بررسی اقتصادی استفاده از قطارهای سریع السیر بین‌شهری (مطالعه موردی: مسیر تهران-تبریز)

*محسن عموزاده عمرانی (نویسنده مسئول)، دانشیار، گروه عمران، واحد سوادکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، سوادکوه، ایران
رضوان باباگلی، استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه علم و فناوری مازندران، بهشهر، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mo.omrani@iau.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۴/۹۰/۲۰- پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۰۲
صفحه ۳۱۸-۲۸۹

چکیده

با وجود این‌که یکی از سنگین‌ترین ترافیک‌ها و بیشترین تلفات در آزادراه کرج- قزوین اتفاق می‌افتد، کماکان برنامه‌ای برای ایجاد خطوط سریع‌السیر در راه‌آهن شمال غرب در دست اقدام نیست، تا از میزان تلفات کاسته و ترافیک جاده‌ای را به ریل منتقل نماید. در این تحقیق، از داده‌های مربوط به سالهای ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۶ استفاده شده است. متغیرهایی که دراین تحقیق بررسی خواهند شد، عبارتند از: آمار حمل و نقل مسافر در محور موردنظر، پیش بینی تقاضا برای حمل و نقل مسافر در این مسیر به منظور برآورد هزینه‌های اجرای طرح، بررسی تعرفه خدمات، برآورد درآمدهای طرح، تخمین نرخ داخلی بازگشت سرمایه با آنالیز حساسیت نرخ بازگشت و تخمین هزینه های اجتماعی. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که نرخ داخلی بازگشت سرمایه طی بیست سال نخست بهره‌برداری در حالت سناریو دست پایین ۰,۳۲٪ و در حالت سناریوی دست بالا ۰,۰۱٪- می باشد. در صورت دو برابر شدن و یا نصف شدن هزینه‌های تملیک اراضی ایستگاه، تغییر محسوسی در نرخ بازگشت سرمایه ایجاد نمی‌شود. کاهش هزینه‌های نهایی خارج از حمل و نقل در سال نخست بهره‌برداری به واسطه راه اندازی راه آهن سریع السیر تهران-تبریز بالغ بر ۴۵ میلیارد ریال برآورد می‌شود که تقریباً ۵۰ درصد هزینه‌های بهره‌برداری در سال نخست خواهد شد. راه آهن ایران در سه سطح بهره‌وری بهینه، تکنولوژی مناسب و ایجاد رفاه انسانی هم‌پای سایر قسمتهای صنعتی کشور توسعه نیافته است و نیاز مبرمی وجود دارد تا با بهره گیری از تکنولوژی مناسب و متناسب با مقتضیات زمان، تجدید نظر اساسی در روند حرکتی راه آهن به‌وجود آید. این میسر نیست مگر آن‌که از جدیدترین تکنولوژی‌های موجود دنیا استفاده شود. از زاویه توسعه متوازن، بهره گیری از قطارهای سریع السیر یک ضرورت ملی تلقی می گردد.

واژه‌های کلیدی: قطار سریع‌السیر، مصرف سوخت، نرخ بازگشت، تعرفه، راه آهن تهران-تبریز

۱- مقدمه

سفر برای جستجو، اکتشاف منابع و معادن، تجارت و داد و ستد، جنگها و لشگرکشی‌ها و موارد مختلف دیگری همگی نمودهای از گستردگی و وسعت موضوع حمل و نقل می‌باشد که از همان ابتدای پیدایش انسان مطرح بوده‌اند و امروزه پس از گذشت قرن‌های متمادی پیشرفت های عظیمی که در صنایع گوناگون به دست آمده، بر پیچدگی مسائل مربوط به حمل و نقل افزوده است. در جوامع پیشرفته انتظار می‌رود که برای جابجایی افرادوانتقال کالا سهولت وجود داشته باشد، و همچنین چشم اندازی به جهان، نشان می‌دهد که توسعه هوشمندانه، شکل دهنده مطالعات و تحقیقات حمل و نقل ریلی در کشورهای پیشرفته بوده است. در قرن بیستم تقریباً همه بر این باور بودند که جایگزینی برای غول هواپیما در صنعت حمل و نقل مسافر پیدا نخواهد شد. البته این نگرش امروزه مغلوب تحولات شگرف حمل و نقل ریلی شده، که در قرن بیست و یکم شتاب ویژه‌ای به خود گرفته است و هر لحظه، آشکارتر می‌سازد که محاسبات امکان سنجی این نوع از حمل و نقل ریلی تا چه حدی سود آور و مفید است. در بحث تغییر و تحول تکنولوژی، سرعت می‌تواند به عنوان شاخصی کلیدی تلقی گردد. حمل و نقل نیز از این قاعده مستثنی نبوده به نحوی که شاخص سرعت در ناوگان حمل و نقل ریلی نقش بسزایی در کمیته‌ای اقتصادی و همچنین

کیفیت فرهنگی و اجتماعی دارا می‌باشد. تاریخچه مطالعات راه آهن سریع السیر در ایران به قبل از انقلاب اسلامی باز می‌گردد اما تاکنون زیرساختهای لازم جهت ارتقاء سرعت در حد استانداردهای جهانی ایجاد نگردیده است. تاریخچه مطالعات مربوط به قطارهای سریع السیر در ایران به قبل از انقلاب اسلامی ایران بر می‌گردد (مطالعات مقدماتی مربوط به خط تهران- مشهد توسط شرکت مشاوره توسعه راه آهن ژاپن (JARTS) بعد از انقلاب، با توجه به نیاز کشور به این سیستم، در اوایل دهه ۷۰ شمسی کار مطالعات خط تهران- قم- اصفهان توسط شرکت مترا انجام شده و توجیه اجتماعی و اقتصادی این طرح نیز در همین سال به اتمام رسید. اما کماکان این خط به دلیل مشکلات (بیشتر مالی) دولت ناکام مانده است. این در حالی است که در طرح راه آهن ۱۴۰۰ ایران پیش بینی شده که سه خط تهران- مشهد و تهران- اصفهان و تهران- تبریز در این سال دارای قطار سریع السیری ۳۵۰ کیلومتر بر ساعت باشند. در حالیکه رکورد سرعت قطارها در دنیا از مرز ۵۵۰ کیلومتر بر ساعت و در قسمت مسافری ۳۵۰ کیلومتر بر ساعت است. سوالی که مطرح است این است که با وجود اینکه بیشترین ترافیک و سنگین‌ترین و بیشترین تلفات در آزادراه کرج قزوین هست (که دلیل آن استفاده مسافران انبوه جنگل‌های شمال و مسافران شمال غرب کشور از این محور می‌باشد) چرا برنامه‌ای برای ایجاد خطوط سریع السیر در راه آهن شمال غرب نیست تا تلفات و ترافیک کم شود و ترافیک جاده‌ای را به ریل منتقل کند؟(مخصوصا که تعداد زیادی از مردم تهران آذری و شمالی هستند). و نیز چرا حتی از ظرفیت خطوط معمولی استفاده نمی-شود و بجای سرعت ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت متوسط سرعت ۸۰ کیلومتر بر ساعت هست؟ که همین سرعت ۱۶۰ کیلومتر بر ساعت خطوط معمولی از سرعت ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت آزادراه‌ها بیشتر بوده و باعث انتقال بار جاده و مسافر بخطوط ریل می شود. بنابراین به منظور پاسخ گویی به سوالات فوق، نیاز به تحقیق جامعی در زمینه امکان سنجی بکارگیری سیستم قطار سریع السیر در کشور از جنبه فنی و اقتصادی می باشد. در این تحقیق، بررسی‌ها بر روی مسیر تهران-تبریز (به عنوان یکی از پروژه های برنامه ریزی شده برای سالهای آتی) به عنوان مطالعه موردی متمرکز شده است. آنچه به مسائل حمل و نقل اهمیت می دهد نقش حساس آن در آمایش سرزمین، توزیع یکسان ره آوردهای حاصل از توسعه اقتصادی، جبران نابرابریهای کافی و تسهیل حرکات انسان و کالاست. در مطالعات جامع عمرانی-قتصادی عامل ارتباط سریع و بهره‌گیری از تکنولوژی‌های نوین ارتباطی به عنوان یکی از مهمترین محورهای تاثیرگذار بر بافت فرهنگی-اجتماعی تلقی می‌شود. زیرا با تحول تکنولوژی و گذر از یک مرحله به مرحله تکاملی بعدی تمامی ساختهای موجود اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و آزمایشی دستخوش تغییر شده و مسائل و عوارض را بهمراه دارد. اگر این مطالعات به صورت جامع و هماهنگ انجام پذیرد عوارض ناشی از آن به خوبی کنترل شده و به مراتب تحول اجتماعی و رفاه مدنی بهتری ایجاد مینماید. نیاز به تکنولوژی قطارهای سریع السیر به دنبال نیاز فراوان جامعه صنعتی به مواد اولیه انبوه و دسترسی سریع به منابع تولید شدت یافت و دنیای جدید به دنبال ابزاری است تا در کمترین زمان ممکن به بهره وری اقتصادی انبوه دست یابد زیرا هر جریان اقتصادی که بتواند زمان کمتری صرف جریان تولید کند، در دستیابی به سود موفقتر است. افزایش سریع سطح اشتغال، دستیابی به تسهیلات و کالاهای بیشتر، رشد عمومی شهرها، رشد عمومی درآمدها، انتقال سریع اطلاعات و تکنولوژی و ایجاد نوعی تعادل منطقه ای در تبادل اطلاعات، ایجاد خطوط ارتباطی جدید، بافتهای ارتباطی و تراکم شبکه های جدید، تغییر در ساختار اجتماعی جمعیت، تغییر فیزیکی شهرها، رفاه اجتماعی، تحکیم ثبات سیاسی و امکانات دفاعی، توسعه فکری و فرهنگی همه و همه انسان را به سمت پیشرفت سوق می‌دهد. در توسعه صنعتی عامل ارتباط به عنوان زیر بناها دارای نقش اساسی بوده و عامل سرعت به عنوان امری ذاتی در ارتباطات نقش مهمی در شکوفایی اقتصادی- اجتماعی دارد هر قدر سرعت دسترسی به خدمات و تسهیلات بیشتر باشد تحول اجتماعی- اقتصادی سریعتر انجام خواهد پذیرفت قطارهای سریع السیر با توجه به هزینه های کمتر نسبت به خطوط هوایی و زمینی و سرعت فوق العاده آنها اکنون مورد توجه دنیای پیشرفته است. ژاپن و فرانسه به عنوان دو قطب بزرگ صنعتی ساخت توربو ترنها، اکنون سعی دارند تا با طراحی ترن‌های سریع با سرعت‌های بیش از ۵۰۰ کیلومتر در ساعت مسافت زمانی و مکانی را به سرعت کاهش دهند تا به نتایج حاصل از ارتباط سریع بیشتر از گذاشته دست یابند (جعفرپور، ۱۳۹۰).

راه آهن ایران در سه سطح بهره وری بهینه تکنولوژی مناسب و ایجاد رفاه انسانی همپای سایر قسمتهای صنعتی کشور توسعه نیافته است و نیاز مبرمی وجود دارد تا با بهره گیری از تکنولوژی مناسب و متناسب با مقتضیات زمان تجدید نظر اساسی در روند حرکتی راه‌آهن بوجود آید. این میسر نیست مگر آنکه از جدیدترین تکنولوژیهای موجود دنیا استفاده نمود. از زاویه

توسعه متوازن بهره گیری از قطارهای سریع السیر یک ضرورت ملی تلقی می‌گردد. علیمرادی و همکاران در سال ۱۳۹۳ به بررسی امکان افزایش سرعت و پیاده سازی راه آهن سریع السیر در مناطق با محدودیتهای عوارضی و توپوگرافی پرداختند. در این مقاله، روشی ارائه شده است که در آن با تقسیم بندی محور راه آهن موجود به زیربخش‌های با شرایط منطقه‌ای مختلف، یک استراتژی ترکیبی جهت ارتقای سرعت، مورد استفاده قرار می‌گیرد. با اعمال این استراتژی، افزایش سرعت در هر بخش تا حدی پیش می‌رود که شرایط منطقه‌ای و جغرافیایی، اجازه اعمال تغییرات را فراهم نماید. با تکیه بر مطالعه موردی راه آهن موجود تهران- میانه به عنوان مسیری با محدودیتهای متنوع در برابر پیاده سازی راه آهن سریع السیر، موضوع افزایش سرعت قطارها درآن محور مورد ارزیابی فنی قرار گرفته و تاثیرات ناشی از افزایش سرعت عبور قطارها در بخشهای مختلف مسیر، تحت سناریوهای مختلف مطالعه شده است. متدولوژی مورد استفاده جهت تعیین ظرفیت خط در شرایط ارتقا یافته، روش نیرو- زمان- سیر است که مبتنی بر روابط دینامیک حرکت قطارها (رابطه دیویس) در شرایط هندسی مختلف خطوط ریلی است. در نهایت زمان سیر قطار و ظرفیت نهایی عبور قطارها از خط ریلی، برای وضعیت موجود و سناریوهای افزایش سرعت مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که افزایش سرعت عبور قطارها در بخشهای بحرانی مسیر، سبب کاهش قابل توجه زمان سیر و در نتیجه افزایش تعداد زوج قطارهای عبوری از خط خواهد شد و ظرفیت کل محور و شبکه را تا حد امکان ارتقاء خواهد داد. استراتژی پیشنهادی این مقاله تحت عنوان افزایش تدریجی سرعت در محورهای ریلی موجود، الگوی مناسبی برای کریدورهای فعلی کشور ایران است که عموماً دارای تلفیقی از محدودیت‌های جغرافیایی، عوارض، نقاط اجباری و غیره هستند. همچنین اعمال این سیاست باعث کاهش هزینه‌ها و ارتقای تدریجی شرایط بهره‌برداری و در نهایت تبدیل شدن کریدور فعلی به زیرساخت راه آهن سریع السیر می‌شود (علیمردانی و همکاران، ۱۳۹۳).

هاشمی نژاد و وداودی در سال ۱۳۹۳به بررسی معیارهای طراحی و ضوابط هندسی خطوط بدون بالاست برای استفاده در راه آهن سریع السیر پرداخته‌اند. با رشد جمعیت و افزایش تقاضا جهت جابجایی کالا و مسافر، نیاز به حمل و نقل ریلی به خصوص راه آهن سریع السیر بیش از پیش احساس می‌شود. نظر به این که اغلب خطوط راه آهن سریع السیر دنیا از نوع روسازی‌های بدون بالاست می‌باشد، به منظور تامین شرایط بهره برداری مناسب و ایمنی بالا، لازم است تا در طراحی این سیستم‌ها برای استفاده در راه آهن سریع السیر معیارها و فرضیات خاصی مدنظر باشد. در این تحقیق، به منظور شناسایی بهتر انواع سیستم‌های بدون بالاست و رفتار آنها، طبقه بندی جامعی از سیستم های بدون بالاست و انواع به کارگرفته شده در خطوط راه آهن دنیا ارائه گردیده است. در ادامه ی تحقیق، تعدادی از مهمترین معیارهای طراحی، ضوابط هندسی، ضوابط مربوط به زیرسازی و معیارهای ارزیابی کارآیی طراحی خطوط بدون بالاست ارائه و عوامل مؤثر بر تغییرات آنها شناسایی شده است. در این راستا تلاش شده است تا روند بررسی معیار های طراحی، مسیری منطقی را جهت کاربرد مهندسان شاغل در صنعت حمل و نقل ریلی سریع السیر، دنبال کند (هاشمی نژاد و همکاران، ۱۳۹۳).

