

## بررسی ابعاد برقی سازی حمل و نقل عمومی کشور ایران

محمد منتظری، استاد دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی راه آهن، مشاور مدیرعامل متروی تهران، تهران، ایران  
زینب حاجی زمانی، فارغ التحصیل دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مهندسی راه آهن، کارشناس متروی تهران، تهران، ایران

E-mail: m\_montazeri@yahoo.com

### چکیده

سیستم‌های حمل و نقل عمومی برقی به عنوان راه‌حلی پایدار و دوستدار محیط‌زیست برای کاهش آلودگی هوا و ترافیک شهری مورد توجه قرار گرفته‌اند. این سیستم‌ها شامل اتوبوس‌های برقی، تراموا، مترو، قطارهای برقی بین‌شهری و دوچرخه‌ها و اسکوترهای برقی هستند. مزایای اصلی آن‌ها عبارت‌اند از: کاهش آلودگی هوا و صوتی، صرفه‌جویی در هزینه‌های انرژی و نگهداری، کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، افزایش کارایی و سرعت در حمل و نقل. با این حال، چالش‌هایی مانند هزینه‌های اولیه بالا، نیاز به زیرساخت‌های مناسب، محدودیت در مسافت پیمایش و زمان شارژ باتری‌ها و مقاومت در برابر تغییر، توسعه این سیستم‌ها را با دشواری مواجه کرده است. با این وجود، با پیشرفت فناوری و افزایش آگاهی، سیستم‌های حمل و نقل عمومی برقی به عنوان بخشی کلیدی در ایجاد شهرهای پایدار و هوشمند در آینده نقش خواهند داشت. علاوه بر این، توسعه سیستم‌های حمل و نقل عمومی برقی می‌تواند تأثیرات مثبت اجتماعی نیز داشته باشد. ایجاد اشتغال در بخش‌های مرتبط با تولید، نصب و نگهداری این سیستم‌ها و افزایش کیفیت زندگی شهروندان از جمله مزایای اجتماعی این فناوری است. همچنین، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در تأمین برق مورد نیاز این سیستم‌ها می‌تواند به کاهش آلودگی کربنی و محافظت از منابع طبیعی کمک کند. برای تسریع در توسعه و پیاده‌سازی سیستم‌های حمل و نقل عمومی برقی، دولت‌ها می‌توانند از سیاست‌ها و برنامه‌های حمایتی مانند ارائه یارانه‌ها، تسهیلات مالیاتی و برنامه‌های آموزشی بهره‌برداری کنند. همچنین، همکاری بین‌المللی و تبادل تجربیات موفق می‌تواند به بهبود و گسترش این فناوری در سطح جهانی کمک کند. این مقاله به تحلیل مزایا و چالش‌های استفاده از حمل و نقل عمومی برقی، ارزیابی تأثیرات زیست‌محیطی و اقتصادی این سیستم‌ها و ارائه راهکارهایی برای بهبود و تسریع روند پیاده‌سازی آن‌ها می‌پردازد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که با حمایت‌های دولتی و سرمایه‌گذاری‌های مناسب، ایران می‌تواند به سوی آینده‌ای سبزتر و پایدارتر گام بردارد. سیستم‌های حمل و نقل عمومی برقی با کاهش آلودگی هوا و صوتی، صرفه‌جویی در هزینه‌ها و بهبود کیفیت زندگی شهروندان، می‌توانند نقش مهمی در ایجاد شهری پایدار ایفا کنند.

واژه‌های کلیدی: حمل و نقل عمومی، سیستم برقی سازی، پایدار، کاهش آلودگی هوا

## ۱. مقدمه

انتشار گازهای گلخانه‌ای شامل برنامه‌های توسعه ملی است که اهداف خاصی برای کاهش انتشار در بخش‌های کلیدی مانند حمل‌ونقل، صنعت و کشاورزی تعیین می‌کند. در بخش حمل‌ونقل، دولت با معرفی مقرراتی برای ترویج استفاده از حمل‌ونقل عمومی و تشویق به استفاده از وسایل نقلیه برقی، تلاش می‌کند تا وابستگی به سیستم‌های حمل‌ونقل وابسته به سوخت‌های فسیلی را کاهش دهد.

