Journal of Iran Futures Studies
Print ISSN: 6365-2423
Online ISSN: 2676-6183

Future Scenarios of High-Speed Rail Transport Technologies in Iran

Hossein Heirani *
Assistant Professor, Technology & Innovation Policy Studies Dep., National Research Institute for Science Policy (NRISP), Tehran, Iran. heirani@nrisp.ac.ir
Javad Noori
Faculty member of the Research Institute for Science, Technology and Industry Policy (RISTIP) - Sharif University of Technology (SUT)., Tehran, Iran. j.noori@sharif.edu
Zeinab Zarei
Master of Future Studies, Tolo Mehr Higher Education, Qom, Iran, zyenab.zarei2021@yahoo.com

Abstract

Objective**:** Iran's presence in a geopolitical region and its proximity to some countries that do not have access to open waters and its location on the path of international corridors, the development of transportation, along with the presence of tourist, cultural and social attractions, are among the potentials that make the creation of high-speed rail transport technologies one of the primary necessities of sustainable development in the country. Based on global experience, the rail transport system has special advantages over other transport systems in terms of energy consumption, economy, environmental damage, passenger transport speed, transported cargo volume and safety. This research was conducted with the aim of developing future scenarios for high-speed rail transport in the country.
Method: In this study, using futures research methods, importance/uncertainty matrix, structural analysis, MICMAC cross-analysis, key factors affecting the future technologies of the high-speed rail transportation industry were identified, and then technological options were obtained through interviews and consensus of experts and the analyses carried out, and scenarios for the future of this industry were developed using the GBN method.
Findings: Seventeen effective factors were identified, and by analyzing the MICMAC software, two key factors were finally obtained: government support in providing budget and sanctions. Key factors and technological options were reviewed in the expert panel, and based on that, scenarios for the future of this industry were developed.
Conclusion: In this study, four scenarios were obtained, including: 1- Thoroughbred, 2- Unbridled, 3- Tamed, 4- Miniature Horse. Given these scenarios, if the system has a long-term supportive view of technology localization, even despite sanctions, the country can reach a position that is in the hands of a small number of countries, which will have financial benefits and national authority for the country.
Keywords: Technology policymaking, futures research, MICMAC software, high-speed rail transport system, train.

Cite this article: Heirani, Hossein. Noori, Javad. Zarei, Zeinab (2025) Future Scenarios of High-Speed Rail Transport Technologies in Iran, Volume 9, NO.2 fall & winter 2025,74-109
Received on: 16 September 2024 **Accepted on:** 17 February 2025
DOI: 10.30479/JFS.2025.20734.1568
opyright© 2025, The Author(s).
Publisher: Imam Khomeini International University
Corresponding Author/ E-mail: Hossein Heirani / heirani@nrisp.ac.ir

فصلنامه آینده پژوهی ایران

شاپای چاپی :۲۴۲۳-۶۳۶۳

شاپای الکترونیکی : ۶۱۸۳-۷۶۲۶

سناریوهای آینده فناوری‌های حمل‌ونقل پرسرعت ریلی ایران

حسین حیرانی

ستادیار گروه پژوهشی سیاست فناوری و نوآوری، مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ایران(نویسنده مسئول)

heirani@nrisp.ac.ir

جواد نوری

عضو هیئت علمی پژوهشکده سیاستگذاری علم، فناوری و صنعت، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران. j.noori@sharif.edu

زینب زارعی

کارشناسی‌ارشد آینده‌پژوهی، آموزش عالی طلوع مهر، قم، ایران zyenab.zarei2021@yahoo.com

چکیده

هدف: حضور ایران در منطقه‌ای ژئوپلیتیک و همسایگی با برخی از کشورها که به آب‌های آزاد دسترسی ندارند و قرارگرفتن در مسیر کریدورهای بین‌المللی، توسعه حمل‌ونقل را در کنار دارا بودن جاذبه‌های توریستی، فرهنگی و اجتماعی، ازجمله پتانسیل‌های است که ایجاد فناوری‌های حمل‌ونقل پرسرعت ریلی را از ضروریات اولیه توسعه پایدار در کشور است. بر اساس تجربه جهانی سیستم حمل‌ونقل ریلی به لحاظ مصرف انرژی، اقتصادی، خسارت وارده بر محیط‌زیست، سرعت انتقال مسافر، حجم بار انتقالی و ایمنی نسبت به دیگر سیستم‌های حمل‌ونقل دارای امتیازات ویژه‌ای است. این پژوهش باهدف تدوین سناریوهای پیش روی حمل‌ونقل ریلی پرسرعت کشور انجام شده است.

روش: در این پژوهش با استفاده از روش‌های آینده‌پژوهی، استفاده از ماتریس اهمیت/ عدم قطعیت، تحلیل ساختاری، تجزیه‌وتحلیل متقابل MICMAC به شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر فناوری‌های آینده صنعت حمل‌ونقل ریلی پرسرعت پرداخته و سپس گزینه‌های فناورانه با مصاحبه و اجماع نظر خبرگان و تحلیل‌های صورت گرفته به دست آمده و سناریوهای پیش روی این صنعت به روش GBN تدوین گردیده است.

یافته‌ها: هفده عامل مؤثر شناسایی شده و با تجزیه‌وتحلیل نرم‌افزار میک‌مک در نهایت دو عامل کلیدی: حمایت دولت در تأمین بودجه و تحریم‌ها به‌دست‌آمده، عوامل کلیدی و گزینه‌های فناورانه در پنل خبرگان بررسی و بر اساس آن سناریوهای پیش روی این صنعت تدوین گردیده است. بر این اساس چهار سناریو به‌دست‌آمده که شامل: ۱- تروبرد، ۲-افسارگسیخته، ۳-رام شده، ۴- اسب مینیاتوری است. همچنین در هر سناریو گزینه‌های فناورانه اولویت‌بندی شده است.

نتیجه‌گیری: با توجه به این سناریوها، اگر نظام نگاه حمایتی بلندمدت نسبت به بومی‌سازی فناوری داشته باشد، حتی با وجود تحریم‌ها کشور می‌تواند به جایگاهی برسد که در اختیار تعداد اندکی از کشورها است که منافع مالی و اقتدار ملی را برای کشور خواهد داشت.

واژگان کلیدی : سیاست‌گذاری فناوری، آینده‌پژوهی، نرم‌افزار MICMAC ، سامانهٔ حمل‌ونقل ریلی پرسرعت، قطار.

*استناد: حیرانی، حسین. نوری، جواد. زارعی، زینب (۱۴۰۳) سناریوهای آینده فناوری‌های حمل‌ونقل پرسرعت ریلی ایران. دو فصلنامه علمی آینده پژوهی ایران، مقاله پژوهشی، دوره ۹، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۴۰۳، ۷۴-۱۰۹

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۳/۶/۲۶ تاریخ پذیرش نهایی۱۴۰۳/۱۱/۲۹

ناشر: دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

مقدمه و بیان مسئله

قطارهای پرسرعت نخستین‌بار از دهه ۶۰ میلادی در حمل‌ونقل و جابه‌جایی مسافران مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این قطارهای به‌عنوان یک محصول تجاری که مردم بتوانند از آن استفاده کنند از حدود ۵۰ سال پیش در کشورهای اروپایی و ژاپن به‌عنوان یک گزینه جدید در صنعت حمل‌ونقل مورد استفاده قرار گرفته‌اند. سرعت حرکت این قطارهای از ۱۵۰ تا ۲۰۰ کیلومتر در ساعت شروع و به به‌تدریج افزایش یافت، نسل کنونی آن‌ها با سرعت ۳۵۰ کیلومتر در ساعت حرکت می‌کنند. این نوع قطارها در بسیاری از کشورهای اروپایی و آسیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. آلمان، فرانسه، اسپانیا، ایتالیا در اروپا، ژاپن، کره و چین در آسیا ازجمله کشورهای تولیدکننده قطارهای پرسرعت در سطح دنیا هستند که در این زمینه صاحب‌نظر بوده و از ابتدا تولیدکننده این فناوری بوده‌اند. این نوع سیستم حمل‌ونقل در حال رقابت با سایر سیستم‌های حمل‌ونقل و در رأس آن‌ها سیستم هوایی است، چراکه برای استفاده‌کنندگان پنج مقوله ایمنی، راحتی، دسترسی، صرفه‌جویی در زمان و هزینه‌ها بسیار مهم می‌باشد و برای سازندگان و بهره برداران نیز به غیر چهار موضوع ابتدایی، بحث هزینه‌ها بسیار حائزاهمیت است (فداکار ماسوله و کی‌منش، ۱۳۹۵).

اکنون مطالعه جامع در زمینه سیستم‌های نوین حمل‌ونقل ریلی و همچنین مطالعه ارتقای سیستم راه‌آهن موجود به سامانه پرسرعت یکی از مقوله‌های با اهمیت در بحث توسعه پایدار و بحث کریدور در آینده کشور است که می‌تواند، به ارتقای بهره‌وری در سیستم حمل‌ونقل و صرفه‌جویی مؤثر در انرژی، زمان و بهینه‌سازی در هزینه‌ها منجر گردد. توسعه کمی و کیفی حمل‌ونقل ریلی و قطارهای پرسرعت با استفاده از فناوری‌های جدید از مهم‌ترین اولویت‌های آینده‌نگرانه دولت در سال‌های اخیر بوده است. ضرورت ایجاد و گسترش راه‌های ارتباطی کوتاه، پایدار و ایمن مناطق مختلف، طی سال‌های اخیر منجر به شکل‌گیری رقابت‌هایی نوظهور در قالب رقابت کریدورها در منطقه شده، بدیهی است عدم اهتمام لازم به موضوع می‌تواند در آینده منافع ملی کشور را با تهدیدات عدیده‌ای مواجه نماید (زارعی و حسین قزل‌اياغ، ۱۴۰۱).

