Journal of Development and Capital
Shahid Bahonar University of Kerman
Iranian Electronic Commerce Association
Print ISSN: 2008-2428 Online ISSN: 2645-3606

# Future Research for Financing of the Railway Transportation Infrastructure Project (Golgohar Mine)

*Mahla Afsharpour*[*]

## Abstract

**Objective**: Sirjan city has increased the economic importance of Kerman province. Sirjan is the main transit point for goods to eastern Iran, as well as Europe and the Persian Gulf and the return route of all commercial goods is from Shahid Rajaei port of Hormozgan to Central Asian countries, Caucasus and Russia. This city has a significant role and position as a special economic hub based on the advantages of docking, in the economic structure of Kerman province and in the future, the importance of this economic position will increase. Also, Golgohar mining region with iron ore rich mines as one of the most important active mining and industrial hubs in the Middle East, has many potentials to become a large and competitive region in Iran and even in the world. Golgohar Mining and Industrial Company, as one of the main players in the region, with a production capacity of 8.5 million tons of concentrate and 5 million tons of pellets, has highlighted its role in the country's steel industry and as a special economic hub based on the advantages of docking, it has a significant role and position in the economic structure of Kerman province. also in the future, the importance of this economic position will increase. Whereas the role of transport in economic development and the creation of incentives to increase investment in this regard is undeniable; The process of selecting different transportation systems and combining them with each other is an important matter in planning the optimal development of Kerman province, because in the absence of the necessary information, transportation decisions regarding the existing demand are made based on experience.

**Methods:** In this study, demand function of carrying minerals in the rail transportation system of Golgohar mine estimated with econometrics technique and panel data model during the period 2011-2017. And while introducing the factors affecting the demand for mineral transportation by rail, using the neural network, the future trend of demand for rail transportation of minerals has been predicted.

**Findings**: The results indicate, value added of the mining sector, tonnage cargo of cargo road transported , cost of freight by train and cargo revenue are the most important variables and they have significant impact and effective on the demand for rail transportation of Golgohar minerals. The inelasticity of the demand for rail transportation of minerals in relation to freight costs by train was also confirmed in this study. Variables not only affect demand for rail transportation, but also a significant impact on the income of producers, industrialists,

Journal of Development and Capital, Vol. 6, No.1, Ser. 10, 81-102.
[*] **Corresponding Author**, Ph.D Student of Economic, Sahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. (**Email:** afshar@aem.uk.ac.ir).
**Submitted:** 15 June 2021 **Accepted:** 5 September 2021
**Publisher:** Faculty of Management & Economics, Shahid Bahonar University of Kerman.
**DOI:** 10.22103/jdc.2021.17744.1138 ©The Authors.

**Abstract**

railroad and eventually to consumer prices. Because minerals as a factor in generating transportation costs has a high share in the cost price.

**Conclusion:** Care should be taken to determine the choice of shipping method according to the time. Therefore, due to the lack of rail facilities and side lines in all areas of demand, at present, only the proposed solutions can be satisfied in the short term.

**Keywords***: Demand, Transportation, Golgohar Mine.*
**JEL Classification:** E61, O16, R41.

**Paper Type:** *Research Paper.*

**Citition:** Afsharpour, M. (2021). Future research for financing of the railway transportation infrastructure project (Golgohar mine). *Journal of Development and Capital*, 6(1), 81-102 [In Persian].

مجله توسعه و سرمایه
شاپا چاپی: ۲۴۲۸-۲۰۰۸ شاپا الکترونیکی: ۲۶۴۵-۳۶۰۶

# آینده‌پژوهی تأمین مالی طرح زیرساختی حمل و نقل ریلی (معدن گل گهر)

مهلا افشارپور*

## چکیده

**هدف: شهرستان سیرجان از نظر اقتصادی اهمیت استان کرمان را افزایش داده است. سیرجان گذرگاه اصلی انتقال کالا به کشورهای خاور ایران و همچنین اروپا و خلیج فارس بوده و مسیر رفت و برگشت کلیه کالاهای تجاری از بندر شهید رجایی هرمزگان به کشورهای آسیای میانه، قفقاز و روسیه است. این شهرستان به عنوان یک قطب اقتصادی ویژه بر بستر مزیت‌های بارانداز، در ساختار اقتصادی استان کرمان نقش و موقعیت قابل توجهی را احراز کرده است و در آینده نیز بر اهمیت این جایگاه اقتصادی افزوده خواهد شد. همچنین، منطقه معدنی گل‌گهر با داشتن معادن غنی از سنگ آهن به عنوان یکی از مطرح‌ترین قطب‌های فعال معدنی و صنعتی در خاورمیانه، دارای قابلیت‌های بسیاری برای تبدیل شدن به یک منطقه بزرگ و رقابتی در سطح ایران و حتی جهان است. شرکت معدنی و صنعتی گل‌گهر به عنوان یکی از بازیگران اصلی منطقه با داشتن ظرفیت تولید ۸/۵ میلیون تن کنسانتره و ۵ میلیون تن گندله نقش خود را در صنعت فولاد کشور پررنگ ساخته و به عنوان یک قطب اقتصادی ویژه بر بستر مزیت‌های بارانداز، در ساختار اقتصادی استان کرمان نقش و موقعیت قابل توجهی را احراز کرده و در آینده نیز بر اهمیت این جایگاه اقتصادی افزوده خواهد شد. از آنجا که نقش حمل و نقل در توسعه اقتصادی و ایجاد مشوق‌ها جهت افزایش سرمایه‌گذاری در این راستا غیرقابل انکار است؛ پروسه انتخاب سیستم‌های مختلف حمل و نقل و تلفیق آن‌ها با یکدیگر امری مهم در برنامه‌ریزی توسعه مطلوب استان کرمان است زیرا در شرایط فقدان اطلاعات لازم تصمیمات حمل‌ونقل در خصوص تقاضای موجود براساس تجربیات صورت می‌گیرد.**

**روش: در این مطالعه با کمک تکنیک‌های اقتصادسنجی و مدل داده‌های تابلویی؛ تابع تقاضای حمل مواد معدنی در سیستم حمل و نقل ریلی معدن گل‌گهر طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۹۶ برآورد شده است و ضمن معرفی عوامل مؤثر بر تقاضای حمل‌ونقل ریلی مواد معدنی، با استفاده از شبکه‌عصبی به پیش‌بینی روند آتی تقاضای حمل ونقل ریلی مواد معدنی پرداخته شده است.**

**یافته‌ها: نتایج بیانگر این است که متغیرهای ارزش افزوده بخش معدن، تناژ بار حمل شده جاده‌ای، هزینه حمل بار توسط قطار، درآمد ناشی از حمل بار، مهم‌ترین متغیرهای معنادار و تأثیرگذار بر تقاضای حمل و نقل ریلی مواد معدنی گل‌گهر است. بی‌کشش بودن تقاضای حمل‌ونقل ریلی مواد معدنی نسبت به هزینه‌های حمل بار توسط قطار که در سایر مطالعات اثبات شده بود؛ در این**

مجله توسعه و سرمایه، دورهٔ ششم، شمارهٔ ۱، پیاپی ۱۰، صص. ۱۰۲-۸۱

* **نویسندهٔ مسئول**، دانشجوی دکتری گروه اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. (**رایانامه:** afshar@aem.uk.ac.ir).

**تاریخ دریافت:** ۱۴۰۰/۳/۲۵ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۰/۶/۱۴

**ناشر:** دانشکدهٔ مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

**DOI:** 10.22103/jdc.2021.17744.1138

©The Authors.

**مطالعه نیز تأیید گردید. متغیرهای مورد بررسی نه تنها تقاضای حمل‌ونقل ریلی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، بلکه تأثیر بسزایی در درآمد تولیدکنندگان، صنعت‌گران، راه‌آهن و در نهایت قیمت مصرف دارند. زیرا موادمعدنی به عنوان عامل تولید، هزینه‌های حمل سهم بالایی در قیمت تمام شده دارد.**

**نتیجه‌گیری: جهت تشخیص انتخاب روش حمل با توجه به زمان بایستی با احتیاط عمل شود. از این‌رو به دلیل عدم وجود امکانات ریلی و خطوط فرعی در تمامی نواحی مورد تقاضا، در حال حاضر صرفاً می‌توان به راهکارهای پیشنهادی در کوتاه مدت بسنده نمود.**

**واژه‌های کلیدی:** *تقاضا، حمل ونقل، معدن گل‌گهر.*

**طبقه‌بندی JEL:** E61, O16, R41.

**نوع مقاله:** *پژوهشی.*

**استناد: افشارپور، مهلا. (۱۴۰۰). آینده‌پژوهی تأمین مالی طرح زیرساختی حمل و نقل ریلی (معدن گل گهر). *مجله توسعه و سرمایه*، ۶(۱)، ۱۰۲-۸۱.**

**مقدمه**

شهرستان سیرجان از نظر اقتصادی اهمیت استان کرمان را افزایش داده است. این شهرستان صرف‌نظر از تأثیراتی که در توسعه اقتصادی کل استان کرمان داشته، از دیدگاه توسعه حمل و نقل نیز اهمیت زیادی دارد. سیرجان گذرگاه اصلی انتقال کالا به کشورهای خاور ایران و همچنین اروپا و خلیج فارس بوده و مسیر رفت و برگشت کلیه کالاهای تجاری از بندر شهید رجایی هرمزگان به کشورهای آسیای میانه، قفقاز و روسیه است. در واقع این شهر محل اتصال کلیه محورهای ترانزیتی و حمل و نقل کالا از جنوب به شمال، خاور و باختر ایران و سایر کشورهای شمالی، خاوری، باختری اروپا و خلیج فارس است. راه ترانزیت اصلی زمینی (جاده‌ای و ریلی) از طریق بندر شهید رجایی به استان‌های بزرگ و صنعتی کشور (کرمان، فارس، یزد و اصفهان)، از مسیر این شهرستان و منطقه ویژه اقتصادی عبور می‌کند. این شهرستان به عنوان یک قطب اقتصادی ویژه بر بستر مزیت‌های باراندازی، در ساختار اقتصادی استان کرمان نقش و موقعیت قابل توجهی را احراز کرده‌است و در آینده نیز بر اهمیت این جایگاه اقتصادی افزوده خواهد شد.

آمار و اطلاعات بیانگر اینست که به ترتیب ۳۷ درصد و ۱۸ درصد از ارزش افزوده حمل و نقل زمینی کشور و استان کرمان به بخش ریلی اختصاص دارد. به طوری‌که از سال ۱۳۸۷ همواره ارزش افزوده بخش حمل ونقل روبه رشد بوده است؛ اما سهم ناچیزی از آن توسط بخش ریلی بارگیری شده است و بخش جاده‌ای متناسب با افزایش بارگیری از سهم بیشتری بهره‌مند بوده است. از آنجا که نقش حمل و نقل در توسعه اقتصادی و ایجاد مشوق‌ها جهت افزایش سرمایه‌گذاری در این راستا غیرقابل انکار است؛ پروسه انتخاب سیستم‌های مختلف حمل و نقل و تلفیق آن‌ها با یکدیگر امری مهم در برنامه‌ریزی توسعه مطلوب استان کرمان است. از این‌رو، در نوشتار حاضر تلاش شده است که مباحث مربوط به تقاضای حمل و نقل مورد بررسی قرار گیرد و به دنبال برآورد تابع تقاضای حمل و نقل مواد معدنی در سیستم حمل‌ونقل ریلی، به تعیین اهمیت مسیرهای مورد مطالعه پرداخته شود؛ تا بتوان به کمک اطاعات بدست آمده پیش‌بینی دقیقی جهت تحلیل و پاسخ به سیاست‌ها در راستای اهداف توسعه پایدار داده شود. با توجه به اینکه بررسی

همه موراد مجال گسترده‌ای را می‌طلبد سعی خواهد شد روی نکاتی تمرکز شود کـه ضـمن روشـن نمـودن ابعـاد مسـئله، تحلیلی از وضعیت حمل و نقل ریلی منطقه مورد بررسی ارائـه دهـد. از ایـن‌رو، پـس از ارائـه مقدمـه در بخـش دوم ابتـدا مروری اجمالی بر مطالعات سابق خواهد شد، سپس به بررسی مبانی نظری پرداخته و در چارچوب یک الگـوی تئوریـک به برآورد تابع تقاضای حمل و نقل ریلی مواد معدنی گل‌گهر و پیش‌بینی آن تا افـق ۱۴۰۴پرداختـه مـی‌شـود. و در بخـش سوم، با توجه به نتایج حاصل از بررسی به عمل آمده، به بحث پرداخته و در نهایت در بخش چهارم پیشنهاداتی برای رفع مشکلات در برنامه‌ریزی و سیاست‌های توسعه کشور ارائه می‌گردد.