## ۳. ادبیات پژوهش

### ۳-۱ انواع سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی

#### ۳-۱-۱ اتوبوس‌های برقی

اتوبوس‌های برقی یکی از رایج‌ترین انواع وسایل نقلیه عمومی برقی هستند. این اتوبوس‌ها به‌جای موتورهای دیزلی یا بنزینی، از موتورهای الکتریکی استفاده می‌کنند که انرژی خود را از باتری‌های قابل شارژ تأمین می‌کنند. اتوبوس‌های برقی به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

- اتوبوس‌های تمام برقی: این اتوبوس‌ها کاملاً به برق وابسته هستند و نیاز به شارژ منظم دارند.
- اتوبوس‌های هیبریدی: این نوع از اتوبوس‌ها هم از موتور الکتریکی و هم از موتور احتراق داخلی استفاده می‌کنند و در نتیجه مصرف سوخت و آلاینده‌گی کمتری دارند.

#### ۳-۱-۲ تراموا (واگن برقی)

ترامواها یکی از قدیمی‌ترین سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی هستند که در بسیاری از شهرهای جهان مورداستفاده قرار می‌گیرند. این سیستم‌ها معمولاً از ریل‌های اختصاصی و سیم‌های بالاسری برای تأمین برق استفاده می‌کنند. ترامواها به دلیل ظرفیت بالا و آلاینده‌گی صفر، گزینه مناسبی برای حمل‌ونقل درون‌شهری هستند.

#### ۳-۱-۳ مترو (قطار شهری برقی)

مترو یکی از کارآمدترین سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی در کلان‌شهرها است. قطارهای مترو معمولاً از نیروی برق برای

با رشد سریع شهرنشینی و افزایش جمعیت کلان‌شهرها، سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی به یکی از ارکان اصلی توسعه شهری تبدیل شده‌اند. این سیستم‌ها نه تنها نقش مهمی در کاهش ترافیک و بهبود جابجایی شهروندان ایفا می‌کنند، بلکه تأثیر مستقیمی بر محیط‌زیست و کیفیت زندگی دارند. با توجه به نگرانی‌های فزاینده درباره آلودگی هوا، تغییرات اقلیمی و وابستگی به سوخت‌های فسیلی، سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی به‌عنوان راه‌حلی نوین و پایدار موردتوجه قرار گرفته‌اند. این سیستم‌ها با بهره‌گیری از انرژی پاک و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، گامی مهم در جهت ایجاد شهرهای سبز و هوشمند محسوب می‌شوند. در این مقاله، به بررسی انواع سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی، مزایا و چالش‌های آن‌ها پرداخته می‌شود تا اهمیت و نقش این فناوری در آینده حمل‌ونقل شهری و بین‌شهری روشن گردد. منابع انرژی فسیلی در دنیا همواره رو به کاهش است و باید برای کاهش مصرف انرژی یا جایگزین کردن این منابع برنامه‌ریزی کرد. از سوی دیگر، آلاینده‌گی ناشی از این منابع، زندگی بشر را با چالش‌های جدی مواجه کرده است. امروزه در کلان‌شهرها به دلیل آلودگی ناشی از گاز دی‌اکسید کربن، تعداد روزهایی که لازم است گروه‌های حساس در خانه بمانند، رو به افزایش است و این در خانه ماندن، به مفهوم ضرر و زیان اقتصادی است. بین ۷۵ تا ۸۵ درصد آلودگی هوای کلان‌شهرها مربوط به منابع متحرک مثل خودروها، موتورسیکلت‌ها و... است.

## ۲. تعریف مسئله و اهداف پژوهش

در عصری که تغییرات آب و هوایی گسترده است، برقی شدن حمل‌ونقل عمومی به‌عنوان چراغ امید ظاهر شده است. این تغییر دگرگون‌کننده فقط مربوط به تعویض انواع سوخت نیست، بلکه در مورد تجدیدنظر مناظر شهری ما و ایجاد آینده‌ای پایدار برای نسل‌های آینده نیز است. سیاست‌های دولت ایران برای کاهش

## بررسی ابعاد برقی سازی حمل و نقل عمومی کشور ایران

۲. توسعه و بهره‌برداری از فناوری‌های نوین: به‌کارگیری فناوری‌های جدید و به‌روز در راستای تأمین انرژی برقی در حوزه زیرساخت و وسایل نقلیه عمومی برقی

۳. ساخت و تجهیز زیرساخت‌های لازم: ساخت و تجهیز بنیادهای لازم برای تأمین و توزیع برق به وسایل نقلیه مانند پایانه‌ها و پارکینگ‌ها.