شناخت آینده از حیاتی‌ترین علوم موردنیاز هر جامعه‌ای است (فورت[1]،۲۰۰۱). تمامی نظام‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی ملی نیازمند شناختی قابل اتکا از جهان آینده هستند تا بتوانند سیاست‌های ملی و تصمیمات خود را بر مبنای آن تدوین و پیامدهای حاصل از آن را پیش‌بینی کنند. در اینجا آینده‌پژوهی نه به معنای پژوهیدن یک امر مبهم و به واقعیت نپیوسته، بلکه به معنای تلاش برای ساخت آینده‌ای مطلوب بر مبنای ارزش‌های بنیادین و آرمان‌های هر ملت است (قاسمی و زارعی ، ۱۴۰۲). ازاین‌رو باید توجه داشت که برای ساخت آینده مطلوب کشور نیاز به بررسی و مطالعات آینده‌پژوهانه در تمام زمینه‌ها ازجمله، صنعت حمل‌ونقل ریلی پرسرعت است. هدف این مقاله تبیین سناریوهای آینده حوزه حمل‌ونقل ریلی سریع‌السیر کشور، با وجود عدم قطعیت‌های

1. FOREN

مختلف و مرتبط در مسیر گذار از سیستم‌های حمل‌ونقل ریلی فعلی به سمت حمل‌ونقل پیشرفته و پرسرعت، توسعه صنعت حمل‌ونقل ریلی است. لذا مسئله این پژوهش ضرورت درک ترسیم سناریوهای باورپذیر از فضای آینده حمل‌ونقل ریلی پرسرعت در کشور است، به‌گونه‌ای که بتوان فضای اطمینان‌بخشی برای تصمیم‌سازی، سیاست‌سازی، راهبردها و اقدامات در این حوزه فراهم کند.

پیشینه

پژوهش‌های بسیاری در زمینه حمل‌ونقل انجام شده است، اکنون ما در این مقاله به برخی از این پژوهش‌ها رویکرد انجام‌گرفته اشاره می‌کنیم.

واتسون(۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان راه‌آهن سریع‌السیر بیان می‌دارد، اتحادیه بین‌المللی راه‌آهن (UIC)[1]، راه‌آهن سریع‌السیر را یک سیستم حمل‌ونقل پرسرعت تعریف می‌کنند که شامل زیرساخت ها و واگن‌ها است. این زیرساخت‌ها می‌تواند برای خطوط اختصاصی ساخته‌شده جدید با قطارهایی که سرعت بالای ۲۵۰ کیلومتر در ساعت یا خطوط معمولی ارتقاء یافته با سرعت ۲۰۰ یا حتی ۲۲۰ کیلومتر در ساعت باشد (Inara Watson,2021))

اوربانسکی در مقاله بررسی راه‌آهن سریع باری(۲۰۲۲) بیان می‌کند، یکی از اهداف حمل‌ونقل ریلی جابجای بار است. استفاده از قطار پرسرعت با هدف باربری به دلیل قیمت نسبتاً پایین و بدون مزاحمت‌های محیطی گزینه مناسب حمل‌ونقل است. بر اساس داده‌ها، استفاده از این نوع حمل‌ونقل برای محموله‌های که زمان تحویل برای کاربر حیاتی است در زمانی که زیرساخت راه‌آهن و واگن مناسب موجود باشد، موجه به نظر می‌رسد (Urbanski P ,2022))

فتحی و همکاران (۱۳۹۷)، نتایج پژوهش آینده‌پژوهی سرمایه‌گذاری و تأمین مالی در صنعت حمل‌ونقل ریلی ایران (بخش ماشین‌آلات و تجهیزات)، حاکی از این است که «بدون وجود شبکه حمل‌ونقل، تأسیسات و تجهیزات جانبی و ناوگان مطلوب تصور رشد و توسعه عمومی کشور غیرممکن به نظر می‌رسد. سه عامل کلیدی مؤثر در این زمینه تحریم‌های اقتصادی، تورم و سیاست‌های پولی و مالی است».

عاشوری و همکاران (۱۳۹۶) نتیجه مقاله الگوی انتقال فناوری با رویکرد آینده‌پژوهی در صنعت حمل‌ونقل ریلی (تحقیق موردی: قطار سریع‌السیر) نشان می‌دهد، « عامل گزینش و کسب فناورانه در بعد گزینش فناوری جایگاه اول، اکتساب فناوری جایگاه دوم، شناسایی فناوری موردنیاز جایگاه سوم را دارد و در عامل استقرار و بکار گیری بعدهای؛ انطباق و بومی‌سازی فناوری، جذب و تحلیل فناوری، بهره‌برداری از فناوری به ترتیب رتبه‌های اول تا سوم را دارد و در عامل تثبیت و

1. Union Internationale des Chemins

نگهداری بعدهای؛ توسعه و بهبود فناوری و اشاعه فناوری به ترتیب رتبه اول دوم را به خود اختصاص داده‌اند».

مبانی نظری

سیستم حمل‌ونقل ریلی

حمل‌ونقل ریلی یکی از گونه‌های حمل‌ونقل پاک و سبز با کمترین میزان آلایندگی به نسبت سایر روش‌های ترانزیت بار و مسافر است. این نوع حمل‌ونقل به دلیل داشتن نقش زیربنایی تأثیرهای فراوانی بر فرآیند رشد اقتصادی کشور دارد. بدون وجود شبکه حمل‌ونقل، تأسیسات و تجهیزات جانبی و ناوگان مطلوب تصور رشد و توسعه عمومی کشور غیرممکن به نظر می‌رسد (فتحی و همکاران،۱۳۹۷).

آینده‌پژوهی

آینده‌پژوهی یک دانش ارزش بنیان است و فرایندها، رویکردها و روش‌های آن به ویژگی‌های اجتماعی وابسته است. به عدد پروژه‌های آینده‌پژوهی، روش آینده‌پژوهی وجود دارد (پدرام، جلالی‌وند، ۱۳۹۸). بنا بر تعریف بل: «آینده‌پژوهی، دانش و هنری است که به انسان کمک می‌کند تا وقایع، فرصت‌ها و تهدیدهای آینده را به‌خوبی بشناسد و هوشمندانه از بین آینده‌های ممکن، باورکردنی و محتمل به انتخاب آینده‌های مطلوب و موردنظر بپردازد و با این رویکرد آینده را صلب، محتوم، قطعی و بدون تغییر تصور نکند.» (Bell,2003:123)

هلمر[1] (2009) آینده‌پژوهی را یک حوزه هنجاری در تحقیق در عملیات می‌داند و هدف آینده‌پژوهان را کمک به تصمیم گیران از طریق جمع‌آوری دانش به شیوه‌های تخصصی‌تر و مطلوب‌تر تعریف می‌کند.

سناریو

تعاریف متعددی برای سناریو ارائه شده است: سناریو[2] یعنی داستانی درباره آینده که معمولاً شامل داستان‌هایی از گذشته و حال هم می‌شود (بل، ۱۳۹۲: ۵۴۹). هرمان کاهن[3] که یکی از بنیان‌گذاران آینده‌پژوهی و سناریوپردازی است سناریو را «مجموعه‌ای از رویدادهای احتمالی در آینده، برای روشن شدن زنجیرة احتمالی رویدادهای علی و همچنین نقاط عطف تصمیم‌گیری» تعریف می‌کند. شومیکر نیز تعریف می‌کند که در سناریو باید آینده‌های آتی را مشخص کرد و تفکر مربوط به آن را تحریک نمود و نگرش غالب و وضعیت فعلی را به چالش کشید (شومیکر، ۱۹۹۵). سناریو توصیفی امکان‌پذیر و اغلب ساده است که آینده را بر اساس مجموعه‌ای از مفروضات منسجم و درونی، نیروها و پیشران‌های کلیدی شکل می‌دهد (رنسیول، متزگر، ۲۰۱۰).

1. Olaf Helmer
2. Scenario
3. kahn

به‌طورکلی سناریوها، روایت‌های برگزیده‌شده از فضای آینده‌های بدیل پیش روی ما هستند. برای شناسایی آینده‌های بدیل و تبدیل آن‌ها به مجموعه سناریوهای قابل‌ارائه، رویکردهای متنوعی پیشنهاد شده است. یکی از رویکردهای سناریوپردازی رویکرد استنتاجی[1] است. این رویکرد کاربرد گسترده‌ای در سناریونویسی کیفی دارد و به شکلی منظم به تحلیل عدم قطعیت‌ها و سناریوها می‌پردازد. بر پایه این رویکرد، الگوهای اجرایی متنوعی برای سناریوپردازی پیشنهادشده است که مرسوم‌ترین آن‌ها، الگوی «شبکه جهانی کسب‌وکار (GBN)» [2] است که پیتر شوارتز[3] در کتاب هنر هنر دورنگری است که ما نیز در این پژوهش از این روش استفاده کرده‌ایم. مراحل این روش را به شرح زیر است:

ـگام اول: شناسایی موضوع یا تصمیم اصلی؛
ـگام دوم: شناسایی نیروهای کلیدی در محیط نزدیک
ـگام سوم: شناسایی نیروهای پیشران؛
ـگام چهارم: طبقه‌بندی بر اساس اهمیت و عدم قطعیت؛
ـگام پنجم: انتخاب منطق سناریوها؛
ـگام ششم: پربار کردن سناریوها؛
ـگام هفتم: شناسایی پیامدها؛ و
ـگام هشتم: انتخاب شاخص‌ها و علائم راهنما (شوارتز، ۱۳۹۰).