## سابقه و مبانی نظری تحقیق

### مروری بر مطالعات انجام شده

با دقت در مطالعات انجام شده پیرامون بحث تقاضای حمل و نقل ریلی و مرور آن‌ها، متوجـه مـی‌شـویم کـه در دهـهٔ گذشته مطالعاتی پیرامون این بحث در داخل و خارج از کشور انجام شده است. بررسی مطالعات انجام شده در این زمینـه می‌تواند به نقش و تأثیر متغیرها در ارتباط با یکدیگر و تقاضای حمل و نقل ریلی کمـک نمایـد؛ بنـابراین در ایـن بخـش مروری بر اهم مطالعات انجام شده خواهد شد.

کرافت[۱] (۱۹۶۰) اثر کرایه، زمان سفر، جمعیت و درآمد را برای سیستم‌های حمل و نقل ریلی، اتومبیـل و اتوبـوس بـه صورت جداگانه مورد بررسی قرار داده است. فیشر[۲] (۱۹۷۵) علاوه بر متغیرهای مورد نظر کرافت به بررسـی اثـر مالکیـت نیز پرداخته است. گروئن[۳] در سال ۱۹۸۰ تابع تقاضای مترو واشنگتن را برآورد نموده است. وی درآمد سرانه را علاوه بـر کرایه و زمان سفر به مدل خود اضافه نموده است. رامامهان و این سری رامان[۴] در دوره ۱۹۸۴-۱۹۸۳ با به کارگیری یـک الگوی رگرسیون خطی تابع تقاضای مسافری هندوستان را با استفاده از دو متغیر ارزش افزوده بخـش کشـاورزی و ارزش افزوده بخش صنعت برآورد کرده‌اند. همچنین جانکینز[۵] و همکاران (۱۹۸۱) با روش ARIMA به تحلیل حمـل ونقـل راه-آهن و هواپیما میان لندن و اسکاتلند پرداخته‌اند. فیتزوری و اسمیت[۶] (۱۹۹۸)، با استفاده از آمـار سـری زمـانی ۱۴ کشـور اروپایی به برآورد تابع تقاضای حمل و نقل ریلی اقدام نموده‌اند. متغیرهای مـورد بررسـی در ایـن مطالعـه شـامل: GDP - سرانه، قیمت حمل و نقل ریلی، تکرار (نسبت کیلومتر- قطار به طول مسیر)، چگـالی مسـیر (نسـبت کیلـومتر راه آهـن بـه کیلومتر مربع مسـاحت کشـور) قیمـت نفـت بـوده اسـت (افشـارپور، ۱۳۹۲). در سـال ۱۳۶۹ گـروه مهندسـین نظـم‌آوران مطالعاتی را در مورد تقاضای سفر و بار توسط راه آهن انجام داده‌اند. در این مطالعه، تقاضای حمل و نقل مسافر تـابعی از تولید ناخالص داخلی واقعی و یک متغیر مجازی در نظر گرفته شده است. همچنین، تابع تقاضای باری نیـز بـرای بارهـای کشاورزی و صنعتی تابع ارزش افزوده بخش مربوطه و برای بارهای غذایی تـابع هزینـه مصـرف خصوصـی در نظرگرفتـه شده و برای هر سه تابع متغیر مجازی تعریف شده است (مهندسـین نظـم آوران، ۱۳۶۹). اسـکونژاد (۱۳۷۰) بـا اسـتفاده از آمار ۱۳۷۰-۱۳۵۰ و روش حداقل مربعات معمولی، تنها با بهره‌گیری از یک متغیر روند زمانی سـعی در پـیش‌بینـی بـار و مسافر برای کل کشور کرده است. سپس با پردازش آمار اقدام به برآورد بار بر روی مسیر تهران- تبریز و بالعکس کـرده است (اسکونژاد، ۱۳۷۰). عیدانی، در برآورد تقاضای سفر توسط راه آهن عوامل مؤثر را تولید ناخالص داخلی و جمعیت در نظر گرفته و در طول سال‌های ۱۳۶۹ -۱۳۵۰کشش‌های تقاضای سفر را به صورت تـابعی از دو متغیـر ارزش افـزوده و

متغیر مجازی برآورده کرده است. وی همچنین در تخمین تقاضای حمل بار توسط راه آهن عوامل مؤثر بر تقاضای حمل و نقل را تولید ناخالص داخلی و روند زمانی در نظر گرفته است (عیدانی، ۱۳۷۱). در سال ۱۳۸۱ مهدیزاده با استفاده از داده‌های سری زمانی برای دوره ۱۳۷۹-۱۳۶۰ با روش معادلات همزمان به برآورد تابع تقاضای حمل و نقل ریلی پرداخته است. متغیرهای مورد بررسی در این مطالعه شامل: حجم کالای حمل شده، تولید ناخالص داخلی، درآمد متوسط راه آهن به ازای هر تن حمل بار، تعداد وسایل نقلیه بازرگانی ثبت شده در هر سال و سهم صادرات در تولید ناخالص داخلی است. نتایج بدست آمده نشان داد، به جز متغیر تولید ناخالص داخلی متغیرهای توضیحی دیگر کشش بسیار کم دارند و این نشان دهنده تأثیرگذاری کم آنها بر روی تقاضای حمل بار است و از طرفی به معنی، معنادار بودن اثر تولید ناخالص داخلی و درآمد متوسط راه آهن به ازاء هر تن حمل بار و سهم صادرات بر روی تقاضای حمل بار شرکت راه آهن است. همچنین، نتایج حاکی از این است که به دلیل اینکه بارهایی که راه آهن حمل کند منحصراً توسط شرکت راه آهن حمل می‌شوند و انحصاری هستند، کشش قیمتی نرخ حمل آن‌ها تقریباً از سطح پایینی برخوردار است یعنی تقریباً بی کشش است. بنابراین با تغییرات نرخ حمل بار، میزان حمل بار تفاوت چندانی نکرده و در نتیجه متوسط سیر بار نیز تغییر نخواهد کرد (مهدیزاده، ۱۳۸۱). گسکری و همکاران، در پژوهشی تابع تقاضای حمل و نقل ریلی در دو بخش مسافری و باری را با استفاده از روش ARDL برآورد کرده‌اند. مطالعه آن‌ها تقاضای حمل و نقل ریلی مسافری را تابعی از قیمت بلیط اتوبوس، طول خطوط، رشد تولید ناخالص داخلی و درآمد کیلومتر به قیمت ثابت و تقاضای حمل بار را تابعی از رشد تولید ناخالص داخلی، طول خطوط، قیمت حمل بار توسط کامیون و درآمد تن کیلومتر به قیمت ثابت در نظر گرفته است. نتایج مطالعات آن‌ها نشان می‌دهد که در هر دو تابع نرخ رشد ناخالص داخلی تأثیرگذارترین متغیر بوده است (گسکری و همکاران، ۱۳۸۳). بازدار اردبیل و پژمان‌راد در سال ۱۳۸۷، الگوی تقاضای سفر ریلی را برای خانوارهای شهری و روستایی طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۶۱ با استفاده از روش الگوی سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل برآورد نموده‌اند. نتایج بدست آمده حاکی از بی کشش بودن تقاضای ریلی نسبت به قیمت و ضروری بودن آن برای خانوارهای شهری و روستایی است (بازدار اردبیل و پژمان‌راد، ۱۳۸۷). رحیمی و ولی‌زاده، در مطالعه خود نشان دادند که تقاضای حمل مواد معدنی در شبکه ریلی متأثر از تعداد واگن، کرایه حمل هر تن و تولیدات مواد معدنی است و بیشترین تأثیر را تعداد واگن‌ها خواهد داشت (رحیمی و ولی‌زاده، ۱۳۸۷). در سال ۱۳۸۷ رحیمی و طلایی تقاضای مسافر ریلی ایران را برای دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۳۶۶ برآورد نموده‌اند. بدین منظور؛ تعداد مسافر جابجا شده را تابعی از تولید ناخالص داخلی، تعرفه حمل مسافر به ازای هر نفر-کیلومتر، جمعیت فعال و شاخص مالکیت در نظر گرفته‌اند. نتایج نشان داد که جمعیت فعال بیشترین تأثیر را بر تقاضای مسافر ریلی دارد (رحیمی و طلایی، ۱۳۸۷). پورمعلم و شریفی در سال ۱۳۸۸، تقاضای سفر ریلی شهر لندن را با استفاده از روش دینامیک برآورد کرده‌اند. براساس نتایج بدست آمده از مطالعه آن‌ها، بین متغیرهای در نظر گرفته شده در تقاضای سفر ریلی (جاذبیت مرکز تجاری شهر، هزینه سفر و ارزش افزوده ناخالص) جاذبیت مرکز تجاری شهر بیشترین تأثیر را داشته است (پورمعلم و شریفی، ۱۳۸۸). کوتو و مایا[۷]، در مطالعه‌ای به بررسی تابع تقاضی حمل و نقل ریلی ۲۷ کشور فعال در کشورهای اروپائی برای سال‌های ۱۹۹۹-۱۹۹۰ پرداخته‌اند. بدین منظور، تقاضا حمل و نقل را تابعی از درآمد، قیمت سوخت، قیمت سوخت جانشین، عوامل اجتماعی، عوامل جغرافیایی و

