌جایی سفرهای روزانه درون‌شهری و میزان شاخص ترافیک، روشن ساختن تمایل شهروندان ایرانی و ترجیح آنان به استفاده از وسایل نقلیه شخصی و در مقابل نشان دادن مشکلات و معضلات ناشی از آن است و با کنار هم قرار گرفتن این دو موضوع می‌توان این‌گونه تحلیل کرد که به جای تلاش برای ترغیب شهروندان به استفاده از وسایل حمل‌ونقل عمومی که در مقابل تمایل آن‌ها به استفاده از وسایل نقلیه شخصی است، می‌توان جایگزین دیگری برای شهروندان برای جابه‌جایی‌های درون‌شهری و با در نظر گرفتن ترجیح و تمایل آن‌ها در استفاده از وسایل حمل‌ونقل شخصی طراحی و اجرا کرد. در همین راستا جایگزینی استفاده از وسایل نقلیه برقی دوچرخ (LEV) به جای اتومبیل شخصی می‌تواند مورد توجه قرار گیرد و ایستگاه‌های شارژ این‌گونه وسایل به عنوان زیرساخت اصلی توسعه این روش حمل‌ونقلی است.

تحرک الکتریکی

امروزه بسیاری از فناوری‌های انرژی پاک و سوخت‌های جایگزین وجود دارد که به عنوان راه‌حل‌های پایدار حمل‌ونقل در حال بررسی هستند. وسایل نقلیه الکتریکی یک فناوری اصلی برای کاهش

جدول ۱. میزان شاخص ترافیک در سال ۲۰۲۱ در بین ۲۵۰ کشور دنیا (NUMBEO, 2021)

شماره	شهر	شاخص ترافیک	شاخص زمان	شاخص زمان انتظار	شاخص ناکارآمدی	شاخص انتشار دی‌اکسیدکربن
۱	Los Angeles, CA, United States	344.06	61.07	17151.72	790.17	15354.53
۲	Lagos, Nigeria	340.38	66.78	25546.00	473.31	8466.44
۳	San Jose, Costa Rica	331.12	64.02	21222.46	361.89	10485.52
۱۵	Tehran, Iran	253.44	53.06	8685.95	268.15	8245.94

جدول ۲. بررسی انواع مختلف وسایل نقلیه الکتریکی سبک (LEV).

	<p>برند Boosted دارای یک موتور قدرتمند دوگانه ۱۵۰۰ وات و لاستیک های پنوماتیک (لاستیک هایی که با هوای فشرده کار می کنند) ۹ اینچی حداکثر سرعت ۳۸ کیلومتر در ساعت قابلیت تحمل وزن حداکثر ۱۱۳ کیلوگرم (بالترین ظرفیت از نظر وزن) قیمت: ۱۵۹۹ دلار</p>
	<p>اسکوتر برقی مدل Swagtron Swagger Elite 5 دارای موتور ۲۵۰ وات و سرعت بین ۲۲ تا ۲۵ کیلومتر در ساعت طی کردن مسافت ۱۸ کیلومتری در ۳٫۵ ساعت قیمت: ۲۹۹ دلار (کمترین قیمت در میان اسکوترهای برقی معرفی شده)</p>
	<p>اسکوتر برقی ES4 از برند Segway سرعت حداکثر ۲۹ کیلومتر بر ساعت طی مسافت ۴۵ کیلومتر با یک بار شارژ قیمت: ۷۶۹ دلار قابل جمع شدن مدت زمان شارژ: ۷ ساعت (طولانی ترین مدت زمان شارژ در بین سایر اسکوترهای معرفی شده)</p>
	<p>اسکوتر مدل Mercane Widewheel سرعت تا ۴۰ کیلومتر در ساعت وزن اسکوتر ۲۲ کیلوگرم امکان تحمل وزن تا ۱۰۰ کیلوگرم عریض تر و طولی تر از اسکوترهای معمولی</p>
	<p>دوچرخه برقی Pro Swagtron EB5 سرعت تا ۲۴ کیلومتر در ساعت طی مسافت ۲۴ کیلومتر با یک بار شارژ کامل وزن دوچرخه ۱۷ کیلوگرم امکان تحمل وزن حداکثر ۱۲۰ کیلوگرم قیمت: ۴۹۹ دلار</p>
	<p>دوچرخه برقی Cannondale Mavaro Neo City پرفروش ترین دوچرخه های برقی اروپا و آمریکا طی کردن مسافت ۵۰ کیلومتری با یک بار شارژ حداکثر سرعت ۳۲ کیلومتر</p>