پیشران

ساده‌ترین و شیواترین تعریف پیشران[4]، نیروهای بزرگ تغییر است (شوارتز، ۱۳۹۰: ۲۲۶). منظور از پیشران، هر چیزی است که صحنه و محیط کلان را متحول کرده و تغییر می‌دهد. پیشران‌ها از دو جهت برای ما دارای اهمیت هستند، از یک‌سو، در مقام توصیف، آینده را بر مبنای آن‌ها توصیف می‌کنیم و از سوی دیگر، در مقام تجویز و مبتنی بر پیشران‌ها، آینده را مطابق با میل خود تغییر می‌دهیم (پدرام و زالی، ۱۳۹۷).

عدم قطعیت

ما نمی‌دانیم که در آینده چه اتفاقی خواهد افتاد، اما غفلت ما کامل نیست. عدم قطعیت[5] به آن عواملی اشاره می‌کند که نتایج ناشناخته دارد و هنوز اتفاق نیفتاده است و نمی‌توان برای آن میزان احتمال وقوع خاصی را پیش‌بینی کرد. این عناصر همواره به‌طور ذاتی به عناصر نسبتاً مشخص مرتبط هستند و می‌توانید با به سؤال کشیدن مفروضات خود در زمینه این عناصر، آن‌ها را پیدا

1. Deductive
2. Global Business Network
3. Peter Schwartz
4. Driving Force
5. Uncertainty

کنیـد. مثلاً چه اتفاقاتی ممکن است باعث شود قیمت نفت دوباره افزایش یابد؟ یا با نگاه به آمار جمعیت، درک کاملی نسبت به طبیعت نیروی کار آینده کسب نمی‌کنید، زیـرا تعـداد افرادی که به دنبال شغل و کار خواهند گشت، مشخص نیست (شوارتز، ۱۳۹۰: ۲۲۶).

گزینه‌های فناورانه

فناوری به‌عنوان یک عامل مهم در جوامع، نقش بسیار حیاتی و تأثیرگذاری در تمام ابعاد زندگی انسان‌ها و سازمان‌ها ایفا می‌کند. در دنیای پویا و پیچیده امروزی، فناوری‌ها به‌سرعت در حال تغییر و پیشرفت هستند و شناخت آگاهانه این تحولات، باعث بهبود عملکرد سازمان‌ها و پیشرفت آن‌ها، بهره‌وری بالاتر و بهبود کیفیت زندگی بشر خواهد شد (Khalil,2000)).

شناسایی فناوری به‌عنوان یکی از فعالیت‌های اساسی و اولیه مدیریت فنّاوری در حوزه‌های مختلفی نظیر پیش‌بینی فنّاوری، برنامه‌ریزی فنّاوری، تدوین استراتژی توسعه فنّاوری و ... مطرح است. رویکردهای مختلفی برای شناسایی فناوری ارائه گردیده است که عبارت‌اند از: نگرش فرایندی[1]، روش زنجیره ارزش فناوری‌ها[2]، روش QFD[3] و روش نگاشت فناوری[4]. از روش نگاشت فناوری در برنامه‌ریزی فناوری در سطح ملی استفاده می‌شود (نصیرزاده، ۱۳۹۲). در این پژوهش بررسی گزینه‌های فناورانه پیش روی صنعت حمل‌ونقل ریلی پرسرعت کشور با استفاده از روش نگاشت فناوری با کمک مصاحبه و اجماع نظر خبرگان در پنل انجام شده است. نگاشت فناوری از طریق تسهیل شناسایی فناوری‌های کلیدی و راهبردی به‌کاررفته در یک محصول، کمک شایانی به اتخاذ تصمیم‌های بهینه در زمینه آن فناوری می‌کند (Choi,et al.2012).

روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش ازنظر تقسیم‌بندی، جزو پژوهش‌های کاربردی به شمار می‌رود و در آن تلاش شده با استفاده از زمینه و بسترهای شناختی و معلومات موجود، از نتایج برای رفع ابهامات و نادانسته‌ها و توسعه کاربردی موضوع مورد پژوهش، استفاده شود (دانایی‌فرد و همکاران، ۱۳۹۶: ۳۲). رویکرد پژوهش، کیفی است. همچنین در این پژوهش از روش نمونه‌گیری هدفمند و انتخاب آگاهانه افراد برای پژوهش استفاده شده است. به‌منظور جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز، ابتدا با بهره‌گیری از منابع معتبر ذیل رویکرد کتابخانه‌ای و مرور اسنادی پیشینهٔ اولیهٔ تحقیق تهیه و در ادامه از روش‌های میدانی پرسشنامهٔ نیمه ساختاریافته و پنل خبرگان به‌عنوان روش‌های مکمل استفاده شد. در پژوهش حاضر از روش نمونه‌گیری هدفمند و انتخاب آگاهانهٔ افراد و مشارکت ده نفر خبره استفاده شد. جامعهٔ آماری این پژوهش مجموعه‌ای از صاحب‌نظرانی بودند که توانایی کمک تحلیلی به

1. Process – based Approch
2. Value Chain of Technologies
3. Quality Function Deployment
4. Technology Mapping

اهداف پژوهش را داشتند. بنابراین سعی شد بهترین و بابصیرت‌ترین افراد مرتب با پژوهش انتخاب شوند.

روش تجزیه‌وتحلیل پژوهش نیز بر سناریوپردازی است. در این پژوهش ابتدا گزینه‌های فناورانه صنعت ریلی پرسرعت کشور پس از مطالعات کتابخانه‌ای به کمک مصاحبه با خبرگان به‌دست‌آمده است، سپس با استفاده از روش‌های آینده‌پژوهی، استفاده از ماتریس اهمیت/ عدم قطعیت، تحلیل ساختاری روش تجزیه‌وتحلیل متقابل MICMAC ابتدا به شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر فناوری‌های آینده صنعت حمل‌ونقل ریلی پرسرعت در کشور پرداخته است، سپس عوامل کلیدی به‌دست‌آمده و گزینه‌های فناورانه در پنل خبرگان مورد بررسی قرار گرفته و بر اساس اجماع نظر آن‌ها سناریوها و اولویت‌بندی گزینه‌های فناورانه پیش روی صنعت حمل‌ونقل ریلی پرسرعت به روشGBN تدوین شده است.

پراکنش مصاحبه‌شوندگان

در این پژوهش با ده نفر از خبرگان حوزه حمل‌ونقل ریلی مصاحبه هدفمند و به‌صورت نیمه‌ساختاریافته انجام شده که مجموع مصاحبه‌ها بیش از ۳۰۰ دقیقه است. مصاحبه‌شوندگان حاضر در این پژوهش در رده‌های میانی و عالی حوزه صنعت ریلی کشور سال‌ها فعالیت کرده‌اند. اطلاعات جمعیت‌شناختی مصاحبه‌شوندگان، به‌صورت یکجا در قالب جدول‌های شماره (۱) پراکنش مصاحبه‌شوندگان بر اساس تحصیلات و شماره (۲) میزان سابقه کار آمده است.

جدول ۱: پراکنش مصاحبه‌شوندگان بر اساس تحصیلات

دکتری	کارشناسی ارشد
۹	۱
سمت مصاحبه‌شوندگان	
A: دبیر انجمن شرکت‌های حمل‌ونقل ریلی B: معاون اسبق برنامه‌ریزی و امور بین‌الملل راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران و اولین مجری برقی کردن راه‌آهن C:مدیرعامل و عضو هیئت‌مدیره ایساکو، مدیرکل سابق صنایع حمل‌ونقل وزارت صمت D: عضو هیئت‌علمی دانشگاه علم و صنعت ایران E: عضو هیئت‌علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر F: عضو هیئت‌علمی مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور G: کارشناس ارشد حوزه ریلی H: عضو هیئت‌علمی دانشگاه صنعتی شریف I: عضویت هیئت‌علمی دانشکده حمل‌ونقل دانشگاه علم و صنعت J: عضو هیئت‌علمی دانشگاه صنعتی امیرکبیر	

جدول ۲: میزان سابقه کار

بیش از ۱۵ سال سابقه	کمتر از ۱۵ سال سابقه
۷	۳

روش‌های به‌کاررفته در تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

روش‌های انتخاب‌شده در این پژوهش با توضیحات فوق به‌صورت ترکیبی از روش‌های موجود است، در ابتدا به‌مرور ادبیات انجام شده و به مفاهیم نظری پرداخته شده است، گزینه‌های فناورانه به کمک مصاحبه خبرگانی و مطالعات کتابخانه‌ای به دست آمده، سپس با استفاده از تحلیل محیطی پستل (PESTEL) به‌منظور دستیابی به پیشران‌های تأثیرگذار بر حوزه حمل‌ونقل ریلی پرسرعت، ماتریس اهمیت/ عدم قطعیت، تحلیل ساختاری با ترکیبی از پنل خبرگان و اعمال گزینه‌های فناورانه برای ترسیم سناریوها در دستور کار قرار گرفته است. تأیید و ارزیابی عدم قطعیت‌های کلیدی برای ورود به مرحله سناریو با استفاده از روش پنل خبرگان دنبال شده است. جدول شماره (۳) چارچوب گام‌به‌گام پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول ۳: چارچوب گام‌به‌گام تحقیق