محیطی و زمانی در نظر گرفته‌اند. نتایج حاکی از کم کشش بودن تقاضای حمل و نقل ریلی نسبت به قیمت سوخت و پر کشش بودن نسبت به قیمت سوخت جانشین است. همچنین نتایج نشان داد تقاضای حمل و نقل ریلی نسبت به درآمد با کشش است (کوتو و مایا، ۲۰۰۹). بورگ[۸] و همکاران، مدلی را برای پیش‌بینی تقاضای حمل و نقل ریلی بریتانیا ارائه نمودند. این مدل با استفاده از اطلاعات وزارت حمل و نقل بریتانیا و نظرسنجی با بیش از ۳۰۰۰۰ مسافر سفر راه دور(که مسافت بیش از ۵۰ مایل را از طریق هوایی، جاده‌ای و ریلی انجام دادند) و متغیرهای دخالت دولت از جمله تقاضا برای سرعت بالا پایه‌گذاری شد. نتایج مطالعه ایشان نشان می‌دهد مجموعه متغیرهای مورد نظر(خدمات، ازدحام و سرعت) تأثیر معنادار بر تقاضای سفر ریلی دارد و انتخاب حالت سفر راه دور تحت طیف گسترده‌ای از حالات قرار می‌گیرد و سرویس راه آهن به عنوان یک سرویس جذاب برای سایر راه‌های سفر پیشنهاد می‌شود (بورگ و همکاران، ۲۰۱۲). گروه مهندسان شرکت ملی صنایع پتروشیمی[۹] در سال ۲۰۱۲، به بررسی تابع تقاضای حمل و نقل ریلی آمریکا طی سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۸۹پرداختند (گروه مهندسان شرکت ملی صنایع پتروشیمی، ۲۰۱۲). در این مدل که براساس داده‌های تکنولوژی، تعداد لکوموتیو، هزینه سرمایه، تولید و متغیر تناژ بار حمل شده با یک وقفه بررسی شده است؛ تقاضای حمل ونقل را برای ۲۰۵۰-۲۰۰۹ پیش‌بینی شده است. دلساوت[۱۰]، در مطالعه‌ای شدت مصرف انرژی بخش حمل و نقل جاده‌ای و ریلی را برآورد و مقایسه کرده است. برای این منظورمقدار قیمت سوخت، تولید ناخالص داخلی، طول مسیر، فاصله از ترافیک و مسافر جابجا شده را برای سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۹۰ در نظر گرفته است. نتایج مطالعه وی نشان می‌دهد که تخمین کمی کشش تقاضا اجازه می‌دهد تا از سیاست‌های حمل و نقل ملی در زمینه مالیات بر مصرف سوخت و تغییر مکان استفاده گردد (دلساوت، ۲۰۱۳). علاوه بر این، محقق معتقد است نتایج بدست آمده نسبت به پیش‌بینی‌های ترافیکی دقیق‌تر می‌توانند به ترویج توسعه پایدار منطقه کمک نمایند. سواجانیا[۱۱] و همکاران، برای پیش‌بینی تقاضای مسافر در شبکه ریلی کشور هند، از مدل چهار مرحله‌ای با متغیرهای سفر، توزیع سفر و انتساب سفر، برای سال‌های ۲۰۲۱-۲۰۱۴ بهره بردند (سواجانیا، ۲۰۱۴). دهشیری و همکاران در پژوهشی به مدل‌سازی پیش‌بینی عرضه و تقاضا در حمل و نقل با استفاده از پارامترهای هوش مصنوعی پرداخته‌اند. در این پژوهش جهت پیش‌بینی وضعیت حمل و نقل در طی ۱۰ سال از دو روش که یکی کمک گرفتن از افراد خبره مربوط به ۲۰ منطقه از شهر تهران و دیگری استفاده از داده‌های موجود در طی ۱۰ سال است بهره برده شده و سعی در مدل‌سازی وضعیت حمل و نقل در سال‌های متمادی شده است. با توجه به نتایج خطا، روشی که در آن اطلاعات از افراد خبره گرفته می‌شود خطای بیشتری دارد، زیرا فرد خبره براساس تجربه اعداد را اعلام کرده و اطلاعات مورد آزمایش و ارزیابی قرار نگرفته است (دهشیری و همکاران، ۱۳۹۳). افندی‌زاده و همکاران، در مطالعه‌ای به بررسی تقاضای سفر با روش شبکه عصبی و رگرسیون برای سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱ پرداخته‌اند. متدلوژی تحقیق آن‌ها روش کریسپ[۱۲] است که جهت پیش‌بینی استفاده شده است. براساس روش منتخب در پژوهش، در گام اول پارامترهای مؤثر بر تقاضای سفر شناسایی گردیده و متغیرهای مستقل مطالعه تعیین شده‌اند. متغیرهای مستقل این تحقیق عبارتند از: جمعیت، جمعیت شاغل، درآمد خانوار ونتایج حاکی از عملکرد بهتر مدل شبکه عصبی نسبت به روش رگرسیون است (افندی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳).

ولی‌زاده و همکاران، در مطالعه خود به ارزیابی تقاضای مشتق شده حمل و نقل در برنامه‌ریزی حمل و نقل مدرن، با توجه به پنج عنصر مهم تقاضا شامل: مقیاس عملکردی، سیستم‌های توزیع در حال تحول، رابطه عرضه و تقاضا، ادغام کاربردی و زمان حمل و نقل پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد تقاضای حمل و نق مشتق شده دلالت بر مقیاس جغرافیایی جدید دارد که دارای پیامدهایی در برنامه‌ریزی حمل و نقل و مدل‌های پیش‌بینی است و برای بررسی و برنامه‌ریزی دقیق لازم است که زیرساخت‌های حمل و نقل مورد بررسی قرار گیرد. و از آنجا که تقاضای حمل و نقل، تقاضای مشتق شده است؛ مراکز توزیعی و افزایش ارزش زمان در حمل و نقل تأثیر بسزایی برجای می‌گذارند که در نهایت هر کدام از این عوامل منجر به افزایش مقیاس اقتصاد و گسترش بازارها و دسترسی به نیروی کار و در نهایت توسعه اقتصادی منطقه می‌گردد (ولی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۳).

بازدار اردبیلی و همکاران در پژوهشی با به کارگیری تکنیک‌های اقتصادسنجی پنل دیتا به بررسی ترانزیت در بخش حمل و نقل ریلی کشور با استفاده از مدل جاذبه پرداخته‌اند. در این مدل از پنج متغیر: میزان کالای ترانزیت شده، نرخ تعرفه، زمان حمل کالا، تولید ناخالص داخلی و فاصله جغرافیایی و شوک‌های متغیرهای مذکور استفاده شده است. نتایج نشان داده است که متغیر نرخ تعرفه و زمان حمل میزان تقاضای ترانزیت در بخش حمل و نقل ریلی را کاهش می دهد. افزون براین، رابطه مستقیمی بین تولید ناخالص داخلی و تقاضای ترانزیت کالا وجود دارد و رابطه بین فاصله جغرافیایی و تقاضای ترانزیت کالا منفی است (بازاردار اردبیلی و همکاران، ۱۳۹۷). فتحی و ملکی در پژوهشی با استفاده از دو روش آینده‌پژوهی تحلیل ساختاری و سناریو نگاری ابتدا به شناسایی عوامل کلیدی موثر بر سرمایه‌گذاری و تامین مالی پرداخته و سپس سناریوهای آتی پیش روی سرمایه‌گذاری و تامین مالی در صنعت حمل و نقل ریلی (بخش ماشین الات و تجهیزات) را بررسی نموده‌اند. نتایج نشان داده است که سه عامل کلیدی موثر تحریم‌های اقتصادی، تورم و سیاست-های پولی و مالی هستندکه به عنوان عوامل پایه‌های اصلی در تدوین سناریو مورد استفاده قرار گرفته‌اند (فتحی و ملکی، ۱۳۹۷). کاظمی در تحقیقی به پیش‌بینی تقاضای مصرف انرژی بخش حمل و نقل ریلی ایران در شرایط عدم قطعیت با تلفیق شبکه عصبی و فرآیند تحلیل سلسه مراتبی پرداخته است. برای پیش‌بینی مقدار انرژی در سال افق چشم انداز ۱۴۰۴ از روش‌های شبکه عصبی جداگانه و تلفیق شبکه عصبی و سلسه مراتبی استفاده شده است. نتایج مقایسه خروجی این دو روش با روش سری زمانی بیانگر دقت ۷درصد روش ترکیبی نسبت به روش جداگانه است و خطا به میزان ۹۷ درصد کاهش یافته است (کاظمی، ۱۳۹۷). واعظی و ورما[۱۳] در سال ۲۰۱۸، وضعیت حمل و نقل ریلی نفت خام در کانادا را از طریق پیش‌بینی بلندمدت و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی بررسی کرده‌اند. آنها با استفاده از یک روش داده محور به تجزیه و تحلیل برای تخمین میزان نفت خام در اتصالات ریلی مختلف در کانادا تا سال ۲۰۳۰ پرداخته‌اند. تجزیه و تحلیل‌های حاصل نشان می‌دهد که، محموله‌های ریلی نفت خام در طی دهه مورد بررسی افزایش داشته، که این امر ماندگاری طولانی مدت این حالت حمل و نقل را تأکید می‌کند. شناسایی پیوندهای پرخطر در اطراف کانادا خدمات صنعت راه آهن را تسهیل کرده و متحمل شدن هزینه‌های حمل و نقل به مراتب بالاتر جهت توسعه خطوط راه آهن می‌تواند خطر شبکه را کاهش دهد. علاوه بر این، در دسترس بودن زیرساخت‌های پیشنهادی خط لوله، پیکربندی‌های مکان عرضه و تقاضا را در افق پیش‌بینی تغییر می‌دهد (واعظی و ورما، ۲۰۱۸).

در پژوهشی که سال ۱۳۹۸ با استفاده از روش گراندد تئوری و مصاحبه عمیق توسط نظری و همکاران انجام شده، به شناسایی عوامل موثر بر موفقیت ترانزیت چندوجهی پرداخته شده است و مشخص گردیده است که نظام ترانزیت ایران براساس الگوی فوق در چه وضعیتی است و چگونه می‌توان وضعیت موجود را بهبود بخشید. جامعه آماری این مطالعه را صاحب نظران و خبرگان حمل و نقل و ترانزیت کالا و تجار تشکیل داده‌اند. با انجام این پژوهش علل و عوامل عدم توسعه ترانزیت کشور در حوزه‌های مختلف شناسایی و در شش دسته و ۳۲ عامل اصلی دسته‌بندی شده‌اند (نظری و همکاران، ۱۳۹۸). مک کارتی و ژایی [۱۴] در سال ۲۰۱۹ به بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های راه آهن بر اقتصاد گرجستان پرداخته‌اند. در این مطالعه ارتباط بین درآمد راه آهن و هزینه‌های زیرساختی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از این است که؛ بیست و نه خط کوتاه راه آهن در گرجستان فعالیت می‌کنند، که شش مورد از آن‌ها بطور بالقوه اداره می‌شوند و اداره حمل و نقل گرجستان مالک آن‌ها است. و پیش‌بینی شده به طور تجمعی، شش مسیر مورد نظر می‌توانند تولید سالانه را در محدوده ۸/۲ تا ۱۴/۵ میلیون دلار و درآمد سالانه را در محدوده ۰/۷ تا ۴/۱ میلیون دلار افزایش داده و سالانه به طور متوسط ۱۰ تا ۹۳ فرصت شغلی اضافه ایجاد نمایند (مک کارتی و ژایی، ۲۰۱۹).

دارم در سال ۱۳۹۹ در مطالعه‌ای به شناسایی و اولویت‌بندی مهم‌ترین موانع جذب بار درصنعت حمل و نقل ریلی و ارائه راهکار جهت بهبود وضعیت حمل و نقل کالاهای کم حجم و با ارزش از طریق حمل و نقل ریلی پرداخته است. روش این پژوهش از نوع توصیفی- کاربردی است و جامعه آماری این پژوهش صاحبان کالاهای کم حجم و با ارزش است که تعداد ۳۰۷ نفر از آنها بعنوان حجم نمونه انتخاب گردیده است. نتایج حاصل از مقایسه زوجی عوامل شناسایی شده بیانگر این است که موانع مربوط به زیر ساخت‌های حمل و نقل ریلی مهمترین عوامل در کاهش جذب بارهای سبک در این صنعت است. پس از ان عوامل جغرافیایی از جمله نبود خدمات درب به درب و عدم وجود خطوط فرعی از مهمترین عوامل عدم جذب بارهای سبک و کم حجم در حمل و نقل ریلی کشور است (دارم، ۱۳۹۹).

