تحلیلی بر نقش توسعه خودروهای اشتراکی و اثرات آن بر اقتصاد شهری

صفیه دامن باغ

فوق دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران (نویسنده مسئول: s-damanbagh@stu.scu.ac.ir)

مهناز حسینی سیاه گلی

فوق دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:1405-06-16

تاریخ بازنگری:1405-07-16

تاریخ پذیرش:1405-07-30

چکیده

پژوهش حاضر با هدف شناسایی و اولویت‌بندی مزایا و معایب توسعه خودروهای اشتراکی در پنج بُعد اقتصادی، اجتماعی، محیط‌زیستی، زیرساختی و مدیریتی انجام شده است. این پژوهش از نظر روش‌شناسی، توصیفی ـ تحلیلی است و داده‌های مورد نیاز از طریق مرور نظام‌مند منابع و بهره‌گیری از دیدگاه ۵۰ نفر از کارشناسان گردآوری و تحلیل شده‌اند. به‌منظور تعیین وزن و رتبه‌بندی معیارها، از روش‌های سوارا (SWARA) و مارکوس (MARCOS) استفاده شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که خودروهای اشتراکی، علی‌رغم محدودیت‌هایی همچون نگرانی‌های امنیتی، موانع فرهنگی و فقدان چارچوب حقوقی جامع، از ظرفیت بالایی برای بهبود حمل‌ونقل شهری، کاهش آلودگی و صرفه‌جویی در هزینه‌ها برخوردارند. بر اساس نتایج روش مارکوس، بُعد اقتصادی با امتیاز ۰/۷۱۵ در رتبه نخست قرار گرفته و پس از آن، ابعاد محیط‌زیستی با امتیاز ۰/۶۸۵، اجتماعی با ۰/۶۶۶، زیرساختی با ۰/۶۲۹ و مدیریتی با ۰/۶۱۴ به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار دارند. اولویت نخست بُعد اقتصادی بیانگر نقش محوری خودروهای اشتراکی در کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل و بهینه‌سازی تخصیص منابع است. همچنین، رتبه دوم بُعد محیط‌زیستی نشان‌دهنده پیوند نزدیک میان پایداری محیط‌زیستی و کارایی اقتصادی در برنامه‌ریزی شهری است. در مجموع، سیاست‌گذاری در این حوزه باید بر بهره‌گیری از منافع اقتصادی، محیط‌زیستی و اجتماعی خودروهای اشتراکی متمرکز باشد و هم‌زمان، موانع زیرساختی و مدیریتی به‌صورت مرحله‌ای و متناسب با رشد تقاضا برطرف شوند. توسعه زیرساخت‌های هوشمند و تدوین چارچوب حقوقی و نظارتی شفاف نیز از الزامات اساسی برای تحقق ظرفیت‌های این مدل نوین حمل‌ونقل شهری به شمار می‌رود.

واژگان کلیدی: ، اقتصاد شهری،حمل و نقل شهری، خودروهای اشتراکی، روش مارکوس، مزایا و معایب

juep.net

۱. مقدمه

حمل و نقل به عنوان شریان حیاتی جوامع مدرن، نقشی بنیادین در تسهیل جابه جایی افراد و کالاها ایفا می‌کند و کارایی و قابلیت اطمینان آن، رکنی اساسی برای پیشرفت اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جوامع محسوب می‌شود (Serdar et al, 2022:11). با این حال، رشد روزافزون جمعیت و گسترش شهرنشینی، وابستگی جوامع را به خودروهای شخصی به طور چشم‌گیری افزایش داده و پیامدهای منفی گسترده‌ای از جمله آلودگی هوا، ترافیک سنگین، مصرف بی‌رویه انرژی و افزایش تصادفات را به دنبال داشته است (Mamdoohi & rahmani, 2024:78). به گونه‌ای که بخش حمل ونقل تقریباً ۲۴ درصد از انتشار CO_2 جهانی در سال ۲۰۲۰ را به خود اختصاص داده است (Diao et al, 2021:495; Glazener et al, 2022:168). این چالش‌ها، همراه با نگرانی‌های فزاینده درباره تغییرات اقلیمی، دولت‌ها را به یافتن راهکارهای پایدار برای حمل ونقل شهری سوق داده است (Roblek et al, 2021:907).

در این میان، خودروهای اشتراکی به عنوان یکی از راهکارهای نوین برای مقابله با این معضلات مطرح شده‌اند. این سیستم که از یک ایده نوآورانه به یک صنعت رو به رشد تبدیل شده، با کاهش تعداد خودروهای شخصی در گردش، امکان کاهش ازدحام ترافیک، آلودگی هوا و آلودگی صوتی را فراهم می‌آورد (Kim & Jan, 2024:469) و به عنوان راه حلی پایدار و اقتصادی برای حمل و نقل شهری در بسیاری از نقاط جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Plepys & Vélez, 2025:89) با این حال، به رغم مزایای بالقوه، بهره‌برداری مؤثر از این سیستم مستلزم شناخت دقیق مزایا، مسائل و چالش‌های آن از ابعاد مختلف است(Barari et al, 2017:22) .

از طرفی مرور مطالعات پیشین نشان می‌دهد که پژوهش‌های حوزه خودروهای اشتراکی عمدتاً بر جنبه‌های فنی و اقتصادی این سیستم، مانند مدل‌های کسب وکار، فناوری‌های مورد استفاده و رفتار کاربران متمرکز بوده‌اند (Hartl et al, 2024:168). با این وجود، بررسی جامع و یکپارچه مزایا و معایب خودروهای اشتراکی از ابعاد گوناگون از جمله ابعاد زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و کالبدی و نیز اولویت‌بندی میزان تأثیر توسعه این سیستم در هر یک از این ابعاد، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. به بیان دیگر، خلأ پژوهشی در زمینه ارائه تصویری کل‌نگر از اثرات چندبعدی خودروهای اشتراکی و تعیین اهمیت نسبی هر یک از این ابعاد از دیدگاه کارشناسان وجود دارد. پژوهش حاضر درصدد پر کردن این خلأ نظری و تجربی است و ارزش افزوده آن در ارائه چارچوبی نظام‌مند برای ارزیابی ابعاد مختلف توسعه خودروهای اشتراکی و اولویت‌بندی آن‌ها نهفته است. بر این اساس، پژوهش حاضر در پی پاسخگویی به دو سؤال اصلی است: ۱- مزایا و معایب استفاده از خودروهای اشتراکی از جنبه‌ها و ابعاد مختلف کدامند؟ ۲- اولویت‌بندی میزان تأثیر توسعه خودروهای اشتراکی در هر یک از ابعاد مختلف از دیدگاه کارشناسان چگونه است؟

۲. پیشینه‌ی پژوهش و مبانی نظری

در سال‌های اخیر، خودروهای اشتراکی به‌عنوان یکی از الگوهای نوین حمل‌ونقل شهری، به دلیل ظرفیت آن‌ها در کاهش هزینه‌ها، ترافیک و پیامدهای زیست‌محیطی، مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته‌اند. در این زمینه پژوهش‌های متعددی در دو قالب پژوهش‌های داخلی و خارجی صورت گرفته است که در ادامه گزیده‌ای از آن‌ها ارائه شده است.

۲-۱. پیشینه‌ی پژوهش

در این بخش، ابتدا پژوهش‌های داخلی و سپس پژوهش‌های خارجی مرور می‌شود تا ضمن شناسایی روند مطالعات پیشین، خلأهای پژوهشی موجود مشخص گردد.

پژوهش‌های داخلی

کمره (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان «ارائه شاخص‌های مؤثر در پیاده‌سازی سیستم اشتراک‌گذاری وسایل نقلیه شخصی در کلان‌شهر تهران با رویکرد شناسایی محدوده‌های مستعد با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی» به شناسایی شاخص‌های کلیدی و محدوده-های مستعد برای پیاده‌سازی سیستم اشتراک‌گذاری خودرو در تهران پرداخت. نتایج پژوهش نشان داد که با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی می‌توان محدوده‌های مناسب برای استقرار سیستم اشتراک‌گذاری را اولویت‌بندی کرد و شاخص‌های جمعیتی، ترافیکی و دسترسی، مهم‌ترین عوامل مؤثر در این انتخاب هستند.

juep.net

براری و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی جای پای اکولوژیکی برای دستیابی به حمل و نقل سبز شهری با معرفی استراتژی ASI (مطالعه موردی: شهر ساری) به بررسی امکان دستیابی به حمل و نقل سبز شهری از طریق ارزیابی جای پای اکولوژیکی پرداختند. نتایج نشان داد که الگوی فعلی حمل ونقل شهری در شهر ساری با شاخص‌های پایداری زیست‌محیطی فاصله دارد و به کارگیری استراتژی ASI (شامل اجتناب، انتقال و بهبود) می‌تواند به کاهش جای پای اکولوژیکی و حرکت به سمت حمل ونقل پایدار کمک کند.

ممدوحی و رحمانی (۲۰۲۴) در پژوهشی با عنوان «سناریوسازی نرخ نفوذ خودروی خودران اشتراکی (یک تحلیل کمّی زیست-محیطی) به بررسی اثرات زیست‌محیطی نفوذ خودروهای خودران اشتراکی پرداختند. نتایج نشان داد که افزایش نرخ نفوذ خودروهای خودران اشتراکی می‌تواند به کاهش قابل توجه انتشار آلاینده‌ها و بهبود شاخص‌های زیست‌محیطی منجر شود، اما میزان این بهبود به سناریوی نفوذ و الگوی استفاده بستگی دارد.

پژوهش‌های خارجی

رابیت و گوش (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان «بررسی امکانسنجی و مزایای بالقوه اشتراک خودروی سازمان یافته در ایرلند» به بررسی امکان‌پذیری و مزایای سیستم اشتراک خودرو پرداختند. نتایج نشان داد که اشتراک خودروی سازمان‌یافته در ایرلند از نظر اقتصادی و زیست‌محیطی امکانپذیر است و می‌تواند به کاهش تعداد خودروهای شخصی، کاهش انتشار آلاینده‌ها و بهبود کارایی حمل ونقل کمک کند.

آگاپیتو و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی با عنوان «اشتراک خودرو به عنوان ابزار سیاست زیست‌محیطی: یک تحلیل مقدماتی» به بررسی نقش اشتراک خودرو به عنوان ابزاری برای سیاست‌های زیست محیطی پرداختند. نتایج نشان داد که اشتراک خودرو می‌تواند به عنوان ابزاری مؤثر برای کاهش انتشار آلاینده‌ها و بهبود پایداری زیست‌محیطی در مناطق شهری عمل کند و در سیاست‌گذاری حمل‌ونقل جایگاه ویژه‌ای دارد.

باپتیستا و همکاران (۲۰۱۵) در پژوهشی با عنوان «سیستم‌های اشتراک خودرو به عنوان سیاست حمل ونقل پایدار: مطالعه موردی لیسبون، پرتغال» به بررسی اثرات سیستم اشتراک خودرو در شهر لیسبون پرداختند. نتایج نشان داد که اشتراک خودرو می‌تواند به کاهش استفاده از خودروی شخصی، کاهش ترافیک و بهبود پایداری حمل ونقل شهری کمک کند و به عنوان سیاستی مؤثر در شهرهای اروپایی عمل می‌کند.

برندشتر و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان «مروری بر مسائل بهینه‌سازی در طراحی و مدیریت سیستم اشتراک خودروی الکتریکی» به بررسی مسائل بهینه‌سازی در طراحی سیستم‌های اشتراک خودروی الکتریکی پرداختند. نتایج نشان داد که بهینه‌سازی در طراحی ناوگان، مکان استقرار ایستگاه‌ها و مدیریت شارژ، نقش کلیدی در کارایی و پایداری سیستم‌های اشتراک خودروی الکتریکی دارد.

جو (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «انگیزه‌های مشارکت در اقتصاد اشتراکی: قصد استفاده از خدمات اشتراک خودرو» به بررسی انگیزه‌های کاربران برای استفاده از خدمات اشتراک خودرو پرداخت. نتایج نشان داد که انگیزه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر قصد استفاده از خدمات اشتراک خودرو هستند.

نیجلند و ون میرکرک (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «تحرک و تأثیرات زیستمحیطی اشتراک خودرو در هلند» به بررسی اثرات زیستمحیطی اشتراک خودرو در هلند پرداختند. نتایج نشان داد که اشتراک خودرو می‌تواند به کاهش انتشارCO_2، کاهش تعداد خودروهای شخصی و بهبود کارایی حمل ونقل کمک کند و به عنوان راهکاری مؤثر برای پایداری زیست‌محیطی عمل می‌کند.

پریتو و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «امکان سنجی پذیرش اشتراک خودرو در مناطق شهری: عوامل کلیدی اجتماعی-جمعیتی کدامند؟» به بررسی عوامل اجتماعی-جمعیتی مؤثر بر پذیرش اشتراک خودرو پرداختند. نتایج نشان داد که عواملی مانند سن، درآمد، تحصیلات و جنسیت بر تمایل و پذیرش اشتراک خودرو تأثیر معناداری دارند و درک این عوامل برای توسعه موفق این خدمات ضروری است.

لیائو و همکاران (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان «ترجیحات مصرف‌کننده برای خودروهای الکتریکی: مروری بر ادبیات» به بررسی ترجیحات مصرف‌کنندگان برای خودروهای الکتریکی پرداختند. نتایج نشان داد که عواملی مانند قیمت، برد حرکتی، زیرساخت شارژ و نگرش‌های زیست‌محیطی بر ترجیحات مصرف‌کنندگان برای خودروهای الکتریکی تأثیر دارند و این یافته‌ها برای توسعه اشتراک خودروی الکتریکی نیز کاربرد دارد.

پرولی و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان «مدل‌های کسب وکار و شبیه‌سازی تعرفه در خدمات اشتراک خودرو» به بررسی مدل‌های کسب وکار و تعرفه‌گذاری در خدمات اشتراک خودرو پرداختند. نتایج نشان داد که انتخاب مدل کسب وکار مناسب و تعرفه‌گذاری بهینه، نقش کلیدی در سودآوری و پایداری خدمات اشتراک خودرو دارد.

لوخاندوالا و کای (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان «اشتراک سفر پویا با استفاده از تاکسی‌های سنتی و تاکسی‌های خودران اشتراکی: مطالعه موردی نیویورک» به بررسی اشتراک سفر پویا در نیویورک پرداختند. نتایج نشان داد که اشتراک سفر پویا می‌تواند به کاهش تعداد خودروها، کاهش ترافیک و بهبود کارایی حمل‌ونقل کمک کند و تاکسی‌های خودران اشتراکی پتانسیل بالایی در این زمینه دارند.

دینگ و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان «ارزیابی چرخه حیات مدل‌های اشتراک خودرو و اثر آن بر پتانسیل گرمایش جهانی حمل ونقل شهری: مطالعه موردی پکن» به بررسی اثرات زیست‌محیطی مدل‌های اشتراک خودرو در پکن پرداختند. نتایج نشان داد که اشتراک خودرو می‌تواند به کاهش پتانسیل گرمایش جهانی و انتشار آلاینده‌ها کمک کند، اما میزان این کاهش به مدل اشتراک و الگوی استفاده بستگی دارد.

ایلگن و هوک (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان «مرور ادبیات مسئله جابه جایی خودرو در شبکه‌های اشتراک خودروی یک‌طرفه» به بررسی مسئله جابه‌جایی خودرو در سیستم‌های اشتراک خودروی یک‌طرفه پرداختند. نتایج نشان داد که مدیریت بهینه جابه‌جایی خودروها بین ایستگاه‌ها، نقش کلیدی در کارایی و رضایت کاربران سیستم‌های اشتراک خودروی یک‌طرفه دارد.

شاهین و کوهن (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان «تحرک نوآورانه: چشم‌انداز اشتراک خودرو» به بررسی روندها و چشم‌اندازهای صنعت اشتراک خودرو پرداختند. نتایج نشان داد که صنعت اشتراک خودرو در حال رشد سریع است و با توسعه فناوری‌های نوین و تغییر الگوهای مصرف، پتانسیل بالایی برای گسترش در آینده دارد.

دونگ و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی با عنوان «درک مزایای رقابتی اشتراک خودرو از منظر هزینه سفر» به بررسی مزایای رقابتی اشتراک خودرو از منظر هزینه سفر پرداختند. نتایج نشان داد که اشتراک خودرو می‌تواند هزینه‌های سفر را کاهش دهد و به عنوان گزینه‌ای رقابتی در برابر مالکیت خودروی شخصی عمل کند.

کورتیل و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان «پذیرش کاربران از خدمات اشتراک خودروی الکتریکی: مطالعه موردی هلند» به بررسی عوامل مؤثر بر پذیرش خدمات اشتراک خودروی الکتریکی در هلند پرداختند. نتایج نشان داد که عواملی مانند قیمت، دسترسی، راحتی و نگرش‌های زیست‌محیطی بر پذیرش کاربران تأثیر معناداری دارند.

گلبابایی و همکاران (۲۰۲۱). در پژوهشی با عنوان «نقش سیستم‌های خودروی خودران اشتراکی در ارائه تحرک هوشمند شهری: مرور نظام‌مند ادبیات» به بررسی نقش خودروهای خودران اشتراکی در تحرک هوشمند شهری پرداختند. نتایج نشان داد که خودروهای خودران اشتراکی پتانسیل بالایی برای بهبود کارایی، ایمنی و پایداری حملونقل شهری دارند.

سافدار و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان «تحلیل عوامل مؤثر بر پذیرش اشتراک خودرو: مطالعه موردی یک کلان‌شهر در کشور در حال توسعه» به بررسی عوامل مؤثر بر پذیرش اشتراک خودرو در یک کلان‌شهر پرداختند. نتایج نشان داد که عواملی مانند قیمت، دسترسی، راحتی و نگرش‌های زیست‌محیطی بر پذیرش اشتراک خودرو تأثیر معناداری دارند .

سائتر (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان «تحرک در چهارراه: سیاست تحرک الکتریکی و درس‌هایی از زیرساخت شارژ در سراسر اروپا» به بررسی سیاست‌های تحرک الکتریکی و زیرساخت شارژ در اروپا پرداخت. نتایج نشان داد که توسعه زیرساخت شارژ و سیاست‌های حمایتی، نقش کلیدی در گسترش تحرک الکتریکی و اشتراک خودروی الکتریکی دارد.

آوئر و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان «به سوی تحرک اشتراکی مبتنی بر بلاکچین و اینترنت اشیا: اشتراک خودرو و اجاره به عنوان مطالعه موردی» به بررسی کاربرد بلاکچین و اینترنت اشیا در اشتراک خودرو پرداختند. نتایج نشان داد که این فناوری‌ها می‌توانند به بهبود امنیت، شفافیت و کارایی سیستم‌های اشتراک خودرو کمک کنند.