ردیف	گام‌ها	روش	ابزار گردآوری داده	خروجی
۱	شناخت گزینه‌های فناورانه	تحلیل محتوا	مطالعه کتابخانه‌ای – اعتبارسنجی از طریق مصاحبه با خبرگان	گزینه‌های فناورانه حمل‌ونقل ریلی پرسرعت
۲	پیشران‌های اولیه	تحلیل محیطی پستل	مطالعه اسناد – اعتبارسنجی از طریق مصاحبه با خبرگان	عوامل عدم قطعیت اولیه
۳	عدم قطعیت	ماتریس اهمیت/ قطعیت	پرسش‌نامه	عوامل عدم قطعیت نهایی
۴	احصا عوامل پیشران کلیدی	تجزیه‌وتحلیل متقابل	استفاده از نرم‌افزار Micmac	عوامل و پیشران‌های کلیدی
۵	ترسیم سناریو	GBN	بر اساس عوامل کلیدی و نظرات خبرگان	سناریوهای حمل‌ونقل ریلی پرسرعت
۶	اولویت‌بندی گزینه‌های فناورانه	دلفی	پنل خبرگان	گزینه‌های فناورانه مناسب هر سناریو

گزینه‌های فناورانه: در این پژوهش گزینه‌های فناورانه پیش روی صنعت حمل‌ونقل ریلی پرسرعت کشور، بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای و مصاحبه با خبرگان و اجماع نظر خبرگان در پانل به‌دست‌آمده است، تا در ترسیم سناریوها به کار گرفته شوند.

تحلیل محیطی پستل (PESTEL): بر اساس گام‌های روش سناریوپردازی شوارتز، مسیر رسیدن به سناریوهای مدنظر از طریق شناسایی پیشران‌های اثرگذار بر موضوع پژوهش و تعیین عدم قطعیت‌های مرتبط با آن است. در این پژوهش در ابتدا جهت شناسایی پیشران‌های اثرگذار از روش تحلیل محیطی پستل استفاده شده است. تحلیل پستل چارچوبی برای ارزیابی اثرات نیروهای

سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناورانه، زیست‌محیطی و قانونی ارائه می‌نماید. در این پژوهش اثرات سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناورانه، زیست‌محیطی و قانونی بر حمل‌ونقل ریلی و قطارهای سریع‌السیر بررسی شده است.

برای شناسایی عوامل پیشران کلیدی از دو روش:۱ – استفاده از ماتریس اهمیت/ عدم قطعیت و ۲ – روش تجزیه‌وتحلیل متقابل استفاده شده است.

ماتریس اهمیت/ عدم قطعیت: استفاده از ماتریس اهمیت/ قطعیت به ما کمک می‌کند تا فهرست کامل عواملی را که می‌توانند بر آینده اثر بگذارند، عینی و ساختارمند کنیم. در این روش به‌منظور انتخاب عوامل پیشران کلیدی دو معیار میزان اهمیت و میزان عدم قطعیت آن مدنظر قرار می‌گیرد. به‌منظور تصمیم‌گیری بر اساس این دو معیار، ابتدا با استفاده از نظر خبرگان از یک‌سو میزان احتمال پیشامد (قطعیت) و از سوی دیگر میزان اهمیت عامل پیشران تعیین می‌گردد.

تجزیه‌وتحلیل متقابل با استفاده از نرم‌افزار Micmac برای مشخص‌کردن متغیرهای کلیدی: نرم افزار میک‌مک جهت انجام محاسبات سنگین ماتریس اثرات متقاطع طراحی شده است. برای به‌کارگیری این نرم‌افزار ابتدا متغیرها و مؤلفه‌های مهم در حوزه موردنظر شناسایی و در ماتریسی مانند ماتریس تحلیل اثرات وارد می‌گردند و سپس میزان ارتباط این متغیرها با حوزه موردنظر مشخص می‌شود. روش تحلیل اثرات متقابل یک روش مبتنی بر نظرات خبرگان است. در این رویکرد از خبرگان خواسته می‌شود تا احتمال وقوع رویدادهای گوناگون را برآورد نمایند و علاوه بر این احتمال وقوع هر رویداد را در صورت وقوع یا عدم وقوع رویدادهای دیگر، تخمین بزنند. متغیرهای موجود در سطرها بر متغیرهای موجود در ستون‌ها تأثیر می‌گذارند؛ بدین ترتیب متغیرهای سطرها تأثیرگذار و متغیرهای ستون‌ها تأثیرپذیرند. با تحلیل میک‌مک و شناسایی عوامل کلیدی می‌توان روابط بین متغیرها را نیز بررسی کرد و به تهیه سناریوی آینده پرداخت (رهسپار و همکاران، ۱۳۹۸)، میزان ارتباط متغیرها با اعداد بین صفر تا سه سنجیده می‌شود. عدد صفر به‌منزله «عدم تأثیر»، عدد یک به‌منزله «تأثیر ضعیف»، عدد دو به‌منزله «تأثیر متوسط»، عدد سه به‌منزله «تأثیر زیاد» است.

یافته‌های پژوهش

در این پژوهش گزینه‌های فناورانه بر اساس مطالعات کتابخانه‌ای، مصاحبه و برگزاری پانل با خبرگان حوزه حمل‌ونقل ریلی پرسرعت کشور استخراج شده است. جدول شماره (۴) گزینه‌های فناورانه به‌صورت خلاصه آمده است.

جدول ۴: گزینه‌های فناورانه

گزینه‌های فناورانه	توضیحات
۱. خطوط بین‌المللی	این خطوط باعث ارتباط چندین کشور با هم می‌شود. در واقع خطوط بین‌المللی عمدتاً به معنی خطوطی است که بیش از یک کشور را شامل می‌شود[1] (حمیدی، ۱۳۹۳).
۲. مگلو	قطارهای مگلو (به انگلیسی Maglev) گونه‌ای از قطارها هستند که به‌طور شناور در هوا در فاصله کمی از ریل قرار دارند و بدون دریافت مقاومت زیادی از محیط می‌توانند با سرعت‌های بسیار زیاد حرکت کنند (نصرتی و ریاحی، ۱۳۹۴).
۳. شبکه ملی hsr	سومین مدل از گزینه‌های فناورانه، یک شبکه ملی با توسعه زیرساخت‌های جدید است که شهرهای مهم و با جمعیت متوسط را به هم پیوند می‌دهد (مقیمی و همکاران، ۱۳۹۳).
۴. کریدور اختصاصی hsr	در این مدل، قطارهای پرسرعت برای اختصاص یافتن به کریدوری ۵۶۰-۴۸۰ کیلومتری که دو کلان‌شهر را به یکدیگر متصل می‌کند، در نظر گرفته می‌شود (مقیمی و همکاران، ۱۳۹۳).
۵. خطوط غیر برقی معمولی	قطارهای موجود در کشورمان دارای سوخت دیزلی هستند که این نوع قطارها انرژی سوختشان را با خود حمل می‌کنند و بر روی ریل غیر برق‌دار حرکت می‌کنند (نصرتی و ریاحی، ۱۳۹۴).
۶. خطوط برقی معمولی	راه‌آهن برقی راه‌آهنی است که در آن قطارها برای حرکت به سوخت احتیاجی ندارند و فقط باانرژی الکتریکی کار می‌کنند. خطوط برقی معمولی با سرعت متوسط ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت مورد استفاده قرار می‌گیرند(فداکار ماسوله و کی منش، ۱۳۹۵).

در این پژوهش اثرات سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناورانه، زیست‌محیطی و قانونی بر حمل‌ونقل ریلی و قطارهای سریع‌السیر بررسی شده و نتایج آن در سایر مراحل تحقیق تا تدوین سناریو نیز به کار رفته است. در ادامه نیز عوامل اولیه تأثیرگذار بر آینده حوزه حمل‌ونقل یا پیشران‌های اولیه صنعت ریلی پرسرعت، از تحلیل محیطی (PESTEL) و مصاحبه با خبرگان استخراج گردید، جدول شماره (۵) خلاصه‌ای از تحلیل (PESTEL) و پیشران‌های اولیه به‌دست‌آمده است.

جدول ۵: خلاصه‌ای از تحلیل (**PESTEL**) و پیشران‌های اولیه به دست آمده

عوامل	اثرات هرکدام از عوامل بر حمل‌ونقل ریلی پرسرعت	پیشران‌های اولیه
اقتصادی	تعامل بین حمل‌ونقل ریلی پرسرعت و دیگر وسایل می‌تواند به‌صورت رقابتی و جایگزینی یا	۱. استفاده از سرمایه‌گذاری خارجی در این حوزه ۲. هزینه سفرهای حمل‌ونقل ریلی پرسرعت در مقایسه با سایر سیستم‌های حمل‌ونقل جایگزین

1. https://static2.tinn.ir/servev2/C7Ebr96TPORB/hhF3zQUm1m4,/4_5839464482266415327.pdf.