واعظی و همکاران در تحقیقی واکنش راه آهن در محیط‌های عدم قطعیت را با استفاده از یک مدل برنامه نویسی تصادفی دو مرحله‌ای بررسی کرده‌اند. نتایج مطالعه آنها بیان می‌کندکه تصمیم طراحی استراتژیک شبکه پاسخ اضطراری که فقط براساس داده های تجربی گرفته شده است، اثربخشی شبکه حاصل را تضعیف می‌کند. .علاوه بر این، می‌توان با توزیع مجدد تجهیزات در شبکه، خرید تجهیزات با ظرفیت مهار بالاتر و استفاده از یک عامل چند برابر تقطیر، میانگین پوشش را بهبود بخشید (واعظی و همکاران، ۲۰۲۰).

در سال ۲۰۲۰ کمندانی پور [۱۵] و همکاران با بهینه‌سازی مبتنی بر داده‌های تصادفی چند کلاسه به قیمت‌گذاری پویا و تخصیص ظرفیت بهینه مسافربری در حمل ونقل ریلی پرداخته‌اند. مدل مورد بررسی آن‌ها شامل تصمیمات قیمت‌گذاری پویا و تخصیص ظرفیت پویا برای کلاس‌های خدماتی متعدد در یک افق برنامه‌ریزی به منظور به حداکثر رساندن سود است. همچنین، چندین ویژگی اصلی عملیات سرویس راه آهن مسافری در این مدل در نظر گرفته شده است. نتایج حاکی از تأثیرات عملیاتی و سودآوری استفاده از ابزار پیشنهادی پشتیبانی تصمیم و همچنین قابلیت‌های بالقوه آن برای استفاده عملی توسط سایر ارائه دهندگان خدمات را نشان می‌دهد (کمندانی‌پور و همکاران، ۲۰۲۰).

گالن و وینستون[۱۶] در سال ۲۰۲۱ به بررسی سرمایه‌گذاری در بخش حمل و نقل و تأثیرات آن بر اقتصاد ایالات متحده با استفاده از رویکرد تعادل عمومی پرداخته‌اند. آن‌ها در یک مدل تعادل عمومی پویا تأثیر سهام سرمایه‌گذاری شده در بخش حمل و نقل که توسط مالیات‌دهندگان تأمین می‌شود را بر فعالیت اقتصادی تجزیه و تحلیل کرده‌اند. نتایج نشان داده است که اختلاف فاحشی بین اثرات مثبت رفاهی هزینه‌های اضافی زیرساخت‌ها در طولانی مدت و اثرات بالقوه منفی هنگام تأمین هزینه‌های انتقال بزرگ سرمایه (زمان و تأخیر) برای ایجاد زیرساخت‌ها وجود دارد. افزون براین، اختلاف زیادی بین تأثیرات هزینه‌های اضافی زیرساخت‌ها و سیاست‌های حمل و نقل کارآمد، از جمله قیمت‌گذاری متراکم و حذف قوانینی که به طور مصنوعی قیمت ورودی را افزایش می‌دهد وجود دارد. بنابراین، پیشرفت‌های حمل و نقل با بودجه مالیات‌دهندگان که تولید ناخالص داخلی را به طور قابل توجهی افزایش می‌دهند، ممکن است سود رفاهی کوچکتر از سیاست‌های کارآمد داشته باشد (گالن و وینستون، ۲۰۲۱).

**معدن گل‌گهر**

کانسار سنگ آهن گل‌گهر در استان کرمان در طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۹ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ۷ دقیقه شمالی و بطور تقریبی در مرکز مثلثی که رئوس آن را کرمان، شیراز و بندرعباس تشکیل می‌دهند واقع شده است. نزدیک‌ترین شهر به آن سیرجان است که در ۵۰ کیلومتری شمال شرقی آن قرار دارد. منطقه معدنی گل‌گهر با داشتن معادن غنی از سنگ آهن به عنوان یکی از مطرح‌ترین قطب‌های فعال معدنی صنعتی در خاورمیانه، دارای قابلیت‌های بسیاری برای تبدیل شدن به یک منطقه بزرگ و رقابتی در سطح ایران و حتی جهان است. این ذخایر معدنی با برخورداری از شش آنومالی با ذخیره بیش از ۱۱۳۵۰۰۰۰۰۰تن یکی از ذخایر مهم سنگ آهن کشور ایران به حساب می‌آید. منطقه گل‌گهر سیرجان با دارا بودن حدود ۴۲ درصد ذخایر سنگ آهن ایران در ۶ توده معدنی شناسایی شده، از نقش تأثیرگذاری در صنعت و معدن ایران زمین برخوردار است و می‌توان این منطقه را به عنوان قلب تپنده صنعت فولاد کشور نام برد. چنانچه، شرکت معدنی و صنعتی گل‌گهر به عنوان یکی از بازیگران اصلی منطقه با داشتن ظرفیت تولید ۸/۵ میلیون تن کنسانتره و ۵ میلیون تن گندله نقش خود را در صنعت فولادکشور پررنگ ساخته است. مجموع تولید این شرکت از ۴ خط فرآوری سنگ آهن شامل دو کارخانه تغلیظ و پلیکام و بازیابی هماتیت تولید می‌شود و از کارخانه گندله سازی با ظرفیت ۵ میلیون تن می‌توان به عنوان گام بعدی تکمیل زنجیره ارزش گل‌گهر و نزدیک شدن به تولید فولاد نام برد.

در طول سالیان گذشته با توجه به نیاز کارخانه‌های فولادسازی کشور به کنسانتره سنگ آهن، افزایش ظرفیت خطوط موجود و توسعه خطوط جدید همواره در دستور کار مدیران شرکت قرار داشته تا اینکه ظرفیت سه خط موجود، اکنون به بیش از ۶ میلیون تن ارتقا یافته است. در راستای توسعه خطوط جدید گل گهر، طرح احداث کارخانه خط ۴ به منظور تولید کنسانتره و بازیافت بار برگشتی مدار خردایش خطوط تولید موجود با ظرفیت ۲ میلیون تن کنسانتره از سال ۱۳۸۷ آغاز شد و در تیر ماه ۱۳۹۰ به بهره‌برداری رسید. شرکت معدنی و صنعتی گل‌گهر در ادامه مسیر توسعه خود به منظور استفاده بهینه از باطله‌های ایجاد شده به میزان بیش از ۱۲ میلیون تن باطله خشک و ۸ میلیون تن باطله‌تر تولید شده از زمان شروع کارخانه، همچنین سولفورزدایی از کنسانتره تولیدی، طرح احداث یک خط بازیابی از باطله خشک به ظرفیت

تولیدی ۳۵۰۰۰۰ تن در سال، یک خط بازیابی از باطله‌تر به ظرفیت تولیدی ۲۲۰۰۰۰تن در سال و یک خط سولفورزدایی به ظرفیت تولیدی ۴۶۰۰۰۰ تن در سال را از سال ۱۳۸۴ آغاز کرد که در نیمه اول سال ۱۳۸۹ تکمیل و راه‌اندازی شد. این شرکت به منظور تکمیل زنجیره ارزش خود و نیز با توجه به پیش‌بینی بالا بودن گوگرد در سنگ آهن و افزایش تدریجی آن در آینده که فروش کنسانتره تولیدی را با مشکل مواجه می‌کرد و همچنین افزایش پرشتاب تولید فولاد در واحدهای فولادسازی کشور، نیاز روزافزون این واحدها به گندله سنگ آهن و استفاده فراگیر از گندله در کوره‌های بلند در ایران و سایر نقاط جهان، احداث یک واحد گندله سازی در مجاورت معدن گل‌گهر را مورد توجه قرار داد. مطالعات و بررسی‌های اولیه واحد گندله‌سازی با ظرفیت ۳/۲ میلیون تن از سال ۱۳۷۳ آغاز شد و پس از چندین مرحله مذاکره به شرکت معدنی و صنعتی گل گهر در راستای توسعه و تحولی بزرگ در منطقه با مشارکت سهامداران، طرح‌های توسعه متعددی تعریف کرده است و درحال حاضر با پشتکار و حداکثر توان صنعتگران گل‌گهر، این طرح‌ها در حال انجام هستند. به طوری‌که، تولیدات گل‌گهر در سال ۱۳۹۳ به میزان ۹۰۰۰۰۰۰تن کنسانتره، ۵۰۰۰۰۰۰تن گندله، ۵۵۰۰۰۰ تن آهن اسفنجی و ۲۰۰۰۰۰۰ تن سنگ آهن دانه‌بندی شده است. چنانچه، این حجم تولید، پتانسیل قابل توجهی در دستیابی ایران به چشم انداز ۱۴۰۴ است و اولین منطقه خواهد بود که زنجیره کامل فولاد کشور از معدن تا فولاد را در دل خود جای می‌دهد. با این اوصاف این مطالعه به بررسی وضعیت حمل و نقل ریلی معدن گل گهر می‌پردازد تا مسئولین امر با آگاهی از شرایط موجود تدابیر مناسبی در جهت تجهیز ناوگان ریلی و رفع موانع و مشکلات آن اتخاذ نمایند.

**مبانی نظری مدل**

در این بخش تلاش می‌گردد با توجه به ادبیات تجربی و چارچوب نظری موجود یک الگوی تئوریک ساده برای برآورد تقاضای حمل و نقل ریلی مواد معدنی استخراج گردد. مدل معرفی شده در زیر برگرفته از مقاله فیتزوری و اسمیت (۱۹۹۸) است. آن‌ها با استفاده از آن به بررسی تطبیقی تابع تقاضای حمل و نقل مسافر برای ۱۴ کشور اروپای غربی پرداخته‌اند. این مدل پس از تعدیل در خصوص کشور ایران (معادن گل گهر) به صورت زیر ارائه می‌گردد:

$$TW_t = f\ (RPF_{it}, R_{it}, T_{it}, UNb_{it}, CTT_{it}, CTR_{it}, TT_{it}, Y_{it}, NT_{it}, NW_{it}\ ) \qquad (۱)$$

$TW_{it}$ = تناژ بار جابجا شده ریلی
$RPF_{it}$ = درآمد ناشی از حمل بار
$R_{it}$ = طول خطوط راه آهن بر حسب کیلومتر
$T_{it}$ = سیرگردش روزانه
$UNb_{it}$ = نااطمینانی در بازدهی سرمایه
$NW_{it}$ = تعداد واگن
$CTT_{it}$ = هزینه حمل بار توسط وسایل نقلیه
$CTR_{it}$ = هزینه حمل بار توسط قطار
$TT_{it}$ = تناژ بار حمل شده جاده‌ای
$Y_{it}$ = ارزش افزوده بخش معدن
$NT_{it}$ = تعداد وسایل نقلیه
t = زمان
i = مسیر

هرگاه از معادله (۱) دیفرانسیل کامل بگیریم خواهیم داشت:

$$dTW_{it} = \frac{\partial TW_{it}}{\partial RPF_{it}} dRPF_{it} + \frac{\partial TW_{it}}{\partial R_{it}} dR_{it} + \frac{\partial TW_{it}}{\partial T_{it}} dT_{it} + \frac{\partial TW_{it}}{\partial UNb_{it}} dUNb_{it} + \frac{\partial TW_{it}}{\partial CTT_{it}} dCTT_{it} + \frac{\partial TW_{it}}{\partial CTR_{it}} dCTR_{it} + \frac{\partial TW_{it}}{\partial TT_{it}} dTT_{it} + \frac{\partial TW_{it}}{\partial Y_{it}} dY_{it} + \frac{\partial TW_{it}}{\partial NT_{it}} dNT_{it} + \frac{\partial TW_{it}}{\partial NW_{it}} dNW_{it} \qquad (۲)$$