خلیلی و اسدی در سال ۱۳۹۳ به ارائه‌ی راهکارهایی برای ایجاد یک سیستم قطار سریع السیر موفق در ایران پرداختند. خلاصه تحقیق آنها بدین صورت است: با توجه به هزینه بسیار بالای ساخت، بهره برداری و نگهداری خطوط راه آهن سریع السیر و توسعه آن در کشورهایی بیشتر توجیه پذیر است، که دارای شرایط لازم از جمله چگالی جمعیتی بالا و تقاضای سفر مناسب باشند. کشور ما از جمله کشورهایی است که به نظر می‌رسد با توجه به وجود برخی از قطبهای جمعیتی و شرایط خاص کشور از لحاظ امکانات و ضعف در ایمنی حمل و نقل جاده‌ای و هوایی، در برخی از مسیرها، استفاده از قطار سریع توجیه پذیر می باشد. با این حال، این کار باید با دقت صورت گرفته و با توجه به شرایط ویژه کشور به طور کامل از نظر فنی و اقتصادی مطالعه شده و با در نظر گرفتن تهدیدها و فرصت‌ها و الزامات خاص، احداث این نوع خطوط که به مراقبت‌های ویژه‌ای نیاز دارد درخصوص امکان احداث این نوع خطوط در ایران و مسیرها و روشهای مناسب احداث آن تصمیم گیری نمود. پس از امکان سنجی پیاده کردن این سیستم در برخی از نقاط کشور، باید راهکارهایی در جهت تقویت هرچه بیشتر آن برای رقابت با حمل و نقل هوایی و مکمل شبکه جاده ای و بزرگراهی ارائه نمود. راهکارهایی چون قرار دادن ایستگاه‌ها در نزدیکی مراکز شهرها و مراکز پرتردد شهری، ایجاد عدالت در دسترسی‌ها، ارائه خدمات هرچه بیشتر و بهتر در قطارها همچون مجهز نمودن آن‌ها به نرم افزارهایی چون کامپیوتر، آموزش زبان انگلیسی به کارکنان برای ارائه خدمات بهتر به خارجی‌ها و جذب توریست و غیره. مع الوصف، با مطالعه تجربیات جهانی و کشورهای آسیایی باید به شناخت ساز و کارهای این نوع از

سیستم حمل و نقل پرداخت و با بومی سازی و منطبق ساختن آن با شرایط اقلیمی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور، در جهت اجرای هرچه موفق تر این سیستم در کشور گام برداشت (خلیلی و همکاران،۱۳۹۳). سیوکی و ملاوردی در سال ۱۳۹۲ به تجزیه و تحلیل تاثیرات اقتصادی پروژه‌های قطار سریع السیر پرداختند. پرسش اصلی در این تحقیق این است، که چگونه سرعت بالا می‌تواند با موفقیت‌های اقتصادی و رشد و توسعه در ارتباط باشد و چه نقشی در این زمینه بازی می‌کند. در این راستا ضمن انجام یک تحلیل مقایسه‌ای، تفاوت این تکنولوژی با سایر روش‌های حمل و نقل بررسی شده است. در ادامه با تشریح مختصر تکنولوژی طراحی و ساخت این نوع قطارها، به بررسی و تحلیل فرصت های شغلی ایجاد شده در این زمینه پرداخته شد. پرسشی دیگر این که، اثرات اقتصادی کوتاه مدت و بلند مدت پروژه‌های HSR بر بهره‌وری، تولید، رقابت در کسب و کار و گسترش بازار چگونه خواهد بود و چگونه قابل اندازه گیری است؟ روش‌های مختلف اندازه‌گیری آثار اقتصادی سیستم‌های HSR در این زمینه تشریح شده است. در این بررسی طیف گسترده ای از آثار اقتصادی مطالعه و مشاهده شده در سراسر جهان و متدولوژی‌های بکار رفته برای اندازه گیری آنها مرور شده و این مساله تشریح می شود که چگونه قطار سریع السیر می‌تواند به عنوان شتاب دهنده توسعه عمل کند. در این راستا به ذکر پاره ای از تجارب و موفقیت‌های کشورها در این زمینه پرداخته شده است (مهدوی سیوکی و همکاران،۱۳۹۲).

با توجه به تحقیق Bonnafous (۱۹۸۷) معرفی خط TGV بین پاریس و لیون،به ایجاد نگرانی برای هتلداران در لیون تبدیل شد، از آنجا که مردم پاریس می‌تواند کسب و کار خود را در یک روز انجام داده و با استفاده از TGV همان روز به پاریس برگردند. این واقعیت منجر به زیان اقتصادی برای صاحبان هتل لیون خواهد شد؛ با این حال صنعت گردشگری قادر به تولید سود در مناطق دیگری که با پاریس با همان خط TGV ارتباط داشتند، بود.

همچنین خط TGV در مسیر خود باعث ایجاد کسب و کارهای بزرگ و متوسط در بازار پاریسمی شود. با این حال، با توجه به تحقیق(Meunier et al, 2002)، الگوی مکانی صنایع مختلف به وسیله عوامل اقتصادی وسیع تر ایجاد شده است و خدمات راه‌آهن سریع السیر نفوذ بسیار مهمی در توسعه اقتصادی و منطقه ای در فرانسه داشت. ژاپنی‌ها در مورد مزایا و پیشرفت‌های تولید شده توسط خدمات راه آهن سریع السیر شینکانسن بسیار خوشبین هستند. با توجه به تحقیق Okada (et al, 1994)، شینکانسن در شهر کیکگاوا، که ۲۳۰ کیلومتر دور از توکیو واقع شده است، میزان اشتغال را ۸ درصد افزایش داده است. با این حال، دیگران نسبت به این تاثیرات منطقه‌ای کمتر اعتماد دارند؛ اگر چه آنها بر این باورند که خدمات ارائه شده توسط شینکانسن این اثرات را افزایش داده، با این حال معتقدند نه تنها شینکانسن بلکه دلایل دیگر ممکن است در این افزایش اشتغال نقش داشته باشند. اگرچه خدمات قطارهای سریع السیر می‌توانند بهبود منطقه‌ای و شهری را افزایش دهند، بلکه می‌توانند صرفا توسعه اقتصادی خودشان را ایجاد کنند. Vickerman این باور را انکار می‌کند که خدمات راه آهن سریع السیر می‌تواند به طور مستقل مسایل حمل و نقل و توسعه منطقه‌ای را حل کند. او معتقد است، که خدمات راه آهن سریع السیر عمدتا تغییرات را در توزیع فعالیت‌های اقتصادی به جای تولید آنها ایجاد کرده است(Vickerman, 1999).

کشورهای دیگر راه‌های جایگزین برای بهبود خدمات مسافری راه آهن بین شهری را انتخاب کرده‌اند به عنوان مثال، انگلستان و سوئد راه آهن رایج خود را با استفاده از شبکه رایج، افزایش سرعت در مسیرهای موجود تا ۲۰۰ کیلومتر در ساعت، استفاده از قطار تیلتینگ در صورت لزوم به دلیل انحنای مسیر ارتقا دادند. در حال حاضر، به اصطلاحHSR، بین لندن و ادینبورگ، برای معرفی یک مسیر جدید راه آهن سریع السیر در حال مطالعه است.

SR با توجه به سهم بازار در مسیرهای ۴۰۰-۶۰۰ کیلومتر بسیار خوب عمل می‌کند اما با سایر پارامترهای کلیدی که به برخی حداقل‌ها برای جبران هزینه‌های سرمایه‌گذاری بالا مرتبط با ساخت این زیرساخت ریلی نمی‌رسند، مناسب نیستند. بسیاری از خطوط به شدت مستلزم یارانه هستند، بنابراین فاکتور بار زیاد و سهم بازار با بازده ضعیف اجتماعی سازگار است. این تعجب آور نیست که سرمایه گذاری HSR در میان سیاستمداران و عموم مردم بیشتر از اقتصاددانان مورد قبول است (Levinson et al, 1997).

سرمایه گذاری در HSR تعادل درحمل و نقل مسافری را تغییر می‌دهد. اکثر این مسیرها در کشورهای توسعه یافته در حال اجرا هستند و پروژه‌های HSR از معرفی قطارهای سریعتر، تغییر هزینه عمومی سفر با توجه به وضعیت غالب، پروژه‌ای بیشتر نیستند(De, 2009).

۲- روش تحقیق

در سال ۱۳۱٦ وزارت راه دستور داشت برای ایجاد ارتباط بین استان آذربایجان با مرکز، راه آهن احداث نماید. لذا در سال ۱۳۱۷ ساختمان خط آهن تهران–تبریز آغاز شد. طول این خط ۷۳٦ کیلومتر تخمین زده شد که مهندسین و دست اندرکاران، آن را به ۲۱ قطعه تقسیم کردند تا ریل گذاری سهل و آسان شود. در آن زمان که هنوز امکانات لازم مخصوصاً از جهت حمل ریل آهن و حتی الوارها و تخته‌های چوبی که باید در زیر ریلها قرار می گرفت، وجود نداشت و مخصوصاً اینکه مسیرهای مشخص شده در طول خط آهن تهران–تبریز گاهی از جاده‌های ارتباطی دورتر می‌شدند و لذا الوارها و تخته‌ها در یک نقطه دورتر تخلیه می‌شدند و همه آنها توسط انسانها به قسمت مورد نیاز حمل می‌شد. برای این کار مسئولان راه آهن کارگران مختلفی از شهرهای کشور استخدام کرده بودند که بیشتر آنها بعدها در راه آهن استخدام شدند. ولی اکثر مردم از اشتغال به کار دولتی دوری می کردند. نوشته اند ریل گذاری تا کرج از اول مرداد ۱۳۱۸ آغاز گردید و در بیست و سوم شهریور همان سال به اتمام رسید، که این قسمت از راه آهن با حرکت قطار در شانزدهم آبانماه ۱۳۱۸ افتتاح شد. مجدداً کار ریل گذاری، ادامه یافت و در هیجدهم اسفندماه ۱۳۱۸ به قزوین رسید که این خط هم در بیست و هفت اسفندماه توسط مسئولین وقت افتتاح شد (De, 2009).

۲-۱-شبکه راه اهن ایران

در حال حاضرایران با ۱۰ هزار و ٤٥٩ کیلومتر خط آهنی که در اختیار دارد، رتبه ۲۵ جهانی را به خود اختصاص داده است. این رکورد ما را بالاتر از مجارستان، پاکستان و شیلی و پایین‌تر از کوبا، ترکیه و جمهوری چک قرار می‌دهد. آمریکا با ۲۲٤ هزار و ۷۹۲ کیلومتر بزرگ‌ترین و لیختن اشتاین با تنها ۹ کیلومتر کمترین خط آهن دنیا را در اختیار دارند(De, 2009). تهران مرکز شبکه راه آهن ایران است و چهار محور زیر از آن منشعب می‌شود:

ـ محور تهران ـ مشهد ـ سرخس که به شبکه راه آهن ترکمنستان متصل می‌شود.

ـ محور تهران ـ تبریز که در مرز رازی به شبکه راه آهن ترکیه و در جلفا به شبکه راه آهن آذربایجان با فاصله ریل عریض متصل می‌گردد.

ـ محور تهران ـ اهواز ـ بندر امام و خرمشهر

ـ محور تهران ـ اصفهان ـ بافق ـ بندر عباس

حمل و نقل کالای فله در مسافت طولانی نقش مهمی است که راه آهن در اقتصاد کشور دارد. در سال ۱۳۹٤، تناژ بار بارگیری شده توسط راه آهن به ۳۵ میلیون تن با ۲تن کیلومتر بار معادل ۲۵/۰۹٤میلیون تن ـ کیلومتر رسید. در این سال درآمد حاصل از حمل بار۹۷۳۰ میلیارد ریال بود که حدود ۹۰ درصد کل درآمد راه‌آهن ایران را تشکیل می‌داد (دفتر آمار، ۱۳۸۸).

با وجود سهم کم راه‌آهن از کل حمل مسافر در کشور (۳/۱ درصد) بخش عمده ای از فعالیت راه آهن اختصاص به حمل مسافر دارد. در سال ۱۳۹٤ تعداد ۲٤/٤ میلیون مسافر بین شهری توسط راه آهن جابجا شده‌اند.

درآمد حاصل از حمل مسافر تنها ده درصد از کل درآمد راه آهن را تشکیل می‌دهد (Amouzadeh Omrani, et al, 2024, Amouzadeh Omrani, et al, 2023). از سال ۱۳۷۲ دولت یارانه مربوط به بهره برداری از شبکه راه آهن را قطع کرده است و شرکت راه آهن به طور مستقل هزینه‌های جاری خود را تامین می‌نماید (دفتر آمار، ۱۳۸۸).

۲-۲-مشخصات فنی و هندسی راه آهن تهران-تبریز

-حداکثر سرعت طرح : ٦۲۰ کیلومتربر ساعت

-بار محوری: ۲۵۰ کیلو نیوتن (۲۵ تن)

-نوع کشش : برقی است و خطوط نیروی برق از نوع بالا سری ۲۵ کیلو وات می باشد.

-مقطع عرضی خط: این راه آهن دو خطه می‌باشد وعرض قسمت فوقانی خاکریز ۱۲ متر است.

-حداکثر شیب طولی : ۱۵ در هزار

-قوس‌ها: حداقل شعاع قوس ٤۰۰۰ متر است. برای قوس‌های افقی با شعاع کمتر از ۵۰۰۰ از کلوتوئید استفاده شده است و برای شعاع‌های بیشتر از ۵۰۰۰ متر نیازی به منحنی اتصال نیست.

-شیب شیروانی خاکریزی و خاکبرداری : در خاکریزها حداقل ۱ به ۱/۵ در نظر گرفته شده است و در خاکبرداری‌ها شیب شیروانی با توجه به نوع زمین تعیین می‌گردد.

-بالا ست: از سنگهای شکسته با ابعاد ۵۲ تا ۵۵ میلیمتر مطابق مشخصات مندرج در استاندارد راه آهن و ضخامت بالاست زیر تراورس باید ۳۰ سانتیمتر باشد.

-ریل : بر اساس توصیه‌های اتحادیه بین المللی راه آهن‌ها ریل از نوع UIC60 پیشنهاد می‌شود. اتصال ریلها باید به صورت جوشکاری درز ریل انجام شود.

-پابند: از نوع فنر لاستیکی

-تراورس: در طول مسیر از نوع B-۷۰ پیش تنیده به تعداد ۱۶۰۰ اصله در هر کیلومتر و در ایستگاه‌ها از تراورس چوبی استفاده می شود.(مرکز امار، ۱۳۸۸)

۲-۲-۱- اهمیت خط سریع‌السیر تهران-تبریز

یکی از مهمترین اهداف احداث و بهره برداری راه آهن در نقاط مختلف جهان انتقال و جابجیی بار و مسافر به شکلی راحت و سریع با ایمنی بسیار بالا می‌باشد، که سالهاست در این راستا برخی از کشورهای پیشرفته در جهت دستیابی به اهداف قید شده تلاشهای فراوانی انجام داده‌اند در این راه نیز موفقیت‌های بیشماری کسب نموده‌اند. محور تهران- تبریز از نظر حمل و نقل مسافر از اهیمت ویژه‌ای برخوردار است. در رابطه با این محور با توجه به اینکه در این محور شهرهای مهم مانند قزوین، تاکستان، ابهر، زنجان، میانه، مراغه و تبریز موجود می‌باشند و این شهرها از جمله شهرهای صنعتی و کشاورزی می‌باشند که از لحاظ تعداد مسافر، بار صنعتی و بار کشاورزی، کارشناسان آینده درخشانی را پیش‌بینی می‌کنند.

۲-۳-بررسی آمار حمل‌و نقل مسافر در محور تهران- تبریز

یکی از راه‌های حمل و نقل مسافر در محور تهران-تبریز ناوگان جاده‌ای عمومی است که در ذیل به آن اشاره می‌شود.

ناوگان جاده‌ای عمومی

برای مسافرین این مسیرها هر قدر مبداء مقصد مسافر به ایستگاههای راه آهن تهران-تبریز نزدیکتر باشد تمایل به استفاده از قطار سریع السیر بیشتر خواهد بود. به همین جهت تمایل به انتخاب راه آهن سریع‌السیر توسط مسافر جهت پیمودن تمامی و یا بخشی از مسافت مابین مبداء مقصد به سه درجه تقسیم شده است:

-مسافرین مسیرهای ردیف یک:

مسافرینی که مبداء و مقصد آنها تهران و تبریز می‌باشد.

