

Determining the Key Factors Affecting the Freight Rail Transportation System in the 50-Year Horizon Using the Delphi

Ali Morvati Sharifabadi

Associate Professor of Management, Yazd University, Yazd, Iran,
(Corresponding Author) alimorovati@yazd.ac.ir

Zahra Mansouri

PhD Student in Industrial Management, Yazd University, Yazd, Iran, mansouri6672@gmail.com

Habib Zare Ahmadabadi

Assistant Professor of Management, Yazd University, Yazd, Iran, zarehabib@yazd.ac.ir

Seyed Mahmoud Zanjirchi

Associate Professor of Management, Yazd University, Yazd, Iran, zanjirchi@yazd.ac.ir

Abstract

Objective: The main goal of this research is to identify the factors influencing the future of the rail transportation system in the freight sector.

Method: In order to identify the factors affecting the rail transportation system in the freight sector, the present research uses a combination of library and field investigation, PESTEL model, Delphi method and SMART PLS for data analysis.

Findings: The three stages of this research seek to present the most important factors affecting the future of rail freight in Iran. In the first stage, all factors were identified. In the second stage, consensus was reached using the Delphi method in three consecutive periods. In the third stage, based on the opinion of experts and the use of SMARTPLS software, out of 168 factors identified, 76 factors are considered more important as the main effective factors in Iran's 50-year foresight which were classified into 8 main categories.

Conclusion: Identifying and planning factors affecting every industry is of particular importance. By identifying indicators, planners and policymakers will determine which indicators are important. The indicators also help policymakers and planners to move towards the main goals as well as investing and optimizing the most important factor.

Keywords: Foresight, Freight Rail Transportation, Delphi, SMART PLS.

Semiannual Journal of Iran Futures Studies, Research Article, Vol.6, NO.1, Spring & Summer 2021, 205-233

DOI: 10.30479/jfs.2021.14473.1245

Received on 4 November, 2020 Accepted on 23 March, 2021

Copyright© 2021, Sharifabadi, Mansouri, Ahmadabadi & Zanjirchi

Publisher: Imam Khomeini International University

شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر سیستم حمل و نقل ریلی باری در افق ۵۰ ساله با استفاده از تکنیک دلفی

علی مروتی شریف آبادی

دانشیار دانشگاه مدیریت، دانشگاه یزد، یزد، ایران (نویسنده مسئول) alimorovati@yazd.ac.ir

زهرا منصوری

دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی دانشگاه یزد، یزد، ایران، mansouri6672@gmail.com

حبيب زارع احمدآبادی

استادیار دانشگاه مدیریت، دانشگاه یزد، یزد، ایران، zarehabib@yazd.ac.ir

سید محمود زنجیرچی

دانشیار دانشگاه مدیریت، دانشگاه یزد، یزد، ایران، zanjirchi@yazd.ac.ir

چکیده

هدف: هدف اصلی این تحقیق، شناسایی عوامل مؤثر بر آینده سیستم حمل و نقل ریلی در بخش باری است. **روش:** جهت شناسایی عوامل مؤثر بر سیستم حمل و نقل ریلی در بخش باری از مطالعات کتابخانه‌ای، میدانی، مدل PESTEL، روش دلفی و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزار SMART PLS استفاده شده است. **یافته‌ها:** سه مرحله این تحقیق به دنبال ارائه مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آینده حمل و نقل ریلی باری در ایران بوده است. در مرحله اول، همه عوامل شناسایی شدند. در مرحله دوم، با استفاده از روش دلفی در سه دوره متوالی اتفاق نظر حاصل شد و در مرحله سوم، بر اساس نظر کارشناسان و استفاده از نرم افزار SmartPLS، از ۱۶۸ فاکتور شناسایی شده، ۷۶ عامل به عنوان مهم‌ترین عوامل مؤثر در آینده‌نگری ۵۰ ساله ایران در نظر گرفته و در ۸ دسته اصلی طبقه‌بندی شدند.

نتیجه‌گیری: عواملی که در آینده‌نگاری هر سیستم به کار می‌روند، در هر کشور، جامعه، فرهنگ، سیاست و حتی در برهه‌ای از زمان متفاوت است. شناسایی و برنامه‌ریزی برای عوامل تأثیرگذار در هر صنعت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با شناسایی شاخص‌های تأثیرگذار، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران تعیین می‌کنند کدام شاخص‌ها در اولویت قرار دارند. همچنین برای پیشروی به سوی هدف اصلی سازمان‌ها، شناسایی این شاخص‌ها به سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان برای سرمایه‌گذاری و بهینه کردن مهم‌ترین شاخص کمک می‌کند.

واژگان کلیدی: آینده‌نگاری، حمل و نقل ریلی باری، دلفی، SMART PLS.

⁴ دو فصلنامه علمی آینده پژوهی ایران، مقاله پژوهشی، دوره ۶، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۰، ۲۰۵-۲۳۳

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۸/۱۴ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۰/۱/۳



ناشر: دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

مقدمه

یکی از مهم‌ترین ارکان در هر اقتصادی، بخش حمل و نقل می‌باشد. دولت‌هایی که در بخش حمل و نقل از دستگاه‌های مجهز و به‌روزتری استفاده می‌کنند، در زمینه اقتصادی پیشرفته‌تر هستند؛ بنابراین، رابطه دوطرفه‌ای میان پیشرفت و توسعه اقتصادی و گسترش خدمات حمل و نقل وجود دارد (فطرس و همکاران، ۱۳۹۳)، به‌طوری که فعالیت‌های بخش حمل و نقل موجب ایجاد تحرک در بخش‌های دیگر اقتصاد می‌شود. علاوه بر زیرساخت‌های حمل و نقلی (در بخش راه‌آهن، جاده، بندر، خطوط لوله گاز و نفت، فرودگاه و پایانه‌های مسافری یا حمل بار) که نیازمند سرمایه‌گذاری‌های گزاف زیربنایی هستند، دستگاه‌ها و ماشین‌آلات مختلفی که در مودهای مختلف ناوگان حمل و نقلی وجود دارند و همچنین فعالیت‌های جانبی آن‌ها نیز به دلیل سرمایه‌بر بودن، سایر بخش‌های اقتصاد را تحریک می‌کنند (شریفی، ۱۳۹۰). حمل و نقل یکی از مهم‌ترین و پرهزینه‌ترین فعالیت‌های زنجیره تأمین است که به عنوان حلقه اتصال بین شرکای مختلف زنجیره تأمین عمل می‌کند. هدف اصلی حمل و نقل بار، جابجایی مقرون به صرفه و در دسترس بودن بار برای مشتریان می‌باشد (کراینیک^۱، ۲۰۰۳). حمل و نقل نقطه اتصال چرخه محصولات تولیدی، به مصرف‌کننده و بازمانده مصرف به تولیدکننده می‌باشد. خدمات این بخش به گونه‌های مختلفی از قبیل: جاده‌ای، ریلی، هوایی، راه‌آهن، دریایی و خط لوله ارائه می‌شود که هریک از این بخش‌ها به دو دسته بار و مسافر تقسیم می‌گردند. ترکیب استفاده از گونه‌های مختلف این خدمت در هر کشور و نیز بهره‌بردن از ارزش‌افزوده ناشی از آن‌ها، بستگی به ساختار آن کشور دارد. تحولات بازار حمل و نقل به دلیل تأثیر وسیع بر بازار تقاضای انرژی و نیز رشد و توسعه اقتصادی، دارای اهمیت فراوان می‌باشد (کشاورزیان، ۱۳۹۵).

تحقیقات نشان داده است، سرمایه‌گذاری و میزان سرمایه به کار رفته در حمل و نقل بر رشد اقتصادی و افزایش اشتغال تأثیر مثبت معناداری داشته است (عریگول و همکاران^۲، ۲۰۱۲)، و نیز یا^۳ (۲۰۱۱). پژوهشگران ایرانی نیز اذعان داشتند، رشد اقتصادی که به واسطه توسعه حمل و نقل به وجود می‌آید، باعث کاهش اختلاف درآمد در اقشار مختلف جامعه می‌شود (مهرگان و دهقانی احمدآباد، ۱۳۸۹). در مطالعات حمل و نقل کالا در سطح کشور، نحوه برقراری جریان کالا بین استان‌ها و یا شهرهای کشور مورد توجه قرار می‌گیرد که می‌تواند ابعادی چون تولید، توزیع، انتخاب وسیله حمل، ارتباط بین تولیدکننده و مصرف‌کننده، تصمیمات لجستیکی شرکت‌ها و صنایع در نحوه فرستادن محمولات باری، بارگذاری شبکه و مواردی از این دست

1. Crainic

2. Eruygur et al.

3. Venezia

را شامل شود (فردریک و همکاران^۱، ۲۰۰۳). به عبارتی فرآیند جابه‌جایی کالا از مرحله تولید آن تا رسیدن به مصرف کننده نهایی مورد تحلیل قرار می‌گیرد که خود نشان‌دهنده پیچیدگی موضوع مورد بحث می‌باشد. مسائل مربوط به محیط‌زیست، آلودگی، سر و صدا و ازدحام، خرابی زیرساخت‌های جاده‌ای، افزایش مرگ و میر و ترافیک، از مشکلات حمل و نقل جاده‌ای است (یوبلس و همکاران^۲، ۲۰۰۲) که منجر به ترغیب دولت و بخش خصوصی برای توسعه ناوگان ریلی می‌شود. در عصر حاضر، با توجه به هزینه‌های بسیار بالای زیرساخت‌های ریلی و محدود بودن منابع مالی دولت‌ها و همچنین به علت مسافت طولانی بین مراکز تولیدی و مصرفی، امکان حمل کالاهای خاص و خطرناک و محمولات ترافیکی، حمل و نقل ریلی بیشتر از گذشته مورد توجه قرار گرفته است (قهرمانی و همکاران، ۱۳۹۰).

از طرف دیگر، محیط سازمان‌ها روز به روز به سمت عدم اطمینان و پیچیدگی پیش می‌رود. هر قدر عدم اطمینان بیشتر شود، توانایی درک آینده از اهمیت بیشتری برخوردار می‌شود. عدم موفقیت در شناخت آینده می‌تواند کسب و کارها را به نابودی و ورشکستگی بکشاند و این امر موجب شده تا فعالیت‌های آینده‌نگری بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد.

اگرچه بخش حمل و نقل نقشی اساسی در رشد اقتصاد یک کشور دارد، اما موجب انتشار ۲۰٪ گازهای گلخانه‌ای می‌شود (آلیسس و واسالو^۳، ۲۰۱۵) و همچنین حدود ۱۹٪ از مصرف انرژی جهانی را تشکیل می‌دهد (راتاناورا و جومنوا^۴، ۲۰۱۵).

در قیاس با سایر صنایع، گسترش صنعت ریلی هزینه زیادی را در بر دارد که شامل هزینه ناوگان ریلی و هزینه‌های گزاف تعمیر و نگهداری می‌باشد. به علت اینکه توسعه این بخش توسط دولت صورت می‌گیرد، با توجه به محدودیت منابعی که در دولت‌ها وجود دارد، توسعه در بخش حمل و نقل ریلی بسیار آهسته صورت می‌گیرد. از سوی دیگر، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران صنعت حمل و نقل می‌بایست هزینه‌های مختلف این سیستم؛ همچون هزینه‌های زیست‌محیطی، نگهداری، امنیت و شلوغی شبکه را در ارائه راهکارهای مدیریت و گسترش شبکه در نظر بگیرند (برایان و همکاران^۵، ۲۰۰۷). این در حالی است که واحدهای تجاری و صنعتی به طور فزاینده‌ای از راهبردهای پیچیده مدیریت زنجیره تأمین، جهت کاهش هزینه بهره می‌برند و این موضوع باعث پیچیده‌تر شدن فرآیند تصمیم‌گیری آن‌ها در حمل بار می‌شود. طبق آمار بانک جهانی، مصرف سوخت در شبکه ریلی برای هزار تن بار، معادل ۷٫۶ لیتر است و این میزان در حمل و نقل جاده‌ای برابر ۲۱٫۵ لیتر می‌باشد. بنابراین برای جابجا کردن هر هزار تن -کیلومتر بار در شبکه ریلی نسبت به حمل و نقل جاده‌ای، ۱۴ لیتر سوخت کمتر مصرف

1. Friedrich et al.

2. Ubbels et al.

3. Alises & Vassallo

4. Ratanavaraha and Jomnonkwao

5. Bryan et al.

می‌شود. اگر متوسط حمل سالانه ۱۰ میلیارد تن - کیلومتر در بخش ریلی باشد، می‌توان گفت سالانه ۱۴۰ میلیون لیتر در حمل ریلی قابل صرفه‌جویی است. در ایران با توجه به مصرف کمتر گازوئیل در بخش حمل و نقل باری (۵,۵ برابر کمتر) به نسبت حمل و نقل جاده‌ای، می‌توان نتیجه گرفت، حمل بار در بخش جاده‌ای تقریباً ۱۵ برابر آن در بخش حمل و نقل ریلی می‌باشد (سیفی‌پور و امینی، ۱۳۹۱).