حال اگر طرفین معادله (۲) را بر $TW_{it}$ تقسیم کنیم رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$\frac{\partial TW_{it}}{TW_{it}} = \left(\frac{\partial TW_{it}}{\partial RPF_{it}}.\frac{RPF_{it}}{TW_{it}}\right)\frac{dRPF_{it}}{RPF_{it}} + \left(\frac{\partial TW_{it}}{\partial R_{it}}\frac{R_{it}}{TW_{it}}\right)\frac{dR_{it}}{R_{it}} + \left(\frac{\partial TW_{it}}{\partial T_{it}}\frac{T_{it}}{TW_{it}}\right)\frac{dT_{it}}{T_{it}} + \left(\frac{\partial TW_{it}}{\partial UNb_{it}}\frac{UNb_{it}}{TW_{it}}\right)\frac{dUNb_{it}}{UNb_{it}} + \left(\frac{\partial TW_{it}}{\partial CTT_{it}}\frac{CTT_{it}}{TW_{it}}\right)\frac{dCTT_{it}}{CTT_{it}} + \left(\frac{\partial TW_{it}}{\partial CTR_{it}}\frac{CTR_{it}}{TW_{it}}\right)\frac{dCTR_{it}}{CTR_{it}} + \left(\frac{\partial TW_{it}}{\partial TT_{it}}\frac{dTT_{it}}{TW_{it}}\right)\frac{dTT_{it}}{TT_{it}} + \left(\frac{\partial TW_{it}}{\partial Y_{it}}\frac{Y_{it}}{TW_{it}}\right)\frac{dY_{it}}{Y_{it}} + \left(\frac{\partial TW_{it}}{\partial NT_{it}}\frac{NT_{it}}{TW_{it}}\right)\frac{dNT_{it}}{NT_{it}} + \left(\frac{\partial TW_{it}}{\partial NW_{it}}\frac{NW_{it}}{TW_{it}}\right)\frac{dNW_{it}}{NW_{it}} \quad (۳)$$

عبارت‌های داخل پرانتز در معادله (۳) در حقیقت کشش‌هایی هستند که می‌توان از معادله (۱) نتیجه گرفت.

کشش تقاضای بار نسبت به درآمد $\mu_{RPF} = \frac{\partial TW_{it}}{\partial RPF_{it}}.\frac{RPF_{it}}{TW_{it}}$

کشش تقاضای بار نسبت به طول خطوط راه آهن $\mu_R = \frac{\partial TW_{it}}{\partial R_{it}}\frac{R_{it}}{TW_{it}}$

کشش تقاضای بار نسبت به سیرگردش روزانه $\mu_T = \frac{\partial TW_{it}}{\partial T_{it}}\frac{T_{it}}{TW_{it}}$

کشش تقاضای بار نسبت به ناطمینانی در بازدهی سرمایه $\mu_{UNb_{it}} = \frac{\partial TW_{it}}{\partial UNb_{it}}\frac{UNb_{it}}{TW_{it}}$

کشش تقاضای بار نسبت به هزینه حمل بار توسط وسایل نقلیه $\mu_{CTT} = \frac{\partial TW_{it}}{\partial CTT_{it}}\frac{CTT_{it}}{TW_{it}}$

کشش تقاضای بار نسبت به هزینه حمل بار توسط قطار $\mu_{CTR} = \frac{\partial TW_{it}}{\partial CTR_{it}}\frac{CTR_{it}}{TW_{it}}$

کشش تقاضای بار نسبت به تناژ بار حمل شده جاده‌ای $\mu_{TT} = \frac{\partial TW_{it}}{\partial TT_{it}}\frac{dTT_{it}}{TW_{it}}$

کشش تقاضای بار نسبت به ارزش افزوده بخش معدن $\mu_Y = \frac{\partial TW_{it}}{\partial Y_{it}}\frac{Y_{it}}{TW_{it}}$

کشش تقاضای بار نسبت به تعداد وسایل نقلیه $\mu_Y = \frac{\partial TW_{it}}{\partial NT_{it}}\frac{NT_{it}}{TW_{it}}$

کشش تقاضای بار نسبت به تعداد واگن $\mu_Y = \frac{\partial TW_{it}}{\partial NW_{it}}\frac{NW_{it}}{TW_{it}}$

از سوی دیگر، طرف اول معادله (۳) مبین نرخ رشد تقاضای بار و طرف دوم، مبین نرخ رشد متغیرهای توضیحی است. با توجه به روابط فوق می‌توان معادله (۳) را به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$GTW_t = \mu_{RPF}GRPF_{it} + \mu_R GR_{it} + \mu_T\, GT_{it} + \mu_{UNb_{it}}GUNb_{it} + \mu_{CTT}GCTT_{it} + \mu_{CTR}\, GCTR_{it} + \mu_{TT}\, GTT_{it} + \mu_Y\, GY_{it} + \mu_Y\, GNT_{it} + \mu_Y\, GNW_{it} \quad (۴)$$

حال اگر به رابطه (۴) مقدار C را به صورت زیر به عنوان عرض از مبدأ و $u_t$ را به عنوان جمله اختلال اضافه و متغیر $D_{it}$ را نیز به عنوان متغیر دامی مسیرهای مختلف اضافه نماییم (متغیر دامی برای مسیرهای مختلف در نظر گرفته می‌شود که بتواند تفاوت‌های منطقه‌ای را نشان دهد.) می‌توانیم رابطه (۵) را به عنوان معادله نهایی بپذیریم:

$$GTW_t = C + \alpha D_{it} + \mu_{RPF}GRPF_{it} + \mu_R GR_{it} + \mu_T\, GT_{it} + \mu_{UNb_{it}}GUNb_{it} + \mu_{CTT}GCTT_{it} + \mu_{CTR}\, GCTR_{it} + \mu_{TT}\, GTT_{it} + \mu_Y\, GY_{it} + \mu_Y\, GNT_{it} + \mu_Y\, GNW_{it} + u_t \quad (۵)$$

**داده‌ها و نتایج تحقیق**

برای برآورد دقیق تابع تقاضا حمل و نقل ریلی معدن گل گهر در دوره‌های گذشته استفاده از شاخص‌های معتبر و داده‌های موثق لازم است. تحلیل درست و بی‌طرفانه این داده‌ها با در نظر گرفتن شرایط و اقتضائات حاکم بر هر دوره، می‌تواند مبانی مناسبی را برای قضاوت درباره وضعیت حمل و نقل گل‌گهر فراهم نماید. بنابراین به جهت تحلیل و پیش‌بینی روند تقاضای حمل ونقل مواد معدنی از مهمترین شاخص‌های موجود استفاده گردیده است. داده‌های مورد نیاز در این تحقیق از معادن گل‌گهر، سازمان آمار ایران و سالنامه‌های آماری راه آهن جمهوری اسلامی و سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای گردآوری شده است.

برای بررسی رابطه بین نااطمینانی بازدهی سرمایه و تقاضای حمل بار، ابتدا باید نااطمینانی بازدهی سرمایه برآورد شود. نااطمینانی یک متغیر کیفی بوده و اندازه‌گیری آن پیچیده است؛ زیرا غیر قابل مشاهده است و روش موجود باید انعکاس صحیح و دقیق از نااطمینانی موجود باشد. یکی از رویکردهای تخمین نااطمینانی استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی است. در این روش، خطای پیش‌بینی بزرگ به معنای نااطمینای بیشتر و خطای پیش‌بینی کوچک به معنی نااطمینانی کمتر است. در این مطالعه برای برآورد مقادیر نااطمینانی بازدهی سرمایه بدلیل در نظر گرفتن اثر نامتقارن نوسانات و تفاوت بین تأثیر شوک‌های بهره‌وری مثبت و منفی از مدل EGARCH استفاده شده‌است (اثنی‌عشری و همکاران، ۱۳۹۲). همانگونه که ملاحظه شد، داده‌های تحقیق دارای دو بعد زمان و مکان هستند که داده‌های ترکیبی یا تابلویی نامیده می‌شوند. گرچه با در نظر گرفتن متغیرهای دامی مسیر، تا حدی تفاوت‌های بین مسیرها در نظر گرفته می‌شود، اما به هر حال این مسیرها از بسیاری جهات ممکن است متفاوت باشند که بالطبع بخش زیادی از این تفاوت‌ها با این متغیرهای دامی توضیح داده نمی‌شوند. علاوه بر این بسیاری از تفاوت‌ها مربوط به زمان هستند، برای نمونه در این سال‌ها بحران‌های جهانی وجود داشته است که کشور ایران را تحت تأثیر گذاشته است. از این‌رو، به دلیل تفاوت‌های مکانی و زمانی میان مشاهدات، روش‌های معمول رگرسیون قابل استفاده نیستند. علاوه بر این، نکته مهمتر این است که معمولاً این تفاوت‌های مکانی و زمانی به راحتی قابل مشاهده و یا کمی سازی نیستند. بنابراین، تکنیک‌های پانل این امکان را فراهم می‌کنند که داده‌های سری زمانی واحدهای مختلف همزمان مورد استفاده قرار گیرند و تفاوت‌های مکانی و زمانی در نظر گرفته شوند. از این‌رو، بسیاری از مشکلات روش‌های معمول رگرسیون رفع می‌گردند. همچنین، با ترکیب مشاهدات اطلاعات گسترده‌تری مورد بررسی قرار می‌گیرند که موجب کاهش هم‌خطی و افزایش درجه آزادی می‌شود. بنابراین، این پژوهش با استفاده از داده‌های ماهیانه ۱۳۹۶-۱۳۹۰ تناژ بار صادر شده از چشمه‌های بار معدن گل گهر به مقاصد: ذوب آهن و فولاد مبارکه اصفهان، سرمایه‌گذاری و فولاد کاوه، فولاد و انبارهای هرمزگان، فولاد خوزستان و فولاد خراسان و روش داده‌های ترکیبی به برآورد تقاضای حمل و نقل ریلی مواد معدنی می‌پردازد.

**نتایج برآوردها**

**برآورد تابع تقاضای حمل و نقل ریلی**

ابتدا آزمون ریشه واحد به روش دیکی- فولر از نوع فیشر انجام می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که همه متغیرهای مورد استفاده، پایا هستند و در نتیجه نگرانی از حیث وجود رگرسیون کاذب وجود نخواهد داشت.