بورگارد و شرر (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان «اشتراک وسایل نقلیه یا اشتراک سفر: عوامل روانشناختی مؤثر بر پذیرش اشتراک خودرو و اشتراک سفر در آلمان» به بررسی عوامل روان‌شناختی مؤثر بر پذیرش اشتراک خودرو پرداختند. نتایج نشان داد که عواملی مانند اعتماد، نگرش‌های زیست‌محیطی و هنجارهای اجتماعی بر پذیرش اشتراک خودرو تأثیر معناداری دارند.

جانی و فیلمون (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان «پایداری، لذت‌گرایی، سودمندی و مزایای اجتماعی اشتراک خودرو: شواهدی از تانزانیا» به بررسی مزایای مختلف اشتراک خودرو در تانزانیا پرداختند. نتایج نشان داد که اشتراک خودرو علاوه بر مزایای اقتصادی و زیست-محیطی، مزایای اجتماعی و لذت‌گرایانه نیز دارد که بر پذیرش کاربران تأثیر می‌گذارد.

پاولوشک (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان «به سوی شهر هوشمند: مطالعه خدمات اشتراک خودرو در لهستان» به بررسی خدمات اشتراک خودرو در لهستان پرداخت. نتایج نشان داد که اشتراک خودرو می‌تواند به بهبود پایداری شهری و کاهش ترافیک کمک کند و به عنوان بخشی از راهبرد شهر هوشمند عمل می‌کند.

سیلوا و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی با عنوان «تأثیرات زیست‌محیطی خودروهای خودران: مروری بر ادبیات علمی» به بررسی اثرات زیست‌محیطی خودروهای خودران پرداختند. نتایج نشان داد که خودروهای خودران می‌توانند به کاهش انتشار آلاینده‌ها کمک کنند، اما اثرات آن به الگوی استفاده و سیاست‌های همراه بستگی دارد.

هوسینی و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهشی با عنوان «جابه جایی پویا در شبکه‌های اشتراک خودرو» به بررسی مسئله جابه جایی پویا در شبکه‌های اشتراک خودرو پرداختند. نتایج نشان داد که الگوریتم‌های بهینه‌سازی پویا می‌توانند به بهبود کارایی و کاهش هزینه‌های سیستم‌های اشتراک خودرو کمک کنند.

پلپیس و ولز (۲۰۲۵) در پژوهشی با عنوان «تأثیرات زیست‌محیطی اشتراک خودرو: اثرات مستقیم و غیرمستقیم» به بررسی اثرات زیست‌محیطی سیستم‌های اشتراک خودرو پرداختند. نتایج نشان داد که اشتراک خودرو علاوه بر اثرات مستقیم (کاهش تعداد خودروها و انتشار آلاینده‌ها)، اثرات غیرمستقیمی نیز بر الگوی سفر و رفتار کاربران دارد و ارزیابی جامع این اثرات برای درک کامل مزایای زیست‌محیطی ضروری است.

نوآوری پژوهش

مرور پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که مطالعات صورت‌گرفته در حوزه خودروهای اشتراکی، عمدتاً بر جنبه‌های محدود و تخصصی این سیستم متمرکز بوده‌اند؛ به‌گونه‌ای که برخی پژوهش‌ها صرفاً به بررسی امکان‌سنجی و مزایای زیست‌محیطی اشتراک خودرو پرداخته‌اند (Rabbitt & Ghosh, 2013; Nijland & van Meerkerk, 2017; Ding et al., 2019)، برخی دیگر بر عوامل پذیرش و رفتار کاربران متمرکز شده‌اند (Prieto et al., 2017; Kortum et al., 2021; Kim & Jan, 2024) و گروهی نیز به ابعاد فنی، بهینه‌سازی و مدل‌های کسب‌وکار این سیستم توجه داشته‌اند (Brandstätter et al., 2016; Peroli et al., 2018; Hosseini et al., 2024). با وجود این، هیچ‌یک از مطالعات پیشین به ارائه تصویری جامع و یکپارچه از مزایا و معایب خودروهای اشتراکی در قالب ابعاد چندگانه (زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی و ترافیکی) نپرداخته‌اند و اولویت‌بندی میزان تأثیر توسعه این سیستم در هر یک از این ابعاد از دیدگاه کارشناسان نیز در ادبیات موجود مغفول مانده است. به عبارت دیگر، خلأ پژوهشی در فقدان چارچوبی نظام‌مند برای ارزیابی هم‌زمان و مقایسه‌ای ابعاد مختلف توسعه خودروهای اشتراکی و تعیین اهمیت نسبی آن‌ها وجود دارد. از این رو، نوآوری پژوهش حاضر در ارائه چارچوبی جامع برای شناسایی و دسته‌بندی مزایا و معایب خودروهای اشتراکی در ابعاد گوناگون و نیز اولویت‌بندی میزان تأثیر توسعه این سیستم در هر یک از ابعاد مذکور بر اساس دیدگاه کارشناسان نهفته است که می‌تواند ضمن پر کردن خلأ نظری و تجربی موجود، راهنمایی عملی برای سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان حمل‌ونقل شهری در تصمیم‌گیری درباره سرمایه‌گذاری و توسعه این سیستم فراهم آورد.

۲-۲. مبانی نظری

در دهه ۱۹۸۰، مبحث خودروهای اشتراکی در کشورهای روپایی مورد توجه قرار گرفت. در اروپا، به اشتراک‌گذاری خودرو برای اولین بار بین سال‌های ۱۹۸۷ و ۱۹۸۸ ظاهر شد و در سال ۱۹۸۹ در آلمان و سوئیس معرفی شد، جایی که مردم تقریباً به طور همزمان ایده جایگزینی یک خودروی شخصی با یک خودروی مشترک را مطرح کردند. بعدها، اشتراک خودرو در اتریش و دانمارک در سال ۱۹۹۷ معرفی شد. در بلژیک، از سال ۲۰۰۲، در فرانسه از سال ۱۹۹۹ ظاهر شد. در بریتانیا، به اصطلاح اشتراک گذاری خودرو جدید در سال ۱۹۹۹ معرفی شد. در ایتالیا، این مفهوم از سال ۲۰۰۹ مورد استفاده قرار گرفت(Hansen & Maria, 2016:2). به دلیل این ویژگی‌ها و مزایا، اشتراک گذاری خودرو به سرعت توجه مقامات و شرکت‌ها را به خود جلب کرده و در بسیاری از کشورها گسترش یافته است(Ding et al, 2019:1137) از نظر آماری، تا اکتبر ۲۰۱۸، کسب‌وکارهای اشتراک‌گذاری خودرو در ۴۷ کشور در شش قاره، با حدود ۳۲ میلیون کاربر، بیش از ۱۹۸۰۰۰ وسیله نقلیه را به اشتراک می‌گذارند(Shaheen & Cohen, 2020).

توسعه فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، نقش مهمی در شکل‌گیری و گسترش خودروهای اشتراکی داشته است. اپلیکیشن‌های موبایل، سیستم‌های موقعیت‌یاب جهانی (GPS) و سایر فناوری‌های نوین، امکان مدیریت و استفاده آسان از خودروهای اشتراکی را فراهم کرده‌اند(Suel et al, 2024:105). خودروهای اشتراکی (Car Sharing[۵] ، نوعی سرویس حمل و نقل هستند که به افراد اجازه می‌دهند برای مدت کوتاهی از خودرو استفاده کنند، بدون اینکه نیاز به مالکیت آن داشته باشند. این سرویس به ویژه در مناطق شهری پرجمعیت و برای افرادی که به طور مداوم به خودرو نیاز ندارند، بسیار مفید است. این سرویس به کاربران امکان می‌دهد تا در هر زمان و مکانی که نیاز دارند، به خودرو دسترسی داشته باشند. خودروهای اشتراکی، به عنوان یک مدل نوین در حمل و نقل شهری، ویژگی‌های منحصر به فردی از جمله دسترسی آسان و انعطاف‌پذیر، کاهش هزینه‌های حمل و نقل، کاهش ترافیک و آلودگی هوا، استفاده از فناوری‌های نوین، تنوع در ارائه خدمات، تاثیرات مثبت بر محیط زیست و غیره است(Kamareh, 2016:16). به طور خلاصه، خودروهای اشتراکی با ارائه دسترسی آسان و مقرون به صرفه به خودرو، استفاده از فناوری‌های نوین، و تاثیرات مثبت بر محیط زیست، به عنوان یک راه حل کارآمد در حمل و نقل شهری شناخته می‌شوند. خودروهای اشتراکی، به عنوان یک پدیده نسبتاً جدید در حوزه حمل و نقل، با استقبال گسترده‌ای در سراسر جهان مواجه شده‌اند(Hosseini et al,2024:17). این استقبال، محققان و نظریه‌پردازان را بر آن داشته تا به بررسی ابعاد مختلف این پدیده بپردازند و نظریه‌هایی را در این زمینه ارائه دهند. در جدول(۱) برخی از مهم‌ترین نظریه‌های مطرح شده در خصوص خودروهای اشتراکی به صورت خلاصه اشاره شده است.

جدول۱: برخی از مهم‌ترین نظریه‌های مطرح شده در خصوص خودروهای اشتراکی

نظریه	شرح	منبع
نظریه اقتصاد اشتراکی (Sharing Economy)	این نظریه، خودروهای اشتراکی را به عنوان نمونه‌ای بارز از اقتصاد مشارکتی معرفی می‌کند. اقتصاد مشارکتی بر استفاده مشترک از منابع و دارایی‌ها تأکید دارد و خودروهای اشتراکی نیز با ارائه امکان استفاده مشترک از خودروها، در راستای این اصل عمل می‌کنند. این نظریه بر این باور است که استفاده از مدل‌های اشتراکی، می‌تواند به کاهش مصرف منابع، کاهش آلودگی هوا و بهبود کیفیت زندگی شهری کمک کند.	ElKattan et al, 2024: 844
نظریه حمل و نقل پایدار	این نظریه بر این اصل استوار است که سیستم حمل و نقل باید به گونه‌ای طراحی شود که علاوه بر تأمین نیازهای حمل و نقلی افراد، کمترین آسیب را به محیط زیست وارد کند. خودروهای اشتراکی، با کاهش تعداد خودروهای شخصی، به کاهش ترافیک و آلودگی هوا کمک می‌کنند و در نتیجه، نقش مهمی در تحقق اهداف حمل و نقل پایدار ایفا می‌کنند. این نظریه بر ایجاد شهرهایی با سیستم‌های حمل و نقل پایدار و کم‌آلاینده تأکید دارد. خودروهای اشتراکی، به ویژه خودروهای برقی، می‌توانند نقش مهمی در کاهش آلودگی هوا و ترافیک شهری ایفا کنند. این رویکرد به ایجاد شهرهایی سالم‌تر و قابل زندگی‌تر کمک می‌کند.	Vélez, 2023:239

نظریه سیستم‌های حمل و نقل هوشمند (Intelligent Transportation Systems - ITS)	این نظریه بر استفاده از فناوری‌های پیشرفته برای بهبود کارایی، ایمنی و پایداری سیستم‌های حمل و نقل تأکید دارد. خودروهای اشتراکی با استفاده از اپلیکیشن‌های موبایل، سیستم‌های GPS و سایر فناوری‌ها، به عنوان بخشی از سیستم‌های حمل و نقل هوشمند عمل می‌کنند. این امر به بهبود مدیریت ترافیک، کاهش زمان سفر و افزایش دسترسی به خدمات حمل و نقل کمک می‌کند.	Pawełoszek, 2022:62
نظریه رفتار مصرف‌کننده (Consumer Behavior)	مطالعات انجام شده در حوزه رفتار مصرف‌کننده نشان می‌دهد که عوامل مختلفی از جمله هزینه‌های اقتصادی، ملاحظات زیست‌محیطی و سهولت استفاده، بر تصمیم افراد برای استفاده از خودروهای اشتراکی تأثیرگذار است. این نظریه به بررسی این عوامل و ارائه راهکارهایی برای جذب بیشتر کاربران به سمت خودروهای اشتراکی می‌پردازد.	Kim & Jan, 2024:465

به طور خلاصه، نظریه‌های مطرح شده در خصوص خودروهای اشتراکی، به بررسی ابعاد مختلف این پدیده از جمله جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی، فناورانه و اجتماعی می‌پردازند. این نظریه‌ها، می‌توانند به درک بهتر نقش خودروهای اشتراکی در سیستم حمل و نقل شهری و ارائه راهکارهایی برای توسعه و بهبود این سیستم کمک کنند. بر این اساس مدل نظری پژوهش حاضر(شکل۱) بر مبنای پنج بُعد اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، محیط‌زیستی، زیرساختی و کالبدی و مدیریتی تدوین شده است. هر یک از این ابعاد از مجموعه‌ای از مؤلفه‌ها تشکیل شده و در مجموع، نقش و پیامدهای توسعه خودروهای اشتراکی را تبیین می‌کنند. بر اساس مدل پیشنهادی، این ابعاد و مؤلفه‌ها از طریق تأثیر بر هزینه‌های حمل‌ونقل، بهره‌وری منابع، فرصت‌های اقتصادی، دسترسی و عدالت اجتماعی و کیفیت محیط شهری، در نهایت بر اقتصاد شهری اثرگذار هستند.



شکل۱: مدل نظری پژوهش

۳. روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی-پژوهشی و از نظر روش، توصیفی-تحلیلی است. این پژوهش با رویکرد اکتشافی و کارشناس‌محور در دو مرحله‌ی اصلی اجرا شده است: در مرحله‌ی اول (توصیفی-اکتشافی)، مزایا و معایب خودروهای اشتراکی از منابع علمی و پیشینه‌ی پژوهش استخراج و سپس به صورت هدفمند توسط پنل خبرگان بازبینی، اصلاح و مورد اجماع قرار گرفته است. در مرحله‌ی دوم (تحلیلی-کمّی)، شاخص‌های تأییدشده با استفاده از روش سوارا (SWARA) وزن‌دهی و با استفاده از روش مارکوس(MARCOS) رتبه‌بندی شده‌اند.

۳-۱. جامعه‌ی آماری و نمونه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف ارائه چارچوبی کلی برای توسعه خودروهای اشتراکی در شهرهای ایران تدوین شده است. با این حال، داده‌های پژوهش از نمونه‌ای از کارشناسان جمع‌آوری شده که به بستر مکانی مشخصی (یک شهر خاص) وابسته نیستند و به‌صورت عام در سطح ملی گردآوری شده‌اند. در این راستا جامعه‌ی آماری پژوهش حاضر را کارشناسان و متخصصانی تشکیل می‌دادند که در حوزه‌های حمل‌ونقل شهری، ترافیک، برنامه‌ریزی شهری، اقتصاد حمل‌ونقل و فناوری‌های نوین حمل‌ونقل، دانش نظری و تجربی لازم را دارا بودند که شامل اساتید دانشگاه، کارشناسان شهرداری‌ها و سازمان‌های حمل‌ونقل، کارشناسان شرکت‌های فعال در حوزه‌ی حمل‌ونقل مشارکتی و پژوهشگران مرتبط می‌باشند.

با توجه به فقدان چارچوب نظری منسجم و عدم شناخت دقیق از تعداد و توزیع جامعه‌ی آماری و همچنین با در نظر گرفتن ماهیت اکتشافی و کارشناس‌محور پژوهش، در مرحله‌ی نخست برای شناسایی و دعوت افراد اولیه از نمونه‌گیری در دسترس استفاده شد. در مرحله‌ی دوم، با استفاده از نمونه‌گیری گلوله‌برفی و معرفی متقابل خبرگان، پنل خبرگان تکمیل گردید. در پژوهش‌های دلفی، پنل خبرگان معمولاً شامل ۱۰ تا ۳۰ نفر برای موضوعات تخصصی محدود و تا ۵۰ نفر برای موضوعات چندبُعدی و بین‌رشته‌ای توصیه شده است. با توجه به چندبُعدی بودن موضوع (زیست‌محیطی، اقتصادی، اجتماعی، مدیریتی و فنی-فناوری) و هدف رسیدن به اشباع نظری در شناسایی مزایا و معایب خودروهای اشتراکی، پنل خبرگان در نهایت شامل ۵۰ نفر گردید. معیارهای انتخاب خبرگان داشتن حداقل مدرک کارشناسی ارشد در رشته‌های مرتبط (مهندسی حمل و نقل، برنامه‌ریزی شهری، اقتصاد حمل‌ونقل، مدیریت حمل‌ونقل، فناوری اطلاعات حمل‌ونقل و ...)، داشتن سابقه‌ی پژوهشی یا حرفه‌ای در حوزه‌ی حمل‌ونقل شهری، ترافیک، خودروهای اشتراکی یا موضوعات مرتبط، آشنایی نظری یا عملی با مفهوم خودروهای اشتراکی و حمل‌ونقل مشارکتی و آمادگی و داوطلبی برای مشارکت در تکمیل کلیه‌ی دورهای دلفی بوده است. مشخصات کارشناسان پژوهش در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول۲: مشخصات کارشناسان پژوهش

حوزه تخصصی	کارشناسی ارشد	دکتری	مجموع
مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک	۶	۳	۹
برنامه‌ریزی شهری و منطقه‌ای	۵	۴	۹
اقتصاد حمل‌ونقل و اقتصاد شهری	۵	۳	۸
مدیریت حمل‌ونقل و مدیریت شهری	۴	۴	۸
مهندسی عمران ـ حمل‌ونقل	۴	۳	۷
فناوری اطلاعات و سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند	۳	۲	۵
محیط‌زیست و توسعه پایدار شهری	۳	۱	۴
مجموع	۳۰	۲۰	۵۰

۳-۲. ابعاد و شاخص‌های پژوهش

به‌منظور شناسایی و تدوین شاخص‌های مناسب برای بررسی مزایا و معایب خودروهای اشتراکی، در این پژوهش از یک فرایند سه‌مرحله‌ای شامل مطالعه مبانی نظری، بررسی پیشینه پژوهش و بهره‌گیری از نظر کارشناسان و خبرگان استفاده شده است.

