

راهکارهای کاهش آلودگی ناشی از حمل و نقل در شهرها (مروری بر مطالعات پیشین و ارائه راهکارهای موثر در ایران)

مقاله علمی - مروری

سعدی رسولی، دانشجوی دکتری، گروه مهندسی عمران- برنامه‌ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی^(د)، قزوین، ایران
حمید میرزاحسین*، دانشیار، گروه مهندسی عمران- برنامه‌ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی^(د)، قزوین، ایران
امین فریدی اقدم، دانشجوی دکتری، گروه مهندسی عمران- برنامه‌ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی^(د)، قزوین، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mirzahosseini@eng.ikiu.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۱۸ - پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۰۱

صفحه ۹۷-۱۱۰

چکیده

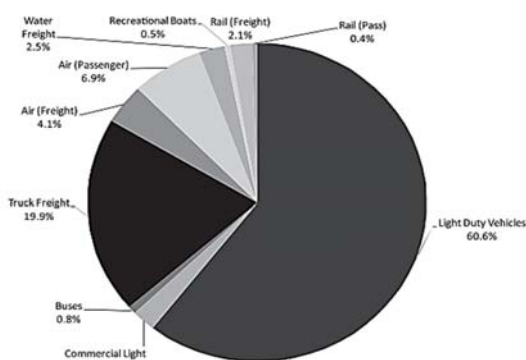
با گسترش شهرنشینی و افزایش وابستگی به وسایل نقلیه شخصی، آلودگی ناشی از حمل و نقل به یکی از چالش‌های اساسی شهرهای معاصر تبدیل شده است. این مسئله، به‌ویژه در شهرهای پرجمعیت ایران، پیامدهای محیط‌زیستی و سلامت‌محوری جدی به همراه داشته است. در این مطالعه مروری، ضمن بررسی پژوهش‌های پیشین، اثرات مخرب حمل و نقل شهری بر محیط زیست، از جمله آلودگی هوا، صدا و تخریب منابع طبیعی، تحلیل شده و راهکارهای کاهش این آلودگی‌ها ارائه گردیده است. یافته‌ها نشان می‌دهند که کاهش کیفیت هوا، خاک و منابع آبی و تهدیدات سلامتی برای انسان، گیاهان و حیوانات از پیامدهای اصلی آلودگی‌های حمل و نقل است. راهکارهای پیشنهادی شامل ترویج فرهنگ‌سازی ترافیکی، گسترش حمل و نقل همگانی و پیاده‌روی، بهبود فناوری‌های خودرو و سوخت، جایگزینی خودروهای فرسوده با خودروهای برقی، استفاده از سوخت‌های جایگزین و توسعه فضاهای سبز شهری است. این راهکارها، در صورت اجرا و نظارت دقیق، می‌توانند به کاهش معنادار آلودگی‌ها و بهبود کیفیت زندگی شهروندان منجر شوند. اعمال تدابیر جدی و سیاست‌گذاری‌های هدفمند در این زمینه، گامی اساسی برای حفاظت از محیط زیست شهری محسوب می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، پیاده‌روی، حمل و نقل همگانی، سوخت‌های جایگزین، محیط زیست شهری

۱- مقدمه

امروزه آلودگی‌های محیط‌زیستی، به‌ویژه تراکم آلاینده‌های هوا، یکی از چالش‌های اساسی شهرهای بزرگ در سراسر جهان است. با وجود اینکه این موضوع در سال‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته، همچنان روند رو به گسترش آن ادامه دارد و روزانه گروه‌های مختلفی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (عصری و شجاعی، ۱۴۰۱). با این حال، با توجه به روند روبه‌رشد افزایشی شهرها و نیز افزایش روزافزون استفاده مردم از وسایل نقلیه شخصی، یکی از مهم‌ترین مسائل امروزی شهرها افزایش آلودگی ناشی از حمل و نقل شهری است. با توجه شکل ۱ که به صورت نمودار نشان داده شده است و

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، این نسبت برای خودروها ۶۰/۶ درصد است که عدد قابل توجهی است.



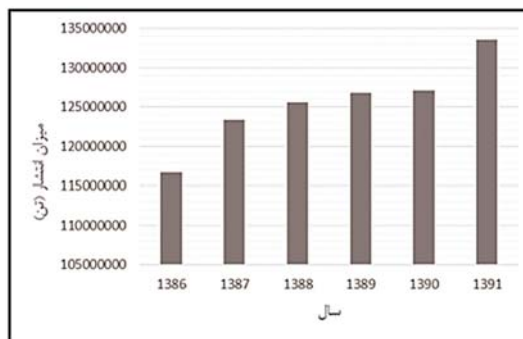
شکل ۲. مصرف انرژی توسط خدمات بخش حمل‌ونقل (Winebrake et al., 2008)

گسترش شهرنشینی و افزایش تردد خودروها، همواره مشکلات محیط‌زیستی از جمله آلودگی (هوا، صدا و دیداری) را به دنبال داشته است (ابوالفضل و همکاران، ۱۳۹۸). فعالیت‌های مختلف انسانی مربوط به حمل‌ونقل که منجر به ورود آلاینده‌های مختلف به محیط پیرامون گردیده، ضمن آلوده نمودن هوا، خاک‌ها و گیاهان، شبکه غذایی را با خطری جدی مواجه نموده است. کاهش کیفیت آب و خاک و تهدید سلامت بشر، گیاهان و حیوانات از مهم‌ترین آثار و پیامدهای نامطلوب ناشی از حمل‌ونقل و ترافیک هستند (رمضان زاده و همکاران، ۱۳۹۴). رشد فزاینده سفرهای شهری و استفاده بیش از حد از وسایل نقلیه موتوری، به‌ویژه خودروهای شخصی، پیامدهای ناگواری مانند مصرف بی‌رویه سوخت را به همراه دارد. این وضعیت، نیاز به طراحی راهبردها و ارائه راهکارهای مؤثر برای مدیریت بهینه منابع انرژی و برنامه‌ریزی دقیق را بیش از پیش ضروری می‌سازد (بهارى، ۱۳۹۹). فرض اساسی در پژوهش حاضر این است که با مرور مطالعات پیشین، می‌توان به راهکارهای مناسب و قابل‌قبولی در زمینه کاهش آلودگی زیست‌محیطی حمل‌ونقل شهری دست یافت.

۲- پیشنهاد تحقیق

بیشتر مطالعاتی که به توسعه نواحی شهری بر اساس اصول حمل‌ونقل پایدار پرداخته‌اند، بر تأثیرات مثبت این رویکرد در ارتقای سلامت شهروندان تمرکز دارند. این تأثیرات شامل بهبود

میزان انتشار آلاینده‌های بخش حمل‌ونقل شهری را از سال ۱۳۸۶ تا سال ۱۳۹۱ نشان می‌دهد، روند انتشار این نوع آلودگی در حال پیشرفت بوده و این موضوع می‌تواند یک خطر جدی برای سلامت انسان، حیوانات و گیاهان به حساب بیاید. برای حل چالش‌های حمل‌ونقل، به‌ویژه در زمینه آلودگی محیط‌زیستی، نمی‌توان تنها بر یک بُعد تمرکز کرد و سایر جنبه‌ها را نادیده گرفت. باید به ابعاد گوناگونی مانند وسایل نقلیه، سیستم‌های ارتباطی، کاربری اراضی، فرهنگ عمومی و همچنین روابط میان این عناصر توجه شود. از آنجا که آلودگی‌های محیط‌زیستی ناشی از حمل‌ونقل دارای دلایل متعددی است، بهبود این وضعیت نیازمند اتخاذ راهبردهای جامع و چندبعدی است، نه تکیه بر یک راهکار منفرد (رمضان زاده و همکاران، ۲۰۱۵).



شکل ۱. میزان انتشار آلاینده‌های بخش حمل‌ونقل سال ۱۳۸۶-۱۳۹۱ (فرمند، ۱۳۹۱)

آلودگی‌های محیط‌زیستی ناشی از حمل‌ونقل، به‌ویژه آلودگی هوا، تأثیرات جدی بر سلامت انسان دارد. این نوع آلودگی می‌تواند عملکرد بخش‌هایی از بدن مانند گوش، حلق و حنجره را مختل کرده و زمینه‌ساز ابتلا به عفونت‌ها و بیماری‌های سرطان‌زا شود. علاوه بر این، آلودگی هوای تولیدشده توسط خودروها، باعث افزایش فشارهای روانی و استرس در افراد می‌شود. یکی از پیامدهای خطرناک آن، ایجاد سرطان در بافت‌های مختلف، به‌ویژه ریه، و همچنین افزایش تراکم ذرات معلق آلوده در هوا است که تهدیدی جدی برای سلامت جامعه محسوب می‌شود. شکل ۲ نسبت موردانتظار مصرف انرژی حمل‌ونقل کالا را نسبت به سایر خدمات حمل‌ونقل در سال ۲۰۰۵ تا سال ۲۰۳۰ نشان می‌دهد.

ایمنی ترافیکی، تقویت سلامت جسمی و روانی، افزایش توان مالی خانوارها، تسهیل دسترسی به خدمات و کاهش آلودگی‌های محیط‌زیستی ناشی از حمل‌ونقل است. در ادامه برخی از مطالعات گذشته که در این زمینه کار شده است، به طور مختصر توضیح داده خواهد شد.

