مجله محیط زیست و توسعه فرابخشی
Journal homepage: https://www.envjournal.ir

برنامه‌ریزی راهبردی کاهش هزینه اجتماعی آلودگی هوای شهر تهران ناشی از اتوبوس‌های درون شهری

سمانه عابدی*[۱]، مهدی انیسی[۱]

۱-گروه اقتصاد انرژی، محیط‌زیست و کشاورزی، دانشکدهٔ اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخچه مقاله:
دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۰
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۲

کلمات کلیدی:
اثرات خارجی،
آلاینده محیط‌زیستی،
بهینه سازی مصرف انرژی،
رهیافت سوات،
مدیریت شهری

چکیده

مقدمه: شهر تهران به دلیل جمعیت زیاد، کمبود فضای سبز، بافت شهری نامناسب و تراکم ترافیک در ردیف آلوده‌ترین شهرهای جهان محسوب می‌گردد. آلودگی هوای شهر تهران یکی از چالش‌های اساسی بهداشتی و محیط‌زیستی است که می‌تواند عواقب جدی برای سلامت شهروندان و هزینه‌های اجتماعی آنها به همراه داشته باشد. در این میان اتوبوس‌های درون شهری به‌عنوان یکی از ابزارهای اصلی حمل و نقل عمومی، نقش مهمی در جابجایی مسافران دارند، اما در عین حال، به دلیل سوخت‌های فسیلی و فناوری‌های قدیمی، سهم عمده‌ای در انتشار آلاینده‌ها بر عهده دارند. این انتشار آلودگی به نوبه خود منجر به پیامدهای منفی و هزینه‌های زیادی برای جامعه می‌شود. لذا در مطالعه حاضر ضمن تعیین ارزش خسارت محیط‌زیستی ناشی از انتشار آلاینده در پایانه‌های اتوبوس‌های درون شهری تهران در سال ۱۳۹۹ بر اساس اطلاعات اخذ شده از سازمان حمل و نقل و ترافیک شهری شهرداری تهران، به تحلیل نقاط قوت و ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای اتوبوس‌های درون شهری در انتشار آلاینده‌های محیطی با استفاده از الگوی سوات پرداخته شده است.

مواد و روش: تحقیق حاضر مبتنی بر روش رویکرد تحلیلی -توصیفی با استفاده از پژوهش میدانی و مطالعات کتابخانه‌ای انجام شده است. بر این اساس ارزیابی نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید سیستم و ارائه راهکارهای کاهش آلودگی در قالب تحلیل استراتژیک SWOT صورت پذیرفته است. اطلاعات مورد نیاز با استفاده از مصاحبه و تکمیل ۶۰ پرسشنامه توسط خبرگان، کارشناسان و رانندگان مجموعه شش سامانه اصلی در شرکت اتوبوسرانی شهر تهران گردآوری گردید. روایی پرسشنامه‌ها توسط ۱۰ نفر از کارشناسان صاحب نظر و پایایی آن از طریق آلفای کرونباخ (۰/۸۹=α) مورد تأیید واقع شده است.

نتایج: مطابق نتایج، هزینه اجتماعی آلایندگی در طول یک دوره سالانه ناشی از مصرف گازوئیل ۸۲۹/۴۳ میلیارد ریال برآورد گردیده که به محیط‌زیست تحمیل می‌شود. رقم مذکور بر اساس قیمت سایه‌ای معادل آلاینده CO_2 و بر مبنای قیمت سال ۱۳۹۹ درنظر گرفته شده است. همچنین نتایج نشان داد، مهم‌ترین نقاط ضعف آلودگی حمل و نقل عمومی کلان شهر تهران به ترتیب به اثرات نامطلوب ازدحام بالای ترافیکی در ساعت اوج بر عملکرد سامانه حمل و نقل عمومی وخصوصی و همچنین استفاده زیاد از خودروی شخصی به ویژه خودروهای تک سرنشین در انجام سفرهای درون شهری اختصاص دارد. علاوه بر آن طبق نتایج مهمترین تهدیدها شامل ساختار چند هسته‌ای کلان شهر تهران و وسعت زیاد

* پست الکترونیکی نویسنده مسؤول: s.abedi@atu.ac.ir

محدوده شهری، موقعیت جغرافیایی شهرتهران و تغییرات آب و هوایی ناشی از ریزگردها می‌باشد. لازم به ذکر است، نمرات نهایی حاصل از تحلیل ماتریس عوامل داخلی (IFE) و ماتریس خارجی (EFE) به ترتیب برابر با ۲/۷۵ و ۲/۵۹ محاسبه شده است.

بحث: بر این اساس وضعیت راهکارهای مورد نظر برای کاهش آلودگی در موقعیت تهاجمی قرار دارد که بر مبنای آن می‌بایست از توانمندی‌ها و پتانسیل‌های موجود و از ترکیب نقاط قوت و فرصت‌های پیش‌رو حداکثر بهره‌مندی را به دست آورد. طبق نتایج احداث و توسعه سریع خطوط مترو، تعدد شبکه‌های بزرگراهی در شهر و اولویت مدیریت شهری جهت احداث و گسترش خطوطBRT در مناطق مختلف شهر، مهم‌ترین نقاط قوت و هم‌چنین وجود پتانسیل تولید قطعات مربوط به ناوگان اتوبوسرانی جهت توسعه آن در داخل کشور، اثرگذاری بالای رسانه‌ها در تغییر دیدگاه ترافیکی شهروندان و امکان نظارت فنی بیش‌تر جهت استفاده بهینه‌تر از سوخت و کاهش مصرف آن، مهم‌ترین فرصت‌ها در کاهش آلودگی توسط ناوگان عمومی است.

مقدمه

آلودگی هوا یکی از جنبه‌های آلودگی محیط‌زیست به ویژه درکلان شهرها است که به دلیل فعالیت‌های انسانی مشکلات جدی بهداشتی ایجاد می‌کند، به ویژه زمانی که آلودگی در غلظت‌های بالا باشد. در میان آلاینده‌های مختلف هوا در ایران، بخش حمل و نقل و صنعت به ترتیب دارای مهم‌ترین آلاینده‌های هوا هستند. به این ترتیب که بخش حمل و نقل به تنهایی با تولید ۴۹/۳۳ درصد از کل انتشار دی‌اکسیدنیتروژن، ۴۹/۳۱ درصد دی اکسیدگوگرد، ۲۵/۴۲ درصد دی‌اکسیدکربن، ۶۹/۲۶ درصد تری‌اکسیدگوگرد، ۹۷/۴۷ درصد مونوکسیدکربن، ۸۱/۶۴ درصد از کربن‌مونوکسید، ۸۱/۶۴ درصد از کربن هیدروژن و ۸۱/۹۱ درصد از دی‌اکسیدگوگرد و ۸۱/۶۴ درصد ازکربن، دارای بالاترین سطح انتشار گازهای مختلف دربین بخش‌های انرژی در ایران است (Ministry of Energy, 2019).

آلودگی هوا می‌تواند باعث ایجاد یا بدتر شدن مشکلات و بیماری‌های مختلف سلامتی از جمله بیماری‌های قلبی عروقی، قلبی، ریوی و ریوی، مشکلات تنفسی، آسم و انواع سرطان در ایران شود. بر اساس گزارش بانک جهانی در سال ۲۰۱۸، سالانه حدود ۴۰۰۰ نفر بر اثر آلودگی هوای $PM_{2.5}$ محیطی در تهران جان خود را از دست می‌دهند. در این میان سیستم‌های حمل و نقل نه تنها از مهم‌ترین منابع آلودۀکننده هوا می‌باشد بلکه سریع‌ترین رشد را در میان سایر منابع آلودگی هوا به خود اختصاص داده است (Ahmadi *et al.*, 2023). لذا فعالیت‌های مرتبط با حمل و نقل مانند هر فعالیت دیگری مجموعه‌ای از هزینه‌ها و منافع خصوصی و خارجی را در پی دارد. هزینه‌های خصوصی به معنی هزینه‌هایی است که منحصراً متوجه فرد و یا افراد ذی‌ربط می‌شود، ولی هزینه‌های خارجی یا اجتماعی، به افراد غیرمرتبط با فعالیت منتقل می‌شود و ایجاد کنندگان آن‌ها خود را مسؤول ندانسته و به ناچار به سایر افراد جامعه و دولت تحمیل شده و اغلب هم در قیمت تمام شده درنظر گرفته نمی‌شوند (Kazemi, 2012).

لازم به ذکر است اگرچه بخش حمل و نقل به لحاظ پیوند تنگاتنگ و ناگسستنی با سایر بخش‌های اقتصادی و به جهت نقش آن در توسعه اجتماعی و گسترش رفاه فردی و عمومی همواره اهمیت ویژه و عملکردی مثبت داشته است. با این همه، عملکرد مثبت این بخش آثار ناخواسته‌ای چون افزایش غیرمنطقی مصرف انرژی و به همراه آن آلودگی محیط‌زیستی قابل‌توجه برای اغلب شهرهای بزرگ به دنبال داشته است. بر اساس اطلاعات موجود، بخش حمل و نقل به تنهایی مصرف‌کننده بیش از یک‌سوم کل انرژی مصرفی جهان است. مطالعات نشان می‌دهد که در پی دو بحران نفتی که در سال ۱۹۷۳ و اوایل دهه ۱۹۸۰ رخ داد، کشورهای صنعتی جهان سیاست‌هایی را در جهت مهار رشد مصرف سوخت اعمال کردند این کشورها درصدد برآمدند که مجدداً رشد مصرف سوخت را با اعمال برنامه‌هایی اجرایی مهار کنند، هرچند

میزان مصرف در بخش صنعت سیر نزولی یافت اما در بخش حمل و نقل روند صعودی میزان مصرف سوخت کماکان ادامه پیدا کرد. لذا اگر برنامه‌ریزی اصولی و منطقی در خصوص بهینه سازی بخش حمل و نقل از ابعاد مختلف صورت نگیرد، این بخش می‌تواند آثار زیان-آوری بر محیط‌زیست تحمیل نماید (Shakri *et al.*, 2013).