-مسافرین مسیرهای ردیف دو:

مسافرینی که از استانهای آذربایجان غربی و کردستان قصد سفر به تهران و بالعکس دارند.

جدول ۱. برآورد تعداد کل مسافر جابجا شده توسط ناوگان جاده‌ای عمومی به هزار نفر

مسیر تهران-زنجان و تهران- زنجان (رفت و برگشت)

سال	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹٤
مسیرهای ردیف یک	۹۳۷۳	۱۰۳۹۲	۱۱۲۰٤	۱۲۹۷۱
مسیرهای ردیف دو	۱۱۹۳٦	۱٤۹۳۲	۱۲۹۷۹	۱۲٦۲٦

مسیر زنجان-تبریز و تبریز-زنجان (رفت و برگشت)

سال	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹٤
مسیرهای ردیف یک	۱۳۸۲۱	۱۱۷۹۳	۱٤۸۰۲	۱۵۷۹۲
مسیرهای ردیف دو	۱۰۳۷۹	۱۱۹٤۱	۱۰۷۳۹	۱۲۷۹٤

۲-۳-۲- حمل‌ونقل توسط سواری شخصی

برآورد تعداد مسافر سواری شخصی در محور تهران ـ تبریز بر مبنای تردد شماری وسایل نقلیه مسافری در این محور صورت می‌گیرد و برای این منظور انگاره‌های ذیل در نظر گرفته شده است:

-مسافرین سواری شخصی منحصر به مسیرهای ردیف یک می‌باشد و تنها در این ردیف منظور می‌شود.

-تردد شماری هر ساله در آبان برای یک دوره ۲٤ ساعته در نظر گرفته شده است.

-متوسط مسافر جابجا شده در هر سفر توسط وسیله نقلیه عمومی مسافر در سطح کشور در محور مذکور نیز صادق می‌باشد.

-متوسط تعداد سرنشین سواری شخص در محور مذکور دو نفر در نظرگرفته شده است.

- نسبت سواری کرایه به کل وسایل نقلیه عمومی مسافری در محور مذکور برابر با همین نسبت در سطح کشور می‌باشد.

جدول ۳ برآورد تعداد مسافر سواری شخصی در محورهای تهران ـ تبریز در رفت و برگشت را نشان می‌دهد. در جدول ۳ برآورد تعداد مسافر سواری شخصی در محور تهران-تبریز نشان داده شده است.

جدول ۲. برآورد تعداد مسافر سواری شخصی در محورهای تهران ـ تبریز به هزار نفر

سال	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹٤
محور تهران- زنجان	٦٥٧٨	۷۷۰۲	۸٥۸۹	۹۲۸٤
محور زنجان- تبریز	٥٦۷۹	۷۸۳۳	٦۹۷۰	۸۰۹۳

۲-۳-٤-حمل‌ونقل ریلی مسافر

جدول ۳ تعداد مسافرینی که از شبکه راه آهن ناحیه زنجان در سالهای ۱۳۹۱ تا ۱۳۹٤ استفاده کرده‌اند، را نشان می‌دهد. این تعداد مسافر کمتر از ٤ درصد کل مسافرینی است که در محور تهران-تبریز تردد می‌کنند. به دلیل محدود بودن تعداد این مسافرین و در اختیار نداشتن آمار دقیق فرض می‌شود، این تعداد مسافر کل مسیر تهران- تبریز را طی کرده‌اند.

جدول ۳. تعداد مسافرینی که از شبکه راه‌آهن ناحیه شمال غرب (زنجان) در سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹٤ استفاده کرده‌اند.

سال	تعداد مسافر به هزار نفر
۱۳۹۱	۲۰۷۳
۱۳۹۲	۲۱٦۱
۱۳۹۳	۲۳۰۹
۱۳۹٤	۲۸۰۳

۲-٤-پیش‌بینی تقاضا برای حمل‌ونقل مسافر در مسیرهای تهران-تبریز

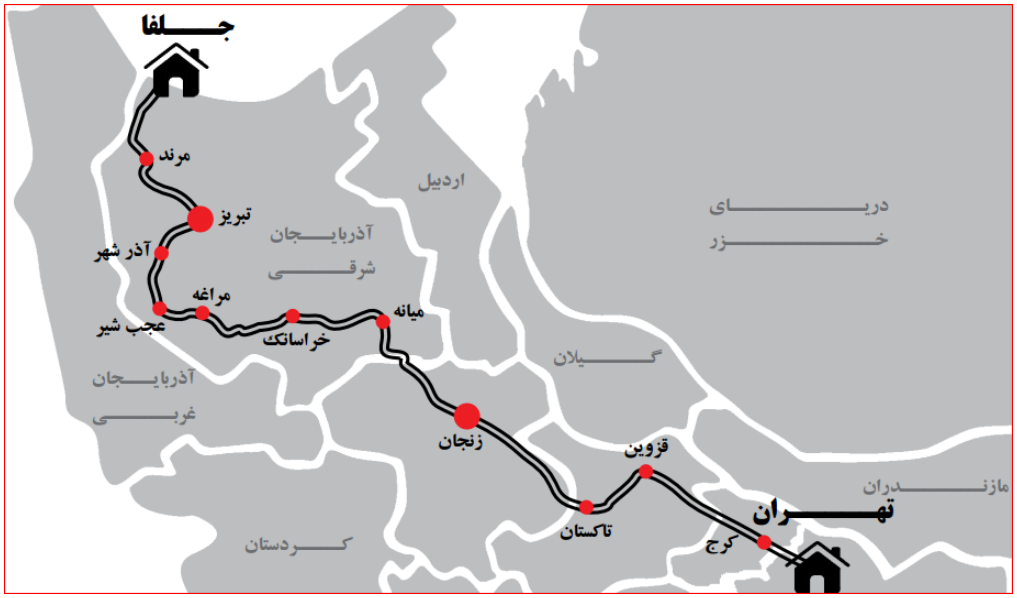
تقاضای حمل مسافر در محور تهران-تبریز که اکثر شیوه‌های حمل را در بر می‌گیرد (حمل و نقل جاده‌ای با ناوگان عمومی مسافری و با سواری شخصی)، تا افق ۱٤۰٤ پیش بینی می‌گردد.

۲-٤-۱-سناریوهای تحول آتی جمعیت و شاخص‌های اقتصادی

برای تحول آتی جمعیت و تولید ناخالص داخلی دو سناریو تهیه شده است (سناریو دست پایین و دست بالا). برای هر دو سناریو کل دوره مطالعات اقتصادی افزایش کل جمعیت ۱/۷ در صد در سال در نظر گرفته شده است. اگرچه نرخ متوسط رشد جمعیت بین سالهای ۱۳۹۱ تا ۱۳۹٤ حدود ۱/۳درصد برآورد شده است. عدد ۱/۳درصد از یک سو متناسب با برآوردی است که بانک مرکزی برای سال ۱۳۹٥ ارائه داده است (۱/۳٥٪) و از سوی دیگر برابر با نرخی است که از سازمان ملل متحد ۲۰۳۲ میلادی برای رشد جمعیت ایران برآورد کرده است.

۲-٥-معرفی مسیر فعلی تهران-تبریز

راه آهن تهران- تبریز به طول ٦۲٦ کیلومتر یکی از مهم‌ترین و دیدنی‌ترین مسیرهای ریلی ایران است که از شهرهای متعددی عبور می‌کند. راه آهن آذربایجان در سال ۱۲۹۱ شمسی به عنوان اولین راه آهن رسمی کشور فعالیت خود را آغاز کرد. کرج، هشتگرد، قزوین، تاکستان، زنجان، میانه، مراغه و عجب شیر از ایستگاه‌های مهم این مسیر است. راه‌آهن تبریز در ادامه مسیر خود به ایستگاه رازی و به شبکه راه‌آهن ترکیه متصل می‌شود. پل قطور یکی از معروف‌ترین پلهای راه‌آهن ایران در نزدیکی شهرستان خوی قرار دارد. این پل متصل کننده راه ریلی ایران به ترکیه و اروپاست. همچنین راه آهن برقی تبریز- جلفا تنها راه‌آهن برقی ایران به طول ۱٤٦ کیلومتر در این مسیر قرار دارد. اولین تراموای ایران به نام «قونقا» در شهر تبریز در سال ۱۲۸۰ شمسی به راه افتاد. شکل ۳ مسیر ریلی تهران – تبریز را نشان می‌دهد.



شکل ۱. مسیر ریلی تهران-تبریز

روش‌ها و آزمون‌های تحلیل آماری

با توجه به اینکه روش تحقیق،استفاده از تکنیک‌ها،آزمون‌ها و تحلیل‌های آماری است. در ادامه به بررسی این آزمون‌ها و تحلیل‌های آماری پرداخته می‌شود.

ضریب آلفای کرونباخ

ضریب آلفای کرونباخ توسط کرونباخ ابداع شده و یکی ازمتداولترین روش‌های اندازه گیری اعتماد پذیری و یا پایائی پرسش نامه‌هاست. منظور از اعتبار یا پایایی پرسش نامه این است که اگر صفت‌های مورد سنجش با همان وسیله و تحت شرایط مشابه و در زمانهای مختلف مجددا اندازه‌گیری شوند، نتایج تقریبا یکسان حاصل‌شود. ضریب آلفای کرونباخ، برای سنجش میزان تک بعدی بودن نگرشها، عقاید و ... بکار می‌رود در واقع می‌خواهیم ببینیم تا چه حد برداشت پاسخگویان از سوالات یکسان بوده است اساس این ضریب بر پایه مقیاسه است. مقیاس عبارتند از دسته‌ای از اعداد که بر روی یک پیوستاربه افراد، اشیا یا رفتارها در جهت به کمیت کشاندن کیفیت‌ها اختصاص داده می‌شود رایج‌ترین مقیاس که در تحقیقات اجتماعی بکار می رود مقیاس لیکرت است در مقیاس لیکرت اساس کاربر فرض هم وزن بودن گویه‌ها استوار است بدین ترتیب به هر گویه نمراتی (مثلاً از۱ تا ۵ برای مقیاس لیکرت۵ گویه‌ای) داده می‌شود که مجموع نمراتی که هر فرد از گویه‌ها می‌گیرد نمایانگر گرایش او خواهد بود. آلفای کرونباخ بطور کلی با استفاده از یکی از فرمول‌های ۱ و ۲ محاسبه می‌شود.

(۱)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(\frac{k\bar{C}}{\bar{v}+(k-1)\bar{C}}\right)$$

(۲)

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(\frac{\sum_{i=1}^{k} s_i^2}{\sigma^2}\right)$$

که در این روابط K تعداد سوالات، s_i^2 واریانس سوال i ام، σ^2 واریانس مجموع کلی سوالات $\bar{C}$ میانگین واریانس بین سوالات، و $\bar{v}$ واریانس میانگین سوالات می‌باشند. (برگرفته شده از آلن و ین۲۰۰۲)

با استفاده از تعریف آلفای کرونباخ می‌توان نتیجه گرفت:
(۱) هر قدر همبستگی مثبت بین سوالات بیشتر شود میزان آلفای کرونباخ بیشتر خواهد شد و بالعکس، (۲) هر قدر واریانس میانگین سوالات بیشتر شود آلفای کرونباخ کاهش پیدا خواهد کرد، (۳) افزایش تعداد سوالات تاثیر مثبت و با منفی (بسته به نوع همبستگی بین سوالات) بر میزان آلفای کرونباخ خواهد گذاشت، (٤) افزایش حجم نمونه باعث کاهش واریانس میانگین سوالات در نتیجه باعث افزایش آلفای کرونباخ خواهد شد. بدیهی است هرقدر شاخص آلفای کرونباخ به ۱ نزدیکتر باشد، همبستگی درونی بین سوالات بیشتر و در نتیجه پرسش‌ها همگن ترخواهند بود. کرونباخ ضریب پایایی ٪٤٥ را کم، ٪۷۵را متوسط و قابل قبول، و ضریب ٪۹۵ را زیاد پیشنهاد کرده بدیهی است درصورت پایین بودن مقدارآلفا، بایستی بررسی شود که با حذف کدام پرسش‌ها مقدارآن را می‌توان افزایش داد.

۲-۷- نرم افزار SPSS

نرم افزار Spss قابلیت انجام تحلیل انواع آزمونها و تحلیل داده های آماری را دارد و یادگیری و آموزش آن برای دانشوران علوم انسانی بسیار با اهمیت و ضروری است. در واقع هر کجا که از پرسشنامه‌ها و آزمون‌ها استفاده شود Spss نقش اساسی برای تحلیل داده‌ها دارد و نیاز به آن احساس می‌شود علاوه بر رشته‌های علوم انسانی و اجتماعی، رشته‌های مهندسی، رشته‌های پزشکی و سلامت نیز از این نرم افزار برای تحلیل داده‌های خود استفاده می‌کنند.

۲-۸-تدوین پرسشنامه

در این تحقیق جهت بررسی موضوع از پرسشنامه استفاده گردید . پرسشنامه مشتمل بر دو بخش می‌باشد بخش اول مربوط به سوال‌های فردی و عمومی است و در بخش دوم سوالات مربوط به عوامل موثر در اجرای این طرح و بالعکس، تاثیر اجرای این طرح بر محیط پیرامونی ما می‌باشد. در این تحقیق از داده‌های مربوط به سالهای ۱۳۹۲ تا ۱۳۹٦ استفاده شده است. متغیرهایی که دراین تحقیق بررسی خواهند شد عبارتند از: آمار حمل و نقل مسافر در محور موردنظر، پیش‌بینی تقاضا برای حمل و نقل مسافر در این مسیر به منظور برآورد هزینه‌های اجرای طرح، بررسی تعرفه خدمات، برآورد درآمدهای طرح، تخمین نرخ داخلی بازگشت سرمایه با آنالیز حساسیت نرخ بازگشت و تخمین هزینه‌های اجتماعی. در این تحقیق در گام اول پرداختن به مسأله سرعت در راه‌آهن قطارهای سریع السیر، موانع موجود در دستیابی به سرعتهای بالا در راه‌آهن و ضرورت برقی کردن خطوط راه‌آهن، مزایای استفاده از سیستم قطارهای سریع السیر برقی کـاملا روشن می‌شود. سپس با معرفی سیستم Tilting، معرفی قطارهای سریع السیر دنیا و نگاهی به بزرگترین طرحهای سریع السیر دنیا سعی شده است تا جنبه‌های مهم این طرح‌ها قید شود. بخش اصلی تحقیق حاضر به ارزیابی فواید و مزایای بکارگیری راه آهن سریع السیر در مسیر تهران-تبریز به عنوان مسیر اصلی خطوط راه‌آهن شمال غرب اختصاص خواهد یافت. در این راستا با بیان پیشینه طرح راه‌آهن سریع‌السیر در این مسیر، بررسی آمار حمل و نقل مسافر در محور مورد نظر و پیش‌بینی تقاضا برای حمل و نقل مسافر در این مسیر به برآورد هزینه‌های اجرای طرح، بررسی تعرفه خدمات، برآورد درآمدهای طرح، تخمین نرخ داخلی بازگشت سرمایه با آنالیز حساسیت نرخ بازگشت و هزینه‌های اجتماعی پرداخته شده است.
برنامه کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت در رابطه با استفاده از سیستم قطارهای سریع‌السیر در مسیر راه‌آهن تهران-تبریز و اقدامات در حال اجرا و انجام شده در این زمینه و همچنین مشخصات هندسی و فنی مسیر مذکور با مراجعه به اداره کل راه‌آهن شمال غرب و مصاحبه با مسئول مربوطه و بررسی مدارک مرتبط مشخص می‌شود. سپس آمار حمل و نقل مسافر در مسیرهای مورد مطالعه از مراجع مرتبط بدست آمده و سناریوهای پیش‌بینی تقاضای مسافر در مسیرهای موردنظر ارائه می‌گردد. در نهایت نیز تاثیرات استفاده از قطار سریع‌السیر در مسیر موردنظر با آنالیز حساسیت نرخ بازگشت سرمایه نسبت به متغیرهای پایه (تعرفه خدمات مسافری، هزینه تملیک اراضی، نرخ برابری ارز و نرخ تورم و نرخ بهره) و ارزیابی هزینه‌های اجتماعی یا هزینه‌های خارج از حمل و نقل بررسی خواهد شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱-بررسی پایایی

روش استفاده ازضریب آلفای کرونباخ رابرای تعیین پایایی یک پرسشنامه یا آزمون باتاکید برهمبستگی درونی می‌توان استفاده کرد. در این روش اجزا یا قسمت‌های پرسشنامه برای سنجش ضریب پایایی آزمون به کار می‌روند. میزان الفای کرونباخ بر اساس میزان همبستگی درونی متغیرها مشخص می‌شود، عدد الفای کرونباخ ۰,۷ تا۰,۸ خوب،۰,۸ تا ۰,۹ خیلی خوب و ۰,۹ تا ۱ عالی می‌باشد. به منظور تعیین پایایی پرسشنامه تعداد ٤٥ پرسشنامه در جامعه آماری توزیع و داده‌های آن گردآوری شد. میزان آلفای کرونباخ همواره عددی بین ۰ و ۱ است و هرچه درصد به دست آمده به ۱۰۰٪ نزدیک تر باشد، بیانگر قابلیت اعتماد بیشتر پرسشنامه است. همچنین این امکان در نرم افزار SPSS وجود دارد که بتوان وضعیت هر سؤال را از نظر پایایی در مجموعه سؤالات بررسی کرد. تا بتوان اثر حذف سؤال را بر ضریب آلفا معین نموده و در مورد حذف سؤالات اضافه تصمیم گیری کرد. مقدار پایایی مربوط به تک تک سؤالات در جدول شماره ٤ قابل مشاهده است.