آلودگی در پیش گیرد. افزایش تعداد LEV منجر به کاهش قابل توجهی در انتشار آلودگی تا ۳۰٪ می شود (Moghaddam, 2019). تحولات سریع فناوری، وسایل نقلیه الکتریکی سبک مانند دوچرخه های برقی، دو و سه چرخ، اسکیت برد و سگوی را به گزینه های مناسب برای حمل و نقل متعارف، به ویژه در شهرها تبدیل کرده است. پیش بینی می شود که آن ها چالش های مربوط به حمل و نقل، محیط زیست و سلامت انسان را تا حد قابل توجهی برطرف کنند.

نتایج بررسی ها نشان می دهد که وسایل نقلیه الکتریکی سبک در درجه اول به عنوان جایگزین دوچرخه سواری، پیاده روی و رانندگی اتومبیل در نظر گرفته شده اند. تا حدی، آن ها همچنین جایگزین

قابل توجهی از نظر کاهش تأثیر حمل و نقل بر آب و هوا و همچنین به حداقل رساندن وابستگی شبکه حمل و نقل به سوخت های نفتی داشته باشند. LEV ها محیط تمیزتر و ساکت تری را ایجاد کرده و هم زمان هزینه های عملیاتی را کاهش می دهند (Daina & Polak, 2016). تعداد کل LEV ها در جهان در حال حاضر بیش از ۳/۵ میلیون دستگاه است و همه آن ها توانایی تبدیل شدن به بخش های مهمی در شبکه های هوشمند را دارند. آژانس بین المللی انرژی (IEA) ۵ ظرفیت ۲۲۰ میلیون وسیله نقلیه الکتریکی را تا سال ۲۰۳۰ پیش بینی می کند، به شرطی که جهان رویکرد جدی تر و تهاجمی تری نسبت به برنامه ریزی فعلی در راستای مبارزه با تغییرات آب و هوا و کاهش انتشار

نقلیه هم به نفع شهروندان و هم به نفع محیط زیست خواهد بود؛ به طوری که با نصب تعداد کافی ایستگاه شارژ، احتمال خرید وسایل نقلیه برقی از وسایل نقلیه معمولی بنزینی در بین مردم بیشتر خواهد شد. یکی از مصادیق این موضوع در شکل (۷) نشان داده شده است. این تصویر گویای این مطلب است که درآمد شهرها بیشتر خواهد شد اگر به جای پارک خودرو در کنار خیابان، فضای نشستن و پارک دوچرخه باشد. سال‌ها دیدگاه رایج در کشور این بوده است که اگر در خیابانی پارکینگ وسایل نقلیه در حاشیه معبر حذف شود، کسبه معترض شده و درآمدشان کم می‌شود. مطالعات اخیر URBIS در سال ۲۰۲۱ نشان داده که اگر به جای پارک حاشیه‌ای خودروها، پارکینگ دوچرخه و فضای نشستن اختصاص یابد، درآمد روزانه حدود دو برابر بیشتر خواهد شد (Alison & Graham, 2021).