۴. افزایش آگاهی عمومی: آموزش کارکنان و آگاهی عمومی از اهمیت و روش‌های استفاده از وسایل نقلیه الکتریکی.

۵. حمایت مالی و تشویقی: ارائه مشوق‌هایی از سوی دولت در راستای تشویق بخش خصوصی در به‌کارگیری وسایل حمل و نقل برقی

۶. مدیریت و کنترل: ایجاد سیستم‌های مدیریت و کنترل برای مطمئن شدن از کارکرد بهینه و ایمنی سیستم‌ها.

۷. حمایت از نوآوری و توسعه: پشتیبانی و ارائه منابع، امکانات و تسهیلات لازم برای موفقیت طرح‌های تحقیق و توسعه

۸. در ادامه به مزایا و چالش‌های به‌کارگیری این سیستم‌ها پرداخته می‌شود.

### ۳-۳ الزامات برقی سازی سیستم‌های حمل و نقلی

۱. حمایت دولتی: حمایت‌های مالی و قانونی از سوی دولت برای تشویق شرکت‌ها و شهروندان به استفاده از وسایل نقلیه برقی و ایجاد زیرساخت‌های لازم.

۲. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها: احداث و توسعه ایستگاه‌های شارژ، خطوط برق مناسب و سایر تجهیزات موردنیاز برای پشتیبانی از ناوگان برقی.

۳. توسعه تکنولوژی بومی: تشویق به توسعه و استفاده از تکنولوژی‌های بومی در زمینه وسایل نقلیه برقی و زیرساخت‌های مرتبط.

۴. برنامه‌های آموزشی: برگزاری دوره‌های آموزشی برای کارکنان و کاربران در مورد استفاده، نگهداری و تعمیرات وسایل نقلیه برقی.

حرکت استفاده می‌کنند و به دلیل سرعت بالا و ظرفیت زیاد، نقش مهمی در کاهش ترافیک و آلودگی هوا ایفا می‌کنند. متروها در مسیرهای زیرزمینی یا سطحی اختصاصی حرکت می‌کنند.

### ۳-۱-۴ قطارهای برقی بین شهری

قطارهای برقی بین شهری نیز یکی دیگر از انواع سیستم‌های حمل و نقل عمومی برقی هستند. این قطارها برای مسافت‌های طولانی‌تر طراحی شده‌اند و می‌توانند جایگزین مناسبی برای خودروهایی شخصی و اتوبوس‌های دیزلی باشند.

### ۳-۱-۵ دوچرخه‌ها و اسکوترهای برقی

در کنار سیستم‌های بزرگ‌تر، دوچرخه‌ها و اسکوترهای برقی نیز به‌عنوان گزینه‌هایی برای حمل و نقل عمومی در مسیرهای کوتاه‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند. این وسایل نقلیه سبک و کم‌هزینه هستند و می‌توانند به راحتی در شبکه حمل و نقل شهری ادغام شوند.

نتایج نشان می‌دهد که تا سال ۲۰۴۰، تعداد خودروهای برقی به ۱۰٪ از کل تولید خودروها خواهد رسید و مزایای اقتصادی خودروهای برقی از ۲,۰۲ میلیون دلار در سال ۲۰۲۵ به ۱۷,۵۵ میلیارد دلار در سال ۲۰۴۰ افزایش خواهد یافت. مقاله اسماعیلیون و همکاران به بررسی مزایا و چالش‌های استفاده از خودروهای برقی به‌عنوان جایگزینی برای خودروهای با موتور احتراق داخلی پرداخته و نشان می‌دهند که خودروهای برقی می‌توانند به کاهش انتشار کربن و وابستگی به سوخت‌های فسیلی کمک کنند.

### ۳-۲ مراحل برقی سازی سیستم‌های حمل و نقل

#### شهری

۱. تحقیق و برنامه‌ریزی: ابتدا باید تحقیقات دقیقی در مورد نیازها و شرایط شهر انجام شود. این موضوع شامل تحلیل جمعیت، نقشه‌های شهری و مسیرهای حمل و نقل موجود می‌شود.