**جدول ۱. نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد**

| متغیر | آماره | احتمال | وضعیت پایایی |
|---|---|---|---|
| $TW_{it}$ | ۵/۷۷ | ۰/۰۰۰ | پایا |
| $RPF_{it}$ | ۱۰/۹۳ | ۰/۰۰۰ | پایا |
| $R_{it}$ | ۶/۴۲ | ۰/۰۰۰ | پایا |
| $T_{it}$ | ۱۴/۹۸ | ۰/۰۰۰ | پایا |
| $UNb_{it}$ | ۱۸/۱۶ | ۰/۰۰۰ | پایا |
| $CTT_{it}$ | ۲۱/۳۵ | ۰/۰۰۰ | پایا |
| $CTR_{it}$ | ۱۰/۷۰ | ۰/۰۰۰ | پایا |
| $TT_{it}$ | ۱۴/۴۲ | ۰/۰۰۰ | پایا |
| $Y_{it}$ | ۴/۵۳ | ۰/۰۰۰ | پایا |
| $NT_{it}$ | ۶/۰۵ | ۰/۰۰۰ | پایا |
| $NW_{it}$ | ۴/۳۴ | ۰/۰۰۰ | پایا |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همانطور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، فرض صفر (وجود ریشه واحد و در نتیجه عدم پایایی) در تمامی متغیرهای مورد بررسی رد می‌شود، به این معنی که تمامی متغیرهای مورد بررسی، پایا هستند؛ بنابراین مشکل رگرسیون کاذب در مدل وجود نخواهد داشت. پس از آزمون ریشه واحد، از آزمون‌های F تجزیه واریانس به منظور تعیین نوع اثرات استفاده می‌گردد (بالتاجی [۱۷]، ۲۰۰۵). فرض صفر در آزمون‌های مورد بررسی، عدم وجود اثر مکانی و یا زمانی است. اگر میزان آماره بدست آمده از مقدار بحرانی بزرگتر باشد فرض صفر رد خواهد شد و در نتیجه اثرات مورد نظر تأیید می‌گردد. اگر نتیجه بدست آمده حاکی از عدم وجود اثرات مکانی و زمانی باشد از روش‌های معمول رگرسیون استفاده می‌گردد. اگر نتایج نشان دهندهٔ فقط یکی از اثرات مکانی یا زمانی باشد از روش پانل دیتا یک طرفه استفاده می‌شود و اگر بیانگر اثرات مکانی و زمانی به طور همزمان باشد از روش‌های پانل دیتا دوطرفه استفاده می‌شود.

**جدول ۲. تعیین اثرات مکانی و یا زمانی، تعیین اثرات ثابت یا تصادفی**

| | اثرات مکانی | اثرات زمانی |
|---|---|---|
| آزمون F تجزیه واریانس | ۱۴۶/۲۱ | ۱۴/۹۷ |
| | (۰/۰۰۰) | (۰/۰۰۰) |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

**جدول ۳. نتایج حاصل از آزمون هاسمن**

| آماره آزمون | سطح احتمال | نتیجه آزمون |
|---|---|---|
| ۵۹۵/۶۳ | (۰/۰۰۰) | اثرات ثابت |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

اعداد داخل پرانتز نشان دهنده p-value یا درصد خطا مربوط به هر آماره است. اگر عدد داخل پرانتز کمتر از ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪ باشد، فرض صفر (عدم وجود اثر مکانی و یا زمانی) به ترتیب در سطح اطمینان ۹۰٪، ۹۵٪ و ۹۹٪ رد می‌شود. طبق نتایج بدست آمده در جدول (۲)، مشاهده می‌شود که هر دو اثرات مکانی و زمانی تأیید می‌شوند.

پس از تعیین نوع اثرات بایستی نوع مدل از لحاظ ثابت و یا تصادفی بودن از طریق آزمون هاسمن، تعیین شود. اگر آماره محاسبه شده هاسمن (چی- دو) از مقدار بحرانی بزرگتر باشد، فرضیه صفر مبنی بر تصادفی بودن مدل رد شده و در نتیجه بایستی از اثرات ثابت (مکانی و یا زمانی) استفاده گردد (بالتاجی، ۲۰۰۵). طبق نتایج تحقیق، فرضیه صفر مبنی بر سازگاری ضرایب رد شده و لذا روش اثرات ثابت پذیرفته می‌شود. اکنون که نوع اثر مشخص شد، برآورد تابع تقاضای حمل و نقل ریلی مواد معدنی با استفاده از روش داده‌های تابلویی و روش اثرثابت انجام می‌گیرد.

**جدول ۴. نتایج برآورد تابع تقاضای حمل و نقل مواد معدنی**

| متغیر | ضریب | آماره t | احتمال |
|---|---|---|---|
| $RPF_{it}$ (درآمد ناشی از حمل بار) | ۰/۴۹ | ۳/۴۱ | ۰/۰۰۰ |
| $R_{it}$ (طول خطوط راه آهن بر حسب کیلومتر) | -۰/۳۷ | -۴/۲۹ | ۰/۰۰۰ |
| $T_{it}$ (سیرگردش روزانه) | ۰/۰۷ | ۰/۷۰ | ۰/۴۸۲ |
| $UNb_{it}$ (نااطمینانی در بازدهی سرمایه) | -۰/۰۱۲ | -۰۰/۵ | ۰/۰۰۰ |
| $CTT_{it}$ (هزینه حمل بار توسط وسایل نقلیه) | ۰/۷۰ | ۲/۱۴ | ۰/۰۰۲ |
| $CTR_{it}$ (هزینه حمل بار توسط قطار) | -۰/۵۶ | -۳/۷۳ | ۰/۰۰۰ |
| $TT_{it}$ (تناژ بار حمل شده جاده‌ای) | -۰/۷۲ | -۷/۷۷ | ۰/۰۰۰ |
| $Y_{it}$ (ارزش افزوده بخش معدن) | ۰/۸۴ | ۶/۶۳ | ۰/۰۰۰ |
| $NT_{it}$ (تعداد وسایل کامیون) | ۰/۰۰۷ | ۶/۸۹ | ۰/۰۰۰ |
| $NW_{it}$ (تعداد واگن) | ۰/۳۷ | ۶/۳۶ | ۰/۰۰۰ |
| $D_{it}$ (متغیر دامی مسیرهای مختلف) | -۰/۱۶ | -۲/۴۲ | ۰/۰۶۱ |
| C (عرض از مبدأ) | ۱۲/۴۷ | ۵/۳۴ | ۰/۰۰۰ |
| Durbin – Watson | ۱/۷۲ | R-squared | ۰/۹۳ |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

براساس نتایج تخمین تابع تقاضای حمل و نقل ریلی مواد معدنی، جهت شناسایی تأثیر متغیرهای مدنظر بر تقاضای حمل و نقل، آماره R-squared به نحو قابل ملاحظه‌ای زیاد است که حاکی از خوبی برازش مدل توسط متغیرهای مستقل و قدرت توضیح‌دهندگی خوب مدل است. همچنین مقدار آماره Durbin – Watson مقدار ۱/۷۲ است که حاکی از عدم وجود خودهمبستگی در مدل است. برمبنای نتایج بدست آمده در جدول (۴)، ضرایب متغیرهای مستقل به غیر از سیر گردش روزانه همگی معنادار هستند. درآمد ناشی از حمل بار با تقاضای حمل و نقل ریلی مواد معدنی رابطه مثبت معنادار دارد. این مساله نشان می‌دهد که افزایش درآمد ناشی از حمل بار در حمل و نقل ریلی سبب انتقال تابع تقاضای حمل و نقل ریلی به سمت راست می‌گردد. به عبارت دیگر اگر درآمد ناشی از حمل بار به طور متوسط یک درصد افزایش یابد، تقاضای حمل‌ونقل ریلی مواد معدنی ۰/۴۹ درصد افزایش پیدا می‌کند و گویای این مطلب است که حمل‌ونقل ریلی مواد معدنی خدماتی نرمال است. حال با توجه به این موضوع که درآمد ناشی از حمل بار به سه سهم: سهم مالک واگن، سهم مالک لکوموتیو و حق دسترسی تعلق می‌گیرد؛ شاید بتوان چنین تحلیل کرد، از آنجا که سهم مالک واگن و لکوموتیو جمعاً ۵۲٪ از درآمد ایجاد شده را در بر می‌گیرد و تنها ۴۸٪ به شرکت راه آهن جمهوری اسلامی ایران بابت حق زیربنا و پرسنل پرداخت می‌شود، ماهیت درآمد ایجاد شده در واقع نوعی بازدهی سرمایه‌گذاری

خصوصی محسوب می‌شود و از آنجا که تقاضای حمل‌ونقل، تقاضای مشتق شده است، صرف نظر از درآمد شرکت راه‌آهن که نوعی هزینه است درآمد ایجاد شده تأثیر مثبت بر تقاضای حمل‌ونقل ریلی مواد معدنی دارد.

برای تقاضای حمل‌ونقل بار یکی از مهمترین عوامل مؤثر، در انتخاب شیوه حمل‌ونقل بعد مسافت است. تجربه نشان می‌دهد متقاضیان حمل‌ونقل مواد معدنی، برای مسافت‌های کوتاه حمل‌ونقل جاده‌ای و در مسافت‌های طولانی، حمل‌ونقل ریلی را انتخاب می‌کنند؛ زیرا با انتخاب حمل‌ونقل ریلی در یک مسیر حداکثر یکبار بارگیری و تخلیه صورت می‌گیرد و این عامل باعث کاهش هزینه‌ها و زمان می‌شود و بیانگر رابطه مثبت بین مسافت و تقاضای حمل‌ونقل ریلی است. اما مطابق نظریه‌های اقتصاد حمل‌ونقل عامل مسافت یا دوری مسیر به طور کلی عامل منفی در برابر جابجایی‌ها تلقی می‌شود زیرا با افزایش مسافت هزینه‌های اقتصادی جابجایی افزایش می‌یابد و این حاکی از رابطه منفی بین تقاضای حمل‌ونقل و مسافت است. ضریب طول خطوط ریلی، به میزان ۰/۳۷- برآورد شده است؛ که با توجه به نظریات اقتصادی قابل قبول است. دلیل منفی بودن ضریب و تأثیر منفی مسافت بر تقاضای حمل و نقل را شاید بتوان به دلیل وجود گلوگاه‌های ظرفیتی دانست.

رابطه نااطمینانی در بازدهی سرمایه و تقاضای حمل و نقل بار منفی برآورد شده است. به طوری‌که، ثبات نرخ بهره در نقش یکی از عوامل جلوگیری کننده از ایجاد روح بدبینی در سرمایه‌گذاری و در نتیجه کاهش ریسک سرمایه‌گذاری است که از کاهش تقاضای حمل و نقل بویژه حمل و نقل ریلی جلوگیری می‌کند. لذا با توجه به این مطلب که اغلب پروسه‌های سرمایه‌گذاری معدن و صنعت بلندمدت هستند، ثبات نرخ بازدهی سرمایه موجب تقویت تولید و در نتیجه تقاضای حمل و نقل می‌شود.

ضریب به‌دست آمده برای متغیر تناژ بار حمل شده جاده‌ای، ۰/۵۲- و فرضیه را مبنی بر ارتباط معکوس بین تقاضای حمل و نقل جاده‌ای و ریلی به عنوان خدمات جانشین به اثبات رسانده است. کشش تقاضای حمل‌ونقل ریلی مواد معدنی نسبت به هزینه حمل بار توسط وسایل نقلیه، ۰/۷ بدست آمده است؛ بدین معنی که با افزایش یک درصد هزینه حمل بار توسط وسایل نقلیه، تقاضای حمل‌ونقل ریلی مواد معدنی ۰/۷ درصد افزایش می‌یابد. چنانچه، با توجه به تئوری‌های اقتصاد خرد تقاضای حمل‌ونقل جاده‌ای، جانشینی قوی برای تقاضای حمل‌ونقل ریلی محسوب می‌شود. از سوی دیگر، تعرفه‌های حمل‌ونقل جاده‌ای توافقی هستند و به قدرت چانه‌زنی طرفین بستگی دارد، در صورت پیشنهاد نرخ‌های بالاتر توسط رانندگان وسایل نقلیه، تقاضای حمل‌ونقل جاده‌ای کاهش و تقاضای حمل‌ونقل ریلی افزایش می‌یابد.