بررسی نمونه‌های ایستگاه شارژ

در این مرحله با دو گروه از مراکزی که با موضوع ایستگاه شارژ وسایل حمل و نقل برقی انفرادی ارتباط مستقیم داشتند در قالب مشاهده میدانی و مصاحبه به جمع‌آوری اطلاعات پرداخته شد. این دو گروه شامل شرکت‌های داخلی و خارجی است. ابتدا با شرکت‌های داخلی ساخت و فروش وسایل حمل و نقل برقی انفرادی شامل موتورسیکلت برقی، دوچرخه برقی، اسکوتر برقی و سگوی مصاحبه‌ای انجام شد. در این راستا با دو شرکت ایران اسکوتر^۲ و شرکت ایویتک^۳ ارتباط برقرار کرده و نمونه‌های موجود محصولات آن‌ها بررسی شد.

در ادامه با گروه دوم، یعنی شرکت‌های خارجی وارد گفت‌وگو شدیم. در همین راستا از نمایشگاه برق خاورمیانه (MEE 2022)^۴ و نمایشگاه اکسیو ۲۰۲۲ دبی بازدید به عمل آمد. در این نمایشگاه‌ها شرکت‌های مختلفی محصولات ایستگاهی و خورشیدی خود را به نمایش گذاشته بودند.

بازدید از نمایشگاه برق خاورمیانه (MEE2022)

در قسمت مربوط به ایستگاه‌های شارژ، با دو شرکت دارنده ایستگاه شارژ برقی صحبت و تبادل نظر شد. شرکت نخست به نام KOSTAD از اتریش ایستگاه شارژ خودروی برقی با تنوع پورت شارژ و تنوع توان شارژ ارائه کرده بود که بالاترین توان شارژ ۴۳KW بود و در شکل (۸) آمده است.

حمل و نقل عمومی و استفاده از همتایان غیر الکتریکی خود در نظر گرفته شدند. دوچرخه برقی و اسکیت برقی جایگزین دوچرخه و اتومبیل‌های معمولی می‌شود در حالی که میکروماشین برقی، جایگزین اتومبیل و حمل و نقل عمومی می‌شود. سگوی، اسکیت‌برد برقی و سه و چهارچرخ جایگزین تردد با پای پیاده یا با دوچرخه می‌شوند (Hyvönen, Repo, & Lammi, 2016).

ایستگاه شارژ

مصرف‌کنندگان نگرانی‌های زیادی در مورد استفاده از وسایل نقلیه الکتریکی دارند. برخی از عمده‌ترین نگرانی‌ها عدم وجود زیرساخت‌های شارژ و مناسب نبودن وسایل نقلیه الکتریکی برای سفرهای شهری است. این «اضطراب در دسترس بودن» مانع عمده خرید خودروهای الکتریکی است (Brase, 2018). کمبود زیرساخت شارژ (Erickson, 2012)، نگرانی بابت دسترسی رانندگان به ایستگاه‌های شارژ و مدت زمان شارژ مجدد و انتظار برای شارژ وسایل نقلیه برقی از مهم‌ترین دلایل پرهیز مردم از خرید و استفاده از وسایل نقلیه الکتریکی به‌شمار می‌رود (Franke & Krems, 2013). یک مشکل اساسی که شرکت‌های تولیدکننده وسایل حمل و نقل الکتریکی و دولت‌ها با آن روبه‌رو هستند مربوط به ترس در مورد ظرفیت شبکه‌های توزیع نیروی برق و نحوه رسیدن به انقلاب احتمالی نزدیک در تحرک الکتریکی است (Badea, et al., 2018). تمامی این عوامل باعث شده است که سرعت حرکت به سمت استفاده از وسایل حمل و نقل الکتریکی با کندی پیش رود و شهروندان تمایل زیادی به استفاده از این روش حمل و نقلی به خصوص در کشورهای کمتر توسعه یافته نداشته باشند. با این حال، هرچه ایستگاه‌های شارژ بیشتری در سطح شهر قرار گیرد و شبکه زیرساخت‌های شارژ رشد می‌کند، مصرف‌کنندگان خیال راحت‌تری برای خرید وسایل نقلیه الکتریکی دارند. با نصب ایستگاه‌های شارژ ارزش زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی ایجاد شده و امکان کاهش چشمگیر آلاینده‌های هوا و بهبود کیفیت هوای شهری را دارا هستند و استفاده از ایستگاه‌های شارژ و برق‌رسانی به سیستم حمل و نقل، کیفیت زندگی افراد را بهبود می‌بخشد (Goldin, Erickson, Natarajan, Brase, & Pahwa, 2014). انتقال از وسایل نقلیه معمولی مجهز به بنزین به وسایل نقلیه الکتریکی و استفاده از ایستگاه‌های شارژ برای تأمین انرژی این وسایل