همچنین در جدول ۵ در صورت حذف هریک از متغیرها آلفای کرونباخ مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ٤. جدول ضریب اعتبار پرسشنامه تحقیق بر اساس ضریب آلفای کرونباخ

ضریب محاسبه شده	تعداد سوالات	تعداد تکمیل کنندگان	نوع ضریب
۰/٦٦٤	۱۵	٤٥	آلفای کرونباخ

جدول ۵. قابلیت اطمینان

	Scale Mean if Item Deleted	Scale variance If Item Deleted	Corrected Item-Total correlation	Cronbach's Alpha if Item Deleted
سوال ۱	٥٤,۱۰	۲۱,۲۱۰	-.۱۱۵	.٦٦۹
سوال ۲	٥٤,۰۰	۲۰,۸۷۸	-.۰۵۵	.٦٦٤
سوال ۳	٥۳,۸٦	۱۹,۹۳۰	.۱۲۵	.٦٤٥
سوال ٤	٥۳,٦۰	۱۸,۷۳٥	. ۲٦۲	.٦۲۸
سوال ٥	٥۳,٥۷	۱۸,۸۳٦	.۲۷٦	.٦۲٦
سوال ٦	٥۳,٥۷	۱۹,۰۳۱	.۲٦٤	.٦۲۸
سوال ۷	٥۳,۸۸	۱۷,۷۱۷	.۳٥۸	.٦۱۲
سوال ۸	٥۳,۷۱	۱۷,٦۲٤	.۳۹٥	.٦۰٦
سوال ۹	٥۳,۸۱	۱۷,٦۹۳	.۳٥٥	.٦۱۳
سوال ۱۰	٥۳,٤۸	۱۹,۱۳٤	.۱۹۳	.٦۳۸
سوال ۱۱	٥۳,٤۷	۱۸,۸۸۱	.۳۱۸	.٦۲۲
سوال ۱۲	٥۳,۷۹	۱۷,۸۳۱	.۳۲۳	.٦۱۸
سوال ۱۳	٥۳,٦٤	۱٦,۸٦۹	.٥۲٥	.٥۸٤
سوال ۱٤	٥۳,۷۹	۱۷,٥۸۷	.٤۰۰	.٦۰٥
سوال ۱٥	٥۳,۸۱	۱۸,۲۰۷	.۱۹۱	.٦٤٥

۳-۲-هزینه‌های اجرای طرح

از جمله هزینه‌های اجرای طرح هزینه تملیک اراضی است.

۳-۲-۱-هزینه تملیک اراضی

مسیر از اراضی بایر عبور می کند و اگر در معدود شرایط تملیک اراضی هزینه به همراه داشته باشد نسبت به کل هزینه‌های سرمایه‌ای رقم اندک را تشکیل می‌دهد و در مقایسه با خطا در برآورد هزینه‌ها ناچیز است. هزینه تملیک اراضی ایستگاه‌های میان راه نیز رقم اندکی را تشکیل می‌دهند و در هزینه ساخت ایستگاه‌ها مستتر هستند. لازم است تأثیر هزینه تملیک اراضی ایستگاه مسافری در ارزیابی اقتصادی بررسی شود. این سهم در بخش آنالیز حساسیت توجیه اقتصادی طرح انجام خواهد شد(Haddad, 2003)

۳-۲-۲-هزینه‌های زیرسازی

هزینه‌های زیرسازی براساس فهرست بهای رشته راه، باند فرودگاه و زیرسازی راه‌آهن سال ۱۳۹۶ برآورد شده است. طبق این برآوردها هزینه‌های زیرسازی به ارزش سال ۱۳۹۶ بالغ بر ۸۶۲ میلیارد ریال است.

۳-۲-۳-هزینه‌های روسازی، علائم و ارتباطات و برقی‌کردن

این هزینه‌ها از اجرای لایه اول بالاست تا راه‌اندازی راه‌آهن سریع‌السیر برقی را در بر می‌گیرند و شامل موارد زیر است:

- ریل‌گذاری مسیر
- ریل و سوزن در ایستگاه‌ها (اجرای ترکیب ایستگاه‌ها)
- ساختمان ایستگاه‌ها، کارخانجات و ساختمان صنعتی
- علائم
- ارتباطات
- و برقی کردن

۳-۲-۴-هزینه‌های بهره‌برداری

آمار هزینه‌های راه آهن تنها تا سال ۱۳۹۶ در کتب آمار فعالیت های راه آهن منظور شده است. بنابراین برای بررسی هزینه‌های بهره‌برداری به سالهای ۱۳۹۴، ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ اکتفا می‌کنیم. جدول ۶ هزینه‌های راه آهن را به پنج قسمت تقسیم کرده است.
بخش (۱) هزینه‌های استهلاک: این هزینه‌ها به میزان سرمایه‌ای که دارایی‌ها منظور شده است و به نحوه محاسبه استهلاک امکانات و تجهیزات بستگی دارد. بخش (۲) و (۵) هزینه‌هایی هستند که به طور عمده هزینه‌های ثابت بهره برداری محسوب می‌شوند و متناسب با طول خطوط می‌باشند.
بخش (۳) و (٤) هزینه مصرف سوخت و هزینه‌های بازرگانی و بازاریابی. این هزینه‌ها متناسب با میزان واحد حمل تغییر می‌کنند و هزینه‌های متغیر بهره بردار محسوب می‌شوند.

جدول ٦. هزینه‌های بهربرداری طبق آمار فعالیت‌های راه آهن (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۳)

اقلام هزینه	۱۳۹٤		۱۳۹۵		۱۳۹٦	
	میلیارد ریال	درصد	میلیارد ریال	درصد	میلیارد ریال	درصد
استهلاک (۱)	۲۰۹	٪۱۳/۱	۱۹۸/۷۵	٪۸/٤	۲۰۱/۷۵	٪۷/٦
نگه‌داری و بهره‌برداری (۲)	۱۳۱۲/۵	٪۸۲/۵	۲۰٤۰/۵	٪۸۵/۹	۲۲٤٦/۷۵	٪۸٤/۹
مصرف سوخت (عملیاتی) (۳)	۲۸/۵	٪۱/۸	۳۷/۷۵	٪۱/٦	۵۲/۵	٪۲
بازرگانی و بازاریابی (٤)	۱۳/۵	٪۰/۸	۱۷/۵	٪۰/۷	۲۵/۷۵	٪۱
متفرقه (۵)	۲۹	٪۱/۸	۸۲/۷۵	٪۳/۵	۱۱۹/۷۵	٪٤/۵
جمع کل هزینه	۱۵۹۲/۵	٪۱۰۰	۲۳۷۷/۲۵	٪۱۰۰	۲٦٤٦/۵	٪۱۰۰

۳-۲-۵- هزینه‌های سرمایه‌ای برای خرید قطارهای سریع‌السیر برقی

تعیین مشخصات قطار برقی که در مسیر تهران-تبریز از آن بهره برداری خواهد شد از اهداف مطالعات حاضر نیست و به همین جهت مشخصاتی که در این مطالعه در نظر خواهیم داشت مربوط به متداول‌ترین قطار برقی است.

قطار TGV شامل ۸ کاروان مسافری و دو واگن محرک در هر دو انتها است. کاروانهای مسافری از نوع اقتصادی و درجه یک است. واگن میان به عنوان بوفه استفاده می شود.

در دو انتهای قطار نیز جا برای بارگیری توشه، خرده بار و محموله های پستی در نظر گرفته شده است. پنج کاروان مسافری با ظرفیت هر کاروان ۶۰ مسافر که صندلیها بصورت اتوبوسی است و در هر ردیف ٤ صندلی قرارداده شده است. در این آرایش سه کاروان درجه یک با ظرفیت هر کدام ۳٦ مسافر در نظر گرفته خواهد شد که در هر ردیف ۳ صندلی قرار دارد. آرایش قطار انتخاب شده گنجایش ٤٤۰ مسافر را دارد و هزینه این نوع قطارها حدود ۱۷۵ میلیارد ریال (٤/۱ میلیون دلار) برای هر دستگاه می باشد. در مواقعی که به ظرفیت بیشتری نیاز است می‌توان دو قطار را بهم وصل کرد و ظرفیت را به ۸۸۰ نفر رساند.

تعداد قطارهای سریع‌السیر موردنیاز

ظرفیت یک مجموعه قطار ٤٤۰ نفر است و می‌توان دو یا سه مجموعه را بهم متصل کرد. متوسط ضریب اشغال سالیانه یک قطار مسافری ۸۰ درصد است. کارکرد سالیانه قطارهای سریع السیر برقی بیش از قطارهای دیزل ـ الکتریک مسافری است بطور معمول در هر سال کارکردی برابر با۳٦۰ هزار کیلومتر دارند در صورتی که کارکرد متوسط سالیانه قطارهای دیزل ـ الکتریک مسافری در ایران ۱۸۰ هزار کیلومتر در سال است (۱۲۰ هزار کیلومتر در سال در معیارهای بین المللی). با مشخصاتی که ذکر شد کارکرد یک قطار سریع السیر برقی می‌تواند در سال ۲۵ میلیون مسافر ـ کیلومتر می‌باشد.

۳-۲-٦-هزینه‌های جاری در بیست سال نخست بهره‌برداری

هزینه‌های بهره برداری از راه‌آهن سریع السیر تهران-تبریز به چهار بخش تقسیم شده‌اند.

این تقسیم بندی شامل :

ـ هزینه های نگهداری، ترمیم و مدیریت تاسیسات زیر بنایی

ـ هزینه‌های نگهداری، تعمیر و مدیریت ناوگان

ـ هزینه مصرف سوخت

ـ هزینه‌های بازاریابی و بازرگانی

هزینه‌های نگهداری و ترمیم تاسیسات زیربنایی ۲/۵ درصد هزینه‌های سرمایه‌ای برآورد شده‌اند.

هزینه‌های نگهداری و تعمیر ناوگان ۳ درصد هزینه خرید آنهاست.

در سناریو دست پایین هزینه بازرگانی و بازاریابی برابر با یک درصد کل درآمد حمل بار و مسافر خواهد بود و در سناریو دست بالا که یک بازاریابی فعال برای جلب مسافر و خرده بار را مد نظر دارد این هزینه‌ها ۲ درصد درآمد کل منظور خواهد شد. مصرف متوسط انرژی برقی برای قطارهای مسافری سریع السیر برقی حدود ۵ کیلو وات ساعت برای هر صد مسافر- کیلومتر می‌باشند. در سال ۱۳۹٦ میانگین نرخ فروش انرژی برقی برای مصارف صنعتی بالغ بر ۳۹۰ ریال برای هر کیلو وات ساعت و برای مصارف عمومی ٤۰۹ ریال برای هر کیلو وات ساعت بوده است. در مطالعات حاضر نرخ انرژی برقی خریداری شده توسط راه آهن را برابر با نرخ فروش انرژی برقی برای مصارف صنعتی در نظر خواهیم گرفت. ۳۹۰ ریال برای هر کیلووات ساعت نرخ پایه سال ۱۳۹٦ و به قیمت سال ۱۳۹٦ می‌باشد. دو جزء عمده تعیین کننده قیمت فروش برق یکی هزینه سوخت مصرفی نیروگاه‌هاست و دیگری هزینه نگهداری و استهلاک نیروگاه ها و شبکه انتقال برق.

۳-۳-بررسی تعرفه خدمات

برای بررسی تعرفه خدمات حمل و نقل قطار سریع‌السیر می توان موارد زیر را در نظر گرفت.

۳-۳-۱-تعیین جایگاه راه‌آهن سریع‌السیر در سامانه حمل‌ونقل مسافری

برای تعیین جایگاه راه‌آهن سریع‌السیر در سامانه حمل‌ونقل مسافری این سیاست را می‌توان مد نظر داشت: جلب مسافرین حمل‌و نقل جاده‌ای. که بر اساس آمارهای جمع آوری شده، ۷۸ درصد از مسافرین این خط از ناوگان جاده‌ای عمومی استفاده می‌کنند و ٦ درصد از سواری شخصی و ١٦ درصد از سیستم‌های ریلی استفاده می‌نمایند (Shao et al, 2015)

سیاست جلب مسافرین حمل‌ونقل جاده‌ای

حمل و نقل جاده ای مسافر در مسیر تهران- تبریز حدود ٨٤ درصد کل مسافر را تشکیل می‌دهد (۷۸ درصد مسافرین ناوگان عمومی جاده ای و ٦ درصد مسافرینی که از سواری شخصی استفاده میکنند). در بخشی که به بررسی آمارحمل و نقل پرداخته شد مسافرین به دو دسته تقسیم شدند. مسافرین مسیرهای ردیف یک (تهران- تبریز) که مسافر حداقل توقف ادامه مسیر و تعویض وسیله حمل را دارد به راحتی جلب راه آهن سریع السیر می شود. جلب مسافرین مسیرهای ردیف دو بستگی به ادامه مسیر و تعویض وسیله برای آنها فراهم خواهد شد. مسافرینی که از سواری شخصی استفاده میکنند در صورتی که مبدا و مقصد آنها در مسیرهای ردیف یک باشد راه آهن سریع السیر جایگزین مناسبی برای سواری شخصی خواهد بود. نظر به اینکه عمده مسافرین این مسیر آنهایی هستند که از ناوگان عمومی جاده‌ای استفاده می‌کنند. تعرفه خدمات راه‌آهن سریع السیر باید به گونه‌ای باشد که این بخش از مسافرین را به خود جلب کند. بنابراین سیاست تعیین تعرفه خدمات مبتنی برقیمت متعادل و تعداد هر چه بیشتر مسافر خواهد شد.

۳-۲-۲- قیمت بلیط مسافری راه‌آهن سریع‌السیر تهران-تبریز

همانگونه که در بالا اشاره شد ٨٤ درصد مسافرینی که از مسیر تهران-تبریز عبور می‌کنند از ناوگان عمومی جاده ای استفاده می‌کنند. قیمت بلیط راه آهن سریع السیر تهران-تبریز باید به گونه ای باشد که بیشترین تعداد از این مسافرین را به خود جلب کند. قیمت بلیط اتوبوس VIP مسیر تبریز به تهران (با توجه به فاصله ٦٢٦ کیلومتری این دو شهر و قیمت بلیط اتوبوس ٤٦ هزار تومان) ۷۳۵ ریال برای هر نفر ـ کیلومتر است و قیمت سفر با سواری مسافرکش (با توجه به فاصله ٦٢٦ کیلومتری این دو شهر و قیمت بلیط اتوبوس ۸۸ هزار تومان) ۱۴۰۵ ریال برای هر نفر ـ کیلومتر است. در بازار حمل و نقل مسافر، راه‌آهن سریع‌السیر تهران-تبریز مابین اتوبوس و سواری مسافرکش قرار می‌گیرد و می‌تواند خدمات خود را با ۱۳۰۰ ریال برای هر نفر-کیلومتر ارائه دهد.

