

مدل‌سازی مسیرهای توسعه راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران با رویکرد سناریومحور

مقاله علمی - پژوهشی

*مهدی محمدی (نویسنده مسئول)، استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان،

تبریز، ایران

ابراهیم امامی قره‌تپه، دانش آموخته دکتری، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mohammadi.m@azaruniv.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۰۹ - پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۰۹

صفحه ۴۳۸-۴۲۳

چکیده

پایش و ارزیابی میزان تحقق اهداف بلندمدت در سازمان‌ها امری حیاتی است؛ پژوهش حاضر به بررسی و ارزیابی برنامه‌ی راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران با رویکرد سناریومحور آینده‌نگر پرداخته است. این پژوهش با روش آمیخته (کمی-کیفی) و تکیه بر مرور منابع انجام شد. داده‌ها از طریق تحلیل تأثیرات متقابل و سناریونگاری گردآوری شدند و در ادامه با استفاده از نظرات خبرگان حوزه‌ی حمل‌ونقل، تحلیل میک مک و سناریوسازی با سناریویزاردکار ادامه یافت. تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که احتمال وقوع ۹ سناریو بیش از دیگر سناریوها است و ۲۹۷ سناریو احتمال وقوع کمی دارند. از این ۹ سناریو، ۴ سناریو قوی‌تر بودند. سناریوی اول به عنوان قوی‌ترین معرفی شد. اما این سناریو نشان‌دهنده شرایطی نامطلوب است که تمامی نیروهای پیشران در وضعیت بحرانی قرار دارند. سناریوی دوم، سناریوی سوم و سناریوی چهارم به ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. به منظور اطمینان از تحقق اهداف تعیین‌شده در سند راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران، ضروری است که سازمان‌های مسئول، نسبت به ارتقای سطح سیاست‌گذاری و مدیریت نظام، تجهیز زیرساخت‌های فنی، و تخصیص منابع لازم، اقدامات لازم را انجام دهند.

واژه‌های کلیدی: حمل‌ونقل هوشمند، ایران، برنامه‌ی راهبردی، آینده‌پژوهی

۱- مقدمه

چالش‌های حمل‌ونقل ایفا می‌کند (Mnyakin, 2023). اهمیت راهبردی سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل به عنوان یک زیرساخت مهم در توسعه ملی مستلزم برنامه‌های کلان ملی و آسیب‌شناسی‌های پیوسته این برنامه‌ها است. عدم اهتمام راهبردی کشورها در توسعه سیستم هوشمند حمل‌ونقل، نیز عدم شناخت دقیق موانع توسعه آن، به ویژه در کشورهایی که در حال توسعه این زیرساخت‌ها هستند، می‌تواند موجب انحراف از اهداف مهم ملی و تحمیل هزینه‌های قابل توجه به کشورها گردد (GAO, 2023; Razakova, et al., 2023). لذا مدیریت موثر برنامه راهبردی توسعه سیستم هوشمند حمل‌ونقل

حمل‌ونقل به عنوان یک زیرساخت حیاتی، عامل اصلی پویایی اقتصادی و اجتماعی کشورها بوده اما چالش‌های فزاینده‌ای نظیر ایمنی، آلودگی‌های زیست‌محیطی و تراکم‌های ترافیکی نیز به همراه دارد (UNECE, 2024; Pawan et al., 2024). به منظور پاسخ به این چالش‌ها، گذار به سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل اجتناب‌ناپذیر است (Puzio, et al., 2025). سیستم هوشمند حمل‌ونقل یک خلاقیت فناورانه است که با یکپارچه‌سازی سامانه‌های کنترل الکترونیک، اینترنت اشیا و هوش مصنوعی، امنیت، پویایی و تاب‌آوری شبکه‌های حمل‌ونقل را ارتقا بخشیده و نقشی محوری در کاهش

در ایران با توجه به اسناد بالادستی و چشم‌اندازهای توسعه، نیازمند شناسایی دقیق و پیش‌بینی نیروهای موثر بر آینده‌ی این حوزه است.

با توجه به عدم قطعیت‌های فناورانه و سیاست‌گذاری در حوزه حمل‌ونقل هوشمند، رویکرد آینده‌پژوهی راهبردی به عنوان ابزاری قدرتمند و موثر در سیاست‌گذاری پایدار و منعطف مطرح می‌شود (Adam, 2023). آینده‌پژوهی این امکان را می‌دهد تا با درک عمیق از نیروهای پیشران کلیدی، سناریوهای محتمل، بدبینانه و خوش‌بینانه تدوین شوند (WorldBank, 2023). تصمیم‌گیران حوزه حمل‌ونقل با استفاده از این چهارچوب روش‌شناختی قادر به ارزیابی اثربخشی سرمایه‌گذاری‌ها و تدوین راهبردهای مقاوم در برابر تغییرات احتمالی و محیطی خواهند بود.

لذا هدف از این پژوهش، تبیین نیروهای پیشران و سناریوهای آتی با آینده‌پژوهی حمل‌ونقل هوشمند در ایران به منظور نیل به دیدگاهی روشن برای تصمیم‌سازان و تصمیم‌گیران این حوزه برای پاسخ‌گویی به سوالات زیر است؛

نیروهای پیشران کلیدی موثر بر آینده برنامه راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران کدام است؟

اهمیت نسبی هر یک از نیروهای پیشران شناسایی شده در آینده حمل‌ونقل هوشمند در ایران چقدر است؟

شرایط محتمل، وضعیت خوش‌بینانه و بدبینانه‌ترین سناریوهای آینده حمل‌ونقل هوشمند در ایران کدام‌ها هستند؟

۲- پیشینه تحقیق

بررسی ساختاریافته و دقیق در پایگاه‌های داده‌های آکادمیک تخصصی حوزه حمل‌ونقل، فقدان مطالعات متمرکز روی آینده‌پژوهی راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران را تایید کرد. این شکاف به طور عمده به علت نوظهور بودن چهارچوب‌های سیاستی حمل‌ونقل هوشمند در کشورهای در حال توسعه نظیر ایران می‌تواند باشد (Mitieka, et al., 2025; Tandise & Rezaci, 2013).

در ادامه در راستای بسترسازی برای انجام پژوهش حاضر، ادبیات تحقیق در مورد بررسی قرار گرفته است.

حمل‌ونقل در دنیای امروز به عنوان یک سیستم حیاتی، با بهبود جریان افراد و کالاها و ارتقای کارایی و پایداری، نقش مهمی در عملکرد اقتصادی و اجتماعی جوامع انسانی ایفا

می‌کند (Hassan, et al., 2025). سیستم‌های حمل‌ونقل سنتی در بسیاری از موارد با چالش‌های کلان مانند افزایش تقاضای سفر، تراکم ترافیک، آلودگی هوا و مشکلات ایمنی روبه‌رو هستند که کارایی و پایداری آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و نیاز به راهکارهای هوشمند برای مدیریت حمل‌ونقل شهری را آشکارتر می‌سازد. علاوه بر این، چالش‌های مالی، مدیریتی و سازمانی در اجرای سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل و محدودیت منابع موجود، ضرورت طراحی سیاست‌های جامع و بلندمدت را برای انتقال به حمل‌ونقل هوشمند نشان می‌دهد. همچنین، مسائل مربوط به پذیرش عمومی، هماهنگی بین‌بخشی و موانع نهادی و قانونی موجب شده تا توسعه و استفاده از راهکارهای هوشمند در حمل‌ونقل به عنوان پاسخی لازم برای بهبود کارایی، عدالت و پایداری در جابه‌جایی‌ها مطرح شود (Waqar, et al., 2023). برای مواجهه با چالش‌های پیچیده در بخش حمل‌ونقل، ضرورت آینده‌نگری در سطح سیستم‌های حمل‌ونقل به وضوح احساس می‌شود (Auvinen & Tuominen, 2014). سیستم‌های حمل‌ونقل، سیستم‌های اجتماعی و فنی هستند که از اجزای مختلفی شامل ابزار، دانش، بازارها، مقررات، فرهنگ، زیرساخت‌ها و شبکه‌های نگهداری و عرضه تشکیل شده‌اند. ماهیت سیستمی حمل‌ونقل و چالش‌های کلان آن، لزوم نگرش آینده‌نگرانه، برنامه‌ریزی راهبردی و تصمیم‌گیری در سطح کلان سیستم را برجسته می‌کند و ضرورت دارد پژوهش‌های آینده‌پژوهانه، همه ابعاد سیستم را در نظر بگیرند. آینده‌پژوهی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درباره روندهای بلندمدت، چالش‌های آینده و گزینه‌های سیاست‌گذاری تولید کند و از این طریق برنامه‌ریزی راهبردی حمل‌ونقل را تقویت نماید. روش‌های آینده‌نگری شامل تفکر انتقادی درباره تحولات بلندمدت، بحث مشارکتی و شکل‌دهی آینده با تأثیرگذاری بر سیاست عمومی است. علاوه بر این، چهارچوب سه‌سطحی شامل سطح کلی، سطح سیستم حمل‌ونقل و سطح فناوری‌ها و راه حل‌ها، امکان تحلیل تغییرات و چشم‌اندازسازی بلندمدت در سیاست‌گذاری حمل‌ونقل را فراهم می‌آورد (Auvinen & Tuominen, 2014).