شکل ۷. درآمد ایجاد شده در روز از طریق استفاده‌های مختلف حاشیه‌ای (Alison & Graham, 2021)

بخش پایداری دارای یک سازه بسیار عظیم به شکل درخت بود که سراسر پوشیده شده با سلول‌های خورشیدی بود. همچنین در کنار آن چند سازه پایه بلند خورشیدی در پیرامون سازه اصلی نصب شده بود. همچنین در قسمت‌های مختلف نمایشگاه نیز ایستگاه‌های شارژ خورشیدی به صورت مبلمان و دکوراسیون شهری نصب شده بود که تصاویر آن در زیر آمده است شکل‌های (۱۰، ۱۱، ۱۲ و ۱۳).

توسعه پایدار

دست یافتن برای راه‌حلی برای مشکلات زیست‌محیطی که امروزه با آن‌ها روبه‌رو هستیم، نیازمند اقدامات طولانی‌مدت و برنامه‌ریزی شده‌ای در جهت توسعه پایدار است. در این منظر منابع انرژی‌های تجدیدپذیر یکی از باکفایت‌ترین و کارآمدترین راه‌حل‌ها به نظر می‌رسند. به همین دلیل است که رابطه مستحکمی بین انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه پایدار وجود دارد. طبق یک تعریف توسعه پایدار عبارت است از اطمینان از کیفیت زندگی برتر نسل‌های حاضر و نسل‌های آینده (سیادتان و کریمی، ۱۳۹۷).

شهرهایی که سرمایه‌گذاری‌های سنگینی در سیستم‌های حمل‌ونقل مبتنی بر خودرو انجام داده‌اند، هم‌اکنون کمترین سطح پایداری محیطی را تجربه می‌کنند. با اقداماتی که برنامه‌ریزان شهری در چند سال اخیر در ۳۱ کلان‌شهر جهان برای حمل‌ونقل پایدار در پیش گرفته‌اند، پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۳۰، سفر با خودروهای شخصی در این شهرها به‌طور میانگین تا ۱۰٪ کاهش یابد و حمل‌ونقل عمومی، پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری جایگزین آن شود. پیش از این، طراحی زیرساخت‌های شهر بر اساس تردد خودروها صورت می‌گرفت اما در چند سال اخیر، تمرکز بر مردم و نیازهای آنان در اولویت برنامه‌های مسئولان و طراحان شهری قرار گرفته است (حسن‌زاده اصفهانی، ۱۴۰۰).

بنابراین ضروری است که در جهت حرکت به سمت توسعه پایدار در کشور، به معنای حفظ کیفیت زندگی نسل حاضر و آینده که در ابعاد مختلفی می‌توان آن را تعریف کرد و یکی از مهم‌ترین آن‌ها حفظ کیفیت هوای شهری است، برنامه‌ریزی‌ها و مطالعات دقیق و مدون