۳-٤- نرخ داخلی بازگشت سرمایه

یک طرح زمانی توجیه اقتصادی دارد که از نظر سرمایه گذار نرخ بازگشت سرمایه آن قابل قبول باشد. قابل قبول بودن و یا نبودن نرخ بازگشت سرمایه بستگی به این دارد که طرح مذکور مربوط به کدام بخش از فعالیتهای اقتصادی است. در هر بخش از فعالیتهای اقتصادی حداقل قابل قبول نرخ بازگشت سرمایه منوط است به درجه ریسک سرمایه گذاری در آن بخش و در مورد طرح‌های زیربنایی، که بر بخش عمومی است که از این طرح پشتیبانی کند، به غیر از جنبه‌های اقتصادی، منوط است به اینکه این فعالیت تا چه اندازه منافع اجتماعی در پی دارد و چه مقدار برای اقتصاد و کلان کشور اهمیت دارد. طرح‌های زیربنایی به دلیل کنترل بر تعرفه خدمات نرخ بازگشت سرمایه اندک و یا منفی دارند و به همین دلیل نیاز به پشتیبانی مالی دولت است. طرح راه‌آهن سریع السیر مسافری تهران-تبریز به دلیل پایین بودن تعرفه های حمل‌ونقل نمی‌تواند نرخ بازگشت سرمایه دلپسندی داشته باشد. بررسی توجیه اقتصادی طرح راه‌آهن سریع السیر تهران-تبریز بواسطه ارزیابی نرخ داخلی بازگشت سرمایه صورت خواهد گرفت. این نرخ برابر با نرخ بهره‌ای است که ارزش حال هزینه‌ها و درآمدهای طرح را برابر می‌سازد. در اینجا از نرخ داخلی صحبت می‌شود زیرا این نرخ براساس برآورد هزینه‌ها و درآمدهای طرح محاسبه می‌شود و در حال حاضر برابر با نرخ رایج در بازار مالی نیست (نرخ خارجی بازگشت سرمایه). روش دیگر این است که حداقل قابل قبول نرخ بازگشت سرمایه از پیش مشخص شود و بر مبنای آن تعرفه خدمات مسافری برای دستیابی به نرخ مذکور

محاسبه شود. در قسمت بعد که به آنالیز حساسیت می‌پردازیم تغییر نرخ بازگشت سرمایه نسبت به تغییر تعرفه خدمات مسافری بررسی خواهد شد. ارزیابی نرخ داخلی بازگشت سرمایه بـراساس هزینه‌ها و درآمدهای واقعی که طبق عرف و قوانین حاکم در جامعه صورت می‌گیرد انجام می‌شود. به طور مثال صرفه جویی در سوخت درآمد محسوب نمی‌شود و تا زمانی که طبق ضوابط قانونی معادل وجه آن بـه صورت پـاداش و یـا یارانه مستقیم به طرح منتقل نشود جزو درآمدهای طرح محسوب نمی‌شود و تأثیری بر گردش نقدی طرح ندارد.

این نوع منافع یا زیان ها که حائز اهمیت نیز می‌باشند ارزیابی اجتماعی مد نظر قرار خواهند گرفت. جدول ۷ داده‌های اولیه برای نرخ داخلی بازگشت سرمایه طرح راه‌آهن سریع السیر تهران-تبریز را نشان می‌دهد. جدول ۸ نرخ داخلی بازگشت سرمایه در حالت سناریو دست پایین و جدول ۹ محاسبه نرخ داخلی بازگشت سرمایه در حالت سناریو دست بالا را نشان می‌دهد. طبق ایـن محاسـبات نـرخ داخلـی بازگشـت سرمایه طی بیست سال نخست بهره برداری در حالت سناریو دست پایین ٪۰,۳۲ و در حالت سناریوی دست بـالا ٪۰,۰۱- می‌باشد. بنابراین با تعرفه خـدمات مسافری ۱۳۰۰ ریال به ازا هـر نفـر کیلومتر در انتهای بیست سال نخست بهره برداری ارزش داراییهای طرح ثابت می‌ماند. با علم به اینکـه تعیـین تعرفه نسبت بـه قیمت بلیط اتوبوس VIP (۷۳۵ ریال برای هر نفر کیلومتر) و قیمت بلیط سواری (۱۵۳۰ریـال برای هر نفـر کیلومتر) توجیه پذیر است وبه خاطر اینکه حمل و نقل ریلی و بخصوص قطارهای سریع السیر مسافری در دیگر کشورها همواره به یارانه‌های دولت نیاز دارند نرخ بازگشت سرمایه فوق الذکر مناسب می‌باشند.

در ارزیابی اقتصادی نرخ سود برای برآورد ارزش باقی‌مانده سازه‌ها و تجهیزات برابر با ۳ درصد گرفته شده است در صورتی که نرخ داخلی بازگشت سرمایه نزدیک به صفر می‌باشد (در حالت سـناریو دسـت پـایین ٪۱- و در حالت سناریو دست بالا ٪۱+) این اختلاف میان دو نرخ به این خاطر است کـه انتظار می‌رود نرخ داخلی بازگشت سرمایه پس از ۲۰ سال نخست بهره برداری افزایش یابـد. افزون بـر این در محاسـبات نـرخ داخلی بازگشت سرمایه افزایش ارزش اراضی به قیمت‌های ثابت برابر با ٪۲ در سال در نظر گرفته شده است کـه موجب افزایش واقعی دارایی‌های طرح می‌شود در صورتی که این افزایش دارایی‌ها در حسابهای مالی ایجـاد نقدینگی نمی‌کند از این روی احتمال دارد که طرح در دوره بهره‌برداری با مسئله کسری نقدینگی روبرو شود. بنابراین تنها ملاک برای ارزیابی اقتصادی دستیابی به یک نرخ قابل قبول بازگشت سرمایه نیست بلکه توازن در حسابهای مالی و برآوردن نقدینگی مورد نیاز در دوره بهره برداری نیز باید مد نظر باشد.

جدول ۷. داده‌های اولیه برای برآورد نرخ داخلی بازگشت سرمایه طرح راه آهن سریع السیر تهران-تبریز

طول مسیر	
تهران ـ تبریز	٦٢٦ کیلومتر
دوره مطالعات اقتصادی	
۲۰ سال نخست بهره‌برداری	
طول عمر اقتصادی اجزاء عمده طرح	
زیرسازی و ساختمانها	۵۰ سال
روسازی	۳۵ سال
علائم و ارتباطات	۳۵ سال
تأسیسات برقی	۳۵ سال
ادوات ناقله	۳۰ سال
نسبت ارزش اسقاطی سازه‌ها و تجهیزات منهای هزینه‌های تخریب به ارزش اولیه در پایان عمر اقتصادی	
زیرسازی و ساختمان‌ها	٪۰ ارزش اولیه
روسازی	٪۷ ارزش اولیه

علائم و ارتباطات	٪۱ ارزش اولیه
تأسیسات برقی	٪۱ ارزش اولیه
ادوات ناقله	٪۳ ارزش اولیه
نرخ برابری ارز (ریال به ازاء هر دلار): ۴۲۰۰	
قطار سریع السیر برقی مسافری	
آرایش یک مجموعه قطار: ۱ لکوموتیو + ۸ واگن مسافری ۱+ لکوموتیو	
ظرفیت	۴۴۰ نفر
ضریب اشغال	٪۸۰
کارکرد سالیانه	۳۶۰,۰۰۰ کیلومتر
قیمت یک مجموعه	۵۲۵ میلیارد ریال
هزینه‌های بهره برداری	
هزینه‌های نگهداری از زیربناها	٪۲/۵ هزینه‌های سرمایه‌ای
هزینه‌های نگهداری از ناوگان	٪۳ هزینه‌های سرمایه‌ای
هزینه‌های بازرگانی و بازاریابی	
در حالت سناریو دست پایین	٪۱,۰ کل درآمد حمل
در حالت سناریو دست بالا	٪۲,۰ کل درآمد حمل
مصرف انرژی برای ۱۰۰ مسافر کیلومتر	۵,۰ کیلووات ساعت
هزینه‌های طرح در دوره احداث	

سال	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷
هزینه‌های ریالی (میلیارد ریال)	۳۲۱۱/۸۰	۳۹۱۰/۵	۹۹۱/۲
هزینه‌های ارزی (میلیون دلار)	۲۳۱	۴۶۲	۰

جدول ۸. محاسبه نرخ داخلی بازگشت سرمایه در حالت سناریو دست‌پایین

ردیف	سال	هزینه‌های سرمایه‌ای در دوره احداث طرح	خرید قطارهای سریع‌السیر برقی	هزینه‌های بهره‌برداری				درآمدها		تراز گردش نقدی در هر سال
				هزینه های نگهداری..... تعمیر و مدیریت		مصرف انرژی برقی	بازرگانی و بازاریابی	حمل مسافر	حمل بار	
				زیربناها	ناوگان					
۱	۱۳۹۵	۹۹۹/۲۸								-۹۹۹/۲۸
۲	۱۳۹۶	۱۴۹۶/۶۶								-۱۴۹۶/۶۶
۱	۱۳۹۷		۱۰۵۰۰	۳۲۰	۳۰۳	۵۰	۹/۳	۹۳۰	۱۱	-۱۰۲۴۱,۳
۲	۱۳۹۸		۰	۳۲۰	۳۰۳	۵۲/۴	۹/۶	۹۴۸	۱۱/۶	۲۷۴,۶
۳	۱۳۹۹		۰	۳۲۰	۳۰۳	۵۴/۸	۹/۹	۹۷۲	۱۲/۲	۲۹۶,۵
۴	۱۴۰۰		۵۲۵	۳۲۰	۳۱۲/۶	۵۷/۲	۱۰/۲	۱۰۰۲	۱۲/۸	-۲۱۰,۲
۵	۱۴۰۱		۰	۳۲۰	۳۱۲/۶	۵۹/۶	۱۰/۵	۱۰۳۸	۱۳/۴	۳۴۸,۷
۶	۱۴۰۲		۰	۳۲۰	۳۲۲/۲	۶۲	۱۰/۸	۱۰۸۰	۱۴	۳۷۹
۷	۱۴۰۳		۵۲۵	۳۲۰	۳۲۲/۲	۶۴/۴	۱۱/۱	۱۱۲۲	۱۴/۶	۹۱,۹
۸	۱۴۰۴		۰	۳۲۰	۳۳۱/۸	۶۶/۸	۱۱/۴	۱۱۷۰	۱۵/۲	۴۵۵,۲
۹	۱۴۰۵		۰	۳۲۰	۳۳۱/۸	۶۹/۲	۱۱/۷	۱۲۲۰	۱۵/۸	۵۰۳,۱
۱۰	۱۴۰۶		۵۲۵	۳۲۰	۳۴۱/۴	۷۱/۶	۱۲	۱۲۶۴	۱۶/۴	۱۰,۴
۱۱	۱۴۰۷		۰	۳۲۰	۳۴۱/۴	۷۴	۱۲/۳	۱۲۹۸	۱۷	۵۶۷,۳
۱۲	۱۴۰۸		۰	۳۲۰	۳۵۱	۷۶/۴	۱۲/۶	۱۳۴۲	۱۷/۶	۵۹۹,۶
۱۳	۱۴۰۹		۵۲۵	۳۲۰	۳۵۱	۷۸/۸	۱۲/۹	۱۳۸۸	۱۸/۲	۱۱۸
۱۴	۱۴۱۰		۰	۳۲۰	۳۶۰/۶	۸۱/۲	۱۳/۲	۱۴۴۰	۱۸/۸	۶۸۳,۸
۱۵	۱۴۱۱		۵۲۵	۳۲۰	۳۶۰/۶	۸۳/۶	۱۳/۵	۱۴۸۸	۱۹/۴	۲۰۴,۷

۱۶	۱۴۱۲		۰	۳۲۰	۳۷۰/۲	۸۶	۱۳/۸	۱۵۵۶	۲۰	۷۸۶
۱۷	۱۴۱۳		۵۲۵	۳۲۰	۳۷۰/۲	۸۸/۴	۱۴/۱	۱۶۱۲	۲۰/۶	۳۱۴,۹
۱۸	۱۴۱۴		۰	۳۲۰	۳۷۹/۸	۹۰/۸	۱۴/۴	۱۶۷۲	۲۱/۲	۸۸۸,۲
۱۹	۱۴۱۵		۵۲۵	۳۲۰	۳۷۹/۸	۹۳/۲	۱۴/۷	۱۷۲۸	۲۱/۸	۴۱۷
۲۰	۱۴۱۶		۰	۳۲۰	۳۸۹/۴	۹۵/۶	۱۵	۱۷۸۰	۲۲/۴	۹۸۲,۴

ارزش باقیمانده سازه‌ها و تجهیزات در انتهای دوره محاسبات اقتصادی به میلیارد ریال ۱۳۹۲و با نرخ واقعی سود ٪۳ در سال محاسبه و به گردش نقدی آخرین سال افزوده می‌شود. ارزش آتی اراضی ایستگاه مسافری با نرخ واقعی سود ٪۲ در سال محاسبه می‌شود.

ارزش آتی اراضی ایستگاه مسافری	تأسیسات زیربنایی	ناوگان	کل ارزش باقیمانده
۲۸۹,۵	۷۷۶۳,۴	۷۲۶۸,۴	۱۵۳۲۱

نرخ بازگشت سرمایه براساس قیمت‌های ثابت ۱۳۹۲	٪۱-

جدول ۹. محاسبه نرخ داخلی بازگشت سرمایه در حالت سناریو دست بالا

ردیف	سال	هزینه‌های سرمایه‌ای در دوره احداث طرح	خرید قطارهای سریع‌السیر برقی	هزینه‌های بهره‌برداری				درآمدها		تراز گردش نقدی در هر سال
				هزینه های نگهداری، ..... تعمیر و مدیریت		مصرف انرژی برقی	بازرگانی و بازاریابی	حمل مسافر	حمل بار	
				زیربناها	ناوگان					
۱	۱۳۹۵	۴۹۴۲٫۸								۴۹۴۲٫۸-
۲	۱۳۹۶	۸۶۳۸٫۲								۸۶۳۸٫۲-
۱	۱۳۹۷		۱۸۳۷۵	۳۲۰	۵۵۱٫۴	۱۰۵	۳۳٫۹	۱۶۶۹٫۵	۲۰٫۴	-۱۷۷۱۵
۲	۱۳۹۸		۱۵۷۵	۳۲۰	۵۹۸٫۸	۱۱۶٫۱	۳۶٫۳	۱۷۸۸٫۶	۲۲٫۲	-۸۵۵
۳	۱۳۹۹		۱۰۵۰	۳۲۰	۶۳۰٫۳	۱۲۸٫۴	۳۹٫۳	۱۹۳۹٫۲	۲۴	-۲۲۴٫۴
۴	۱۴۰۰		۱۵۷۵	۳۲۰	۶۷۷٫۷	۱۴۱٫۳	۴۲٫۳	۲۰۸۷٫۷	۲۶٫۱	-۶۶۲٫۱
۵	۱۴۰۱		۱۵۷۵	۳۲۰	۷۲۵٫۱	۱۵۶٫۶	۴۵٫۹	۲۲۶۵	۲۸٫۲	-۵۴۹
۶	۱۴۰۲		۲۱۰۰	۳۲۰	۷۸۸٫۱	۱۷۴	۴۹٫۸	۲۴۶۰٫۹	۳۰٫۹	-۹۵۹٫۷
۷	۱۴۰۳		۱۰۵۰	۳۲۰	۸۱۹٫۶	۱۸۶٫۶	۵۲٫۸	۲۶۰۳٫۴	۳۳	۱۸۷٫۸
۸	۱۴۰۴		۱۰۵۰	۳۲۰	۸۵۱٫۱	۱۹۷٫۳	۵۵٫۸	۲۷۴۹٫۵	۳۵٫۱	۲۸۶٫۸