در مرحله نخست، مبانی نظری مرتبط با خودروهای اشتراکی، حمل‌ونقل اشتراکی، حمل‌ونقل پایدار، شهر پایدار و اقتصاد اشتراکی مورد مطالعه قرار گرفت. در این مرحله، مفاهیم و آثار مختلف خودروهای اشتراکی شناسایی و دسته‌بندی شدند. بررسی مبانی نظری

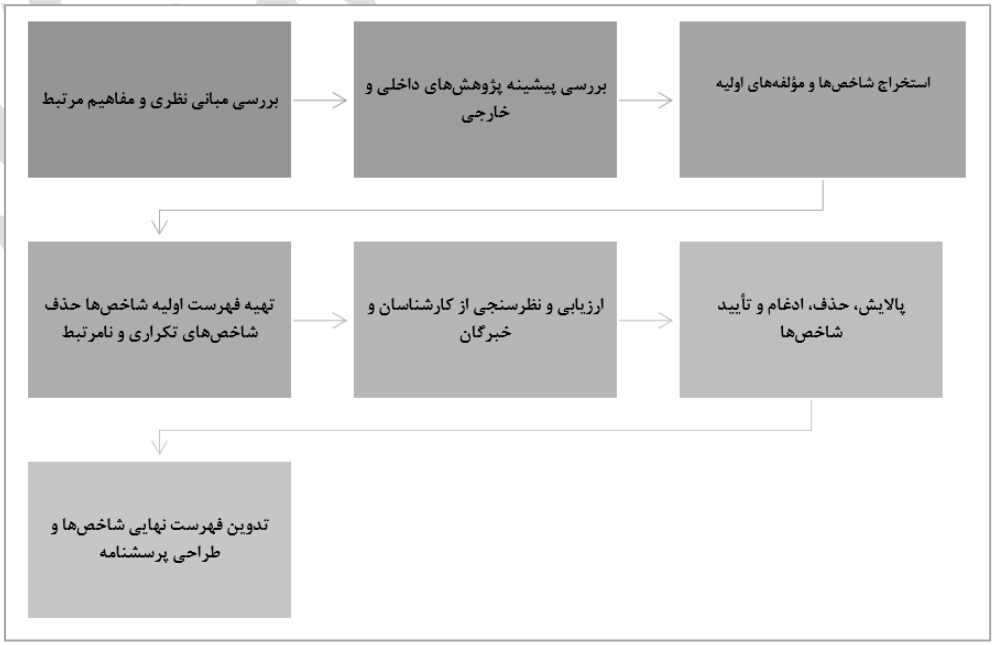
نشان داد که پیامدهای خودروهای اشتراکی صرفاً به حوزه حمل‌ونقل محدود نمی‌شود، بلکه می‌تواند ابعاد اقتصادی، اجتماعی، محیط‌زیستی، فضایی ـ کالبدی و مدیریتی را نیز تحت تأثیر قرار دهد.

از این رو، در پژوهش حاضر پنج بُعد اصلی شامل اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، محیط‌زیستی، زیرساختی و کالبدی و مدیریتی به‌عنوان چارچوب اولیه ارزیابی در نظر گرفته شد. این رویکرد با مطالعات ارزیابی حمل‌ونقل اشتراکی نیز همخوانی دارد؛ برای نمونه، پژوهش‌های پیشین آثار حمل‌ونقل اشتراکی را در حوزه‌هایی مانند اقتصاد، جامعه، محیط‌زیست و عملکرد سیستم بررسی کرده‌اند.

در مرحله دوم، مطالعات و پژوهش‌های داخلی و خارجی مرتبط با خودروهای اشتراکی و حمل‌ونقل اشتراکی بررسی شد. در این مرحله، شاخص‌ها و متغیرهایی که در مطالعات پیشین برای ارزیابی آثار و عملکرد خودروهای اشتراکی استفاده شده بودند، استخراج و سپس بر اساس میزان ارتباط آنها با موضوع پژوهش طبقه‌بندی شدند.

بنابراین، با تطبیق یافته‌های مطالعات پیشین با اهداف پژوهش حاضر، فهرست اولیه‌ای از مؤلفه‌ها و شاخص‌های قابل استفاده تهیه شد. در این مرحله تلاش شد شاخص‌های مشابه ادغام، شاخص‌های تکراری حذف و شاخص‌هایی که ارتباط مستقیمی با موضوع پژوهش نداشتند کنار گذاشته شوند.

از آنجا که ممکن است برخی شاخص‌های شناسایی‌شده در مطالعات خارجی با شرایط اجتماعی، اقتصادی، مدیریتی و کالبدی جامعه مورد مطالعه تناسب کامل نداشته باشند، در مرحله سوم از نظر کارشناسان و متخصصان مرتبط با حوزه حمل‌ونقل و برنامه‌ریزی شهری استفاده شد. در این مرحله، فهرست اولیه شاخص‌های استخراج‌شده در اختیار گروهی از خبرگان قرار گرفت و از آنان خواسته شد میزان اهمیت، ارتباط، ضرورت و قابلیت استفاده هر شاخص را ارزیابی کنند. هم‌چنین کارشناسان امکان پیشنهاد شاخص‌های جدید یا حذف و ادغام شاخص‌های نامناسب را داشتند. برای شناسایی شاخص‌های ارزیابی سامانه‌های خودرو اشتراکی، ابتدا ساختار شاخص‌ها ایجاد و سپس کفایت و عدم‌تکراری بودن آنها بررسی شده و در ادامه شاخص‌ها با استفاده از پرسشنامه و ارزیابی خبرگان از نظر ضرورت، قابلیت شناسایی و امکان‌پذیری مورد بررسی قرار گرفته‌اند. بر این اساس، شاخص‌هایی که از نظر خبرگان اهمیت و ارتباط بیشتری با موضوع پژوهش داشتند، حفظ شدند و شاخص‌های کم‌اهمیت، تکراری یا نامرتبط حذف یا با شاخص‌های مشابه ادغام شدند. فرایند تدوین شاخص‌های پژوهش را می‌توان به صورت شکل(۲) خلاصه کرد.



شکل۲: فرایند تدوین شاخص‌های پژوهش

در نتیجه این فرایند، شاخص‌های نهایی پژوهش در پنج بُعد اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، محیط‌زیستی، زیرساختی و کالبدی و مدیریتی سازمان‌دهی شدند که در جدول (۳) ارائه شده‌اند. در نهایت، مجموعه شاخص‌های نهایی مبنای طراحی پرسشنامه و ارزیابی مزایا و معایب خودروهای اشتراکی قرار گرفت. هدف از این فرایند، دستیابی به مجموعه‌ای از شاخص‌های جامع، مرتبط، قابل‌اندازه‌گیری و متناسب با شرایط مورد مطالعه بوده است.

جدول۳: ابعاد و شاخص‌های پژوهش

بعد	کد	مؤلفه	شاخص
اقتصادی	A	کاهش هزینه سفر	کاهش هزینه سوخت؛ کاهش هزینه پارکینگ؛ کاهش هزینه تعمیر و نگهداری؛ کاهش هزینه بیمه؛ کاهش هزینه کلی سفر
		صرفه‌جویی اقتصادی خانوار	کاهش نیاز به خرید خودرو؛ کاهش هزینه مالکیت خودرو؛ افزایش قدرت خرید سایر کالاها و خدمات
		مقرون‌به‌صرفه بودن	مناسب بودن قیمت استفاده؛ تناسب هزینه با کیفیت خدمات؛ مقایسه هزینه با خودروی شخصی و تاکسی
		کارکردهای اقتصادی	کاهش هزینه‌های ناشی از ترافیک؛ کاهش هزینه ایجاد پارکینگ؛ ایجاد فرصت‌های شغلی؛ رونق کسب‌وکارهای مرتبط
اجتماعی و فرهنگی	C	دسترسی و عدالت اجتماعی	دسترسی گروه‌های مختلف به خودرو؛ دسترسی افراد فاقد خودروی شخصی؛ پوشش مناطق کم‌برخوردار؛ مناسب بودن خدمات برای سالمندان و افراد کم‌توان
		تغییر فرهنگ حمل‌ونقل	کاهش وابستگی به مالکیت خودرو؛ افزایش تمایل به استفاده مشترک؛ پذیرش فرهنگ اشتراک‌گذاری؛ تغییر نگرش نسبت به خودروی شخصی
		رضایت و آسایش کاربران	سهولت استفاده؛ راحتی سفر؛ انعطاف‌پذیری؛ رضایت از کیفیت خدمات؛ احساس امنیت
		اعتماد و تعامل اجتماعی	اعتماد به سایر کاربران؛ اعتماد به ارائه‌دهنده خدمات؛ رعایت حقوق دیگران؛ مسئولیت‌پذیری کاربران
محیط‌زیستی	B	کاهش آلودگی هوا	کاهش انتشار CO_2؛ کاهش NOx ؛ کاهش ذرات معلق؛ کاهش مصرف سوخت
		کاهش آثار زیست‌محیطی	کاهش مصرف انرژی؛ کاهش مصرف منابع؛ کاهش آلودگی صوتی؛ کاهش آثار زیست‌محیطی ناشی از تولید و استفاده خودرو
		کاهش مالکیت و استفاده از خودروی شخصی	کاهش تعداد خودروهای شخصی؛ کاهش سفرهای تک‌سرنشین؛ افزایش ضریب اشغال خودرو؛ کاهش مسافت طی‌شده با خودروی شخصی
		بهبود کیفیت محیط شهری	کاهش آلودگی هوا؛ کاهش آلودگی صوتی؛ افزایش کیفیت فضای شهری؛ آزاد شدن بخشی از فضای پارک و معابر
زیرساختی و کالبدی	D	دسترسی فضایی	تعداد و پراکنش ایستگاه‌ها؛ فاصله تا محل دسترسی به خودرو؛ پوشش مناطق مختلف شهر؛ دسترسی در ساعات مختلف
		زیرساخت پارکینگ	وجود محل پارک اختصاصی؛ کفایت ظرفیت پارک؛ سهولت تحویل و دریافت خودرو؛ دسترسی به پارکینگ‌های مناسب
		زیرساخت فناوری	کیفیت اپلیکیشن؛ سامانه رزرو آنلاین؛ مکان‌یابی خودرو؛ پرداخت الکترونیکی؛ اینترنت و ارتباطات پایدار

		کیفیت ناوگان	تعداد خودروهای موجود؛ تنوع خودروها؛ سن و وضعیت خودروها؛ پاک و کم‌مصرف بودن ناوگان؛ دسترسی به خودرو در زمان موردنیاز
		اتصال به حمل‌ونقل عمومی	نزدیکی به مترو؛ نزدیکی به اتوبوس؛ اتصال به تاکسی و سایر شیوه‌های حمل‌ونقل؛ سهولت جابه‌جایی بین شیوه‌ها
مدیریتی	E	مدیریت و سازمان‌دهی	کیفیت مدیریت ناوگان؛ پاسخگویی اپراتور؛ سرعت رسیدگی به مشکلات؛ برنامه‌ریزی مناسب خدمات
		قوانین و مقررات	شفافیت قوانین؛ سهولت ثبت‌نام؛ وضوح شرایط استفاده؛ قوانین مربوط به خسارت و مسئولیت؛ نظارت بر عملکرد کاربران
		قیمت‌گذاری و پرداخت	شفافیت تعرفه؛ عادلانه بودن قیمت؛ تنوع روش‌های پرداخت؛ تناسب قیمت با زمان و مسافت استفاده
		نظارت و کنترل	کنترل وضعیت خودرو؛ کنترل تخلفات؛ رسیدگی به شکایات؛ نظارت بر ایمنی؛ کنترل کیفیت خدمات
		مدیریت داده و فناوری	حفظ امنیت اطلاعات کاربران؛ دقت اطلاعات مکانی؛ استفاده از داده برای بهبود خدمات؛ امنیت پرداخت و حریم خصوصی

برای تبدیل این گویه‌ها به پرسشنامه، از طیف پنج درجه‌ای لیکرت (از «خیلی کم» با امتیاز ۱ تا «خیلی زیاد» با امتیاز ۵) استفاده شده است. هر شاخص کلی به یک گویه‌ی قابل اندازه‌گیری تبدیل شده و پاسخ هر فرد به صورت نمره‌ای عددی در همین بازه ثبت می‌شود. نمره‌ی بالاتر بیانگر ارزیابی مثبت‌تر است و با محاسبه‌ی میانگین نمرات گویه‌های هر بُعد، وضعیت کلی ابعاد اقتصادی، اجتماعی-فرهنگی، محیطزیستی، زیرساختی-کالبدی و مدیریتی به صورت کمی و قابل تحلیل سنجیده می‌شود.

۳-۳. روایی و پایایی ابزار پژوهش

به منظور تعیین روایی صوری پرسشنامه محقق ساخته، نسخه اولیه آن در اختیار تعداد محدودی از جامعه هدف (۱۰ نفر از کارشناسان) قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد درباره وضوح عبارات، قابل فهم بودن گویه‌ها، عدم ابهام در سؤالات و تناسب هر گویه با موضوع موردنظر اظهارنظر کنند. پس از جمع‌آوری نظرات، گویه‌هایی که از نظر پاسخ‌دهندگان مبهم، دشوار یا نامفهوم بودند شناسایی و اصلاح شدند و برخی عبارات تخصصی که برای کاربران عادی قابل درک نبود، به زبان ساده‌تر بازنویسی گردید تا در نهایت پرسشنامه از نظر ظاهری برای پاسخ‌دهندگان روشن، روان و قابل درک باشد. برای تعیین پایایی این پرسشنامه نیز از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شده است(جدول) که یکی رایج‌ترین روش برای سنجش همسانی درونی گویه‌هاست.

همان‌گونه که در جدول(۴) مشاهده می‌شود، ضریب آلفای کرونباخ برای تمامی ابعاد پرسشنامه بالاتر از ۰/۸۰ به‌دست آمده است که نشان‌دهنده پایایی مطلوب و همسانی درونی بالای گویه‌ها در هر یک از ابعاد است. همچنین ضریب آلفای کرونباخ کل پرسشنامه برابر با ۰/۹۲ محاسبه شده است که بیانگر پایایی بسیار بالای ابزار پژوهش و قابلیت اطمینان آن برای جمع‌آوری داده‌هاست. این مقادیر تأیید می‌کنند که گویه‌های پرسشنامه به‌خوبی سازه‌های موردنظر را اندازه‌گیری می‌کنند و ابزار پژوهش از اعتبار لازم برای تحلیل‌های آماری برخوردار است.

جدول۴: پایایی شاخص‌های پژوهش بر اساس ضریب آلفای کرونباخ

بعد	تعداد مؤلفه	آلفای کرونباخ	وضعیت
اقتصادی	۴	۰.۸۷	قابل قبول
اجتماعی و فرهنگی	۴	۰.۸۴	قابل قبول
محیطزیستی	۴	۰.۸۹	قابل قبول

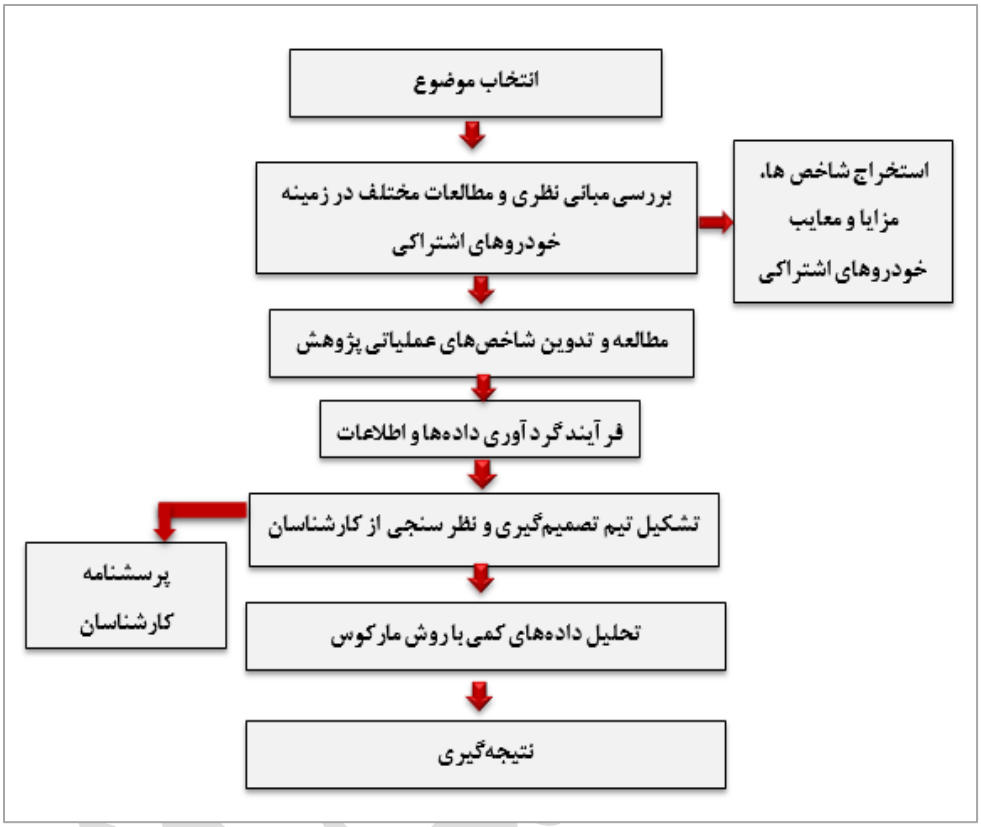
زیرساختی و کالبدی	۵	۰.۸۱	قابل قبول
مدیریتی	۵	۰.۸۶	قابل قبول
کل پرسشنامه	۲۲	۰.۹۲	پایایی مطلوب

به‌منظور اولویت‌بندی و تعیین وزن معیارهای خودروهای اشتراکی از روش سوارا استفاده شده است. این روش بر مبنای قضاوت خبرگان و مقایسه زوجی اهمیت معیارها، وزن نسبی هر یک از آن‌ها را محاسبه می‌کند. پس از تعیین وزن معیارها، به‌منظور رتبه‌بندی شاخص‌های توسعه خودروهای اشتراکی از روش مارکوس استفاده شده است. روش مارکوس بر مبنای تعریف رابطه بین گزینه‌ها و مقادیر مرجع (گزینه ایده‌آل و غیرایده‌آل) استوار است. این روش نخستین‌بار توسط استویچ و همکاران در سال ۲۰۱۹ معرفی شده است و بر اساس روابط تعریف‌شده، تابع بهره مربوط به هر گزینه محاسبه شده و رتبه‌بندی سازشی بر اساس رابطه هر گزینه با گزینه ایده‌آل و غیرایده‌آل انجام می‌شود. در این روش، اولویت‌های تصمیم‌گیری بر اساس تابع بهره تعریف می‌شوند؛ به‌گونه‌ای که تابع بهره نشان‌دهنده موقعیت هر گزینه در مقایسه با گزینه ایده‌آل و غیرایده‌آل است (Tajmiri Rostami & Farhadi, 2021). در شکل (۱)، الگوریتم روش مارکوس به‌صورت گام‌به‌گام نشان داده شده است. در شکل(۳)، الگوریتم روش مارکوس نشان داده شده است.



شکل ۳ : الگوریتم روش مارکوس

در شکل(۴) نیز مراحل انجام پژوهش نشان داده شده است.



شکل۴: مراحل انجام پژوهش

۴. یافته‌های پژوهش

۴-۱. شناسایی و تحلیل مزایا و معایب خودروهای اشتراکی

با توجه به ماهیت چندبعدی و پیامدهای گسترده خودروهای اشتراکی، شناخت دقیق و نظام‌مند مزایا و معایب این مدل حمل‌ونقل در ابعاد مختلف، پیش‌نیاز هرگونه سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی مؤثر برای توسعه آن در شهرهاست. از این رو، در این بخش از پژوهش به شناسایی و تحلیل مزایا و معایب خودروهای اشتراکی و اثرات آن بر حمل و نقل و اقتصاد شهری پرداخته شده است. به طور کلی در این پژوهش ۵ حوزه و بعد مختلف در زمینه مزایا و معایب خودروهای اشتراکی مورد بررسی قرار گرفته است در ادامه مزایا و معایب توسعه خودروهای اشتراکی در هر یک از ابعاد مختلف مورد بررسی قرار گرفته است.