به طوری‌که ادبیات موضوع حاکی از آن است که مناطق شهری مسؤولیت حدود ۷۰٪ انتشار دی‌اکسیدکربن جهانی را دارد و از این رو کلان شهرها سهم عمده‌ای دارد. در این میان انتشار آلاینده‌های هوای شهری یک خطر بزرگ برای سلامتی در چندین شهر بزرگ ایران از جمله تهران، مشهد، اصفهان، تبریز، شیراز، کرج، اراک و اهواز است. در تهران، آلودگی هوا عمدتاً ناشی از وسایل حمل و نقل است که ۸۰ درصد آلودگی هوای شهر را تشکیل می‌دهند. کیفیت پایین خودروهای ساخت ایران به دلیل تعرفه‌های گمرکی بالای خودروهای وارداتی، افزایش تعداد و انواع آلاینده‌ها، نرخ رشد نسبتاً بالای جمعیت و محصور شدن تهران در بین کوه‌ها از سه طرف که جلوی آلودگی را می‌گیرد، از جمله عوامل اصلی آلودگی تهران می‌باشد (Saleh *et al.*, 2021). در بسیاری از مناطق شهری در چین، انتشار دی‌اکسیدکربن از وسایل نقلیه به عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر در گرم شدن کره زمین در نظر گرفته می‌شود (Lee and Zhang, 2012). هم‌چنین برآورد ضرایب انتشار ناشی از سوخت بنزین و گازوئیل در بخش حمل و نقل درشهر تهران با ضرایب انتشاری که شرکت کنترل کیفیت هوا در شهر تهران با عنوان طرح JICA بین سال‌های ۷۳-۱۳۷۱ تقریباً مطابقت داشته و بیانگر این نکته است که خودروها بیش‌ترین نقش را در آلودگی هوای شهر تهران دارند. به دلیل اهمیت فراوان مصرف انرژی در بخش حمل و نقل، در تحقیقات متعددی به بررسی راهکارهای افزایش بازدهی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش حمل و نقل پرداخته شده است. با این حال، تاکنون حدود ۹۵ درصد انرژی مصرفی بخش حمل و نقل توسط فرآورده‌های نفتی تأمین می‌شود. بر این اساس، بخش مذکور از مهم‌ترین و پرمصرف‌ترین بخش‌های مصرف انرژی به ویژه نفت در جهان به شمار می‌آید و سهم بسیاری در انتشار آلاینده‌های محیط‌زیستی دارد (Mohammadi and Mehrgan, 2011). بنابراین باتوجه به این‌که آلودگی هوای ناشی از انتشار آینده وسایل نقلیه در کلان شهرها یکی از بزرگ‌ترین مشکلات محیط‌زیستی محسوب می‌شود؛ لذا ضرورت دارد با اجرای سیاست‌های مناسب انتشار آلاینده‌های محیط زیستی کنترل گردد. لذا در هر اقدامی در راستای مقابله با تغییرات اقلیمی جهت کاهش آلودگی‌های محیط‌زیستی لازم است انتشار آلاینده‌های بخش حمل و نقل را نیز مورد توجه قرار گیرد. چرا که انتشار آلاینده دارای آثار خارجی و در نتیجه آن ناکارایی در اقتصاد می‌شود. بنابراین نخست می‌بایست هزینه‌های خارجی انتشار آینده وسایل نقلیه اندازه‌گیری و در مرحله بعد درونی شود (Khodadad Kashi *et al.*, 2016). در این زمینه می‌بایست به این نکته توجه داشت که بدون شک، انجام هرگونه اقدام یا اجرای هر طرحی مستلزم دانش کافی و شناخت کافی از محیط‌زیست و آلاینده‌های آن است. اخیراً تحقیقات متعددی درمورد اهمیت کنترل مسائل و مشکلات اجتماعی و محیط-زیستی در بخش حمل و نقل صورت گرفته و در برخی از آن‌ها به برآورد هزینه‌های خارجی این بخش و محاسبه هزینه‌های اجتماعی انتشار آلاینده و نقش آن‌ها در گرمایش جهانی پرداخته است. در این زمینه Mohammadnejad و همکاران (۲۰۱۵) به ارزیابی سیستم‌های حمل و نقل عمومی مشهد با استفاده از رویکرد تحلیل عوامل استراتژیک[1] پرداخته‌اند. برای این منظور پارامترهای به‌دست آمده از مطالعات آماری با استفاده از روش تحلیل شبکه عصبی ANP[2] اولویت‌بندی گردیده است. نتایج بیانگر آن است که سیستم حمل و نقل عمومی شهر مشهد علی‌رغم برنامه‌ریزی‌های اجرایی موفق و حصول نتیجه مطلوب، در معرض آسیب پذیری بسیار بالایی قرار دارد که از جمله دلایل آن می‌توان به کمبود امکانات و ساختارهای زیربنایی حمل و نقل اشاره کرد که نیازمند بازنگری و ارائه‌ی سیاست‌های مناسب در جهت رفع محدودیت‌ها و تقویت مزیت‌های موجود می‌باشد. Panahi و همکاران (۲۰۱۵) میزان انتشار آلاینده‌های

[1] SWOT

[2] Analytical Network Process

ناشی از مصرف گازوئیل و بنزین و هزینه‌های خارجی آن‌ها را در بازۀ زمانی ۱۵ساله ۱۳۷۶-۱۳۹۰کشور را براساس جدول ضرایب انتشار آلاینده‌های SPM, NO_x, CO_2 و CO محاسبه نمودند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که به طور متوسط، سالانه رقمی معادل ۱۳ میلیون تن آلاینده در اثر مصرف انرژی در بخش حمل و نقل تولید می‌شود که هزینه‌های جانبی تحمیلی آن به جامعه با احتساب نرخ تورم به حدود ۱۱۱ میلیارد ریال بالغ خواهد شد. هم‌چنین در ایـن تحقیـق مشاهده شد که توسعه حمل و نقل زمینی به افزایش غلظت این آلاینده‌ها در کشور دامـن زده و ضمن رشد میانگین ارزش افزوده این بخش پیشتاز، رشد میانگین هزینه‌های اجتماعی را در پی داشته است. Amoushahi (۲۰۱۷) به بررسی پایداری سیستم حمل و نقل شهری در محدوده خمینی‌شهر پرداخته‌اند. برای این منظور از الگوی تحلیل سوات بهره گرفته‌اند. نتایج به دست آمده بیانگر آن است که امتیاز کلی ماتریس IFE[1] برابر با ۱/۹۸ و امتیاز کلی ماتریس EFE[2] برابر با ۲/۳۴ می‌باشد. بدین ترتیب نتایج حاکی از آن است که سیستم حمل و نقل درون شهری خمینی‌شهر در جایگاه مطلوبی قرار ندارد و باید با استفاده از راهبردهای تدافعی تهدیدات سیستم خنثی شود و ضعف را کاهش داد. Mirmohammadi و Rezaei (۲۰۱۸)، ابتدا برای صحه‌گذاری نتایج، اتوبوس با موتور احتراق داخلی دیزل در چرخه‌های رانندگی شهری بزرگراهی اروپایی و تهران، شبیه‌سازی شد و نتایج مصرف سوخت آن با نتایج داده‌های تجربی مقایسه شد. هم‌چنین برای اطمینان بیشتر نتایج شبیه‌سازی با نتایج مرجعی دیگر که همین اتوبوس را با نرم‌افزار دیگری در چرخه‌های رانندگی شهری- بزرگراهی اروپایی شبیه‌سازی کرده بود، مقایسه و صحه‌گذاری شد. بعد از تأیید صحت برنامه اتوبوس تمام چرخه هیبرید با ساختار سری به صورت رایانه‌ای طراحی و در رانندگی شهری- بزرگراهی اروپایی و تهران شبیه‌سازی شد. مقایسه نتایج شبیه‌سازی با نتایج تجربی نشان داد که اتوبوس هیبرید کامل با ساختار سری در چرخه تهران می‌تواند تا ۳۰٪ مصرف سوخت را نسبت به اتوبوس دیزلی کاهش دهد. لذا طبق مطالعه Ebrahimi Boyini و همکاران (۲۰۱۹) اجرای برنامه‌های پیشگیرانه اساس کاهش عوامل آلاینده و اثر زیان‌آور آن بر محیط زیست و سلامت جامعه شهری است؛ که در این میان نقش حمل و نقل بسیار مؤثر است. با برنامه‌ریزی مناسب، آموزش همگانی، گسترش حمل و نقل همگانی، فرهنگ سازی و افزایش آگاهی همگانی افراد جامعه می‌توان گام‌های مؤثری برای کاهش اثرات آلودگی‌های ناشی از مصرف سوخت فسیلی حمل و نقل بر محیط‌زیست و سلامت جامعه شهری وافزایش رفاه آن برداشت. علاوه بر آن، در پژوهش Mohammadi De Cheshme وMahdavi (۲۰۱۹) با عنوان برنامه‌ریزی استراتژیک بهبود جایگاه سیستم حمل و نقل شهری در شهرکرد با استفاده از تلفیق رویکردهای SWOT[3] و QSPM[4]، ابتدا با استفاده از مدل SWOT نقاط ضعف و قوت، فرصت‌ها و تهدیدات در حوزه حمل و نقل در شهرکرد شناسایی شدند، سپس عوامل داخلی و خارجی مورد ارزیابی قرار گرفتند و بر اساس ماتریس عوامل داخلی و خارجی جایگاه سیستم حمل و نقل شهرکرد که یک موقعیت محافظه‌کارانه می‌باشد، مشخص شد. Bayat و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از آخرین روابط میزان مواجهه با $PM_{2.5}$ و تغییر مرگ و میر منتسب به آن، خسارات آلودگی هوای شهر تهران را برآورد کردند. رویکردهای مختلفی برای محاسبه هزینه‌های آلودگی هوا و هم‌چنین ارزش‌گذاری مرگ‌های منتسب به آلودگی هوا وجود دارد و هر کدام از این رویکردها دارای نقاط قوت و ضعف می‌باشد. برای این منظور با توصیف سه روش متفاوت ارزش زندگی آمار، ارزش یک سال زندگی و روش دیه اسلامی، خسارات ناشی از آلودگی هوای تهران بر سلامت شهروندان، برای سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ برآورد شد. نتایج نشان داد با استفاده از رویکرد VSL[5]، برآورد می‌شود که سطوح آلودگی $PM_{2.5}$ تهران در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷، ۳/۱ و ۲/۷ میلیارد دلار خسارت در سال را نسبت به پایین‌ترین سطح آلودگی ایجاد کرده است. این برآورد بر اساس روش ارزش یک سال زندگی برابر ۰/۷۳۶و ۰/۶۴۴ میلیارد دلار و اساس روش دیه اسلامی ۰/۶۰۹ و ۰/۵۰۴ میلیارد دلار برآورد شده است. ضمن آن‌که Birminia (۲۰۲۱) نشان

[1] Internal Factor Evaluation
[2] External Factor Evaluation
[3] Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats
[4] Quantitative Strategic Planning Matrix
[5] The Value of Statistical Life

داد که ایجاد سیستم‌های حمل و نقل هوشمند یکی از مهم‌ترین راهکارهای کاهش معضلات و مشکلات ناشی از سیستم حمل و نقل می‌باشد. با ایجاد زیرساخت‌های درست در استفاده از فناوری‌های نوین می‌توان به سرعت و با صرف هزینه‌های بسیار پایین‌تر از آن چیزی که برای روان‌سازی ترافیک نیاز است، مشکلاتی مانند ترافیک سنگین، آلودگی‌های محیط زیستی، به هدر رفتن انرژی، زمان و هزینه را تا حد قابل قبولی کاهش داد. هم‌چنین Esfahanian و همکاران (۲۰۲۲) با استفاده از میزان انتشار آلاینده $PM_{2.5}$ بر اساس گزارشات سازمان حفاظت محیط‌زیست و روش دانشگاه Delft به برآورد میزان هزینه‌های اجتماعی آلاینده ناشی از آلودگی هوای کلان شهر تهران پرداخته شده است. نتایج نشان داد که بیشترین هزینه خسارت‌های اجتماعی مربوط به آلاینده $PM_{2.5}$ با مقدار تقریبی ۱۶۱,۶۱۸ دلار به ازای هر تن است. این مقدار نسبت به دیگر آلاینده‌های ذکر شده اختلاف چشمگیری دارد و این در حالی است که انتشار این آلاینده، کم‌ترین سهم را در بین سایر آلاینده‌ها به خود اختصاص داده است. در نتیجه این آلاینده گران‌ترین آلاینده درنظر گرفته می‌شود.