در مطالعه هاشمی هفشجانی و همکاران (۱۳۸۶) با موضوع تاثیر سیستم تکنولوژی اطلاعات و ارتباطات در حمل‌ونقل درون‌شهری بر کاهش مصرف سوخت و آلودگی هوا (مطالعه موردی شهر اهواز) به عوامل ایجاد آلودگی در شهر اهواز پرداخته است که یافته‌های تحقیق فوق نقش صنایع نفت و گاز و مصرف سوخت‌های فسیلی از جمله بنزین و گازوئیل را در ناوگان حمل‌ونقل درون‌شهری پررنگ شناخته است (هاشمی هفشجانی وورشوساز، ۱۳۸۷).

بورکین و همکاران در پژوهش خود با عنوان تأثیر آب و هوای خاص حمل‌ونقل مسافر و بار، به این نتیجه رسیده‌اند که می‌توان یک رتبه بندی بدون ابهام از تأثیرات آب و هوایی خاص برای حمل‌ونقل-بار ایجاد کرد، به گونه‌ای که حمل‌ونقل و راه آهن کمترین و کامیون‌های سبک و حمل‌ونقل هوایی بیشترین تأثیر ویژه را برای همه موارد محاسبه شده دارند. مسافر با ریل، اتوبوس یا دو و سه چرخه به طور متوسط کمترین تأثیر آب و هوایی خاص را در افق‌های زمانی کوتاه دارد. سفر هوایی بیشترین تأثیر ویژه را بر گرم شدن کوتاه‌مدت زمین دارد، در حالی که در گرم شدن طولانی‌مدت زمین، سفر با خودرو تأثیر مساوی یا بالاتر به ازای هر مسافر-کیلومتر دارد (Borken-Kleefeld et al., 2010).

حسین زاده و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای با عنوان تبعات محیط‌زیستی حمل‌ونقل شهری و راهکارهای بهبود آن در ایران به روش اسنادی - تحلیلی و با استفاده از منابع کتابخانه‌ای به تحقیق پیرامون اثرات منفی حمل‌ونقل شهری از قبیل مصرف انرژی در شهرها و گرم شدن زمین ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، فرسایش و جابجایی مصالح و مواد، افزایش سیلاب‌ها، کاهش پوشش گیاهی مناطق و تخریب اراضی، اثرات نمک‌پاشی جاده‌ها در مواقع یخبندان، آلودگی هوا، آلودگی صوتی، آلودگی آب‌ها، عوارض ناشی از تصادفات، ورود زباله و مواد زائد جامد به محیط زیست پرداخته و ضمن بررسی ابعاد مختلف این اثرات محیط‌زیستی ناشی از حمل‌ونقل، راهکارهای کاهش و حذف این اثرات از قبیل سیاست اصلاح سوخت، سیاست

اصلاح وسایل نقلیه، سیاست اعمال استانداردهای محیط‌زیستی، سیاست مبتنی بر بازرسی و معاینه فنی، سیاست از رده خارج کردن خودروهای فرسوده، سیاست اولویت حمل‌ونقل همگانی، سیاست مدیریت ترافیک، سیاست جلوگیری از افزایش ترافیک را پیشنهاد داده است (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۲). عمرانی و همکاران (۱۳۹۵) مطالعه‌ای با عنوان راهکارهای کاهش آلودگی هوای ناشی از ناوگان حمل‌ونقل مشهد و با هدف بررسی راهکارها و پیشنهادات لازم جهت هر چه کمتر کردن آلودگی هوای شهر مشهد ناشی از ناوگان حمل‌ونقل مشهد انجام دادند. نتایج تحقیق نشان داد که با توجه به جمعیت بالای شهر مشهد و تراکم وسایل نقلیه شخصی و همگانی در خیابان‌ها و کمبود بزرگراه‌ها و شاه‌راه‌ها و افزایش روزافزون جمعیت مشهد، تقریباً راه‌حلی برای کاهش آلودگی ناشی از وسایل نقلیه وجود ندارد اما پیشنهاداتی مبنی بر گازسوز کردن اتومبیل‌ها و تغییر در سیستم احتراق اتومبیل‌های داخل کشور و تعویض اتومبیل‌های فرسوده با نوع جدید آن‌ها داده شده است. در تحقیق فوق اشاره شده است که برای کاهش آلودگی هوای شهر مشهد احداث فضای سبز به عنوان یکی از مهم‌ترین و پربازده‌ترین راه‌کار کاهش آلودگی، مشارکت مردم و آگاه ساختن آنها با تبلیغات زیست محیطی، استفاده از بنزین بدون سرب و ایجاد کمربند سبز اطراف شهر مشهد لازم و ضروری به نظر می‌رسد (عمرانی و همکاران، ۱۳۹۵). در تحقیق طباطبایی و همکاران (۱۳۹۵) پیرامون عوامل موثر در آلودگی در کلان‌شهر اهواز به روش کتابخانه‌ای ضمن تعریف بعضی از شاخص‌ها، عوامل موثر بر آلودگی محیط‌زیستی شهر اهواز را مورد مطالعه قرار داده‌اند. یافته‌های تحقیق فوق نشان داده است که ۶۵ درصد از آلودگی‌های شهر اهواز مربوط به صنایع و حدود ۹۰ درصد از این ۶۵ درصد ناشی از تاسیسات نفتی بوده است. در این تحقیق پیشنهاداتی از قبیل کنترل صنایع نفتی، کنترل آلودگی ناشی از سوزاندن پسماندهای نیشکر، کاهش آلاینده‌ها در صنایع نفتی و غیره ارائه گردید (طباطبایی و همکاران، ۱۳۹۵).

در پژوهش امینی و همکاران (۱۳۹۶) که پیرامون حمل‌ونقل شهری و راهکارهای محیط‌زیستی با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای به روش اسنادی-توصیفی انجام شده است، به بررسی تأثیرات اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی حمل‌ونقل شهری پرداخته شده و اهمیت حمل‌ونقل در تحقق اهداف توسعه پایدار

بود. جامعه آماری مناطق ۱۱ و ۱۲ شهر تهران به تعداد ۳۸۳ نفر در نظر گرفته شده بود. نتیجه این تحقیق نشان دهنده تاثیر آلودگی بصری مرکز شهر تهران در دو متغیر ناهنجاری‌های ترافیکی و بزهکاری است (آزمون مساعد، ۱۳۹۸).

رجبی و نادران (۱۳۹۸) مطالعه‌ای با هدف اولویت‌بندی راهکارهای کاهش آلودگی هوا ناشی از حمل‌ونقل شهری در شهر تهران با روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ویکور و پرومته با جامعه آماری ۴۳ کارشناس از اساتید دانشگاه، کارشناسان معاونت و سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران، شرکت کنترل ترافیک تهران و شرکت کنترل کیفیت هوای تهران انجام دادند. در پرسشنامه این تحقیق تعداد ۲۱ راهکار کاهش آلودگی هوا اولویت‌بندی شده بودند. طبق نتایج به‌دست‌آمده راهکارهای استفاده از بی آر تی، بهبود کارایی اتوبوس‌رانی از طریق طراحی شبکه‌های کارآمدتر و ایجاد انگیزه برای بهبود از طریق ایجاد رقابت و تجاری‌سازی، هوشمندسازی چراغ‌های راهنمایی، استفاده از سوخت پاک‌تر، ایجاد امکانات دوچرخه، پیاده‌رو کافی و امن برای سفرهای کوتاه، موثرترین راهکارها در کاهش آلودگی هوا ناشی از حمل‌ونقل در شهر تهران هستند (رجبی و نادران، ۱۳۹۸).

وکیلی و فلاح تفتی (۱۳۹۸) در مطالعه خود با عنوان مقایسه عملکرد تقاطع‌های چراغ‌دار متعارف با تقاطع‌های با دوربرگردان میانه‌ای از منظر شاخص‌های آلودگی هوا و مصرف سوخت (مطالعه موردی: شهر یزد) و با هدف بررسی امکان بهبود عملکرد محیط‌زیستی تقاطع‌های چراغ‌دار با استفاده از طرح غیرمتعارف از نوع دوربرگردان میانه‌ای که از روش شبیه‌سازی (نرم‌افزار ویزیم) استفاده کرده بودند، نتیجه‌گیری نشان می‌دهد که از نظر آلودگی تولیدشده و مصرف سوخت در محدوده تقاطع‌ها، طرح دوربرگردان میانه‌ای چراغ‌دار عملکرد بهتری نسبت به سایر گزینه‌ها، از جمله تقاطع چراغ‌دار چهارفازه، دارد. این برتری را می‌توان به روان‌تر بودن جریان ترافیک و کاهش زمان توقف خودروها در محدوده تقاطع نسبت داد. در مجموع بر اساس نتایج حاصله از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که به منظور کاهش آلودگی هوای ناشی از ترافیک در نواحی شهری می‌توان استفاده از این طرح را به عنوان یک گزینه جدی در تقاطع‌های شهری مد نظر قرار داد (وکیلی و فلاح تفتی، ۱۳۹۸).

مورد تأکید قرار گرفته است. همچنین، رابطه میان سیستم‌های حمل‌ونقل و پیامدهای محیط‌زیستی آن مورد توجه قرار گرفته است. در این مطالعه انواع آلودگی‌های محیط‌زیستی ناشی از حمل‌ونقل شهری مانند آلودگی‌های هوا، صوتی و بصری و اثرات آن‌ها از نظر سلامتی، بهداشتی، اجتماعی، اقتصادی و سیاسی موردبررسی قرار گرفته و در پایان در راستای کاهش این اثرات راهکارهایی از قبیل استفاده از مترو، ترویج دوچرخه‌سواری، استفاده از خودروهایی هیبریدی (سبز)، ترویج دوچرخه‌سواری، استفاده از حمل‌ونقل همگانی و استفاده از سیستم حمل‌ونقل هوشمند با در نظر گرفتن عوامل فرهنگی، تاریخی، سیاسی، اقتصادی، اجتماعی-جمعیتی و زیرساخت‌های موجود در شهرهای مختلف، پیشنهاداتی ارائه شده است (امینی، ۱۳۹۶).