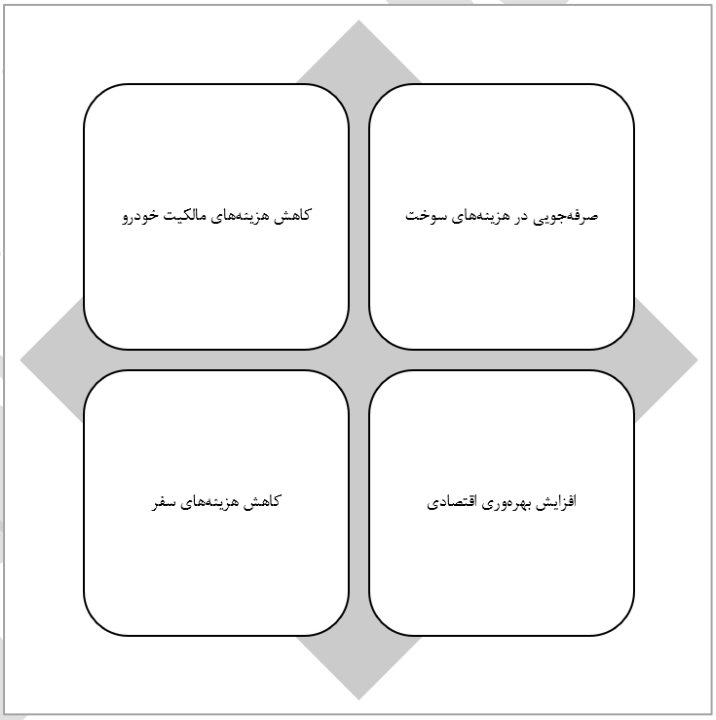
بررسی مزایا و معایب اقتصادی خودروهای اشتراکی

استفاده از خودروهای اشتراکی مزایای اقتصادی متعددی دارد که در ادامه به برخی از آن‌ها از نظر محققان مختلف پرداخته شده است.

کیم و جان (۲۰۲۴) کاهش هزینه‌های مالکیت خودرو و حذف هزینه‌های ثابت برای شهروندان را از مهم‌ترین مزایای اقتصادی خودروهای اشتراکی در شهرها می‌دانند و بیان می‌کنند که شهروندان با استفاده از خودروهای اشتراکی، دیگر نیازی به پرداخت هزینه‌های ثابت مانند خرید خودرو، بیمه، مالیات، معاینه فنی و نگهداری خودرو ندارند و شهروندان فقط برای زمانی که از خودرو استفاده می‌کنند، هزینه پرداخت می‌کنند. این امر به ویژه برای افرادی که به طور مداوم از خودرو استفاده نمی‌کنند، بسیار مقرون‌به‌صرفه است(Kim & Jan, 2024:467). بر اساس پژوهش شاهین و کوهن(۲۰۲۰) در آمریکای شمالی، در میان اعضای استفاده کننده از خودروی اشتراکی (car sharing service) ، ۸۰ درصد از خانواده‌ها هیچ خودرویی ندارند و تعداد خودروهای متعلق به همه خانواده‌ها پس از پیوستن به مجموعه خودروهای اشتراکی، ۵۰ درصد کاهش یافت(Shaheen & Cohen, 2020). چودوری و

همکاران (۲۰۲۵) نیز بیان کرده است که در اروپا، ۱۴ تا ۴۰ درصد از اعضای اشتراک‌گذاری خودرو (car sharing members) حداقل یک خودرو را پس از پیوستن به مجموعه خودرو اشتراکی فروختند (Chaudhuri et al, 2025:346).

کانگ و همکاران (۲۰۲۴) نیز صرفه‌جویی در هزینه‌های سوخت را از سودمندی‌های استفاده از خودروهای اشتراکی دانسته‌اند و اظهار داشته‌اند که بسیاری از خودروهای اشتراکی از نوع برقی یا هیبریدی هستند که مصرف سوخت کمتری دارند(Kang et al, 2024:7542). هم‌چنین رابیت و قوش (۲۰۱۶) بیان کردند که کاهش هزینه‌های سفر از نتایج استفاده از خودروهای اشتراکی است و خودروهای اشتراکی را به عنوان جایگزینی مناسب برای تاکسی و حمل‌ونقل عمومی در نظر می‌گیرند. چراکه در بسیاری از موارد، استفاده از خودروهای اشتراکی به ویژه برای سفرهای طولانی‌تر یا گروهی، ارزان‌تر از تاکسی و حمل‌ونقل عمومی است و از طرفی خودروهای اشتراکی به شهروندان این امکان را می‌دهند در هر زمان و مکانی بدون نیاز به برنامه‌ریزی قبلی یا انتظار برای تاکسی یا اتوبوس به خودرو دسترسی داشته باشند(Rabbitt & Ghosh, 2016:4). پربولی و همکاران (۲۰۱۸) نیز افزایش بهره‌وری اقتصادی را به عنوان یکی از مزایای اقتصادی خودروهای اشتراکی می‌دانند. آن‌ها بیان می‌کنند که استفاده از خودروهای اشتراکی می‌تواند به کاهش ترافیک و آلودگی هوا کمک کند، که این امر منجر به صرفه‌جویی در هزینه‌های اجتماعی و اقتصادی می‌شود(Perboli et al, 2018:33). علاوه براین صنعت خودروهای اشتراکی فرصت‌های شغلی جدیدی در زمینه‌های مختلف مانند مدیریت ناوگان، تعمیر و نگهداری و خدمات مشتریان ایجاد می‌کند. در مجموع، استفاده از خودروهای اشتراکی می‌تواند یک گزینه اقتصادی و کارآمد برای جابجایی در شهرها باشد(Currie et al, 2026:512). در شکل(۵) مزایای اقتصادی خودروهای اشتراکی نشان داده شده است.



شکل۵: مزایای اقتصادی خودروهای اشتراکی از نظر محققان مختلف

استفاده از خودروهای اشتراکی، در کنار مزایای فراوانی که دارد، می‌تواند معایب و آسیب‌های اقتصادی قابل توجهی نیز به همراه داشته باشد. در این بخش به برخی از این معایب و آسیب‌ها از نظر محققان مختلف اشاره شده است. از جمله سومیت کومار و السومیتی(۲۰۲۴) بیان می‌کنند که کاهش تقاضا برای خرید خودروی شخصی از نتایج حضور خودروهای اشتراکی در شهرهاست، به گونه‌ای که با افزایش محبوبیت خودروهای اشتراکی، تقاضا برای خرید خودروی شخصی کاهش می‌یابد. این امر می‌تواند به کاهش فروش خودروسازان و در نتیجه، کاهش تولید و اشتغال در این صنعت منجر شود. از طرفی صنعت خودروسازی یکی از صنایع مهم

و تاثیرگذار در اقتصاد بسیاری از کشورها است. کاهش فعالیت در این صنعت می‌تواند اثرات گسترده‌ای بر اقتصاد داشته باشد(Sumitkumar & Al-Sumaiti, 2024:12). کیم و جان (۲۰۲۴) نیز اظهار می‌کنند که توسعه خودروهای اشتراکی بر صنایع وابسته به خودرو تأثیر می‌گذارد به طوری که کاهش تقاضا برای خودروی شخصی، صنایع وابسته به خودرو مانند قطعه‌سازی، تعمیر و نگهداری و خدمات بیمه را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. این صنایع نیز زمانی که با کاهش تقاضا و درآمد مواجه شده، ممکن است با تعدیل نیرو یا حتی تعطیلی مواجه شوند(Kim & Jan, 2024:469). انزی و همکاران (۲۰۲۴) افزایش هزینه‌های زیرساختی را یکی از محدودیت‌ها و مشکلات توسعه خودروهای اشتراکی می‌دانند و بیان می‌کنند که گسترش استفاده از خودروهای اشتراکی، نیاز به ایجاد زیرساخت‌های جدید مانند ایستگاه‌های شارژ، پارکینگ‌های مخصوص و سیستم‌های مدیریت هوشمند را افزایش می‌دهد. ایجاد این زیرساخت‌ها نیازمند سرمایه‌گذاری‌های کلان است که می‌تواند بار مالی سنگینی بر دوش دولت‌ها و شهرداری‌ها بگذارد(Enzi et al, 2024:104). علاوه براین ون و همکاران (۲۰۲۱) کاهش درآمد دولت از محل مالیات را از نتایج توسعه خودروهای اشتراکی می‌دانند و بیان می‌کنند دولت‌ها از محل فروش خودرو، بنزین و خدمات مرتبط با خودرو، درآمدهای مالیاتی قابل توجهی کسب می‌کنند. کاهش خرید خودرو و مصرف بنزین، می‌تواند به کاهش این درآمدها منجر شود و دولت‌ها را با چالش‌های مالی مواجه کند (Wen et al,2021:12).

بررسی مزایا و معایب اجتماعی خودروهای اشتراکی

استفاده از خودروهای اشتراکی مزایای اجتماعی متعددی دارد که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

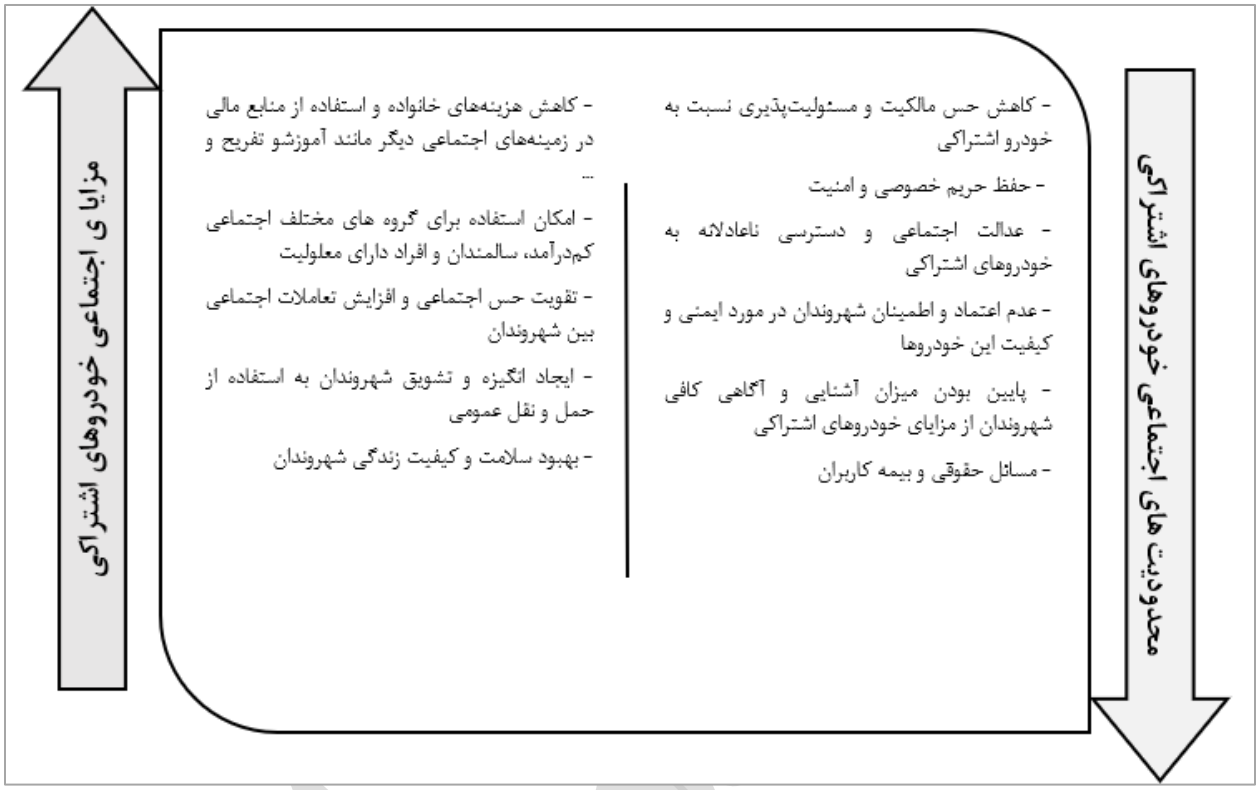
استفاده از خودروهای اشتراکی به کاهش هزینه‌های خانواده کمک می‌کند و این کاهش هزینه‌ها به افراد امکان می‌دهد تا منابع مالی خود را در زمینه‌های اجتماعی دیگر مانند آموزش، بهداشت و تفریح سرمایه‌گذاری کنند. خودروهای اشتراکی دسترسی به حمل و نقل را برای افرادی که خودروی شخصی ندارند یا به دلایلی نمی‌توانند از آن استفاده کنند، آسان‌تر می‌کند.این امر به ویژه برای گروه‌های اجتماعی کم‌درآمد، سالمندان و افراد دارای معلولیت اهمیت دارد. تقویت حس اجتماع از دیگر مزایای استفاده از خودروهای اشتراکی است به طوری که ابویی مهریزی و همکاران(۲۰۲۱) بیان می‌کنند استفاده از خودروهای اشتراکی می‌تواند به تقویت حس اجتماعی و افزایش تعاملات اجتماعی بین شهروندان کمک کند. هم‌سفری با دیگران در خودروهای اشتراکی فرصتی برای آشنایی با افراد جدید و تبادل نظر فراهم می‌کند. این امر به ویژه در شهرهای بزرگ که افراد اغلب احساس تنهایی می‌کنند، اهمیت دارد(Abouee-Mehrizi et al,2021:195). صفدر و همکاران (۲۰۲۲) تأکید می‌کنند که ایجاد انگیزه و تشویق شهروندان به استفاده از حمل و نقل عمومی از مزایای اجتماعی قابل توجه خودروهای اشتراکی است. خودروهای اشتراکی می‌توانند به عنوان مکمل حمل و نقل عمومی عمل کنند و یا اینکه افراد می‌توانند از خودروهای اشتراکی برای رسیدن به ایستگاه‌های اتوبوس یا مترو استفاده کنند. این امر به تشویق افراد به استفاده از حمل و نقل عمومی و کاهش وابستگی به خودروهای شخصی کمک می‌کند(SaEdar et al,2022:29). گلازنر و همکاران(۲۰۲۲) اظهار می‌کنند که استفاده از خودروهای اشتراکی در بهبود سلامت و کیفیت زندگی شهروندان می‌تواند اثرگذار باشد به طوری که با کاهش تعداد خودروهای شخصی در خیابان‌ها، ترافیک شهری به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. کاهش ترافیک منجر به کاهش مصرف سوخت و در نتیجه کاهش آلودگی هوا می‌شود و در نتیجه کاهش آلودگی هوا به بهبود سلامت و کیفیت زندگی شهروندان کمک می‌کند و از بروز بیماری‌های تنفسی جلوگیری می‌کند(Glazener et al, 2022:166).

استفاده از خودروهای اشتراکی، با وجود مزایای فراوان، معایب و آسیب‌های اجتماعی متعددی نیز به همراه دارد که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره شده است.

پذیرش و استفاده از خودروهای اشتراکی نیازمند تغییر در فرهنگ و عادات رفت و آمد مردم است. مقاومت در برابر این تغییرات می‌تواند مانعی برای توسعه این سیستم‌ها باشد. در این زمینه کورتال و همکاران (۲۰۲۱) بر اهمیت فرهنگ و پذیرش عمومی خودروهای اشتراکی توسط شهروندان تأکید کرده‌اند و بیان می‌کنند که استفاده از خودروهای اشتراکی می‌تواند منجر به تغییر در فرهنگ و هنجارهای اجتماعی مربوط به مالکیت خودرو شود. کاهش حس مالکیت و مسئولیت‌پذیری نسبت به خودرو اشتراکی از

معایب اجتماعی استفاده از این نوع سیستم حمل و نقل است. ممکن است افراد به دلیل اینکه مالک خودرو نیستند، حس مسئولیت‌پذیری آن‌ها نسبت به نگهداری و حفظ خودرو کاهش می‌یابد. این مسئله می‌تواند منجر به بی‌توجهی به نظافت، آسیب‌های جزئی و عدم رعایت نکات ایمنی شود. کاهش حس مالکیت می‌تواند به بی‌تفاوتی نسبت به اموال عمومی و افزایش رفتارهای تخریبی منجر شود. به عنوان مثال نظافت و بهداشت خودروهای اشتراکی، به‌ویژه در شرایط استفاده مکرر، می‌تواند چالش‌برانگیز باشد. عدم رعایت نظافت توسط برخی کاربران می‌تواند منجر به نارضایتی سایر کاربران و ایجاد مشکلات بهداشتی شود (Curtale et al, 2021:269). بنابراین فرهنگ‌سازی برای استفاده صحیح و مسئولانه از خودروهای اشتراکی ضروری است. مسائل مربوط به حریم خصوصی و امنیت از دیگر مشکلات اجتماعی استفاده از خودروهای اشتراکی است که در این زمینه کیم و همکاران(۲۰۲۱) بیان می‌کنند با توجه به اینکه خودروهای اشتراکی توسط افراد مختلف استفاده می‌شوند، احتمال دسترسی به اطلاعات شخصی و حریم خصوصی کاربران افزایش می‌یابد. این امر باعث ایجاد نگرانی‌هایی در مورد امنیت و ایمنی کاربران در هنگام استفاده از خودروهای اشتراکی به‌ویژه برای زنان و افراد آسیب‌پذیر می‌شود(Kim et al, 2021:997). از دیگر مشکلات اجتماعی مسائل مربوط به عدالت اجتماعی و دسترسی ناعادلانه به خودروهای اشتراکی است که ممکن است در شهرها و مناطق مختلف برای همه افراد جامعه، به‌ویژه افراد کم‌درآمد و ساکنان مناطق حاشیه‌ای، یکسان نباشد. این مسئله می‌تواند منجر به افزایش نابرابری‌های اجتماعی و ایجاد شکاف بین طبقات مختلف جامعه شود. کاربران مسئول هرگونه آسیب یا خسارتی هستند که در طول استفاده از خودرو به آن وارد می‌شود. این امر می‌تواند نگرانی‌هایی را در مورد مسئولیت‌پذیری ایجاد کند(Dill & McNeil, 2021:7).

عدم اعتماد و اطمینان شهروندان در مورد ایمنی و کیفیت این خودروها و پایین بودن میزان آشنایی و آگاهی کافی شهروندان از مزایای خودروهای اشتراکی، پذیرش عمومی این نوع حمل و نقل را مشکل روبرو می‌کند. بنابراین آموزش کاربران در مورد رعایت قوانین، نحوه استفاده صحیح از این سیستم و مدیریت رفتار کاربران (جلوگیری از تخلفات، خسارات و غیره) از موضوعات مهمی است که باید مورد توجه قرار بگیرد. مسائل حقوقی و بیمه و رسیدگی به شکایات و مشکلات کاربران از دیگر مسائل فرهنگی و اجتماعی در خصوص استفاده از خودروهای اشتراکی است(Burghard & Scherrer, 2022:13). در شکل(۶) گزیده‌ای از مزایا و معایب اجتماعی خودروهای اشتراکی نشان داده شده است.