هم‌چنین در مطالعاتی که خارج از کشور در این زمینه صورت پذیرفته، می‌توان به مواردی از جمله Westerdahl (۲۰۰۷) اشاره نمود که در آن ضرایب انتشار آلاینده‌ها در وسایل نقلیه در شهر پکن در کشور چین مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مدل اتومبیل، سایز موتور، نوع اتومبیل و نوع انتخاب پارامترها در رانندگی در ضریب انتشار آلاینده‌های معیار هوا نقش بسزایی دارند. اثرات پنج عامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از وسایل نقلیه در مطالعه Lu و همکاران (۲۰۰۷) بررسی شد. مطالعه مذکور در دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۲ برای کشورهای کره جنوبی، آلمان، ژاپن و تایوان انجام شده است. در این مطالعه انتشار CO_2 با استفاده از روش تجزیه شاخص دیویژیا به عوامل شدت سوخت وسایط نقلیه، مالکیت وسیله نقلیه، شدت جمعیت، ضریب انتشار و رشد اقتصادی تجزیه گردید. نتایج حاکی از آن است که مالکیت وسایط نقلیه و رشد سریع اقتصادی مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر افزایش انتشار CO_2 بوده‌اند. این در حالی است که شدت جمعیت به نحو قابل توجهی منجر به کاهش انتشار CO_2 شده است. Sevkli و همکاران(۲۰۱۲) تجزیه و تحلیل SWOT مبتنی بر ANP فازی برای صنعت هواپیمایی در ترکیه نتایج داد که ANP فازی SWOT یک روش عملی و بسیار توانمند است که بینش بسیار ارزشمندی برای تصمیمات مدیریت استراتژیک در صنعت هواپیمایی ترکیه فراهم می‌کند، و هم‌چنین می‌تواند به عنوان ابزاری مؤثر برای سایر فرایندهای تصمیم‌گیری پیچیده مورد استفاده قرار گیرد. De Fátima Teles و De Sousa (۲۰۱۴) در تحلیل رابطه بین سیاست‌های آلودگی اتوبوس و عوارض نشان داد که تعداد بیماران مبتلا به بیماری‌های تنفسی ارتباط مستقیمی با فاصله با ایستگاه اتوبوس دارد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که جلوگیری از آلودگی اتوبوس می‌تواند پیشرفت چشمگیری در ارتقاء سلامت عمومی داشته باشد. علاوه بر آن، عوامل اصلی و تأثیرگذار در انتشار کربن، با هدف کاهش آن‌ها در جهت رسیدن به توسعه پایدار در پژوهش Zhuang و Bai (۲۰۱۹) مورد تحلیل واقع شد. برای این منظور مطالعه‌ای جامع و عمیق بر روی عوامل مؤثر بر انتشار کربن صنعت حمل و نقل چین از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۷ صورت گرفت. تجزیه و تحلیل رگرسیون عوامل مؤثر بر انتشار کربن مصرف انرژی در صنعت حمل و نقل چین نشان داد که مهم‌ترین آن‌ها به ترتیب عبارت از اندازه جمعیت، ساختار مصرف انرژی در حمل و نقل، شدت حمل و نقل، شدت انرژی در حمل و نقل، ارزش افزوده صنعت حمل و نقل و سرانه تولید ناخالص داخلی می‌باشد. در این میان، تأثیر جمعیت و ساختار مصرف انرژی بیش‌ترین اهمیت را دارد، اما سهم و تأثیر مصرف گاز طبیعی و مصرف زغال سنگ در آن موارد را بسیار کم نشان می‌دهد. هم‌چنین نتایج مطالعه Huber و همکاران (۲۰۲۲) نشان می‌دهد مینی‌بوس‌های خودکار برقی بر کاهش اثرات تخریب محیط‌زیستی تأثیر مثبت داشته است. هم‌چنین بر اساس یافته‌ها، عملکرد محیطی آن‌ها تا حد زیادی به میانگین استفاده، طول عمر و مسافت پیموده شده و ترکیب برق مصرفی و انرژی‌های جایگزین برای حرکت در وسایل حمل و نقل مورد نظر بستگی دارد.

لذا مروری بر ادبیات موضوع در صنعت حمل و نقل در داخل و خارج کشور، بیانگر آن است که این صنعت دارای آثار خارجی متعدد از جنبه‌های آلودگی‌های محیط زیستی، هدر رفتن انرژی، زمان و هزینه است که به صورت اثرات خارجی به جامعه تحمیل می‌شود و در برنامه‌ریزی‌ها و سیاستگذاری‌ها مدنظر قرار نمی‌گیرد. در این زمینه یکی از دلایل آن، عدم ارزش‌گذاری و ناملموس بودن هزینه‌های تحمیلی اجتماعی آلودگی‌ها و خسارات ناشی از این آسیب‌ها به محیط‌زیست و جامعه است. لذا از آن‌جا که در مطالعات داخلی به محاسبه خسارات محیط زیستی انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از اتوبوس‌های درون شهری و هم‌چنین آسیب شناسی اثرات خارجی مجموعه سامانه‌های اتوبوسرانی شهر تهران صورت نپذیرفته، بنابراین در این مطالعه ضمن محاسبه هزینه اجتماعی انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از اتوبوس درون شهری تهران، با استفاده از رویکرد تحلیل استراتژیک سوات به بررسی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای پیش‌رو و ارائه راهبردهای کاهش آلاینده‌های ناشی از آن پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

اساس تحقیق حاضر مبتنی بر روش رویکرد تحلیلی ـ توصیفی با استفاده از پژوهش میدانی و مطالعات کتابخانه‌ای انجام شده است. بدین ترتیب نخست با تکیه بر اطلاعات و شاخص‌های به دست آمده در مطالعات کتابخانه‌ای و ادبیات نظری موجود، داده‌های خام و اولیه بر اساس وضعیت کارکردی سیستم حمل و نقل محدوده شهر تهران به دست آمده است. هم‌چنین پژوهش میدانی حاضر در قالب تلفیقی از پرسشنامه بسته، باز و بی‌نام انجام شده است. برای این منظور۶۰ پرسش‌نامه جمع‌آوری و با استفاده از نظرات کاربران سیستم، رانندگان و کارشناسان مربوطه ارزیابی نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید سیستم و ارائه راهکارهای کاهش آلودگی در قالب تکنیک SWOT انجام گرفته است. لازم به ذکر است با توجه به بیماری کرونا، نمونه آماری منطبق بر دسترسی به اطلاعات و افراد در دسترس برای جمع‌آوری پرسشنامه بوده است. روایی پرسشنامه مورد نظر از تکنیک دلفی و توسط ۱۰ از کارشناسان صاحب‌نظر مورد تأیید قرار گرفت. علاوه بر آن پایایی آن نیز از طریق آلفای کرونباخ (α۰=/۸۹) محاسبه و مورد تأیید واقع شد.

برای دست‌یابی به اهداف این مطالعه روش تحقیق در دو بخش ارائه می‌شود. بخش اول، محاسبه هزینه اجتماعی ناشی از انتشار آلودگی از مصرف سوخت در اتوبوس‌های شهری می‌باشد. در بخش دوم نیز با استفاده از تحلیل سوات به ارزیابی نقاط ضعف و قوت و فرصت‌ها و تهدیدات اتوبوس‌های شهری در ایجاد آلودگی هوا پرداخته می‌شود. میزان انتشار آلاینده‌های مختلف ناشی از وسایل حمل و نقل شهری از تراز نامه انرژی استخراج شده و برحسب ضریب تبدیل با استفاده از رابطه (۱) این مقادیر به معادل دی‌اکسیدکربن تبدیل خواهد شد. سپس با استفاده از قیمت سایه‌ای کربن، میزان خسارت محیط زیستی ناشی از اتوبوس‌های شهری در اثر استفاده از سوخت فسیلی محاسبه می‌شود.

محاسبه خسارات محیط‌زیستی انتشارات آلودگی از اتوبوس شهری: مبتنی بر اصول علم اقتصاد، قیمت‌ها باید منعکس کننده کامل هزینه‌های نهایی باشند. از این رو، آگاهی از هزینه‌های واقعی برای کمک به بهبود سازوکارهای قیمت‌گذاری (مالیات‌های سوخت حق استفاده از پارکینگ و جاده، قیمت‌گذاری بیمه، حق استفاده و مالیات وسایل نقلیه و ارزش‌گذاری جاده) حائز اهمیت خواهد بود. برای مدیریت پروژه‌های حمل و نقل در کنار ابعاد فنی و عوامل نهادی مانند قوانین و مقررات دقیق و کارآمد، سازوکارهای اقتصادی نظیر برآورد هزینه‌های خارجی و استفاده از آن‌ها برای تصحیح سیاست‌گذاری‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. برای ارزیابی اقتصادی هزینه‌های خارجی حمل و نقل زمینی شیوه‌های مختلفی وجود دارد. هنگامی که استفاده مستقیم از قیمت‌های بازاری ممکن نباشد، استفاده از روش‌هایی نظیر روش‌های بازار جایگزین و بازار فرضی، برای برآورد هزینه‌های خارجی توصیه می‌شود (Pourasghar Sengachin & Habibi, 2007). برای ارزیابی هزینه نهایی کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن دو رویکرد مستقیم (بر پایه هزینه و آسیب های اجتماعی انتشار یک تن انتشار اضافه دی‌اکسیدکربن) و رویکرد غیرمستقیم (بر پایه محاسبه هزینه‌های نهایی کاهش انتشار کربن با استفاده از قیمت سایه انتشار دی-

اکسیدکربن) وجود دارد (Shahabinejad *et al.*, 2016؛ Alishiri *et al.*, 2020). قیمت سایه‌ای را می‌توان معادل هزینه فرصت کاهش یک واحد اضافی ستانده نامطلوب در ازای تولید کم‌تر ستانده مطلوب و یا استفاده بیش‌تر از نهاده‌های مطلوب دانست. از این رو قیمت سایه ستانده نامطلوب به عنوان یک مرجع با ارزش برای اجرای سیاست‌گذاری محیط‌زیستی به حساب می‌آید. در این زمینه Wei (۲۰۱۴) و Yangو همکاران (۲۰۱۷) براساس مدل‌های پارامتریک عوامل مؤثر و هزینه‌هایی کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن را مورد بررسی قرار داده‌اند.