هزینه توسعه ناوگان در بخش ریلی؛ شامل هزینه‌های خرید لکوموتیو، واگن‌های باری یا مسافری می‌باشد. قیمت واگن‌های باری به طور میانگین بین ۶۰ تا ۹۰ هزار دلار است که به طور متوسط، میانگین طول عمر واگن‌ها طبق استاندارد جهانی ۳۰ سال اما در ایران ۴۵ سال می‌باشد. هزینه خرید لکوموتیو نیز حدود ۱ تا ۲ میلیون دلار می‌باشد. با توجه به قیمت تقریبی دیزل‌های آلستوم، حدود ۲ میلیون دلار و با فرض بالاتر بودن ۱۰٪ قیمت برقی مشابه، قیمت کشنده دیزلی و برقی به ترتیب ۲ و ۲,۲ میلیون دلار می‌باشد. هزینه نگهداری خط معمولاً درصد قابل‌توجهی از هزینه کل شبکه راه‌آهن را به خود اختصاص می‌دهد. در خطوط با بار متوسط (۳۰۰۰۰ تا ۴۰۰۰۰ تن در روز)، هزینه نگهداری هر کیلومتر خط در سال ۱۰۰ میلیون ریال می‌باشد و به طور متوسط هر ۳۰ سال یک بار باید کل ریل تعویض گردد. بر اساس اطلاعات به‌دست‌آمده، میانگین طول عمر برای لکوموتیوها ۲۹ سال، برای واگن‌های مسافری حدود ۲۵ سال و برای واگن‌های باری ۱۸ سال در نظر گرفته شده است.

از سال ۱۳۸۴ خصوصی‌سازی در بخش حمل و نقل ریلی انجام شده است و تا کنون حدود ۹۵٪ واگن‌های باری به بخش خصوصی واگذار شده است (۵٪) باقی مانده، واگن‌هایی هستند که راه‌آهن برای انجام امور اداری خود به آن‌ها نیازمند است (پایگاه اینترنتی راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران^۱، ۱۳۹۹). بر اساس کاربری، واگن‌های موجود در راه‌آهن ایران را می‌توان به ۱۶ نوع واگن^۲ تفکیک کرد که هر کدام برای جابه‌جایی گروه‌های خاصی از کالا به کار برده می‌شوند (شدتی و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۳-۹). با توجه به نگاه دولت و سیاست‌گذاری‌های انجام شده برای افزایش سهم جابه‌جایی بار ریلی، هم‌اکنون سهم ریلی در جابه‌جایی بار، حدوداً ۸٪ می‌باشد که طبق سیاست‌گذاری‌های دولت در افق ۱۴۰۴ این عدد باید به ۳۰٪ برسد. یکی از مشکلاتی که باعث کاهش این سهم شده است، عدم تأمین به موقع واگن می‌باشد و همان‌گونه که ذکر شد، هزینه خرید ناوگان جدید بسیار پرهزینه می‌باشد. عدم گسترش مناسب واگن‌ها باعث کاهش درآمدها و عدم سوددهی سرمایه‌گذاری می‌گردد.

1. <https://www.rai.ir/>

۲. مسقف، لبه کوتاه، لبه بلند، مسطح، مسطح عریض، کمرشکن، مخزن‌دار، حمل بالاست، فله‌بر، یخچالدار، مسقف حمل آلومینیوم، مخزن‌دار گازی، ویژه حمل خودرو، مخزن‌دار حمل روغن، مخزن‌دار حمل سوخت، مخزن‌دار حمل سودسوزآور

مبانی نظری و پیشینه تحقیق

به علت تفاوت دیدگاه افراد مختلف، ارائه تعریف یکپارچه از آینده‌نگاری ممکن نیست؛ زیرا اولاً هر محقق از حوزه مورد علاقه خود به آینده‌نگاری می‌اندیشد، دوماً؛ نوظهور بودن این دانش موجب شده است سیر تکامل آن، تغییراتی را در پی داشته باشد. مفهوم آینده‌نگاری در اغلب مواقع با سایر فعالیت‌هایی که تمرکز آن‌ها بر آینده است؛ مثل برنامه‌ریزی راهبردی، پیش‌بینی، آینده‌پژوهی و برنامه‌ریزی استراتژیک به اشتباه، به صورت مشترک در نظر گرفته شود (یونیدو^۱، ۲۰۰۵).

مرسوم‌ترین تعریف آینده‌نگاری از سوی بن‌مارتین^۲ (۱۹۹۵) در اسپرو^۳ ارائه شده است: «آینده‌نگاری، فرآیندی نظام‌مند با هدف شناسایی حوزه‌های تحقیقات راهبردی و فناوری‌های عام نوظهوری است که منجر به کسب بیشترین منافع اقتصادی و اجتماعی در آینده بلندمدت در حوزه علم، فناوری، اقتصاد و جامعه است».

برخی از تحقیقات انجام شده در حوزه آینده‌نگاری حمل و نقل، در جدول ذیل ارائه شده است:

جدول ۱: پیشینه پژوهش

محقق	سال	نتایج
موتر و روراجر ^۴	۲۰۲۱	به بررسی انتخاب سوخت مناسب برای رقابت در حمل و نقل پرداختند. در این مقاله دو دیدگاه از سوخت-های بیوگاز و برق با استفاده از روش‌های مصاحبه و اسناد در حمل و نقل سوختی ارائه شد. عوامل مهم در انتخاب نوع سوخت، محدودیت مکانی، زمانی، انسجام و رقابت و روابط اجتماعی و مادی بودند.
کسرو و همکاران ^۵	۲۰۲۱	توسعه یک چشم‌انداز برای حمل و نقل، مستلزم در نظر گرفتن چندین سناریو جایگزین و انتخاب آینده‌های ترجیحی بر اساس توافق ذی‌نفعان است. روشی ارائه شده در تحقیق ترکیبی از منطق شهودی، تجزیه و تحلیل چند معیاره برای توسعه سناریوهای هنجاری، ارزیابی ترجیحات ذی‌نفعان نسبت به آن‌ها و ایجاد یک دیدگاه مشترک است. چهار سناریو و یک چشم‌انداز مشترک برای حمل و نقل در اروپا برای سال ۲۰۳۰ ارائه شد. چهار سناریو با استفاده از روش برگزاری کارگاه‌ها و نظرسنجی‌ها تهیه شد. سپس ترجیحات ۲۱۴ نفر ذی‌نفع در ۱۴ گروه ذی‌نفع نسبت به این سناریوها ارزیابی شد تا مورد نظر مورد نظر انتخاب شود.
اکسپکتور و همکاران ^۶	۲۰۲۰	به بررسی آینده‌های مطلوب برای سفرهای فضایی پرداخته شد و بیان می‌کند تنش‌های زیادی در این زمینه وجود دارد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد، حل و فصل تنش‌ها به علت ناشناخته بودن آینده‌های مطلوب حمل و نقل دشوار خواهد بود.
ویتزل ^۷	۲۰۲۰	به چگونگی نگاه به آینده و اقدامات لازم با هدف ایجاد حمل و نقل کارآمد پرداخت. با استفاده از نظر خبرگان، به تجزیه و تحلیل نحوه تأثیر دیدگاه‌های دانشی و شیوه‌های ارزیابی مستمر جهت توسعه اقدامات سیاسی برای برنامه ۱۲ ساله سرمایه‌گذاری ملی سوئد برای زیرساخت‌های راه در طول سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۲۹ پرداخت. این مطالعه نشان داد، هنگامی که بحث عمومی و سیاسی درباره آینده حمل و نقل با دامنه محدودی از آینده‌های احتمالی ارائه شده، روش‌های ثابت شده ممکن است به عواقب دموکراتیک قابل توجهی منجر شود.
محقق	سال	نتایج

1. UNIDO
2. Ben Martin
3. Science policy Research unit (SPRU). University of suses UK
4. Mutter & Rohrer
5. Keseru
6. Spector et al.
7. Witzell

۲۰۱۹	پیترز و همکاران ^۱	به بررسی آینده مطلوب در صنعت حمل و نقل گردشگری پرداختند. ابتدا آینده نامطلوب در این بخش را به تصویر کشیدند. سپس دو سناریو برای آینده مطلوب و نامطلوب ارائه دادند.
۲۰۱۸	گوسلینگ و همکاران ^۲	به بررسی آینده حمل و نقل مطلوب جهانی پرداخته شد و بیان شد هنوز مشخص نیست که سیستم‌های حمل و نقل به سمت تغییر مطلوب پیش می‌روند یا خیر. مطلوبیت با کاهش اثرات منفی سیستم؛ از جمله تصادفات، ازدحام، آلاینده‌ها و سر و صدا تعریف شد. نتایج نشان داد، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد عوامل خارجی حمل و نقل با جمعیت جهانی که به طور فزاینده‌ای متحرک و در حال رشد است، به رشد خود ادامه می‌دهند. در نهایت چند رویکرد ابتکاری از سوی محققان برای ایجاد آینده‌های حمل و نقل مطلوب ارائه شد.
۲۰۱۷	ادلن بوش و همکاران ^۳	این مطالعه، تغییرات در رشد فعالیت، ساختار معین، شدت انرژی و سوخت را برای مسیرهای انتشار کربن حمل و نقل مسافر، پیش‌بینی کرده است. از روش تجزیه شاخص لاسیرس برای مقایسه نتایج در بین مدل‌ها و سناریوها و برخلاف روند حمل و نقل تاریخی استفاده شد. رشد مداوم فعالیت حمل و نقل، کاهش شدت انرژی به عنوان سناریوی مطلوب این پژوهش ارائه شد.
۲۰۱۷	کریتون و می‌یر ^۴	بیشرفت‌های اخیر در فناوری وسایل نقلیه خودکار منجر به این پیش‌بینی شده است که وسایل نقلیه کاملاً خودکار، شبکه حمل و نقل را طی سال‌های آینده در دست خواهد گرفت. در این تحقیق، تأثیرات احتمالی بهداشت عمومی مورد بررسی قرار گرفت (هم فواید و آسیب‌هایی برای سلامت افراد، جمعیت و هم چگونگی تدوین سیاست حمل و نقل). نتایج نشان داد، حمل و نقل خودکار به عنوان یک فناوری مخرب است که نیازمند ایجاد سیاست‌های عمومی می‌باشد.
۲۰۱۶	زو و همکاران ^۵	این مقاله، الگوی جدیدی از سیستم‌های حمل و نقل برای شهرهای هوشمند آینده؛ یعنی وسایل نقلیه عمومی را مورد بررسی قرار می‌دهد. در صورتی استفاده از سفرهای مشترک، مسافران با هزینه بسیار کمتری از خدمات حمل و نقل راحت‌تر و انعطاف‌پذیرتری برخوردار خواهند شد. در سیستم وسایل نقلیه عمومی نیز تعداد وسایل نقلیه و هم فضای بارک مورد نیاز به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد. ازدحام ترافیک کمتر، مصرف انرژی کمتر و آلودگی کمتر خواهد بود. با رویکرد عملی پیشنهاد شده در این مقاله کل مسافت پیموده شده را می‌توان ۱۴٪ کاهش داد.
۲۰۱۰	رودا و همکاران ^۶	چارچوب جامع شبیه‌سازی خرد حمل بار، عامل محور را ارائه کرد و طیف مختلفی از عاملین را مورد بحث قرار داد. این مطالعه یک چارچوب شبیه‌سازی برای نشان دادن عوامل گوناگون که در سیستم حمل و نقل نقش بازی می‌کند، ارائه کرده است. در این مطالعه چند جنبه جدید از مدل‌سازی تقاضای حمل بار شناسایی شد. برون‌سپاری سرویس‌های حمل بار، رشد و رکود بخش‌های مختلف صنعت، هزینه‌های لجستیک و تأثیر کانال‌های جدید عرضه از این عوامل بودند.
۲۰۱۰	ماکیتالو و هیلمول ^۷	با بخش پرسشنامه دلفی بین ۲۵ خبره حمل و نقل در بخش دولتی و خصوصی، به این نتیجه رسیدند که سه نوع استدلال مختلف در سیاست حمل و نقل ریلی فنلاند وجود دارد. نتایج به دست آمده حاکی از این بود که تعاریف سیاست از نظرات گروه میانه‌رو پیروی کرده و تحقق روند تنظیم مقررات کند بوده است.
۲۰۰۹	یانگ و همکاران ^۸	تحقیقات فراملی در زمینه آینده‌نگاری حمل و نقل انجام شد که مدل‌های موجود حمل و نقل که خارج از ایالات متحده مورد استفاده قرار می‌گرفت را طبقه‌بندی کرد و استدلال‌های موافق و مخالف هر مود حمل و نقل را مورد بررسی قرار داد. در پژوهش مذکور، ورودی و خروجی‌های مدل‌های حمل و نقل ترسیم شد. در نهایت، نتایج حاکی از این بود که با توجه به محدودیت منابع و نیازهای متنوع، سازمان‌ها می‌توانند مدل‌های حمل و نقل خود را توسعه دهند، ترکیب کنند و یا قسمت‌هایی از مدل را حذف کنند تا به مدل مناسب برای حمل‌ونقل خود دست یابند. همچنین سه مدل هیبریدی به نام‌های زنجیره تأمین کالا، سفرهای لجستیک شهری و سفرهای اقتصادی را به عنوان طیف مدل‌سازی آینده معرفی شد.
۲۰۰۶	جمدینگ و همکاران ^۹	مدل‌سازی اقتصادسنجی و پیش‌بینی تقاضای بار انگلستان را در سال ۲۰۰۶ پرداخت و توانایی و قابلیت مدل‌های اقتصادسنجی برای جابه‌جایی مجموع تقاضای بار بخش جاده و ریل در انگلستان را مورد بررسی قرار داد
سال	محقق	نتایج