همانطور که بیان شد، بررسی ساختاریافته و دقیق در پایگاه‌های داده‌های آکادمیک تخصصی حوزه حمل‌ونقل، فقدان مطالعات متمرکز روی آینده‌پژوهی راهبردی حمل‌ونقل هوشمند را تایید کرد؛ با این وجود برخی از مطالعات از زوایای مختلف به

اقدامات سیاسی در چارچوب برنامه ۸۵ ساله سرمایه‌گذاری ملی سوئد برای زیرساخت‌های جاده‌ای را تحلیل کرد. نتایج نشان داد که وقتی بحث‌های عمومی و سیاسی پیرامون آینده حمل‌ونقل با ارائه دامنه‌ای محدود از آینده‌های محتمل هدایت می‌شوند، این روش‌های ثابت‌شده می‌توانند به عواقب دموکراتیک قابل توجهی منجر شوند، زیرا مشارکت ذی‌نفعان در محدوده‌ای از پیش تعیین‌شده قرار می‌گیرد (Witzel, 2020).

استفان گو سلینگ و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی با بررسی آینده مطلوب حمل‌ونقل در سطح جهانی، به این موضوع پرداختند که آیا سیستم‌های حمل‌ونقل در مسیر تحقق این آینده مطلوب حرکت می‌کنند یا خیر. مطلوبیت در این پژوهش بر اساس کاهش اثرات منفی ذاتی سیستم حمل‌ونقل تعریف شد که شامل عواملی چون تصادفات، تراکم ترافیکی، آلاینده‌ها و آلودگی صوتی بود. نتایج پژوهش نشان داد که شواهدی مبنی بر تداوم رشد عوامل خارجی منفی حمل‌ونقل، همگام با افزایش روزافزون جمعیت جهانی و سطح تحرک آن، وجود دارد؛ در نهایت، محققان برای دستیابی به آینده‌های مطلوب حمل‌ونقل، رویکردهای ابتکاری متعددی را پیشنهاد کردند (Stefan, et al., 2018).

یزدانی (۱۴۰۳) در پژوهش خود به شناسایی و رتبه‌بندی عوامل اثرگذار بر خدمات حمل‌ونقل پایدار در شهر مشهد پرداخت. این تحقیق با هدف درک بهتر عواملی که می‌توانند به سمت یک سیستم حمل‌ونقل پایدار حرکت کنند، پنج دسته اصلی از متغیرها را مورد بررسی قرار داد؛ اقتصادی، اجتماعی، فناوری، زیست‌محیطی و قانونی و نظارتی. یافته‌های کلیدی تحقیق بر اساس روش‌های آماری اولویت‌بندی شدند و نشان دادند که عوامل قانونی و نظارتی با کسب بالاترین ضریب اهمیت (۰/۲۸۵)، مهم‌ترین نقش را در تعیین سطح پایداری حمل‌ونقل در مشهد ایفا می‌کنند؛ در رتبه‌های بعدی، عوامل اقتصادی (۰/۲۵۷) و فناوری (۰/۲۱۳) قرار گرفتند که بیانگر اهمیت سرمایه‌گذاری‌ها و به‌کارگیری نوآوری‌ها در زیرساخت‌ها و خدمات حمل‌ونقل است. در نهایت، عوامل اجتماعی (۰/۱۲۶) و زیست‌محیطی (۰/۱۱۸) کمترین وزن را در این مدل اولویت‌بندی کسب کردند (Yazdani, 2024).

ثنایی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر کارایی حمل‌ونقل ریلی کالا در ایران را با استفاده از

آینده‌ی حمل‌ونقل هوشمند پرداخته‌اند. در پژوهشی که توسط گومیری (۲۰۲۵) انجام شده است چگونگی پاسخ و تعامل حمل‌ونقل هوشمند با چالش‌های اساسی ترافیک، مدیریت پارکینگ، مسیریابی، انتشار آلاینده‌ها و ایمنی جاده‌ای در شهرهای هوشمند مورد بررسی قرار گرفته است. این پژوهش به‌طور خاص به چالش‌های کلان موجود پرداخته و سپس جهت‌های پژوهشی آینده را برای توسعه راهکارهای هوشمند حمل‌ونقل در چارچوب شهرهای هوشمند، از جمله پیشنهادات سیاست‌گذاری و راهکارهای مدیریت ترافیک پایدار، ارائه کرده است (Goumieri, et al., 2025). یک مرور جامع از نقش انفجاری هوش مرزی در سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند که در سال ۲۰۲۵ انجام شده‌است، نشان می‌دهد که چگونه این فناوری می‌تواند تحلیل داده در لحظه را به اجزای مختلف شبکه (وسیله نقلیه، زیرساخت، ارتباطات) منتقل کند تا تاخیرها و مصرف پهنای باند کاهش یابد (Goumieri, et al., 2025). در پژوهش دیگری کاربرد نسل جدید هوش مصنوعی در سیستم‌های هوشمند حمل‌ونقل مورد بررسی قرار گرفته و فرصت‌ها و چالش‌های آن برای استفاده از این فناوری در مدیریت حمل‌ونقل و ترافیک، تصمیم‌گیری و پاسخگویی در سیستم‌های حمل‌ونقل ارزیابی شده است (Rong, et al., 2025).

کسرو و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهش خود با عنوان ترجیحات ذی‌نفعان برای آینده حمل‌ونقل در اروپا به این نکته اساسی تأکید کردند که فرآیند شکل‌دهی به آینده حمل‌ونقل باید از طریق در نظر گرفتن چندین سناریوی جایگزین و متعاقباً انتخاب آینده‌های مطلوب بر اساس توافق ذی‌نفعان صورت پذیرد؛ بدین منظور، آن‌ها روشی ترکیبی را پیشنهاد دادند که شامل استفاده از منطق شهودی و تجزیه و تحلیل چندمعیاره برای تدوین سناریوهای هنجاری، ارزیابی ترجیحات ۵۸۰ ذی‌نفع سازمان‌دهی شده در ۸۰ گروه نسبت به این سناریوها، و در نهایت، ایجاد یک دیدگاه مشترک بود که خروجی آن ارائه چهار سناریوی مجزا و یک چشم‌انداز مشترک برای حمل‌ونقل اروپا تا سال ۲۰۵۰ بود (Keseru, et al., 2021).

ویتزل (۲۰۲۰) در پژوهش خود با تمرکز بر چگونگی شکل‌دهی به آینده حمل‌ونقل کارآمد، به بررسی اقدامات لازم در این زمینه پرداخت؛ این پژوهش با بهره‌گیری از نظر خبرگان، تأثیر دیدگاه‌های دانشی و روش‌های ارزیابی مستمر بر توسعه

عملیاتی برای ارتقای برنامه راهبردی حمل و نقل هوشمند در ایران انجام شده است. روش شناسی مورد استفاده پژوهش حاضر آمیخته (کمی - کیفی) بوده و شامل مرور منابع، بهره گیری از نظرات خبرگان، تحلیل تأثیرات متقابل، و سناریونگاری می باشد. این تحقیق در ۵ گام به آینده پژوهی راهبردی حمل و نقل هوشمند در ایران پرداخته است. نمای کلی روند تحقیق در شکل ۱ نشان داده شده است.

۳-۱- جامعه و فرآیند جمع آوری داده

جامعه آماری پژوهش محدود به ۱۰ نفر از مدیران ارشد و کارشناسان خبره حوزه حمل و نقل هوشمند، برنامه ریزی راهبردی و سیاست گذاری بود. این حجم نمونه برای مطالعات آینده پژوهی که بر عمق تخصص تمرکز دارند مناسب ارزیابی شده است (Okoli & Suzanne, 2021). مشخصات جامعه آماری پژوهش در جدول ۱ ارائه شده است. فرآیند جمع آوری و اعتبارسنجی داده ها در دو مرحله صورت پذیرفت:

- شناسایی کیفی: با استفاده از مرور منابع علمی، عوامل کلیدی و نیروهای پیشران راهبردی حمل و نقل هوشمند مشخص شدند.
- اعتبارسنجی و ارزش گذاری: اعتبار این عوامل از طریق مصاحبه و استفاده از پرسشنامه محقق ساخته باز، که در آن از خبرگان خواسته شد تا عوامل شناسایی شده را تأیید و ارزش گذاری کنند، سنجیده شد.

دقت پژوهش حاضر با اعمال روش دلفی در چهار فاز تضمین شد. فاز اول شامل جمع آوری داده های کیفی اولیه (نظرات و ایده های آزاد) از طریق پرسشنامه غیر ساختاریافته بود. در فاز دوم، این داده ها به شاخص های کمی تبدیل و رتبه بندی عوامل کلیدی با پرسشنامه ساختاریافته صورت گرفت. فاز سوم به تبادل بازخورد و تعدیل نظرات خبرگان اختصاص داشت و در فاز نهایی (چهارم)، پس از انتشار نتایج میانی، مشارکت کنندگان به تأیید نهایی عوامل پرداختند.

۳-۲- تحلیل داده ها

تحلیل داده ها با استفاده از مدل های تخصصی و نرم افزارهای ذیل انجام گرفت:

- تحلیل تأثیرات متقابل: برای تجزیه و تحلیل روابط ساختاری بین عوامل کلیدی از نرم افزار میک مک استفاده شد. این روش

روش های داده کاوی و تحلیل آماری روی داده های دوازده ساله شرکت راه آهن ایران مورد بررسی قرار دادند. شاخص اصلی مورد استفاده در این تحقیق تناژ حمل بار خالص ریلی (تن کیلومتر) بود. مطابق نتایج این تحقیق، برای بهبود کارایی در این سیستم می بایست بر تقویت نیروی انسانی، تعمیر و نگهداری واگن ها و تعمیر و نگهداری لوکوموتیو و همچنین نگهداری طول خطوط اصلی شبکه تمرکز داشت (Sanaci, et al., 2023).