۹	۱۴۰۵		۱۵۷۵	۳۲۰	۸۹۸,۵	۲۱۶,۶	۵۹,۱	۲۹۱۳	۳۷,۸	-۱۳۸
۱۰	۱۴۰۶		۱۰۵۰	۳۲۰	۹۳۰	۲۳۲,۸	۶۲,۴	۳۰۸۶,۷	۴۰,۵	۵۱۲,۴
۱۱	۱۴۰۷		۱۵۷۵	۳۲۰	۹۷۷,۴	۲۵۰,۲	۶۶,۳	۳۲۷۰,۹	۴۳,۵	۱۰۵,۹
۱۲	۱۴۰۸		۱۵۷۵	۳۲۰	۱۰۲۴,۸	۲۶۹,۷	۷۰,۵	۳۴۷۰,۷	۴۷,۱	۲۳۸,۵
۱۳	۱۴۰۹		۱۵۷۵	۳۲۰	۱۰۷۲,۲	۲۸۹,۸	۷۵	۳۷۰۰,۵	۵۱	۴۰۰
۱۴	۱۴۱۰		۱۵۷۵	۳۲۰	۱۱۱۹,۶	۳۱۲	۸۰,۱	۳۹۵۱	۵۵,۵	۵۸۰,۲
۱۵	۱۴۱۱		۱۵۷۵	۳۲۰	۱۱۶۷	۳۳۵,۷	۸۶,۱	۴۲۴۲	۶۱,۲	۷۹۹,۲
۱۶	۱۴۱۲		۱۵۷۵	۳۲۰	۱۲۱۴,۴	۳۶۱,۸	۹۳	۴۵۸۷,۶	۶۶,۳	۱۰۷۰,۱
۱۷	۱۴۱۳		۲۱۰۰	۳۲۰	۱۲۷۷,۴	۳۸۹,۴	۹۷,۲	۴۷۹۴,۶	۷۲,۹	۶۶۳,۹
۱۸	۱۴۱۴		۱۵۷۵	۳۲۰	۱۳۲۴,۸	۴۱۸,۵	۱۰۱,۷	۴۹۸۹	۸۰,۴	۱۳۲۴,۸
۱۹	۱۴۱۵		۲۱۰۰	۳۲۰	۱۳۸۷,۸	۴۵۱,۵	۱۰۶,۵	۵۲۳۸,۶	۸۹,۱	۹۴۳,۳
۲۰	۱۴۱۶		۲۱۰۰	۳۲۰	۱۴۵۰,۸	۴۸۵,۴	۱۱۱,۳	۵۴۶۸,۱	۹۹	۱۰۸۰

ارزش باقیمانده سازه‌ها و تجهیزات در انتهای دوره محاسبات اقتصادی به میلیارد ریال ۱۳۹۲و با نرخ واقعی سود ٪۳ در سال محاسبه و به گردش نقدی آخرین سال افزوده می شود. ارزش آتی اراضی ایستگاه مسافری با نرخ واقعی سود ٪۲ در سال محاسبه میشود.

ارزش آتی اراضی ایستگاه مسافری	تأسیسات زیربنایی	ناوگان	کل ارزش باقیمانده
۲۸۹,۵	۷۷۶۳,۴	۲۶۳۲۱,۷	۳۴۳۷۴,۳

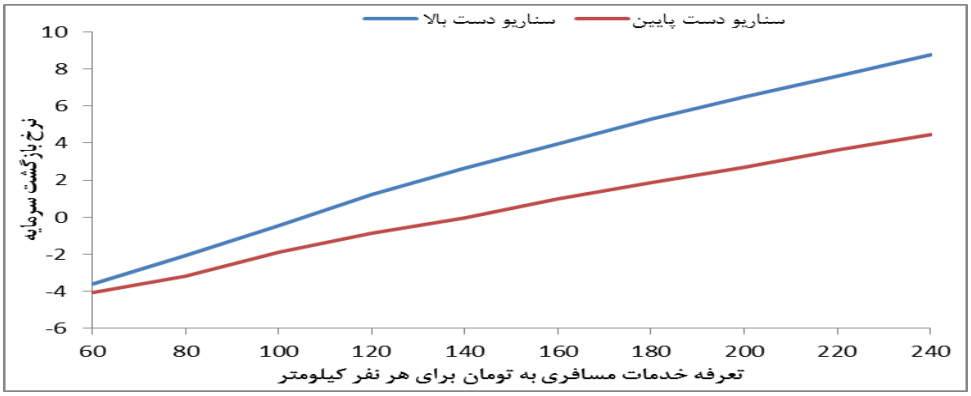
نرخ بازگشت سرمایه براساس قیمت‌های ثابت ۱۳۹۲	٪۱,۱

۳-۵-آنالیز حساسیت بازگشت سرمایه نسبت به متغیرهای پایه

آنالیز حساسیت نرخ بازگشت سرمایه نسبت به متغیرهای پایه از جمله تعرفه خدمات مسافری و هزینه تملیک اراضی انجام گرفت که عبارتند از:

۳-۵-۱- آنالیز حساسیت نرخ بازگشت سرمایه نسبت به تعرفه خدمات مسافری

در محاسبات نرخ اولیه بازگشت سرمایه تعرفه خدمات مسافری ۱۳۰۰ ریال یا ۱۳۰تومان درنظرگرفته شده است. بدیهی است تغییر این تعرفه منجر به تغییر نرخ بازگشت سرمایه خواهد شد. شکل ۲ رابطه نرخ بازگشت سرمایه با تعرفه خدمات مسافری را نشان می دهد و جدول ۱۰ بر اساس حداقل قابل قبول نرخ بازگشت سرمایه مشخص می‌کند چه تعرفه‌ای باید برای خدمات مسافری تعیین گردد.



شکل ۲. رابطهٔ نرخ بازگشت سرمایه با تعرفه خدمات مسافری

جدول ۱۰. تعیین تعرفه خدمات مسافری نسبت به حداقل قابل قبول نرخ بازگشت سرمایه

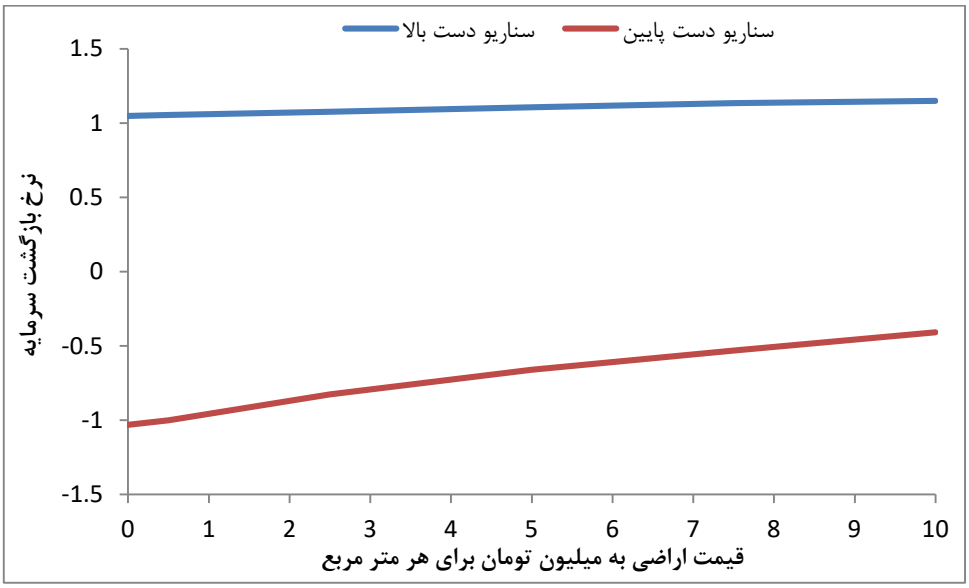
نرخ بازگشت سرمایه	٪۱-	٪۰	٪۱	٪۲	٪۲	٪۴	٪۵	٪۶	٪۷	٪۸
تعرفه مسافری به تومان برای هر نفر کیلومتر										
سناریو دست پایین	۱۲۰	۱۴۰	۱۶۰	۱۸۲	۲۰۵	۲۲۷	۲۵۱	۲۷۷	۳۰۳	۳۳۰
سناریو دست بالا	۹۴	۱۰۶	۱۱۸	۱۳۳	۱۴۶	۱۶۱	۱۷۶	۱۹۱	۲۰۸	۲۲۵

اگر حداقل قابل قبول نرخ بازگشت سرمایه صفر درصد انتخاب شود، یعنی ثابت ماندن ارزش دارایی های طرح در انتهای بیست سال نخست بهره برداری، تعرفه خدمات مسافری در حالت سناریو دست بالا ۱۴۰ تومان و در حالت سناریو دست پایین ۱۰۶ تومان به ازا هر نفر کیلومتر خواهد بود و قیمت بلیط تهران به تبریز به ترتیب ۴۹۲۹۰ و ۶۵۱۰۰ تومان خواهد شد. اگر حداقل قابل قبول نرخ بازگشت سرمایه ۵٪ انتخاب شود تعرفه خدمات مسافری بین ۲۵۱ و ۱۷۶ تومان به ازای هر نفر کیلومتر خواهد بود و قیمت بلیط تهران-تبریز بین ۸۱۸۴۰ و ۱۱۶۰۰۰ تومان خواهد شد. همانگونه که قبلاً بحث شد به این دلیل که ۸۳ درصد از مسافرین از ناوگان عمومی جاده استفاده می‌کنند. تعرفه خدمات راه آهن سریع السیر باید به گونه‌ای باشد که مسافرین ناوگان عمومی جاده‌ای را بخود جلب کند و سیاست تعیین تعرفه خدمات مبتنی بر قیمت متعادل و تعداد هر چه بیشتر مسافر باشد.

با این وجود افزایش قیمت بلیط راه آهن بستگی به کیفیت خدماتی است که حمل و نقل ریلی مسافری به متقاضیان ارائه می‌دهد.

۳-۵-۲- آنالیز حساسیت نرخ بازگشت سرمایه نسبت به هزینه تملیک اراضی

سهولت دسترسی به ایستگاه مسافری مهمترین عامل در جلب مسافر است. برای ایستگاه باری سهولت دسترسی به معنای موقعیت ایستگاه نسبت به راههای ارتباط برون شهری است. در مورد ایستگاه مسافری سهولت دسترسی برابر با به حداقل رساندن جابجایی مسافر برای رسیدن به ایستگاه است. موقعیت ایستگاه مسافری باید به گونه ای باشد که از خدمات حمل و نقل شهری برخوردار باشد. ایستگاه مسافری میانه قرار است سالیانه میلیون‌ها مسافر (بسته به سناریو) را به خود جلب کند به یک قطب مهم شهر تبدیل خواهد شد و لازم است مکان ایستگاه به گونه‌ای انتخاب شود که بافت شهر و برنامه‌های توسعه شهر همخوانی داشته باشد. هزینه‌های احداث راه آهن سریع‌السیر برقی تهران- تبریز بالغ بر ۱۳۵۰۰ میلیارد میباشند و هزینه خرید اولین سری قطارهای سریع السیر مسافری حدود ۱۰۵۰۰ تا ۱۸۰۰۰ میلیارد ریال (بسته به سناریو) خواهند شد. جدول ۱۱ تاثیر قیمت متر مربع اراضی ایستگاه مسافری میانه را بر نرخ بازگشت سرمایه نشان می‌دهد.



شکل ۳. تأثیر قیمت متر مربع اراضی ایستگاه مسافری اصفهان بر نرخ بازگشت سرمایه

جدول ۱۱. تأثیر قیمت متر مربع اراضی ایستگاه مسافری میانه بر نرخ بازگشت سرمایه

قیمت پایه مترمربع اراضی ایستگاه مسافری راه‌آهن میانه در منطقه صنعتی					
قیمت مترمربع اراضی به میلیون ریال	۰,۵	۲,۵	۵	۷,۵	۱۰
نرخ بازگشت سرمایه					
سناریو دست پایین	٪ -۱	٪ -۰,۸۲	٪ -۰,٦٦	٪ -۰,۵۳	٪ -۰,٤
سناریو دست بالا	٪۱,۰٤	٪۱,۰۵	٪۱,۰۷	٪۱,۱	٪۱,۱٤

همانگونه که در شکل و جدول فوق مشاهده می‌شود در صورت دو برابر شدن و یا نصف شدن هزینه‌های تملیک اراضی ایستگاه تغییر محسوسی در نرخ بازگشت سرمایه ایجاد نمی شود. در صورت قرار گرفتن ایستگاه در مکانی که قیمت اراضی آن ده برابر مکانی که در حال حاضر پیش بینی شده است باشد (۲ میلیون ریال برای هر متر مربع) در حالت سناریو دست پایین نرخ بازگشت سرمایه از ۱- ٪ به ۰.٦٦- ٪ ترقی می‌کند و در حالت سناریو دست بالا نرخ بازگشت سرمایه افزایش مختصری پیدا می‌کند. دلیل تاثیر مثبت ارزش زمین اینست که به قیمت خرید اراضی هزینه‌های تملیک از ٦٠ میلیارد به ٦٠٠ میلیارد ریال خواهند رسید که منجر به افزایش۱۲ درصدی افزایش هزینه‌های احداث راه آهن سریع‌السیر این خط خواهد شد. موقعیت ایستگاه نسبت به شهر، عامل مهمی در موفقیت یا عدم موفقیت طرح است و محدود بودن منابع مالی معضل. طرح راه آهن سریع السیر زمانی توجیه اقتصادی دارد که بخش مهمی از مسافرین این مسیر را بخود جلب کند و نباید موقعیت نامناسب ایستگاه مسافری، به عدم استقبال از قطار سریع السیر بیانجامد.

۳-٦-هزینه های اجتماعی یا هزینه های خارج از حمل و نقل

با افزایش نگرانی‌ها در مورد آثار مخرب فعالیتهای انسانی بر محیط زیست، بهداشت جامعه، و هم چنین با گسترش روز افزون تقاضای حمل و نقل، پروژه‌های مطالعاتی متعددی در زمینه ارزیابی هزینه هایی که سامانه حمل و نقل بر جامعه تحمیل می‌کنند انجام گرفته است.

۳-٦-۱-هزینه‌های خارج از حمل‌ونقل

۱) ایمنی: هزینه های مربوط به ایمنی خسارتهای مادی و جانبی را در بر می گیرد. خسارتهای مادی برابر با هزینه ترمیم خرابیهاست. خسارتهای جانبی هزینه‌های درمان و حمل مجروح و هم چنین ارزش جان را در بر می‌گیرد. برای کشورهای اروپایی ارزش جان ۱,۵ میلیون یورو در نظر گرفته شده است.

۲) آلودگی موضعی: به طور عمده آلودگی هوا مد نظر است و آثار نامطلوبی که این آلودگی بر سلامت انسان دارد وهم چنین خسارتهای مادی و آسیب هایی که به گیاهان می‌رساند.

۳) آلودگی صوتی: اثرات مدت، فرکانس و منظم بودن صدا به درستی قابل اندازه گیری نیست و ارزش گذاری بر آنها مسئله مضاعفی است. در هر صورت سعی شده است با پایین آمدن قیمت ساختمان‌ها بدلیل تولید سر و صدا هزینه اثر صدا بر سلامتی انسان در نظر گرفته شود.

- خطر تغییر شرایط اقلیمی: مقصود گرم شدن کره زمین به دلیل اثر گلخانه‌ای افزایش مقدار گاز کربنیک در جو است.

- آسیب به طبیعت و مناظر طبیعی: معیار برآورد هزینه‌های ترمیم می‌باشد. در سال ۱۹۵۰ میلادی مبنای وضعیت مطلوب است و هزینه‌های ترمیم نسبت به وضعیت سال مبنا محاسبه شده است.

-تاثیرات شهری: به طور عمده این هزینه ها اتلاف وقت عابرین پیاده را در بر می‌گیرد که گسترده شدن زیر بناهای حمل و نقل و افزایش حجم ترافیک موجب آن می‌گردد.