1. Peeters et al.
2. Gössling et al.
3. Edelenbosch et al.
4. Crayton & Meier
5. Zhuat et al.
6. Zhuat et al.
7. Mäkitalo & Hilmola
8. Yang et al.
9. Schmedding et al.

زنگ و همکاران ^۱	۲۰۰۳	تحقیقی که در ارتباط با حمل بار برای ایالت میسیسیپی در سال ۲۰۰۳ انجام شد، داده‌های جمع‌آوری شده جابه‌جایی بار در آمریکا برای سال ۱۹۹۷ میلادی که به رایگان در اختیار عموم بود، استفاده شد. ایالت‌های دیگر؛ همانند تگزاس، پنسیلوانیا، آیووا، اورگان و آلاباما از مدل‌های مشابه حمل بار استفاده می‌کردند که در این پژوهش مورد بررسی قرار نگرفتند.
هولگون وراس و تورسون ^۲	۲۰۰۰	به بررسی مدل حمل و نقل بر اساس دو دیدگاه کالامحور و وسیله‌محور پرداختن. نتایج نشان داد که (الف) توزیع سفر بستگی به هدف سفر دارد، (ب) توزیع سفر بر اساس تناژ حمل در سفرهای با خودرو دارای طیف بسیار متنوعی از وسایل است (ج) توزیع سفر برای انواع وسایل نقلیه و حمل و نقل‌های مشابه، منعکس‌کننده طیف وسیعی از وسایل حمل و نقل می‌باشد، (د) هرچند که توزیع سفر بر اساس نوع کالا و نوع وسیله نقلیه متفاوت است، اما به نظر می‌رسد از یک الگوی سیستماتیک پیروی می‌کند که می‌توان آن را پیش‌بینی کرد.
عبدالوهاب ^۳	۱۹۹۸	بررسی الاستیسیته احتمال‌های انتخاب برای حمل و نقل بار بین شهری مورد استفاده قرار داد که منجر به مطالعه‌ای برای تصمیم‌گیری هم‌زمان در انتخاب اندازه محموله و وسیله حمل شد.
باورصاد احمدی ^۴	۱۹۹۷	محققان با بررسی دوره زمانی ۱۳۵۷ تا ۱۳۷۲ با مدل‌سازی پیش‌بینی رگرسیونی - سناریویی و با استفاده از متغیرهای مستقل کلان کشور؛ نظیر جمعیت، نرخ ارز، درآمد‌های ارزی، صادرات نفت و ... مورد مطالعه قرار داده است. سه سناریو در حالت خوش‌بینانه، محتمل و بدبینانه مطرح شد.
لوپس و همکاران ^۵	۱۹۸۲	مدلی برای تفکیک ریل دینامیک و کامیون را به کمک توابع هزینه حمل ارائه شد. نتایج نشان داد، سرعت تحویل بالا و پایین نگه داشتن نرخ کرایه در انتخاب وسیله حمل مهم هستند.
نوریان و فتح جلالی	۱۳۹۹	در این پژوهش، مولفه‌های مؤثر بر مصرف انرژی در بخش حمل و نقل بررسی شده است. سپس مؤلفه‌های مؤثر بر مصرف انرژی در بخش حمل و نقل بررسی شد. در نهایت سه سناریو ارائه شد. یافته‌ها نشان‌دهنده وجود ارتباط مستقیم بین فرم شبکه معابر و حمل و نقل، کاربری اراضی شهری و مصرف انرژی است که با اعمال تغییر در فرم شبکه معابر، توسعه حمل و نقل یکپارچه و تغییر در پراکنش کاربری اراضی می‌توان تا ۳۵ درصد مصرف انرژی در بخش حمل و نقل را کاهش داد.
صمیمی و همکاران	۱۳۹۷	با استفاده از یک مدل انتخاب وسیله بین شیوه حمل بار در جاده و ریل برای چهار گروه قابل رقابت بین ریل و جاده؛ شامل کالاهای معدنی، لژات خام، کالاهای ساختمانی و مواد نفتی و ارزش‌گذاری سیاست‌ها از جهت هزینه، می‌توان گفت ارائه تخفیف بیشتر دارای تأثیر بالایی بر تغییر شیوه حمل بوده و پس از آن حذف پارانه اثرگذار است. همچنین به ازای هر تن کیلومتر، تغییر شیوه حمل از جاده به ریل، به طور متوسط منفعت خالصی در حدود ۳۳۰۰ ریال مورد انتظار است.
منظور و کهن‌هوش نژاد	۱۳۹۶	به بررسی سناریوهای جاز و سمفونی در افق ۲۰۵۰ پرداختند. سناریوی جاز جهان را به گونه‌ای ترسیم می‌کند که در آن نیروهای بازار غالب بوده و فضایی برای رقابت آزاد جهانی ایجاد می‌کنند. سناریوی سمفونی، جهان کنترل شده‌ای را توصیف می‌کند که در آن دولت‌ها تصمیم به مداخله در بازار برای ارتقای تکنولوژی و توسعه زیرساخت‌ها گرفته‌اند. در سال ۲۰۵۰، کل تقاضا برای سوخت در همه انواع وسایل حمل و نقل نسبت به سطوح سال ۲۰۱۰ بین ۳۰٪ (سناریوی سمفونی) تا ۸۲ درصد (سناریوی جاز) افزایش خواهد یافت. ترکیب سوخت در بخش حمل و نقل، وابستگی زیادی به بنزین، دیزل، نفت کوره و سوخت جت خواهد داشت.
کشاورزیان	۱۳۹۵	تخمین و پیش‌بینی ترافیک هوایی در کل دنیا و ۱۲ منطقه تا ۲۰۳۰ پرداخته شد. متدولوژی اصلی مورد استفاده در این پژوهش، تخمین ترافیک هوایی برای مناطق مختلف دنیا توسط روش اقتصادسنجی - پانل دیتای مقطعی - بود. در این بخش، بر اساس سناریوهای مختلف، پیش‌بینی از تعداد مسافرت‌ها تا ۲۰۳۰ برای کل دنیا و ۱۲ منطقه انجام گردید.
شمالی پور و همکاران	۱۳۹۳	به استخراج توابع تقاضا و تخمین ترافیک باری بیست ساله، هریک از شیوه‌های حمل و نقل جاده‌ای و ریلی متصل به شبکه حمل و نقل پس‌کرانه‌ای بنادر کشور پرداخته شد. نتایج نشان داد که بدون تغییر در سیاست‌های کنونی، سهم ناوگان ریلی در جابه‌جایی بار این بندر به مراتب کاهش پیدا کرده و در بیشترین حالت به ۵ درصد رسیده است، این در حالی است که این امر برخلاف سیاست گذاری‌های طرح جامع حمل و نقل بیست ساله کشور در خصوص دست‌یابی به سهم ۳۰٪ جابه‌جایی بار توسط ناوگان ریلی است.
محرابیان	۱۳۹۱	نتایج حاکی از آن بود که درآمد مسافرتین، تعداد واگن مسافری، طول خطوط اصلی و جمعیت، بالاترین درجه تأثیر و سرانه مالکیت اتومبیل، قیمت بلیط قطار و قیمت بلیط اتوبوس به ترتیب کم‌ترین درجه تأثیر در جابجایی مسافر را شامل می‌شدند.

1. Zhang et al.
2. Holguin-Veras & Thorson
3. Abdelwahab
4. Bavarsad-Ahmadi
5. Bavarsad-Ahma

هدف و پرسش پژوهش

هدف اصلی این تحقیق، شناسایی عوامل تأثیرگذار بر آینده سیستم حمل و نقل ریلی باری ایران در افق زمانی بلندمدت بوده است.

سؤال‌های تحقیق به شرح ذیل بوده است:

۱- متغیرهای مرتبط با ابعاد پروژه آینده‌نگاری سیستم حمل و نقل ریلی در بخش باری کدام‌اند؟

۲- پیشران‌های درون و برون سازمانی تأثیرگذار بر آینده سیستم حمل و نقل ریلی باری ایران کدام‌اند؟

۳- پیشران‌های سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری، زیست‌محیطی، ایمنی و زیرساختی تأثیرگذار بر آینده سیستم حمل و نقل ریلی باری ایران کدام‌اند؟

روش تحقیق

این تحقیق با توجه به هدف در زمره تحقیقات کاربردی به شمار می‌آید؛ چرا که نتایج آن می‌تواند مورد استفاده متصدیان، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران حوزه حمل و نقل ریلی قرار گیرد. از جهت گردآوری داده، این پژوهش توصیفی محسوب می‌شود؛ چون محقق قصد دخالت در وضعیت صنعت حمل و نقل ریلی ندارد و وضعیت فعلی را بررسی می‌کند. لازم به ذکر است، تحقیق حاضر در زمره تحقیقات آزمایشی قرار نمی‌گیرد و تحقیقی اکتشافی است؛ زیرا به پژوهش در زمینه آینده صنعت حمل و نقل ریلی و مسائل مرتبط با آن می‌پردازد. جمع‌آوری اطلاعات در این پژوهش به صورت میدانی و اسنادی است. در روش اسنادی، داده‌های مورد نیاز رجوع به مطالعات مرتبط با آینده‌نگری در صنعت مذکور حاصل شد. در روش میدانی، داده‌ها و اطلاعات با استفاده از توزیع پرسشنامه و مصاحبه با خبرگان به دست آمد. افق زمانی این پژوهش ۵۰ سال آینده است.