قابل توجهی دارد. این هزینه‌ها ممکن است برای برخی شهرها یا کشورها چالش برانگیز باشد.

نیاز به زیرساخت‌های مناسب: برای راه‌اندازی سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی، وجود زیرساخت‌های مناسب مانند شبکه برق قوی، ایستگاه‌های شارژ و مسیرهای اختصاصی ضروری است. توسعه این زیرساخت‌ها ممکن است زمان‌بر و پرهزینه باشد.

محدودیت در مسافت پیمایش و زمان شارژ: در مورد وسایل نقلیه برقی مانند اتوبوس‌ها، محدودیت در مسافت پیمایش و زمان شارژ باتری‌ها می‌تواند چالشی برای بهره‌برداری مداوم و کارآمد باشد.

مقاومت در برابر تغییر: در برخی موارد، ممکن است مقاومت‌هایی از سوی شهروندان یا نهادهای مرتبط در برابر تغییر از سیستم‌های سنتی به سیستم‌های برقی وجود داشته باشد. این مقاومت می‌تواند ناشی از عادت‌های قدیمی یا نگرانی‌های اقتصادی باشد. با این حال، صرفه‌جویی طولانی‌مدت در هزینه‌های سوخت و کاهش تعمیر و نگهداری می‌تواند این سرمایه‌گذاری‌های اولیه را جبران کند. تعهد ایران به این گذار مستلزم برنامه‌ریزی مالی استراتژیک و مشارکت‌های بالقوه بین‌المللی است.

#### ۴. روش پژوهش

برای انجام این تحقیق، از روش مرور ادبیات سیستماتیک استفاده شده است. ابتدا، به‌مرور ادبیات موجود و مقالات علمی، گزارش‌ها و مستندات مرتبط با سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی پرداخته و سپس تجربه‌های کشورهای مختلف و مقایسه آن‌ها با وضعیت مربوط به سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی در ایران پرداخته شد.

#### ۴-۱ مقایسه سیستم‌های حمل‌ونقل برقی و غیر برقی

همان‌طور که در شکل شماره ۱ مشاهده می‌شود مصرف انرژی در انواع مختلف سیستم‌های حمل‌ونقلی مقایسه شده است.

۵. مدیریت مصرف انرژی: تدوین برنامه‌های مدیریتی برای مصرف بهینه انرژی و جلوگیری از بروز مشکلات برق‌رسانی.  
۶. همکاری بین‌المللی: استفاده از تجربیات و تکنولوژی‌های موفق در دیگر کشورهای جهان و همکاری با شرکت‌های بین‌المللی برای بهبود زیرساخت‌ها و تکنولوژی‌های موجود.

#### ۳-۴ مزایای سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی

کاهش آلودگی هوا: سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی به دلیل عدم استفاده از سوخت‌های فسیلی، آلاینده‌گی کمتری تولید می‌کنند. این موضوع به‌ویژه در شهرهای بزرگ که با مشکل آلودگی هوا مواجه هستند، بسیار حائز اهمیت است.

کاهش آلودگی صوتی: وسایل نقلیه برقی به‌مراتب کم‌صداتر از وسایل نقلیه بنزینی یا دیزلی هستند. این ویژگی به کاهش آلودگی صوتی در شهرها کمک می‌کند و محیط شهری را آرام‌تر و سالم‌تر می‌سازد.

صرفه‌جویی در هزینه‌ها: اگرچه هزینه اولیه خرید و نصب سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی ممکن است بالا باشد، اما در بلندمدت این سیستم‌ها به دلیل کاهش مصرف انرژی و هزینه‌های نگهداری، مقرون به‌صرفه‌تر هستند.