افشارپور (۱۴۰۰) در تحقیقی به ارزیابی عوامل موثر بر تامین مالی پروژه های ریلی پرداخته است. نتایج نشان داد که از بین متغیرهای مورد بررسی، ارزش افزوده معدن، میزان بار حمل شده از مسیر جاده ای، هزینه حمل با سیستم ریلی و سود کسب شده از حمل، اصلی ترین پارامترهای موثر بر تقاضای حمل و نقل به و سیله ی ریل و قطار در این پژوهش است (Afsharpour, 2021).

مروتی شریف آبادی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهش خود به شناسایی عوامل موثر بر آینده سیستم حمل و نقل ریلی در بخش باری پرداختند. نتایج نشان داد از ۱۶۸ فاکتور شناسایی شده، ۷۶ عامل به عنوان مهم ترین عوامل موثر در آینده نگری ۵۰ ساله ایران در نظر گرفته و در ۸ دسته اصلی (سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری، زیر ساختی، زیست محیطی، ایمنی و واگن) طبقه بندی شدند (Morvati Sharifabadi, et al., 2021).

مطالعات گذشته عمدتاً بر تحلیل روندهای گذشته و پیش بینی آینده تمرکز داشته اند، اما کمبود روش های آینده نگرانة جامعه شناختی و فنی و رویکردهای عملی در این حوزه مشهود است. این فقدان باعث شده است که عدم قطعیت ها و فرصت ها و تهدیدهای آینده به خوبی شناسایی و در برنامه ریزی راهبردی لحاظ نشوند (Auvinen & Tuominen, 2014). فرآیندهای آینده پژوهی می توانند نگرش آینده گرا در میان ذی نفعان و تصمیم گیران ایجاد کنند و اجرای سیاست ها را تسهیل نمایند. به علاوه، آینده پژوهی ابزار مهمی برای ایجاد فهم مشترک، شبکه های همکاری و چشم اندازهای مشترک بین بازیگران مختلف سیستم حمل و نقل محسوب می شود که در طراحی و پیاده سازی سیاست های موفق نقش کلیدی دارد.

۳- روش تحقیق

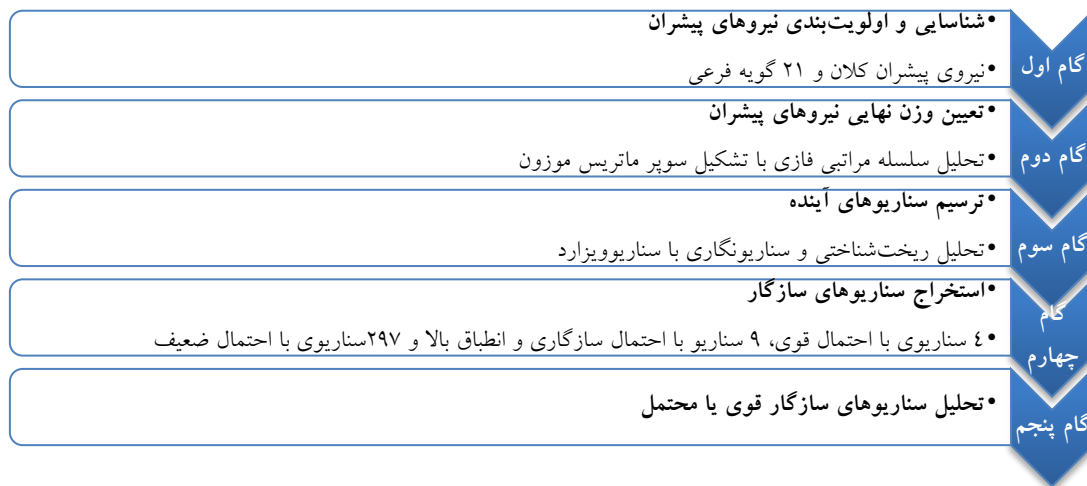
این پژوهش از نوع کاربردی بوده و با هدف ارائه راهکارهای

(Alqahtani, 2024).

- سناریونگاری: سناریوهای محتمل برای آینده برنامه حمل و نقل هوشمند ایران با استفاده از نرم افزار سناریوویزارد انجام شد. این نرم افزار با ترکیب حالت های مختلف عوامل کلیدی، سناریوهای محتمل را شناسایی و رتبه بندی کرد (Hosseinpour, et al., 2025). تحلیل سناریوها بر پایه میزان سازگاری درونی و احتمال وقوع منطقی آنها صورت پذیرفت.

امکان تمایز بین متغیرهای مستقل (تأثیرگذار) و متغیرهای وابسته (تأثیرپذیر) در سیستم های پیچیده را فراهم می آورد که یک گام حیاتی در تدوین راهبرد است (Mitieka, et al., 2025; Ahangari & Yavari, 2025).

- تحلیل سلسله مراتبی فازی: جهت تعیین وزن نهایی و اولویت بندی عوامل کلیدی، از رویکرد تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده شد. این روش قادر است عدم قطعیت های ناشی از قضاوت های خبره را در یک محیط راهبردی به طور مؤثر مدیریت نماید (Kilic & Demirel, 2025; Makki, & 2025).



شکل ۱. گام های تحقیق

جدول ۱. مشخصات جمعیت شناختی جامعه آماری

ردیف	پست سازمانی	جنسیت	سطح تحصیلات	سابقه کار (سال)
۱	مدیر کل دفتر فنی و نگهداری زیرساخت	مرد	دکتری	۱۸
۲	مدیر بازرسی ناوگان حمل و نقل	مرد	فوق لیسانس	۱۵
۳	مدیرکل برنامه ریزی توسعه شبکه حمل و نقل	مرد	فوق لیسانس	۱۳
۴	مدیر ساخت پروژه های کلان راه	زن	فوق لیسانس	۱۳
۵	پژوهشگر ارشد مرکز تحقیقات راه	مرد	دکتری	۱۲
۶	مدیر بازرگانی و بازاریابی شرکت کشتیرانی	زن	دکتری	۱۶
۷	کارشناس ارشد ایمنی ترافیک جاده ای	زن	دکتری	۱۵
۸	پژوهشگر حوزه حمل و نقل	مرد	دکتری	۱۵
۹	مدیر برنامه ریزی حمل و نقل	مرد	فوق لیسانس	۱۰
۱۰	کارشناس فنی خطوط حمل و نقل	مرد	فوق لیسانس	۱۲

۴- یافته‌های تحقیق

همانطور که بیان شد، این تحقیق در ۵ گام به آینده‌پژوهی راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران پرداخته است که در ادامه نتایج مربوط به هر گام شرح داده شده است.

۴-۱- نتایج گام اول؛ شناسایی و اولویت‌بندی نیروهای

پیشران

برای تحلیل آینده‌پژوهی برنامه راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران ابتدا از طریق مرور پیشینه تحقیق و مصاحبه ۴ گویه اصلی و ۲۱ گویه فرعی استخراج شد؛ در ادامه این عوامل با استفاده از پرسشنامه جهت تعیین اهمیت هر یک از آنها در میان خبرگان شناسایی شده در این تحقیق توزیع گردید. بر اساس داده‌های جدول ۲، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر عدم تحقق برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند ملی به ترتیب عبارت‌اند از: نظام حکمرانی و چارچوب‌های سیاستی (Mnyakin, 2023;)

(Mitieka, et al., 2025)، ظرفیت منابع انسانی و میزان تخصص‌گرایی (Puzio, et al., 2025; GAO, 2023)، وضعیت زیرساخت‌ها و سطح بلوغ فناوری (Pawan et al., 2024; Makki, & Alqahtani, 2024) و در نهایت بافت اجتماعی و فرهنگی جامعه (WorldBank, 2023; Paiva, et al., 2021). این عوامل بیشترین وزن و تأثیر را در ناکامی اجرای این برنامه‌ها داشته‌اند.

عوامل فرعی با بیشترین اهمیت و وزن مؤثر بر عدم تحقق برنامه راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران شامل ضرورت بازنگری در ساختار کلی حمل‌ونقل کشور در حوزه‌ی سیاست‌گذاری، نیاز حیاتی به توسعه مداوم و آموزش‌های تخصصی برای منابع انسانی، وضعیت بلوغ زیرساخت‌های اطلاعاتی و فناوری برای هوشمندسازی، آمادگی زیرساخت‌های فناورانه‌ی نوین در بُعد تکنولوژیک، و نهایتاً نگرش مدیران و دانشگاه‌ها نسبت به اهمیت این موضوع در بافت اجتماعی و فرهنگی است که همگی مجموعاً به‌عنوان موانع اصلی شناخته می‌شوند.