صمدزاد و ناظم بکائی (۱۳۹۸) در مطالعه خود با عنوان ارائه مدل سیاست‌گذاری مدیریت تقاضا برای کاهش استفاده از وسایل نقلیه شخصی در مناطق شهری با بهینه‌سازی مصرف منابع محدود محیط زیست (مطالعه موردی شهر تهران) یک مدل سیاست‌گذاری جدید برای مدیریت تقاضا و کاهش تردد وسایل نقلیه در شهر تهران با رویکرد کاهش آلودگی هوا پیشنهاد داده‌اند. مدل ارائه‌شده در پی آن است تا با توجه به نقش محوری موقعیت، شدت و مدت زمان آلودگی وسایل نقلیه، از طریق اختصاص سهمیه آلودگی به هر شهروند، تقاضای حمل‌ونقل شخصی در شهر را مدیریت نماید. مدل ارائه‌شده دارای چهار ویژگی مهم بود: اولاً به نحو مؤثر تردد وسایل نقلیه شخصی آلوده از جمله موتورسیکلت‌ها را محدود می‌سازد. ثانیاً، با توجه به اختصاص سهمیه یکسان به شهروندان با عدالت اجتماعی هماهنگ است. ثالثاً، علاوه بر کنترل ترافیک و کاهش آلودگی هوا، بودجه لازم (بدبینانه‌ترین و خوشبینانه‌ترین سناریو به ترتیب حدود ۶۴۰ و ۲۸۰۰ میلیارد تومان) برای نوسازی و توسعه ناوگان حمل‌ونقل همگانی و پاک را نیز تأمین خواهد کرد و رابعاً، برای انطباق با شرایط اجتماعی، سیاسی و فرهنگی جامعه و جغرافیایی شهر در حین اجرا، انعطاف‌پذیری بالایی بالایی دارد (صمدزاده ناظم بکائی، ۱۳۹۸).

آزمون مساعد (۱۳۹۸) مطالعه‌ای با هدف بررسی آلودگی‌های بصری مرکز شهر تهران در ناهنجاری‌های ترافیکی و بزهکاری انجام داد. روش این تحقیق کاربردی از نوع توصیفی-همبستگی بود. روش جمع‌آوری اطلاعات پیمایشی و با ابزار پرسشنامه

به افراد جامعه مخصوصاً گروه‌های حساس و آسیب‌پذیر می‌شود. تاثیر استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی برقی در کاهش نرخ آلودگی هوا در جهان به اثبات رسیده است. تعبیه خودروهای برقی در این شهر و در کنار آن وجود منبع غنی و رایگان انرژی خورشیدی در ایران که به کمک آن می‌توان تمام و یا بخش زیادی از انرژی موردنیاز سیستم‌های برقی را تامین نمود، به عنوان قدمی موثر در کاهش آلودگی شهر تهران به حساب می‌آید. همچنین با ارائه طرح مشارکت مردم در تامین بخشی از انرژی خودروهای برقی محله خود به کمک پنل‌های خورشیدی تعبیه‌شده در پشت بام منازل آنها، علاوه بر تشویق مردم به شرکت در این طرح و بهره‌برداری از خدمات ناشی از این همکاری، باعث فرهنگ‌سازی در حوزه استفاده از سیستم‌های حمل‌ونقل سبز می‌شود. همچنین موضوعاتی همچون اهمیت آلودگی هوا و زندگی پایدار و سالم بیش‌ازپیش مورد توجه جامعه، به‌ویژه در مورد کودکان قرار می‌گیرد (موسوی صدر و میرمقتدایی، ۱۴۰۱).

اکبری و همکاران (۱۴۰۱) مطالعه‌ای با عنوان به‌کارگیری رویکرد سیستمی در شناخت عوامل مؤثر بر مصرف انرژی و انتشار CO₂ در بخش حمل‌ونقل شهری؛ مطالعه موردی: شهر تهران با هدف بررسی مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر انتشار آلاینده‌های محیط‌زیستی در بخش حمل‌ونقل شهری تعیین و مدل سیستم دینامیک حمل‌ونقل شهری تهران انجام دادند که در آن شش سناریوی حفظ وضعیت فعلی^۱، بهبود حمل‌ونقل همگانی^۲، پیشرفت فناوری^۳، مدیریت قوانین و مقررات^۴، مدیریت تقاضای سفر^۵ و سناریوی جامع^۶ ارائه گردید. نتایج نشان داد که سناریوی CP بهترین عملکرد را داشته است و اجرای همزمان سناریوها باعث می‌شود هر یک به سهم خود در بهبود شرایط مؤثر باشند، به طوری که میزان مصرف انرژی و انتشار CO₂ به شکل چشمگیری کاهش یابد (اکبری و همکاران، ۱۴۰۱). تهرودی و همکاران مطالعه‌ای با عنوان بررسی آلودگی صوتی ناشی از ترافیک در مناطق پر رفت و آمد شهر کرمان با استفاده از تکنیک‌های آماری و GIS با هدف بررسی میزان آلودگی صدای ناشی از ترافیک در مناطق پر رفت و آمد شهر کرمان انجام دادند. در این مطالعه ۳۰ ایستگاه سنجش آلودگی صدا به وسیله دستگاه صداسنج Kajer&Brueel2236 اندازه گیری شد، داده‌ها توسط نرم افزار SPSS پردازش و نقشه آلودگی صوتی ترافیکی به روش درونیابی IDW^۸ به دست آمد.

فروتن و جان بابانژاد (۱۳۹۸) در مطالعه خود با عنوان تحلیل نگرش مردم شهر تهران پیرامون آلودگی هوا و صدای شهر تهران به این نتیجه رسیدند که ۸۹/۱ درصد از شهروندان مهم‌ترین چالش محیط‌زیستی شهر تهران را آلودگی هوا می‌دانند. اکثریت شهروندان مسئول اصلی حل آلودگی هوای شهر تهران را شهرداری و دستگاه‌های تابعه شهرداری و مهم‌ترین دلیل اصلی آلودگی صدای شهر تهران را تردد وسایل نقلیه می‌دانند (فروتن و جان بابانژاد، ۱۳۹۸).

مطالعه حسنی و قربانی (۱۳۹۸) با عنوان بررسی اثرات جانبی بهداشتی و محیط‌زیستی جایگزینی اتوبوس‌های برقی با دیزلی در شهر تهران و با هدف بررسی اثرات جانبی بهداشتی و زیستمحیطی جایگزینی اتوبوس‌های برقی با گازوئیلی در شهر تهران بصورت پایلوت، این یافته را نشان داد که آلودگی هوا، ناشی از افزایش غلظت مواد شیمیایی و ذرات معلق، اثرات منفی مستقیمی بر سلامت انسان‌ها، گیاهان و جانوران دارد. یکی از اصلی‌ترین علل ایجاد آلودگی در سطح شهر تهران، سوخت خودروها است. یکی از مؤثرترین راهکارها برای کاهش استفاده از خودروهای وابسته به سوخت‌های فسیلی، توسعه و ارتقای کیفیت سیستم حمل‌ونقل همگانی است. حذف موتورهای دیزلی و تبدیل آنها به استفاده از انرژی‌های پاک همانند برق از جمله راهکارهای مناسب در کنترل آلودگی هوا است (حسنی و قربانی، ۱۳۹۸).

موسوی صدر و میرمقتدایی (۱۴۰۱) مطالعه‌ای با عنوان کاربرد انرژی تجدیدپذیر در طراحی سیستم حمل‌ونقل همگانی سبز در مقیاس محله (نمونه موردی محله مرزداران تهران) انجام دادند. در این تحقیق، یک محله از شهر تهران به عنوان نمونه انتخاب شد که در آن به بررسی پتانسیل انرژی خورشیدی جهت نصب پنل‌های خورشیدی در ساختمان‌های آن پرداخته شد. هدف تحقیق، کاهش رفت و آمدهای روزانه مردم با ماشین‌های شخصی و تشویق آنان به استفاده از حمل‌ونقل‌های همگانی، از خودروهای برقی جهت اتصال این محله به ایستگاه‌های اتوبوس و مترو بود. نتایج مطالعه فوق نشان داد که مصرف بی‌رویه انرژی‌های فسیلی، ناکارآمدی سیستم‌های حمل‌ونقل، استفاده از خودروی شخصی و غفلت از پتانسیل بالای انرژی پاک خورشیدی در ایران از دلایل آلودگی هوای شهرها محسوب می‌شود. آلودگی هوای تهران، که سبب صعودی داشته، باعث بروز رنج و ناراحتی و آسیب‌های فیزیکی

می‌شوند: آلودگی هوا، آلودگی صوتی و آلودگی بصری که در ادامه هر یک به‌طور مختصر مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۳-۱- آلودگی هوا

حمل‌ونقل به عنوان عمده‌ترین مصرف‌کننده‌ی فرآورده‌های نفتی در انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده نقش اساسی دارد. در جدول ۱ میزان انتشار آلاینده‌های بخش حمل‌ونقل در سال‌های اخیر را نشان می‌دهد که زنگ خطری برای توسعه کنونی حمل‌ونقل کشور است.