محاسبه هزینه محیط‌زیستی انتشار آلودگی (هزینه خارجی) از اتوبوس شهری شامل مراحل ذیل می‌باشد (Mousavi *et al.*, 2014؛Alishiri *et al.*, 2020 ؛ Shakeri Ministry Of Environment and Climate ؛ *et al.*, 2013 Change, 2022):

الف: محاسبه میزان انتشار آلاینده، که با استفاده از رابطه (۱) تعیین می‌شود. به علت متفاوت بودن عیار آلاینده‌ها در ایجاد هزینه‌های اجتماعی آلودگی هوا و جهت همگن سازی آن‌ها، طبق ادبیات موضوع معادل دی‌اکسیدکربن کلیه گازهای گلخانه‌ای در اثر مصرف گازوئیل در اتوبوس‌های درون شهری در محاسبات درنظر گرفته می‌شود. لذا برحسب رابطه (۱) معادل CO_2e آن‌ها با استفاده از ضرایب تبدیل، مورد محاسبه قرار می‌گیرد (Gundlach and Paul, 2022; Lintunen & Rautiainen, 2021).

(۱)

$$CO_{2e} = \sum_{i=1}^{n} EF_i \times E_i$$

که در آن CO_{2e} معادل دی‌اکسیدکربن، EF_i ضریب تبدیل آلاینده i ام و E_i میزان آلاینده i ام ناشی از مصرف یک لیتر سوخت (گازوئیل) می‌باشد.

ب: هزینه اجتماعی (محیط‌زیستی) ناشی از آلاینده مصرف سوخت در اتوبوس شهری نیز با استفاده از قیمت سایه‌ای کربن طبق رابطه (۲)، محاسبه می‌شود.

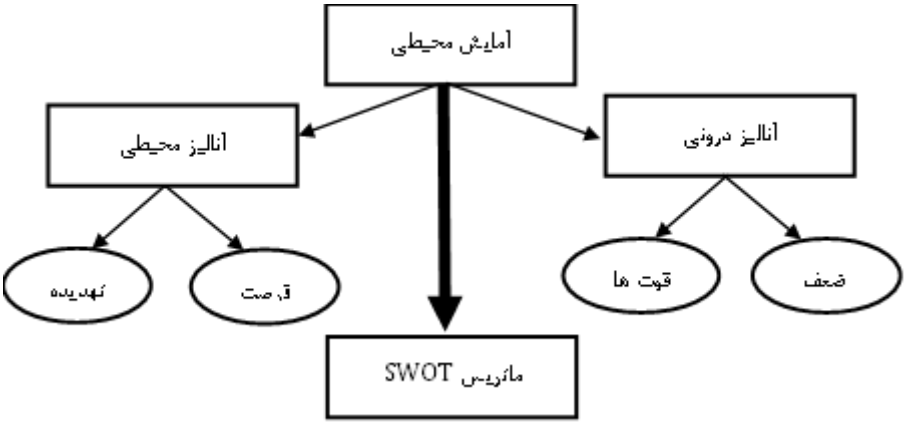
(۲)

$$EC = CO_{2e} \times P_C$$

که در آن EC هزینه اجتماعی انتشار آلاینده در مصرف سوخت در اتوبوس شهری و P_C قیمت سایه‌ای دی‌اکسید کربن می‌باشد.

تحلیل ماتریس SWOT: روش SWOT تفکری سیستماتیک، برای تشخیص جامع و کامل از عوامل مؤثر مربوط به یک محصول جدید، تکنولوژی، مدیریت و یا برنامه‌ریزی است. تجزیه و تحلیل SWOT شناخت نظام یافته‌ی این عوامل و استراتژی است که بهترین ترکیب میان آن‌ها را منعکس می‌سازد، این تجزیه و تحلیل بر این منطق استوار است که استراتژی اثربخش، قوت‌ها و فرصت‌ها را حداکثر می‌کند، درعین حالی که ضعف‌ها و تهدیدات آن را به حداقل می‌رساند. این فرض ساده اگر به درستی اجرا شود، تأثیرات عمده‌ای بر انتخاب و طراحی استراتژی اثربخش خواهد داشت (Azimi *et al.*, 2011; Pierce & Robinson, 2009).

در این مدل دو نوع بررسی صورت می‌گیرد؛ یکی بررسی درونی که در برگیرنده قوت‌ها و ضعف‌های داخلی سازمان است و امکان یک ارزیابی دقیق از منابع و محدودیت‌های سازمان را برای مدیریت فراهم می‌کند. از سوی دیگر، کل نگری برنامه‌ریزی استراتژیک ایجاب می‌کند که به محیط بیرونی سازمان نیز توجه شود. از این رو مدیریت پس از بررسی درونی به ارزیابی فرصت‌ها و تهدیدات محیط بیرونی می‌پردازد. هنر مدیریت استراتژیک در آن است که بتواند بهترین ترکیب را که حاصل این بررسی‌ها است برای برنامه‌ریزی به‌دست آورد (Alwani, 2006). به طورکلی، چارچوب تحلیل SWOT (شکل ۱) در این پژوهش به صورت زیر است:



شکل ۱- چارچوب تحلیل (SWOT)

تشکیل ماتریس SWOT ابزار مفیدی برای آماده سازی سیستم مدیریت محیط‌زیستی به شمار می‌رود که تحلیل گران می‌توانند عوامل مشخص شده در این ماتریس را بازنگری کرده و چهار نوع استراتژی متفاوت را تدوین کنند. ماتریس SWOT یکی از ابزارهای مهمی است که مدیران بدان وسیله اطلاعات مربوط به عوامل داخلی و خارجی را مقایسه می‌کنند و می‌توانند با استفاده از آن، انواع استراتژی‌های ممکن را ارائه کنند. این ماتریس متشکل از یک جدول مختصات دوبعدی است (شکل ۲)، که هریک از چهار نواحی آن نشانگر یک دسته استراتژی می باشد (Ali Ahmadi *et al.*, 2003). این استراتژی‌ها عبارتند از:

- استراتژی محافظه کاران (WO): شامل راهبردهای استفاده ازمزیت‌های بالقوه‌ای است که در فرصت‌های محیطی نهفته و برای جبران نقاط ضعف موجود سازمان استفاده می‌شود.
- استراتژی تهاجمی (SO): شامل راهبردهایی است که منجر به حداکثر استفاده از فرصت‌های محیطی با به‌کارگیری نقاط قوت سازمان می‌شود.
- استراتژی تدافعی (WT): شامل راهبردهایی برای به حداقل رساندن زیان‌های ناشی از نقاط ضعف و تهدیدها می‌باشد.
- استراتژی رقابتی (ST): شامل راهبردهای استفاده از نقاط قوت سازمان برای جلوگیری از مواجهه با تهدیدات است.

این تحلیل شامل اثرات کنونی (نقاط قوت و ضعف) و اثرات توسعه در آینده (فرصت‌ها و تهدیدها) در هر بخش یا هر نوع تجارت است. در این راستا پس از شناسایی عوامل درونی (نقاط قوت و ضعف) و عوامل بیرونی (فرصت‌ها و تهدیدها) به ارزیابی عوامل داخلی و خارجی به‌وسیله ماتریس عوامل داخلی و خارجی پرداخته و در پایان با استفاده از مدل تحلیل SWOT به بررسی و تحلیل این عوامل در جهت ارائه راهکارهای مدیریتی در راستای دستیابی به اهداف تحقیق در محدوده مطالعاتی پرداخته می شود.

فرصت

قوت	**استراتژی تهاجمی SO**	**استراتژی محافظه کاران WO**
	استراتژی رقابتی ST	**استراتژی تدافعی WT**

ضعف

تهدید

شکل ۲- ماتریس برنامه‌ریزی کمی تولید

نتایج

در چارچوب اهداف مطالعه حاضر، نخست سعی گردید جهت تبیین اهمیت موضوع به ایجاد دیدگاه و درک مناسبی از هزینه اجتماعی ممکن در اثر انتشار آلاینده‌های ناشی از اتوبوس‌های درون شهری (مبتنی بر اطلاعات در دسترس و همکاری سازمان‌ها در ارائه اطلاعات) پرداخته شود. در گام دوم پس از مشخص شدن ضرورت موضوع در خصوص هزینه‌های ناملموس تحمیل شده به جامعه ناشی از این انتشار، به ارائه ماتریس SWOT و راهکارهای مرتبط با ارزیابی‌های صورت‌گرفته اقدام می‌شود. لازم به ذکر است نخست با توجه به تعداد اتوبوس‌های فعال که در طول یک شبانه‌روز که با مصرف سوخت گازوئیل در

حال تردد و جابجایی مسافرین در سطح شهر تهران هستند، میزان آلایندگی‌های آن‌ها متناسب با معادل دی‌اکسیدکربن و قیمت سایه‌ای آن مورد محاسبه قرار گرفته است، سپس با استفاده از روش SWOT نسبت به تجزیه تحلیل داده‌ها که از طریق مصاحبه با کادر حاضر در مجموعه سامانه‌های اتوبوسرانی صورت پذیرفته، اقدام به ارائه راهکارهای کاهش آلایندگی شده است.

بر اساس بررسی‌های به‌عمل آمده و اطلاعات اخذ شده از سازمان حمل و نقل و ترافیک شهری شهرداری تهران، تعداد کل اتوبوس‌های دیزل با مصرف سوخت گازوئیل که روزانه و به طور فعال در محدوده شهر تهران و تحت نظر شش سامانه اصلی درحال جابجایی مسافر هستند شامل ۳۳۲۶ دستگاه است که از این تعداد ۲۱۹۷ دستگاه تک کابین و ۱۱۲۹ دستگاه آن دو کابین هستند. میانگین مصرف تک کابین ۴۰ لیتر و دو کابین ۵۵ لیتر به ازای هر۱۰۰ کیلومتر پیمایش در سطح شهر تهران تخمین زده شده است. البته براساس نظر کارشناسان میزان مصرف سوخت مذکور در اتوبوس‌ها و در فصول مختلف تحت تأثیر بعضی عوامل در نوسان است.

مسافت طی شده نیز به طور متوسط ۲۷۰ کیلومتر برای هر دستگاه اتوبوس و استفاده از آن‌ها در یک شبانه‌روز و در محدوده شهر تهران درنظر گرفته شده است. با توجه به اطلاعات فوق ابتدا میزان مصرف هر دستگاه اتوبوس دو کابین و تک کابین به طور جداگانه و در طول یک دوره فعالیت روزانه محاسبه می‌شود و سپس از جمع بین آن‌ها میزان نهایی کل مصرف برای یک دوره مشخص خواهد شد و در آخر هزینه اجتماعی آلاینده‌ها بر اساس قیمت سایه‌ای دی‌اکسیدکربن معادل مورد توجه و محاسبه قرار می‌گیرد (Transportation and Urban Traffic Organization of Tehran Municipality, 2019; Gundlach and Paul, 2022; Lintunen & Rautiainen, 2021).