شکل ۸. ایستگاه شارژ خودروی برقی شرکت kostad

ایستگاه شارژ دیگر، یک ایستگاه مجهز به پنل خورشیدی بود که برای شارژ وسایل نقلیه سبک یا وسایل شخصی مناسب بود. شکل (۹) غرفه شرکت Mitas energy را نشان می‌دهد که ارائه دهنده این ایستگاه‌ها بود. این ایستگاه همچنین امکان تجهیز به توربین باد محور عمودی را نیز دارا بود. طراحی خاص آن به صورت درخت باعث می‌شود که سطوح نگهدارنده پنل‌های خورشیدی، به صورت سایبان برای افراد زیر آن عمل نموده و صندلی‌هایی به منظور استقرار افراد جهت انتظار تا زمان شارژ وسیله نقلیه یا شخصی خود، تعبیه شده است. لذا این ایستگاه در غالب یک مبلمان شهری در شهرهایی نظیر تهران قابل اجرا خواهد بود. این‌گونه پروژه‌ها بخشی از ایده کلان شهرهای هوشمند محسوب می‌شوند. این شرکت دارای دوچرخه‌های برقی و اسکوترهای برقی با طراحی متناسب با ایستگاه‌ها نیز می‌باشد و در واقع یک سیستم طراحی شده است که پکیج کاملی را جهت انجام سفرهای پاک به وسیله وسایل حمل‌ونقل برقی را ایجاد می‌کند.

بازدید از نمایشگاه اکسپو ۲۰۲۲

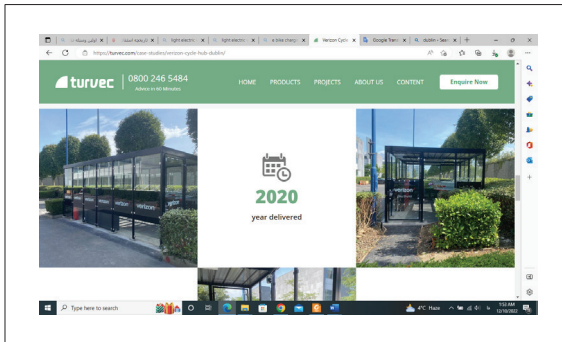
موارد مرتبط موجود در نمایشگاه اکسپو^۱ به دو دسته تقسیم می‌شود: یکی بخش پایداری^۱ و دیگری ایستگاه‌های شهری شارژ برقی.



شکل ۹. مجموعه ایستگاه شارژ، اسکوتر برقی و دوچرخه برقی شرکت Mitas Energy در نمایشگاه برق خاورمیانه



شکل ۱۰. راست: سازه عظیم مزرعه خورشیدی بخش پایداری، چپ: سازه‌های پایه‌دار خورشیدی بخش پایداری



ایستگاه شارژ Verizon در دالین

ایستگاه شارژ Verizon یک ایستگاه شارژ با نمای شیشه‌ای است که محل پارک و شارژ دوچرخه برقی در شهر دالین جانمایی شده و در سال ۲۰۲۰ رونمایی شده است. در این ایستگاه امکاناتی چون پمپ باد، تعمیر و نگهداری و ذخیره‌سازی کیت قابل دسترس است.



ایستگاه شارژ Saris E-Bike در استرالیا

ایستگاه شارژ Saris E-Bike یک سیستم شارژ باتری برای استفاده عمومی و خصوصی است. به این معنا که هم قابلیت نصب در مکان‌های عمومی را دارد و هم می‌توان تنها یک عدد از آن را در مکان‌های شخصی نصب و استفاده کرد.



ایستگاه شارژ دوچرخه برقی Bosch برای فضای داخلی

در سال ۲۰۱۸، شرکت بوش، جایگاه شارژ به منظور جانمایی در فضاهای داخلی را رونمایی کرد. با نصب اپلیکیشن مخصوص در تلفن همراه کاربران می‌توانند نزدیک‌ترین جایگاه شارژ را برای شارژ باتری وسیله نقلیه خود پیدا کنند.