جدول ۱. سهم هر یک از منابع آلاینده در کشور ایران
(منبع: رمضان زاده و همکاران، ۱۳۹۴)

میزان آلودگی	مشاء سروصدا
۴۷ درصد	تردد خودرو حمل‌ونقل جاده‌ای
۴/۵ درصد	حمل‌ونقل هوایی
۳/۲ درصد	حمل‌ونقل ریلی
۳۲ درصد	فعالیت‌های ساختمانی و کارخانه‌ای
۱۳ درصد	سایر

امروزه آلودگی هوا، یک تهدید جدی برای سلامت عمومی و یک چالش محیط‌زیستی مهم برای پایداری شهرهای سراسر جهان، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه است (یزدی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). میزان انتشار دی‌اکسیدکربن یک نگرانی عمده در پایداری محیط زیست است (حسینی و قربانی، ۱۳۹۸). در دنیای امروز، آلاینده‌ی هوا یکی از مهم‌ترین حوادث پیش‌بینی‌نشده محسوب می‌شود که براساس جدیدترین آمار ارائه‌شده از سوی سازمان بهداشت جهانی^۱ از کل جمعیت جهان حدود ۱/۵ میلیارد نفر درگیر مباحث آلاینده‌ی هوا بوده و همچنین ۶ درصد از کل مرگ و میرهای دنیا در هر سال نیز به علت همین آلاینده‌ها می‌باشد. در حال حاضر ۸۷ درصد از آلودگی هوا در کشور به علت ناوگان حمل‌ونقل موجود کشور است (موسویان، ۱۳۸۸ و نجات بخش اصفهانی، ۱۳۸۱) (بنی طالبی و همکاران، ۱۳۹۳) (سعیدی کیا و بالیست، ۱۳۹۳) (سیاری و احتشامی، ۱۳۹۷ و عبدی و بهاری، ۱۳۹۳) (بساطی‌فر ولکنندی، ۱۴۰۱ و یوسفی، ۱۴۰۱). تحقیقات نشان می‌دهد که سیستم حمل‌ونقل تهران با آلودگی هوای بالا و مصرف انرژی مواجه است و ۶۸/۳۴ درصد از شاخص‌های

نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه نشان می‌دهد که آلودگی صوتی بالاتر از حد استاندارد است، لذا وجود اقداماتی از جمله مدیریت توسعه شهری و پراکنش مراکز درمانی، تجاری و آموزشی برای جلوگیری از افزایش بار ترافیکی در بعضی مناطق، درختکاری، بهبود کیفیت وسایل نقلیه، همسان سازی در راستای استاندارد صدا و تاثیر آن بر سلامت انسان و معاینه فنی خودرو در جهت کاهش آلودگی صدا بسیار مهم است (محمدی تهرودی و همکاران، ۱۴۰۱). زحمت کش فیلابی و نیشابوری (۱۴۰۱) در مطالعه خود با عنوان کاهش آلودگی محیط زیست سیستم حمل‌ونقل شهری مشهد با استفاده از فرایند مهندسی ارزش (مطالعه موردی: معاونت عمران، حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری مشهد مقدس) و با هدف تجزیه و تحلیل اثر کاربرد مهندسی ارزش در کاهش آلودگی محیط زیست سیستم حمل‌ونقل شهری مشهد که با حضور ۱۲۰ شرکت‌کننده انجام دادند، به این نتیجه رسیدند که مهندسی ارزش به میزان ۷۱ درصد در کاهش آلودگی محیط زیست سیستم حمل و نقل شهری مشهد تاثیرگذار است. بر اساس تعریف معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، مهندسی ارزش^۹ یک رویکرد سیستماتیک است که از تکنیک‌های شناخته‌شده برای ارزیابی عملکرد یک محصول یا خدمت استفاده می‌کند. هدف آن به‌کارگیری تفکر خلاق برای دستیابی به کارکردهای موردنیاز و تحقق اهداف طرح به‌طور مؤثر و با کمترین هزینه در طول عمر پروژه است، بدون اینکه کیفیت، ایمنی و ویژگی‌های محیط‌زیستی تحت تأثیر قرار گیرد. مهندسی ارزش یک فرآیند است که به دنبال دستیابی به بهترین نتیجه ممکن با بهبود کیفیت، ایمنی و قابلیت تطبیق است، به‌گونه‌ای که هر واحد پولی که صرف می‌شود، به بهترین نحو بهره‌برداری شود. هدف نهایی، بهبود از وضعیت موجود به شرایط مطلوب است (زحمت کش فیلابی و نیشابوری، ۱۴۰۱).

۳-۲- حمل‌ونقل و آثار محیط‌زیستی آن

با ورود خودروهای بنزینی و رشد روزافزون تعداد اتومبیل‌ها و نیاز فزاینده مردم به این وسایل، آلودگی محیط‌زیست به یکی از مسائل مهم مرتبط با سیستم‌های حمل‌ونقل تبدیل شده است. در حال حاضر، بخش زیادی از تغییرات اقلیمی به آلاینده‌هایی نسبت داده می‌شود که توسط وسایل نقلیه تولید می‌شوند. آلودگی‌های ناشی از حمل‌ونقل به سه دسته اصلی تقسیم

ارزیابی‌شده، علی‌رغم اهمیت زیاد، عملکرد پایینی دارند (Heidari et al., 2023). اولویت‌بندی بهبود در این حوزه‌ها برای دستیابی به پایداری ضروری است.

۲-۳- آلودگی صوتی

آلودگی صوتی یکی دیگر از انواع آلودگی‌های محیط‌زیستی ناشی از حمل‌ونقل است. سر و صدای ناشی از حرکت خودروها، هواپیماها، قطارها، کشتی‌ها، کارخانه‌های صنعتی، فعالیت‌های ساختمانی و مراکز تجاری و عمومی می‌تواند بر سلامت انسان‌ها تأثیرات منفی بگذارد و آثار زیان‌باری بر کیفیت زندگی افراد داشته باشد (عبدی و بهاری، ۱۳۹۳). کاهش شنوایی، اختلال در خواب، مشکلات روحی و روانی، استرس، سردرد، فشار خون بالا و خستگی از جمله اثرات بالینی و فیزیولوژیکی آلودگی صوتی به شمار می‌روند. شدت آلودگی صوتی ناشی از حمل‌ونقل جاده‌ای بستگی به عواملی چون میزان ترافیک، سرعت خودروها، وسایل نقلیه سنگین و موتورسیکلت‌ها دارد. حمل‌ونقل جاده‌ای، چه درون‌شهری و چه برون‌شهری، بیشترین سهم آلودگی صوتی در شهرهای کشور را به خود اختصاص داده است (جان بابائزاد، ۱۳۹۸).

۳-۳- آلودگی دیداری

آلودگی دیداری به آلودگی‌هایی اطلاق می‌شود که انسان به دیدن آن‌ها عادت ندارد و باعث ایجاد احساس ناخوشایندی در روان او می‌شود. یکی از مسائلی که کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد، آلودگی دیداری ناشی از حمل‌ونقل است که شامل مواردی چون ازدحام خودروها در ترافیک‌های طولانی، دود ناشی از خودروها، ایجاد سیستم‌های حمل‌ونقل هوایی مانند منوریل در برخی مناطق و موانع دیداری ناشی از پل‌ها و روگذرها می‌باشد. لازم به ذکر است که آلودگی دیداری مفهومی نسبی است. برای مثال، احداث منوریل در مناطق توریستی و گردشگری می‌تواند ضروری و مفید باشد، اما در برخی شرایط، همین پروژه می‌تواند به آلودگی دیداری شدید منجر شود (آزمون مساعد، ۱۳۹۸).

کشور به‌طور وسیعی در تمامی مناطق پراکنده شده‌اند و با گسترش حمل‌ونقل، به یک عامل مخرب برای محیط زیست تبدیل شده و به منابعی اثرگذار در ایجاد آلودگی بدل می‌شوند. اگرچه مساحت کل اراضی پوشش‌داده‌شده توسط راه‌ها در کشور چندان زیاد نیست، اما تأثیرات محیط‌زیستی آن‌ها در مناطقی که در بر می‌گیرند، به‌طور فزاینده‌ای بیشتر می‌شود. تأثیرگذاری این راه‌ها بر محیط زیست به ویژگی‌های ساختاری محیط و نحوه استفاده و نگهداری از آن‌ها بستگی دارد. راه‌ها با روش‌های زیادی می‌توانند سکونت‌گاه‌هایی را که احاطه می‌کنند، تغییر دهند که در نتیجه علاوه بر زندگی انسان، بر کیفیت زندگی حیوانی و گیاهی نیز اثر می‌گذارند. پیامد نخستین راه‌ها بر پیرامونشان، شامل افزایش ورود انرژی و مواد آلاینده به محیط و کاهش ظرفیت محیط‌زیستی آن‌ها است. افزایش ورود رسوبات به جریان آبی و کاهش کیفی زیستگاه‌های حاشیه‌ای از اثرات دیگر راه‌ها و جاده‌ها است. درجه اثرگذاری آن‌ها بستگی به حجم ترافیک عبوری، مصالح راه‌سازی و عوامل دیگر دارد. توانایی اثرگذاری این اثرات روی جمعیت‌های حیوانی شامل کاهش در توزیع جمعیت‌های حیوانی، تغییر در تولیدمثل، نرخ مرگ و میر و الگوهای جابجایی و حرکت می‌باشد. برای گیاهان توان اثرگذاری این اثرات شامل تغییر در تولیدات، ساختارها و ترکیب جوانه‌زنی جمعیت گیاهی است. در این زمینه اثرگذاری راه‌ها بر جمعیت‌های حیوانی بیش از گیاهی است. راه‌ها منشاء تولید بسیاری از آلاینده‌های شیمیایی هستند که بر تمامی عناصر محیطی اثر نامناسب دارند (موسویان، ۱۳۸۸). در حالی که مطالعات به چالش‌های محیط‌زیستی ناشی از بخش حمل‌ونقل ایران اشاره می‌کنند، مسیرهایی برای بهبود نیز پیشنهاد شده‌اند. گذار به منابع انرژی پاک‌تر، بهبود زیرساخت‌ها و اتخاذ شیوه‌های پایدار گام‌های حیاتی برای کاهش اثرات محیط‌زیستی هستند.