مصرف گازوئیل هر اتوبوس دو کابین ۰/۵۵ لیتر و تک کابین ۰/۴ لیتر به ازای پیمایش در یک کیلومتر است و لذا :

(۳)

مصرف روزانه سوخت گازوئیل هر اتوبوس دو کابین در سطح شهر تهران (لیتر)

$$۲۷۰\times۰/۵۵ = ۱۴۸/۵$$

(۴)

مصرف روزانه سوخت گازوئیل هر اتوبوس تک کابین در سطح شهر تهران (لیتر)

$$۲۷۰\times۰/۴ = ۱۰۸$$

(۵)

مصرف گازوئیل در کل اتوبوس‌های محدوده شهری در یک روز (لیتر)

$$۱۱۲۹ \times ۱۴۸/۵ + ۲۱۹۷ \times ۱۰۸ = ۴۰۴۹۳۲/۵$$

طبق گزارش وزارت محیط‌زیست نیوزیلند در سال ۲۰۱۶ به ازای هر لیتر نفت گاز (گازوئیل) ۲/۶۸ کیلوگرم گاز دی اکسیدکربن معادل منتشر می‌شود (Ministry for the Environment New Zealand, 2016)، طبق گزارش ترازنامه انرژی محاسبه هزینه انتشار به شرح رابطه (۶) است:

(۶)

کل آلاینده CO_2 معادل برای گازوئیل مصرف شده در یک روز (کیلوگرم)

$$۲/۶۸ \times ۴۰۴۹۳۲ /۵ = ۱۰۸۵۲۱۹/۱$$

طبق نتایج میزان تولید آلاینده دی اکسیدکربن معادل در یک شبانه‌روز توسط اتوبوس‌های گازوئیل سوز در محدوده شهر تهران برابر با ۱۰۸۵۲۱۹/۱ کیلوگرم است. علاوه بر آن قیمت سایه‌ای انتشار گاز دی‌اکسیدکربن بر اساس مطالعات انجام شده توسط بانک جهانی و سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران از مصرف حامل‌های انرژی در کشور، ۸۰ هزار ریال بر تن برآورد شده است (Central Bank of the Islamic Republic of Iran, 2007; Energy Balance Sheet, 2007).

لذا براساس رابطه (۲)، هزینه اجتماعی مصرف روزانه گازوئیل در کل اتوبوس‌های محدوده کلان شهر تهران براساس قیمت سایه‌ای کربن بر مبنای سال۱۳۸۱، معادل ۸۶/۸۱۷ میلیون ریال است.

(۷)

ریال ۸۶۸۱۷۵۲۸ = ۸۰ × ۱۰۸۵۲۱۹/۱ = $CO_2 \times P_C$ معادل

لازم به ذکر است جهت به‌روز رسانی قیمت سایه‌ای مورد استفاده از شاخص قیمت سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۹۹ استفاده شده است. بر این اساس طبق گزارش مرکز آمار ایران در دی ماه ۱۳۹۹ برای شاخص قیمت کل کالاها و خدمات مصرفی خانوارهای کشور، شاخص قیمت کل در این سال برابر ۲۸۵/۷ و براساس گزارش بانک مرکزی شاخص قیمت کل در سال ۱۳۸۱ برابر ۱۰/۹۱۵ است. طبق رابطه محاسبه‌گر تورم بانک مرکزی، برای تبدیل ارزش ریالی مبلغی در یک مقطع زمانی نسبت به مقطع زمانی دیگر (درگذشته) از شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی (CPI) به شرح رابطه (۸) استفاده می‌شود:

(۸)

$$\text{ارزش ریالی مبلغ در سال ۹۹} = \text{مبلغ ریالی} \times \left(\frac{\text{عدد شاخص در سال } \mathbf{99}}{\text{عدد شاخص در سال } \mathbf{81}}\right)$$

حال با توجه به رابطه (۹)، هزینه اجتماعی مصرف روزانه و سالانه گازوئیل در کل اتوبوس‌های محدوده کلان شهر تهران را بر اساس قیمت سایه‌ای کربن‌دی‌اکسید معادل متناسب با سال ۱۳۹۹ محاسبه شده است.

(۹)

$$\text{ارزش ریالی مبلغ در سال ۹۹} = \left(\frac{285/7}{10/915}\right) \times ۸۶/۸۱۷ = ۲۲۷۲/۴۳۳$$

(۱۰)

$$۲۲۷۲/۴۳۳ \times ۳۶۵ = ۸۲۹۴۳۸/۴۰۲$$

بر این اساس با به‌روز رسانی برای سال ۱۳۹۹، هزینه اجتماعی مصرف روزانه و سالانه گازوئیل در کل اتوبوس‌های محدوده کلان شهر تهران بر اساس قیمت سایه‌ای دی اکسیدکربن معادل، به ترتیب برابر با ۲/۲۷۲۴۳۳ و ۸۲۹/۴۳۸۴۰۲ میلیارد ریال برآورد می‌شود.

در ادامه مطالعه با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده از طریق کتابخانه‌ای و مطالعات میدانی با تکمیل پرسشنامه از کارشناسان و خبرگان در این عرصه در قالب ۶۰ پرسشنامه، براساس مدل SWOT به تجزیه و تحلیل نقاط قوت، ضعف، فرصت و تهدید توسعه حمل و نقل پایدار در کلان شهر تهران پرداخته شده است. در ادامه به تشریح نتایج تجزیه و تحلیل سوات پرداخته می‌شود.

ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (EFI): در این مرحله ابتدا اصلی‌ترین و مهم‌ترین نقاط قوت و ضعف جهت تعیین آلودگی هوا مربوط به حمل و نقل و اتوبوسرانی در محدوده کلان شهر تهران که توسط پرسشنامه و مصاحبه از کارشناسان و متخصصین در زمینه حمل و نقل شهری اخذ گردیده است و برای تشخیص میزان تأثیرگذاری هر یک از عوامل، با توجه به نظر آن‌ها به هر یک از معیارها از صفر تا یک ارزش و ضریبی اختصاص داده می‌شود، طوری که مجموع این ضرایب برابر یک شود. سپس جهت تعیین میزان اثربخشی راهبردهای کنونی و نشان دادن واکنش نسبت به عوامل، نمراتی مشخص می‌شود. نمره ۴ بیانگر قوت بسیار بالا، نمره ۳ بیانگر قوت عادی، نمره ۲ بیانگر ضعف عادی و نمره ۱ بیانگر ضعف اساسی است. هم‌چنین برای تعیین نمره نهایی ضریب هر عامل در نمره آن ضرب می‌شود. نمره نهایی عوامل داخلی از مجموع نمره‌های نهایی محاسبه شده به‌دست می‌آید (نمره نهایی نباید کم تر از ۱ و بیش‌تر از ۴ باشد). نتایج ماتریس ارزیابی عوامل داخلی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول۱- نتایج تجزیه و تحلیل عوامل داخلی (ماتریسEFI) (نقاط قوت و ضعف)

ردیف	نقاط قوت	وزن	رتبه	امتیاز وزنی
۱	درصد نسبتاً بالای استفاده از اتوبوس‌ها در محدوده شهری بر اساس سوخت گاز طبیعی (CNG).	۰/۰۶	۳	۰/۱۸
۲	وجود پتانسیل افزایش استفاده از سامانه‌های هوشمند حمل و نقل درون شهری (نظیر نظارت تصویری، کنترل مکانیزه سرعت و...) .	۰/۰۴	۴	۰/۱۶
۳	پتانسیل داشتن فضای لازم جهت توسعه پایانه و ایجاد فضای سبز.	۰/۰۴	۴	۰/۱۶
۴	وجود زمینه ایجاد آموزش و مهارت بیش‌تر رانندگان جهت بهبود کیفیت عملکرد آن‌ها مبنی برکاهش مصرف سوخت.	۰/۰۶	۴	۰/۲۴
۵	وجود زمینه افزایش مهارت افراد در محدوده تعمیر و نگهداری.	۰/۰۵	۴	۰/۲
۶	اولویت مدیریت شهری جهت احداث و گسترش خطوط BRT در مناطق مختلف شهر	۰/۰۷	۴	۰/۲۸
۷	احداث و توسعه سریع خطوط مترو.	۰/۰۹	۴	۰/۳۶
۸	تعدد شبکه‌های بزرگراهی در شهر	۰/۰۷	۴	۰/۲۸
	مجموع	۰/۴۸		۱/۸۶
ردیف	**نقاط ضعف**	**وزن**	**رتبه**	**امتیاز وزنی**
۱	اثرات نامطلوب ازدحام بالای ترافیکی در ساعت اوج بر عملکرد سامانه حمل و نقل عمومی و خصوصی.	۰/۰۶	۲	۰/۱۲
۲	عدم تمایل و رغبت بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری و فعالیت در بخش حمل و نقل شهری.	۰/۰۵	۱	۰/۰۵
۳	هزینه بالا جهت تهیه و توسعه اتوبوس با مصرف سوخت پاک.	۰/۰۵	۲	۰/۱
۴	ضعف ساختارهای حمل و نقل عمومی و سرویس ارائه شده به شهروندان.	۰/۰۷	۱	۰/۰۷
۵	قدیمی بودن سیستم حمل و نقل شهری.	۰/۰۴	۲	۰/۰۸
۶	کیفیت پایین چاله سرویس در مورد تعویض روغن.	۰/۰۱	۱	۰/۰۱
۷	تعداد بیش از حد تعویض روغن در هر دوره.	۰/۰۲	۱	۰/۰۲
۸	ناکافی بودن فضای سبز در پایانه‌ها.	۰/۰۴	۲	۰/۰۸
۹	رفتارهای ترافیکی متضاد با قوانین و مقررات رانندگی.	۰/۰۴	۲	۰/۰۸
۱۰	استفاده زیاد از خودروی شخصی به ویژه (خودروهای تک سرنشین) در انجام سفرهای درون شهری.	۰/۰۶	۲	۰/۱۲
۱۱	کمبود و بی‌توجهی به گسترش و توسعه پارک سوارها در شهر.	۰/۰۳	۲	۰/۰۶
۱۲	رویکرد خودرو محور در توسعه شهری و عدم توجه به تسهیلات پیاده‌روی.	۰/۰۵	۲	۰/۱
	مجموع	۰/۵۲		۰/۸۹
	جمع کل	-	-	۲/۷۵

نتایج جدول ۱ بیانگر آن است که "اثرات نامطلوب ازدحام بالای ترافیکی در ساعت اوج بر عملکرد سامانه حمل و نقل عمومی و خصوصی"، "استفاده زیاد از خودروی شخصی به ویژه (خودروهای تک سرنشین) در انجام سفرهای درون شهری" و "رویکرد خودرو محور در توسعه شهری و عدم توجه به تسهیلات پیاده روی" به ترتیب با امتیاز وزنی ۰/۱۲، ۰/۱۲ و ۰/۱ از مهم‌ترین نقاط ضعف در کاهش کیفیت هوای شهر تهران توسط ناوگان عمومی است. علاوه بر آن "احداث و توسعه سریع خطوط مترو"، "تعدد شبکه‌های بزرگراهی در شهر" و "اولویت مدیریت شهری جهت احداث و گسترش خطوط BRT در مناطق مختلف شهر" به ترتیب با ۰/۳۶، ۰/۲۸، و ۰/۲۸ امتیاز وزنی مهم‌ترین نقاط قوت در کاهش آلودگی هوا توسط ناوگان عمومی در شهر تهران است.

ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (EFE): در این مرحله نیز مهم‌ترین فرصت‌ها و تهدیدها پیش‌روی تعیین آلودگی هوا ناشی از بخش حمل و نقل عمومی کلان شهر تهران فهرست شده است. سپس با توجه به نظر کارشناسان،

برای تعیین درجه اثرگذاری هر یک از عوامل، به هر یک از معیارها ضریبی از صفر تا یک داده شده، به طوری که مجموع این ضرایب برابر یک شود. سپس اثر بخشی راهبردهای کنونی بر مبنای نمره ۱ تا ۴ داده شده به آن‌ها مورد ارزیابی واقع می‌شود. هم‌چنین برای محاسبه نمره نهایی، ضریب هر عامل در نمره آن ضرب می‌شود. نمره نهایی عوامل خارجی بر مبنای مجموع آن‌ها تعیین می شود. نتایج ماتریس ارزیابی عوامل خارجی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- نتایج تجزیه و تحلیل عوامل خارجی (ماتریس EFE) (فرصت‌ها و تهدیدها)

ردیف	فرصت	وزن	رتبه	امتیاز وزنی
۱	امکان توسعه ناوگان بر اساس مصرف سوخت گاز طبیعی (CNG).	۰/۰۷	۳	۰/۲۱
۲	تولید قطعات اتوبوس‌های برقی در داخل کشور.	۰/۰۵	۴	۰/۲
۳	وجود پتانسیل سبک سازی و کاهش حجم موتور اتوبوس‌ها در محدوده شهری.	۰/۰۵	۳	۰/۱۵
۴	وجود پتانسیل تولید قطعات مربوط به ناوگان اتوبوسرانی جهت توسعه آن در داخل کشور.	۰/۰۷	۴	۰/۲۸
۵	امکان نظارت فنی بیش‌تر جهت استفاده بهینه‌تر از سوخت و کاهش مصرف آن.	۰/۰۶	۴	۰/۲۴
۶	امکان توسعه ناوگان از طریق درآمد و واقعی نمودن قیمت سوخت فسیلی به خصوص در خودرو شخصی.	۰/۰۵	۳	۰/۱۵
۷	اثرگذاری بالای رسانه‌ها در تغییر دیدگاه ترافیکی شهروندان.	۰/۰۶	۴	۰/۲۴
۸	پتانسیل به‌روز رسانی و وضع مقررات و قوانین جدید در راستای حمایت از حمل و نقل شهری در سطح ملی.	۰/۰۴	۴	۰/۱۶
۹	ارائه خدمات دولت الکترونیک چندساله نهادها و ارگان‌های دولتی	۰/۰۴	۴	۰/۱۶
مجموع		۰/۴۹	-	۱/۷۹
ردیف	**تهدید**	**وزن**	**رتبه**	**امتیاز وزنی**
۱	نقش تحریم‌ها و تأثیر آن بر کمیت و کیفیت ناوگان اتوبوسرانی.	۰/۰۴	۱	۰/۰۴
۲	انگیزه پایین جهت استفاده از سوخت پاک به دلیل پایین بودن قیمت سوخت‌های فسیلی درکشور.	۰/۰۶	۱	۰/۰۶
۳	آلودگی هوا ناشی از آلاینده‌ها، موقعیت جغرافیایی شهرتهران و اخیراً تغییرات آب و هوایی ناشی از ریزگردها.	۰/۰۶	۲	۰/۱۲
۴	جمعیت زیاد و افزایش شدید آن در کلان شهرها و نقش منطقه‌ای و ملی آن‌ها.	۰/۰۶	۲	۰/۱۲
۵	بی‌توجهی به برنامه‌ریزی همزمان کاربری زمین و حمل و نقل در سال‌های گذشته.	۰/۰۳	۱	۰/۰۳
۶	عدم توجه به طرح‌های جامع و مصوبات مربوطه در برنامه‌های اجرایی شهرداری شهر تهران	۰/۰۳	۱	۰/۰۳
۷	رشد بیشتر تسهیلات حمل و نقل خصوصی نسبت به حمل و نقل عمومی.	۰/۰۶	۱	۰/۰۶
۸	ساختار چند هسته‌ای کلان شهر تهران و وسعت زیاد محدوده شهری.	۰/۰۷	۲	۰/۱۴
۹	نبود مدیریت واحد و یکپارچه شهری در سازمان‌ها و نهادهای متولی در مدیریت شهری.	۰/۰۵	۲	۰/۱
۱۰	قدیمی و فرسوده بودن ناوگان اتوبوسرانی در بخش شهری.	۰/۰۵	۲	۰/۱
مجموع		۰/۵۱	-	۰/۸
جمع کل		-	-	۲/۵۹

نتایج جدول ۲ بیانگر آن است که "وجود پتانسیل تولید قطعات مربوط به ناوگان اتوبوسرانی جهت توسعه آن در داخل کشور"، "اثرگذاری بالای رسانه‌ها در تغییر دیدگاه ترافیکی شهروندان" و "امکان نظارت فنی بیشتر جهت استفاده بهینه‌تر از سوخت و کاهش مصرف آن" به ترتیب با امتیاز وزنی ۰/۲۸، ۰/۲۴ و ۰/۲۴ مهم‌ترین فرصت‌ها در کاهش آلودگی توسط ناوگان عمومی است. هم‌چنین "ساختار چند هسته‌ای کلان شهر تهران و وسعت زیاد محدوده شهری"، "آلودگی هوا ناشی از آلاینده‌ها، موقعیت جغرافیایی شهر تهران و اخیراً تغییرات آب و هوایی ناشی از ریزگردها" و "جمعیت زیاد و افزایش شدید آن در کلان شهرها و نقش منطقه‌ای و ملی آن‌ها" به ترتیب با امتیاز وزنی ۰/۱۴، ۰/۱۲ و ۰/۱۲ مهم‌ترین تهدیدات در افزایش آلودگی هوا توسط ناوگان عمومی در شهر تهران است.

ماتریس SWOT: در این بخش براساس نمرات نهایی به دست آمده از ماتریس ارزیابی عوامل داخلی و خارجی،

موقعیت اتوبوسرانی کلان‌شهر تهران از جهت اثرگذاری بر آلودگی هوا از میان وضعیت‌های چهارگانه (تهاجمی، رقابتی، محافظه کاران و دفاعی) تعیین می‌شود. به این ترتیب امتیاز وزنی کل ماتریس عوامل خارجی و عوامل داخلی استخراج شده در جدول ماتریس داخلی- خارجی (جدول ۳) ترسیم شده است.

جدول ۳- ماتریس ارزیابی عوامل داخلی و خارجی

	عوامل داخلی IFE			
	۱	**۲/۵ ۲/۷۵**	**۴**	
IEE = ۲/۷۵ **EFE = ۲/۵۹**	**محافظه کاران** **WO**	**تهاجمی** **SO**	**۲/۵۹**	**عوامل خارجی EFE**
	تدافعی **WT**	**رقابتی** **ST**	**۲/۵** **۱**	

مطابق نتایج جدول ۳، نمره‌ی کل به دست آمده از ارزیابی ماتریس عوامل داخل (IFE) و عوامل خارجی (EFE) به ترتیب برابر با ۲/۷۵ و ۲/۵۹ است. لذا بر اساس نتایج وضعیت اتوبوسرانی در محدوده کلان شهر تهران در موقعیت تهاجمی در ماتریس مورد نظر قرار گرفته و بایستی از توانمندی‌ها و پتانسیل‌های موجود بهترین استفاده و از فرصت‌های پیش رو به نحو احسن بهره‌برداری نمود تا بتوان در مسیر کاهش آلودگی هوا و هم چنین امر توسعه پایدار شهری گام برداشت. لذا از جمله راهبرد تهاجمی بر پایه تقویت نقاط قوت و استفاده از فرصت‌های موجود می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

(۱) سرمایه‌گذاری و توسعه اتوبوس‌های پایه گازسوز جهت استفاده از سوخت پاک و ارزان‌تر.

(۲) سرمایه‌گذاری جهت بومی سازی و ساخت اتوبوس داخلی با توجه به درآمد و واقعی نمودن قیمت سوخت‌های فسیلی به خصوص در ارتباط با خودروهای شخصی.

(۳) آموزش و نظارت کافی به خصوص بر عملکرد رانندگان، کاربران و کادر مجموعه اتوبوسرانی و ایجاد وحدت رویه میان آن‌ها جهت افزایش بهره‌وری وکاهش مصرف سوخت و آلایندگی در اتوبوس‌ها.

(۴) استفاده بهینه از بودجه تخصیص یافته برای گسترش سامانه‌های حمل و نقل و استفاده از سایر روش‌های تأمین مالی از جمله جلب سرمایه‌گذاری بخش خصوصی.

(۵) ارتقاء کمی و کیفی ساخت، توسعه و بهره‌برداری از سامانه اتوبوس‌های برقی و هیبریدی.

(۶) برگزاری جلسات توجیهی توسط کارشناسان و خبرگان سازمان‌ها برای مسئولین مدیریت شهری جهت آشنایی با نیازها.

(۷) استفاده از پتانسیل موجود جهت توسعه فضای سبز.

بحث

یکی از مهم‌ترین چالش‌های پایان‌ناپذیر مدیران شهری همواره در حوزه حمل و نقل پایدار شهرها بوده است. بر این اساس جایگاه حمل و نقل در روند توسعه و زندگی مردم، سیاست‌های دولت، گوناگونی عوامل مؤثر بر روند حمل و نقل در کنار تغییرات مداوم درمؤلفه‌های اساسی حمل و نقل و غیره، مدیریت حمل و نقل شهری را به یکی از پیچیده‌ترین و اساسی‌ترین حوزه‌های مدیریت تبدیل نموده است که جهت کاهش اثرات خارجی محیط زیستی و اجتماعی نیازمند توجه روزافزون می‌باشد. در

این راستا مطالعه حاضر با هدف آسیب‌شناسی اتوبوس‌های درون شهری تهران، ضمن تعیین ارزش خسارت محیط زیستی ناشی از انتشار آلاینده در بخش پایانه‌ها با استفاده از قیمت سایه‌ای، به ارائه راهبردهای مستخرج از تجزیه و تحلیل سوات پرداخته است. مطابق نتایج هزینه اجتماعی آلایندگی در طول یک دوره سالانه ناشی از مصرف گازوئیل ۸۲۹/۴۳ میلیارد ریال برآورد گردیده که به محیط‌زیست تحمیل می‌شود. رقم مذکور بر اساس قیمت سایه‌ای معادل آلاینده CO_2 و بر مبنای قیمت سال ۱۳۹۹ درنظر گرفته شده است. علاوه بر آن یافته‌های تحقیق بر مبنای روش سوات حاکی از آن است که زیرساخت‌های بخش حمل و نقل به طور محسوسی با ضعف‌هایی مواجه است که در صورت برنامه‌ریزی صحیح می‌توان از شدت ضعف‌ها و تهدیدها کاسته، نقاط قوت را تثبیت و از فرصت‌های موجود بیش‌ترین بهره‌برداری را به‌عمل آورد بر این اساس راهبردهای انطباقی، تدافعی و اقتضایی کاهش آلودگی ناشی از اتوبوسرانی در محدوده کلان شهر تهران با هدف ارتقای شبکه حمل نقل پایدار درون شهری درکلان شهر تهران به شرح ذیل ارائه شده است (جدول ۴).