۷) هزینه‌های پایین دستی و بالادستی: شامل هزینه‌هایی است که قبل و بعد از مصرف سوخت صورت می‌گیرد مانند هزینه‌های حمل و نقل و انبار کردن سوخت، دفع ضایعات اتمی نیروگاه‌ها و سوخت مصرف شده برای احداث زیربناهای حمل و نقل.

-مقایسه نوع سوخت مصرفی: مقدار آلودگی هوا وابسته به نوع سوخت و سایل نقلیه دارد. این اختلاف میان قطارهای دیزلی و برقی محسوس است. تولید برق در نیروگاه حرارتی در نقاطی دور از تمرکز جمعیت صورت می‌گیرد و در ضمن آلودگی کمتری نسبت به موتور محرک ایجاد می‌کند. در ایران با استفاده از گاز طبیعی برای تولید برق، قطارهای برقی برتری بیشتری بر قطارهای دیزلی خواهند داشت. در حمل و نقل جاده ای اختلاف میان آلودگی ایجاد شده توسط نفت گاز و بنزین محسوس نیست.

۹) هزینه‌های ناشی از اتلاف وقت به دلیل کند شدن جریان حمل و نقل: این هزینه‌ها نشانگر استفاده ناموثر از زیربناهای موجود حمل و نقل است.

۳-۶-۲-روش محاسبه هزینه‌ها

برای ۱۷ کشور اروپایی (کشورهای اتحادیه اروپا و دو کشور سوئیس و نروژ) سال میلادی ۱۹۹۵ در نظر گرفته شده است و مطالعات برای شیوه‌ها مختلف حمل و نقل انجام گرفته است.

- حمل و نقل جاده : سواری شخصی، موتور سیکلت، ماشین آلات جاده‌ای سبک و کامیون.
- حمل و نقل ریلی : جابه جایی مسافر جابه جایی بار
- حمل و نقل هوایی : جابه جایی مسافر جابه جایی بار
- حمل و نقل در آب های داخل : جابه جایی بار.

برای هر یک از شیوه های فوق هزینه‌های کل خارج از حمل و نقل در سال ۱۹۹۵ و هزینه‌های نهایی که نشان دهنده هزینه‌های ناشی از افزایش یک واحد حمل در سامانه حمل و نقل است محاسبه شده است. این هزینه‌ها می‌تواند مبنای سیاست گذاری تعرفه‌های حمل و مبنای تعیین سطح مالیات برآلاینده‌ها باشد.

۳-۶-۳- هزینه‌های کلی

اختلافات زیادی میان هزینه های محاسبه شده در کشورهای مختلف وجود دارد. حتی در یک کشور اختلافات چشمگیری میان نتایج مراکز مختلف تحقیقاتی وجود دارد. تفاوت میان برآوردها تا ۱ به ۱۰ نیز می‌رسد. برای این تفاوت‌ها دو دلیل عمده وجود دارد. اول اینکه نتیجه محاسبات منوط به شیوه برآورد می باشد، به این ترتیب که شیوه های گوناگون برآورد همچون برآورد بر مبنای جایگزینی، ترمیم خسارات و یا همه پرسی نتایج مختلفی در مورد یک موضوع مشخص می‌دهند. دوم اینکه، به غیر از روش برآورد برمبنای هزینه‌های ترمیم خسارات مادی شیوه‌های دیگر برآورد مانند تعیین معادل پولی آزردگی به خاطر صدا تقریبی است و به صورت عینی نمی‌تواند اندازه گیری کرد. در جمع ۱۷ کشور یاد شده کل هزینه های خارج از حمل و نقل به استثناء هزینه‌های ناشی از اتلاف وقت به دلیل کند شدن جریان حمل و نقل، در سال ۱۹۹۵، بالغ بر ۵۳۰ میلیارد یورو می شود. هزینه‌های ایمنی با ۲۹٪ از کل هزینه‌های خارج از حمل و نقل مهمترین بخش را تشکیل می‌دهد، هزینه‌های مربوط به آلودگی موضعی هوا و خطر تغییر شرایط اقلیمی در مجموع ۴۸٪ کل هزینه ها را تشکیل می‌دهد، حمل و نقل جاده‌ای (مسافر و بار) به تنهایی نزدیک به ۹۲٪ کل هزینه‌ها را به خود اختصاص می‌دهند، حمل و نقل هوایی ۶٪، حمل نقل ریلی ۲٪ و حمل و نقل در آب‌های داخلی ۰,۵٪ کل هزینه‌ها را شامل می شود. جدول ۱۲ هزینه‌های متوسط خارج از حمل و نقل را برای شیوه‌های مختلف حمل مسافر در سال ۱۹۹۵ نشان می‌دهد.

جدول ۱۲. هزینه‌های متوسط خارج از حمل و نقل برای جابه‌جایی مسافر
(واحد: یورو برای هر هزار مسافر ـ کیلومتر)

هواپیما	راه‌آهن	اتوبوس	سواری شخصی	نوع آلودگی و مزاحمت
۰,۵	۰,۵	۳	۳۵	**ایمنی**
۲	٤	۲۰	۱۷	**آلودگی موضعی هوا**
۳,۵	٤,۵	۱,۵	٦	**آلودگی صوتی**
۳۵	۵	۸	۱٦	**خطر تغییر شرایط اقلیمی**
۲	۰,۵	۱	۲,۵	**آسیب به طبیعت و مناظر طبیعی**
۰	۰,۵	۰,۵	۱,۵	**تاثیرات شهری (مزاحمت برای عابرین پیاده)**
۵	۵	۵	۹	**هزینه‌های پایین دستی و بالادستی**
٤۸	۲۰	۳۸	۸۷	**جمع کل**

همانگونه که در جدول فوق مشاهده می‌شود هزینه‌های اجتماعی جابه جایی مسافر توسط راه آهن در سال ۱۹۹۵ و در ۱۷ کشور اروپایی به مراتب کم تر از دیگر شیوه‌های حمل و نقل می‌باشد.

۳-٦-٤-هزینه‌های نهایی

هزینه‌های نهایی برابر با هزینه های ناشی از افزایش یا واحد حمل در سامانه حمل و نقل است. جدول ۱۳ هزینه‌های نهایی خارج از حمل و نقل برای جابه جایی مسافر را برای مجموع ۱۷ کشور اروپایی یاد شده نشان می دهد. در بسیاری از موارد هزینه های نهایی به مراتب بزرگ تر از هزینه های متوسط می‌باشد و نشان دهنده این است که در سال های آینده هزینه‌های متوسط رو به افزایش خواهند بود. در این جدول، هزینه‌های نهایی خارج از حمل و نقل با حد پایین و حد بالا نشان داده شده‌اند. دلایلی که اختلاف فاحش میان حد پایین وحد بالا را توضیح می‌دهند از قرار زیر می‌باشد.

ـــ همانگونه که در مورد هزینه های کلی ذکر شیوه‌ها گوناگون برآورد نتایج مختلفی در مورد یک موضوع مشخص می‌دهند و در موارد متعددی تعیین معادل پولی آزردگی تقریبی است و به صورت عینی نمی‌توان اندازه گیری کرد. اضافه بر آن ارزیابی کیفی آزردگی در جوامع مختلف متفاوت است.

– آلودگی و آزردگی نا شی از انواع مختلف و سایل نقلیه در هر یک از شیوه‌های حمل و نقل مسافرت متفاوت است.

–این ارقام برای حمل و نقل برون شهری و درون شهری یکسان نمی‌باشد.

جدول ۱۳. هزینه‌های نهایی خارج از حمل‌ونقل برای جابه‌جایی مسافر (واحد: یورو برای هر هزار مسافر ـ کیلومتر)

هواپیما	راه‌آهن	اتوبوس	سواری شخصی	نوع آلودگی و مزاحمت
۰–۱	۰	٤٤–۱٦۳	۳۵	**ایمنی**
۰,۸–۲	٦,۸	۲۸–۱۱۸	۱۷	**آلودگی موضعی هوا**
۲,۳–۱۷	۰,۱–۱,٦	۵,۳–٤۹٦	٦	**آلودگی صوتی**
۳٦–٤۲	٤,۲–۵,۳	۱۲۵–۱۳٤	۱٦	**خطر تغییر شرایط اقلیمی**
۰–۲,۹	٤,۲–۵,۳	۰–۲۳	۲,۵	**آسیب به طبیعت و مناظر طبیعی**
۰	۰–۰,۳	۷۵–۸۳	۱,۵	**تاثیرات شهری (مزاحمت برای عابرین پیاده)**
٤,۱–٤,٦	۰,٤–۳,٤	٤۰–۷۲	۹	**هزینه‌های پایین دستی و بالادستی**

در کشور ما مطالعات جامع در مورد هزینه‌های خارج از حمل و نقل صورت نگرفته است. به همین جهت در این تحقیق به مطالعات انجام شده در کشورهای اروپایی اکتفا می‌شود. بدیهی است هزینه‌هایی که در این مطالعات ذکر شده‌اند در کشور ما صادق نیست زیرا از یک طرف اختلاف زیادی میان سطح قیمت‌ها در این کشورها وجود دارد و از طرف دیگر، در هر جامعه معیارهای ارزش‌گذاری برآزردگی‌های ناشی از اثرات منفی حمل و نقل متفاوت است. با این وجود این هزینه های خارج از حمل و نقل را با شرایط طرح راه آهن سریع السیر تهران- تبریز تطبیق خواهیم داد. محور تهران- تبریز به طور عمده دور از مراکز مسکونی عبور می‌کند و به همین جهت تأثیرات شهری (مزاحمت برای عابرین پیاده) را در نظر گرفته نمی‌شود. دغدغه‌های زیست محیطی در ایران و کشورهای اروپایی متفاوت است و ایران تعهدی در مقابل جامعه بین الملل برای کاهش مقدار گاز کربنیک ناشی از مصرف انرژی ندارد و به همین جهت هزینه ها خارج از حمل و نقل مربوط به خطر تغییر شرایط اقلیمی را نیز در نظر نمی‌گیریم.

در نهایت هزینه‌های خارج از حمل‌ونقل را با تغییراتی که در جدول ۱۴ شرح داده شده است، در نظر خواهیم گرفت و جدول ۱۵ هزینه‌های نهایی خارج از حمل‌ونقل، که در این گزارش به آنها استناد خواهد شد، را نشان می‌دهد.

جدول ۱۴. تطبیق هزینه‌های نهایی خارج از حمل‌ونقل با شرایط مسیر تهران-تبریز

هواپیما	راه‌آهن		اتوبوس	سواری شخصی	نوع آلودگی و مزاحمت
	قطار دیزل الکتریک	قطار سریع‌اسیر برقی			
رقم متوسط	رقم متوسط	رقم حد بالا	رقم حد بالا	رقم حد بالا	ایمنی
رقم متوسط	رقم حد بالا	رقم حد پایین	رقم حد پایین	رقم حد پایین	آلودگی موضعی هوا
رقم حد پایین	رقم حد بالا	رقم حد پایین	رقم حد پایین	رقم حد پایین	آلودگی صوتی
ایران تعهدی در مقابل جامعه بین اللمل ندارد					خطر تغییر شرایط اقلیمی
رقم متوسط	رقم متوسط	رقم متوسط	رقم متوسط	رقم متوسط	آسیب به طبیعت و مناظر طبیعی
محور تهران-تبریز به طور عمده دور از مراکز مسکونی عبور می‌کند					تأثیرات شهری (مزاحمت برای عابرین پیاده)
رقم متوسط	**رقم متوسط**	**رقم متوسط**	**رقم متوسط**	**رقم متوسط**	**هزینه‌های پایین دستی و بالا دستی**

جدول ۱۵. هزینه‌های نهایی خارج از حمل و نقل برای جابه جایی مسافر در محور تهران- تبریز

(واحد: یورو برای هر هزار مسافر ـ کیلومتر، مطابق معیارهای اروپایی)

هواپیما	راه‌آهن		اتوبوس	سواری شخصی	نوع آلودگی و مزاحمت
	قطار دیزل الکتریک	قطار سریع‌اسیر برقی			
۰,۵	۰	۰	۱۶۳	۳۶۰	**ایمنی**
۱,۴	۶,۸	۱	۲۸	۱۲	**آلودگی موضعی هوا**
۲,۳	۱,۶	۰,۱	۵,۳	۰,۶	**آلودگی صوتی**
۱,۵	۰,۲	۰,۲	۱۱,۵	۰,۹	**خطر تغییر شرایط اقلیمی**
۴,۴	۱,۹	۱,۹	۵۶	۴	**آسیب به طبیعت و مناظر طبیعی**
۱۰,۱	۱۰,۵	۳,۲	۲۶۳,۸	۳۷۷,۵	**هزینه‌های پایین دستی و بالا دستی**

با این فرض که تعداد مسافری که از دیگر شیوه‌های حمل، جذب راه‌آهن سریع السیر برقی می‌شود، ۵۰ درصد مقداری است که در حال حاضر از شیوه‌ها مختلف حمل و نقل استفاده می‌کند. کاهش هزینه‌های نهایی خارج از حمل و نقل در سال نخست بهره‌برداری بواسطه راه اندازی راه آهن سریع السیر تهران-تبریز بالغ بر ۴۵ میلیارد ریال می شود که تقریباً ۵۰ درصد هزینه‌های بهره‌برداری در سال نخست می‌باشد که مبلغ قابل توجهی است. ضمنا این اعداد اهمیت راه اندازی این پروژه را بیش از پیش نشان می‌دهند. در این محاسبات ضریب اشغال سواری مسافری حدود دو برابر سواری شخصی و تعیین هزینه نهایی سواری شخصی دو برابر سواری مسافری در نظر گرفته شده است.

صرفه‌جویی در مصرف سوخت

با استفاده از قطارهای سریع السیر در مصرف سوخت صرفه جویی به عمل خواهد آمد که دارای منافع اقتصادی و زیست محیطی خواهد بود.

میزان مصرف سوخت وسائل نقلیه

جدول ۱۶ و جدول ۱۷ از آمار DIW (Deutschen Instituts fuir Wirtschaftsforschung) مصرف انرژی در بخش حمل و نقل در کشور آلمان، سال ۱۹۹۹ استخراج شده‌اند و مصرف انرژی نهایی و سائل نقلیه آخرین شکل انرژی است، که وسیله نقلیه با آن تغذیه می‌شود و مصرف انرژی اولیه و سائل نقلیه که دربرگیرنده کل انرژی مصرف شده در زنجیره تبدیل و حمل تا و سیله نقلیه ا ست (پالایش و حمل برای فرآورده های نفتی و تولید و انتقال برای انرژی برق) را نشان می‌دهد. همانگونه که در این جداول مشاهده می‌شود مصرف سوخت در حمل و نقل ریلی کمتر از حمل و نقل جاده‌ای و هوایی است.

جدول ۱۶. مصرف انرژی نهایی در حمل‌ونقل در آلمان

هواپیما	راه‌آهن		اتوبوس	سواری شخصی
	قطار دیزل الکتریک	قطار سریع‌السیر برقی		
کیلو ژول برای هر مسافر کیلومتر و تن کیلومتر				
۱۷۰۳	۲۱۰	۳۸۱	۵۵۱	۲۰۴۷
معادل نفت گاز به لیتر برای هر ۱۰۰مسافر کیلومتر و ۱۰۰تن کیلومتر				
۴,۷۵	۰,۶	۱,۰۵	۱,۵۵	۵,۷

جدول ۱۷. مصرف انرژی اولیه در حمل‌ونقل در آلمان

هواپیما	راه‌آهن		اتوبوس	سواری شخصی
	قطار دیزل الکتریک	قطار سریع‌السیر برقی		
کیلو ژول برای هر مسافر کیلومتر و تن کیلومتر				
۱۸۳۷	۴۰۸	۷۳۶	۷۱۱	۲۲۰۸
معادل نفت گاز به لیتر برای هر ۱۰۰مسافر کیلومتر و ۱۰۰تن کیلومتر				
۵,۱۵	۱,۱۵	۲,۰۵	۲	۶,۲

در ایران به دلیل بالا بودن عمر وسایل نقلیه جاده ارقام مربوط به اتوبوس و سواری شخصی بیش از ارقام این جدول می‌باشد. طبق دفتر فن آوری اطلاعات سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور در سال ۱۳۹۲ متوسط عمر وسایل نقلیه عمومی مسافری ۱۸ سال بوده است حدود ۶۳٪ این وسایل بیش از ۱۶ سال عمر داشته‌اند. آمار آلمان نشان می‌دهد که مصرف انرژی اولیه

در جابه جایی مسافر با اتوبوس حدود ۲,۰ لیتر معادل نفت و گاز و سواری شخصی ٦,۲ لیتر معادل نفت گاز برای هر ۱۰۰ مسافر کیلومتر می‌باشد. لازم به ذکر است کـه ضریب اشغال وسائل نقلیه در آلمان کم تر از ایران است به طور مثال ضریب اشغال سواری شخصی در آلمان حـدود ۱,۳ نفر می باشد و در ایران احتساب دو نفر معمول است. در آلمان ۸۰٪ شبکه ریلی حمل و نقل برقی هستند و ارقام این جدول بیشتر نشان دهنده مصرف انـرژی قطارهای برقی است.