روش‌های زیادی برای آینده‌نگاری وجود دارند که کاربرد و اثربخشی هریک از آنها متفاوت است. از میان روش‌های موجود برای تحقیقات آینده‌نگاری، دلفی در میان محققان کاربرد بیشتری یافته است. تکنیک دلفی یکی از روش‌های کسب دانش گروهی مورد استفاده در آینده‌نگاری است که در این مقاله نیز به منظور دستیابی به اجماع نظرات خبرگان در حوزه مورد بررسی، از آن استفاده شده است. روش دلفی، از جمله روش‌های ذهنی - شهودی حوزه آینده‌نگاری به شمار می‌آید. دلفی، روش یا تکنیک ارتباطی از نوع ساختمند است که در اصل

به منظور پیشگویی نظام‌مند و تعاملی مبتنی بر هم‌اندیشی خبرگان ابداع شده و توسعه پیدا کرده است (لینستون و تورنوف^۱، ۲۰۰۲: ۱۴۸).

استفاده از روش دلفی عمدتاً اهدافی چون کشف ایده‌های نوآورانه و قابل اطمینان یا تهیه اطلاعاتی مناسب به منظور تصمیم‌گیری را دنبال می‌کند. روش دلفی فرآیندی ساختاریافته برای جمع‌آوری و طبقه‌بندی دانش موجود در نزد گروهی از کارشناسان و خبرگان است که از طریق توزیع پرسشنامه‌هایی در بین این افراد و بازخورد کنترل شده پاسخ‌ها و نظرات دریافتی صورت می‌گیرد. فرضیه اصلی این روش عبارت است از اینکه متخصصان ایده‌های بهتری در مورد آینده دارند، لذا برخلاف یک پیمایش ساده، روایی و اعتبار این روش بیشتر به خبرگی گروه شرکت‌کننده در مطالعه برمی‌گردد تا تعداد شرکت‌کنندگان (پاشایی‌زاده، ۱۳۸۶: ۶۷-۶۴). در روش دلفی، نظرات کارشناسان در دفعات متعدد با استفاده متوالی از پرسشنامه‌ها جمع‌آوری می‌شود. کاربرد آن نیز نشان دادن همگرایی نظرات و تشخیص اختلاف عقیده‌ها یا واگرایی آرای کارشناسان است. هر تکرار پرسشنامه، یک دوره را تشکیل می‌دهد. درواقع پرسشنامه وسیله‌ای برای برقراری ارتباط و اثرگذاری کارشناسان بر یکدیگر است. ایده اصلی این روش آن است که پاسخ‌دهندگان بتوانند بدون آن که تحت تأثیر افراد مشهور، معتبر و یا سخنور در جلسات قرار بگیرند، از دیدگاه‌های دیگران استفاده کنند. در روش دلفی، با بی‌اثر ساختن توان سخنوری اشخاص، همه نظرات غیرمعمول برای تحلیل بعدی به‌طور یکسان به اعضای گروه برگردانده می‌شود. بنابراین گمنامی و ناشناس بودن افراد و بازخورد دو عنصر غیرقابل حذف از روش دلفی است (بزرگی، ۱۳۸۸: ۱۵).

تجزیه و تحلیل SWOT ابزار سودمندی برای شناخت قوت‌ها، ضعف‌های درونی و فرصت‌ها و تهدیدهای بیرونی است. نقاط قوت و ضعف داخلی در زمره فعالیت‌های قابل کنترل سازمان قرار می‌گیرد که سازمان، آن‌ها را به شیوه‌ای بسیار عالی و یا بسیار ضعیف انجام می‌دهد. یکی از فعالیت‌های اصلی ضروری مدیریت راهبردی این است که نقاط قوت و ضعف صنعت، شناسایی و ارزیابی شود. منظور از فرصت‌ها و تهدیدهای خارجی، رویدادهای اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، بوم‌شناسی، محیطی، قانونی، دولتی، فناوری و رقابتی است که می‌توانند در آینده به میزان زیادی به سازمان منفعت یا زیان وارد کنند. تهدیدها و فرصت‌ها به میزان زیادی غیرقابل کنترل می‌باشند (ابطحی و همکاران، ۱۳۸۷: ۴۶).

تجزیه و تحلیل PESTEL یک ابزار ساده و در عین حال مهم و با قابلیت استفاده گسترده است که به درک شرایط محیطی که در آن فعالیت می‌کنیم، کمک می‌کند. PESTEL مخفف شش واژه سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری، زیست‌محیطی و قانونی است که بیانگر شرایط محیط عمومی سازمان می‌باشد.

در این تحقیق، ابتدا با استفاده از مطالعه اسناد، مدارک، کتاب‌ها و مقالات متعدد و روش SWOT نقاط ضعف، قوت، فرصت‌ها و تهدیدهای تاثیرگذار بر آینده صنعت حمل و نقل ریلی باری شناسایی شده است. سپس با استفاده از PESTEL عوامل سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری، زیست محیطی و قانونی استخراج شد. در نهایت، از تکنیک دلفی و با استفاده از نرم افزار SMARTPLS عوامل به دست آمده از مراحل قبل، از نظر خبرگان مورد بررسی قرار گرفت و عوامل کلیدی حمل و نقل ریلی باری مشخص شد و دسته‌بندی جدید ارائه خواهد شد.

یافته‌های پژوهش

تحلیل یافته‌های پژوهش در ۳ مرحله صورت گرفته است. در ادامه هریک از این مراحل سه گانه تشریح می‌گردد:

۱- مشخص نمودن شاخص‌ها

در مرحله اول، با توجه به این که در تحقیقات گذشته ابعاد مختلفی را مد نظر قرار داده بودند، مطالعات گذشته مورد نقد و بررسی قرار گرفت و شاخص‌های مرتبط با استفاده از SWOT و PESTEL استخراج گردید. در این مرحله، از روش تحلیل محتوا استفاده شده که با تحلیل پیام‌های زبانی در پی کشف اولویت‌ها، معانی، شیوه‌های درک، نگرش‌ها و سازمان یافتگی جهان دست یافت. در پایان این مرحله، ۱۶۸ شاخص از کتاب‌ها، مقالات مرتبط با پژوهش، تحقیقات درون سازمانی و مصاحبه با خبرگان استخراج شد.

۲- انجام فرآیند دلفی

در این مرحله، شاخص‌های مشخص شده در مرحله قبل به صورت پرسشنامه الکترونیکی با طیف لیکرت با کمک اساتید طراحی و در اختیار خبرگان قرار گرفت.

۲-۱. انتخاب خبرگان

به نظر دبلک و همکاران^۱ (۱۹۷۵)، سه دسته از افراد، واجد شرایط مطالعات دلفی هستند: مدیران ارشد که از نتایج دلفی استفاده می‌کنند، کارمندان اصلی سازمان و تیم پشتیبان آن‌ها و کسانی که قضاوت‌های آن‌ها درباره موضوع، مورد توجه قرار می‌گیرد (دبلک و همکاران، ۱۹۷۵: ۸۵). در این پژوهش، از دو گروه اول برای تشکیل گروه خبرگان از طریق روش نمونه‌برداری گلوله برفی استفاده شده است. روش نمونه‌گیری گلوله برفی که ابتدا توسط گودمن معرفی شد، یک رویکرد غیراحتمالی از طرح نمونه‌گیری و استنباط آماری در مورد جمعیت‌های پنهان است. حالت غیراحتمالی روش نمونه‌گیری گلوله برفی به طور وسیعی در تحقیقات کیفی مورد استفاده قرار گرفته است. این روش با تعداد کمی از اعضای جمعیت هدف

1. Delbecq et al.

آغاز می‌شود و سپس اعضای همتایان واجد شرایط خود به پژوهش را برای ادامه روند معرفی می‌نمایند (گودمن^۱، ۱۹۶۱)، حیدری، (۱۳۹۵). بنابراین گروه نمونه به نظر شبیه به یک گلوله برفی غلتان رشد می‌کند. همچنان که نمونه ساخته می‌شود، اطلاعات کافی برای استفاده در تحقیق جمع‌آوری می‌گردد (تقی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶: ۶).

۲-۲. تعداد خبرگان

جامعه آماری این تحقیق، خبرگان در صنعت حمل و نقل ریلی می‌باشد. در مورد حجم نمونه، در برخی منابع اشاره شده است؛ شش تا دوازده عضو برای تکنیک دلفی ایده‌آل است و اگر ترکیبی از خبرگان برای تخصص‌های گوناگون استفاده شود، بین ۵ تا ۱۰ عضو کافی است (حبیبی و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۶). در تحقیق حاضر، از تعداد ۱۴ نفر خبره استفاده شده است.

۲-۳. اجماع در فرآیند دلفی

فرآیند دلفی می‌تواند تا زمانی که اجماع کامل صورت بگیرد، به صورت مداوم تکرار شود؛ با این حال، کاستر و همکاران^۲ (۱۹۷۰) و لودویگ^۳ (۱۹۹۷)، معتقدند که سه تکرار برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز و برای رسیدن به اجماع در اکثر موارد کافی است. در این پژوهش با استفاده از ضریب هماهنگی کندال برای تصمیم‌گیری درباره توقف یا ادامه دوره‌های دلفی استفاده شده است. در ابتدا بعد از مرحله مطالعه ادبیات، با پنج نفر از خبرگان جامعه هدف مصاحبه ساختاریافته و هدفمند انجام شد و لیست عوامل مستخرج از مطالعات در اختیار آن‌ها قرار گرفت. با توجه به دسته‌بندی انجام شده توسط خبرگان، شاخص‌ها و عوامل در ۸ بخش و ۱۶۸ شاخص به شرح جدول ۲ تنظیم شد و بر این اساس، پرسشنامه طراحی شد و پس از تأیید توسط اساتید، مراحل دلفی تکمیل گردید.

جدول ۲: دسته‌بندی شاخص‌ها

ردیف	عوامل	تعداد مولفه‌ها
۱	سیاسی	۲۵
۲	اقتصادی	۲۸
۳	اجتماعی	۲۰
۴	فناوری	۲۱
۵	زیست‌محیطی	۱۸
۶	زیرساختی	۲۲
۷	ایمنی	۱۵
۸	واگن، نیروی کشش، قطعات یدکی	۱۹

1. Goodman
2. Cyphert et al.
3. Ludwig

۲-۴. نتایج دوره اول دلفی

در این دور، مجموعه عواملی که در بالا ذکر شد، در اختیار اعضای پانل قرار گرفت. مطابق با برخی از توافقات جهت پذیرش اجماع نظر در این راند، برای پاسخ هایی که دارای میانه بالاتر از ۴ و میانگین بالاتر از ۳ بودند، اجماع نظر حاصل شده بود که نتایج ذیل به دست آمد (رنگ زرد نشان دهنده شاخص هایی است که دارای میانه کمتر از ۴ و یا میانگین کمتر از ۳ می باشند).