راهبردهای اقتضایی: (۱) کاهش هزینه توسعه بزرگراه‌ها و افزایش بودجه ساخت مترو به منظور توسعه حمل و نقل عمومی و کند کردن روند توسعه حمل و نقل خصوصی، (۲) ریشه‌یابی عوامل و دلایل شکست برخی از تجربیات ناموفق در خصوص توسعه حمل و نقل پایدار. (۳) ایجاد امکان بهره‌گیری از اتوبوس‌هایی با آلایندگی هوا و صدا کم برای سامانه حمل و نقل عمومی مخصوصا BRT. (۴) پرهیز از موازی کاری و هماهنگی کلیه نهادها و بخش‌های مرتبط با حمل و نقل. (۵) بهره‌مندی از اقتصاد مقاومتی جهت مقابله با تحریم‌ها تارسیدن به خودکفایی در حمل و نقل عمومی.

راهبردهای انطباقی: (۱) ارتقاء فرهنگ ترافیک با روش‌های چون ورود برخی مباحث پایه و ساده ترافیک به مباحث آموزشی دانش‌آموزان، تهیه تیزرهای تبلیغاتی و غیره (۲) توجه ویژه به مبلمان شهری به عنوان تسهیلاتی برای حمل و نقل پیاده. (۳) نظارت بر رفتارهای ترافیکی رانندگان (همانند رعایت سرعت مجاز) جهت کاهش آلودگی، مصرف سوخت و غیره (۴) ایجاد تنوع در قیمت و تسهیلات ارائه‌دهنده خدمات حمل و نقل عمومی. (۵) ارائه خدمات به صورت (دورکاری) درادارات و فروشگاه‌ها.

راهبردهای تدافعی: (۱) یکپارچه سازی سامانه‌های پارک‌سوار باخدمات حمل و نقل عمومی. (۲) تشویق استفاده از حمل و نقل عمومی از طریق ارائه تسهیلات و مشوق برای استفاده از حمل و نقل همگانی نظیر مبلغ ماهیانه و بلیط رایگان به کارمندان سازمان‌ها (۳) ایجاد محدودیت در استفاده از اتومبیل‌های فاقد استاندارد از نظر محیط‌زیستی.

جدول ۴- ماتریس راهبردها و راه کارهای کاهش آلودگی اتوبوسرانی در محدوده کلان شهر تهران

هدف: ارتقای شبکه حمل نقل پایدار درون شهری درکلان شهر تهران	O_1 - امکان توسعه ناوگان بر اساس مصرف سوخت گاز طبیعی (CNG). O_2 - تولید قطعات اتوبوس‌های برقی در داخل کشور. O_3 - وجود پتانسیل سبک سازی و کاهش حجم موتور اتوبوس‌ها در شهر O_4- وجود پتانسیل تولید قطعات مربوط به ناوگان اتوبوسرانی جهت توسعه آن در داخل کشور. O_5- امکان نظارت فنی بیش‌تر جهت استفاده بهینه‌تر از سوخت و کاهش مصرف آن. O_6 - امکان توسعه ناوگان از طریق درآمد و واقعی نمودن قیمت سوخت فسیلی به خصوص در خودرو شخصی. O_7 – اثرگذاری بالای رسانه‌ها در تغییر دیدگاه ترافیکی شهروندان. O_8 - پتانسیل به‌روز رسانی و وضع مقررات و قوانین جدید در راستای حمایت از حمل و نقل شهری در سطح ملی. O_9- ارائه خدمات دولت الکترونیک چند ساله نهادها و ارگان‌های دولتی	T_1- نقش تحریم‌ها و تأثیر آن بر کمیت و کیفیت ناوگان اتوبوسرانی. T_2- انگیزه پایین جهت استفاده از سوخت پاک به دلیل پایین بودن قیمت سوخت-های فسیلی درکشور. T_3- آلودگی هوا ناشی از آلاینده‌ها، موقعیت جغرافیایی شهرتهران و اخیراً تغییرات آب و هوایی ناشی از ریزگردها. T_4- جمعیت زیاد و افزایش شدید آن در کلان شهرها و نقش منطقه‌ای و ملی آن-ها. T_5- بی‌توجهی به برنامه‌ریزی همزمان کاربری زمین وحمل و نقل در سال‌های گذشته. T_6- عدم توجه به طرح‌های جامع و مصوبات مربوطه در برنامه‌های اجرایی شهرداری شهر تهران T_7- رشد بیشتر تسهیلات حمل و نقل خصوصی نسبت به حمل و نقل عمومی. T_8- ساختار چند هسته‌ای کلان‌شهر تهران و وسعت زیاد محدوده شهری. T_9- نبود مدیریت یکپارچه شهری در سازمان‌ها و نهادهای متولی در مدیریت شهری. T_{10}- قدیمی و فرسوده بودن ناوگان اتوبوسرانی در بخش شهری.
نقاط قوت (S)	**راهبردهای تهاجمیmax-max**	**راهبردهای اقتضایی max-min**
S_1- درصد نسبتاً بالای استفاده از اتوبوس‌ها در محدوده شهری بر اساس سوخت گاز طبیعی (CNG). S_2- وجود پتانسیل افزایش استفاده از سامانه‌های هوشمند حمل و نقل درون شهری (نظیر نظارت تصویری، کنترل مکانیزه سرعت و...). S_3- پتانسیل داشتن فضای لازم جهت توسعه پایانه و ایجاد فضای سبز. S_4- وجود زمینه ایجاد آموزش و مهارت بیش‌تر رانندگان جهت بهبود کیفیت عملکرد آن‌ها مبنی برکاهش مصرف	SO_1- سرمایه‌گذاری جهت توسعه اتوبوس‌های پایه گازسوز جهت استفاده از سوخت پاک‌تر و ارزان‌تر. SO_2- سرمایه‌گذاری جهت بومی‌سازی ساخت اتوبوس داخلی باتوجه درآمد و واقعی نمودن نمودن سوخت‌های فسیلی به‌خصوص در مورد خودروهای شخصی. SO_3- استفاده بهینه از بودجه تخصیص یافته برای گسترش سامانه‌های حمل و نقل و استفاده از سایر روش‌های تامین مالی از جمله جلب سرمایه گذاری بخش خصوصی. SO_4- ارتقاء کمی و کیفی ساخت، توسعه و بهره‌برداری از سامانه اتوبوس	ST_1- کاهش بودجه توسعه بزرگراه‌ها و افزایش بودجه ساخت مترو به منظور توسعه حمل و نقل عمومی و کند کردن روند توسعه حمل و نقل خصوصی ST_2– ریشه‌یابی عوامل و دلایل شکست برخی از تجربیات ناموفق در خصوص توسعه حمل و نقل پایدار. ST_3- ایجاد امکان بهره‌گیری از اتوبوس‌هایی با آلایندگی هوا و صدا کم برای سامانه حمل و نقل عمومی مخصوصا BRT ST_4- پرهیز از موازی کاری و هماهنگی کلیه نهادها و بخش‌های مرتبط با حمل و نقل

سوخت. S_5- وجود زمینه افزایش مهارت افراد در محدوده تعمیر و نگهداری. S_6- اولویت مدیریت شهری جهت احداث و گسترش خطوطBRT در مناطق مختلف شهر. S_7- احداث و توسعه سریع خطوط مترو. S_8- تعدد شبکه‌های بزرگراهی در شهر.	های برقی و هیبریدی. SO_5- برگزای جلسات توجیهی توسط کارشناسان وخبرگان سازمان‌ها برای مسئولین مدیریت شهری جهت آشنایی با نیازها. SO_6- اجرای برنامه‌های آموزشی جهت ارتقاء مهارت رانندگان در راستای کاهش مصرف سوخت. SO_7- استفاده از پتانسیل موجود جهت توسعه فضای سبز به‌خصوص در پایانه‌ها.	ST_5- بهره‌مندی از اقتصاد مقاومتی جهت مقابله با تحریم‌ها تارسیدن به خودکفایی در حمل و نقل عمومی.
نقاط ضعف (W)	**راهبردهای انطباقیmin-max**	**راهبردهای تدافعیmin-min**
W_1- اثرات نامطلوب ازدحام بالای ترافیکی در ساعت اوج بر عملکرد سامانه حمل و نقل W_2- عدم تمایل بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری و فعالیت در بخش حمل و نقل شهری. W_3- هزینه بالا جهت تهیه و توسعه اتوبوس با مصرف سوخت پاک. W_4- ضعف ساختارهای حمل و نقل عمومی و سرویس ارائه شده به شهروندان. W_5- قدیمی بودن سیستم حمل و نقل شهری. W_6- تعداد بیش از حد تعویض روغن در هر دوره. W_7- ناکافی بودن فضای سبز در پایانه‌ها. W_8- رفتارهای ترافیکی متضاد با قوانین و مقررات رانندگی. W_9- استفاده از خودروی شخصی (خودروهای تک سرنشین) در انجام سفرهای درون شهری. W_{10}- فقدان فیزیکی و نبود اولویت توسعه پارک سوارها در شهر تهران W_{11}- رویکرد خودرو محور در توسعه شهری و عدم توجه به تسهیلات پیاده‌روی.	WO_1-ارتقاء فرهنگ ترافیک با روش‌های چون ورود برخی مباحث پایه و ساده ترافیک به مباحث آموزشی دانش آموزان، تهیه تیزرهای تبلیغاتی و... WO_2- توجه ویژه به مبلمان شهری به عنوان تسهیلاتی برای حمل و نقل پیاده. WO_3- نظارت بر رفتارهای ترافیکی رانندگان (همانند رعایت سرعت مجاز) جهت کاهش آلودگی، مصرف سوخت و ... WO_4- ایجاد تنوع در قیمت و تسهیلات ارائه دهنده خدمات حمل و نقل عمومی. WO_5 -ارائه خدمات به صورت Telecommuting (دورکاری) درادارات و فروشگاه‌ها.	WT_1- یکپارچه سازی سامانه‌های پارک‌سوار باخدمات حمل و نقل عمومی. WT_2-تشویق استفاده از حمل ونقل عمومی از طریق ارایه تسهیلات و مشوق برای استفاده از حمل و نقل همگانی نظیر مبلغ ماهیانه و بلیط رایگان به کارمندان سازمان‌ها WT_3- ایجاد محدودیت در استفاده از اتومبیل‌های فاقد استاندارد از نظر محیط-زیستی و...