جدول ۲. ضریب وزنی و اهمیت عوامل اصلی مؤثر بر عدم تحقق برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند

رتبه	عامل اصلی	نماد	وزن و ضریب اهمیت
۱	حکمرانی و چارچوب‌های سیاستی نظام	C4	۰/۵۵
۲	ظرفیت منابع انسانی و تخصص‌گرایی	C2	۰/۳۰
۳	زیرساخت‌ها و بلوغ فناوری	C3	۰/۲۷
۴	بافت اجتماعی و فرهنگی	C1	۰/۱۵

جدول ۳. ضریب وزنی و اهمیت عوامل فرعی مربوط به عامل اصلی حکمرانی و چارچوب‌های سیاستی

رتبه	عامل اصلی	نماد	وزن و ضریب اهمیت
۱	ضرورت بازنگری در ساختار حمل‌ونقل کشور	C41	۰/۲۵
۲	میزان آگاهی از چالش‌های بنیادین هوشمندسازی حمل‌ونقل	C42	۰/۲۴
۳	تحریم‌ها	C44	۰/۱۷
۴	بین‌المللی شدن	C46	۰/۱۵
۵	تدوین اسناد راهبردی، اجرایی و سازوکارهای تشویقی	C45	۰/۱۳
۶	عدم شفافیت در مدل گسترش هوشمندسازی	C43	۰/۰۶

جدول ۴. ضریب وزنی و اهمیت عوامل فرعی مربوط به عامل اصلی ظرفیت منابع انسانی و تخصص‌گرایی

رتبه	عامل اصلی	نماد	وزن و ضریب اهمیت
۱	نیاز به توسعه مداوم و آموزش‌های تخصصی	C21	۰/۲۹
۲	ظهور نقش‌ها و کارکردهای جدید برای متخصصان حوزه	C22	۰/۲۸
۳	همسویی دانش تخصصی با پیشرفت‌های فناورانه	C25	۰/۱۷
۴	تعامل و همفکری در میان متخصصان	C26	۰/۱۲
۵	خطر از دست رفتن سرمایه دانشی با بازنگری متخصصان	C23	۰/۰۸
۶	مهارت‌های عرضه‌ی محتوا	C24	۰/۰۶

جدول ۵. ضریب وزنی و اهمیت عوامل فرعی مربوط به عامل اصلی زیرساخت‌ها و بلوغ فناوری

رتبه	عامل اصلی	نماد	وزن و ضریب اهمیت
۱	وضعیت زیرساخت‌های اطلاعاتی و فناوری برای هوشمندسازی	C32	۰/۴۷
۲	هوشمندسازی نظام حمل‌ونقل در کشور	C34	۰/۲۸
۳	دسترسی و میزان سرعت اینترنت در کشور	C31	۰/۱۷
۴	تنوع و قالب‌های جدید تولید و تبادل داده‌ها	C33	۰/۰۸

جدول ۶. ضریب وزنی و اهمیت عوامل فرعی مربوط به عامل اصلی بافت اجتماعی و فرهنگی

رتبه	عامل اصلی	نماد	وزن و ضریب اهمیت
۱	نگرش مدیران آموزش نسبت به جایگاه و اهمیت هوشمندسازی حمل‌ونقل	C14	۰/۴۵
۲	میزان آگاهی و پذیرش عمومی نسبت به مزایای هوشمندسازی	C13	۰/۲۹
۳	چالش ساختاری مدرک‌گرایی در تقابل با شایسته‌سالاری فناورانه	C11	۰/۱۴
۴	ارزشمند شدن نقش هوشمندسازی حمل‌ونقل در مناسبات زندگی	C12	۰/۰۵
۵	تأثیرات اجتماعی ناشی از به‌کارگیری فناوری‌های حمل‌ونقل هوشمند	C15	۰/۰۸

نتایج حاصل از این روش ترکیبی، نشان می‌دهد که عوامل مرتبط با حکمرانی و منابع انسانی، بیشترین سهم از ضریب اهمیت کل را به خود اختصاص داده‌اند.

۴-۳- نتایج گام سوم: ترسیم سناریوهای آینده

این مرحله از پژوهش به ترسیم سناریوهای آینده برنامه راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران با بهره‌گیری از تحلیل ریخت‌شناختی و نرم‌افزار سناریویزارد اختصاص یافت (Hosseinpour, et al., 2025).

این رویکرد، امکان تبدیل ۱۲ نیروی پیشران کلیدی شناسایی‌شده به مجموعه‌ای از آینده‌های ساختارمند و قابل ارزیابی را فراهم می‌آورد. بدین منظور، با مطالعه متون و تحلیل دقیق شرایط، ۳۵ وضعیت محتمل برای این دوازده پیشران تعریف شد. این وضعیت‌ها در سه دسته اصلی طبقه‌بندی شده‌اند: (۱) وضعیت بحرانی: این حالت، نامطلوب‌ترین وضعیت ممکن برای هر یک از نیروهای پیشران را نشان می‌دهد و بر تأثیرات منفی و شدید آن بر تحقق آینده برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند تأکید دارد. (۲) وضعیت ایستایی: این حالت، وضعیت کنونی را نشان می‌دهد و پیش‌بینی می‌کند که نیروهای پیشران با همان سرعت و شرایط فعلی، در آینده نیز ادامه خواهند یافت و (۳) وضعیت مطلوب: این حالت، ایده‌آل‌ترین و بهترین شرایط ممکن را برای هر یک از نیروهای پیشران کلیدی به تصویر می‌کشد. هر یک از ۳۵ وضعیت ترسیم‌شده، متناسب با شرایط هر یک از دوازده پیشران کلیدی، نام‌گذاری شده و ویژگی‌های قابل تصور آن تشریح گردیده است.

۴-۲- نتایج گام دوم: تعیین وزن نهایی نیروهای پیشران

در گام دوم به منظور تعیین وزن نهایی نیروهای پیشران، اولویت‌بندی ۲۱ نیروی پیشران با بهره‌گیری از فرآیند تحلیل شبکه‌ای فازی انجام شد. در این مرحله با ضرب ماتریس اولیه به سوپرماتریس ناموزون، سوپرماتریس موزون تشکیل و وزن نهایی زیرمعیارهای موثر در عدم تحقق برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند تعیین شد. در این فرایند، با تشکیل سوپرماتریس وزنی و تکرار توان‌دهی (همگرایی در توان ۲۷)، وزن حدی و نهایی زیرمعیارها برای تأثیرگذاری بر برنامه حمل‌ونقل هوشمند در ایران تعیین شد. برای ساده‌تر شدن ارائه‌ی نتایج به دلیل حجم بالای نتایج سوپرماتریس حدی (توان ۲۷)، میزان اهمیت عوامل موثر بر عدم تحقق برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در جدول ۷ خلاصه شده است. ترکیب Fuzzy ANP با تحلیل‌های ساختاری DEMATEL در این مرحله، این امکان را می‌دهد تا ضمن لحاظ کردن وابستگی‌های داخلی شبکه عوامل، عدم قطعیت ناشی از قضاوت‌های خبرگان نیز مدیریت شود (Kilic & Demirel, 2025; Tadić, et al., 2014).

نتایج حاصل از به‌کارگیری روش ترکیبی دیمتل و فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی نشان می‌دهد که از میان عوامل مؤثر بر عدم تحقق برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران، به‌ترتیب ضرورت بازنگری در ساختار حمل‌ونقل کشور، میزان آگاهی از چالش‌های بنیادین هوشمندسازی حمل‌ونقل و همسویی دانش تخصصی با پیشرفت‌های فناورانه در جایگاه‌های اول تا سوم قرار دارند.

جدول ۷. وزن نهایی و اولویت بندی زیر معیارهای موثر بر عدم تحقق برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند

رتبه	عوامل موثر	وزن قطعی نهایی
۱	ضرورت بازنگری در ساختار حمل‌ونقل کشور	۰/۰۸۸
۲	میزان آگاهی از چالش‌های بنیادین هوشمندسازی حمل‌ونقل	۰/۰۸۰
۳	همسویی دانش تخصصی با پیشرفت‌های فناوریانه	۰/۰۶۸
۴	نیاز به توسعه مداوم و آموزش‌های تخصصی	۰/۰۶۵
۵	تدوین اسناد راهبردی، اجرایی و سازوکارهای تشویقی	۰/۰۶۲
۶	ظهور نقش‌ها و کارکردهای جدید برای متخصصان حوزه	۰/۰۶۰
۷	وضعیت زیرساخت‌های اطلاعاتی و فناوری برای هوشمندسازی	۰/۰۵۰
۸	هوشمندسازی نظام حمل‌ونقل و پیدایش سیستم‌های اطلاعاتی	۰/۰۵۰
۹	بین‌المللی شدن	۰/۰۴۸
۱۰	تحریم‌ها	۰/۰۴۷
۱۱	نگرش مدیران آموزشی نسبت به جایگاه و اهمیت هوشمندسازی حمل‌ونقل	۰/۰۴۷
۱۲	میزان آگاهی و پذیرش عمومی نسبت به مزایای هوشمندسازی	۰/۰۴۴
۱۳	دسترسی و میزان سرعت اینترنت در کشور	۰/۰۴۰
۱۴	خطر از دست رفتن سرمایه دانشی با بازنشستگی متخصصان	۰/۰۳۴
۱۵	تعامل و همفکری در میان متخصصان	۰/۰۳۴
۱۶	مهارت‌های عرضه‌ی محتوا	۰/۰۳۱
۱۷	تنوع و قالب‌های جدید تولید و تبادل داده‌ها	۰/۰۲۴
۱۸	چالش ساختاری مدرک‌گرایی در تقابل با شایسته‌سالاری فناوریانه	۰/۰۲۱
۱۹	عدم شفافیت در مدل گسترش هوشمندسازی	۰/۰۱۷
۲۰	ارزشمند شدن نقش هوشمندسازی حمل‌ونقل در در مناسبات زندگی	۰/۰۱۶
۲۱	تأثیرات اجتماعی ناشی از به‌کارگیری فناوری‌های حمل‌ونقل هوشمند	۰/۰۱۲