جدول ۳: نتایج مرحله اول دلفی

عوامل	شاخص ها	مد	میانه	میانگین
سیاسی	اصل ۴۴ قانون توسعه کشور	۴	۴	۳.۵
	تغییرات دولت (سیاست های دولت ها)	۴	۴	۳.۹
	استراتژی و اهداف شرکت های حمل و نقلی	۴	۴	۳.۹
	لابی گری	۴	۴	۳.۶
	فشارهای خارجی برای صادرات یا واردات	۱	۲	۲.۶
	تعارض در فضای سیاسی	۴	۴	۳.۶
	اولویت حمل مسافر	۳	۳.۵	۳.۶
	قوانین رقابت	۵	۴	۴.۱
	وقایع مهم جهانی	۳	۳	۳.۱
	عوارض ریلی و جاده ای	۴	۴	۴
	قرار گرفتن در کریدورهای بین المللی	۴	۴	۴.۲
	عضویت در کنوانسیون های بین المللی	۵	۴	۴.۲
	حمایت از سرمایه گذاران	۴	۴	۴.۴
	خصوصی سازی	۵	۴	۴.۲
	تعاملات با وزارت خارجه	۳	۳	۳.۱
	قیمت سوخت	۵	۵	۴.۴
	تعمیر و نگهداری ریل توسط راه آهن و جاده با دولت	۴	۴	۳.۶
	شرایط سخت ورود به بازار	۴	۴	۳.۶
	بود عوارض جاده ای نسبت به ریلی	۴	۴	۴.۱
	قوانین ثبت شرکت ها	۳	۳	۲.۹
	تخصیص شبکه	۴	۴	۳.۹
	مکلف شدن دولت به رسیدن به ۳۰٪ سهم حمل، بند الف هدفمندی	۵	۳.۵	۳.۲
	پارانه ها			
	موانع گمرکی در مرزها	۴	۴	۴
	ایجاد شبکه مدیریت برای ساختار داخلی - بین المللی - قانونی - مالی و... برای جابه جایی بار	۴	۴	۳.۹
	تعارض منافع	۳	۴	۳.۷
عوامل	شاخص ها	مد	میانه	میانگین
اقتصادی	نرخ تورم	۴	۴	۳.۷
	درآمد راه آهن	۴	۴	۳.۸
	درآمد شرکای تجاری	۴	۴	۴.۱
	مالیات	۳	۳	۳.۲
	دوره بازگشت سرمایه	۴	۴	۴.۱
	هزینه احداث خطوط	۴	۴	۳.۹
	هزینه بالای توسعه ناوگان	۵	۴	۴.۱
	قانون بودجه	۴	۴	۳.۸
	خدمات پس از فروش	۳	۳	۳.۴

۳,۴	۴	۴	تخفیف از محل حق دسترسی	
۲,۹	۳	۳	هزینه مطالبات	
۳,۲	۳	۳	ایجاد رویه‌های جبران خسارت	
۲,۸	۳	۳	درآمدهای متفرقه (حق پارکینگ، حق توقف، اجاره اراضی)	
۴,۱	۴	۴	دخالت دولت در سرمایه‌گذاری بخش خصوصی	
۳,۹	۴	۴	اعطای وام به سرمایه‌گذار	
۴,۱	۴	۴	واردات، صادرات	
۴,۶	۵	۵	ترازیت	
۴,۴	۵	۵	جذابیت سرمایه‌گذاری	
۴,۱	۴	۴	نرخ تبدیل ارز	
۳,۶	۴	۴	هزینه‌های عملکردی	
۳,۹	۴	۴	تعهدات ما بین راه‌آهن و شرکت‌ها	
۴,۴	۵	۵	هزینه حمل ترکیبی	
۳,۴	۳	۳	وصول مطالبات راه آهن	
۴,۴	۵	۵	قیمت تمام شده محصولات	
۳,۷	۳,۵	۳	هزینه تامین و نگهداری خطوط	
۴,۱	۴	۴	عدم تناسب درآمد بخش خصوصی در ریلی به سایر بخش‌ها	
۳,۶	۴	۳	هزینه دسترسی به خطوط	
۳,۹	۴	۴	توزیع ناعادلانه درآمدهای نفتی	
۳,۱	۳	۳	عوامل فرهنگی	اجتماعی
۲,۶	۳	۳	عوامل قومیتی	
۲,۳	۲	۲	عوامل مذهبی	
۳,۵	۴	۴	تبلیغات	
۴	۴	۴	الگوی حمل بار منطقه	
میانگین	میان	مد	شاخص‌ها	عوامل
۴,۳	۴,۵	۵	تفکر و نگرش صاحبان بار	اجتماعی
۳,۸	۴	۳	دیدگاه رسانه‌ها	
۳,۸	۴	۵	تمایل به حمل با جاده	
۳,۶	۴	۴	آموزش	
۳,۴	۴	۵	فرهنگ‌سازی	
۳,۵	۴	۵	مسئولیت اجتماعی	
۳,۳	۳,۵	۵	رسیدگی به شکایات	
۴,۱	۴	۵	منابع انسانی	
۳,۲	۳,۵	۱	انگیزه	
۳,۶	۴,۵	۵	ابتکار	
۳,۴	۴	۵	ارزش‌های مشتریان	
۳,۶	۴	۴	ساختار قدیمی شرکت‌ها و کارخانه‌ها	
۲,۴	۲	۲	تعطیلات طولانی‌مدت	
۲,۶	۲,۵	۱	سنتی بودن نظام کسب و کار	فناوری
۳,۹	۴	۵	قابلیت اطمینان انجام تعهدات	
۳,۹	۴	۴	توسعه فناوری ساخت واگن	
۳,۷	۴	۴	توسعه فناوری ساخت ریل	
۴	۴	۵	علائمی کردن و سیگنالینگ	
۴,۴	۵	۵	توسعه فناوری تخلیه و بارگیری	
۴,۱	۴	۵	تحقیق و توسعه	
۴,۲	۵	۵	فناوری اطلاعات و ارتباطات	
۳,۶	۳,۵	۳	نصب دستگاه‌های توزین	
۳,۶	۳,۵	۳	سایت راه‌آهن	
۴,۵	۵	۵	توانایی ردیابی واگن	

شناسایی عوامل کلیدی موثر بر سیستم حمل و نقل ریلی باری در افق ۵۰ ساله .../۲۱۹

عوامل	سیستم‌های مدرن سیر و حرکت	۵	۵	۴.۵
	قطارهای برنامه ای	۵	۵	۴.۴
	اتوماسیون راه آهن	۴	۳.۵	۳.۲
	ارائه خدمات بر اساس استانداردهای جهانی	۵	۵	۴.۱
	تحويل و ارائه به موقع کالا و خدمات	۵	۵	۴.۶
	تبادل و ارسال اطلاعات به مقصد قبل از رسیدن واگن	۵	۴.۵	۴.۲
	ارتقا و یکپارگی در سیستم‌های اطلاعاتی	۵	۵	۴.۳
	تعدد توقف‌ها	۴	۴	۴.۱
	یافتن کوتاه‌ترین مسیر حمل	۳	۳.۵	۳.۶
	شاخص‌ها	مد	میان	میانگین
فناوری	بهبودسازی ساختار و فرآیندهای سازمانی	۵	۵	۴.۲
	هزینه‌های ناشی از خطای انسانی	۴	۳.۵	۳.۳
	ایجاد شبکه‌های هوشمند برای هماهنگی گمرک - پلیس -	۵	۵	۴.۵
	فورواردها و سیستم حمل و نقل			
زیست محیطی	آب و هوا	۲	۲	۲.۲
	عدم توجه به حمل و نقل سبز در قیمت‌گذاری	۴	۴	۳.۷
	مقررات محیطی	۴	۳.۵	۳.۳
	کاهش آلودگی زیست محیطی	۴	۳.۵	۳.۲
	کاهش آلودگی صوتی	۳	۳	۲.۸
	تخفیف از محل صرفه‌جویی سوخت	۵	۴	۴.۱
	موقعیت جغرافیایی	۴	۳.۵	۳.۴
	مصرف سوخت	۵	۴	۳.۹
	قابلیت‌های معدنی و طبیعی	۴	۴	۳.۶
	آمایش سرزمین	۴	۳.۵	۳.۴
	سیاست‌های محیطی ملی	۳	۳	۳
	محدودیت‌های حمل جاده‌ای	۴	۴	۳.۶
	میزان استفاده از زمین	۴	۳	۲.۹
	کاهش ترافیک	۳	۳	۳.۴
	کاربری اراضی	۳	۳	۲.۹
	مرز زمینی طولانی	۳	۳	۲.۶
	عدم بهره‌برداری مناسب از منابع	۴	۳.۵	۳.۱
	توزیع نامناسب بار در سطح کشور	۴	۳.۵	۳.۳
	کیفیت ریل	۴	۳	۳.۱
زیرساختی	رعایت استانداردهای ساخت ریل و ادوات	۴	۴	۳.۴
	میزان خطوط آنتنی احداث شده	۵	۴.۵	۴.۲
	گسترش شبکه جاده‌ای	۴	۴	۳.۶
	کوتاهی مسیرهای مشترک	۵	۴	۳.۹
	حمل درب به درب	۵	۵	۴.۶
	عدم تماایل خطوط توسط شرکت ساخت و توسعه	۵	۵	۴.۴
	یک خطه بودن بسیاری از مسیرها، توسعه خطوط ایستگاه	۵	۵	۴.۴
	افزایش بار محوری	۵	۴.۵	۴
	نوسازی ادوات خط	۴	۴	۳.۸
	عدم اتصال به مراکز عمده بار- کارخانه‌ها - معادن و بندرها	۵	۵	۴.۶
	دسترسی به شبکه ریلی	۵	۵	۴.۶
	شاخص‌ها	مد	میان	میانگین
زیرساختی	ترافیک بالای برخی از خطوط	۵	۴.۵	۴.۲
	طول خطوط اصلی موجود	۴	۴	۳.۹
	اتصال به مرزها	۵	۴.۵	۴.۴
	رفع گلوگاه	۵	۵	۴.۷

۳،۹	۴	۴	بازسازی خطوط	
۳،۹	۴	۴	تعمیر و نگهداری مرتب خطوط	
۲،۹	۳	۳	عدم سیر واگن‌های دارای اضافه بار	
۳،۹	۴	۵	ارتقای ظرفیت خطوط	
۴،۴	۵	۵	گسترش خطوط اتنتی	
۳،۴	۳	۳	نصب دستگاه‌ها توزین	
۴،۴	۵	۵	ایمنی حمل	ایمنی
۴،۱	۴	۵	کاهش سوانح	
۴،۶	۵	۵	میانگین سرعت حمل	
۳،۲	۳،۵	۴	تعداد تصادفات	
۲،۹	۳	۳	تعداد زخمی‌ها	
۲،۹	۳	۳	تعداد کشته‌ها	
۳،۱	۳	۳	فاصله زمانی بین وقوع تصادفات	
۳،۵	۳،۵	۳	تأمین هزینه ایمنی ریل همانند جاده توسط دولت	
۳،۶	۴	۴	قوانین و مقررات حمل کالای خطرناک	
۲،۲	۲،۵	۳	حصارکشی	
۲،۸	۳	۳	نصب علائم هشدار دهنده	
۳،۷	۴	۴	ایمنی در برابر سرقت و خرابکاری	
۲،۹	۳	۳	ایمنی محیط کار در عملیات و ساخت	
۳،۵	۳،۵	۳	عدم توانایی در حمل کالای خطرناک مثل بنزین	
۴،۱	۵	۵	اصول بارگیری و تخلیه	واگن، نیروی کشش، قطعات یدکی
۳،۶	۴	۵	استاندارهای ساخت و طراحی واگن	
۳،۵	۴	۴	قوانین واردات واگن	
۳،۱	۳،۵	۱	کمبود نیروی کشش	
۳،۸	۴	۴	عدم تأمین واگن های متنوع	
۳،۸	۴	۴	توسعه فناوری رقبا	
۳،۱	۳	۳	تعمیرات اساسی واگن	
۳	۳	۳	تعمیرات موقت	
۴،۲	۵	۵	تعداد لکوموتیوها	واگن، نیروی کشش، قطعات یدکی
میانگین	میانه	مد	شاخص‌ها	
۴،۱	۴	۵	تعداد واگن موجود	
۴،۳	۵	۵	ارائه خدمات چند وجهی	
۴	۴	۴	مانور به موقع واگن	
۳،۹	۴	۴	ظرفیت واگن‌ها	
۳،۶	۴	۳	ضعف سیستم تعمیر و نگهداری	
۴	۴	۴	آماده به کاری ناوگان	
۳،۹	۴	۵	دشواری تأمین قطعات با توجه به تحریم‌ها	
۲،۹	۳	۳	۳ طول عمر واگن	
۳،۱	۳،۵	۴	۳ طول عمر لکوموتیو	
۳،۶	۳،۵	۳	۳ واگن در گردش	
۳،۴	۳	۳	سیکل طولانی تأمین و خرید تجهیزات و عقد قرارداد	

منبع: یافته‌های پژوهش (رنگ زرد برای شاخص‌هایی است که دارای میانه کمتر از ۴ یا میانگین کمتر از ۳ می‌باشند)

۲-۵. نتایج دوره دوم و سوم دلفی

در دور دوم، دلفی پس از حذف عواملی که در مرحله قبل اجماع نظر حاصل نشده بود، مجدداً پرسشنامه در اختیار اعضای پانل قرار گرفت. ضریب کندال برای پرسشنامه مرحله دو

۰,۱۵۸ با سطح معناداری ۰,۰۰ به دست آمد. در دور سوم، مجدداً پرسشنامه در اختیار اعضای پانل قرار گرفت. در این دوره، با وجود پیگیری‌های فراوان دو خبره از اعضای پانل به سوالات پرسشنامه پاسخ ندادند و در مجموع ۱۲ خبره به پرسشنامه پاسخ دادند. ضریب کندال برای پرسشنامه مرحله سوم ۰,۱۹۷ با سطح معناداری ۰,۰۰ به دست آمد. بنا بر نظر اشمیت، برای تصمیم‌گیری درباره توقف یا ادامه دوره‌های دلفی، یا باید اتفاق نظری قوی میان اعضای پانل به وجود آید که از ضریب هماهنگی کندال مشخص می‌شود و یا ثابت ماندن ضریب کندال یا رشد ناچیز آن در دو دوره پشت سر هم که نشان دهنده اسن است و افزایشی در توافق صورت نگرفته و فرآیند نظرخواهی باید تمام شود. با توجه به این که میزان اجماع و اتفاق نظر اعضا در مرحله دوم نسبت به مرحله سوم به اندازه ۰,۰۳۹ افزایش یافته است و رشد دو دوره متوالی بسیار ناچیز می‌باشد و با توجه به این که تعداد اعضای پانل‌های بیشتر از ۱۰ عضو بوده است نیز مقدار بسیار کم W معنادار به حساب می‌آیند، لذا می‌توان به تکرار دوره‌های دلفی پایان داد.