عوامل	اثرات هرکدام از عوامل بر حمل‌ونقل ریلی پرسرعت	پیشران‌های اولیه
	مکمل باشد که در نهایت سبب کاهش هزینه حمل‌ونقل می‌گردد.	۳.حمایت دولت از توسعه فناوری ۴.مشارکت سرمایه‌گذاران داخلی در احداث و توسعه خطوط ریلی پرسرعت ۵. هزینه سوخت و هزینه‌های جانبی سیستم‌های حمل‌ونقل در مقایسه با سیستم ریلی پرسرعت
سیاسی و امنیتی	ارتقای سطح امنیتی، ایجاد توسعه در مناطق محل عبور قطار پرسرعت در کشور ایجاد می‌گردد.	۶. هماهنگی و ادغام با خطوط ریلی کشورها منطقه ۷.تحریم‌های بین‌المللی ۸.تأثیر مناطق مختلف بر توسعه حمل‌ونقل ریلی پرسرعت
اجتماعی	کاهش زمان مسافرت، ایجاد رفاه و آسایش و قابلیت اطمینان بیشتر، کاهش بروز حوادث، کاهش شکاف موجود در سبک مسافرت جامعه، کاهش ترافیک.	۹.تقاضای حمل‌ونقل بین‌شهری در آینده ۱۰.جذب گردشگران خارجی و میزبانی از رویدادهای بین‌المللی آینده ۱۱.ایمنی و رضایت مشتری از سیستم‌های حمل‌ونقل موجود در کشور
فناوری	افزایش سرعت حمل‌ونقل، قطار پرسرعت می‌تواند نقش مکمل یا جایگزین دیگر وسایل حمل‌ونقل را ایفا کند	۱۲. دسترسی به دانش کشورهای دیگر در این حوزه ۱۳.استفاده از فناوری اطلاعات در تحول سیستم‌های ریلی ۱۴.دستیابی و پیشرفت در علوم و فناوری‌های پیشرفته نوین مرتبط با حمل‌ونقل ریلی پرسرعت
زیست‌محیطی	استفاده از انرژی تجدیدپذیر، کاهش آلودگی	۱۵.مسائل زیست‌محیطی بر توسعه حمل‌ونقل ریلی پرسرعت ۱۶. حمایت از ایجاد تنوع در منابع انرژی ۱۷.مصرف سوخت سیستم‌های حمل‌ونقل جایگزین حمل‌ونقل ریلی پرسرعت

در ادامه، خبرگان با بررسی پیشران‌ها، به میزان اهمیت و اثرگذاری عدم قطعیت هر یک از پیشران‌ها بر آینده حوزه قطارهای پرسرعت در کشور، امتیازی بین ۰ تا ۳ را اختصاص یافته است که به‌طور مجزا در دو جدول نمایش داده شده است. جدول (۶) نتایج ارزیابی میانگین میزان «اهمیت» پیشران‌ها را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که عواملی مانند تحریم‌های بین‌المللی، هزینه

سفر حمل‌ونقل ریلی پرسرعت و دسترسی به دانش خارجی در این حوزه از بااهمیت‌ترین عوامل از نظر خبرگان بوده‌اند.

جدول ۶: نتایج ارزیابی میزان «اهمیت»

عوامل	پیشران‌های اولیه	امتیاز اهمیت (از ۰ تا ۳)
اقتصادی	۱. استفاده از سرمایه‌گذاری خارجی در این حوزه	2.2
	۲. هزینه سفرهای حمل‌ونقل ریلی پرسرعت در مقایسه با سایر سیستم‌های حمل‌ونقل جایگزین	2.5
	۳.حمایت دولت از توسعه فناوری	3
	۴.مشارکت سرمایه‌گذاران داخلی در احداث و توسعه خطوط ریلی پرسرعت	2.4
	۵. هزینه سوخت و هزینه‌های جانبی سیستم‌های حمل‌ونقل در مقایسه با سیستم ریلی پرسرعت	2
سیاسی و امنیتی	۶. هماهنگی و ادغام با خطوط ریلی کشورها منطقه	1.8
	۷.تحریم‌های بین‌المللی	2.6
	۸.تأثیر مناطق مختلف بر توسعه حمل‌ونقل ریلی پرسرعت	1.5
اجتماعی	۹.تقاضای حمل‌ونقل بین‌شهری در آینده	2.3
	۱۰.جذب گردشگران خارجی و میزبانی از رویدادهای بین‌المللی آینده	1.2
	۱۱.ایمنی و رضایت مشتری از سیستم‌های حمل‌ونقل موجود در کشور	2.2
فناوری	۱۲. دسترسی به دانش کشورهای دیگر در این حوزه	2.5
	۱۳.استفاده از فناوری اطلاعات در تحول سیستم‌های ریلی	2.1
	۱۴.دستیابی و پیشرفت در علوم و فناوری‌های پیشرفته نوین مرتبط با حمل‌ونقل ریلی پرسرعت	2.4
زیست‌محیطی	۱۵.مسائل زیست‌محیطی بر توسعه حمل‌ونقل ریلی پرسرعت	2
	۱۶. حمایت از ایجاد تنوع در منابع انرژی	2
	۱۷.مصرف سوخت سیستم‌های حمل‌ونقل جایگزین حمل‌ونقل ریلی پرسرعت	1.8

در جدول شماره (۷) میانگین ارزیابی میزان «عدم قطعیت» هرکدام از پیشران‌ها حوزه حمل‌ونقل ریلی پرسرعت بر اساس نظرات خبرگان ارائه شده است. مشاهده می‌شود که عواملی مانند حمایت

دولت از توسعه فناوری، سرمایه‌گذاری خارجی و تحریم‌های بین‌المللی از عواملی هستند که از نظر خبرگان بیشترین عدم قطعیت را داشته‌اند.

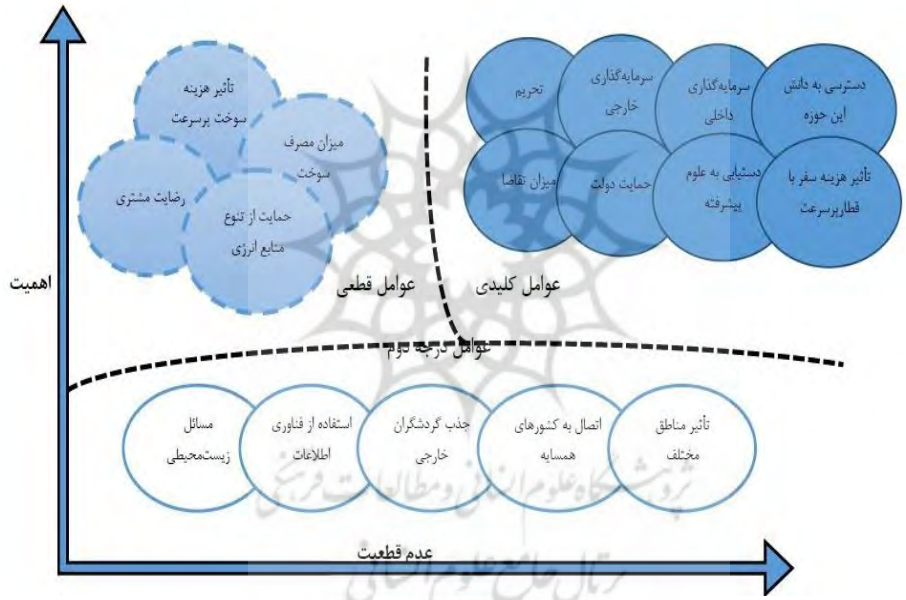
جدول ۷: نتایج ارزیابی میزان «عدم قطعیت»

عوامل	پیشران‌های اولیه	امتیاز عدم قطعیت (از ۰ تا ۳)
اقتصادی	۱. استفاده از سرمایه‌گذاری خارجی در این حوزه	2.3
	۲. هزینه سفرهای حمل‌ونقل ریلی پرسرعت در مقایسه با سایر سیستم‌های حمل‌ونقل جایگزین	1.7
	۳.حمایت دولت از توسعه فناوری	2.4
	۴.مشارکت سرمایه‌گذاران داخلی در احداث و توسعه خطوط ریلی پرسرعت	1.9
	۵. هزینه سوخت و هزینه‌های جانبی سیستم‌های حمل‌ونقل در مقایسه با سیستم ریلی پرسرعت	1.6
سیاسی و امنیتی	۶. هماهنگی و ادغام با خطوط ریلی کشورها منطقه	2
	۷.تحریم‌های بین‌المللی	2.2
	۸.تأثیر مناطق مختلف بر توسعه حمل‌ونقل ریلی پرسرعت	1.3
اجتماعی	۹.تقاضای حمل‌ونقل بین‌شهری در آینده	2
	۱۰.جذب گردشگران خارجی و میزبانی از رویدادهای بین‌المللی آینده	1
	۱۱.ایمنی و رضایت مشتری از سیستم‌های حمل‌ونقل موجود در کشور	1.6
فناوری	۱۲. دسترسی به دانش کشورهای دیگر در این حوزه	2
	۱۳.استفاده از فناوری اطلاعات در تحول سیستم‌های ریلی	1.8
	۱۴.دستیابی و پیشرفت در علوم و فناوری‌های پیشرفته نوین مرتبط با حمل‌ونقل ریلی پرسرعت	1.9
زیست‌محیطی	۱۵.مسائل زیست‌محیطی بر توسعه حمل‌ونقل ریلی پرسرعت	1.3
	۱۶. حمایت از ایجاد تنوع در منابع انرژی	1.4
	۱۷.مصرف سوخت سیستم‌های حمل‌ونقل جایگزین حمل‌ونقل ریلی پرسرعت	2