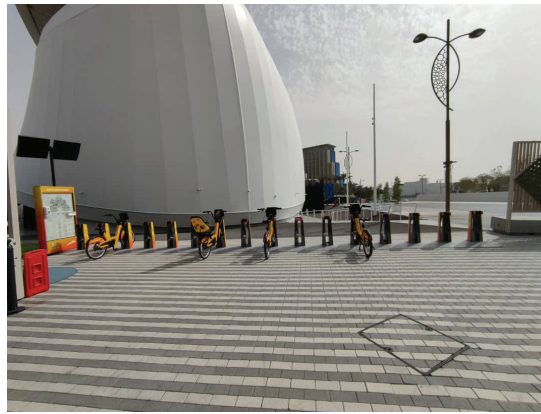
ایستگاه شارژ bike-energy

این ایستگاه‌های شارژ دوچرخه‌های الکتریکی می‌توانند هم‌زمان دوچرخه‌های الکتریکی و هم خودروهای الکتریکی را شارژ کنند. این مدل ایستگاه شارژ را هم می‌توان به صورت آزاد و هم می‌توان روی دیوار نصب کرد.

شکل ۱۱. انواع ایستگاه شارژ



شکل ۱۳. ایستگاه خورشیدی شارژ وسایل شخصی با مکان نشستن افراد در نمایشگاه اکسیو ۲۰۲۲



شکل ۱۲. ایستگاه خورشیدی شارژ دوچرخه برقی واقع در نمایشگاه اکسیو ۲۰۲۲

در ایام فراگیری بیماری کووید ۱۹ در سراسر دنیا از جمله کشور ایران، به دلیل بالا بودن شدت انتقال این بیماری بین افراد، شاهد این بودیم که تمایل شهروندان به استفاده از وسایل حمل و نقل عمومی پرجمعیت همچون مترو و اتوبوس به میزان قابل توجهی کاهش یافت و استفاده از وسایل حمل و نقل شخصی گسترش یافت. همین موضوع محرکی بود که در کشور ایران به موضوع وسایل حمل و نقل انفرادی توجه بیشتری شود. اما در جهت دستیابی به این هدف، استفاده از خودروی شخصی گسترش می‌یابد که خود باعث ایجاد مشکلات ثانوی همچون افزایش ترافیک شهری و به دنبال آن افزایش مصرف سوخت و آلودگی هوا می‌شود. به همین منظور برای جلوگیری از ایجاد این مشکلات ثانوی، باید راه حل جایگزینی را برای آن یافت که بهترین جایگزین می‌تواند استفاده از وسایل حمل و نقل انفرادی برقی باشد که هم مشکلات مربوط به ترافیک شهری و آلودگی هوا را ندارد و هم اینکه در راستای نیاز شهروندان، یعنی ترجیح استفاده از وسایل حمل و نقل انفرادی عمل می‌کند. اما نکته قابل تأمل در این مورد نگرانی شهروندان از وجود زیرساخت‌های لازم من جمله ایستگاه‌هایی جهت شارژ وسایل حمل و نقل الکتریکی در سطح شهر است. در این پژوهش با تمرکز بر روی مهم‌ترین زیرساخت توسعه حمل و نقل مبتنی بر وسایل حمل و نقل برقی دوچرخه، یعنی ایستگاه‌های شارژ، تلاش می‌شود تا ضمن آشنایی با رویکرد حمل و نقل پاک، مسیر حرکت و توسعه استفاده از این روش حمل و نقلی جایگزین مشخص شود که تمرکز بر مطالعات زیرساختی و ایستگاه‌های شارژ است.

تصدیق و قدردانی

بدین وسیله تصدیق می‌شود که این مقاله، مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد طراحی صنعتی نویسنده اول در دانشکده هنرهای کاربردی دانشگاه هنر است که به راهنمایی نویسنده دوم انجام و در تابستان ۱۴۰۱ دفاع شده است.

انجام پذیرد. یکی از جنبه‌های مطالعاتی که کمبود آن در کشور ایران دیده شد، بررسی الزامات لازم برای توسعه حمل و نقل پاک و ایجاد ایستگاه‌های شارژ وسایل حمل و نقل الکتریکی به نحوی که حرکت و اشتیاق به سمت این نوع روش حمل و نقلی در کشور افزایش یابد.