کشش قیمتی تقاضا حمل‌ونقل ریلی ۰/۲۶- است. یعنی هرگاه هزینه حمل بار توسط قطار یک درصد رشد کند، تقاضای حمل‌ونقل ریلی ۰/۲۶ درصد کاهش پیدا می‌کند. به عبارت دیگر تقاضای حمل ونقل ریلی موادمعدنی بی-کشش است و این شیوه حمل‌ونقل را می‌توان در ردیف اقلام کالاهای ضروری طبقه‌بندی نمود. این موضوع را شاید بتوان چنین تحلیل کرد که در بخش جاده‌ای هزینه‌های تعمیر و نگهداری زیربناهای جاده را دولت تأمین می‌نماید اما در بخش ریلی، دولت این مسئولیت را برعهده نمی‌گیرد و این هزینه‌ها از بخش درآمد راه‌آهن جمهوری اسلامی تأمین می‌گردد و این موجب افزایش هزینه‌های راه آهن و در نهایت افزایش قیمت تمام شده می‌گردد که مقداری از اثرات منفی تأثیر هزینه‌های حمل و نقل به دلیل ماهیت هزینه‌های راه‌آهن، خنثی می‌شود.

ضریب متغیر ارزش افزوده بخش معدن، ۰/۸۴ برآورد شده است که از نظر آماری معنادار است. به عبارت دیگر متغیر ارزش افزوده بخش معدن از نظر آماری بر تقاضای حمل‌ونقل ریلی مواد معدنی تأثیر مثبت دارد. همچنین، این نتایج نشان دهنده آن است که بیشترین تأثیر را بر تقاضای حمل‌ونقل ریلی مواد معدنی دارد. زیرا درصد بالایی از تقاضای حمل‌ونقل در منطقه را تقاضای حمل مواد معدنی تشکیل می‌دهد، لذا افزایش استخراج مواد معدنی موجب افزایش ارزش افزوده بخش معدن و در نتیجه افزایش تقاضای حمل و نقل ریلی می‌شود.

صرفنظر از این مطلب که افزایش تعداد وسایل نقلیه موجب افزایش تقاضای حمل‌ونقل جاده‌ای می‌گردد؛ تقاضای برای حمل‌ونقل ریلی در معادن گل‌گهر همیشه وجود دارد و متأثر از تعداد وسایل نقلیه نیست، هرچند شیوه‌های جایگزین یکدیگرند. ضریب کوچک بدست آمده برای تعداد وسایل نقلیه هرچند با تئوری‌های اقتصادی همخوانی ندارد؛ اما گویای این مطلب است که تعداد وسایل نقلیه در تقاضای حمل‌و نقل ریلی چندان اهمیت ندارد. تعداد واگن به عنوان یک اهم در برآورد تقاضای حمل‌ونقل ریلی در نظر گرفته می‌شود. افزایش تعداد واگن از طریق کاهش هزینه‌های آشکار و پنهان اقتصادی می‌تواند صنعتگران را ترغیب به افزایش استخراج از معادن و در نتیجه افزایش ارزش افزوده نمایند که به طور غیرمستقیم برتقاضای حمل‌ونقل ریلی تأثیرگذار است، لذا با توجه به نتایج بدست آمده ضریب تعداد واگن ۰/۳۷ گویای این مطلب است. همچنین، براساس نتایج تخمین، ملاحظه می‌شود ضریب متغیر دامی منفی و در سطح ۵ درصد معنادار است. این امر بدین معنی است که بین تقاضای حمل‌ونقل ریلی بار و مسیر ارتباط معنادار وجود دارد به عبارت دیگر فرضیه تحقیق مبنی بر تأثیر مسیر انتخابی بر تقاضای حمل‌ونقل ریلی پذیرفته شده است.

**شبیه‌سازی و پیش‌بینی تقاضای حمل و نقل ریلی معدن گل‌گهر**

در این پژوهش برای بررسی روند تقاضای حمل و نقل ریلی معدن گل‌گهر در افق چشم انداز ۱۴۰۴، سه مدل بکارگرفته شده است؛ در نهایت مدلی مورد تجزیه وتحلیل قرار خواهدگرفت که بالاترین معماری را دارد. اولین مدل شبکه عصبی (ANN) است؛ به منظور پیش‌بینی تقاضای حمل و نقل مواد معدنی، از روش، شبکه پیشرو و تابع محرک (لوگ سیگموید) استفاده شده است. داده ورودی به شبکه متغیر تناژ بار حمل شده از چشمه‌های بار معدن گل‌گهر است. جدول (۵)، نتایج تخمین شبکه را با معماری‌های متفاوت با روش پیشرو نشان می‌دهد. ازمیان معماری‌ها، معماری ۱-۱-۲-۳-۲-۵ که شامل ۴ لایه است لایه اول با۲نرون، لایه دوم ۳ نرون، لایه سوم ۲ نرون، لایه آخر۱نرون و عدد یک نشان‌دهنده خروجی است به علت بالا بودن $R^2$ به عنوان بهترین معماری برای پیش‌بینی انتخاب شد. میزان دقت پیش‌بینی توسط شبکه ۰/۹۲ است، نشان می‌دهد داده‌های پیش‌بینی شده توسط شبکه با داده‌های واقعی اختلاف چندانی ندارند.

**جدول ۵. نتایج بدست آمده از روش پیشرو**

| معماری شبکه | $R^2$ | | RMSE | | MAE | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | تست | آموزش | تست | آموزش | تست | آموزش |
| ۵-۴-۱-۱ | ۰/۹۹۲ | ۰/۴۱ | ۰/۰۸ | ۰/۲ | ۰/۰۵ | ۰/۶ |
| ۵-۲-۲-۱-۱ | ۰/۹۹۵ | ۰/۶۹ | ۰/۰۵ | ۰/۱ | ۰/۰۱ | ۰/۲ |
| ۵-۴-۳-۱-۱ | ۰/۹۷۸ | ۰/۸۹ | ۰/۰۱ | ۰/۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ |
| ۵-۳-۳-۲-۱-۱ | ۰/۹۷۶ | ۰/۹۱ | ۰/۰۲ | ۰/۰۲ | ۰/۰۱ | ۰/۱ |
| ۵-۲-۳-۲-۱-۱ | ۰/۹۹۴ | ۰/۹۲ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۱ | ۰/۰۳ |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

مدل پیش‌بینی دیگری که در این مطالعه از آن بهره برده شده؛ ARIMA است. در این مدل مبنای انتخاب بهترین معادله برای پیش‌بینی معیار، $R^2$ بالا و شوارتز بیزین پایین است. پس از بررسی انجام شده AR(1) و MA(1) بهترین تخمین برای پیش‌بینی است.

**جدول ۶. نتایج حاصل از برآورد فرآیند ARIMA**

| MA / AR | ۱ | ۲ | ۳ |
|---|---|---|---|
| ۱ | ۰/۹۶ | ۰/۹۵ | ۰/۹۰ |
| | ۲۰/۴۳ | ۱۹/۹۸ | ۲۵/۱۱ |
| ۲ | ۰/۹۶ | ۰/۹۶ | ۰/۸۵ |
| | ۲۱/۶۰ | ۲۰/۷۲ | ۲۵/۳۰ |
| ۳ | ۰/۹۳ | ۰/۹۳ | ۰/۸۴ |
| | ۲۰/۳۳ | ۲۴/۱۶ | ۲۶/۰۷ |

اعداد بالا $R^2$ و اعداد پایین شواترزبیزین هستند.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

آخرین روش در پیش‌بینی تقاضای حمل‌و نقل مدل GARCH است. قبل از برآورد مدل، آزمونARCH LM انجام شده است؛ نتایج بدست آمده حاکی از وجود اثرات ثابت واریانس ناهمسانی است. فرض صفر این آزمون عبارت است از همسان بودن واریانس باقیمانده‌ها که با توجه به نتیجه آزمون، براساس آماره‌F، ۴/۳۸ و معناداری۰/۰۳فرضیه صفرد شده و فرضیه یک مبنی بر وجود واریانس ناهمسانی درباقیمانده‌ها پذیرفته می‌شود و نتیجه تخمین GARCH(1,1) دررابطه ذیل آورده شده است:

$$TW_t^2 = 3.1 + 0.87\ \varepsilon_{t-1}^2 - 0.1TW_{t-1}^2 \qquad (۶)$$

جهت انتخاب خروجی برتر بایستی از معیارهای ارزیابی که در جدول (۷) مشاهده می‌شود، استفاده گردد. معیارهای ارزیابی پیش‌بینی نشان می‌دهد که مدل شبکه عصبی به دلیل داشتن خطاهای پیش‌بینی کمتر را می‌توان به عنوان بهترین مدل در پیش‌بینی تقاضای حمل و نقل ریلی مواد معدنی گل‌گهر، نسبت به مدل‌های دیگر دانست.

**جدول ۷. مقایسه معیارهای ارزیابی پیش‌بینی مدل‌ها**

| معیارهای ارزیابی | مدل GARCH | مدل ANN | مدل ARIMA |
|---|---|---|---|
| میانگین مربع خطا (MSE) | ۲/۲۷ | ۱/۴۲ | ۲/۳۳ |
| ریشه میانگین مربع خطا (RMSE) | ۱/۹۸ | ۱/۱۲ | ۱/۸۷ |
| میانگین قدرمطلق درصد خطا (MAPE) | ۱/۶۸ | ۱/۰۱ | ۱/۳۵ |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

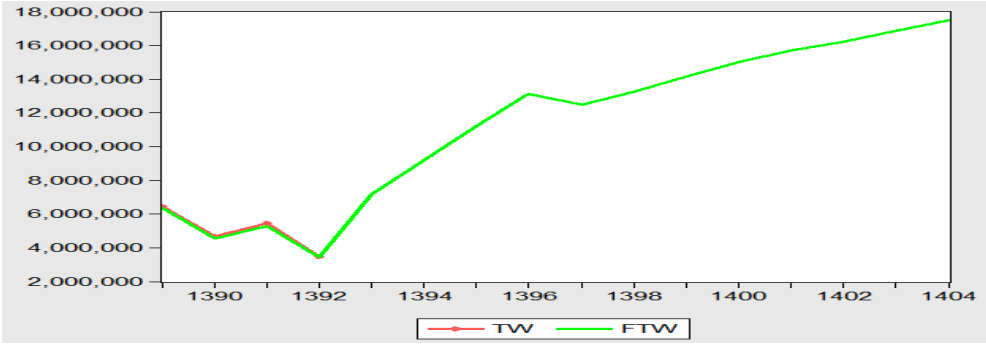
نمودار مربوط به مقادیر شبیه‌سازی شده و مقادیر واقعی تقاضای حمل و نقل ریلی مورد بحث در شکل زیر رسم شده‌اند. نگاهی به این نمودار مبین آن است که نه تنها مقادیر شبیه سازی شده توسط الگو، به گونه نزدیکی مقادیر واقعی را دنبال می‌کنند، بلکه نقاط عطف روند حرکت متغیرها را نیز به نحو مناسبی پیش‌بینی می‌کند؛ از این‌رو، به نظر می‌رسد که الگو از ثبات ساختاری مناسبی برخوردار است. بنابراین، پیش‌بینی روند افزایشی تقاضای حمل‌و نقل ریلی با شیبی

تندتر از سال‌های اخیر خود دلیلی بر دوراندیشی با منظور تحقق آرمان‌های اقتصادی مد نظر در برنامه‌های توسعه و آمایش منطقه است.