۴- راهکارهای کاهش آلودگی‌های محیط‌زیستی

ناشی از حمل‌ونقل شهری

حمل‌ونقل شهری امروزه مسائلی از قبیل افزایش تراکم ترافیک، تغییر الگوهای کاربری اراضی و توسعه شهری، آلودگی هوا، مخاطرات محیط‌زیستی، کاهش روانی حرکت خودروها و محدودیت منابع موجود از جمله پدیده‌های رایج در شهرهای بزرگ به‌ویژه در شهرهای صنعتی به‌همراه دارد. لذا پیش‌بینی

۳-۴- تأثیر راه و جاده بر محیط زیست

جاده‌ها و مسیرهای زمینی تأثیرات گسترده‌ای بر محیط زیست کشور در حوزه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، سیاسی و محیط‌زیستی دارند. این راه‌ها به‌عنوان زیرساخت‌های

مبتنی بر حمل و نقل همگانی نیز راهبردی است که توسعه شهری را با حمل و نقل عمومی تلفیق کرده و وابستگی به وسایل نقلیه شخصی را کاهش می‌دهد و رشد پایدار شهری را ترویج می‌کند (Mirzahosseini et al., 2020).

راهکارهای گوناگون از جمله موارد ذیل برای غلبه بر این معضالت، به‌ویژه کاهش آلودگی محیط‌زیستی ناشی از حمل و نقل شهری از ضروریات است.

۴-۱- آموزش صحیح فرهنگ ترافیک به همه طبقات

جامعه و علاقه‌مند

آموزش فرهنگ صحیح ترافیک به تمامی اقشار جامعه می‌تواند نقش مهمی در اصلاح وضعیت ترافیکی و کاهش مشکلات ناشی از آن ایفا کند (سیاری و احتشامی، ۱۳۹۷؛ فروتن و جان بابانژاد، ۱۳۹۸). این آموزش باید به‌طور مستمر و به‌صورت اصولی و بنیادین انجام شود (امیری، ۱۴۰۰). یکی از مسائل مهمی که نیاز به اصلاح دارد، نحوه استفاده از وسایل نقلیه شخصی است. یکی از دلایل اصلی افزایش استفاده از خودروهای شخصی، عدم توجه به منافع جمعی است (عصری و شجاعی، ۱۴۰۱). در حالی که رشد منافع جمعی، به‌طور طبیعی باعث رشد منافع فردی نیز می‌شود. همچنین باید توجه داشت که نبود زیرساخت‌ها و امکانات مناسب حمل و نقل عمومی، تأثیر زیادی بر ترجیح منافع فردی بر منافع جمعی در جامعه دارد (یوسفی، ۱۴۰۱).

۴-۳- راه‌آهن شهری

سامانه حمل و نقل همگانی دیگری که در بعضی از شهرهای دنیا رایج است راه‌آهن شهری است که می‌توان آن را به دو نوع زیرزمینی و روزمینی تقسیم کرد. رایج‌ترین نوع روزمینی این سامانه تراموا و نوع زیرزمینی آن غالباً مترو است. از مزیت‌های سامانه راه‌آهن شهری، ظرفیت زیاد و سرعت قابل توجه آن‌ها است (منوچهری، ۱۴۰۰). راه‌آهن در داخل شهر مسافران را از محلی به محل دیگر می‌برد، این سامانه بر روی ریل‌های سبکی حرکت می‌کند و با نیروی حرکتی الکتریسته ظرفیت این سامانه از اتوبوس معمولی بیشتر، و از نظر مصرف انرژی بر اتوبوس‌های معمولی و از نظر مسائل محیط‌زیستی نسبت به اتوبوس‌های غیربرقی برتری دارد (امیری، ۱۴۰۰).

۴-۴- ترویج پیاده‌روی

ترویج پیاده‌روی به عنوان یک روش مناسب برای جابجایی افراد، با توجه به مزایای فراوان آن، از اهمیت بالایی برخوردار است و نیازمند توسعه استراتژی‌هایی برای جذاب‌تر کردن این روش است. هدف از اجرای این استراتژی‌ها، کاهش آلودگی ترافیکی و بهبود کیفیت محیطی پیاده‌روی در خیابان‌هایی است که در آن‌ها عابران حق تقدم دارند (امیری، ۱۴۰۰).

۴-۵- دوچرخه‌سواری

استفاده از دوچرخه به دلایل مختلفی همچون صرفه‌جویی در زمان سفر (به‌ویژه در مسیرهای شلوغ)، اشغال کمتر فضای شهری (برای تردد یا پارک)، کاهش هزینه‌ها و زمان سفر، و همچنین مزایای دیگر مانند کاهش آلودگی محیط‌زیست، ارتقاء فعالیت بدنی و فیزیکی، و افزایش ایمنی مورد توجه قرار دارد (امیری، ۱۴۰۰). در بسیاری از مناطق اروپا و آسیای شرقی، استفاده از دوچرخه برای سفرهای کاری و تفریحی امری رایج و متداول است (عصری و شجاعی، ۱۴۰۱). توسعه مسیرهای امن برای دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی می‌تواند استفاده از حمل و نقل غیرموتوری را تشویق کند. تحقیقات نشان می‌دهد که شهرهایی با زیرساخت‌های قوی دوچرخه‌سواری کاهش ترافیک و وسایل

۴-۲- حمل و نقل پایدار

یک سیستم حمل و نقل یکپارچه قادر است مشکلات مختلفی مانند آلودگی هوا، آلودگی صوتی، جداسازی زیستگاه‌های حیات وحش، ترافیک و مسائل مشابه را برطرف کند (عبدی و بهاری، ۱۳۹۳). جوامع امروزی برای کاهش این مشکلات و ایجاد یک سیستم حمل و نقل مؤثر و کارآمد به یک سیستم حمل و نقل پایدار نیاز دارند (امینی نسب و همکاران، ۱۳۹۵). هدف از ایجاد سیستم حمل و نقل پایدار «موثرترین و راحت‌ترین طریق جابجایی مردم و وسایل نقلیه با کمترین میزان مصرف انرژی (در زمینه سوخت و تلاش‌های انسانی) با کم‌ترین هزینه (حسنی و قربانی، ۱۳۹۸)، کمترین ترافیک (امیری، ۱۴۰۰) و کمترین اثرات سوء محیط‌زیستی نظیر آلودگی هوا و صدا» است (شیشه‌گر، ۱۴۰۰). برنامه‌ریزی حمل و نقل پایدار^{۱۱} برای کاهش آلودگی شهری حیاتی است. این رویکرد شامل راهبردهایی برای کاهش آلودگی صوتی، آلودگی هوا و ترافیک، در عین ارتقای دسترسی و ایمنی است. این استراتژی به‌طور خاص در تهران، ایران مؤثر شناخته شده است (Soufiemami, 2022). توسعه

۴-۸- استفاده از خودروهای هیبریدی (سبز)

با توجه به آلودگی‌های ناشی از خودروها و محدودیت‌های منابع سوخت فسیلی (عبدی و بهاری، ۱۳۹۳)، صنایع خودروسازی اقداماتی اساسی برای مقابله با این مشکلات انجام داده‌اند، که از جمله آن‌ها می‌توان به خودروهای هیبریدی یا خودروهای سبز اشاره کرد (خواجه‌پور و همکاران، ۱۳۹۴). این خودروها با هدف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و رعایت مسائل محیط‌زیستی طراحی شده‌اند و به‌طور ترکیبی از سوخت‌های فسیلی و الکتریکی برای حرکت استفاده می‌کنند (ذوقی و همکاران، ۱۳۹۶).

۴-۹- سیاست اصلاح وسایل نقلیه

اقدامات چشمگیری برای ایجاد تغییرات در سخت‌افزار خودروها و کاهش مقدار آلودگی ناشی از تردد آن‌ها صورت گرفته است (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۲). در موتورهای بنزینی جدید، مقدار تولید CO و هیدروکربن‌ها تا حدود ۹۵٪ و مقدار NOx تا حدود ۷۵٪ کاهش یافته است (سعدی کیا و بالیست، ۱۳۹۳). همچنین در موتورهای گازوئیلی که از سوخت کم سولفور استفاده می‌کنند، مقدار تولید آلودگی تا حد موتورهایی که با CNG کار می‌کنند، کاهش یافته است (یوسفی، ۱۴۰۱). در شهر اراک، ایران، وسایل نقلیه منبع عمده آلودگی هوا هستند و به سطوح بالای PM_{2.5}، NOx، CO، O₃ و SO₂ کمک می‌کنند. راهکارهای پیشنهادی شامل بهینه‌سازی خیابان‌ها و مسیرهای شهری برای بهبود جریان ترافیک و کاهش انتشار آلاینده‌ها می‌شود (Mostafavi et al., 2021). اجرای استانداردهای سختگیرانه‌تر برای آلودگی و ترویج استفاده از سوخت‌های پاک‌تر و وسایل نقلیه الکتریکی نیز می‌تواند آلودگی ناشی از خودروها را کاهش دهد (Mostafavi et al., 2021).