جدول ۸. حالت های مختلف عوامل کلیدی

شرح	حالت ۱	حالت ۲	حالت ۳
ضرورت بازنگری در ساختار حمل‌ونقل کشور	مطلوب (a1)	ایستا (a2)	بحرانی (a3)
میزان آگاهی از چالش‌های بنیادین هوشمندسازی حمل‌ونقل	درک قوی (b1)	-	درک ضعیف (b2)
همسویی دانش تخصصی با پیشرفت‌های فناوریانه	همگانی (c1)	ایستا (c2)	انحصاری (c3)
نیاز به توسعه مداوم و آموزش‌های تخصصی	تدوین منظم (d1)	بلا تکلیف (d2)	عدم تدوین (d3)
تدوین اسناد راهبردی، اجرایی و سازوکارهای تشویقی	مطلوب (e1)	ایستا (e2)	بحرانی (e3)
ظهور نقش‌ها و کارکردهای جدید برای متخصصان حوزه	قوی (f1)	-	ضعیف (f2)
وضعیت زیرساخت‌های اطلاعاتی و فناوری برای هوشمندسازی	قوی (g1)	-	ضعیف (g2)
هوشمندسازی نظام حمل‌ونقل و پیدایش سیستم‌های اطلاعاتی	مطلوب (h1)	ایستا (h2)	بحرانی (h3)
بین‌المللی شدن	قوی (i1)	ایستا (i2)	ضعیف (i3)
تحریم‌ها	عدم تحریم (g1)	ایستا (j2)	تحریم شدید (j3)
نگرش مدیران آموزشی نسبت به جایگاه و اهمیت هوشمندسازی حمل‌ونقل	بهینه (k1)	ساکن (k2)	محدود (k3)
میزان آگاهی و پذیرش عمومی نسبت به مزایای هوشمندسازی	هدفمند (l1)	-	بی هدف (l2)

نشان‌دهنده وضعیت ایستا و رنگ قرمز نشان‌دهنده نامطلوب بودن وضعیت تعریف شده است. این چارچوب بندی برای ورود به مرحله بعدی، یعنی شناسایی اثرات متقابل میان این متغیرهای کلیدی، انجام شده است. برای تحلیل روابط وضعیت‌های مورد بررسی و رسیدن به سناریوهای آتی از سناریونویسی با نرم‌افزار سناریوویزارد استفاده شد. از آنجایی که هدف ایجاد سناریوهای

برای آماده‌سازی تحلیل ریخت‌شناختی، نظرات پنل‌های خبرگان در خصوص حالت‌های مختلف هر متغیر کلیدی (توصیف‌گرها) مورد بحث و اجماع قرار گرفت. در نهایت، حالت‌های نهایی مفروض برای هر یک از این متغیرها در جدول ۸ قابل مشاهده است. مطلوبیت هر حالت نیز بر اساس اجماع خبرگان تعیین شده است، به‌طوری‌که رنگ سبز نشان‌دهنده مطلوبیت، رنگ زرد

ممکنی است که برای دوازده پیشران کلیدی از ترکیب همه ۳۲ وضعیت بدست می‌آید، توقع بر آن است که سناریوهای ترکیبی از میان $(2^8 \times 3^8 = 104976)$ سناریوی ممکن که شامل دوازده نیروی پیشران کلیدی باشد، استخراج شود که تمام احتمال‌های ممکن برای آینده پیشروی برنامه‌های راهبردی است. سناریوویزارد با لحاظ روابط مستقیم و غیرمستقیم نیروهای پیشران کلیدی، سناریوها با احتمال بروز قوی، سازگار و ضعیف را با انجام محاسبات سنگین را تعیین می‌کند. عموماً تعداد این سناریوها که از ترکیب همه حالات ممکن استخراج می‌شوند قابل توجه بوده؛ به همین دلیل دارای ارزش برابری نبوده و ایجاب می‌کند تا سناریوهای مناسب‌تر بر اساس شاخص‌های موردنظر سناریوها با سازگاری بیشتر شناسایی و انتخاب شوند. با تشکیل پل‌های خبرگان و تشکیل ماتریس اثرات متقابل و انجام تحلیل نرم‌افزاری، رتبه‌بندی سناریوها برای آینده پیش روی برنامه‌های راهبردی مشخص شد.

همان‌طور که در جدول ۸ دیده می‌شود، ۳۲ وضعیت احتمالی برای نیروهای پیشران اصلی این مطالعه (۱۲ نیرو) مشخص است. در ادامه با ساخت ماتریس 32×32 و ارائه آن به نخبگان، مقدار تاثیرگذاری هر کدام از وضعیت‌ها روی سایر وضعیت‌ها تعیین شد. پرسش اصلی برای هر وضعیت احتمالی «تاثیر عدم رخداد وضعیت‌های ۳۲ گانه در برنامه‌های راهبردی، بر رخداد یا عدم رخداد وضعیت‌های دیگر چیست؟» بود. نتیجه این نظرسنجی با تعیین عددی در بازه ۳ تا ۳- تعیین شد.

تشکیل ماتریس اثر متقابل طی جلساتی که با حضور تیم تحقیق و تیم نخبگان تشکیل شد، روابط بین توصیفگرهای مربوطه به صورت تحلیل اثر متقابل به پارامترهای کمی تبدیل شده و در خانه‌های ماتریس اثر متقابل قرار داده شد. در جهت تعیین سناریوهای سازگار، نیاز بود که تعیین شود کدام متغیرها، متغیرهای دیگر را تقویت و کدام متغیرها، در برابر متغیرهای دیگر مقاومت می‌کنند. میزان این تأثیرها در صورت سازگاری با استفاده از اعداد بین ۰ تا ۳ (بی‌اثر، ضعیف و قوی) و در صورت عدم سازگاری با استفاده از اعداد ۰ تا ۳- (بی‌اثر تا قوی) امتیازدهی شد. در این تحقیق، تحلیل اثر متقابل با استفاده از نرم‌افزار سناریوویزارد انجام شد. این نرم‌افزار کمک می‌کند تا از محاسبات دستی طولانی اجتناب شود.

۴-۴- نتایج گام چهارم؛ استخراج سناریوهای سازگار

در این مرحله لازم است تا سازگاری میان سناریوها شناسایی شود. ناسازگاری صفر برای هر سناریو در این تحقیق قوی‌ترین سناریو و ناسازگاری‌های یک و برخی از ناسازگاری‌های برابر

دو نیز مورد بررسی قرار گرفته است. در سناریوهای موردنظر سازگاری درونی برای یک یا دو توصیف‌گر برقرار نیست ولی کماکان آنها قابلیت باورکردنی بودن دارند. دلیل گزارش این سناریوها در این تحقیق ارائه‌ی گشودگی سناریوهای باورکردنی آینده است. با این وجود برای استفاده و تحلیل آنها احتیاط ضروریست. در نهایت به ترتیب اولویت، ۴ سناریوی دارای ناسازگاری صفر و ۵ سناریوی دارای ناسازگاری یک و دو انتخاب شدند که در ادامه معرفی شده است. این سناریوها آینده‌های باورکردنی پیش رو را ترسیم می‌کنند.

نرم‌افزار سناریوویزارد با بررسی و تحلیل وضعیت‌های مختلف و روابط بین آنها، ۴ سناریوی محتمل؛ ۹ سناریوی باورکردنی و ۲۹۷ سناریوی ممکن را گزارش داد.

همان‌طور که در بخش متدولوژی اشاره شد، بهترین و منطقی‌ترین راه‌حل انتخاب سناریوهای باورکردنی از میان سناریوهای قوی و ضعیف است؛ لذا سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی برای ۲۹۷ سناریوی ممکن یا ضعیف گزارش‌شده توسط سناریوویزارد کاری غیرمنطقی خواهد بود. در ادامه با تغییر نمره سازگاری از صفر به مقدار تنها یک انحراف معیار، ۱۳ سناریوی باورکردنی حاصل شد که امکان برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری خواهند داشت.

۴-۴-۱- سناریوهای منتخب

تجزیه و تحلیل سناریوها با نرم‌افزار سناریوویزارد ۹ سناریو را دارای احتمال وقوع بیشتر از سایر سناریوها نشان می‌دهد. همچنین ۲۹۷ سناریو احتمال وقوع ناچیز دارند. با نگاهی کلی چیرگی وضعیت‌های ایستا بر وضعیت‌های مطلوب و بحرانی را می‌توان مشاهده کرد. در ادامه ۹ سناریو با احتمال سازگاری مورد بررسی قرار گرفته است. وضعیت‌های هر یک از نیروهای پیشران کلیدی تأثیرگذار بر موضوع تحقیق در جدول ۹ بر اساس مطلوب بودن، ایستایی و یا بحرانی بودنشان ارائه شده است. در جدول ۱۰ نمره سازگاری و امتیاز اثرگذاری کل برای هر کدام از سناریوهای باورکردنی بیان شده است. با توجه به این که در تنظیمات نرم‌افزار سناریوویزارد خروجی سناریوها به ترتیب نمره سازگاری از بیشتر به کمتر تنظیم شده بود، لذا در جدول ۱۰ سناریوهای باورکردنی S1 تا S9 به ترتیب نمره سازگاری از بیشتر به کمتر بیان شده است. در این جدول تعداد وضعیت‌های بحرانی، ایستا و مطلوب برای هر کدام از سناریوهای باورکردنی ذکر شده است. ۴ سناریو S1، S2، S3 و S4 سناریوهای سازگار قوی یا محتمل با تعداد ناسازگاری صفر هستند که نمره سازگاری آنها نامنفی است.

با توجه به اینکه این ۴ سناریو محتمل‌ترین سناریو بین سایر سناریوها هستند در ادامه تحلیل این سناریوها ارائه شده است.