منابع

1. **Alishiri, H., Taklif, A., Amadeh, H., Arbab, H., Khademvatani, A. and Sajadifar, S., 2020.** Shadow price approach in estimating marginal abatement cost of carbon dioxide emissions in OPEC members in the Gulf States. Journal of Environmental Science Studies, 5(1), pp. 2187-2195.
2. **Azimi, R., Yazdani Chamzini, A., Fooladgar, M. and Basiri, M., 2011.** Evaluating the strategies of the Iranian mining sector using an integrated model, International Journal of Management Science, 6(6), pp. 459- 466.
3. **Amoushahi, N., 2017.** Investigating the sustainability of the urban transportation system in Khomeini Shahr using the SWOT. Strategic analysis model., the annual conference on architecture, urban planning and urban management research.
4. **Ali Ahmadi, A., Fathullah, M. and Tajuddin, A., 2003.** A comprehensive approach to strategic management, Tehran: Produk Danesh.
5. **Ahmadi, P., Hadipour, M. and Ghahremaninejad, F., 2023.** Spatial assessment of air pollution caused by mobile sources: a case study of Tehran region 2. Journal of Natural Environment, 76(1), pp. 81-91 .
6. **Alwani, M., 2016.** Public Management, Tehran: Nei Publishing, 28th edition, pp.53-57.
7. **Bayat, R., Hassanvand, M.S. and Daroudi, R., 2020**. Economic analysis of the cost of air pollution deaths in Tehran. Urban Economics and Planning, 1(3), pp.188-197.
8. **Birminia, A., 2021.** Using the smart transportation system in the smart city and investigating its impact on reducing traffic and air pollution, the 12th International Conference on Information Technology, Computers and Telecommunications.
9. **Central Bank of the Islamic Republic of Iran. 2007.** Iran's economic developments in the real sector.
10. **De Fátima Teles, M. and De Sousa, J.F., 2014**. Environmental management and business strategy: Structuring the decision-making support in a public transport company. Transport. Res. Proc, 3, pp. 155-164.
11. **Ebrahimi Boyini, M., Vakili, S., Qadatlou, M. and Abedini, G., 2018**. The effects of transportation on the urban environment, the fourth national conference in management, accounting and economics with an emphasis on regional and global marketing.
12. **Esfahanian, V., Mahotchi Saeed, K., Naseri, M. and Hashempour, Y., 2022.** Synthesis and estimation of social costs caused by air pollution in Tehran metropolis, 10th Air and Noise Pollution Management Conference, Tehran.
13. **Gundlach, J. and Paul, I., 2022.** The Social Cost of Greenhouse Gases: A Guide for State Officials. Institute for Policy Integrity.pp. 1-84
14. **Huber, D., Viere, T., Horschutz Nemoto, E., Jaroudi, I., Korbee, D. and Fournier, G., 2022.** Climate and environmental impacts of automated minibuses in future public transportation. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 102, pp.103160
15. **Kazemi, R., 2012**. Estimation of external environmental costs of ground transportation, a case study of Azad Tehran-Qom Road, International Conference on Iran's Environmental Crisis and its Improvement Solutions.
16. **Khodadad Kashi, F., Ekabri Tafti, M., Mousavi Jahormi, Y. and Khosrovinejad, A.A., 2016.** Calculating the Social Costs of Carbon Dioxide Emissions in Different Provinces of Iran. Quarterly Journal of Energy Policy and Planning Research, 2 (1), pp. 77-110.
17. **Lee, M. and Zhang, N., 2012.** Technical efficiency, shadow price of carbon dioxide, and substitutability for energy in the Chinese manufacturing industries, Energy Economics, 34(5), pp. 1492-1497.
18. **Lu, I.J., Lin, S.J. and Lewis, C., 2007.** Decomposition and Decoupling Effects of Carbon Dioxide Emission from Highway Transportation in Taiwan, Germany, Japan and South Korea. Energy Policy, 35(6), pp.3226-3235.
19. **Lintunen, J. and Rautiainen, A., 2021.** On physical and social-cost-based CO2 equivalents for transient albedo-induced forcing, Ecological Economics,190, pp. 107204.
20. Ministry of Energy. 2019. Office of Planning and Macroeconomics of power and Energy. Energy Yearbook of 2017. https://pep.moe.gov.ir/.

21. **Mirmohammadi, A. and Rezaei, M., 2018.** Investigating the amount of reduction in fuel consumption of a bus with hybrid propulsion, the first international conference on modern propulsion (with a focus on electric vehicles), Tehran.
22. **Mohammadi De Cheshme, P. and Mahdavi, D., 2019.** Strategic planning for improvement of Shahrekord Transportation system placement by using a combination approach of SWOT and QSPM. Journal of Geography and Planning, 23(68), pp.245-264.
23. **Mohammadnejad, M., Ghaibi, M. and Filflai, M., 2015.** Evaluation of public transportation systems (urban train) of Mashhad using the strategic factor analysis approach (SWOT) and prioritization of effective alternatives by means of the network analysis process (ANP), the 14th International Conference on Transportation and Traffic Engineering, Tehran.
24. **Mousavi, M.H., Barzegar, N. and Memarzade, A., 2014.** Estimation of Environmental Pollutants Shadow Price Resulting from Fossil Fuel Use in Different Economical Sectors Case study: Tehran Province.Journal of Environmental Science and Technology, 4(16), pp.13-26.
25. **Ministry for the Environment. 2016.** Guidance for Voluntary Greenhouse Gas Reporting: Using Data and Methods from the 2014 Calendar Year. Wellington: Ministry for the Environment.
26. **Ministry of Environment and Climate Change. 2022.** BC Best Practices Methodology for Quantifying Greenhouse Gas Emissions. For Public Sector Organization, Local
27. **Pierce, J. and Robinson, R., 2009.** Strategic planning and management, Khalili Sohrab translated by Shurini. Fifth edition. Tehran. Knowledge of research publications.
28. **Pourasghar Sengachin, F. and Habibi, A., 2007.** Investigating the social costs caused by energy consumption in Iran with an emphasis on the transportation sector in Iran, the first conference on environmental systems management and planning engineering.
29. **Shakeri, A., Mousavi, M.H. and Safarzadeh, G., 2013.** Estimation of Shadow Prices for Environmental Pollutions CO_2 ،Nox & SO_2 in Transportation Sector, Journal of Transportation Research, 11(2), pp. 135-143.
30. **Shahabinejad, H., Shahabinejad, V. and Sistani Badoui, Y., 2016.** Efficiency Measurement, Comparing Productivity Growth of Bank Branches in Melli Bank of Kerman Province by Using Data Envelopment Analysis. 3 (12), pp.105-124.
31. **Saleh, I., Abedi, S., Abedi, S., Bastani, M. and Beman, E., 2021.** Developing a model to predict air pollution (case study: Tehran City). J Environ Health Sci Eng, 719(1), pp.71-80.
32. **Sevkli, M., Oztekin, A., Uysal, O., Torlak, G., Turkyilmaz, A. and Delen, D., 2012.** Development of a fuzzy ANP based SWOT analysis for the airline industry in Turkey, Expert Systems with Applications, 39, pp.14-24.
33. **Vice President of Electricity and Energy Affairs, Electricity and Energy Macro Planning Office. 2007.** Energy Balance Sheet, Ministry of Energy, Electricity and Energy Macro Planning Office.
34. **Westerdahl, D., 2007.** Characterization of on-road vehicle emission factors and micro environmental air quality in Beijing, China. Atmospheric Environment, 43, pp. 697-705.
35. **Wei, C., 2014.** CO2 Marginal Abatement Costs of Urban in China and Its Influencing Factors. World Economy, 7, pp.115-141.
36. **Yang, L., Tang, K., Wang, Z., An, H. and Fang, W., 2017.** Regional eco-efficiency and pollutants' marginal abatement costs in China: A parametric approach // Journal of Cleaner Production. 167. pp. 619-629.
37. **Zhuang, H. and Bai, Y., 2019.** Study on Environmental Impact Factors of Carbon Emissions and Air Pollution Control in Transportation Industry, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science.

2024, The Author(s). Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

Environment & Interdisciplinary Development
Journal homepage: https://www.envjournal.ir

Strategic Planning to Reduce the Social Cost of Air Pollution in Tehran Caused by Buses in the City

Samaneh Abedi *[1], Mahdi Anisi[1]

1- Department of Energy, Environment and Agriculture Economics, Faculty of Economy, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran

Original Article

Received: 2023.08.01

Accepted: 2024.07.02

Keywords: External Effects, Environmental Pollution, Optimization of Energy Consumption, SWOT Approach, Urban Management

Abstract

Introduction: Due to its large population, lack of green spaces, inappropriate urban structure, and traffic congestion, Tehran is considered one of the most polluted cities in the world. Air pollution in Tehran is one of the basic health and environmental challenges that can have serious consequences for the health of citizens and their social costs. In the meantime, city buses, as one of the main means of public transportation, play an important role in the movement of passengers, but at the same time, due to fossil fuels and old technologies, they are responsible for a major contribution to the emission of pollutants. This release of pollution in turn leads to negative consequences and high costs for society. Therefore, in the present study, while determining the value of environmental damage caused by the emission of pollutants in the terminals of inner-city buses in Tehran in 2020 based on the information obtained from the transportation and urban traffic organization of Tehran municipality, analyzing the strengths and weaknesses, opportunities and threats of inner-city buses in the emission of environmental pollutants with the use of the SWOT model have been discussed.

Materials and Methods: The current research is based on an analytical-descriptive approach using field research and library studies. Based on this, the evaluation of the strengths, weaknesses, opportunities and threats of the system and the presentation of pollution reduction solutions have been carried out in the form of strategic SWOT analysis. For this purpose, the required information has been collected by interviewing and completing 60 questionnaires by experts, experts and drivers of six main systems in Tehran Bus Company. Validity of questionnaires was confirmed by 10 experts and its reliability was approved by Cronbach alpha (α=0.93).

Results: According to the results, the social cost of pollution during an annual period caused by the consumption of diesel fuel is estimated at 829.43 billion rials, which is imposed on the environment every day. The mentioned figure is based on the shadow price equivalent of CO_2 pollutant and based on the price of 2020. Also, the results showed that the most important weaknesses of public transport pollution in the metropolis of Tehran are the

* Corresponding Author's email: s.abedi@atu.ac.ir

adverse effects of high traffic congestion during peak hours on the performance of public and private transport systems, as well as the high use of private cars, especially single-passenger cars. Carrying out intra-city trips is reserved. In addition, according to the results, the most important threats include the multi-nuclear structure of Tehran metropolis and the large size of the urban area, the geographical location of Tehran and climate changes caused by fine dust. It should be mentioned the final scores obtained from the analysis of the internal factor matrix (IFE) and external matrix (EFE) were calculated as 2.75 and 2.59, respectively.

Discussion: Based on this, the situation of the desired solutions to reduce pollution is in an aggressive position, based on which it is necessary to get the maximum benefit from the existing capabilities and potentials and the combination of strengths and upcoming opportunities. According to the results of the construction and rapid development of metro lines, the multiplicity of highway networks in the city, and the priority of urban management to build and expand BRT lines in different areas of the city, the most important strengths and also the potential of producing parts related to the bus fleet for its development inside the country The high impact of the media in changing the citizens' traffic perspective and the possibility of more technical monitoring for more efficient use of fuel and reducing its consumption are the most important opportunities in reducing pollution by the public fleet.