۳- ارزیابی پایایی و روایی مدل‌های اندازه‌گیری با استفاده از SMART PLS

برای بررسی روایی و پایایی پرسشنامه از نرم‌افزار PLS کمک گرفته شده است که با استفاده از پایایی سازگاری درونی با استفاده از آلفای کرونباخ و پایایی مرکب^۱ استفاده شده است. اگر مقدار آن‌ها بیشتر از ۰/۷۰ باشد، تک‌بعدی بودن بلوک‌ها، سازگاری درونی و پایایی مرکب آن‌ها تأیید می‌گردد (آذر و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج و گزارش خروجی نرم‌افزار PLS برای این دو شاخص در جدول ۴ ذیل آورده شده است.

جدول ۴: نتایج و گزارش خروجی نرم‌افزار PLS

متغیرهای تحقیق	آلفای کرونباخ	پایایی مرکب
اقتصادی	۰,۸۱۶۹۹۲	۰,۸۵۲۹۷۳
زیست‌محیطی	۰,۷۰۵۳۳۸	۰,۸۰۵۹۳۰
سیاسی	۰,۸۳۱۳۳	۰,۸۷۶۰۵۵
ایمنی	۰,۶۹۸۰۱۳	۰,۸۲۵۷۳۸
اجتماعی	۰,۹۰۴۰۳۴	۰,۹۲۴۱۰۸
زیرساخت	۰,۸۸۴۷۱۱	۰,۹۰۵۲۳۵
فناوری	۰,۸۶۹۷۸۶	۰,۸۸۸۱۷۴
واگن، نیروی کشش، قطعات یدکی	۰,۸۵۹۱۴۰	۰,۸۹۲۴۰۵

با توجه به جدول ۳ پایایی مدل‌های اندازه‌گیری تأیید می‌گردد. محققان معتقدند که متغیرهایی که دارای بار عاملی (همبستگی بین یک سازه و هرکدام از متغیرهای مشاهده شده آن) کمتر از ۰/۴ باشند، باید از مدل اندازه‌گیری حذف شوند (کلمپر، ۱۹۹۵). نتایج پایایی متغیرها در جدول ۵ آورده شده است.

1. Composite Reliability

جدول ۵: بارهای عاملی معرفها

شاخص	اقتصادی	زیست محیطی	سیاسی	ایمنی	اجتماعی	زیرساخت	فناوری	واکن
Q2			۰.۵۶۱					
Q3			۰.۷۱۲					
Q4			۰.۶۳۹					
Q8			۰.۵۷۴					
Q11			۰.۴۱۵					
Q12			۰.۶۸۱					
Q13			۰.۶۷۶					
Q14			۰.۶۳۷					
Q17			۰.۴۷۲					
Q18			۰.۷۸۵					
Q21			۰.۶۸۷					
Q30	۰.۶۲۴							
Q31	۰.۴۸۶							
Q32	۰.۶۶۳							
Q33	۰.۶۸۳							
Q40	۰.۴۵۱							
Q43	۰.۵۴۶							
Q45	۰.۵۰۴							
Q46	۰.۷۰۹							
Q47	۰.۴۸۱							
Q52	۰.۵۲۶							
Q53	۰.۷۵۲							
Q57					۰.۴۵۲			
Q59					۰.۹۱۵			
Q60					۰.۴۷۳			
Q62					۰.۹۰۶			
Q63					۰.۸۵۴			
Q64					۰.۷۳۷			
Q66					۰.۸۱۵			
Q68					۰.۷۴۷			
Q69					۰.۸۳۰			
Q74							۰.۶۷۹	
Q75							۰.۴۹۴	
Q76							۰.۷۲۴	
Q77							۰.۵۳۵	
Q78							۰.۶۹۴	
Q82							۰.۵۲۳	
Q83							۰.۶۲۷	
Q84							۰.۵۲۲	
Q86							۰.۶۱۵	
Q87							۰.۵۰۵	
Q88							۰.۶۸۷	
Q89							۰.۶۹۳	
Q92							۰.۵۲۴	
Q94							۰.۵۶۸	
Q96		۰.۷۰۵						
Q100		۰.۵۹۴						

شناسایی عوامل کلیدی موثر بر سیستم حمل و نقل ریلی باری در افق ۵۰ ساله .../۲۲۳

شاخص	اقتصادی	زیست محیطی	سیاسی	ایمنی	اجتماعی	زیرساخت	فناوری	واگن
Q102		۰.۷۷۵						
Q103		۰.۵۴۳						
Q106		۰.۷۳۵						
Q114						۰.۵۶۹		
Q118						۰.۵۸۳		
Q119						۰.۸۵۴		
Q120						۰.۶۵۸		
Q121						۰.۴۴۳		
Q122						۰.۸۰۸		
Q123						۰.۶۴۹		
Q124						۰.۸۲۹		
Q125						۰.۵۷۳		
Q126						۰.۴۶۲		
Q129						۰.۷۵۱		
Q130						۰.۶۵۸		
Q133						۰.۵۴۷		
Q135				۰.۸۶۵				
Q136				۰.۸۹۱				
Q137				۰.۷۲۲				
Q146				۰.۴۱۱				
Q151							۰.۳۴۱	
Q153							۰.۸۳۲	
Q154							۰.۷۷۰	
Q157							۰.۷۴۶	
Q158							۰.۶۹۴	
Q160							۰.۶۹۳	
Q162							۰.۸۵۳	
Q163							۰.۴۹۸	
Q164							۰.۷۲۶	

از پیشران‌هایی که خبرگان تعیین کرده بودند، ۴۳ عامل حذف و در نهایت ۷۶ عامل باقی ماند.

ارزیابی روایی مدل‌های اندازه‌گیری

از روایی همگرا^۱ با استفاده از شاخص متوسط واریانس استخراج شده (AVE) می‌توان برای تأیید روایی استفاده کرد. فورنل و لارکر (۱۹۸۱) حداقل AVE معادل ۰/۵ بیانگر اعتبار همگرای کافی است، نتایج AVE در جدول ۶ خلاصه شده است.

1. Convergent Validity

جدول ۶: نتایج AVE

متغیر	AVE
اقتصادی	۰,۷۸۷
زیست محیطی	۰,۶۷۳
سیاسی	۰,۶۹۲
ایمنی	۰,۶۶۷
اجتماعی	۰,۵۸۹
زیرساخت	۰,۵۰۹
فناوری	۰,۶۰۱
واگن، نیروی کشش، قطعات یدکی	۰,۶۱۹

با توجه به جدول بالا، روایی همگرایی مدل‌های اندازه‌گیری مطلوب ارزیابی می‌باشد. بنابراین بر اساس نظر خبرگان و استفاده از نرم‌افزار PLS از ۱۶۸ عامل شناسایی شده، ۷۶ عامل به عنوان عوامل اصلی مؤثر در آینده‌نگاری ۵۰ ساله ایران مهم‌تر تلقی شدند که در جدول ۷ ارائه شده‌اند.

جدول ۷: عوامل مؤثر در آینده‌نگاری حمل و نقل ریلی

ردیف	عوامل	شاخص‌ها
۱	سیاسی ۱۱	تغییرات دولت (سیاست‌های دولت‌ها)، استراتژی و اهداف شرکت‌های حمل و نقلی، لایجی‌گری، قوانین رقابت، قرار گرفتن در کریدورهای بین‌المللی، عضویت در کنوانسیون‌های بین‌المللی، حمایت از سرمایه‌گذاران، خصوصی‌سازی، تعمیر و نگهداری ریل توسط راه آهن و جاده با دولت، شرایط سخت ورود به بازار، تخصیص شبکه
۲	اقتصادی ۱۱	دوره بازگشت سرمایه، هزینه احداث خطوط، هزینه بالای توسعه ناوگان، قانون بودجه، اعطای وام به سرمایه‌گذار، جذابیت سرمایه‌گذاری، هزینه‌های عملکردی، تعهدات ما بین راه آهن و شرکت‌ها، هزینه حمل ترکیبی، هزینه دسترسی به خطوط، توزیع ناعادلانه درآمدهای نفتی
۳	اجتماعی ۸	تبلیغات، تفکر و نگرش صاحبان بار، دیدگاه رسانه‌ها، آموزش، فرهنگ‌سازی، مسئولیت اجتماعی، منابع انسانی، ابتکار، ارزش‌های مشتریان
۴	فناوری ۱۴	توسعه فناوری ساخت واگن، توسعه فناوری ساخت ریل، علائمی کردن و سیگنالینگ، توسعه فناوری تخلیه و بارگیری، تحقیق و توسعه، توانایی ردیابی واگن، سیستم‌های مدرن سیر و حرکت، قطارهای برنامه‌ای، ارائه خدمات بر اساس استانداردهای جهانی، تحویل و ارائه به موقع کالا و خدمات، تبادل و ارسال اطلاعات به مقصد قبل از رسیدن واگن، ارتقا و یکپارچگی در سیستم‌های اطلاعاتی، بهینه‌سازی ساختار و فرآیندهای سازمانی، ایجاد شبکه‌های هوشمند برای هماهنگی گمرک - پلیس - فرورودها و سیستم حمل و نقل
۵	زیست محیطی ۵	عدم توجه به حمل و نقل سبز در قیمت‌گذاری، تخفیف از محل صرفه‌جویی سوخت، مصرف سوخت، قابلیت‌های معدنی و طبیعی، محدودیت‌های حمل جاده‌ای
۶	زیر ساخت ۱۴	رعایت استانداردهای ساخت ریل و ادوات، حمل درب به درب، عدم تمایل خطوط توسط شرکت ساخت و توسعه، یک خطه بودن بسیاری از مسیرها، توسعه خطوط ایستگاه، افزایش بار محوری، نوسازی ادوات خط، عدم اتصال به مراکز عمده بار - کارخانه‌ها - معادن و بندرها، دسترسی به شبکه ریلی، ترافیک بالای برخی از خطوط، طول خطوط اصلی موجود، بازسازی خطوط، تعمیر و نگهداری مرتب خطوط، گسترش خطوط آنتنی
۷	ایمنی ۴	ایمنی حمل، کاهش سوانح، میانگین سرعت حمل، ایمنی در برابر سرقت و خرابکاری
۸	واگن، نیروی کشش، قطعات یدکی ۹	قوانین واردات واگن، عدم تامین واگن‌های متنوع، توسعه فناوری رقبای، تعداد لکوموتیوها، تعداد واگن موجود، مانور به موقع واگن، ضعف سیستم تعمیر و نگهداری، آماده به کاری ناوگان، دشواری تامین قطعات با توجه به تحریم‌ها

نتیجه گیری

عواملی که در آینده نگاری هر سیستم به کار می‌روند، در هر کشور، جامعه، فرهنگ، سیاست و حتی در برهه‌ای از زمان متفاوت است. مراحل سه گانه این پژوهش به دنبال ارائه مهم‌ترین عوامل مؤثر بر آینده حمل و نقل ریلی باری ایران پرداخته است. در ابتدا با استفاده از مطالعه اسناد، مدارک، کتاب‌ها، مقالات متعدد و روش SWOT نقاط ضعف، قوت، فرصت‌ها و تهدیدهای عوامل برای صنعت حمل و نقل ریلی استخراج شد، سپس با استفاده از روش PESTEL عوامل سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری، زیست‌محیطی و قانونی تأثیرگذار بر آینده صنعت حمل و نقل ریلی باری شناسایی شده است. در نهایت، با استفاده از تکنیک دلفی و با استفاده از نرم افزار SMARTPLS عوامل به دست آمده از مراحل قبل، از نظر خبرگان مورد بررسی قرار گرفت و عوامل کلیدی حمل و نقل ریلی باری مشخص شد و با توجه به حوزه مورد بررسی ۶۷ عامل در ۸ دسته‌بندی قرار گرفت.