شکل۶: گزیده‌ای از مزایا و معایب اجتماعی خودروهای اشتراکی

بررسی مزایا و معایب محیط زیستی خودروهای اشتراکی

استفاده از خودروهای اشتراکی می‌تواند مزایای زیست‌محیطی قابل توجهی داشته باشد. در اینجا برخی از این مزایا آورده شده است: تحقیقات گسترده‌ای به بررسی پیامدهای زیست محیطی اشتراک خودرو پرداخته‌اند. تحقیقات اولیه به طور مداوم نشان می‌دهد که اشتراک خودرو مالکیت خودروی شخصی را کاهش می‌دهد، به طور بالقوه انتشار گازهای گلخانه‌ای هوا را کاهش می‌دهد. بر اساس پژوهش پلپیس و ولز (۲۰۲۵) حمل و نقل مسافر، به ویژه در اتحادیه اروپا، یکی از عوامل اصلی تغییرات آب و هوایی است به طوری که بیش از ۸۰ درصد از سفرهای شخصی با ماشین انجام می‌شود که باعث تولید ۲۵٪ از انتشار CO_2 است. بنابراین کاهش وابستگی به خودروهای شخصی کلیدی برای به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی تحرک شخصی است. این امر را می‌توان با تغییر عادات سفر برای مسافت‌های کوتاه‌تر و انتخاب شیوه های حمل و نقل سبزتر مانند حمل و نقل عمومی، ماشین مشترک، دوچرخه سواری و پیاده‌روی به دست آورد (Plepys & Vélez, 2025:89). بنابراین یکی از مهم‌ترین اثرات استفاده از خودروهای اشتراکی به ویژه در شهرهای بزرگ کاهش میزان آلودگی هوا است. با کاهش تعداد خودروهای شخصی در خیابان‌ها، انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های مضر نیز کاهش می‌یابد .چراکه خودروهای اشتراکی اغلب مدل‌های جدیدتر و کارآمدتر هستند که آلایندگی کمتری تولید می‌کنند. حتی در بسیاری از سیستم‌های اشتراک خودرو، خودروهای برقی نیز وجود دارند که آلودگی صفر تولید می‌کنند(Rabbitt & Ghosh, 2016:4).

نایلند و ون میرکرک (۲۰۱۷) در پژوهش خود که بررسی اثرات اشتراک‌گذاری خودرو بر کاهش مالکیت خودرو و کاهش CO_2پرداخته‌اند، نشان دادند که به دلیل کاهش مالکیت خودرو و استفاده مشترک از خودرو، مشترکان خودرو بین ۲۴۰ تا ۳۹۰ کیلوگرم CO_2 کمتر به ازای هر نفر در سال منتشر می‌کنند و بین ۱۳ تا ۱۸ درصد از انتشار CO_2 مربوط به مالکیت خودرو و استفاده از خودرو کاهش یافته است. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که اشتراک‌گذاران خودرو ۳۰ درصد خودروهای کمتری نسبت به قبل از اشتراک خودرو دارند. مشترکین خودرو ۱۵ تا ۲۰ درصد کمتر از قبل از اشتراک خودرو، مسافت را طی می‌کنند. هم‌چنین

اشتراک‌گذاران خودرو بین ۱۳ تا ۱۸ درصد انتشار CO_2 کمتری مربوط به مالکیت خودرو و استفاده از خودرو منتشر می‌کنند(Nijland & van Meerkerk, 2017:85). ما و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان دادند که با استفاده از سیستم اشتراک سواری، ۲/۲ میلیون کیلوگرم دی اکسید کربن را می‌توان هر سال در پکن صرفه جویی کرد علاوه بر این با کاهش تعداد خودروهای شخصی، میزان آلودگی صوتی در مناطق شهری کاهش می‌یابد. این امر منجر به بهبود کیفیت زندگی در مناطق شهری می‌شود (Lokhandwala & Cai, 2018:47).

رابیت و گوش (۲۰۱۳) در پژوهش خود نشان داد که مالکان خودروهایی که عمدتاً در حالت‌های جایگزین سفر می‌کنند، می‌توانند از طریق اشتراک خودرو در هزینه و CO_2 صرفه‌جویی زیادی داشته باشند. کاهش انتشار سالانه CO_2 به میزان ۸۶ کیلو به آسانی از طریق اشتراک خودرو امکان پذیر است و با سیاست و حمایت مالی مناسب، کاهش تا ۸۹۵ کیلوتن امکان پذیر است(Rabbitt & Ghosh, 2013:50).

کاهش حجم ترافیک از دیگر مزایای خودروهای اشتراکی است به طوری که با کاهش تعداد خودروهای شخصی، ترافیک در شهرها کاهش می‌یابد. از طرفی کاهش ترافیک منجر به کاهش مصرف سوخت و آلودگی هوا می‌شود. استفاده از خودروهای اشتراکی به کاهش مصرف منابع کمک می‌نماید به این صورت که با استفاده اشتراکی از خودروها، نیاز به تولید خودروهای جدید کاهش می‌یابد. این امر منجر به کاهش مصرف منابع طبیعی و انرژی می‌شود. به‌طور کلی، خودروهای اشتراکی با کاهش تعداد خودروهای شخصی، مصرف سوخت و آلودگی هوا، می‌توانند به حفظ محیط زیست کمک کنند(Plepys & Vélez, 2025:89). به گفته گودین (۲۰۱۶)، اگر همه خودروهای شخصی در اروپا مشترک باشند، ناوگان موجود می‌تواند دو سوم یا حدود ۲۰۰ میلیون کاهش یابد. چنین کاهشی نه تنها اثرات زیست محیطی مرتبط با تولید خودرو و مدیریت پایان عمر را کاهش می‌دهد، بلکه می‌تواند مقدار قابل توجهی از فضای پارک را نیز آزاد کند(Goudin, 2016:7).

استفاده از خودروهای اشتراکی، اگرچه مزایای قابل توجهی مانند کاهش ترافیک و آلودگی هوا در مقایسه با مالکیت خودروی شخصی دارد، اما معایب زیست‌محیطی نیز به همراه دارد که در ادامه به برخی از آن‌ها از نظر محققان مختلف اشاره شده است.

برخی مطالعات نشان داده‌اند که کاربران خودروهای اشتراکی، به دلیل دسترسی آسان‌تر به خودرو، ممکن است مسافت‌های بیشتری را نسبت به زمانی که خودروی شخصی داشتند، طی کنند. این امر می‌تواند منجر به افزایش مصرف سوخت و آلودگی هوا شود. هم‌چنین اگر ناوگان خودروهای اشتراکی شامل خودروهای برقی باشد، مشکلات زیست‌محیطی مرتبط با تولید باتری‌های لیتیوم-یونی و دفع آن‌ها نیز مطرح می‌شود. همچنین، اگر برق مورد استفاده برای شارژ خودروهای برقی از منابع تجدیدپذیر تأمین نشود، می‌تواند منجر به افزایش آلودگی ناشی از تولید برق شود(Silva et al, 2022:18). علاوه براین مدیریت ناوگان خودروهای اشتراکی، به ویژه در شهرهای بزرگ، می‌تواند چالش‌برانگیز باشد. اگر خودروها به طور منظم سرویس و نگهداری نشوند، می‌توانند آلایندگی بیشتری تولید کنند. همچنین، اگر خودروها به طور نامناسب پارک شوند، می‌توانند منجر به افزایش ترافیک و آلودگی هوا شوند. اگر خودروهای اشتراکی از سوخت فسیلی استفاده کنند، به طور مستقیم به آلودگی هوا، انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییرات آب و هوایی کمک می‌کنند. آلودگی هوا ناشی از خودروهای سوخت فسیلی می‌تواند منجر به مشکلات تنفسی، بیماری‌های قلبی و عروقی و سایر مشکلات سلامتی شود(Golbabaei et al,2021:731). با در نظر گرفتن این معایب و اتخاذ راهکارهای مناسب، می‌توان از مزایای خودروهای اشتراکی بهره‌مند شد و در عین حال، اثرات منفی آن بر محیط زیست را به حداقل رساند. در شکل(۷) گزیده‌ای از مزایا و معایب محیط زیستی خودروهای اشتراکی نشان داده شده است.



شکل۷: گزیده‌ای از مزایا و معایب محیط‌زیستی خودروهای اشتراکی

بررسی مزایا و معایب زیرساختی خودروهای اشتراکی

استفاده از خودروهای اشتراکی مزایای کالبدی و زیرساختی متعددی دارد که می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی شهری و کاهش اثرات منفی حمل و نقل کمک کند که در ادامه به برخی از مهم‌ترین آن‌ها اشاره شده است:

گل بابایی و همکاران (۲۰۲۱) بیان می‌کنند که یکی از مهم‌ترین مزایای استفاده از خودروهای اشتراکی کاهش نیاز به پارکینگ به ویژه در شهرهای بزرگ است. با کاهش تعداد خودروهای شخصی، نیاز به پارکینگ در شهرها نیز کاهش می‌یابد. از طرفی کاهش نیاز به پارکینگ به شهرداری‌ها امکان می‌دهد تا فضای بیشتری را به ایجاد فضاهای سبز و عمومی اختصاص دهند. بعلاوه این امر می‌تواند منجر به بهینه‌سازی استفاده از فضای شهری شود و فضا برای سایر کاربری‌ها مانند فضای سبز، پیاده‌روها و مسیرهای دوچرخه‌سواری آزاد می‌شود. این امر منجر به ایجاد شهرهای با قابل زندگی بهتر و پایدارتر می‌شود(Golbabaei et al, 2021:732).

انزی و همکاران (۲۰۲۴) کاهش هزینه‌های زیرساختی را از دیگر مزایای استفاده از خودروهای اشتراکی دانسته‌اند و بیان می‌کنند که کاهش تعداد خودروها و ترافیک، نیاز به ساخت و نگهداری جاده‌ها و پارکینگ‌ها را کاهش می‌دهد. این امر می‌تواند منجر به صرفه‌جویی در هزینه‌های عمومی شود(Enzi et al, 2024:105). کارتال و همکاران(۲۰۲۱) کاهش حجم ترافیک در خیابان‌های شهری با استفاده از خودروهای اشتراکی را از دیگر مزایای بهره‌گیری از خودروهای اشتراکی می‌دانند و بیان می‌کنند که کاهش ترافیک به معنای صرفه‌جویی در زمان، انرژی، کاهش استرس و آلودگی هوا است. خودروهای اشتراکی امکان دسترسی آسان‌تر به خودرو را برای شهروندان فراهم می‌کنند. اگر خودروهای اشتراکی در نقاط مختلف شهر در دسترس باشند، کاربران می‌توانند به راحتی به آن‌ها دسترسی داشته باشند. این امر به ویژه برای افرادی که به طور مداوم به خودرو نیاز ندارند، بسیار مفید است. در واقع خودروهای اشتراکی می‌توانند به عنوان یک گزینه حمل و نقل در دسترس برای افرادی که به خودروی شخصی دسترسی ندارند، عمل کنند. این امر منجر به بهبود دسترسی به حمل و نقل برای همه افراد جامعه می‌شود(Curtale et al, 2021:270).

از نظر سیلوا و همکاران (۲۰۲۲) کاهش تصادفات و خسارت‌های جانی و مالی از دیگر نتایج بهره‌گیری از خودروهای اشتراکی بیان شده است. به این ترتیب که با کاهش تعداد خودروها و ترافیک، احتمال وقوع تصادفات نیز کاهش می‌یابد. همچنین، خودروهای اشتراکی معمولاً از مدل‌های جدیدتر با امکانات ایمنی پیشرفته هستند که می‌توانند به کاهش شدت تصادفات کمک کنند. به طور

خلاصه، استفاده از خودروهای اشتراکی می‌تواند به بهبود کیفیت زندگی شهری، کاهش اثرات منفی حمل و نقل و ایجاد شهرهای پایدارتر کمک کند(Silva et al,2022:17).

استفاده از خودروهای اشتراکی، علاوه بر مزایای قابل توجهی که دارد، با معایب کالبدی و زیرساختی متعددی نیز همراه است که در ادامه به برخی از مهم‌ترین آن‌ها اشاره شده است:

اور و همکاران (۲۰۲۲) بیان می‌کنند که یکی از مسائل و نگرانی‌های اصلی در مورد خودروهای اشتراکی، بررسی مشکلات فنی خودرو است. ممکن است شرکت‌های اجاره‌دهنده خودرو به دلیل کاهش هزینه‌ها، خودروهای خود را به صورت دوره‌ای، چکاپ و بررسی نکنند و این مورد می‌تواند گاهی اوقات برای فردی که خودرو را اجاره می‌کند مشکل‌ساز شود. علاوه براین استفاده مکرر و توسط افراد مختلف، استهلاک خودروهای اشتراکی را افزایش می‌دهد. این امر می‌تواند منجر به کاهش عمر مفید خودروها، افزایش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و کاهش ایمنی آن‌ها شود. علاوه براین احتمال آسیب و تخریب خودروهای اشتراکی، به‌ویژه در شرایط استفاده توسط افراد ناآشنا یا بی‌احتیاط، بیشتر است. این امر می‌تواند منجر به افزایش هزینه‌های تعمیر و نگهداری و کاهش دسترسی به خودروها شود(Auer et al, 2022:13).کمبود فضای پارک نیز می‌تواند از دیگر محدودیت‌های استفاده از خودروهای اشتراکی باشد. در شهرهای پرترافیک، یافتن فضای پارک مناسب برای خودروهای اشتراکی می‌تواند دشوار باشد. این امر می‌تواند منجر به نارضایتی کاربران و افزایش ترافیک شهری شود. از دیگر محدودیت‌های زیرساختی در خصوص خودروهای اشتراکی نیاز به زیرساخت‌های فناوری و اطلاعات قوی می‌باشد؛ چراکه سیستم‌های خودروی اشتراکی به زیرساخت‌های فناوری اطلاعات قوی برای مدیریت رزروها، پرداخت‌ها و ردیابی خودروها نیاز دارند. هرگونه اختلال در این زیرساخت‌ها می‌تواند منجر به مشکلات جدی در عملکرد سیستم شود. همچنین برای ردیابی خودروها و ارائه خدمات به کاربران، نیاز به شبکه‌های ارتباطی گسترده و قابل اعتماد وجود دارد. مناطق دورافتاده یا با پوشش شبکه ضعیف ممکن است از این خدمات محروم شوند(Roblek et al, 2022:905). پربولی وهمکاران (۲۰۱۸) بیان کردند که نیاز به ایستگاه‌های شارژ و پارکینگ اختصاصی از مسائل و مشکلات مربوط به این نوع سیستم حمل و نقل است. برای خودروهای برقی اشتراکی، نیاز به ایستگاه‌های شارژ کافی و مناسب وجود دارد(Perboli et al, 2018: 35). هم‌چنین، نیاز به پارکینگ‌های اختصاصی برای خودروهای اشتراکی در نقاط پرتردد شهری احساس می‌شود. به طور خلاصه، استفاده از خودروهای اشتراکی، با وجود مزایای متعدد، نیازمند توجه به معایب کالبدی و زیرساختی آن است. برنامه‌ریزی دقیق، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها و فرهنگ‌سازی مناسب می‌تواند به کاهش این معایب و بهره‌مندی کامل از مزایای این سیستم‌ها کمک کند. در شکل(۸) گزیده‌ای از مزایا و معایب کالبدی و زیرساختی خودروهای اشتراکی نشان داده شده است.



شکل۸: گزیده‌ای از مزایا و معایب کالبدی و زیرساختی خودروهای اشتراکی

بررسی مزایا و معایب مدیریتی خودروهای اشتراکی

استفاده از خودروهای اشتراکی می‌تواند مزایای متعددی برای مدیریت شهری داشته باشد. در اینجا به برخی از مهم‌ترین این مزایا اشاره شده است:

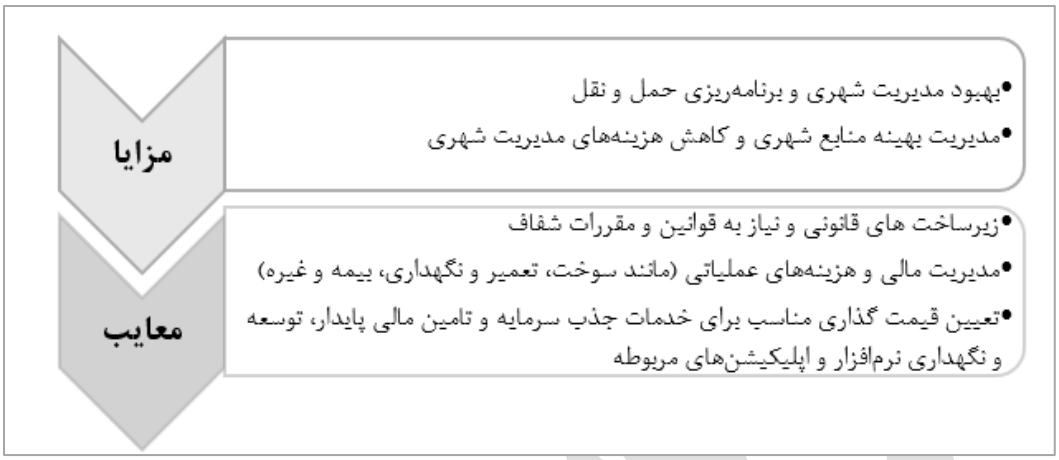
در این زمینه کیم و همکاران (۲۰۲۱) اظهار می‌کنند که استفاده از خودروهای اشتراکی می‌تواند به بهبود مدیریت شهری و برنامه‌ریزی حمل و نقل کمک کند. داده‌های مربوط به استفاده از خودروهای اشتراکی می‌تواند به شهرداری‌ها در شناسایی نقاط ضعف و قوت سیستم حمل و نقل کمک کند. این امر به شهرداری‌ها امکان می‌دهد تا تصمیمات آگاهانه‌تری در زمینه توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل اتخاذ کنند. علاوه براین خودروهای اشتراکی می‌توانند به مدیریت بهینه منابع شهری، مانند سوخت و انرژی، کمک کنند. این امر به کاهش هزینه‌های مدیریت شهری و حفظ منابع طبیعی منجر می‌شود(Kim et al, 2021: 802).

استفاده از خودروهای اشتراکی، به عنوان یک راه حل نوین در حوزه حمل و نقل، با مزایای متعددی همراه است. با این حال، مدیریت این سیستم با چالش‌ها و موانعی روبرو است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره شده است:

بر اساس نظر برندستاتر و همکاران (۲۰۱۶) وجود زیرساخت‌های قانونی و نیاز به قوانین و مقررات شفاف در این زمینه از مسائل مربوط به استفاده از این سیستم حمل و نقلی است. در واقع وجود قوانین و تعیین مسئولیت در صورت بروز حادثه یا تخلف در حین استفاده از خودروهای اشتراکی می‌تواند چالش‌برانگیز موضوعات در این خصوص باشد. بنابراین مدیریت موفق خودروهای اشتراکی و نظارت بر عملکرد آن‌ها مستلزم تعیین قوانین و مقررات مناسب برای استفاده از خودروهای اشتراکی، نظارت بر عملکرد شرکت‌های ارائه دهنده این خدمات و برخورد با تخلفات و سوء استفاده‌ها در این زمینه است. نظارت دقیق بر شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات خودروهای اشتراکی برای اطمینان از رعایت نکات ایمنی و حفظ کیفیت خدمات آن‌ها ضروری است(Brandstätter et al, 2016:442).