بالا بودن مصرف انرژی برای جابه جایی یک مسافت نسبت بـه یـک تـن محمولـه دلایـل متعددی دارد. ابتدا اینکه ضریب اشغال قطارهای مسافری کمتر از قطارهای باری است و سرانه وزن مرده جابه‌جـا شده قطارهای مسافری بالا است دوم، سرعت بالای قطارهای مسافری مصرف انرژی بیشتری را نسبت به سرعت پایین قطارهای باری می‌طلبد. آخر اینکه قطارهای مسافری مصرف داخلی انرژی (گرمایش، تهویه، روشنایی ...) نیز دارند که شامل حال قطارهای باری نمی‌شود.

مصرف سوخت لکوموتیوهای راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران

جدول ۱۸ مصرف متوسط نفت گاز توسـط لکوموتیوهـای راه آهـن جمهـوری اسـلامی ایـران بـین سال های ۱۳۹۲-۱۳۹٦ را نـشان می دهد. مـصرف ۱,۰۱ لیتر نفت گاز برای صد واحد حمل که در این جدول آورده شده است، مصرف انرژی نهایی می باشد و برای مقایسه آن با مصرف انرژی اولیه که در جدول ۱۷ ذکر شـــده است، بایستی انرژی مصرف شده برای پالایش و حمل نفت گاز را به آمار راه آهن جمهوری اسـلامی ایران اضافه کرد. با این تصحیح مصرف متوسط انرژی اولیه توسط لکوموتیوهـای راه آهن جمهوری اسلامی ایران حدود ۱,۲۵ لیتر معادل نفت گاز می‌شود، که با ۱,۱۵ لیتر جدول ۱۹ قابل مقایسه است.

جدول۱۸. مصرف متوسط نفت گاز توسط لکوموتیوهای راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران

مصرف نفت گاز برای صد واحد حمل (لیتر)	**۱,۰۱**
مصرف نفت گاز برای یک کیلومتر جابه جایی لکوموتیوهای دیزل الکتریک (لیتر)	**٤,۷۲**

۳-۷-۳-میزان مصرف سوخت وسائل نقلیه مسافری در ایران

در ایران مطالعات جامع در مورد مصرف سوخت و سایل نقلیه مسافری صورت نگرفته اســـت و به همـــین دلیل مصرف سوخت و سائل نقلیه مسافری را به صورت تخمینی محاسبه خواهیم کرد و حدود صـحت آن را بـا داده‌های آماری موجود (راه آهن) و مطالعات انجام شـــده در دیگر کشـــورها ارزیابی خـــواهیم کـــرد. جـــدول ۱۹ این برآورد تخمینی را نشان می‌دهد.

جدول ۱۹. مصرف سوخت وسائل نقلیه مسافری

هواپیما	راه‌آهن برقی سریع السیر	راه آهن دیزل الکتریک سرعت متعارف	سواری شخصی	سواری مسافری	اتوبوس	
–	٤٤۰	۸۸۰	۵	۵ (+راننده)	۳۵	**ظرفیت مسافر (نفر)**
–	٪۸۰	٪۸۰	٪٤۰	٪۸۰	٪۸۵	**ضریب اشغال (٪)**
–	۵۰۰	٦۰۰	۱۵	۱۵	٦۰	**مصرف سوخت در مسیر لیتر (معادل نفت گاز) ۱۰۰ کیلومتر**
–	٪۵	٪۱۰	–	–	٪۲۰	**اضافه مصرف وسیله نقلیه (٪)**
–	٪۱۵	٪۱۰	–	–	–	**مصارف جانبی (٪)**
۰,۵	۱,۷	۱,۰۵	۷,۵	۳,۷۵	۲,٤	**مصرف سوخت به لیتر برای هر ۱۰۰ مسافر کیلومتر**

٤- میزان صرفه جویی در مصرف فرآورده‌های نفتی

یکی از مزایای راه آهن برقی این است که با انرژی برقی که با استفاده از گاز طبیعی تولید خواهد شد تغذیه می‌شود. ارزش گاز طبیعی به دلیل اینکه صادرات آن به سهولت نفت خام و فرآورده‌های نفتی امکان پذیر نیست برابر با هزینه‌های تولید در داخل کشور است در صورتی که ارزش نفت گاز برابر با ارزش صادرات آن می‌باشد، بنابراین راه آهن سریع السیر تهران- تبریز با ایجاد صرفه جویی در مصرف فرآورده های نفتی منجر به افزایش درآمدهای ارزی کشور می‌شود. محاسبات ساده اهمیت میزان افزایش درآمدهای ارزی کشور را مشخص می کند. افزایش درآمد ارزی کشور بواسطه راه اندازی راه آهن سریع السیر تهران- تبریز در سال نخست بهره بردار بین ۱٤۰۰ میلیارد ریال (نرخ برابری ارز ۸۰۰۰ ریال به ازاء هر دلار) است. این افزایش درآمد ارزی کشور در سال نخست بهره برداری حدود ١٤ الی ۲۵ درصد هزینه‌های احداث طرح است با توجه به محاسبات ساده و سرانگشتی می‌توان گفت که این طرح دارای توجیه اقتصادی بوده و با توجه به اینکه در این بخش برای محاسبه نرخ بازگشت سرمایه داخلی فقط هزینه‌ها و درآمدهای نقدی دخیل بودند نرخ سرمایه داخلی مناسبی برای این صنعت در این طرح بدست آمد.

۵- نتیجه‌گیری

امروزه دیگر راه آهن سریع السیر یک نیاز نیست، بلکه یک ضرورت ا ست. فواید راه آهن سریع ال سیر فقط کاهش زمان سفر و افزایش سرعت نیست. در بازار حمل و نقل مسافر، از لحاظ هزینه خدمات، راه‌آهن سریع‌السیر تهران-تبریز مابین اتوبوس و سواری مسافرکش قرار می‌گیرد.

مهترین نتایج حاصل از پژوهش حاضر، به شرح زیر است:

-نرخ داخلی بازگشت سرمایه طی بیست سال نخست بهره وری درحالت سناریو دست پایین ۳۲ ٪ ودرحالت سناریوی دست بالا ٪ ۱ ۰،۰ – می‌باشد.

-اگر حداقل قابل قبول نرخ بازگشت سرمایه صفر درصد انتخاب شود، یعنی ثابت ماندن ارزش دارایی‌های طرح در انتهای بیست سال نخست بهره برداری، تعرفه خدمات مسافری در حالت سناریو دست بالا ۱٤۰ تومان و در حالت سناریو دست پایین ۱۰٦ تومان به ازای هر نفر کیلومتر خواهد بود و قیمت بلیط تهران به تبریز به ترتیب۸۷٦٤۰ و٦٦۳٥٦ تومان خواهد شد. اگر حداقل قابل قبول نرخ بازگشت سرمایه ۵٪ انتخاب شود، تعرفه خدمات مسافری بین ۲۵۱ و ۱۷٦ تومان به ازای هر نفر کیلومتر خواهد بود و قیمت بلیط تهران-تبریز بین ۱۵۷۱۲٦ و ۱۱۰۱۷٦ تومان خواهد شد.

-در صورت دو برابر شدن و یا نصف شدن هزینه‌های تملیک اراضی ایستگاه، تغییر محسوسی در نرخ بازگشت سرمایه ایجاد نمی‌شود.

-در صورت قرار گرفتن ایستگاه در مکانی که قیمت اراضی آن ده برابر مکانی که در حال حاضر پیش بینی شده است باشد (۲ میلیون ریال برای هر متر مربع) در حالت سناریو دست پایین نرخ بازگشت سرمایه از ۱- ٪ به ۰,٦٦- ٪ ترقی میکند و در حالت سناریو دست بالا نرخ بازگشت سرمایه افزایش کمی پیدا می‌کند.

-کاهش هزینه‌های نهایی خارج از حمل و نقل در سال نخست بهره‌برداری به‌واسطه راه‌اندازی راه‌آهن سریع السیر تهران-تبریز بالغ بر ٤۵ میلیارد ریال می‌شود که تقریباً ۵۰ درصد هزینه‌های بهره‌برداری در سال نخست می‌باشد.

-افزایش درآمد ارزی کشور به‌واسطه راه اندازی راه آهن سریع السیر تهران- تبریز در سال نخست بهره بردار بین ۱٤۰۰ میلیارد ریال (نرخ برابری ارز ۸۰۰۰ ریال به ازاء هر دلار) است.

این افزایش درآمد ارزی کشور در سال نخست بهره برداری، حدود ١٤ الی ۲۵ درصد هزینه‌های احداث طرح است.

٦-مراجع

-بیات، رامین، زاهدی، محسن و طاهرخانی، حسن (١٣٩٦). مقایسه فنی سیستم حمل و نقل سریع السیر مغناطیسی و ریلی در هزاره سوم، *شانزدهمین همایش بین‌المللی حمل و نقل ریلی*، تهران.

- جعفرپور، امیر (۱۳۹۰). اهداف و عملکرد حمل و نقل ریلی در برنامه چهارم و پنجم توسعه. میزگرد تخصصی بررسی عملکرد حمل و نقل ریلی در گروه پژوهشی امور زیربنایی، *مرکز تشخیص استراتژیک مجمع تشخیص مصلحت نظام*.

- خلیلی، مرتضی و اسدی، شتیلا (۱۳۹۳). شناخت ساز و کار قطارهای سریع السیر و ارائه راهکارهایی برای ایجاد یک سیستم موفق در ایران با مروری بر تاریخچه آن در جهان، *اولین همایش ملی راه آهن سریع السیر در ایران*، تهران، اردیبهشت.

- دفتر آمار و خدمات ماشینی راه آهن ایران. آمار فعالیتهای راه‌آهن ایران در سالهای ۱۳۸۸ تا ١٣٩٦.

- رحمانی، زین العابدین و حمیدی، محسن (۱۳۹۳). تدوین استراتژی بکارگیری قطارهای سریع السیر ریلی در جمهوری اسلامی ایران، *پژوهشنامه حمل و نقل*، سال یازدهم، شماره سوم، ٤٨١-٤٩٧.

- علیمرادی، زهرا، اشراق‌نیای جهرمی، عبدالحمید، نعیمی، میثم و کوچنانی، ماهان (۱۳۹۳). ارائه مدلی برای افزایش تدریجی سرعت سیر در راه آهن مبتنی بر طراحی سناریو، مطالعه موردی مسیر تهران- میانه. *مهندسی حمل و نقل*، سال هفتم، شماره سوم، e11514.

- مرکز آمار و اطلاع رسانی سازمان هواپیمایی کشور، آمار حمل و نقل هوایی بار و مسافر در مسیر تهـران ـ زنجان در سالهای ۱۳۸۸ تا ١٣٩٤.

- مهدوی سیوکی، مرتضی و ملاوردی، ناصر (۱۳۹۲). تجزیه و تحلیل تاثیرات اقتصادی پروژه‌های قطار سریع السیر، *سومین کنفرانس بین‌المللی پیشرفتهای اخیر در مهندسی راه‌آهن*، تهران.

-هاشمی‌نژاد، آراز و ودادی، پرینوس (۱۳۹۳). بررسی و ارزیابی معیارهای طراحی و ضوابط هندسی خطوط بدون بالاست برای استفاده در راه آهن سریع السیر، *اولین همایش ملی راه آهن سریع السیر در ایران*، تهران.

-Amouzadeh Omrani,M , Hadizadeh,E and Hajimirzajan,A . (2024). Investigating the causes and factors of railway accidents caused by the escape of a train carrying dangerous goods and its role in the Khayyam station accident. *Road,* 32(118), 75-90. **doi: 10.22034/road.2023.359722.2082**

-Amouzadeh Omrani,M , Hadizadeh,E and Taherian,M . (2023). Investigation of Parameters Affecting the Increase of Railway Capacity (Case Study: Mashhad-Tehran and Doroud-Andimeshk Lines). *Road,* 31(114), 71-80.
doi: 10.22034/road.2022.337304.2038

-Bonnafous, A. (1987). The regional impact of the TGV. *Transport Review.*

-De Rus, G. (2009). Interurban passenger transport: economic assessment of major infrastructure projects. 18th Symposium on Transport Economics and Policy. *Joint OECD ITF Transport.*

-Haddad Nazih (2003). High speed rail in California, challenges and opportunities.

-Levinson, D., J.M. Mathieu, D. Gillen and A. Kanafani (1997). The full cost of highspeed rail: an engineering approach. T*he Annals of Regional Science, 31:* 189- 215.

-Meunier, J. (2002). On the Fast Track: French Railway Modernization and the Origins of the TGV. *Westport.*

-Okada, H. (1994). Features and economic and social effects of the Shinkansen. T*okyo: Japan Railway and Transport Review.*

-Shao, S., Tian, Z., Yang, L., (2017). High speed rail and urban service industry agglomeration: evidence from China's Yangtze River Delta region. *J. Transport Geogr.* 64, 174–183.

-Vickerman, R. (1999). Accessibility and Economic Development in Europe. *Regional Studies.*

The Economic Analysis of Using Intercity High-Speed Trains (Case Study: Tehran-Tabriz Route)

Mohsen Amouzadeh Omrani, *Associate Professor, Department of Civil Engineering, Sava.C., Islamic Azad University, Savadkooh, Iran.*

Rezvan Babagoli, Assistant Professor, Department of Civil Engineering, University of Science and Technology of Mazandaran, Behshahr, Mazandaran, Iran.

E-mail: Mo.Omrani@iau.ac.ir

Received: February 2026- Accepted: May 2026

ABSTRACT

Despite the fact that the Karaj–Qazvin freeway experiences one of the most severe traffic congestions and the highest accident-related fatalities, there has been no effective plan to develop high-speed railways along the Northwest Railway route. Such development could reduce road fatalities and shift traffic from roads to rail. This study utilizes data from 2013 to 2017. The variables analyzed include passenger transport statistics for the targeted corridor, demand forecasting for passenger travel on this route to estimate project implementation costs, assessment of service tariffs, revenue estimation, calculation of the internal rate of return (IRR) with sensitivity analysis, and social cost estimation. The results indicate that the internal rate of return over the first twenty years of operation is approximately 0.32% under the lower-bound scenario and around -0.01% under the upper-bound scenario. Doubling or halving land acquisition costs for station properties does not significantly alter the IRR. Moreover, reducing non-transportation overhead costs in the first year of operation—specifically through the launch of the Tehran–Tabriz high-speed railway—is estimated at around 45 billion Rials, constituting nearly 50% of the initial year's operating costs. Iran’s rail industry, in terms of optimal productivity, appropriate technology, and human welfare, remains underdeveloped compared to other industrial sectors of the country. There is an urgent need for fundamental reassessment of railway development strategies, with an emphasis on adopting modern, context-appropriate technologies. Achieving this is only possible through the utilization of the latest global technological advancements. From a perspective of balanced national development, the exploitation of high-speed trains is considered a national imperative.

Keywords: High-Speed Train, Fuel Consumption, Internal Rate of Return, Tariff, Tehran-Tabriz Railway