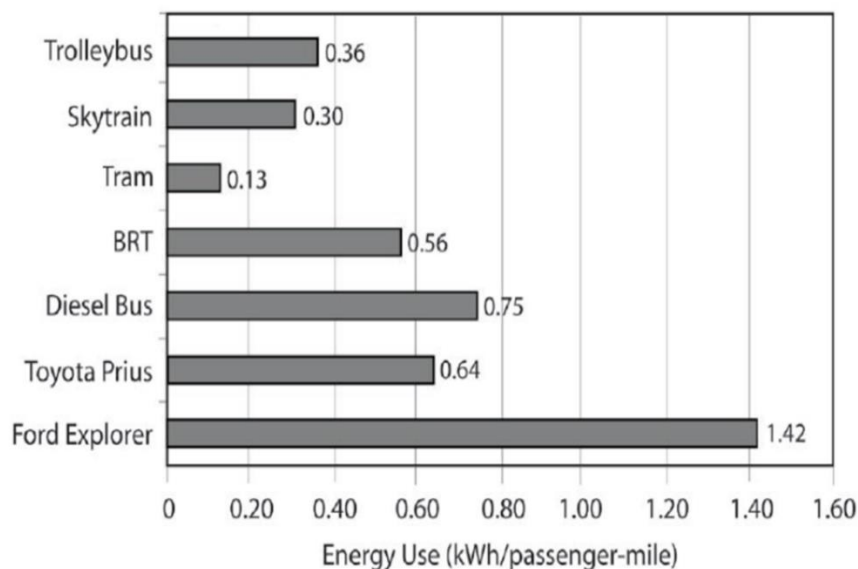
کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی: با استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی، وابستگی به سوخت‌های فسیلی کاهش می‌یابد. این موضوع نه‌تنها از نظر اقتصادی مفید است، بلکه به امنیت انرژی کشورها نیز کمک می‌کند.

افزایش کارایی و سرعت: سیستم‌هایی مانند مترو و تراموا به دلیل استفاده از مسیرهای اختصاصی، معمولاً سریع‌تر و قابل‌اعتمادتر از وسایل نقلیه شخصی هستند. این موضوع به کاهش زمان سفر و افزایش رضایت شهروندان منجر می‌شود.

#### ۳-۵ چالش‌های سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی

هزینه اولیه بالا: احداث و راه‌اندازی سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی مانند مترو یا تراموا نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه

## بررسی ابعاد برقی سازی حمل و نقل عمومی کشور ایران



شکل ۱. مقایسه مصرف انرژی انواع سیستم‌های حمل و نقلی

می‌پردازد. در این مطالعه از مدل ارزیابی چرخه حیات و مدل شبه ورودی-خروجی برای ارزیابی انتشار دی‌اکسید کربن و آلاینده‌های هوا از خودروهای با موتور احتراق داخلی، خودروهای برقی هیبریدی و خودروهای برقی باتری دار در استان‌های مختلف چین استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که خودروهای برقی باتری دار ۱۱٫۸٪ در انتشار دی‌اکسید کربن و ۱٫۱٪ در انتشار اکسید نیتروژن نسبت به خودروهای با موتور احتراق داخلی کاهش داشته‌اند. با این حال، انتشار دی‌اکسید گوگرد و ذرات معلق ۲٫۵ میکرون به ترتیب ۱۰٪ و ۲۰٪ افزایش یافته است. در این میان، کشور ایران نیز در حال پیشرفت در زمینه برقی سازی است.

جدول ۱. مقایسه کشورهای مورد بررسی در بحث برقی سازی

کشور	ناوگان اتوبوس‌های برقی	اهداف برقی سازی
چین	بیش از ۴۰۰,۰۰۰	۱۰۰٪ در ۲۰۳۰
نروژ	۱۰۰٪ در اسلو	سراسری تا ۲۰۲۵
ایران	ناوگان در حال رشد	برنامه‌های بلندمدت

به کار گرفته است. نتایج: کاهش قابل توجه در آلودگی هوا و صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی. همچنین، این پروژه‌ها باعث ایجاد شغل‌های جدید در زمینه تولید و نگهداری

## ۲-۴ مقایسه دیدگاه جهانی کشورهای دنیا و ایران در

### حوزه برقی سازی حمل و نقل عمومی

در حالی که کشورهایی مانند چین، نروژ و هلند در زمینه حمل و نقل عمومی برقی پیشرو هستند و موفقیت‌های آن‌ها درس‌های ارزشمندی ارائه می‌دهند. چین به‌عنوان یکی از پیشروان جهانی در زمینه برقی سازی حمل و نقل عمومی، هزاران اتوبوس برقی را در شهرهای بزرگ خود به کار گرفته است. این پروژه‌ها کاهش قابل توجهی در آلودگی هوا و صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی به دنبال داشته‌اند. مقاله Hu و همکاران در سال ۲۰۲۴ به بررسی نابرابری‌های استانی در انتشار دی‌اکسید کربن و آلاینده‌های هوا از خودروهای برقی در چین