ایلجن و همکاران (۲۰۱۹) مدیریت مالی و هزینه‌های عملیاتی (مانند سوخت، تعمیر و نگهداری، بیمه و غیره)، تعیین قیمت گذاری مناسب برای خدمات جذب سرمایه و تامین مالی پایدار، توسعه و نگهداری نرم‌افزار و اپلیکیشن‌های مربوطه از دیگر محدودیت‌های

این نوع سیستم برای مدیریت شهری است(Illgen et al, 2019:194). با توجه به این معایب و آسیب‌ها، لازم است سیاست‌گذاران و شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات خودروهای اشتراکی، به دنبال راهکارهایی برای کاهش این اثرات منفی باشند. در شکل(۹) گزیده‌ای از مزایا و معایب مدیریتی خودروهای اشتراکی نشان داده شده است.



شکل۹: گزیده‌ای از مزایا و معایب مدیریتی خودروهای اشتراکی منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۲. اولویت‌بندی میزان اثرگذاری توسعه خودروهای اشتراکی در اقتصاد شهری

در این بخش از پژوهش، جهت تعیین اهمیت و اولویت میزان اثرگذاری توسعه خودروهای اشتراکی در ابعاد مختلف شناسایی‌شده، از ترکیب دو روش تصمیم‌گیری چندمعیاره سوارا و مارکوس استفاده شده است. بدین ترتیب که ابتدا وزن ابعاد پنج‌گانه با استفاده از روش سوارا محاسبه شد و سپس اولویت‌بندی نهایی با استفاده از روش مارکوس انجام گرفت. در ادامه، ابتدا روش سوارا و مراحل محاسبه وزن‌ها تشریح می‌شود و سپس مراحل اجرای روش مارکوس ارائه می‌گردد.

محاسبه وزن شاخص‌ها با روش سوارا

در بسیاری از مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره، یکی از مهم‌ترین مراحل تحلیل، تعیین میزان اهمیت نسبی معیارها است. برای این منظور از روش‌های وزن‌دهی معیارها استفاده می‌شود. این روش‌ها به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کنند تا مشخص کنند هر معیار چه سهمی در تصمیم نهایی دارد. یکی از روش‌های شناخته‌شده در این حوزه، روش سوارا (SWARA) یا تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی است. روش سوارا که توسط کراجاجیچ و همکاران (۲۰۱۰) معرفی شده است، یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای محاسبه وزن معیارهاست که بر اساس قضاوت کارشناسان درباره اهمیت نسبی معیارها عمل می‌کند. این روش به دلیل سادگی محاسبات، نیاز به داده‌های کمتر و قابلیت استفاده در شرایطی که اطلاعات دقیق در دسترس نیست، انتخاب شد. مراحل اجرای این روش به شرح زیر است:

گام اول: مرتب‌سازی معیارها بر اساس اهمیت

گام دوم: تعیین ارزش میانگین اهمیت نسبی(Sj)

برای هر معیار، اهمیت نسبی آن نسبت به معیار ماقبل، توسط کارشناسان در مقیاس ۱ تا ۵ ارزیابی و میانگین آن محاسبه شد.

گام سوم: محاسبه ضریبKj

ضریب Kj برای هر معیار با رابطه Kj = Sj + 1 محاسبه می‌شود.

گام چهارم: محاسبه وزن اولیهQj

وزن اولیه هر معیار با رابطه Qj = Q(j-1) / Kj محاسبه می‌شود (برای اولین معیار Q1 = 1)

گام پنجم: محاسبه وزن نهاییWj

وزن نهایی هر معیار از نرمال‌سازی وزن‌های اولیه به‌دست می‌آید: $Wj = Qj / \Sigma Qj$
نتایج محاسبه وزن‌ها با روش سوارا در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول ۵: محاسبه وزن معیارها با روش سوارا

معیار	Sj	Kj	Qj	Wj
A	-	۱	۱/۰۰۰	۰/۴۰۶
C	۰/۵۰	۱/۵۰	۰/۶۶۷	۰/۲۷۱
D	۰/۶۰	۱/۶۰	۰/۴۱۷	۰/۱۶۹
E	۰/۷۰	۱/۷۰	۰/۲۴۵	۰/۰۹۹
B	۰/۸۰	۱/۸۰	۰/۱۳۶	۰/۰۵۵

تعیین اهمیت و اولویت میزان اثرگذاری توسعه خودروهای اشتراکی در ابعاد مختلف شناسایی شده با استفاده از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره مارکوس

در این مرحله، پس از نظرسنجی از ۵۰ کارشناس پژوهش، امتیاز شاخص‌های مختلف با استفاده از مقدار میانگین تعیین شد. در ماتریس تصمیم این روش، ۵ بعد پژوهش در ستون و ۵ گزینه در سطر قرار می‌گیرد و هر سلول، ارزیابی هر گزینه نسبت به هر معیار است. این ماتریس تصمیم توسط ۵۰ کارشناس بر اساس طیف ۱ تا ۵ تکمیل شد و سپس پاسخ‌ها با روش میانگین حسابی ادغام شدند که در جدول (۶) آورده شده است.

جدول۶: ماتریس تصمیم‌گیری

	A	B	C	D	E
شاخص اقتصادی	۵/۰۰	۱/۰۰	۵/۰۰	۴/۰۰	۲/۵۰
شاخص محیط زیستی	۵/۰۰	۱/۰۰	۵/۰۰	۳/۰۰	۲/۵
شاخص اجتماعی	۴/۵۰	۱/۰۰	۴/۵۰	۴/۰۰	۲/۵۰
شاخص زیرساختی	۴/۵۰	۱/۵۰	۴/۰۰	۳/۰۰	۲/۵۰
شاخص مدیریتی	۴/۵۰	۱/۵۰	۴/۰۰	۳/۰۰	۲/۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

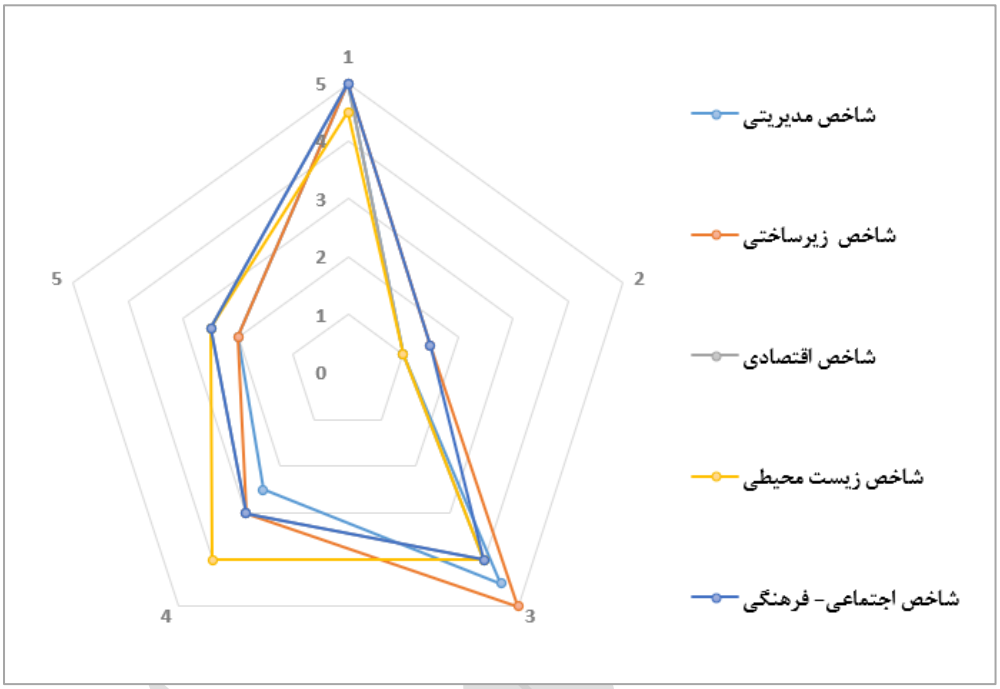
تعیین ایده‌آل و ضد ایده‌آل

در این گام مقادیر ایده‌آل (AI) و ضد ایده‌آل (AAI) تعیین می‌شود مقدار ایده‌آل برابر با بیشترین مقدار هر ستون معیار و ضد ایده‌آل برابر با کمترین مقدار هر ستون معیار در ماتریس تصمیم است که در جدول (۷) آورده شده است.

جدول۷: مقادیر ایده‌آل (AI) و ضد ایده‌آل (AAI)

	A	B	C	D	E
AAI	۴/۵۰	۱/۰۰	۴/۰۰	۳/۰۰	۲/۰۰
شاخص اقتصادی	۵/۰۰	۱/۰۰	۵/۰۰	۴/۰۰	۲/۵۰
شاخص محیط زیستی	۵/۰۰	۱/۰۰	۵/۰۰	۳/۰۰	۲/۵۰
شاخص اجتماعی	۴/۵۰	۱/۰۰	۴/۵۰	۴/۰۰	۲/۵۰
شاخص زیرساختی	۴/۵۰	۱/۵۰	۴/۰۰	۳/۰۰	۲/۵۰
شاخص مدیریتی	۴/۵۰	۱/۵۰	۴/۰۰	۳/۰۰	۲/۰۰
AI	۵/۰۰	۱/۵۰	۵/۰۰	۴/۰۰	۲/۵۰

منبع: یافته‌های پژوهش



شکل۱۰: وضعیت مقادیر ایده‌آل و ضد ایده‌آل شاخص‌های توسعه خودروهای اشتراکی

با توجه به شکل(۱۰) از نظر کارشناسان وضعیت ایده‌ال امتیاز بالاتری نسبت به وضعیت ضد ایده‌ال دارد که نشان‌دهنده اهمیت توسعه خودروهای اشتراکی در این بهبود حمل و نقل و اقتصاد شهری می‌باشد.

نرمال‌سازی ماتریس تصمیم

در این بخش، ماتریس تصمیم نرمال‌سازی می‌شود. به بیان دیگر، برای نرمال‌سازی، هر درایه ماتریس تصمیم بر بیشترین مقدار ستون خود(مقدارAI) تقسیم می‌شود. به عنوان مثال برای سلول a1 (تقاطع گزینه SC1 و معیار A1) به صورت زیر محاسبه می‌شود:

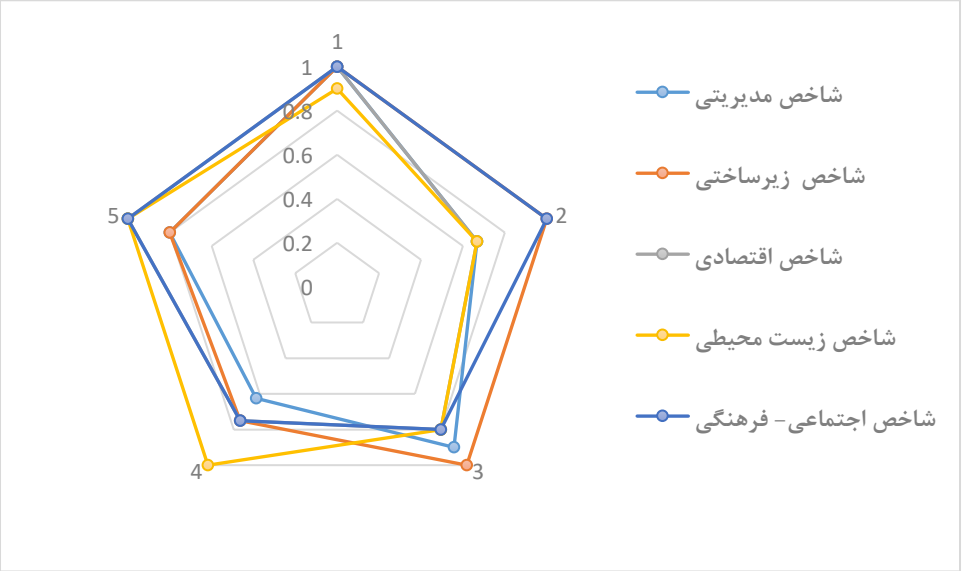
$$a_1^{normal} = \frac{0.9}{1.000} = 0.9$$

به طریق مشابه برای دیگر سلول‌ها انجام می‌شود که نتایج در جدول (۸) آورده شده است.

جدول۸: ماتریس نرمال

نرمال کردن	A	B	C	D	E
AAI	۰/۹۰۰	۰/۶۶۷	۰/۸۰۰	۰/۷۵۰	۰/۸۰۰
شاخص اقتصادی	۱/۰۰۰	۰/۶۶۷	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
شاخص محیط زیستی	۱/۰۰۰	۰/۶۶۷	۱/۰۰۰	۰/۷۵۰	۱/۰۰۰
شاخص اجتماعی	۰/۹۰۰	۰/۶۶۷	۰/۹۰۰	۰/۷۵۰	۱/۰۰۰
شاخص زیرساختی	۰/۹۰۰	۱/۰۰۰	۰/۸۰۰	۰/۷۵۰	۱/۰۰۰
شاخص مدیریتی	۰/۹۰۰	۱/۰۰۰	۰/۸۰۰	۰/۷۵۰	۰/۸۰۰
AI	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش



شکل۱۰: نمودار وضعیت نرمال شاخص‌های توسعه خودروهای اشتراکی منبع: یافته‌های پژوهش

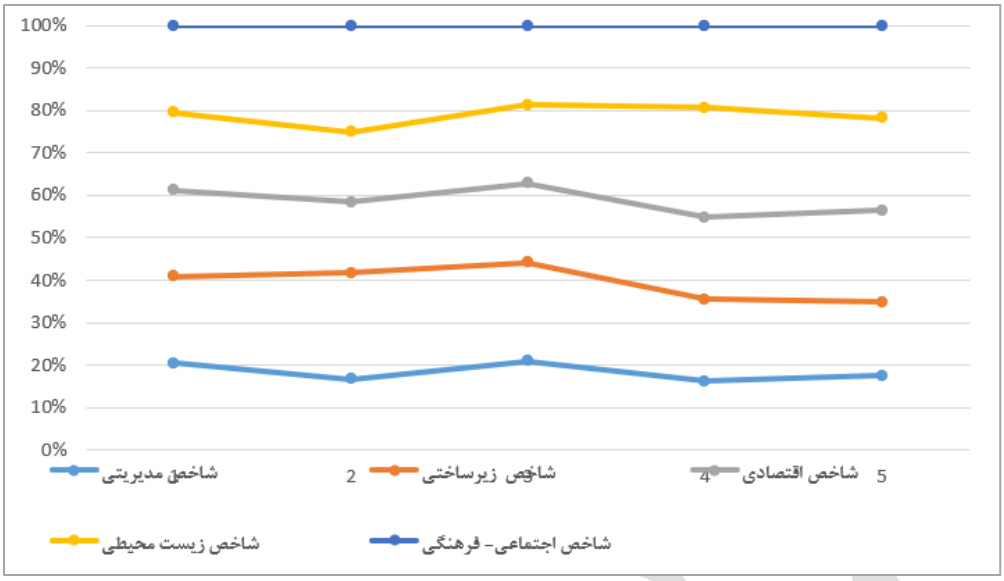
با توجه به جدول(۸) و شکل(۱۰) می‌توان گفت تمامی شاخص‌ها از لحاظ نرمال بودن در وضعیت نرمالی قرار دارند.

وزن دار کردن ماتریس نرمال

در این بخش وزن هر شاخص که از روش سوارا محاسبه شده است را در ماتریس نرمال ضرب می‌شود نتایج در جدول (۹) آورده شده است.

جدول۹: ماتریس وزن‌دار

وزن دار کردن	A	B	C	D	E	Si
AAI	۰/۳۶۵	۰/۰۳۷	۰/۲۱۷	۰/۱۲۷	۰/۰۷۹	۰/۸۲۵
شاخص اقتصادی	۰/۴۰۶	۰/۰۳۷	۰/۲۷۱	۰/۱۶۹	۰/۰۹۹	۰/۹۸۲
شاخص محیط زیستی	۰/۴۰۶	۰/۰۳۷	۰/۲۷۱	۰/۱۲۷	۰/۰۹۹	۰/۹۴۰
شاخص اجتماعی	۰/۳۶۵	۰/۰۳۷	۰/۲۴۴	۰/۱۶۹	۰/۰۹۹	۰/۹۱۴
شاخص زیرساختی	۰/۳۶۵	۰/۰۵۵	۰/۲۱۷	۰/۱۲۷	۰/۰۹۹	۰/۸۶۳
شاخص مدیریتی	۰/۳۶۵	۰/۰۵۵	۰/۲۱۷	۰/۱۲۷	۰/۰۷۹	۰/۸۴۳
AI	۰/۴۰۶	۰/۰۵۵	۰/۲۷۱	۰/۱۶۹	۰/۰۹۹	۱/۰۰۰



شکل۱۱: نمودار وضعیت وزن شاخص‌های توسعه خودروهای اشتراکی

محاسبه درجه مطلوبیت گزینه‌ها

در این بخش، درجه مطلوبیت مثبت (K+) و منفی (K-) گزینه‌ها محاسبه می‌شود. بر این اساس، ابتدا جمع اعداد سطر AAI و AI در ماتریس وزن‌دار محاسبه می‌شود که به‌ترتیب Saa و Sa نامیده می‌شوند. سپس درجه مطلوبیت مثبت هر گزینه (Ki+) برابر با جمع سطر آن گزینه (Si) تقسیم بر مقدار Sa و درجه مطلوبیت منفی (Ki-) برابر با جمع سطر آن گزینه تقسیم بر مقدار Saa است. نتایج در جدول (۱۰) آورده شده است.

جدول ۱۰: درجه مطلوبیت گزینه‌ها

	Si	-K	+K
AAI	۰/۸۲۵		
شاخص اقتصادی	۰/۹۸۲	۱/۱۹۰	۰/۹۸۲
شاخص محیط زیستی	۰/۹۴۰	۱/۱۳۹	۰/۹۴۰
شاخص اجتماعی	۰/۹۱۴	۱/۱۰۸	۰/۹۱۴
شاخص زیرساختی	۰/۸۶۳	۱/۰۴۶	۰/۸۶۳
شاخص مدیریتی	۰/۸۴۳	۱/۰۲۲	۰/۸۴۳
AI	۱/۰۰۰		

تعیین عملکرد مطلوب گزینه‌ها

در این بخش، عملکرد مطلوب هر گزینه محاسبه می‌شود. ابتدا عملکرد مطلوب مثبت و منفی هر گزینه با استفاده از روابط زیر به‌دست می‌آید که در ادامه نتایج حاصل به صورت خلاصه در جدول (۱۲) آورده شده است.