نتیجه

افزایش نگران‌کننده میانگین دمای کره زمین به دلیل انتشار عظیم گازهای گلخانه‌ای باعث گسترش معرفی وسایل نقلیه الکتریکی سبک (LEV) شده است، زیرا بخش حمل و نقل مسئول بیش از ۲۵٪ از کل انتشار دی‌اکسید کربن جهان است. علاوه بر این، حمل و نقل بیشتر به سوخت‌های فسیلی وابسته است که ذخایر آن‌ها محدود بوده و در کوتاه مدت از بین می‌رود و تمام می‌شود. هر دو پدیده، یعنی تأثیرات زیست‌محیطی و ذخایر محدود، انگیزه الکتریکی شدن بخش حمل و نقل هستند. علاوه بر این، افزایش روزافزون تقاضای انرژی، خطر گرم شدن کره زمین ناشی از مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و در نهایت تهدید سلامت انسان‌ها از جمله مسائلی است که کشورها را به سمت استفاده از انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر سوق داده است. در همین راستا بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته دنیا در حوزه حمل و نقل به سوی تحرک الکتریکی حرکت کرده و اتومبیل‌های برقی یکی از مهم‌ترین نمونه‌های تحرک الکتریکی است. علاوه بر این، توجه و توسعه حمل و نقل فوق سبک نیز برای سفرهای کوتاه درون شهری مورد توجه قرار گرفته و زیرساخت‌های آن گسترش یافته است. حمل و نقل فوق سبک زیرمجموعه‌ای برای تحرک الکتریکی محسوب می‌شود. به نظر می‌رسد، برای حرکت به سمت الکتریکی شدن حوزه حمل و نقل در کشوری مثل ایران که حوزه‌ای نوین و جدید است و زیرساخت‌های لازم برای آن در حال حاضر وجود ندارد، بهتر است تمرکز توسعه ابتدا بر روی حمل و نقل فوق سبک انجام پذیرد که هم کم‌هزینه‌تر خواهد بود و هم می‌تواند در مسیر فرهنگ‌سازی در جهت افزایش استفاده شهروندان از وسایل حمل و نقل عمومی اشتراکی الکتریکی باشد.

در شهر تهران با توجه به تمایل بالای شهروندان به استفاده از اتومبیل شخصی (۶۲٪)، می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً تمایل آنان به استفاده از وسایل حمل و نقل انفرادی برقی نیز می‌تواند بالا باشد؛ زیرا نیاز آنان به استفاده شخصی و تک‌سرنشین بودن در استفاده از وسایل حمل و نقل انفرادی برقی نیز رفع خواهد شد. همچنین

ciplinary and Applied.

- Calvey Kenneth Taylor Haw, H. (2013). US Patent No. 8,487,584 B2
- Daina, N & Polak, J. (2016). Hazard Based Modelling of Electric Vehicles Charging Patterns. Transportation Electrification Conference and Expo, Asia-Pacific (ITEC).
- DEDIU, H. (2019). Where Does the Word "Micromobility" Come From? Micromobility industries.
- Dijk, M, Orsato, R & Kemp, R. (2012). The emergence of an electric mobility trajectory. Energy Policy.
- European Roadmap. European technology platform on smart systems. (2017)
- Goldin, E, Erickson, L, Natarajan, B, Brase, G & Pahwa, A. (2014, December). Solar Powered Charge Stations for Electric Vehic. Environmental Progress & Sustainable Energy.
- Hyvönen, K, Repo, P & Lammi, M. (2016). Light electric vehicles: substitution and future uses. Transportation Research Procedia
- IEA. (2020). Global EV Outlook.
- Kobayashi, L, Williams, E, Brown, C, Emigh, B, Bansal, V, Badiie, Doucet, J. (2019). The e-merging e-pidemic of e-scooters. BMJ.
- Moghaddam, Z. (2019). Smart charging strategies for electric vehicle. Edith Cowan University.
- Tuck, L, Hansen, K, Murray, C (2016). The cost of air pollution strengthening the economic case for action. World bank group
- Narayan, N. S. (2013, July). Solar Charging Station for Light electric vehicle.
- NUMBEO. (2021). Retrieved from <https://www.numbeo.com/traffic/rankings>.
- new urban mobility alliance. (2020). <https://www.numo.global/new-mobility-atlas>.
- Odevik, A. (2017, 06 22). DESIGNING A CHARGING STATION FOR. jonkoping university.
- Paul Harvey Hartman, C. O. (2011). US Patent No. 8,013,569 B2
- World air quality report. (2020)
- Zhu, C & Nigro, N. (2012). PLUG-IN ELECTRIC VEHICLE DEPLOYMENT IN THE NORTHEAST. US department of energy.