• پروژه اتوبوس‌های برقی در چین: شرح پروژه: چین به‌عنوان یکی از پیشروان جهانی در زمینه حمل و نقل عمومی برقی، هزاران اتوبوس برقی را در شهرهای بزرگ خود مانند پکن و شانگهای

فصلنامه مهندسی ترافیک/ سال بیست و پنجم/ شماره ۱۰۰ / بهار ۱۴۰۴

افزایش استفاده از حمل و نقل عمومی و کاهش هزینه‌های مرتبط با خودروهای شخصی شده‌اند. درس آموخته: اهمیت برنامه‌های تشویقی برای استفاده از خودروهای برقی مشترک و نیاز به ایجاد زیرساخت‌های مناسب شارژ.

تعهد ایران به برقی سازی با برنامه‌هایی برای گسترش ناوگان اتوبوس‌های برقی در شهرهای بزرگ و توسعه قابلیت‌های تولید داخلی، نویدبخش است. کشور ایران نیز می‌تواند از این رهبران جهانی الهام بگیرد و درعین حال راه‌حلی را با توجه به شرایط منحصربه‌فرد خود طراحی کند.

### ۳-۴ بررسی شاخص‌های کیفی وسایل نقلیه عمومی

در شکل شماره ۲، انواع وسیله‌های حمل و نقل عمومی بر اساس برخی از شاخص‌های کیفی، با یکدیگر به صورت شماتیک مقایسه شده‌اند.

اتوبوس‌های برقی شده‌اند. درس آموخته: اهمیت حمایت‌های دولتی و سرمایه‌گذاری‌های کلان در زیرساخت‌های شارژ و تولید اتوبوس‌های برقی.

• **تراموای برقی در کشورهای اروپایی:** شرح پروژه: کشورهای اروپایی مانند آلمان و فرانسه از تراموای برقی برای کاهش ترافیک شهری و بهبود کیفیت هوا استفاده می‌کنند. نتایج: افزایش بهره‌وری سیستم حمل و نقل عمومی، کاهش ترافیک و بهبود کیفیت هوا در مناطق شهری. درس آموخته: استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته برای بهبود کارایی و قابلیت اطمینان تراموای برقی و همچنین اهمیت برنامه‌ریزی شهری مناسب.

• **خودروهای برقی مشترک در ایالات متحده:** شرح پروژه: در برخی از شهرهای ایالات متحده مانند لس‌آنجلس و سان‌فرانسیسکو، سیستم‌های خودروهای برقی مشترک به کار گرفته شده‌اند. نتایج: کاهش تعداد خودروهای شخصی و در نتیجه کاهش ترافیک و آلودگی هوا. همچنین، این پروژه‌ها باعث

شاخص کیفی سیستم‌ها	سرعت تجاری (km/h)	قابلیت اطمینان سیستم	اشغال فضا	آلودگی هوا	سر و صدا در خیابان	مصرف انرژی	پوشش شبکه شهری	تصور	هزینه سرمایه گذاری
Bus	10-20	☹	😊😊	☹	😊	☹	😊😊😊😊	☹☹	😊😊😊
BRT	15-25	😊	☹	☹	☹	😊	😊😊	😊	😊
LRT	18-35	😊😊	😊	😊😊😊	😊😊	😊😊	😊	😊😊 ☹	☹
Metro	30-45	😊😊😊	😊😊😊	😊😊😊	😊😊 ☹	😊😊😊	☹	😊😊	☹☹

شکل ۲. مقایسه شاخص کیفی سیستم‌های حمل و نقل عمومی

TOPSIS و آنتروپی شانون، سیستم‌های مختلف حمل و نقل سریع اتوبوسی و ریلی را برای کلان‌شهر تهران ارزیابی و اولویت‌بندی کرده‌اند. بر اساس شاخص‌های موردنظر، سیستم مترو بیشترین قابلیت و مطلوبیت را در رفع مشکلات حمل و نقل