۴-۱۰- سیاست مبتنی بر بازرسی و معاینه فنی خودروها

بدون معاینه فنی و بازرسی خودروها، استفاده از تکنولوژی‌های کاهش آلودگی هیچ سودی نخواهد داشت (عمرانی و همکاران، ۱۳۹۵). خودروهای معیوب معمولاً به شدت تولید آلودگی می‌کنند و باعث عدم توازن در مقدار کل آلودگی تولیدشده توسط وسایل نقلیه می‌شود (سیاری و احتشامی، ۱۳۹۷).

نقلیه را تجربه می‌کنند (Trembecka et al., 2023). کمپین‌های آگاهی‌بخشی عمومی در زمینه فواید دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی می‌تواند تغییری فرهنگی به سمت این روش‌های حمل‌ونقل ایجاد کند (Bélanger-Gravel & Janezic, 2021).

۴-۶- گسترش حمل‌ونقل همگانی

از جمله مزیت‌های حمل‌ونقل همگانی می‌توان به سرعت بالا، بهره‌وری بالا (خواجه‌پور و همکاران، ۱۳۹۴)، افزایش امنیت (عادل‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷)، کاهش اثرات منفی محیط‌زیستی (منوچهری، ۱۴۰۰)، اجرای سریع حمل‌ونقل همگانی، ثبات در ارزش و کاربری زمین (یوسفی، ۱۴۰۱)، تراکم کمتر ترافیک، حجم قابل توجه در حمل‌ونقل مسافر (عصری و شجاعی، ۱۴۰۱)، هزینه‌های کمتر (هزینه ناشی از مصرف سوخت و استهلاک اتومبیل) اشاره نمود (زحمت کش فیلابی و نیشابوری، ۱۴۰۱). گسترش و بهبود سیستم‌های حمل‌ونقل همگانی می‌تواند وابستگی به وسایل نقلیه شخصی را کاهش داده و در نتیجه میزان انتشار آلاینده‌ها را کاهش دهد (Mirzahosseini et al., 2020).

۴-۷- زیرساخت‌ها و گسترش فضای سبز

استفاده از پشت‌بام‌ها برای ایجاد زیرساخت‌های سبز، مانند پنل‌های فتوولتائیک و بام‌های سبز، می‌تواند به طور چشمگیری آلودگی هوا را کاهش دهد. در تهران، استفاده ترکیبی از پنل‌های فتوولتائیک و بام‌های سبز باعث کاهش ۹ درصدی PM و CO₂ شده است (Banirazi Motlagh et al., 2023). این رویکرد نه تنها آلودگی را کاهش می‌دهد، بلکه زیبایی شهر را افزایش داده و مزایای محیط‌زیستی بیشتری را فراهم می‌کند (Banirazi Motlagh et al., 2023).

درختان و جنگل‌ها علاوه بر حفظ خاک و آب در جذب دی‌اکسیدکربن و تولید اکسیژن و کاهش رادیواکتیویته هوا نقش مهمی ایفا می‌کنند (عبدی و بهاری، ۱۳۹۳). توده گرد و غباری که به وسیله باد حمل می‌شود در اثر برخورد با درختان، تقلیل سرعت باد و کاهش نیروی حمل و جابجایی ذرات توسط درختان رسوب داده می‌شود. درختان در جذب دوده هوا نیز نقش موثری دارند (عمرانی و همکاران، ۱۳۹۵).

۵- نتیجه گیری

حمل و نقل تأثیرات قابل توجهی بر محیط زیست دارد، اما آنچه مهم است رعایت اصول ارزیابی محیط زیستی و توجه به شبکه‌ها و راه‌های حمل و نقل در محیط زیست است. اگر توسعه حمل و نقل بدون در نظر گرفتن ویژگی‌های محیط زیست انجام شود، این امر منجر به تخریب‌های گسترده‌ای خواهد شد که نتایج آن پس از گذشت چند دهه قابل مشاهده خواهد بود، همانطور که اکنون با مشکل جدی آلودگی محیط زیست مواجه هستیم. بنابراین، قبل از انجام هرگونه اقدامی در حوزه حمل و نقل، باید تأثیرات آن بر محیط زیست به دقت بررسی شده و سپس طرح‌های اجرایی پیاده‌سازی شوند. در طراحی پروژه‌های حمل و نقلی باید ابتدا منطقه و زیست‌بوم‌های موجود در آن بررسی شوند تا بهترین گزینه برای ساخت انتخاب شود. انتخاب مسیر مناسب و کاهش آسیب به محیط زیست از جمله اصولی است که باید در نظر گرفته شود. بهبود فناوری‌های ساخت خودروها، ارتقاء فناوری سوخت، تعویض خودروهای فرسوده، کاهش مصرف سوخت، استفاده از سوخت‌های جایگزین، گازسوز کردن خودروها و توجه به گسترش فضای سبز از جمله اقدامات مؤثری هستند که می‌توانند شرایط محیط زیستی کشور را بهبود بخشند. همچنین با توجه به تأثیرات بلندمدت آلودگی صوتی بر سلامت انسان‌ها، حذف خودروهای پرسدای فرسوده و استفاده از فضا‌های سبز طبیعی مانند جنگل‌ها به‌عنوان سد‌های صوتی می‌تواند به کاهش این نوع آلودگی کمک کند. اگرچه وقوع حوادث جاده‌ای غیرقابل اجتناب است، اما با برنامه‌ریزی صحیح می‌توان خسارات ناشی از آن‌ها را به حداقل رساند. حمل و نقل و حوادث جاده‌ای تأثیرات زیادی در این زمینه دارند. بنابراین، با برنامه‌ریزی مناسب، آموزش عمومی، ترویج حمل و نقل عمومی، فرهنگ‌سازی محیط زیستی و افزایش آگاهی عمومی می‌توان اقدامات مؤثری برای حفظ محیط زیست و کاهش آلودگی‌ها و حوادث جاده‌ای انجام داد. مطالعات نشان می‌دهند که حمل و نقل، به‌ویژه حمل و نقل شهری، آثار منفی زیادی بر محیط زیست دارد. با توجه به رشد روزافزون جمعیت و استفاده بی‌رویه از خودروهای سوخت فسیلی آلاینده، این روند نه تنها منابع طبیعی را کاهش می‌دهد بلکه به انواع آلودگی‌های محیط زیستی مانند آلودگی هوا، خاک و آب منجر می‌شود. همچنین گسترش حمل و نقل و ایجاد زیرساخت‌هایی مانند جاده‌ها باعث تغییرات گسترده در اکوسیستم‌های طبیعی و شهری و آسیب به پوشش گیاهی و حیات وحش می‌شود. بنابراین، به‌کارگیری راهکارهای پیشگیرانه، مانند توسعه فرهنگ پیاده‌روی، استفاده از دوچرخه، حمل و نقل عمومی و ریلی،

اجرای مقررات سختگیرانه برای آلاینده‌گی وسایل نقلیه و صنایع می‌تواند به طور قابل توجهی سطح آلاینده‌ها را کاهش دهد، همان‌طور که در مدل‌های موفق دیگر مناطق شهری مشاهده شده است (Akamolafe et al., 2024).

۴-۱۱- استفاده از سیستم حمل و نقل هوشمند

با استفاده از تکنولوژی‌های نوین از قبیل ارتباطات، الکترونیک و سیستم‌های کنترل هوشمند باعث ارتقای ایمنی، کارایی و کاهش هزینه‌های حمل و نقلی شود (خواجه پور و همکاران، ۱۳۹۴) (زحمت کش فیلابی و نیشابوری، ۱۴۰۱). استفاده از سیستم‌های نظارت بر کیفیت هوا و تحلیل داده‌های لحظه‌ای می‌تواند به اتخاذ تصمیمات آگاهانه و مداخلات سریع برای مدیریت آلودگی کمک کند (Akamolafe et al., 2024).

۴-۱۲- سیاست از رده خارج کردن خودروهای فرسوده

در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، به‌ویژه در کشورهایی که در آن‌ها آلودگی ناشی از ذرات معلق بسیار پراهمیت است، وسایل نقلیه تجاری نظیر اتوبوس‌ها، کامیون‌ها و تاکسی‌ها از مهم‌ترین منابع تولید آلودگی در مناطق شهری محسوب می‌شوند. با اجرای اکید استانداردهای کاهش آلودگی هوا، قیمت خودروهای قدیمی و فرسوده کاهش یافته و مردم به سمت خرید خودروهای نو جذب می‌شوند (خواجه پور و همکاران، ۱۳۹۴) (سیاری و احتشامی، ۱۳۹۷ و یوسفی، ۱۴۰۱). کاهش آلودگی ناشی از حمل و نقل شهری در ایران نیازمند رویکردی چندجانبه است که شامل بهبود حمل و نقل همگانی، ترویج گزینه‌های غیرموتوری، تنظیم انتشار آلاینده‌های وسایل نقلیه، مدیریت مؤثر ترافیک و برنامه‌ریزی محیط‌های شهری پایدار می‌شود. با بهره‌گیری از مطالعات گذشته و اجرای راه‌حل‌های مؤثر، ایران می‌تواند کیفیت هوای خود و زیست‌پذیری کلی شهرهایش را بهبود بخشد و در عین حال با چالش‌های ناشی از شهرنشینی سریع مقابله کند. اگرچه این راهبردها رویکردی جامع برای کاهش آلودگی حمل و نقل شهری ارائه می‌دهند، چالش‌هایی مانند مقاومت عمومی و محدودیت‌های زیرساختی ممکن است مانع اجرای آن‌ها شوند. پرداختن به این موانع برای دستیابی به محیط‌های شهری پایدار در ایران ضروری است.