پی‌نوشت‌ها

1. Segway
2. Transit Oriented Development
3. Micro mobility
4. Horace Dediu
5. International Energy Agency
6. IrScooter
7. EV-tech
8. Middle East Energy
9. EXPO 2022
10. Sustainability

منابع

- شرکت ملی نفت ایران. (۱۳۹۵). اطلاعات حمل‌ونقل و انرژی کشور. شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت.
- روشنی، م، احدی، س، شهبازی، ح، تربیتان، س، و کریمی، ا. (۱۳۹۸). گزارش کیفیت هوا و صدای تهران در سال ۱۳۹۷. مرکز چاپ نشر شهر.
- سیادتان، ع، و کریمی، ح. (۱۳۹۷). منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و استانداردهای سیستم‌های فتوولتاییک متصل به شبکه. مؤسسه انتشاراتی آفتاب گیتی.
- غیاثی، ه. م. (۱۳۹۳). طراحی و ساخت ایستگاه شارژ خورشیدی. اولین کنفرانس و نمایشگاه بین‌المللی انرژی خورشیدی.
- فلاح منشادی، ا، روحی، ا، سعیدی زند، پ، و بزرگمهرنیا، ر. (۱۳۹۰). امکان‌سنجی استفاده از دوچرخه در شهر تهران. اولین کنفرانس بین‌المللی دوچرخه شهری.
- مانزو، ل، و دوین رایت، پ. (۱۳۹۷). دل‌بستگی مکانی، مباحث پیشرفته نظری، روش و کاربردها. (ترجمه: م. رفیعیان، ف. محمدنیا قرائی، و م. خانی زاده)، تهران: سازمان زیباسازی شهر تهران.
- ماهنامه دیجیتال حمل‌ونقل پاک. (۱۴۰۰). میکروموبیلیتی: حرکت شهرها به سوی آینده‌ای پایدار.
- مسیح تهرانی، م. (۱۳۹۶). طراحی بهینه و امکان‌سنجی سیستم ذخیره انرژی ترکیبی برای موتورسیکلت برقی. مجله مهندسی مکانیک.
- معلمی، م. ز. (۱۳۹۷). توسعه حمل‌ونقل همگانی محور (TOD). نشریه دستاوردهای نوین حمل‌ونقل.
- منوری، س، و رضانی، ل. (۱۳۹۹). محیط زیست و حمل‌ونقل شهری پایدار. نشر تالاب.
- Erickson, L. (2012). White Paper on Solar Powered Charge Stations with Shaded Parking.
- Franke, T & Krems, J. (2013). What drives range preferences in electric vehicle users? Transport Policy.
- Renne, J. (2018). Evaluating Transit-Oriented Development Using a Sustainability Framework: Lessons from Perth's Network City.
- Alison, L & Graham, M. (2021). Economic benefits of dining parklets, bike parking and car parking. URBIS.
- Badea, G, Felseghi, R, A, Varlam, M, Filote, C, Culcer, M, Iliescu, M & Simona Raboaca, M. (2018, December). Design and Simulation of Romanian Solar Energy. energies.
- Bhutada, G. (2022). comparing the carbon footprint of transportation options. UK Department for Business, Energy & Industrial Strategy, Our World in Data.
- Brase, G. L. (2018). What Would It Take to Get You into an Electric Car? Consumer Perceptions and Decision Making about Electric Vehicles. The Journal of Psychology Interdis-