پس از بررسی پیشران‌های اولیه، عواملی که بالاترین میزان امتیاز در عدم قطعیت و اهمیت در حوزه حمل‌ونقل ریلی را کسب کرده‌اند استخراج شده و عنوان پیشران‌های اصلی در نظر گرفته می‌شوند. این پیشران‌ها عبارت‌اند از:

۱. میزان دسترسی به دانش کشورهای دیگر در این حوزه
۲. میزان مشارکت سرمایه‌گذاران داخلی در احداث و توسعه خطوط ریلی پرسرعت
۳. میزان استفاده از سرمایه‌گذاری خارجی در این حوزه
۴. تحریم‌های بین‌المللی
۵. تأثیر هزینه سفرهای حمل‌ونقل ریلی پرسرعت در مقایسه با سایر سیستم‌های حمل‌ونقل جایگزین
۶. اهمیت دستیابی و پیشرفت در علوم و فناوری‌های پیشرفته نوین مرتبط با حمل‌ونقل ریلی پرسرعت
۷. میزان حمایت دولت از توسعه فناوری
۸. میزان تقاضای حمل‌ونقل بین‌شهری در آینده

شکل (۱) جانمای پیشران‌ها اولیه را محورهای اهمیت و عدم قطعیت نشان می‌دهد.



شکل ۱: نمودار اهمیت عدم قطعیت

در بخش دوم برای انتخاب تأثیرگذارترین و بااهمیت‌ترین عوامل پیشران کلیدی از ماتریس تحلیل اثر متقابل استفاده می‌شود. نتایج حاصل از دیدگاه خبرگان پس از جمع‌بندی از طریق نرم‌افزار micmac مورد ارزیابی و تحلیل واقع گردید. جدول شماره (۸) شامل نتایج ماتریس تأثیرات متقابل حاصل از دیدگاه خبرگان و تشکیل ماتریس MDI است. در نهایت از بین عوامل، آن دسته عواملی که بیشترین تأثیر و یا کمترین وابستگی (تأثیرپذیری) را داشتند به‌عنوان عوامل پیشنهادی برای عوامل پیشران کلیدی تعیین شده‌اند.

جدول ۸- نتایج ماتریس تأثیرات متقابل حاصل از دیدگاه خبرگان و تشکیل ماتریس **MDI**

	1 : دانش	2 : س. داخلی	3 : س.خارجی	4 : تحریم	5 : هزینه سفر	6 : علوم	7 : حمایت دولت	8 : تقاضا
1 : دانش	0	2	0	0	0	0	0	0
2 : س. داخلی	0	0	2	0	0	0	1	0
3 : س.خارجی	2	2	0	0	0	3	1	0
4 : تحریم	3	2	3	0	2	3	2	0
5 : هزینه سفر	0	0	0	0	0	0	0	3
6 : علوم	3	2	2	0	0	0	0	0
7 : حمایت دولت	2	2	2	1	3	2	0	3
8 : تقاضا	2	2	1	0	2	0	1	0

© LIPSOR-EPITA-MICMAC

Influences range from ۰ to ۳, with the possibility to identify potential influences:
۰: No influence
۱: Weak
۲: Moderate influence
۳: Strong influence

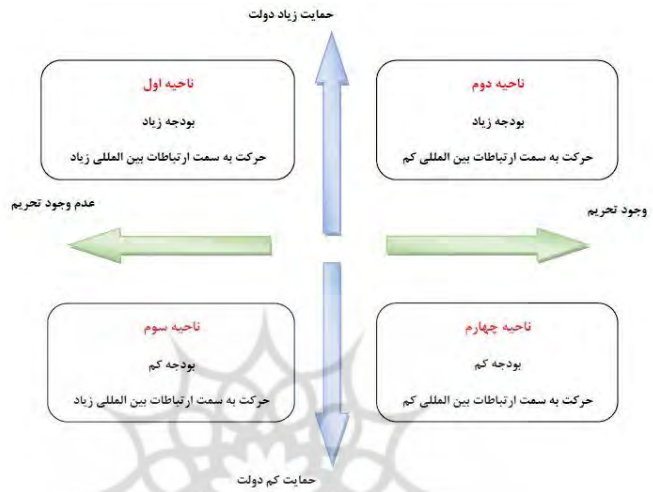
انتخاب عوامل پیشران کلیدی و تعیین سناریوهای محتمل برای آینده قطار پرسرعت

با توجه به نتایج حاصل از ماتریس‌ها، دو عامل میزان حمایت دولت از توسعه فناوری و تحریم‌های بین‌المللی دارای بالاترین میزان تأثیرگذاری و همچنین کمترین میزان تأثیرپذیری است و به‌عنوان نیروهای کلیدی شاخص اثرگذار بر آینده حمل‌ونقل ریلی پرسرعت کشور انتخاب می‌گردند. (شکل ۲) عوامل کلیدی برای داشتن قطار پرسرعت در کشور است.

شکل ۲: عوامل کلیدی برای داشتن قطار پرسرعت

اکنون با توجه به عوامل کلیدی و اعمال‌نظر خبرگان در مورد عوامل کلیدی و با در نظر گرفتن گزینه‌های فناورانه، سناریوهای پیش روی صنعت ریلی پرسرعت ایران ترسیم و شرح داده می‌شوند. برای ترسیم منطق سناریوهای آینده این صنعت از دو عامل کلیدی یادشده استفاده

می‌شود. برای عامل، میزان حمایت دولت از توسعه فناوری دو سمت طیف عبارت‌اند از: حمایت زیاد دولت (بودجه زیاد) / حمایت کم دولت (بودجه اندک) و برای عامل، تحریم‌های بین‌المللی نیز دو سمت طیف عبارت‌اند از: وجود تحریم / و نیز عدم وجود تحریم. با تقاطع این دو عامل، چهار ناحیه تشکیل می‌شود که این نواحی، فضاهای سناریو آینده قطار پرسرعت ایران را بیان می‌نمایند. در ادامه فضاهای سناریو آینده این صنعت در (شکل ۳) با عنوان منطق سناریوهای آینده صنعت ریلی پرسرعت ایران نمایش داده می‌شود.



شکل ۳- منطق سناریوهای آینده صنعت ریلی پرسرعت ایران

سپس با توجه به اجماع نظر خبرگان در پانل و تحلیل‌های صورت گرفته، گزینه‌های فناورانه در هر یک از سناریوها اولویت‌بندی شده است.

چهار سناریو آینده قطار پرسرعت ایران عبارت‌اند از:

۱) سناریو اول: تروبرد؛ بودجه زیاد، حرکت به‌سوی ارتباط بین‌المللی زیاد
۲) سناریو دوم: رام شده؛ بودجه زیاد، حرکت به‌سوی ارتباط بین‌المللی کم
۳) سناریو سوم: افسارگسیخته؛ بودجه کم، حرکت به‌سوی ارتباط بین‌المللی زیاد
۴) سناریو چهارم: اسب مرده؛ بودجه کم، حرکت به‌سوی ارتباط بین‌المللی کم

سناریو اول: تروبرد[۱] **(حمایت زیاد، نبود تحریم)**، در این سناریو دولت از راه‌اندازی و توسعه قطار پرسرعت به‌صورت گسترده در کشور حمایت می‌کند و اکنون تحریمی از سوی کشورهای خارجی بر ایران اعمال نمی‌شود. در اینجا بدون تحریم و با مشارکت کشورهای دارای فناوری صنعت پرسرعت ریلی و ارتباط آن‌ها با کارشناسان و متخصصان داخلی، کشور را به سمت پیشرفت همراه با بومی‌سازی سوق داد شده است، تمرکز دولت بر روی ساخت شبکه‌های اختصاصی قطار پرسرعت بین کلان‌شهرهای کشور است. در کنار ظرفیت ریلی و نیازهای ایران، بازار کشورهای

۱. اسب تروبرد یک نژاد از اسب لایت است که به دلیل چابک و سریع بودن، بسیاری از آن‌ها در مسابقه‌های اسب سواری استفاده می‌کنند.

منطقه به‌خصوص آن‌هایی که ازلحاظ توسعه خطوط ریلی در سطح پایین‌تری از ایران هستند نیز مطرح است که بازار قابل‌توجهی محسوب شده، اکنون شرکت‌ها تولید کنند تجهیزات قطارهای پرسرعت و پیمانکاران این حوزه در کشور با انعقاد موافقت‌نامه‌ها و قراردادهای دو و چندجانبه منطقه‌ای هدفمند به بازار کشورهای منطقه ورود پیدا کرده‌اند. پروژه قطار پرسرعت ملی با حمایت مالی دولت و همکاری‌های بین‌المللی به‌مثابه اسب تروبرد با چالاکی و سرعت بالا در حال پیشرفت است. انجام این پروژه‌ها نشان داد که برنامه‌ریزی، انتخاب و چینش نقش‌آفرینان و کار تیمی با چه نتایج درخشانی همراه بوده است. در این سناریو با ایجاد و توسعه خطوط ریلی پرسرعت بین‌المللی در کشور، انتقال سریع مسافران و بار از کشورهای همسایه ایران با یکدیگر با نقش کریدوری ریلی ایران شده است. این شرایط علاوه بر تحقق منافع ملی سبب اقتدار کشور در منطقه شده است. به‌نوعی می‌توان این سناریو را به‌عنوان فضای پیشرفت در صنعت ریلی کشور نظر گرفت.در این سناریو اولویت‌ها گزینه‌های فناورانه با اجماع نظر خبرگان برای صنعت ریلی کشور عبارت است از:

۱) کریدور اختصاصی HSR ؛
۲) شبکه ملی HSR؛
۳) خطوط معمولی برقی؛
۴) خطوط بین‌المللی HSR؛
۵) مگلو.
۶) خطوط معمولی دیزلی.