۶- پی‌نوشت‌ها

1. Delinquency
2. Business as Usual
3. Priority to the Development of Public Transport
4. Technical Progress
5. Administrative Rules and Regulations Management
6. Travel Demand Management
7. Comprehensive Policy
8. Inverse distance weight
9. Value Engineering
10. World Health Organization
11. Sustainable Transport Planning (STP)

۷- مراجع

- ابوالفضل، مصطفی، سعیدی، تارا، نامداریپور، فرنوش و شفاعت، علی (۱۳۹۸). بررسی تاثیر سیاست‌های مدیریت تقاضای حمل و نقل بر کاهش تولید آلاینده‌های هوا در شهر تهران با استفاده از مدل‌سازی پویای سیستمی. *مجله‌مبین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک*.
- آزمون مساعد، مینا (۱۳۹۸). بررسی آلودگی‌های بصری مرکز شهر تهران در ناهنجاری‌های ترافیکی و بزهکاری. *مجله‌مبین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک*.
- اکبری، فاطمه، ناظمی، علی و ممی‌پور، سیاب (۱۴۰۱). به‌کارگیری رویکرد سیستمی در شناخت عوامل مؤثر بر مصرف انرژی و انتشار CO₂ در بخش حمل‌ونقل شهری؛ مطالعه موردی: شهر تهران. *نشریه علمی پژوهشی مهندسی و مدیریت انرژی سال دوازدهم، شماره اول، بهار، ۹۸-۱۰۹*.
- امیری، داود (۱۴۰۰). تاثیر حمل و نقل شهری در آلودگی هوا نقش مترو در کاهش آن. *دومین کنفرانس بین‌المللی فناوری‌های نوین در مهندسی معماری و شهرسازی ایران*.
- امینی، حسین (۱۳۹۶). حمل و نقل شهری آثار و راهکارهای زیست محیطی. *دومین همایش بین‌المللی عمران، معماری و شهرسبز پایدار*.
- امینی نسب، مهدی، امینی نسب، مجتبی و جعفری، فاطمه (۱۳۹۵). کاهش مصرف سوخت و آلودگی هوا با استفاده از سیستم‌های حمل و نقل هوشمند. *چهارمین کنفرانس بین‌المللی در مهندسی برق و کامپیوتر*.
- بساطی فر، حسن و لک‌زند، مهدی (۱۴۰۱). رتبه بندی عوامل مؤثر بر ارزیابی و تحلیل شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار. *دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت اخلاق و کسب و کار*.
- بنی طالبی، احسان، دهقانی، سعید و حسینی، وحید (۱۳۹۳). تخمین بار آلودگی سیستم حمل و نقل شهری تهران بمنظور

و کاهش آلاینده‌های خودروها با استفاده از سوخت‌های پاک، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این راستا، وضع قوانین سخت‌گیرانه برای استفاده از خودروهای استاندارد و سالم نیز ضرورت دارد. این راهکارها اهمیت ویژه‌ای دارند و تأکید بر آنها، تأیید فرضیات اولیه در زمینه کاهش آلودگی‌های حمل‌ونقل و حفاظت از محیط‌زیست است.

در سال‌های آینده کاهش آلاینده‌ها در بخش حمل‌ونقل همچنان یک بخش بسیار مهم از مدیریت کیفیت آلودگی محیط‌زیستی ناشی از حمل‌ونقل در شهرهای کشورهای در حال توسعه باقی خواهد ماند. توسعه راهبردهای ارتقای کیفیت هوای شهری و نیز آلودگی هوای شهری از منابع گوناگونی ناشی می‌شود که برخی از آنها عبارتند از: سوخت ضایعات، گرمایش و پخت غذای خانگی، وسایل نقلیه، تاسیسات بزرگ از قبیل نیروگاه‌های برق، صنایع کوچک، متوسط و بزرگ و غبار ناشی از جاده‌ها و ساخت و سازها. همه موارد فوق به‌ویژه حمل‌ونقل شهری تاثیرات زیادی بر روی محیط زیست دارد، نتایج مطالعات گذشته نشان می‌دهد که علی‌رغم مطالعات صورت‌گرفته در حوزه اثرات محیط‌زیستی حمل‌ونقل شهری و جاده‌ای و همچنین ارائه راهکارهای متنوع در کنترل و پیشگیری از این اثرات مخرب، ادامه تحقیقات در آینده به صورت کاربردی با توجه به روند افزایشی جمعیت شهرها از اهمیت زیادی برخوردار است.

در سطح جهانی، در حال حاضر توجه زیادی به کاهش اثرات محیط‌زیستی حمل‌ونقل با تغییر به سمت سوخت‌های پاک شده است. یکی از راهکارهای مناسب در این زمینه، برقی‌سازی حمل‌ونقل اتوبوس‌رانی به دلیل بهبود کارایی بالای انرژی که می‌تواند همراه با انتشار کم گازهای گلخانه‌ای و کاهش سر و صدا در مقایسه با اتوبوس‌های معمولی ایجاد شود، محبوبیت بیشتری پیدا می‌کند. به منظور گسترش و افزایش استفاده از حمل‌ونقل همگانی برقی می‌بایست اقداماتی نظیر اعطاء کمک‌های بلاعوض یارانه‌ای به بخش‌های غیردولتی مرتبط با اهداف توسعه سیستم حمل‌ونقل همگانی برقی، تامین سرمایه در قالب وام‌های بلند مدت و کم‌بهره برای شرکت‌ها و موسسات به منظور تجهیز و ایجاد زیرساخت‌های لازم برای ایستگاه‌های شارژ و حمل‌ونقل برقی، حمایت دولت و تسهیل فرآیند وارد اتوبوس‌سازی مواد اولیه و تجهیزات مورد نیاز، تدوین استانداردهای لازم در زمینه تجاری‌سازی حمل‌ونقل برقی و ایستگاه‌های شارژ در داخل کشور و تدوین قوانین هماهنگی بین بخشی در میان دستگاه‌های دخیل در امر تولید، توزیع، خدمات و نظارتی صورت گیرد.

-سیاری، فواد و احتشامی، مجید (۱۳۹۷). استراتژی و روش‌های کاربردی در کنترل و کاهش آلودگی ناشی از حمل و نقل شهری (منابع متحرک). ماهنامه علمی تخصصی پایا شهر.

-شیشه‌گر، مجتبی (۱۴۰۰). تحلیلی بر اثرات زیست محیطی حمل و نقل و راهکارها و مدیریت برنامه ریزی ترافیک در راستای توسعه پایدار شهری. ششمین همایش بین‌المللی عمران، معماری و شهر سبز پایدار.

-صمدزاد، مهدی و ناظم بکائی، مصطفی (۱۳۹۸). ارائه مدل سیاست‌گذاری مدیریت تقاضا برای کاهش استفاده از وسایل نقلیه شخصی در مناطق شهری با بهینه‌سازی مصرف منابع محدود محیط زیست (مطالعه موردی شهر تهران). هجدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.

-طباطبایی، سید عباس طباطبایی، طیبه و ساعد، محمد (۱۳۹۵). عوامل موثر در آلودگی هوا در کالانشهر اهواز. سومین کنگره علمی پژوهشی افتق‌های نوین در حوزه مهندسی عمران، معماری، فرهنگ و مدیریت شهری ایران.

-عادل‌زاده، مصطفی، رضایی، ناهید و بامینری، یلدا (۱۳۹۷). چالش‌های ملی و منطقه‌ای آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل شهری. دومین کنفرانس ملی پیشرفت‌های نوین در حوزه انرژی و صنایع نفت و گاز.

-عبدی، محمدحامد و بهاری، مهدی (۱۳۹۳). نقش رویکرد توسعه‌ی حمل و نقل محور (TOD) در کاهش آلودگی‌های ناشی از ترافیک شهری. ششمین کنفرانس ملی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری.

-عصری، فرزاد و شجاعی، محمد (۱۴۰۱). کنترل سطح آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل شهری و ترافیک حاصله با استمداد از مدیریت بهینه ترافیک (مطالعه موردی: شهرهای ساحلی غرب استان مازندران). هشتمین کنگره سالانه بین‌المللی عمران، معماری و توسعه شهری.

-عمرانی، فروغ، عرب عامری، فاطمه و محمدی، میترا (۱۳۹۵). راهکارهای کاهش آلودگی هوای ناشی از ناوگان حمل و نقل مشهد. کنفرانس بین‌المللی عمران، معماری، مدیریت شهری و محیط زیست در هزاره سوم.

-فرمند، مجید (۱۳۹۱). ترازنامه انرژی. فروتن، امیر و جان بابانژاد، محمدحسین (۱۳۹۸). تحلیل نگرش مردم شهر تهران پیرامون آلودگی هوا و صدای شهر تهران. هجدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.

-محمدی تهرودی، مزده، کاظمی تبار، سید محسن و محمدی، محمدحسین (۱۴۰۱). بررسی آلودگی صوتی ناشی از ترافیک در مناطق پر رفت و آمد شهر کرمان با استفاده از تکنیک‌های آماری

ارزیابی راهکارهای کاهش آلودگی هوا. نخستین همایش سیستم‌های حمل و نقل هوشمند جاده‌ای.