۴-۵- گام پنجم؛ تحلیل سناریوهای سازگار قوی یا محتمل

بر اساس خروجی نرم افزار سناریویزارد، سناریوهای S1، S2، S3 و S4 دارای نمره سازگاری نامفی (ناسازگاری صفر) هستند و به عنوان محتمل ترین آینده های پیش روی برنامه راهبردی حمل و نقل هوشمند در ایران انتخاب شدند. همانطور که در جدول ۹ نشان داده شده است، این سناریوها به ترتیب نمره سازگاری (از بیشتر به کمتر) و بر اساس امتیاز اثرگذاری کل رتبه بندی شده اند. در ادامه، تحلیل ماهیت این سناریوها ارائه می گردد.

۴-۵-۱ تحلیل سناریوی محتمل اول

این سناریو با نمره اثرگذاری ۲۲۱ قوی ترین، مطلوب ترین و محتمل ترین سناریوی پیش روی برنامه های راهبردی حمل و نقل هوشمند در ایران است. سناریوی مطلوب به سناریویی اشاره دارد که در آن شرایط ایده آل برای سیستم یا موضوع مورد بررسی محقق می شود. سناریوی محتمل به سناریویی اشاره دارد که احتمال وقوع بالایی دارد و بر اساس شرایط فعلی و روندهای موجود پیش بینی می شود.

جدول ۹. وضعیت هر یک از نیروهای پیشران کلیدی تأثیرگذار

S9	S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1	
گراپی علم	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	گراپی علم	گراپی علم	ضرورت بازنگری در ساختار حمل و نقل کشور
آگاهی	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	خوب	میزان آگاهی از چالش های بنیادین هوشمندسازی حمل و نقل
ضعیف	ایستا	ایستا	همانگی	قوی	همانگی	ایستا	همانگی	قوی	همسویی دانش تخصصی با پیشرفت های فناوریانه
علم بهسازی	بهسازی منظم	بالاکلیف	بالاکلیف	بالاکلیف	بالاکلیف	بالاکلیف	بهسازی منظم	علم بهسازی	نیاز به توسعه مداوم و آموزش های تخصصی
علم تدوین	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	تدوین	علم تدوین	تدوین اسناد راهبردی، اجرایی و سازوکارهای تشویقی
ضعیف	قوی	قوی	قوی	قوی	ضعیف	قوی	قوی	ضعیف	ظهور نقش ها و کارکردهای جدید برای متخصصان حوزه
ضعیف	قوی	قوی	قوی	قوی	ضعیف	قوی	قوی	ضعیف	وضعیت زیرساختهای اطلاعاتی و فناوری برای هوشمندسازی
بحرانی	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	مطلوب	بحرانی	هوشمندسازی نظام حمل و نقل و پیدایش سیستم های اطلاعاتی
ضعیف	ایستا	قوی	قوی	ایستا	ایستا	ایستا	قوی	ضعیف	بین المللی شدن
شدید	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	ایستا	گراپی علم	شدید	تحریم ها
ضعیف	ایستا	ایستا	ایستا	گراپی	ایستا	ایستا	گراپی	ضعیف	نگرش مدیران آموزشی نسبت به جایگاه و اهمیت هوشمندسازی حمل و نقل
تهدف	تهدف	تهدف	تهدف	تهدف	تهدف	تهدف	تهدف	تهدف	میزان آگاهی و پذیرش عمومی نسبت به مزایای هوشمندسازی

جدول ۱۰. نمره سازگاری و امتیاز اثرگذاری کل برای هر کدام از سناریوهای باورکردنی

سناریو	پیشران	نمره سازگاری	امتیاز اثرگذاری کل	تعداد وضعیت‌ها	
				بحرانی	ایستا
S1	۱۹	۲۲۱	۱۲	-	-
S2	۹	۱۸۱	-	۱۲	-
S3	۲	۱۰۲	-	۴	۸
S4	۰	۶۵	۴	-	۸
S5	-۲	۸۸	-	۶	۶
S6	-۲	۹۳	-	۶	۶
S7	-۲	۹۶	-	۵	۷
S8	-۲	۹۴	-	۵	۷
S9	-۲	-۸	۵	۲	۵

۴-۵-۲- تحلیل سناریوی محتمل دوم

این سناریو با نمره اثرگذاری ۱۸۱ یکی از مطلوبترین و محتملترین سناریوهای پیش روی برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران است. تمامی ۱۲ نیروی پیشران کلیدی تأثیرگذار بر برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در وضعیت مطلوب قرار دارند. سناریوهای دیگر مانند سناریوی دوم که در آن تمامی نیروهای پیشران در وضعیت مطلوب قرار دارند، احتمال وقوع کمتری دارند؛ زیرا دستیابی به این وضعیت نیازمند تغییرات اساسی در سیاست‌ها، افزایش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، و بهبود همکاری‌های بین‌المللی است. تمامی نیروهای پیشران در وضعیت مطلوب قرار دارند. این وضعیت می‌تواند منجر به موارد زیر شود:

- (الف) افزایش دسترسی به خدمات حمل‌ونقل با بهبود زیرساخت‌ها و افزایش منابع مالی
- (ب) ارتقای کیفیت خدمات با هوشمندسازی و استفاده از فناوری‌های جدید
- (ج) کاهش هزینه‌ها با بهبود مدیریت منابع و کاهش تحریم‌ها
- (د) افزایش بهره‌وری به وسیله هماهنگی میان تخصص و تحولات حوزه‌های تخصصی

از جمله نقاط قوت این سناریو می‌توان به (۱) نگرش مثبت نسبت به برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند و پذیرش علمی و اجتماعی آن، (۲) تدوین اسناد راهبردی و اجرایی، (۳) هوشمندسازی هدفمند، (۴) افزایش بهره‌وری و کارایی برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند، (۵) همگام‌شدن با

تمامی ۱۲ نیروی پیشران کلیدی تأثیرگذار بر برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران در وضعیت نامطلوب بوده و بهترین سناریو میان سناریوهای قوی به شمار می‌شود. این وضعیت می‌تواند ناشی از ادامه روندهای فعلی مانند تحریم‌های اقتصادی، کمبود منابع مالی، و عدم توجه کافی به زیرساخت‌های فناوری اطلاعات باشد.

با توجه به شرایط فعلی ایران، این سناریو در ۱۵ سال آینده احتمال وقوع بالایی دارد، مگر اینکه تغییرات اساسی در سیاست‌ها و مدیریت حوزه ایجاد شود. در این سناریو، تمامی نیروهای پیشران در وضعیت نامطلوب قرار دارند. این وضعیت می‌تواند منجر به موارد زیر شود:

- (الف) کاهش دسترسی به خدمات به دلیل کمبود منابع مالی و تحریم‌ها
- (ب) کاهش کیفیت خدمات به دلیل عدم توجه به زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و هوشمندسازی
- (ج) افزایش هزینه‌ها (تحریم‌های اقتصادی و کمبود منابع مالی)
- (د) کاهش بهره‌وری به علت عدم هماهنگی میان تخصص و تحولات حوزه‌ها تخصصی

از جمله نقاط ضعف این سناریو می‌توان به (۱) محدود شدن فعالیت‌های برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران (تنازع بقا)، (۲) نبود پذیرش علمی و اجتماعی، (۳) بی‌توجهی به تدوین اسناد راهبردی و اجرایی، (۴) عدم توجه به فرآیندهای هوشمندسازی، (۵) کاهش بهره‌وری، (۶) حمایت حداقلی از کارکنان و (۷) عدم هماهنگی با تحولات جدید و به‌روز اشاره کرد.

تحولات جدید جهانی و توانایی بکارگیری ابزارهای نوین و (۶) رقابت هدفمند اشاره کرد.

۴-۵-۳- تحلیل سناریوی محتمل سوم

این سناریو نمره اثرگذاری ۱۰۲ را به خود اختصاص داده است. ۴ نیروی پیشران کلیدی تأثیرگذار بر برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران در وضعیت مطلوب و ۸ نیروی پیشران کلیدی تأثیرگذار در وضعیت ایستا قرار دارند. از جمله نقاط قوت این سناریو می‌توان به (۱) نگرش مثبت نسبت به برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند و پذیرش علمی و اجتماعی آن، (۲) افزایش بهره‌وری و کارایی برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند و (۳) رقابت هدفمند اشاره کرد.

۴-۵-۴- تحلیل سناریوی محتمل چهارم

این سناریو نمره اثرگذاری ۶۵ را به خود اختصاص داده است. ۸ نیروی پیشران کلیدی تأثیرگذار بر برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در وضعیت ایستا و ۴ نیروی پیشران کلیدی تأثیرگذار در وضعیت نامطلوب قرار دارند. از جمله نقاط ضعف این سناریو می‌توان به (۱) نبود پذیرش علمی و اجتماعی، (۲) کاهش بهره‌وری برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند، (۳) حمایت حداقلی از کارکنان و (۴) نبود حس رقابت اشاره کرد. در جدول ۱۱ نتایج تحلیل تلفیقی چهار سناریوی محتمل خلاصه شده است.