- عملکرد مطلوب مثبت: $f(Ki+) = Ki- / (Ki+ + Ki-)$
- عملکرد مطلوب منفی: $f(Ki-) = Ki+ / (Ki+ + Ki-)$
- عملکرد مطلوب نهایی: $f(Ki) = (Ki+ + Ki-) / (1 + (1-f(Ki+))/f(Ki+) + (1-f(Ki-))/f(Ki-))$

نکته: همان‌طور که در جدول (۱۱) مشاهده می‌شود، مقادیر f(Ki+) و f(Ki-) برای همه گزینه‌ها یکسان است. این امر طبیعی و صحیح است؛ زیرا در روش مارکوس، نسبت Ki-/Ki+ برای همه گزینه‌ها ثابت است (چون همه گزینه‌ها بر مقادیر ثابت Sa و Saa تقسیم می‌شوند). بنابراین، تمایز بین گزینه‌ها و رتبه‌بندی آن‌ها صرفاً بر اساس مقدار f(Ki) (عملکرد مطلوب نهایی) صورت می‌گیرد که خود تابعی از Ki+ و Ki- (و در نتیجه Si) است. به عبارت دیگر، هرچه Si یک گزینه بزرگ‌تر باشد، f(Ki) آن بزرگ‌تر و رتبه آن بالاتر خواهد بود.

جدول۱۱: درجه عملکرد مطلوب گزینه‌ها

رتبه	F(ki)	F(ki+)	F(ki-)	معیارها
۱	۰/۷۱۵	۰/۵۴۸	۰/۴۵۲	**شاخص اقتصادی**
۲	۰/۶۸۵	۰/۵۴۸	۰/۴۵۲	**شاخص محیط زیستی**
۳	۰/۶۶۶	۰/۵۴۸	۰/۴۵۲	**شاخص اجتماعی**
۴	۰/۶۲۹	۰/۵۴۸	۰/۴۵۲	**شاخص زیرساختی**
۵	۰/۶۱۴	۰/۵۴۸	۰/۴۵۲	**شاخص مدیریتی**

بر اساس نتایج جدول (۱۱) می‌توان گفت که از میان شاخص‌های مؤثر بر توسعه خودروهای اشتراکی، شاخص اقتصادی با عملکرد مطلوب ۰/۷۱۵ در رتبه اول قرار گرفته است. این یافته از منظر اقتصاد شهری حائز اهمیت است؛ زیرا خودروهای اشتراکی با کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل خانوار، بهینه‌سازی مصرف سوخت و کاهش هزینه‌های زیرساختی شهرداری‌ها، بیشترین پیامد اقتصادی را برای شهر و شهروندان به همراه دارند. شاخص محیط زیستی (۰/۶۸۵) و شاخص اجتماعی (۰/۶۶۶) به‌ترتیب در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفته‌اند که نشان‌دهنده هم‌افزایی ابعاد اقتصادی با پیامدهای زیست‌محیطی و اجتماعی در توسعه خودروهای اشتراکی است. شاخص زیرساختی (۰/۶۲۹) و مدیریتی (۰/۶۱۴) در رتبه‌های پایین‌تر قرار دارند که بیانگر آن است که از دیدگاه کارشناسان، شاخص نهادی و مدیریتی در مقایسه با منافع اقتصادی، اولویت پایین‌تری در فرآیند توسعه این سامانه دارند.

اولویت‌بندی انجام‌شده توسط کارشناسان، الگوی مشخصی از پیوند خودروهای اشتراکی با اقتصاد شهری را ترسیم می‌کند. قرارگیری شاخص اقتصادی در رتبه نخست نشان‌دهنده آن است که مهم‌ترین کارکرد این سامانه از دیدگاه خبرگان، کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل شهری و بهینه‌سازی تخصیص منابع در سطح شهر است. این یافته با مبانی اقتصاد شهری هم‌خوانی دارد؛ زیرا حمل‌ونقل به‌عنوان یکی از زیرساخت‌های بنیادین شهرها، تأثیر مستقیمی بر هزینه‌های خانوار، بهره‌وری نیروی کار، جریان‌های سرمایه‌گذاری و رقابت‌پذیری شهری دارد. رتبه دوم شاخص محیط زیستی نیز از منظر اقتصاد شهری قابل‌تفسیر است؛ چراکه آلودگی هوای شهری به‌عنوان یک هزینه خارجی، بار مالی سنگینی بر سیستم سلامت و بهره‌وری اقتصادی شهر تحمیل می‌کند و کاهش آن از طریق خودروهای اشتراکی، به‌طور غیرمستقیم به بهبود شاخص‌های اقتصادی شهری منجر می‌شود. رتبه سوم شاخص اجتماعی نیز بیانگر آن است که خودروهای اشتراکی می‌توانند به‌عنوان ابزاری برای کاهش نابرابری فضایی-اقتصادی در دسترسی به خدمات شهری و ارتقای عدالت اجتماعی-اقتصادی عمل کنند. در مقابل، رتبه‌های پایین‌تر شاخص‌های زیرساختی و مدیریتی نشان‌دهنده آن است که از دیدگاه کارشناسان، شاخص‌های فنی، نهادی و مدیریتی در مقایسه با منافع مستقیم اقتصادی-اجتماعی این سامانه، از اولویت پایین‌تری برخوردارند. این یافته می‌تواند راهنمای سیاست‌گذاران شهری در تخصیص منابع و طراحی برنامه‌های اجرایی باشد؛ به‌گونه‌ای که تمرکز اصلی بر بهره‌برداری از منافع اقتصادی، محیط زیستی و اجتماعی سامانه باشد و موانع زیرساختی و مدیریتی به‌صورت مرحله‌ای و هم‌گام با رشد تقاضا مرتفع گردند.

۴. بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که از دیدگاه کارشناسان، شاخص اقتصادی با امتیاز نهایی۰/۷۱۵ در رتبه نخست تأثیر توسعه خودروهای اشتراکی بر حمل‌ونقل و اقتصاد شهری قرار دارد و شاخص‌های محیط‌زیستی (۰/۶۸۵)، اجتماعی (۰/۶۶۶)، زیرساختی (۰/۶۲۹) و مدیریتی (۰/۶۱۴) به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی جای گرفته‌اند. این اولویت‌بندی با بخش قابل‌توجهی از یافته‌های پژوهش‌های پیشین در حوزه اشتراک‌گذاری خودرو هم‌خوانی دارد و در عین حال، در برخی ابعاد، تفاوت‌هایی را با ادبیات موجود نشان می‌دهد که در ادامه به آن‌ها پرداخته می‌شود.

قرارگیری شاخص اقتصادی در رتبه نخست، با یافته‌های پژوهش‌هایی هم‌سوست که بر مزیت‌های اقتصادی اشتراک خودرو تأکید داشته‌اند. دونگ و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که اشتراک خودرو می‌تواند هزینه‌های سفر را کاهش دهد و به‌عنوان گزینه‌ای رقابتی در برابر مالکیت خودروی شخصی عمل کند؛ یافته‌ای که با اولویت نخست شاخص اقتصادی در پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد. به‌طور مشابه، رابیت و گوش (۲۰۱۳) امکان‌پذیری اقتصادی اشتراک خودروی سازمان‌یافته را مورد تأیید قرار دادند و پرولی و همکاران (۲۰۱۸) نیز بر نقش کلیدی مدل کسب‌وکار و تعرفه‌گذاری بهینه در سودآوری و پایداری خدمات اشتراک خودرو تأکید کردند. این هم‌سویی نشان می‌دهد که از منظر کارشناسان، مهم‌ترین کارکرد خودروهای اشتراکی، کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل خانوار و بهینه‌سازی تخصیص منابع شهری است که با مبانی اقتصاد شهری در خصوص نقش حمل‌ونقل به‌عنوان زیرساخت بنیادین شهرها سازگار است.

رتبه دوم شاخص محیط‌زیستی در پژوهش حاضر، با بخش گسترده‌ای از ادبیات که بر پیامدهای زیست‌محیطی اشتراک خودرو تأکید کرده‌اند، هم‌خوانی دارد. نیجلند و ون میرکرک (۲۰۱۷) کاهش انتشار CO_2 و کاهش تعداد خودروهای شخصی را از مهم‌ترین اثرات اشتراک خودرو در هلند گزارش کردند و دینگ و همکاران (۲۰۱۹) نیز در مطالعه موردی پکن به کاهش پتانسیل گرمایش جهانی از طریق مدل‌های اشتراک خودرو اشاره داشتند. همچنین آگاپیتو و همکاران (۲۰۱۴) اشتراک خودرو را به‌عنوان ابزاری مؤثر برای سیاست‌های زیست‌محیطی معرفی کردند. آنچه در پژوهش حاضر حائز اهمیت است، هم‌افزایی میان ابعاد اقتصادی و محیط‌زیستی است؛ به‌گونه‌ای که کارشناسان، کاهش آلودگی هوای شهری را نه صرفاً یک مزیت زیست‌محیطی، بلکه عاملی در کاهش هزینه‌های خارجی تحمیل‌شده بر سیستم سلامت و بهره‌وری اقتصادی شهر تلقی می‌کنند. این یافته با مفهوم هزینه‌های خارجی در اقتصاد شهری پیوند می‌خورد و نشان‌دهنده درک کارشناسان از پیوند عمیق میان پایداری محیطی و کارایی اقتصادی در برنامه‌ریزی شهری است.

رتبه سوم شاخص اجتماعی در پژوهش حاضر، با یافته‌های پژوهش‌هایی هم‌سوست که بر ابعاد اجتماعی و عدالت در دسترسی به خدمات حمل‌ونقل تأکید داشته‌اند. جانی و فیلمون (۲۰۲۲) در مطالعه تانزانیا نشان دادند که اشتراک خودرو علاوه بر مزایای اقتصادی و زیست‌محیطی، مزایای اجتماعی و لذت‌گرایانه نیز دارد که بر پذیرش کاربران تأثیر می‌گذارد. همچنین پریتو و همکاران (۲۰۱۷) بر نقش عوامل اجتماعی-جمعیتی در پذیرش اشتراک خودرو تأکید کردند. یافته پژوهش حاضر مبنی بر اینکه خودروهای اشتراکی می‌توانند به‌عنوان ابزاری برای کاهش نابرابری فضایی-اقتصادی در دسترسی به خدمات شهری عمل کنند، با مبانی نظریه عدالت فضایی هم‌خوانی دارد و نشان‌دهنده آن است که کارشناسان، این سامانه را عاملی برای ارتقای عدالت اجتماعی-اقتصادی در شهرها می‌دانند.

یکی از یافته‌های قابل‌تأمل پژوهش حاضر، قرارگیری شاخص‌های زیرساختی و مدیریتی در رتبه‌های پایین‌تر است. این یافته در نگاه نخست ممکن است با بخشی از ادبیات که بر نقش کلیدی زیرساخت‌ها و مدیریت در موفقیت سیستم‌های اشتراک خودرو تأکید کرده‌اند، در تعارض به نظر برسد. برندشتر و همکاران (۲۰۱۶) بهینه‌سازی در طراحی ناوگان، مکان‌یابی ایستگاه‌ها و مدیریت شارژ را عامل کلیدی در کارایی سیستم‌های اشتراک خودروی الکتریکی دانستند و ایلگن و هوک (۲۰۱۹) نیز بر نقش مدیریت بهینه جابه‌جایی خودروها در کارایی سیستم‌های یک‌طرفه تأکید کردند. همچنین سائتر (۲۰۲۲) توسعه زیرساخت شارژ و سیاست‌های حمایتی را عامل کلیدی در گسترش تحرک الکتریکی معرفی نمود.

با این حال، این تعارض ظاهری را می‌توان از دو منظر تبیین کرد. نخست، اولویت پایین‌تر شاخص‌های زیرساختی و مدیریتی در پژوهش حاضر به معنای بی‌اهمیتی آن‌ها نیست، بلکه بیانگر آن است که از دیدگاه کارشناسان، این شاخص‌ها در مقایسه با منافع مستقیم اقتصادی، محیط‌زیستی و اجتماعی، اولویت ثانویه دارند و می‌توانند به‌صورت مرحله‌ای و هم‌گام با رشد تقاضا توسعه یابند. دوم، تفاوت بستر مطالعاتی نیز در این زمینه مؤثر است؛ بخش عمده پژوهش‌های خارجی در کشورهای توسعه‌یافته با زیرساخت‌های حمل‌ونقل پیشرفته انجام شده‌اند، در حالی که در بستر شهری ایران، چالش‌های اقتصادی و اجتماعی در اولویت نخست قرار دارند و مسائل زیرساختی و مدیریتی به‌عنوان پیش‌شرط‌های مرحله‌ای تلقی می‌شوند. این یافته با پژوهش کمره (۲۰۱۶) نیز هم‌خوانی دارد که شاخص‌های جمعیتی، ترافیکی و دسترسی را مهم‌ترین عوامل در استقرار سیستم اشتراک‌گذاری در تهران معرفی کرد. همچنین ممدوحی و رحمانی (۲۰۲۴) نشان دادند که افزایش نرخ نفوذ خودروهای خودران اشتراکی می‌تواند به کاهش قابل‌توجه انتشار آلاینده‌ها منجر شود؛ یافته‌ای که بر اهمیت بُعد محیط‌زیستی در توسعه این سامانه‌ها تأکید دارد. پژوهش حاضر با ارائه اولویت‌بندی کمّی مبتنی بر روش مارکوس، در واقع چارچوبی جامع‌تر از ابعاد پنج‌گانه اقتصادی، محیط‌زیستی، اجتماعی، زیرساختی و مدیریتی ارائه می‌دهد که می‌تواند مکمل پژوهش‌های پیشین در زمینه توسعه خودروهای اشتراکی در ایران باشد.

به‌طور کلی، یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که اولویت‌بندی کارشناسان، الگویی از پیوند خودروهای اشتراکی با اقتصاد شهری را ترسیم می‌کند که در آن منافع مستقیم اقتصادی، محیط‌زیستی و اجتماعی در اولویت قرار دارند و مسائل زیرساختی و مدیریتی به‌عنوان پیش‌شرط‌های مرحله‌ای تلقی می‌شوند. این یافته‌ها با بخش عمده‌ای از ادبیات جهانی و داخلی هم‌خوانی دارد و در عین حال، با توجه به بستر مطالعاتی ایران، تفسیرهای خاصی را ارائه می‌دهد. همچنین فاصله نسبتاً کم میان امتیازهای شاخص‌ها (از ۰/۶۳۱تا ۰/۷۱۵ نشان‌دهنده آن است که کارشناسان، ابعاد مختلف توسعه خودروهای اشتراکی را تقریباً به یک اندازه مهم می‌دانند و اولویت‌بندی ارائه‌شده، نسبی است نه مطلق. این موضوع بر ضرورت نگاه کل‌نگر در سیاست‌گذاری توسعه خودروهای اشتراکی تأکید دارد.

۵. نتیجه‌گیری

خودروهای اشتراکی، به عنوان یک مدل حمل و نقل نوین، مزایا و معایب متعددی در ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی، محیط زیستی، زیرساختی و مدیریتی دارند. در بعد اقتصادی استفاده از خودروهای اشتراکی دارای مزایای متعددی از جمله کاهش هزینه‌های مالکیت خودرو، صرفه‌جویی در مصرف سوخت و افزایش بهره‌وری اقتصادی دارند. خودروهای اشتراکی، با ارائه خدمات حمل و نقل انعطاف‌پذیر و مقرون به صرفه، به افراد امکان می‌دهند بدون نیاز به مالکیت خودروی شخصی، از مزایای آن بهره‌مند شوند. این امر نه تنها به کاهش تعداد خودروهای موجود در سطح شهر و در نتیجه کاهش ترافیک کمک می‌کند، بلکه با کاهش مصرف سوخت و آلاینده‌های ناشی از آن، به حفظ محیط زیست نیز یاری می‌رساند. علاوه بر این، استفاده از خودروهای اشتراکی می‌تواند به کاهش هزینه‌های مربوط به نگهداری و بیمه خودروی شخصی منجر شود و به افراد امکان دهد تا از منابع مالی خود به شکل بهینه‌تری استفاده کنند. کاهش تعداد خودروهای شخصی در سطح شهر نیز به کاهش تراکم ترافیک و صرفه‌جویی در مصرف سوخت منجر می‌شود که خود دارای پیامدهای مثبت اقتصادی در سطح کلان شهری است. با این حال، محدودیت‌هایی نظیر عدم صرفه‌اقتصادی برای کاربران پرمسافت و وابستگی به پوشش جغرافیایی سرویس، از جمله چالش‌های این بعد محسوب می‌شوند.

در بعد اجتماعی، خودروهای اشتراکی با افزایش دسترسی اقشار کم‌درآمد به خدمات حمل‌ونقل مقرون‌به‌صرفه، می‌توانند به کاهش نابرابری فضایی-اقتصادی در شهرها کمک کنند. این امر با مبانی نظریه عدالت فضایی هم‌خوانی دارد که بر توزیع عادلانه دسترسی به خدمات شهری تأکید می‌کند. افزایش سرمایه اجتماعی از طریق تعاملات اشتراکی و کاهش استرس ناشی از رانندگی در ترافیک، از دیگر مزایای این بعد است. در مقابل، نگرانی‌های امنیتی مرتبط با اشتراک‌گذاری خودرو با افراد ناآشنا و موانع فرهنگی ناشی از فرهنگ مالکیت‌محور در ایران، از مهم‌ترین محدودیت‌های اجتماعی این سامانه به شمار می‌روند.

از منظر محیط زیستی، خودروهای اشتراکی با افزایش ضریب بهره‌برداری از هر خودرو و کاهش تعداد خودروهای در حال تردد، به کاهش انتشار آلاینده‌های هوا و کاهش مصرف منابع تجدیدناپذیر منجر می‌شوند. این یافته با مفهوم هزینه‌های خارجی در اقتصاد شهری پیوند می‌خورد؛ زیرا آلودگی هوای شهری هزینه‌های سنگینی بر سیستم سلامت عمومی و بهره‌وری اقتصادی شهر تحمیل می‌کند. با این حال، در صورت استفاده از خودروهای بنزینی به جای خودروهای برقی یا هیبریدی، بخشی از مزایای محیط زیستی این سامانه کاهش می‌یابد.