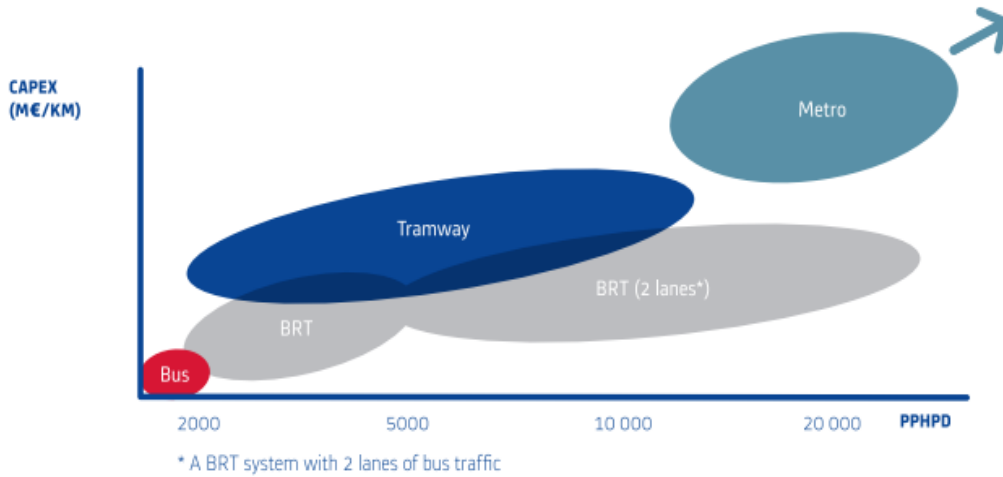
پژوهش پوراحمد و همکاران به ارزیابی و اولویت‌بندی سیستم‌های مختلف حمل و نقل عمومی سریع در کلان‌شهر تهران با استفاده از مدل‌های کارآمد می‌پردازد. نویسندگان با استفاده از رویکرد MCDM (تصمیم‌گیری چندمعیاره) و تکنیک‌های

## بررسی ابعاد برقی سازی حمل و نقل عمومی کشور ایران

دیگر چون BRT به عنوان راهکارهای کوتاه مدت برای رفع مشکلات حمل و نقل عمومی در تهران بهره گیرند.

عمومی کلان شهر تهران دارا است. مدیران شهری می توانند از سیستم مترو به عنوان گزینه اصلی و بلندمدت و از سیستم های

### CAPEX VS. PPHPD (PASSENGERS PER HOUR PER DIRECTION)



شکل ۳. مقایسه ظرفیت وسایل نقلیه عمومی

۴-۴ جمع بندی مقایسه سیستم های حمل و نقلی برقی و غیر برقی

شکل شماره ۳ ظرفیت و کارایی انواع سیستم حمل و نقل عمومی را بر حسب معیار PPHPD (مسافر در هر ساعت در هر مسیر) نشان می دهد.

نقاط ضعف	نقاط قوت	نام سیستم
<ul style="list-style-type: none"> <li>سرعت بهره برداری پایین</li> <li>ظرفیت محدود</li> <li>آلاینده های زیاد</li> <li>استهلاک بیشتر ناوگان</li> <li>هزینه های بهره برداری بالاتر</li> <li>اشغال عرض معبر بیشتر</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>سرمايه اولیه کم</li> <li>وجود تجربه و دانش بومی</li> <li>انطباق پذیری بالا با معابر شهری</li> </ul>	غیر برقی
<ul style="list-style-type: none"> <li>سرمايه اولیه زیاد</li> <li>عدم وجود تجربه ساخت و بهره برداری</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>سرعت بیشتر</li> <li>ظرفیت بالاتر</li> <li>استفاده از انرژی پاک</li> <li>جذابیت های بصری</li> <li>تنوع در سیستم تأمین توان</li> <li>دسترسی راحت افراد کم توان</li> </ul>	برقی

شکل ۴. مقایسه نقاط ضعف و قوت سیستم های حمل و نقل عمومی برقی و غیر برقی (منبع: نویسنده)

## ۵. نتیجه گیری

در ایران، جایی که بسیاری از شهرها با آلودگی هوا دست و پنجه نرم می کنند، گرایش به سمت حمل و نقل عمومی برقی می تواند

بعد از بررسی های به عمل آمده، شکل شماره ۴ نقاط قوت و ضعف سیستم های برقی و غیر برقی را به صورت خلاصه نشان می دهد.