جدول ۱۱. تحلیل تلفیقی چهار سناریوی محتمل

سناریو	ماهیت یا عنوان راهبردی	امتیاز	ترکیب وضعیت‌ها	پیامدها
S1	تنازع بقا بحرانی‌ترین سناریوی محتمل	۲۲۱	نامطلوب: ۱۲ ایستا: صفر مطلوب: صفر	کاهش شدید کیفیت خدمات بی‌اعتباری علمی حمل‌ونقل هوشمند سلطه‌ی موانع ساختاری و تحریمی
S2	رقابت هدفمند مطلوب‌ترین سناریوی محتمل	۱۸۱	نامطلوب: صفر ایستا: صفر مطلوب: ۱۲	همسویی کامل سیاست‌ها و زیرساخت‌ها، پذیرش کامل حمل‌ونقل هوشمند افزایش کلان بهره‌وری
S3	توسعه‌ی مفید سناریوی ایستا - مطلوب	۱۰۲	نامطلوب: صفر ایستا: ۸ مطلوب: ۴	پیشرفت‌های محدود و نقطه‌ای حفظ وضع موجود در اکثر موارد عدم تغییرات جهشی مثبت
S4	رکود نسبی سناریوی ایستا - نامطلوب	۶۵	نامطلوب: ۴ ایستا: ۸ مطلوب: صفر	بی‌اثر شدن برنامه‌ها فقدان رقابت و نوآوری غلبه‌ی عوامل نامطلوب بر هرگونه توسعه

بحث

مطابق نتایج، چالش‌های اقتصادی و مدیریت مالی یکی از مهم‌ترین موانع تحقق اهداف برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران است. این نتیجه با یافته‌های پژوهش‌های (Yazdani, 2024; Sanaci, et al., 2023) که به مشکلات مالی و نبود یکپارچگی اقتصادی در اجرای طرح اشاره داشتند، همخوانی دارد. این مشکل می‌تواند بر اجرای پروژه‌های زیرساختی، تأمین تجهیزات، آموزش و توسعه کارکنان و هوشمندسازی حمل‌ونقل تأثیر منفی بگذارد.

از سوی دیگر، پژوهش حاضر نشان داد که عوامل ساختاری (مجموعه‌ای از عوامل بنیادین سیاسی، اقتصادی، علمی و فنی) و زیرساخت‌ها از جمله نبود سیستم‌های یکپارچه و کارآمد، تأثیر قابل توجهی بر آینده برنامه‌های راهبردی حمل‌ونقل هوشمند در ایران دارند. این یافته‌ها با نتایج پژوهش (Morvati, Sharifabadi, et al., 2021) مطابقت دارد که مشکلات زیرساختی و عدم تناسب ساختاری را از چالش‌های اساسی این دست برنامه‌ها معرفی کردند.

همچنین، در بُعد عوامل اجتماعی - فرهنگی، نتایج نشان داد که نگرش و اعتماد عمومی به حمل و نقل هوشمند، نقش مهمی در تحقق اهداف برنامه‌ها دارد. این موضوع با یافته‌های (Karimi, Rahnama, et al., 2022) که به عوامل اجتماعی - فرهنگی و اهمیت مدیریت روابط انسانی در اجرای سیاست‌های عمومی اشاره داشتند، تطابق دارد. ضرورت اصلاح برنامه‌های راهبردی حمل و نقل هوشمند در ایران، یک اجماع عمومی و جهانی است؛ چرا که اکثر کشورها به‌طور مداوم در حال به‌روزرسانی این برنامه‌ها هستند. مهم‌ترین عامل این اصلاحات، نیاز حیاتی به بهینه‌سازی هزینه‌های سنگین بخش حمل و نقل است؛ اما همزمان، افزایش انتظارات جامعه (ناشی از بهبود شرایط اقتصادی و تمایل به پرداخت بالاتر) مردم را به سمت توقع دریافت خدماتی هم‌سطح کشورهای توسعه‌یافته سوق داده است که این امر، بازنگری راهبردی را تحت اهمیتی مضاعف برای دستیابی همزمان به کارایی اقتصادی و ارتقاء کیفیت خدمات قرار می‌دهد. نتایج حاصل از به‌کارگیری روش ترکیبی دیمتل و فرایند تحلیل شبکه‌ای نشان داد که از میان عوامل مؤثر بر عدم تحقق برنامه‌های راهبردی حمل و نقل هوشمند در ایران، به‌ترتیب، (۱) ضرورت بازنگری در ساختار حمل و نقل کشور، (۲) میزان آگاهی از چالش‌های بنیادین هوشمندسازی حمل و نقل، (۳) همسویی دانش تخصصی با پیشرفت‌های فناوری، (۴) نیاز به توسعه مداوم و آموزش‌های تخصصی، (۵) تدوین اسناد راهبردی، اجرایی و سازوکارهای تشویقی، (۶) ظهور نقش‌ها و کارکردهای جدید برای متخصصان این حوزه، (۷) وضعیت زیرساخت‌های اطلاعاتی و فناوری برای هوشمندسازی، (۸) هوشمندسازی نظام حمل و نقل و پیدایش سیستم‌های اطلاعاتی، (۹) بین‌المللی شدن و (۱۰) تحریم‌ها در جایگاه‌های اول تا دهم قرار دارند.

اجرای موفقیت‌آمیز برنامه‌های راهبردی حمل و نقل هوشمند در ایران نیازمند رویکرد سیستمی است که عوامل مدیریتی، فناوری، انسانی و فرهنگی را به‌صورت یکپارچه پوشش دهد. اولویت‌دهی به بازنگری ساختاری، توانمندسازی نیروی انسانی و هوشمندسازی زیرساخت‌ها می‌تواند شکاف بین برنامه‌ریزی و اجرا را کاهش دهد. همچنین، تعامل با ذینفعان داخلی و بین‌المللی برای جلب مشارکت و سرمایه‌گذاری ضروری است. تقویت و توسعه حمل و نقل هوشمند مستلزم یک بازنگری ساختاری جامع است که باید از طریق تشکیل کمیته‌های فنی، مطالعات میدانی دقیق و استقرار سامانه‌های نظارتی، مشکلات

اساسی را شناسایی کند؛ این راهبرد باید همزمان با توسعه همکاری‌های بین‌المللی و تحقیقات داخلی برای خشتی کردن تحریم‌ها پیش برود؛ در کنار آن، ارتقاء بافت حرفه‌ای با توانمندسازی نیروی انسانی و همسوسازی تخصص با فناوری‌های نوین، ارتقای زیرساخت‌های فناورانه از طریق هوشمندسازی، و تغییر نگرش اجتماعی - فرهنگی با ترویج مزایای سیستم جدید و تعامل با دانشگاه‌ها در دستور کار قرار گیرد. مطابق با نتایج پژوهش حاضر و مطالعات پیشین، برنامه‌های راهبردی حمل و نقل هوشمند در ایران برای دستیابی به اهداف مطلوب خود از جمله افزایش دسترسی به خدمات، کاهش هزینه‌های مستقیم پرداختی مردم، ارتقای کیفیت خدمات، هوشمندسازی، پایداری مالی و واقعی سازی تعرفه‌ها نیازمند بازنگری اساسی در ابعاد اقتصادی، ساختاری و اجتماعی است. این بازنگری باید مبتنی بر آینده‌پژوهی و تحلیل جامع شرایط اقتصادی و اجتماعی کشور باشد. توسعه زیرساخت‌های فناوری اطلاعات برای بهبود یکپارچگی سیستم‌های مدیریتی، تدوین سیاست‌های مالی پایدار با بهره‌گیری از مدل‌های نوین تأمین مالی، اجرای برنامه‌های آگاهی‌بخشی برای افزایش اعتماد عمومی و استفاده از روش‌های آینده‌پژوهی برای بهینه‌سازی سیاست‌های مرتبط با برنامه‌های راهبردی، می‌تواند به سیاست‌گذاران و مدیران کمک کند تا با در نظر گرفتن درس‌های گذشته و چالش‌های کنونی، مسیر توسعه پایدار را برای این طرح مهم هموار کنند.

۵- نتیجه‌گیری

حمل و نقل به دلیل رویارویی با تغییرات سریع و بزرگ در ابعاد سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری و زیست‌محیطی، با پیچیدگی و خطرپذیری زیادی روبروست که ایجاب می‌کند برنامه‌های راهبردی حمل و نقل هوشمند از تاب‌آوری بالایی برخوردار باشند تا بتوانند بحران‌های پیش‌بینی‌نشده را مدیریت کنند. موفقیت این برنامه‌ها نیازمند تقویت سیاست‌گذاری، مدیریت کارآمد، تأمین زیرساخت‌ها و تخصیص منابع کافی است؛ ضمن آنکه مدیریت اهداف مشخص و رویکرد گام‌به‌گام برای اجرای پروژه‌ها حیاتی است. با توجه به چالش‌های مالی و تحریم‌ها، برنامه‌ریزی دقیق و انعطاف‌پذیر برای هماهنگ‌سازی تخصص‌ها با تحولات حوزه ضروری است. در نهایت، کلید دستیابی به حمل و نقل هوشمند قابل قبول در ایران، اصلاح

محدودیت‌های پژوهش

محدودیت اصلی پژوهش حاضر شامل وابستگی به نظرات متخصصان و خبرگان است که ممکن است سوگیری‌های شخصی را وارد نتایج کند. همچنین عدم دسترسی به پایگاه‌های داده بین‌المللی که دقت و جامعیت مقایسه‌ها را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، محدودیت زمانی اجرای مطالعه در شرایط متغیر اقتصادی و سیاسی، نیاز به بازنگری بلندمدت نتایج را ایجاد می‌کند و تمرکز بر عوامل کلیدی، منجر به عدم بررسی عمیق برخی عوامل فرعی و تأثیرگذار شده است.