با توجه به اهمیت حمل و نقل ریلی در توسعه صنعت حمل و نقل و ارتباط آن با توسعه سایر بخش‌های اقتصادی، برای برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در این صنعت با توجه به نظر خبرگان، این امر باید ابعاد سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناوری، زیست‌محیطی، زیرساختی، ایمنی و واگن، نیروی کشش و قطعات یدکی مورد توجه قرار گیرد.

نتایج به دست آمده حاکی از این است که بیشترین عوامل شناسایی شده در حوزه فناوری و زیرساخت‌های حمل و نقل ریلی قرار گرفته‌اند. با توجه به نظر خبرگان، شرایط تحریم‌های اعمال شده در سال‌های اخیر و کندی به روز رسانی فناوری‌های جدید باعث ناکارآمدی در سیستم حمل و نقل ریلی باری شده است. برخی از واگن‌های مورد استفاده در چرخه حمل کنونی، ۴۰ سال عمر دارند و این در صورتی است که به طور متوسط میانگین طول عمر واگن‌ها طبق استاندارد جهانی ۳۰ سال، اما در ایران ۴۵ سال می‌باشد. استفاده از واگن‌های فرسوده منجر به کندی سیر و آسیب زدن به زیرساخت و خطوط ریلی می‌شود. از طرفی با توجه به هزینه بالای توسعه، زیرساخت‌های ریلی و عدم در نظر گرفتن تسهیلات مناسب برای اتصال مراکز انبوه بار به شبکه ریلی منجر به عدم جذب برخی از بارهای ریل‌پسند به شبکه ریلی شده است. این در حالی است که خطوط ریلی موجود در برخی از محورها، قدیمی هستند و از آماده به کاری پایینی برخوردار هستند و این امر منجر به کاهش سرعت سیر می‌گردد. نتایج تحقیق نشان داد، عوامل شناسایی شده در حوزه سیاسی و اقتصادی بعد از حوزه فناوری و زیرساخت قرار می‌گیرند. با توجه به نظر خبرگان، ساختار نیمه‌دولتی نیمه‌خصوصی در سیستم حمل و نقل ریلی منجر به عدم کارایی در برخی از حوزه‌های؛ از جمله تأمین سرمایه برای ساخت خطوط، مشکلات خرید واگن، ساخت خطوط فرعی صنعتی و تجاری و ساخت خطوط اصلی بر اساس مصلحت‌های اجتماعی بدون در نظر گرفتن صرفه اقتصادی شده است.

پیشنهاده‌ها

سازمان‌های آینده‌نگار باید گیرنده‌های بسیار حساسی جهت دریافت سیگنال‌های ضعیف محیط داشته باشند تا اولاً خیلی سریع آن‌ها را دریافت کنند و ثانیاً تشخیص دهند این تغییرات، مسیر حرکت آن‌ها را به سمت کدام آینده‌ای از پیش ترسیم شده منحرف می‌کند. نظر به این که شناسایی عوامل مؤثر در معماری آینده شرکت راه آهن از نتایج تحقیق حاضر است، لذا پیشنهاد می‌شود شرکت راه آهن در برنامه‌ریزی‌های خود توجه ویژه به این عوامل نموده و تا حد امکان، بستر را برای کنترل آن‌ها مهیا سازد. در این راستا برخی پیشنهادات به اجمال ارائه می‌گردد:

طراحی زیرساخت‌های لازم جهت بهره بردن از متدهای جدید جهت تخصیص شبکه با توجه به کلیدی بودن آن

برنامه‌ریزی جهت سرمایه‌گذاری در توسعه خطوط فرعی که باعث اتصال کارخانه‌ها و مراکز انبوه بار به شبکه ریلی می‌گردند با توجه به کلیدی بودن آن .

پیشنهاد می‌گردد راه آهن ایران با شناسایی و در نظر گرفتن مزایا و معایب کنوانسیون‌های بین‌المللی با آگاهی در کنوانسیون‌های که منفعت حاصل می‌نمایند، عضو گردد.

راه آهن باید اهداف و استراتژی‌های خود را به صورتی تعیین کند تا همسو با سایر شرکای تجاریش همانند شرکت‌های مالک واگن باشد و شرایط ورود به بازار حمل و نقل ریلی را ساده‌تر نماید. از طرف دیگر دولت باید برای حمایت از سرمایه‌گذاران در صنعت حمل و نقل ریلی، سیاست‌های تشویقی محرکی قرار دهد تا سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی برای سرمایه‌گذاری رغبت داشته باشند. همچنین با توجه به بالا بودن هزینه تعمیر و نگهداری خطوط ریلی دولت باید حمایت بیشتری از این بخش به عمل آورد.

فراهم آوردن شرایطی که در لایحه بودجه برای اتصال مراکز عمده بار به شبکه حمل و نقل ریلی تمهیداتی اندیشیده شود. همچنین شرکت راه آهن در راستای تجهیز هرچه بیشتر مراکز عمده بارگیری اقدامات لازم را صورت دهد.

توجه به بعد اجتماعی عوامل؛ همچون تفکر و نگرش صاحبان بار، دیدگاه رسانه‌ها، آموزش، فرهنگ‌سازی، مسئولیت اجتماعی، منابع انسانی، ابتکار، ارزش‌های مشتریان نقش بسزایی دارند. بنابراین پیشنهاد می‌گردد راه آهن در زمینه تبلیغات و تغییر دیدگاه، مدیران کارخانه‌ها و مراکز عمده بار حمل ریلی بار را به عنوان یکی از سهل‌ترین شقوق جابه‌جایی مواد اولیه و محصولات کارخانه‌ها و مراکز عمده بار از نیروی انسانی کارآمد و دارای مهارت در این خصوص بهره گیرد. همچنین رسانه‌ها نیز با تبلیغات در جهت تغییر نگرش کارخانه‌ها و مراکز عمده بار اقدام نمایند.

پیشنهاد می‌گردد تولید کنندگان داخلی با به کار گیری تکنولوژی روز در دنیا به ساخت واگن و تجهیزات مورد نیاز بپردازند. همچنین راه آهن با به بهینه‌سازی ساختار و فرآیندهای سازمانی و ایجاد شبکه‌های هوشمند برای هماهنگی گمرک - پلیس - فرورواردها و سیستم حمل و نقل پردازد و امکان ردیابی واگن‌های باری را برای صاحبان بار فراهم نماید و با تلاش هرچه بیشتر و کمک دولت همه علائم را از دستی به سیگنالینگ تغییر نماید.

پیشنهاد می‌گردد راه آهن با هماهنگی لازم با شرکت زیرساخت در طرح‌های احداث محورهای جدید، مراکز عمده بار را نیز به شبکه متصل نماید؛ همچنین امکان فراهم کردن حمل درب به درب شرایط رضایت صاحبان بار را فراهم نماید. از طرفی با تعمیر و نگهداری مناسب و به موقع مسیر ریلی از خرابی و فرسوده شدن زود هنگام خطوط جلوگیری به عمل آورد.

پیشنهاد می‌گردد راه آهن با تلاش لازم جهت ساده‌سازی قوانین واردات واگن، تأمین واگن‌های متنوع برای حمل بارهای متنوع، افزایش تعداد لکوموتیوها و واگن‌های موجود، مانور به موقع واگن، برطرف کردن ضعف‌های سیستم تعمیر و نگهداری واگن‌ها و لکوموتیوها، آماده به کاری ناوگان و تأمین قطعات مناسب در شرایط تحریم‌ها امکان حمل ریلی باری را افزایش دهد.

کتابنامه

- ابطحی، سید حسین و همکاران (۱۳۸۷). استراتژی‌های مدیریت منابع انسانی (بررسی موردی). تهران، پویند.
- بزرگی، محمد رضا (۱۳۸۸). روش‌های پژوهش در حوزه آینده‌اندیشی، کتاب ماه علوم اجتماعی. پاشایی‌زاده، حسین (۱۳۸۶). نگاهی اجمالی به روش دلفی، پیک نور، شماره ۲، سال ششم.
- تقی‌زاده، رضا، محمدی، وحید و آقاییارماکوئی، نگین، (۱۳۹۶). آشنایی با نمونه‌گیری و کاربرد در پژوهش‌های کمی و کیفی، پنجمین کنفرانس بین‌المللی رویکردهای پژوهشی در علوم انسانی و مدیریت.
- حبیبی، آ. و دیگران (۱۳۹۳) تصمیم‌گیری چند معیاره فازی، تهران: نشر کتیبه گل.
- حیدری، امیر هوشنگ (۱۳۹۵)، آینده پژوهی و روش دلفی، ترویج علم، ۱۷(۱): ۱-۹.
- سیفی‌پور، فاطمه، افروز امینی، فاطمه، (۱۳۹۱)، تأثیر افزایش قیمت سوخت بر تقاضای باری ریلی و سهم آن از حمل و نقل زمینی، مهندسی حمل‌ونقل، ۳(۴): ۳۱۵-۳۲۴.
- شدتی، هادی، ریواسی، احمد، حسینی، سید رسول، مومنی، رضا و شاجری، غلامرضا (۱۳۸۶). نگاهی به روابط بین راه‌آهن ج.ا.ا و شرکت‌های حمل و نقل ریلی، تهران، طاهر، ۱۳-۹.
- شریفی، نورالدین، (۱۳۹۰)، جایگاه حمل‌ونقل و تأثیر آن بر دیگر بخش‌های اقتصاد کشور: یک تحلیل داده - ستاده، فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۲(۵): ۲۰۷-۲۳۷.

شمالی پور، بهرام، سعیدی، ناصر، کعبی، عامر، حلافی، حمیدرضا، رشنودی، اصغر، (۲۰۱۴)، تخمین ترافیک باری بیست ساله آینده شیوه‌های حمل و نقل دریایی، جاده‌ای و ریلی بندر امام خمینی (ره) با استفاده از مدل سری‌های زمانی. / *قیانوس‌شناسی*، شماره (۱۷).

صمیمی، امیر، رحیمی، احسان و امینی، حمیدرضا (۱۳۹۷). تحلیل مزایای تغییر شیوه حمل کالا از جاده‌ای به ریلی از نگاه توسعه پایدار؛ مطالعه موردی ایران، نشریه مهندسی عمران امیرکبیر، ۵۰(۳): ۵۱۹-۵۲۸.

فطرس، محمدحسن، صحرایی، راضیه، یاوری، معصومه، (۱۳۹۳)، برآورد تابع تقاضای انرژی‌بخش حمل و نقل جاده‌ای ایران، ۱۳۹۲-۱۳۵۷. *فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان*، ۲(۷): ۱۳۵۷-۱۳۹۲.

قربانی، سعید، (۱۳۹۲)، طراحی مدل تأثیرگذاری آینده‌نگاری بر سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری در سطح ملی (مطالعه موردی جمهوری اسلامی ایران)، رساله دکتری، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی، دانشکده علوم اجتماعی، گروه آینده‌پژوهی.

قهرمانی، حسین، نیکو، نریمان، یحیی، سعید، (۱۳۹۰)، بررسی بازار حمل و نقل ریلی باری در شرکت راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران با استفاده از دیدگاه سیستم دینامیکی. *دهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک*.

کشاوریان، مریم، (۱۳۹۵)، تخمین و پیش‌بینی ترافیک هوایی در کل دنیا، *پژوهشنامه حمل و نقل*، ۱۳(۲): ۱۵۳-۱۶۸.