تکنولوژی‌های جدید برای کاهش استفاده از بنزین و کاهش آلودگی هوا بسیار ضروری است.

● سیاست‌های حفاظت از محیط‌زیست: تصمیمات سیاسی برای حفاظت از محیط‌زیست و تشویق به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش استفاده از بنزین باید در اولویت قرار گیرد.

## ۷. مراجع

– پوراحمد، احمد، عمران زاده، بهزاد، مهدی، علی. ارزیابی و اولویت‌بندی سیستم‌های مختلف حمل‌ونقل عمومی سریع در کلان‌شهر تهران با استفاده از مدل‌های کارآمد. جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، . (2): 12; 1393

doi: 10.22067/geography. v12i23.30399

– علیزاده، همینه. جلال عظیمی آملی صدرالدین متولی رحیم سرور، سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی در مسیر پایداری: ارزیابی موانع و چالش‌ها (مطالعه موردی: کلان‌شهر تهران)، مطالعات برنامه ریزی سکونتگاه‌های انسانی دوره ۱۸ تابستان ۱۴۰۲ شماره ۲ (پیاپی ۶۳).

– تجربیات جهانی در برقی سازی ناوگان اتوبوسرانی شهری و توصیه‌های سیاستی برای ایران، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، بهمن ۱۴۰۲.

– Climate Change Initiatives in Iran: Government Policies and Future Directions. <https://generisonline.com/climate-change-initiatives-in-iran-government-policies-and-future-directions/>. Generis Global Legal Services - Accessed on: February 12, 2025.

– Esmailion, F., Soltani, M., Taklifi, A. et al. Comprehensive decision-making considerations in the transition to electrification

بازی را تغییر دهد. با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای از اتوبوس‌ها و سیستم‌های مترو، ما فقط هوا را پاک نمی‌کنیم، بلکه زندگی را به شهرهایمان باز می‌گردانیم. سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی به‌عنوان راه‌حلی مدرن و پایدار برای چالش‌های حمل‌ونقل شهری و بین‌شهری شناخته می‌شوند. عدم توجه به وسایل نقلیه عمومی به‌روز (اعم از برقی؛ هیبریدی و ...) به علت وجود مشکلات مالی، نه تنها راهکار مناسبی نیست بلکه هزینه‌های حل مشکلات در آینده را چندین برابر می‌نماید. لذا انتظار می‌رود، تدوین یک نقشه راه جامع با اهداف کوتاه‌مدت و بلندمدت برای پیاده‌سازی سیستم حمل‌ونقل برقی باید در اولویت برنامه‌ریزی شهری قرار گیرد. با وجود چالش‌هایی مانند هزینه‌های اولیه و نیاز به زیرساخت‌های مناسب، مزایای این سیستم‌ها از جمله کاهش آلودگی هوا، صرفه‌جویی در انرژی و افزایش کارایی، آن‌ها را به گزینه‌ای جذاب برای شهرهای آینده تبدیل کرده است. با پیشرفت فناوری و افزایش آگاهی عمومی، انتظار می‌رود که سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی برقی در سال‌های آینده گسترش بیشتری پیدا کرده و نقش مهمی در ایجاد شهرهای پایدار و هوشمند ایفا کنند.

## ۶. راهکارهای پیشنهادی مدیریت تعارض

### بین تأمین برق و آلودگی هوا

● استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر: افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی و بادی می‌تواند به کاهش نیاز به بنزین کمک کند و همچنین کاهش آلودگی هوا را به دنبال دارد.

● توسعه وسایل نقلیه عمومی و سبز: افزایش امکانات وسایل نقلیه عمومی و تشویق به استفاده از وسایل نقلیه سبز می‌تواند به کاهش استفاده از بنزین و کاهش آلودگی هوا کمک کند.

● تحقیق و توسعه فناوری‌های جدید: تحقیق و توسعه فناوری‌های جدید مانند خودروهای الکتریکی و

transportation system in a developing country. Sci Rep 14, 21015 (2024).  
<https://doi.org/10.1038/s41598-024-71064-4>

– Hu, D., Zhou, K., Hu, R. et al. Provincial inequalities in life cycle carbon dioxide emissions and air pollutants from electric vehicles in China. Commun Earth Environ 5, 726 (2024).  
<https://doi.org/10.1038/s43247-024-01906-6>