-بهاری، داود (۱۳۹۹). مدیریت حمل و نقل شهری و کنترل اثرات و راهکارهای زیست محیطی آن. ششمین کنفرانس ملی پژوهش‌های کاربردی در مدیریت، حسابداری و اقتصاد سالم در بانک، بورس و بیمه.

-حسینی، فاطمه و قربانی، محمد (۱۳۹۸). بررسی اثرات جانبی بهداشتی و زیست محیطی جایگزینی اتوبوس‌های برقی با دیزلی در شهر تهران. هجدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.

-حسین زاده، سید. حمید، سنایی، مجید، همپانژاد، الناز و رضاخانی، حامد. (۱۳۹۲). تبعات زیست محیطی حمل و نقل شهری و راهکارهای بهبود آن در ایران. اولین همایش ملی معماری، مرمت، شهرسازی و محیط زیست پایدار.

-خواججه پور، امیر، سالخورده حقیقی، محمد، موسوی، سید حجت الله و رضایی، محسن. (۱۳۹۴). کاربرد روش AHP در اولویت‌بندی راهکارهای کاهش آلودگی هوای ناشی از حمل و نقل شهری. کنفرانس بین‌المللی دست‌آوردهای نوین پژوهشی در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی.

-ذوقی، حسن، رجبی، ام. البنین و سروش، مجید (۱۳۹۶). نقش خودروهای الکتریکی در کاهش آلودگی هوا و بهبود شرایط زیست محیطی در ایران. هجدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.

-رجبی، ام‌البین، و نادران، علی (۱۳۹۸). اولویت‌بندی راهکارهای کاهش آلودگی هوا ناشی از حمل و نقل شهری در شهر تهران با روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره ویکور و پرومته. هجدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.

-رمضان زاده، حبیب، الله، مولائی، علیرضا و مولائی، علی محمد (۱۳۹۴). حمل و نقل شهری، اثرات و راهکارهای زیست محیطی آن. دو فصلنامه‌ی هنرهای کاربردی، (۶)، بهار و تابستان.

-زحمت کش فیلابی، فرهاد و نیشابوری، علی‌اصغر (۱۴۰۱). کاهش آلودگی محیط زیست سیستم حمل و نقل شهری مشهد با استفاده از فرایند مهندسی ارزش (مطالعه موردی: معاونت عمران، حمل و نقل و ترافیک شهرداری مشهد مقدس. نوزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک.

-سعدی‌کیا، توحید و بالیست، جهانبخش (۱۳۹۳). کاهش آلودگی هوا با بررسی و مدیریت حمل و نقل شهری. اولین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست.

- Banirazi Motlagh, s. H., Pons, O., & Hosseini, S. M. A. (2023). City-scale model to assess rooftops performance on air pollution mitigation; validation for Tehran. *Building and Environment*, 244, 1107 .

doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110746

-Bélanger-Gravel, A., & Janezic, I. (2021).

Does communication support the promotion of cycling for transportation? Results from an experiment to test messaging strategies. *Journal of Transport & Health*. 21, 101081.

[doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.101081](https://doi.org/10.1016/j.jth.2021.101081)

-Borken-Kleefeld, J., Berntsen, T., & Fuglestvedt, J. (2010). Specific Climate Impact of Passenger and Freight Transport. *Environmental Science & Technology*, 44(15), 5700-5706. doi.org/10.1021/es9039693

-Heidari, I., Eshlaghy, A. T., & Seyyed Hoseini, S. M. (2023). Sustainable transportation: Definitions, dimensions, and indicators - Case study of importance-performance analysis for the city of Tehran. *Heliyon*, 9(10), e20457.

doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e20457

-Mirzahosseini, H., Rassafi, A. A., Sadeghi, K., & Safari, F. (2020). Overview of the Literature on the Transit-Oriented Development to Investigate a Practical Solution for Traffic Congestion in Iran Cities. *International Journal of Transportation Engineering*, 7(4), 355-372.

doi.org/10.22119/ijte.2020.201024.1495

-Mostafavi, S., Safikhani, H., Köten, A. P. D. H., & Karagoz, Y. (2021). Experimental investigation for the decisive role of vehicles in the air pollution of arak city in Iran and presenting the related solutions to reduce the air pollution. *Journal of Thermal Engineering*, 9, 1208-1218.

doi.org/10.18186/thermal.1376802

-Soufiemami, M. (2022). Ameliorating transport system focusing on sustainability and inclusiveness through a mixed-method research (A case study in Tehran, Iran).

doi.org/10.48550/arXiv.2301.07504

-Trembecka, A., Ginda, G., & Kwartnik-Pruc, A. (2023). Application of the Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory Method to Assess Factors Influencing the Development of Cycling Infrastructure in Cities. *Sustainability*, 15, (23).

-Winebrake, J., Corbett, J., Falzarano, A., Hawker, J., Korfmacher, K., Ketha, S., & Zilora, S. (2008). Assessing Energy, Environmental, and Economic Tradeoffs in Intermodal Freight Transportation. *Journal of the Air & Waste Management Association* (1995), 58, 1004-1013.

doi.org/10.3155/1047-3289.58.8.1004

و GIS. نوزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک.

-منوچهری، فاطمه (۱۴۰۰). راهکارهای زیست محیطی مدیریت شهری در کاهش آلودگی با تأکید بر حمل و نقل عمومی مترو در کالنشهرها. هشتمین همایش ملی مطالعات و تحقیقات نوین در حوزه علوم انسانی، مدیریت و کارآفرینی ایران.

-موسوی صدر، محیا و میرمقتدایی، مهتا (۱۴۰۱). کاربرد انرژی تجدیدپذیر در طراحی سیستم حمل و نقل همگانی سبز در مقیاس محله-نمونه موردی محله مرزداران تهران. نوزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک.

-موسویان، سید ابوالحسن (۱۳۸۸). بررسی نقش سامانه‌های حمل و نقل در آلاینده‌های زیست محیطی. همایش ملی انسان، محیط زیست و توسعه پایدار.

-نجات بخش، علی (۱۳۸۱). توسعه پایدار و کاهش آلودگی محیط زیست (تاثیر وسائط حمل و نقل بترینی و گازوئیلی و سیستم عبور و مرور در آلودگی هوا). دومین همایش بهینه‌سازی مصرف سوخت در ساختمان.

-هفشجانی، سید هاشم و ورشو ساز، کنایون (۱۳۸۷). تاثیر ICT بر کاهش مصرف سوخت و آلودگی هوا ناشی از حمل و نقل درون شهری (مطالعه موردی شهر اهواز). همایش ملی سوخت، انرژی و محیط زیست.

-وکیلی، حسین و فلاح تفتی، مهدی (۱۳۹۸). مقایسه عملکرد تقاطع‌های چراغدار متعارف با تقاطع‌های با دوربرگردان میانه‌ای از منظر شاخص‌های آلودگی هوا و مصرف سوخت (مطالعه موردی - شهر یزد). هجدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک.

-یزدی‌زاده، علی، کلاتری، نوید و سعادت‌خواه، نوشین (۱۳۹۲). کاربرد توابع دوز-واکنش به منظور ارزیابی اثرات آلودگی هوا ناشی از حمل‌ونقل. سیزدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک.

-یوسفی، مهین (۱۴۰۱). بررسی تأثیر حمل و نقل و ترافیک بر آلودگی هوا در محیط زیست. هفتمین همایش بین‌المللی مدیریت، حسابداری، اقتصاد و علوم اجتماعی.

-Akamolafe, O. O., Olorunsogo, T., Anyanwu, E. C., Osasona, F., Ogugua, J. O., & Daraojimba, O. H. (2024). Air quality and public health: a review of urban pollution sources and mitigation measures. *Engineering Science & Technology Journal*, 5(2), 259-271. [doi.org/https://doi.org/10.51594/estj.v5i2.751](https://doi.org/10.51594/estj.v5i2.751)

Strategies for Reducing Pollution from Urban Transportation: A Review of Previous Studies and Effective Solutions for Iran

Saadi Rasouli, Ph.D., Candidate, Department of Civil -Transportation Planning, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

Hamid Mirzahosseini, Associate Professor, Department of Civil -Transportation Planning, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

Amin Faridiaghdam, Ph.D., Candidate, Department of Civil -Transportation Planning, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

E-mail: mirzahosseini@eng.ikiu.ac.ir

Received: May 2025- Accepted: August 2025

ABSTRACT

With the expansion of urbanization and increased reliance on personal vehicles, transportation-related pollution has emerged as a fundamental challenge in contemporary cities. This issue, particularly in densely populated cities of Iran, has led to serious environmental and health concerns. This review study examines previous research to analyze the adverse effects of urban transportation on the environment, including air pollution, noise, and the degradation of natural resources, and proposes strategies to mitigate these impacts. Findings indicate that transportation pollution contributes to reduced air, soil, and water quality, posing health risks to humans, plants, and animals. Suggested strategies include promoting traffic culture education, expanding public transportation and walking activities, enhancing vehicle and fuel technologies, replacing old vehicles with electric ones, using alternative fuels, and developing urban green spaces. These measures, if effectively implemented and monitored, can significantly reduce pollution and improve the quality of urban life. Serious actions and targeted policymaking are essential steps toward protecting urban environments and enhancing citizens' well-being.

Keywords: Air Pollution, Public Transportation, Walking, Alternative Fuels, Urban Environment