سناریو دوم: رام شده (حمایت زیاد، وجود تحریم): در این سناریو با وجود اعمال تحریم‌ها که وجود دارد حمایت زیادی از طرف دولت برای توسعه فناوری‌ها انجام می‌شود. در این شرایط وجود تحریم‌ها کمترین اثر را روی کشور گذاشته است و این مسئله به‌خوبی در سطوح مدیریتی و عمومی کشور قابل‌مشاهده است. وجود تحریم‌ها باعث شده که کشور بر توانایی‌ها و قابلیت‌های داخلی خود تکیه کند و با حمایت دولت و تلاش‌های متخصصان داخلی دستاوردهای بسیار خوبی در زمینه بومی‌سازی برخی قطعات موردنیاز صنعت ریلی قطار پرسرعت انجام شود و به‌مثابه اسبی رام شده محتاطانه حرکت کند. با توجه به اینکه تحریم بر کشور حاکم است حرکت به سمت HSR بسیار مشکل است زیرا نیاز به ارتباط با صاحب فناوری‌های روز دنیا به‌وفور احساس می‌شود؛ بنابراین با حمایت دولت اولویت با بهبود خطوط موجود چه از نظر برقی کردن و چه از نظر بهبود ساختار خطوط دیزلی است. در این سناریو اولویت‌ها گزینه‌های فناورانه با اجماع نظر خبرگان برای صنعت ریلی کشور عبارت است از:

۱)خطوط معمولی برقی
۲)خطوط معمولی دیزلی
۳)کریدور اختصاصی HSR

۴)شبکه ملی HSR
۵) مگلو
۶)خطوط بین‌المللی

سناریو سوم: افسارگسیخته (حمایت کم، نبود تحریم): شرایط موجود در این سناریو تحت عنوان عرصه وابستگی است. به‌گونه‌ای که حمایتی از طرف دولت مبنی بر سرمایه‌گذاری و تأمین بودجه وجود ندارد؛ از طرفی تحریمی هم وجود ندارد، در این شرایط برخی از شرکت‌های خصوصی داخلی در صنعت ریلی کشور سرمایه‌گذاری کرده و از کشورهای صاحب فناوری کمک گرفته‌اند. اکنون دانش فنی لازم برای ساخت، توسعه و بهره‌برداری در ارتباط با قطارهای پرسرعت وارد کشور شده است. در این زمان با وجود روابط آزاد بین‌المللی و بدون تحریم، همکاری‌هایی در زمینه صادرات محصولات مشترک به سایر کشورها در حال انجام است. این سناریو به‌مانند اسبی افسارگسیخته است که در صنعت ریلی کشور بدون حمایت دولت و با همکاری شرکت‌های داخلی و صاحبان فناوری در خارج از کشور در حال پیگیری است. در برخی موارد کشورهای صاحب فناوری احداث، توسعه و بهره‌برداری از قطارهای پرسرعت در کشور را تماماً بر عهده گرفته است، به‌گونه‌ای که شبکه‌های اختصاصی و بین‌المللی با توجه به منفعت کشورهای احداث‌کننده در اولویت قرار می‌گیرد. در این سناریو اولویت‌ها گزینه‌های فناورانه با اجماع نظر خبرگان برای صنعت ریلی کشور به‌صورت زیر است:

۱)کریدور اختصاصی HSR
۲)خطوط بین‌المللی HSR
۳)شبکه ملی HSR
۴)خطوط معمولی برقی
۵)مگلو
۶)خطوط معمولی دیزلی

سناریو چهارم: اسب مینیاتوری (حمایت کم، وجود تحریم): بدترین وضعیت ممکن در این سناریو حاکم است. وجود تحریم‌ها و نبودن حمایتی از طرف دولت باعث می‌شود که کشور به سمت فضای پرتنشی رود که هیچ‌گونه پیشرفتی حاصل نشود. در این شرایط باید تا حد ممکن، وضعیت موجود حفظ گردد و سپس به برقی کردن خطوط و افزایش سرعت از طریق خطوط HSR فکر نمود. تحریم‌های علیه کشور ایران، صنعت حمل‌ونقل ریلی برای واردات قطعات و تجهیزات موردنیاز با چالش روبه‌رو کرده است. برخی از این قطعات را حتی بسیاری از کشورهای اروپایی نیز تولید نمی‌کنند؛ زیرا نیاز به این قطعات در دنیا محدود بوده و صرفه اقتصادی برای بسیاری از کشورهای تولیدکننده قطارهای مسافری در واردات آن‌ها است. این سناریو در حوزه قطار پرسرعت کشور به‌مثابه اسبی مینیاتوری می‌ماند که برای کارهای محدودی مورداستفاده قرار می‌گیرد، اگرچه از محبوبیت بالایی برخوردار است. در این سناریو اولویت‌ها گزینه‌های فناورانه با اجماع نظر خبرگان برای صنعت ریلی کشور عبارت است از:

۱)خطوط معمولی دیزلی
۲)خطوط معمولی برقی
۳)کریدور اختصاصی HSR
۴)شبکه ملی HSR
۵)خطوط بین‌المللی HSR
۶)مگلو

بحث و نتیجه‌گیری

چشم‌انداز جهانی نشان می‌دهد که توسعه هوشمندانه، شکل‌دهندهٔ مطالعات و تحقیقات حمل‌ونقل ریلی در کشورهای پیشرفته بوده است. در حمل‌ونقل بین‌شهری، کیفیت هر یک از سیستم‌های حمل‌ونقل، با توجه به توان رقابتی هر یک، با سایر سیستم‌ها ارزیابی می‌شود. این توان با توجه به مزایای حمل‌ونقل ریلی در مصرف کم انرژی، سرعت مناسب، ایمنی و آلودگی کمتر همراه با ظرفیت بیشتر در حمل‌ونقل مسافر و به‌ویژه حمل‌ونقل بار اهمیت پیدا می‌کند. به‌تدریج با شلوغ شدن کریدورهای هوایی و اتوبان‌ها، کشورها به استفاده از راه‌آهن، برای استفاده از مزایای بسیار زیاد آن روی آوردند. در کنار این شرایط، رشد بسیار سریع فناوری حمل‌ونقل ریلی، برتری‌های این سیستم را در حمل‌ونقل بار و مسافر، نشان داده است. در حال حاضر میزان توان رقابتی این سیستم به‌طور کامل وابسته به سطح فن‌آوری سیستم است و در دنیای امروز، داشتن فناوری سیستم حمل‌ونقل ریلی به یک بحث راهبردی تبدیل شده است.

در این پژوهش اثرات سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فناورانه، زیست‌محیطی و قانونی بر حمل‌ونقل ریلی و قطارهای سریع‌السیر بررسی شده و با استفاده از روش‌های آینده‌پژوهی، ماتریس اهمیت/ عدم قطعیت، تحلیل ساختاری، تجزیه‌وتحلیل متقابل MICMAC به شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر فناوری‌های آینده صنعت حمل‌ونقل ریلی پرسرعت پرداخته و سپس گزینه‌های فناورانه با مصاحبه و اجماع نظر خبرگان و تحلیل‌های صورت گرفته به دست آمده و سناریوهای پیش روی این صنعت به روشGBN تدوین گردیده است. پس از بررسی هفده عامل مؤثر شناسایی شده و با تجزیه‌وتحلیل نرم‌افزار میک‌مک در نهایت دو عامل کلیدی: حمایت دولت در تأمین بودجه و تحریم‌ها به‌دست‌آمده، عوامل کلیدی و گزینه‌های فناورانه شامل: کریدور اختصاصی HSR، خطوط بین‌المللی HSR، شبکه ملی HSR، مگلو، خطوط معمولی برقی و خطوط معمولی دیزلی در پنل خبرگان بررسی و بر اساس آن سناریوهای پیش رو این صنعت تدوین گردیده. چهار سناریو به‌دست‌آمده در این پژوهش شامل: ۱- تروبرد، ۲-افسارگسیخته، ۳-رام شده، ۴-اسب مینیاتوری است. با توجه به سناریوهای تدوین شده در این پژوهش اگر تحریم‌ها نیز همچنان بر کشور اعمال شود، نظام باید یک نگاه حمایتی بلندمدت نسبت به بومی‌سازی فناوری داشته باشد،

تا کشور بتواند به فناوری دست پیدا کند که فقط در اختیار تعداد اندکی از کشورها است که علاوه بر منافع مالی، اقتدار ملی را نیز برای کشور ایران به همراه خواهد داشت.