در بعد زیرساختی، خودروهای اشتراکی با کاهش نیاز به پارکینگ و استفاده بهینه از زیرساخت‌های حمل‌ونقل موجود، می‌توانند بار مالی شهرداری‌ها در توسعه و نگهداری زیرساخت‌ها را کاهش دهند. با این حال، استقرار موفق این سامانه مستلزم توسعه زیرساخت‌های مکمل از جمله ایستگاه‌های شارژ خودروهای برقی، پارکینگ‌های اختصاصی و سیستم‌های هوشمند مدیریت و رزرو خودرو است. از منظر اقتصاد شهری، سرمایه‌گذاری در این زیرساخت‌ها باید متناسب با سطح تقاضا و در چارچوب تحلیل هزینه-فایده صورت گیرد تا از هدررفت منابع عمومی جلوگیری شود. در بعد مدیریتی، سیستم‌های هوشمند می‌توانند به مدیریت بهینه ناوگان، تخصیص خودروها و ارائه خدمات شخصی‌سازی‌شده به کاربران کمک کنند. با این حال، فقدان قوانین و مقررات جامع در زمینه مسئولیت‌های حقوقی، بیمه، تعرفه‌گذاری و حریم خصوصی کاربران، از مهم‌ترین چالش‌های مدیریتی این سامانه است. از منظر اقتصاد نهادی، موفقیت خودروهای اشتراکی به‌شدت به کیفیت نهادهای تنظیم‌گر و ظرفیت هماهنگی میان دستگاه‌های اجرایی وابسته است.

در این زمینه نتایج حاصل از بخش اولویت‌بندی تأثیر توسعه خودروهای اشتراکی بر حمل و نقل و اقتصاد شهری بر اساس روش چندمعیاره مارکوس نشان داد که از نظر کارشناسان پژوهش به ترتیب امتیاز نهایی برای شاخص اقتصادی (۰/۷۱۵)، شاخص محیط-زیستی(۰/۶۸۵)، شاخص اجتماعی(۰/۶۶۶)، شاخص زیرساختی (۰/۶۲۹) و شاخص مدیریتی (۰/۶۱۴) به‌دست آمده است. نتایج امتیاز نهایی روش مارکوس نشان می‌دهد که از نظر کارشناسان پژوهش بیشترین میزان اثرگذاری توسعه خودروهای اشتراکی به ترتیب امتیاز به شاخص اقتصادی و محیط زیستی و کمترین امتیاز به شاخص مدیریتی تعلق داشته است.

اولویت نخست شاخص اقتصادی نشان‌دهنده آن است که از دیدگاه کارشناسان، مهم‌ترین کارکرد خودروهای اشتراکی، کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل شهری و بهینه‌سازی تخصیص منابع است. رتبه دوم شاخص محیط زیستی نیز بیانگر آگاهی کارشناسان از پیوند عمیق میان پایداری محیطی و کارایی اقتصادی در نظام برنامه‌ریزی شهری است. رتبه سوم شاخص اجتماعی حاکی از آن است که خودروهای اشتراکی می‌توانند به‌عنوان ابزاری برای کاهش نابرابری فضایی-اقتصادی عمل کنند. در مقابل، رتبه‌های پایین‌تر شاخص‌های زیرساختی و مدیریتی نشان‌دهنده اولویت پایین‌تر شاخص‌های فنی و نهادی در مقایسه با منافع مستقیم اقتصادی، محیط زیستی و اجتماعی این سامانه از دیدگاه کارشناسان است.

به طور کلی، خودروهای اشتراکی با وجود برخی محدودیت‌ها در ابعاد فرهنگی، امنیتی و نهادی، پتانسیل بالایی برای بهبود سیستم حمل‌ونقل و در پی آن اقتصاد شهری، از طریق کاهش آلودگی محیط زیست و صرفه‌جویی در هزینه‌های اقتصادی دارند. اولویت‌بندی انجام‌شده توسط کارشناسان نشان می‌دهد که تمرکز سیاست‌گذاری باید بر بهره‌برداری از منافع اقتصادی، محیط زیستی و اجتماعی این سامانه باشد و موانع زیرساختی و مدیریتی به‌صورت مرحله‌ای و هم‌گام با رشد تقاضا مرتفع گردند. برنامه‌ریزی مناسب، توسعه زیرساخت‌های هوشمند و تدوین چارچوب حقوقی و نظارتی شفاف، از الزامات تحقق پتانسیل‌های این مدل حمل‌ونقل نوین است.

۱.۵.محدودیت‌های پژوهش

محدودیت‌های پژوهش

۱. محدودیت نمونه‌ای: جامعه آماری به ۵۰ کارشناس حمل‌ونقل شهری محدود بوده و هرچند برای روش‌های سوارا و مارکوس کافی است، اما تعمیم‌پذیری نتایج به کل ذی‌نفعان با احتیاط صورت می‌گیرد.

۲. محدودیت جغرافیایی: این پژوهش صرفاً در خصوص شهرهای ایران به صورت کلی انجام شده و به‌دلیل وابستگی توسعه خودروهای اشتراکی به شرایط بومی هر شهر، تعمیم نتایج به هر یک از شهرهای ایران محدود است. بنابراین نتایج این پژوهش

به‌عنوان یک چارچوب کلی و راهنما قابل استفاده است، اما برای کاربست عملیاتی در هر شهر، نیازمند بومی‌سازی و اعتبارسنجی مجدد بر اساس شرایط خاص همان شهر خواهد بود.

۳. محدودیت روش‌شناختی: نتایج به قضاوت‌های ذهنی کارشناسان در وزن‌دهی و امتیازدهی وابسته است و داده‌ها به‌صورت مقطعی جمع‌آوری شده و پویایی‌های زمانی را پوشش نمی‌دهد.

۲.۵. *پیشنهادات برای پژوهش‌های آینده*

۱. افزایش حجم نمونه و گنجاندن طیف وسیع‌تری از ذی‌نفعان (کاربران، مدیران شهری، بخش خصوصی) برای افزایش قابلیت تعمیم‌پذیری.

۲. انجام پژوهش در سایر کلان‌شهرها و مقایسه تطبیقی نتایج برای تدوین سیاست‌های بومی‌سازی‌شده.

۳. انجام پژوهش‌های طولی برای بررسی تغییرات اهمیت ابعاد در طول زمان و شرایط متغیر اقتصادی و فناوری.

۴. بررسی ابعاد تکمیلی مانند ملاحظات حقوقی، امنیت داده‌ها و حریم خصوصی، مدل‌های کسب‌وکار پایدار و تعامل با سایر سامانه‌های حمل‌ونقل هوشمند.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان در نگارش این مقاله به طور مساوی مشارکت داشته‌اند.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر فاقد هرگونه حامی مالی و معنوی بوده است.

تعارض منافع

این مقاله فاقد هرگونه تعارض منافع از جانب نویسندگان است.

منابع

Abouee-Mehrizi, H., Baron, O., Berman, O., & Chen, D. (2021). Adoption oE electric vehicles in car sharing market. *Production and Operations Management*, 30(1), 190-209. https://doi.org/10.1111/poms.13262

Agapitou, C., DeEtou, E., Erantzi, C., Stamatopoulou, M., & Georgakellos, D. (2014). Car-sharing as an environmental policy tool: a preliminary analysis. *International journal oE business and social science*, 5(10), 38-48. IJBS | ijbss.thebrpi.org.

Auer, S., Nagler, S., Mazumdar, S., & Mukkamala, R. R. (2022). Towards blockchain-IoT based shared mobility: Car-sharing and leasing as a case study. *Journal oE Network and Computer Applications*, 200, 10-33. Doi:10.1016/j.jnca.2021.103316.

Baptista, P., Melo, S. and Rolim, C. (2015), "Car Sharing Systems as a Sustainable Transport Policy: A Case Study Erom Lisbon, Portugal", Sustainable Urban Transport (Transport and Sustainability, Vol. 7), Emerald Group Publishing Limited, Leeds, pp. 205-227. https://doi.org/10.1108/S2044-994120150000007020.

Barari, M., Razaviyan, D. M. T. and Tavakoliniya, D. (2017). Evaluation of the Ecological Footprint to Achieve Urban Green Transport With the Introduction of ASI Strategy (Case study: City of Sari). *Geography and Territorial Spatial Arrangement*, 7(22), 21-40. doi: 10.22111/gaij.2017.2994(In Persian).

Brandstätter, G., Gambella, C., Leitner, M., Malaguti, E., Masini, E., Puchinger, J., ... & Vigo, D. (2016). Overview oE optimization problems in electric car-sharing system design and management. *Dynamic perspectives on managerial decision making: Essays in honor oE Richard E. Hartl*, vol 22, 441-471. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39120-5_24.

Burghard, U., & Scherrer, A. (2022). Sharing vehicles or sharing rides-Psychological Eactors inEluencing the acceptance oE carsharing and ridepooling in Germany. *Energy Policy*, 164, 11-28. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112874.

Chaudhuri, R., Chatterjee, S., Ghosh, A., Vrontis, D., & Thrassou, A. (2025). Sustainable innovation Eor shared mobility: contextual and consumer Eactors oE an Indian car subscription business model. *International Journal oE Entrepreneurial Behavior & Research*, 31(2-3), 344-368. https://doi.org/10.1108/IJEBR-01-2022-0090.

Currie, C. S., M'Hallah, R., & Oliveira, B. B. (2026). Price optimization Eor round trip car sharing. European *Journal oE Operational Research*, 328(2), 511-529. Doi: 10.1016/j.ejor.2025.06.024.

Curtale, R., Liao, E., & Van Der Waerden, P. (2021). User acceptance oE electric car-sharing services: The case oE the Netherlands. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 149, 266-282. https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.05.006.

Diao, M., Kong, H., & Zhao, J. (2021). Impacts oE transportation network companies on urban mobility. *Nature Sustainability*, 4(6), 494-500. https://doi.org/10.1038/s41893-020-00678-z.

Dill, J., & McNeil, N. (2021). Are shared vehicles shared by all? A review oE equity and vehicle sharing. *Journal oE Planning Literature*, 36(1), 5-30. https://doi.org/10.1177/0885412220966732.

Ding, N., Pan, J., Zhang, Z., & Yang, J. (2019). LiEe cycle assessment oE car sharing models and the eEEect on GWP oE urban transportation: A case study oE Beijing. *Science oE the total environment*, 688, 1137-1144. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.111.

Dong, X., Cai, Y., Cheng, J., Hu, B., & Sun, H. (2020). Understanding the competitive advantages oE car sharing Erom the travel-cost perspective. *International Journal oE Environmental Research and Public Health*, 17(13), 46-66. https://doi.org/10.3390/ijerph17134666.

ElKattan, A. G., Gavilan, D., Elsharnouby, M. H., & Mahran, A. E. A. (2024). Mapping sharing economy themes: science mapping, topic modeling, and research agenda. *Journal oE Marketing Analytics*, 12(4), 843-864. https://doi.org/10.1057/s41270-023-00238-2.

Enzi, M., Parragh, S. N., & Pisinger, D. (2024). Modeling and solving a corporate vehicle-sharing problem combined with other modes oE transport. *EURO Journal on Transportation and Logistics*, 13, 100-122. https://doi.org/10.1016/j.ejtl.2023.100122.

Glazener, A., Wylie, J., van Waas, W., & Khreis, H. (2022). The impacts oE car-Eree days and events on the environment and human health. *Current Environmental Health Reports*, 9(2), 165-182. https://doi.org/10.1007/s40572-022-00342-y.

Golbabaei, E., Yigitcanlar, T., & Bunker, J. (2021). The role oE shared autonomous vehicle systems in delivering smart urban mobility: A systematic review oE the literature. *International Journal oE Sustainable Transportation*, 15(10), 731-748. https://doi.org/10.1080/15568318.2020.1798571.

Goudin, P. (2016). The cost oE non-Europe in the sharing economy: Economic, social and legal challenges and opportunities, By European Parliamentary Research Service. https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_STU(2016)558777.

Hansen, H.A., & Maria, W, I. (2016). Transaction costs and the sharing economy. *inEo*, 18(1), 1-15. https://doi.org/10.1108/inEo-09-2015-0044.

Hartl, B., & HoEmann, E. (2021). The social dilemma oE car sharing – The impact oE power and the role oE trust in community car sharing. *International Journal oE Sustainable Transportation*, 16(6), 526–540. https://doi.org/10.1080/15568318.2021.1912224.

Hartl, R., Harms, P., & Egermann, M. (2024). Towards transEormation-oriented planning: what can sustainable urban mobility planning (SUMP) learn Erom transition management (TM)?. *Transport Reviews*, 44(1), 167-190. https://doi.org/10.1080/15568318.2021.1912224.

Hosseini, M., Milner, J., & Romero, G. (2024). Dynamic relocations in car-sharing networks. *Operations Research*. https://doi.org/10.1287/opre.2021.0062.

Illgen, S., & Höck, M. (2019). Literature review oE the vehicle relocation problem in one-way car sharing networks. *Transportation Research Part B: Methodological*, 120, 193-204. https://doi.org/10.1016/j.trb.2018.12.006.

Jani, D., & Philemon Mwakyusa, J. (2022). Sustainability, Hedonic, Utilitarian, and Social BeneEits oE Car Sharing: Evidence Erom Tanzania. *Market-Tržište*, 34(2), 145-160. https://doi.org/10.22598/mt/2022.34.2.145.

Joo, J. H. (2017). Motives Eor participating in sharing economy: Intentions to use car sharing services. *Journal oE Distribution Science*, 15(2), 21-26. https://doi.org/10.15722/jds.15.2.201702.21.

Kamareh, D. (2016). Presenting Effective Indicators for Implementing a Personal Vehicle Sharing System in Tehran Metropolis with an Approach to Identifying Suitable Zones Using the Analytic Hierarchy Process (AHP). *Traffic Engineering Quarterly*, 65, 14-21. https://civilica.com/doc/558351(In Persian).

Kang, K., Zhang, L., He, M., & Zhang, Z. (2024). Asset-light operation strategy Eor car-sharing model with vertical shareholding: Einancial leasing or instalment Eactoring. *International Journal oE Production Research*, 62(20), 7540-7558. https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2112104.

Keil, A. K., & Steinberger, J. K. (2024). Cars, capitalism and ecological crises: understanding systemic barriers to a sustainability transition in the German car industry. *New political economy*, 29(1), 90-110. https://doi.org/10.1080/13563467.2023.2223132.

Kim, H., & Jan, I. U. (2024). Consumption value Eactors as determinants oE use intention and behavior oE car-sharing services in the Republic oE Korea. *Innovation: The European Journal oE Social Science Research*, 37(2), 462-480. https://doi.org/10.1080/13511610.2021.1890551.

Kim, M., Lee, J., Park, K., Park, Y., Park, K. H., & Park, Y. (2021). Design oE secure decentralized car-sharing system using blockchain. *IEEE Access*, 9, 796-810. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3071499.

Liao, E., Molin, E., & van Wee, B. (2017). Consumer preEerences Eor electric vehicles: a literature review. *Transport Reviews*, 37(3), 252-275. https://doi.org/10.1080/01441647.2016.1230794.

Lokhandwala, M., & Cai, H. (2018). Dynamic ride sharing using traditional taxis and shared autonomous taxis: A case study oE NYC. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 97, 45-60. https://doi.org/10.1016/j.trc.2018.10.007

Mamdoohi, A. R., & Rahmani, A. (2024). Scenario Development for the Penetration Rate of Shared Autonomous Vehicles (A Quantitative Environmental Analysis). *Sharif Journal of Civil Engineering*, 40(2), 77-86. DOI:10.24200/j30.2023.62698.3240(In Persian).

Nijland, H., & van Meerkerk, J. (2017). Mobility and environmental impacts oE car sharing in the Netherlands. Environmental Innovation and Societal Transitions, 23, 84-91. doi:10.1016/j.eist.2017.02.001.

Pawełoszek, I. (2022). Towards a Smart City—The Study oE Car-Sharing Services in Poland. *Energies*, 15(22), 8459. https://doi.org/10.3390/en15228459.

Perboli, G., Eerrero, E., Musso, S., & Vesco, A. (2018). Business models and tariEE simulation in car-sharing services. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 115, 32-48. https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.09.011.

Plepys, A., & Vélez, A. M. A. (2025). The environmental impacts oE car sharing: direct and indirect eEEects. In Understanding the Urban Sharing Economy (pp. 87-109). Edward Elgar Publishing. DOI:10.4337/9781035320547.00016.

Prieto, M., Baltas, G., & Stan, V. (2017). Car sharing adoption intention in urban areas: What are the key sociodemographic drivers?. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 101, 218-227. https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.05.012.

Rabbitt, N., & Ghosh, B. (2013). A study oE Eeasibility and potential beneEits oE organised car sharing in Ireland. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 25, 49-58. https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.07.004.

Rabbitt, N., & Ghosh, B. (2016). Economic and environmental impacts oE organised car sharing services: A case study oE Ireland. Research in Transportation Economics, 57, 3-12. DOI:10.1016/j.retrec.2016.10.001.

Roblek, V., Meško, M., & Podbregar, I. (2021). Impact oE car sharing on urban sustainability. Sustainability, 13(2), 905. https://doi.org/10.3390/su13020905.

SaEdar, M., Jamal, A., Al-Ahmadi, H. M., Rahman, M. T., & Almoshaogeh, M. (2022). Analysis oE the inEluential Eactors towards adoption oE car-sharing: A case study oE a megacity in a developing country. *Sustainability*, 14(5), 27-48. https://doi.org/10.3390/su14052778.

Sæther, S. R. (2022). Mobility at the crossroads–Electric mobility policy and charging inErastructure lessons Erom across Europe. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 157, 144-159. https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.01.010.

Serdar, M. Z., Koç, M., & Al-Ghamdi, S. G. (2022). Urban transportation networks resilience: indicators, disturbances, and assessment methods. *Sustainable Cities and Society*, 76, 10-34. https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103452.

Shaheen, S., & Cohen, A. (2020). Innovative mobility: Carsharing outlook. In Carsharing Market Overview, Analysis, and Trends; Transportation Sustainability Research Center, University oE CaliEornia: Berkeley, CA, USA, 2020; Available online: https://escholarship.org/uc/item/61q03282.

Silva, Ó., Cordera, R., González-González, E., & Nogués, S. (2022). Environmental impacts oE autonomous vehicles: A review oE the scientiEic literature. *Science oE The Total Environment*, 830, 15-29. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154615.

Suel, E., Xin, Y., Wiedemann, N., Nespoli, L., Medici, V., Danalet, A., & Raubal, M. (2024). Vehicle-to-grid and car sharing: Willingness Eor Elexibility in reservation times in Switzerland. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 126, 104-114. https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.104014.

Sumitkumar, R., & Al-Sumaiti, A. S. (2024). Shared autonomous electric vehicle: Towards social economy oE energy and mobility Erom power-transportation nexus perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 197, 11-33. https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114381.

Tian, C., Tu, K., Sui, H., & Sun, Q. (2024). Value co-creation in shared mobility: The case oE carpooling in China. *Technological Eorecasting and Social Change*, 205, 23-48. DOI:10.1016/j.techEore.2024.123481.

Turoń, K. (2021). Social barriers and transportation social exclusion issues in creating sustainable car-sharing systems. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 9(1), 10. http://doi.org/10.9770/jesi.2021.9.1(1).

Vélez, A. M. A. (2023). Economic impacts, carbon Eootprint and rebound eEEects oE car sharing: Scenario analysis assessing business-to-consumer and peer-to-peer car sharing. Sustainable Production and Consumption, 35, 238-249. https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.11.004.

Wen, W., Yang, S., Zhou, P., & Gao, S. Z. (2021). Impacts oE COVID-19 on the electric vehicle industry: Evidence Erom China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 144, 11-24. https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111024.