محرابیان، آزاده، (۱۳۹۱)، بررسی عوامل مؤثر بر جابجایی مسافر در شبکه حمل و نقل ریلی در ایران، *فصلنامه علوم اقتصادی*، ۷(۲۲): ۱۳۷-۱۵۳.

منظور، داود و کهن‌هوش‌نژاد، روح‌اله (۱۳۹۶). چشم‌انداز مصارف جهانی انرژی در بخش حمل و نقل، *فصلنامه علمی ترویجی نشریه انرژی ایران*، ۲۰(۲): ۵۱-۶۵.

مهرگان، نادر و دهقانی احمدآباد، هانی، (۱۳۸۹)، تخمین اثر رشد اقتصادی بخش حمل و نقل بر توزیع درآمد در ایران، *پژوهشنامه حمل و نقل*، ۷(۴): ۳۶۵-۴۱۸.

نوریان، فرشاد و فتح جلالی، آرش (۱۳۹۹). بررسی و تحلیل اثرات برنامه‌ریزی کاربری اراضی و شبکه حمل و نقل بر مصرف انرژی در شهر، *مورد مطالعاتی: محدوده ۳۵ هکتاری در شهر جدید هشتگرد*. معماری و شهرسازی آرمان‌شهر، شماره ۳۱، ۲۸۶-۲۷۱.

References

- Abdelwahab, W. M. (1998). Elasticities of mode choice probabilities and market elasticities of demand: evidence from a simultaneous mode choice/shipment-size freight transport model. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 34(4), 257-266.
- Abtahi, Seyed Hossein et al. (2008). Human resource management strategies (case study). Tehran, Pooyand. (In Persian).
- Alises, An., and José aa nlel Vassllo. CComprison of Rodd Freight Transport Trends in Europe. Coupling and Decoupling Factors from an

- Input–Output decomposition Analysis”” *Transportation Research Part A* 82: 141–157. doi:10.1016/j.tra.2015.09.013.
- Bavarsad-Ahmadi, P. (1997). Iran's Potential as a Landbridge for Former USSR Republics: A Scenario Approach.
- Bell, W. (2003). Foundations of Futures Studies: History, Purposes, and Knowledge, Transaction Pub.
- Bozorgi, Mohammad Reza (1388). Research Methods in the Field of Futurism, Social Science Month Book. (In Persian).
- Bryan, J., Weisbrod, G., & Martland, C. (2007). Rail freight as a means of reducing roadway congestion: Feasibility considerations for transportation planning. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*.
- Criini, T. G. ong-haul Freight Transportation”” ”n Hknkkook of Transportation Science, 451–516. Boston, MA: Springer.
- Crayton, T. J., & Meier, B. M. (2017). Autonomous vehicles: Developing a public health research agenda to frame the future of transportation policy. *Journal of Transport & Health*, 6, 245-252.
- Cyphert, F. R., & Gant, W. L. (1970). The Delphi technique: A tool for collecting opinions in teacher education. *Journal of Teacher Education*, 21(3), 417-425.
- Delbecq, A. L., Van de Ven, A. H., & Gustafson, D. H. (1975). *Group techniques for program planning: A guide to nominal group and Delphi processes*. Scott, Foresman,.
- Edelenbosch, O. Y., McCollum, D. L., Van Vuuren, D. P., Bertram, C., Carrara, S., Daly, H., ... & Sano, F. (2017). Decomposing passenger transport futures: comparing results of global integrated assessment models. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 55, 281-293.
- Eruygur, A., Kaynak, M., & Mert, M. (2012). Transportation–Communication Capital and Economic Growth: A VECM Analysis for Turkey. *European Planning Studies*, 20(2), 341-363.
- Fitras, Mohammad Hassan, Sahraei, Razieh and Yavari, Masoumeh (1393). Estimation of Energy Demand Function of Iran Road Transport Sector, 2013-2008. *Quarterly Journal of Strategic and Macro Policies*, Second Year, No. 7, pp. 1392-1357. (In Persian).
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Structural equation models with unobservable variables and measurement error: Algebra and statistics.
- Friedrich, M., Haupt, T., & Nökel, K. (2003, August). Freight modelling: data issues, survey methods, demand and network models. In *10th International Conference on Travel Behaviour Research, Lucerne, Switzerland, August*.
- Ghahremani, Hossein, Niko, Nariman, Yahya, Saeed (1390). Investigating the Freight Rail Transportation Market in the Railway Company of the Islamic Republic of Iran Using the Dynamic System Perspective. *10th International Conference on Transportation and Traffic Engineering*. (In Persian).

- Ghorbani, Saeed, (1392). Designing a model for influencing futurism on science, technology and innovation policy-making at the national level (Case study of the Islamic Republic of Iran). *PhD Thesis, Imam Khomeini International University*, Faculty of Social Sciences, Department of Future Research. (In Persian).
- Goodman L.(1961). Snowball Sampling. *The Annals of Mathematical Statistics*; 20: 572-579.
- Gössling, S., Cohen, S., Higham, J., Peeters, P., & Eijgelaar, E. (2018). Desirable transport futures. 301-309.
- Habibi, A. Et al. (2014). Decision making of several fuzzy criteria, Tehran: Gol Inscription Publishing. (In Persian).
- Heidari, Amir Houshang (2015). Promoting Science, Year 7, Spring and Summer pp. 19-1. (In Persian).
- Holguin-Veras, J., & Thorson, E. (2000). Trip length distributions in commodity-based and trip-based freight demand modeling: investigation of relationships. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (1707), 37-48.
- Keser,, I., Coosemans, T., & aa chrris, C. (2)))). . tt akeholrer s' preferences for the future of transport in Europe: Participatory evaluation of scenarios combining scenario planning and the multi-actor multi-criteria analysis. *Futures*, 127, 102690.
- Keshavarzian, Maryam (2015). Estimating and forecasting air traffic worldwide. *Journal of Transportation*, Volume 13, Number 2 (47): 153-168. (In Persian).
- Klemperer, P. (1995). Competition when consumers have switching costs: An overview with applications to industrial organization, macroeconomics, and international trade. *The review of economic studies*, 62(4), 515-539.
- Lewis, K. A., Widup, D. P., & Lewis, R. A. (1982). Deregulation and rail-truck competition: evidence from a translog transport demand model for assembled automobiles. *Journal of Transport Economics and Policy*, 139-149.
- Linstone, H.A. & Turoff, M., (1975), (digital version: 2002), "Introduction", the Delphi Method: Techniques and Applications, Publisher:Addison-Wesley Pub. Co., Advanced Book Program.
- www.ig, B. (999)) rrr eii cting the fit ure: Hvve you considered using the Delphi metholol ol y"". *Journal of Extension*, 35(5), 1-4.
- Mäkitalo, M. and Hilmola, O. (2010), "Analysing the future of railway freight competition: a Delphi study in Finland", *Foresight*, Vol. 12 No. 6, pp. 20-37.
- Manzoor, Davood and the ancient intelligentsia, Ruhollah (1396). Perspectives on Global Energy Consumption in the Transportation Sector, *Iranian Energy Magazine*, Volume 20, Number 2, pp. 65-51. (In Persian).
- Martin, B. R. (2012). The evolution of science policy and innovation studies. *Research policy*, 41(7), 1219-1239.

- Mehrabian, Azadeh (1391). Investigating the Factors Affecting Passenger Transportation in the Rail Transportation Network in Iran. *Quarterly Journal of Economic Sciences*, Seventh Year, No. 22, pp. 137-153. (In Persian).
- Mehregan, Nader and Dehghani Ahmadabad, Hani (1389). Estimating the effect of economic growth in the transportation sector on income distribution in Iran. *Journal of Transportation*, Year 7, Number 4, pp. 365-418.
- Mutter, A., & Rohrer, H. (2021). Competing Transport Futures: Tensions between Imaginaries of Electrification and Biogas Fuel in Sweden. *Science, Technology, & Human Values*, 0162243921996052.
- Nourian, Farshad and Fath Jalali, Arash (1399). Investigating and analyzing the effects of land use planning and transportation network on energy consumption in the city, case study: 35 hectare area in the new city of Hashtgerd. *Armanshahr Architecture and Urban Planning*, No. 31, pp. 286-271. (In Persian).
- Pashaeizadeh, Hossein (1386). A brief look at the Delphi method, *Peak Noor*, No. 2, Year 6. (In Persian).
- Peeters, P., Higham, J., Cohen, S., Eijgelaar, E., & Gössling, S. (2019). Desirable tourism transport futures. *Journal of Sustainable Tourism*, 27(2), 173-188.
- Rattanavraha, Vuttanvongs, and Aijkkaj mornonkw.o. Trends in Thailand CO2 Emissions in the Transportation Sector and Policy implications. *Transport Policy* 41: 136-146. doi:10.1016/j.tranpol.2015.01.007.
- Roorda, M. J., Cavalcante, R., McCabe, S., & Kwan, H. (2010). A conceptual framework for agent-based modelling of logistics services. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 46(1), 18-31.
- Samimi, Amir, Rahimi, Ehsan and Amini, Hamidreza (1397). Analyzing the benefits of changing the way goods are transported from road to rail from the perspective of sustainable development; Case Study of Iran, *Amirkabir Journal of Civil Engineering*, Volume 50, Number 3, pp. 528-519. (In Persian).
- Schmedding, D., Liedtke, G. T., & Babani, J. (2006). The Rule-Based Freight Transport Simulation System InterLOG. In *Transportation Research Board 85th Annual Meeting* (No. 06-2436).
- Seifipour, Fatemeh and Afrooz Amini, Fatemeh (2012). The effect of rising fuel prices on rail freight demand and its share of land transportation. *Transportation Engineering*, Third Year, No. 4, pp. 315-324. (In Persian).
- Shahdadi, Hadi, Rivasi, Ahmad, Hosseini, Seyed Rasoul, Momeni, Reza and Shajari, Gholamreza (2007). A Look at the Relations between the Railways of the Islamic Republic of Iran and Railway Transport Companies, *Tehran, Taher*, 9-13.
- Shamalipour, Bahram, Saeedi, Nasser, Kaabi, Amer, Halafi, Hamidreza and Rashnoodi, Asghar. (2014). Estimation of freight traffic in the next 20 years.

- Maritime, road and rail transportation methods of Imam Khomeini port using time series model*. Oceanography (17). (In Persian).
- Sharifi, Nouredine (1390). The status of transportation and its impact on other sectors of the economy: a data-output analysis. *Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research*, Second Year, Fifth Issue, pp. 207-237. (In Persian).
- Spector, S., Higham, J. E., & Gössling, S. (2020). Extraterrestrial transitions: Desirable transport futures on earth and in outer space. *Energy Research & Social Science*, 68, 101541.
- Taghizadeh, Reza, Mohammadi, Vahid and Mr. Armakouei, Negin, (1396). Introduction to Sampling and Application in Quantitative and Qualitative Research, Fifth International Conference on Research Approaches in Humanities and Management. (In Persian).
- Ubbels, B., Rietveld, P., & Peeters, P. (2002). Environmental effects of a kilometre charge in road transport: an investigation for the Netherlands. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 7(4), 255-264.
- UNIDO, U. (2005). UNIDO technology foresight manual: organization and methods. Vienna: United Nations Industrial Development Organization
- Venezia, E. (2011). Transport investments: are they crucial for the economic system?. *International Journal of Engineering Management and Economics*, 2(4), 351-368.
- Witzell, J. (2020). Assessment tensions: How climate mitigation futures are marginalized in long-term transport planning. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 87, 102503.
- Yang, C. H., Chow, J. Y., & Regan, A. (2009). State of the art of freight forecasting modeling: lessons learned and the road ahead. In *Transportation Research Board 88th Annual Meeting* (No. 09-3384).
- Zhang, Y., Bowden, R. O., & Allen, A. J. (2003). Intermodal transportation planning using commodity flow data. *National Center for Intermodal Transportation and Mississippi Department of Transportation*.
- Zhu, M., Liu, X. Y., Tang, F., Qiu, M., Shen, R., Shu, W., & Wu, M. Y. (2016). Public vehicles for future urban transportation. *IEEE transactions on intelligent transportation systems*, 17(12), 3344-3353.