پیشنهادهای سیاستی

به‌طورکلی می‌توان گفت بر اساس بررسی تمامی سناریوها پیشنهادهای به شرح زیر ارائه می‌گردد. لازم به ذکر است این پیشنهادهای سیاستی بر اساس تحلیل محققین از نتایج و همچنین تحلیل مصاحبه با خبرگان در طول انجام تحقیق استخراج شده است:

- باید خطوط جدیدی که قرار است احداث شود بر اساس استانداردهای قطارهای پرسرعت احداث گردد و در کنار آن به‌منظور افزایش بهره‌وری از خطوط موجود لازم است برقی کردن این خطوط در اولویت قرار گیرد.
- با توجه به اولویت‌بندی صنعت ریلی در سناریوها، کشور ابتدا باید به سمت تک کریدورهای اختصاصی بین کلان‌شهرها برود. این کریدور اختصاصی می‌تواند به‌عنوان پایلوتی باشد تا ذهن مدیران و مردم با اجرایی شدن چنین طرح‌هایی در کشور آشنا شود تا پس‌ازآن مسئولین با اعتمادبه‌نفس بالاتر و ذهنیتی آماده‌تر مطابق نیاز کشور به سمت ایجاد شبکه ملی قطارهای پرسرعت گام بردارند.
- در راستای بهبود خطوط فعلی، صنعت ریلی باید به سمت برقی کردن و ارتقای خطوط حرکت نمایند. (کریدور اختصاصی HSR[1] ، خطوط معمولی برقی، شبکه ملی HSR ، خطوط معمولی دیزلی، خطوط بین‌المللی HSR ، مگلو).
- برای انجام پروژه‌های صنعت ریلی پرسرعت به حمایت دولت نیاز است، این نگاه حاکمیتی باید بلندمدت باشد.
- برای سرعت بخشیدن به طرح‌های صنعت ریلی پرسرعت در کشور علاوه بر حمایت دولت، دسترسی به دانش فنی خارجی و همکاری‌های فناورانه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. پیشنهاد می‌گردد در صورت عدم امکان استفاده از روش‌های رسمی انتقال فناوری به علت تحریم، بر روش‌های غیررسمی ازجمله استفاده از نیروهای برجسته علمی و صنعتی، افراد خبره صنعتی بازنشسته شرکت‌های خارجی، ایرانیان مقیم خارج از کشور و مهندسی معکوس در راستای دستیابی به دانش فنی قطعات و تجهیزات کلیدی تمرکز نمود.

منابع و مآخذ

برون، مهرداد (۱۳۹۷)، حمل‌ونقل سریع ریلی. چهارمین کنفرانس سراسری دانش و فناوری مهندسی مکانیک و برق ایران. تهران.

بل، وندل (۱۳۹۲)، مبانی آینده‌پژوهی تاریخچه، اهداف و دانش، ترجمه: تقوی، مصطفی؛ محقق، محسن. تهران: مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری دفاعی.

1. High-Speed Rail

بیات، رامین؛ زاهدی، محسن؛ طاهرخانی، حسن (۱۳۹۳)، مقایسه فنی سیستم حمل‌ونقل سریع‌السیر مغناطیسی و ریلی در هزاره سوم، شانزدهمین همایش بین‌المللی حمل‌ونقل ریلی، تهران.

پدرام، عبدالرحیم؛ جلالی‌وند، عباس (۱۳۹۸)، مقدمه‌ای بر آینده‌پژوهی، روش‌شناسی آینده‌پژوهی، مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری‌های دفاعی، چاپ دوم.

پتفت، حامد؛ رهی، عباس؛ فخاری، وحید (۱۴۰۰)، فناوری هایپرلوپ، نسل پنجم سیستم حمل‌ونقل سریع، **مجله مهندسی مکانیک**، ۳۰(۲)، ۴۵-۵۲.

پدارم، عبدالرحیم؛ زالی، سلمان (۱۳۹۷)، «الگویی نوین برای سناریونویسی در موضوعات راهبردی مطالعه موردی: سناریوهای آینده بحران سوریه». **فصلنامه مطالعات سیاسی جهان اسلام**، سال هفتم، شماره ۲، پیاپی ۲۶، تابستان ۱۳۹۷، ۲۶-۱.

حمیدی، محسن. (۱۳۹۳). تدوین استراتژی به‌کارگیری قطارهای سریع السیر ریلی در جمهوری اسلامی ایران، **پژوهشنامه حمل و نقل**

دانایی‌فرد، حسن؛ الوانی، سید مهدی؛ آذر، عادل (۱۳۹۶)، روش‌شناسی پژوهش کمی در مدیریت: رویکرد جامع، تهران، نشر صفار.

رهسپار، زهره؛ صالحی، کیوان؛ عزتی، میترا؛ ذوالفقارزاده کرمانی، محمدمهدی (۱۳۹۸)، شناسایی و تحلیل ساختاری تأثیر متقابل پیشران‌های تغییر در حوزهٔ آموزش‌وپرورش، **نوآوری‌های آموزشی**، ۱۸(۲)، ۱۰۱-۱۲۶.

زارعی، زینب؛ حسین قزل‌ایاق، ایمان (۱۴۰۱)، نگاهی آسیب‌شناسانه به آینده جایگاه ایران در رقابت‌های ژئواکونومیکی منطقه‌ای با تأکید بر سواحل مکران. چهارمین همایش ملی توسعه سواحل مکران (با محوریت حکمرانی و تأکید بر دیپلماسی و اقتصاد دریا محور).

شوارتز، پیتر (۱۳۹۰)، هنر دورنگری: برنامه‌ریزی برای آینده در دنیایی با عدم قطعیت. ترجمه عزیز علیزاده. تهران: مرکز آینده‌پژوهی علوم و فناوری دفاعی، مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی.

عاشوری، حجت؛ سید حسینی، سید محمد؛ رادفر، رضا (۱۳۹۶)، الگوی انتقال تکنولوژی با رویکرد آینده‌پژوهی در صنعت حمل‌ونقل ریلی (تحقیق موردی: قطار سریع‌السیر)، **آینده‌پژوهی مدیریت (پژوهش‌های مدیریت)**، ۲۸(۱۱۱)، ۵۳-۶۵.

فتحی، محمدرضا؛ ملکی، محمدحسن؛ مقدم، حسین (۱۳۹۷)، آینده‌پژوهی سرمایه‌گذاری و تأمین مالی در صنعت حمل‌ونقل ریلی ایران (بخش ماشین‌آلات و تجهیزات)، **آینده‌پژوهی مدیریت**، شماره ۲ (پیاپی ۱۱۳) ۳۳-۵۴.

فداکار ماسوله، امیر؛ کی‌منش، محمود رضا (۱۳۹۵)، بررسی هزینه‌های ساخت و نگهداری خطوط ریلی سریع‌السیر و مقایسه آن با سایر مودهای حمل‌ونقل، دومین کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین پژوهشی در مهندسی عمران، معماری و مدیریت شهری. تهران.

قاسمی، محمدهادی؛ زارعی، زینب (۱۴۰۲)، سناریوهای آینده شهرهای هوشمند ایران در افق ۱۴۲۰، **فصلنامه آینده‌پژوهی راهبردی**.

مقیمی، راحیل؛ شاد، روزبه؛ سالاری، مجید؛ مسگر، علی (۱۳۹۳)، ارزیابی و مقایسه المان‌های اقتصادی و پارامترهای فنی HSR و تأثیر این خطوط بر سایر مدهای حمل‌ونقلی در کشورهای اروپایی و آسیایی. همایش ملی مهندسی عمران، معماری و مدیریت پایدار شهری،گرگان.

نصرتی، امیرحسین؛ ریاحی، پیام (۱۳۹۴)، مقایسه بین قطار سبک شهری، مترو و منوریل. کنفرانس ملی مهندسی معماری، عمران و توسعه کالبدی، کوه‌دشت.

نصیرزاده، غلامرضا (۱۳۹۲)، چارچوب جامع مدیریت فناوری: نگاهی یکپارچه و سیستماتیک به فناوری و مدیریت فناوری، نشر مدیریت فردا.

گزارش راه‌آهن در مسیر توسعه، طرح‌های توسعه خطوط، بازسازی و به‌سازی شبکه ریلی، راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران، پاییز ۱۳۹۵.

References

ell, W. (2003). Foundations of Futures Studies; History, Purposes, and Knowledge New Jersey: Transaction.

Chii , S,, Par,,, H,, Kang, D,, Lee, J. Y,, Kim, K. (2012). “An SAO-based text mining arrr aach to uulii ng a technll ggy tree frr technll ggy ll anning”, Expert Systems with Applications. Vol. 39, No. 13, Pp. 11443–11455.

Helmer, O. (2009). Oral History Interview with Olaf Helmer. conducted by Kaya Tolon, Deposited in the Olaf Helmer Folder at the University of Southern California Archives.

T, Khalil. (2000). "Management of Technology: The Key to Competitiveness and Wealth Creation".

Rounsevell,Mark D.A,. &Marc J.Metzger. (2010). Developing qualitative scenario storylines for environmental change assessment. John Wiley & Sons, p. 606-619.

Schoemaker, P. J. (1995). Scenario planning: a tool for strategic thinking. Sloan management review, 36(2), 25-50.

Urbanski, P. (2022). Review of freight high speed railway (HSR). Rail Vehicles/Pojazdy Szynowe. 2022, 1-2, 49-61. https://doi.org/10.53502/RAIL-152144.

Watson, Inara. (2021). High-Speed Railway._Chapter in Encyclopedia . July 2021Encyclopedia 1(3):665-688. DOI: 10.3390/encyclopedia1030053.