اساسی در ابعاد اقتصادی، ساختاری و اجتماعی است که باید بر پایه آینده‌نگری و تحلیل جامع شرایط کشور بنا شود. عدم انجام اصلاحات بنیادین منجر به سناریوهای منفی شامل کاهش دسترسی و کیفیت خدمات، افزایش هزینه‌ها و نارضایتی عمومی و ناپایداری مالی خواهد شد که پیشگیری از آن‌ها مستلزم بازنگری ساختار پژوهش و آموزش، شناسایی دقیق مشکلات، توسعه فناوری اطلاعات و تقویت همکاری بین‌بخشی، آگاهی عمومی و مدیریت منابع است.

۶-مراجع

- Hassan, M., Abdullah, A.N., Saikat, S.Sh., Arpita, P., & Hridoy, D.M. (2025). Application of machine learning in intelligent transport systems: a comprehensive review and bibliometric analysis. *Discov Civ Eng* 2. 98. doi: 10.1007/s44290-025-00256-2
- Hosseinpou, M., Kalantari, M., & Jafarpour, K. (2025). Exploring urban future: enhancing good urban governance through scenario planning in Urmia city, Iran. *City and Built Environment*. 3(18). doi:10.1007/s44213-025-00056-5
- Karimi Rahnama, A., Faramrzi Asli, M., Jamali, S., & Sattarzadeh, D. (2022). Identification and analysis of key factors of transportation-based development with emphasis on the metropolitan structure of Tabriz. *Territory*. 19(73). 25-46. doi: 10.30495/sarzamin.2022.58909.1932
- Keseru, I., Thierry, C., & Cathy, M. (2021). Stakeholders' preferences for the future of transport in Europe: Participatory evaluation of scenarios combining scenario planning and the multi-actor multi-criteria analysis. *Futures*. 127. doi: 10.1016/j.futures.2020.102690
- Kilic, M., & Demirel, T. (2025). Fuzzy Decision Systems for Sustainable Public Transport: A Literature Review. *International Journal of Computational Intelligence Systems*. 18. doi:10.1007/s44196-025-00904-6
- Makki, A. A., & Alqahtani, A. Y. (2024). Analysis of the Barriers to Smart City Development Using DEMATEL. *Urban Science*, 8(1). 10. doi:10.3390/urbansci8010010
- Mitieka, D., Rose L., Hossana T., & Joash M. (2025). Mapping the Institutional and Socio-Political Barriers to Smart Mobility Adoption: -Adam, A. (2023). Systems Thinking and Strategic Foresight. File. Public Institutions and Digital Government, *Department of Economic and Social Affairs*.
- Afsharpour, M. (2021). Future Research for Financing of the Railway Transportation. *Journal of Development and Capital*. 16(1). 81-102. doi: 10.22103/jdc.2021.17744.1138
- Ahangari, N. & Yavari, A. (2025). Structural analysis of urban sustainable transportation policies for the future. *Geography and Regional Future Studies*. 3(1). 39-55. doi:10.30466/grfs.2025.56019.1093
- Auvinen, H., & Tuominen, A. (2014). Future transport systems: long-term visions and socio-technical transitions. *European Transport Research Review*. 6. 343-354. doi: 10.1007/s12544-014-0135-3
- GAO. (2023). Intelligent Transportation Systems: Benefits Related to Traffic Congestion and Safety Can Be Limited by Various Factors and Challenges. Report No.: GAO-23-105740.
- Ghasemi, A., Keshavarzi, A., Abdelmoniem, A.M., Nejati, O.R., & Tajedin, D. (2025). Edge intelligence for intelligent transport systems: Approaches, challenges, and future directions. *Expert Systems with Applications*. 280. doi: 10.1016/j.eswa.2025.12727
- Goumiri, S., Saïd, Y., & Soufiene D. (2025). Smart mobility in smart cities: Emerging challenges, recent advances and future directions. *Journal of Intelligent Transportation Systems: Technology, Planning, and Operations*. 29(1). 81-117. doi: 10.1080/15472450.2023.2245750

Data Analysis and Data Mining Methods; Case Study: Railways of Iran. *The 19th International Conference on Traffic and Transportation Engineering*. Tehran: Transportation and Traffic Organization of Tehran. doi:10.2139/ssrn.5192834

-Stefan, G., Scott, C., James, H., Paul, P., & Eke, E. (2018). Desirable transport futures. *Transportation Research Part D Transport and Environment*. 61. 301-309.

doi:10.1016/j.trd.2018.01.008

-Tadić, S., Slobodan, Z., & Mlade, K. (2014). A novel hybrid MCDM model based on fuzzy DEMATEL, fuzzy ANP and fuzzy VIKOR for city logistics concept selection. *Expert Systems with Applications*. 41(18). 8112-8128.

doi:10.1016/j.eswa.2014.07.021

-Tandise, M., & Rezaei M. (2013). Strategic Planning of Civil Persistent Transportation in Metropolises of Iran (Case Study: City of Mashhad). *Quarterly Journal of Transportation Engineering*. 5(1), 1-18.

doi: 20.1001.1.20086598.1392.5.1.1.9

-UNECE. (2024). Intelligent Transport Systems (ITS) for Sustainable Mobility, Second Edition.

-Waqar, A., Abdulaziz, H.A., Fayez, A., Saleh, A., & Hamad, R.A. (2023) Evaluation of challenges to the adoption of intelligent transportation system for urban smart mobility. *Research in Transportation Business & Management*. 51.

doi: 10.1016/j.rtbm.2023.101060

-Witzel, J. (2020). Evaluation Tensions: How climate change mitigation visions become marginalized in long-term transport planning. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 83.

doi: 10.1016/j.trd.2020.102503

-WorldBank. (2023). Foresight and Scenario Planning for Smart Mobility in Latin America and the Caribbean. *World Bank*.

doi: 10.1596/39967

-Yazdani, A. (2024). Identifying and prioritizing factors affecting sustainable transportation services. *Second National Transit Conference; Iran, Corridor Diplomacy*. Mashhad.

A TISM-MICMAC Approach. *Smart Cities*. 8(6). doi: 10.3390/smartcities8060182

-Mnyakin, M. (2023). Applications of AI, IoT, and Cloud Computing in Smart Transportation: A Review. *Artificial Intelligence in Society*. 3(1): 9-27.

-Morvati Sharifabadi, A., Mansouri Z., Zare Ahmadabadi, H., & Zanjirchi, S. M. (2021). Determining the Key Factors Affecting the Freight Rail Transportation System in the 50-Year Horizon Using the Delphi. *Iran Futures Studies*. 6(1). 205-233.

doi: 10.30479/jfs.2021.14473.1245

-Okoli, Ch., & Suzanne, P. (2021). The Delphi method in panel research: The state of research in IS. *Information & Management*. 58(1).

doi:10.1016/j.im.2003.11.002

-Paiva, S., Mohd, A., Gautami, T., Noushaba, F., & Gabriella, C. (2021). Enabling Technologies for Urban Smart Mobility: Recent Trends, Opportunities and Challenges. *Sensors*. 21(6). doi:10.3390/s21062143

-Pawan W, Arun V, Rahul R.N., Yusuf J.A. (2024). Role of AI and IoT in Intelligent Transportation. *Artificial Intelligence for Future Intelligent Transportation*, Apple Academic Press. 129-141.

doi:10.1201/9781003408468-8

-Puzio, E., Wojciech D., & Maciej K. (2025). The Role of Intelligent Transport Systems and Smart Technologies in Urban Traffic Management in Polish Smart Cities. *Energies*. 18(10). doi:10.3390/en18102580

-Razakova, D., Shatila, Kh., Davtyan, A., & Shmatko, L. (2023). Analysis for the sustainability of intelligent transport systems in the United States. *In E3S Web of Conferences*. doi: 10.1051/e3sconf/202338905002

-Rong, R., Shoufeng, M., Nianlu, R., Qinpeng, L. & Ning, J. (2025). Generative artificial intelligence in intelligent transportation systems: A systematic review of applications. *Frontiers of Engineering Management*. 12. 1020–1036.

doi: 10.1007/s42524-025-4241-9

-Sanaei, A., Abdolmaleki, M., & Nazari, S. (2023). Identifying the Most Influential Factors in Railway Freight Transportation by Using

Scenario-Based Modeling of Strategic Evolution of Intelligent Transportation Systems in Iran

*Mehdi Mohammadi, Assistant Professor, Dept. of Civil Engineering,
Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran.*

*Ebrahim Emami Qaratapeh, Ph.D., Grad., Department of Knowledge and Information
Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.*

E-mail: mohammadi.m@Azaruniv.ac.ir

Received: March 2026- Accepted: August 2026

ABSTRACT

Since monitoring and evaluating the achievement of long-term goals in organizations is a vital matter, the present study examines and assesses the Strategic Plan for Transportation of Iran using a foresight approach. This research was conducted using a mixed-methods approach (Quantitative-Qualitative), relying on literature review. Data were collected through cross-impact analysis and scenario building. The final analysis was performed using MICMAC and ScenarioWizard software, as well as the opinions of transportation experts. Data analysis using ScenarioWizard software indicated that the probability of occurrence for 9 scenarios was higher than for others, and 297 scenarios had a low probability of occurrence. Among these 9 scenarios, 4 scenarios were identified as stronger. The first scenario was introduced as the most dominant; however, this scenario depicts an undesirable situation where all driving forces are in a critical state. The second, third, and fourth scenarios were ranked sequentially afterward. To ensure the fulfillment of the objectives set out in the National Intelligent Transportation Strategic Document, it is essential for responsible organizations to take immediate action regarding the enhancement of policy-making and system management levels, the provision of technical infrastructure, and the allocation of necessary resources.

Keywords: Intelligent Transportation, Iran, Scenario-Based Planning, Strategic Foresight