**جدول ۸. پیش‌بینی تقاضای بار حمل و نقل ریلی معدل گل- گهر (میلیون تن)**

| سال | ۱۳۹۳ | ۱۳۹۴ | ۱۳۹۵ | ۱۳۹۶ | ۱۳۹۷ | ۱۳۹۸ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| پیش‌بینی تقاضای حمل و نقل ریلی | ۷/۱۵ | ۹/۲۰ | ۱۱/۲۲ | ۱۳/۱۴ | ۱۲/۴۹ | ۱۳/۲۷ |
| سال | ۱۳۹۹ | ۱۴۰۰ | ۱۴۰۱ | ۱۴۰۲ | ۱۴۰۳ | ۱۴۰۴ |
| پیش‌بینی تقاضای حمل و نقل ریلی | ۱۴/۱۶ | ۱۵/۰۴ | ۱۵/۷۱ | ۱۶/۲۰ | ۱۶/۸۵ | ۱۷/۵۰ |

مأخذ: یافته‌های پژوهش




**شکل ۱. نمودار تقاضای واقعی و پیش‌بینی شده حمل ونقل ریلی مواد معدنی**

**جدول ۹. تناژ بار حمل شده در بخش حمل و نقل ریلی گل‌گهر از مبادی مختلف**

| نوع بار | مقصد | ظرفیت(تن) | تقاضا بالقوه |
|---|---|---|---|
| گندله | ذوب آهن | ۳۳۴۰۴ | ۵۱۵۵۶۳۳۷ |
| | سرمایه گذاری -کاوه | ۲۳۶۴۰۵ | ۳۷۴۸۷۴۱۷۲۵ |
| | فولاد خراسان | ۷۷۲۶۷۵ | ۵۷۴۵۳۱ |
| | فولاد کاوه جنوب | ۴۳۵۹۵۰ | ۸۵۷۰۹۱ |
| | فولاد مبارکه | ۷۸۹۵۴۲ | ۷۶۱۹۹۵۵۳۴ |
| | فولاد هرمزگان | ۱۶۸۲۲۳۷ | ۲۱۴۳۹۵۱۶۶ |
| دانه بندی | انبارهای بندرعباس | ۲۷۹۵۰ | ۹۴۶۵۶ |
| کنسانتره | فولاد خوزستان | ۱۳۹۲۴۴۵۳ | ۲۵۸۶۸۰۴۸۰۷ |
| | فولاد مبارکه | ۹۶۸۹۳۸ | ۴۲۳۰۱۲۲۱۵ |

مأخذ: یافته‌های پژوهش

## بحث و نتیجه‌گیری

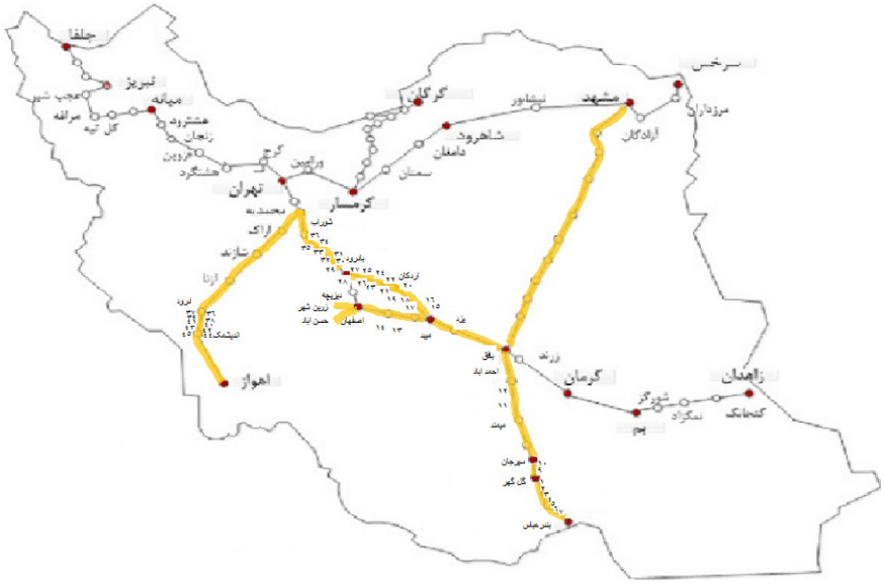
معدن گل‌گهر با تولید کنسانتره، گندله، فولاد و آهن اسفنجی در حال حاضر بیشترین ارزش افزوده منطقه را در زنجیره تولید کسب می‌نماید و به عنوان منطقه‌ای پیشرو در تولید سنگ آهن و فولاد مطرح می‌شود. به طوری‌که، منطقه معدنی و صنعتی گل‌گهر با در اختیار داشتن پتانسیل‌های مهم از جمله: وجود معادن گسترده سنگ آهن، دسترسی به راه‌های ارتباطی، نزدیکی به دریاهای آزاد و تأمین بخش عمده‌ای از زیرساخت‌های لازم و به مدد تدوین چشم انداز گل‌گهر امید دارد بتواند نقش موثری در دستیابی ایران اسلامی به برنامه مدون ۱۴۰۴ داشته باشد. روند افزایشی تقاضای

حمل و نقل ریلی مواد معدنی بدست آمده از مدل ANN که در جدول (۸) مشاهده می‌شود، خود دلیلی گویا بر این مهم است. با توجه به یافته‌های این پژوهش ملاحظه می‌گردد که حجم تردد در مسیرهای مورد مطالعه بالا است که می‌تواند در حالت کلی به منزله اهمیت این معدن در توسعه اقتصادی استان کرمان تلقی گردد. مطالعات انجام شده حاکی از افزایش تولید منطقه در سال‌های آتی است، چنانچه درصد زیادی از تولیدات در منطقه مصرف و باقیمانده آن جهت تأمین نیازهای صنایع مختلف به مقاصد مختلف صادر می‌گردد. پیش‌بینی می‌گردد درصد زیادی از تولیدات به دلیل نبود امکانات و ناوگان لازم انتقال نیابد و یا بایستی مدت زمان طولانی‌تری را در انتظار رسیدن به مقصد سپری نماید. بنابراین، افزایش تولید و رشد درآمد، گسترش سهم حمل و نقل ناوگان ریلی را به وجود می‌آورد و از آنجا که بخش اعظم مسافرت‌های ریلی، چه در سفرهای برون‌شهری و چه حومه‌ای در رابطه با کسب و کار و فعالیت‌های اقتصادی است؛ می‌توان چنین اظهار کرد که یکی از دلایل رشد کند توسعهٔ منطقه عدم توجه به مساله حمل ونقل ریلی است. از سویی دیگر بار موجود در معادن گل گهر جهت رسیدن به مقصد بایستی مسیرهای مختلفی را طی کند؛ هرچند که این تحلیل با توجه به یکسان نبودن ارزش کالای تولیدی درون مقاصد مختلف را نمی‌توان عمومیت داد اما چنین وضعیتی بیانگر آن است که وضعیت موجود نه تنها مطلوب نیست، بلکه می‌تواند در مواردی هزینه‌های بیشتری مانند زمان را در برگیرد. با نگاهی اجمالی به جدول (۹) که میزان تقاضای حمل بار و ظرفیت مقاصد مشخص شده است متوجه خواهیم شد که در حال حاضر ظرفیت مسیر گل‌گهر- فولاد خراسان دارای مازاد ظرفیت است؛ به عبارتی تقاضای بالقوه حمل بار از ظرفیت فعلی کمتر است که در این مطالعه به مسیرهای مشابه این مسیر، مسیرهای غیربحرانی اطلاق می‌گردد. این در حالیست که تقاضای حمل بار موجود در سایر مبادی بارگیری بیشتر از ظرفیت موجود است و شبکه ریلی فعلی پاسخگوی تقاضای بالقوه نیست؛ در این شرایط گلوگاه ظرفیتی به وجود می‌آید که در این مطالعه به مسیرهای دارای این گلوگاه‌ها مسیر بحرانی گفته می‌شود. از این‌رو، در این پژوهش شش مسیر بحرانی مورد بررسی قرار گرفته‌اند. به منظور روشن شدن موضوع، در زیر به شناخت مسیرهای مختلف و راهکارهای رفع آن پرداخته شده است.

**جدول ۱۰. شناخت مسیرهای بحرانی پژوهش حاضر**

| مسیر | طول مسیر (کیلومتر) | ظرفیت (تن) |
|---|---|---|
| مسیر بافق- بندرعباس | ۶۱۵ | ۱۰۵۰۰۰۰۰ |
| بافق_ میبد | ۱۷۷ | ۱۶۹۲۴۴۰۲ |
| میبد _ دیزیچه | ۲۵۶ | ۹۷۴۸۳۷۰ |
| اردکان- بادرود | ۲۴۰ | ۱۲۶۶۳۱۵ |
| بادرود - شوراب | ۱۲۸ | ۱۴۹۸۴۵۰۸ |
| دورود- اندیمشک | ۷۳ | ۱۵۱۹۵۰۹۴ |

مأخذ: یافته‌های پژوهش




**شکل ۲. نقشه مسیرهای مورد مطالعه**

از آنجا که تجربه سال‌های اخیر بر این مهم دلالت دارد که برای افزایش جابجایی بایستی ظرفیت را افزایش داد، احداث خطوط (اصلی و فرعی) راه‌آهن منطقه گل گهر به مقاصد مختلف با توجه به اهمیت منطقه در بلندمدت توصیه می‌گردد. از اینرو، با توجه به توسعه و رشد شهرستان از نظر صنایع مستقیم و جانبی معدنی، وجود منطقه ویژه اقتصادی، گل گهر و سرچشمه و حدود بیش از ۸۰۰۰ کامیون بار، فاصله ۳۰۰ کیلومتر با آب‌های بین‌المللی خلیج فارس، وجود آب‌وهوای معتدل با فاصله ۱۲۰ کیلومتر از هوای گرم، عبور جاده ترانزیتی اصلی راه آهن و راه شوسه از سیرجان و همچنین تولید محصولات پسته و واردات و صادرات انواع کالاهای مصرفی و صادراتی، امکانات موجود پاسخگو نیست. لذا حال که نیازمند پیشرفت راه‌آهن تحت تأثیر تقاضا و رقابت با سایر روش‌های حمل‌ونقل و همچنین پیمودن راه توسعه و نوگرایی این سیستم در رابطه با افزایش سرعت، کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل، افزایش ایمنی و راحتی و ارائه خدمات بهتر هستیم جا دارد تا متولیان مربوطه بکوشند ظرفیت‌های بالقوه این حوزه را در بلندمدت بالفعل کرده و از این پس شاهد تحولات عظیم‌تری در حوزه حمل‌و نقل ریلی باشیم. به طوری که براساس یافته‌های این تحقیق ملاحظه می‌گردد جهت تشخیص انتخاب روش حمل با توجه به زمان بایستی با احتیاط عمل کرد. از این‌رو به دلیل عدم وجود امکانات ریلی و خطوط فرعی در تمامی نواحی مورد تقاضا، ملاحظه می‌شود که در حال حاضر صرفاً می‌توان به راهکارهای پیشنهادی در کوتاه مدت بسنده نمود اما پس از ایجاد امکانات سایت و استفاده از تمامی خطوط فرعی اولویت با احداث خطوط ریلی است. بنابراین، با توجه به پتانسیل‌های موجود به منظور دستیابی به اهداف استراتژیک چشم انداز راهکارهای زیر پیشنهاد می‌گردد:

- در اولویت قرار دادن مسیرهای تعیین شده جهت بازگشایی ایستگاه‌های اضطراری.
- توسعه کمی و کیفی و طراحی مناسب ایستگاه‌ها که از طرفی موجبات ایجاد اطمینان از حرکت قطارها را فراهم نماید و از سوی دیگر ابعادی متناسب با تقاضا داشته باشد.
- افزایش ناوگان ریلی.

- توجه به سرمایه‌گذاری و حرکت به سمت خصوصی‌سازی.
- نوسازی ساختار اداری و تشکیلاتی موجود راه آهن جهت افزایش کارایی و اشتغال‌زایی.
- بهینه نمودن فرآیند تشکیل و اعزام و کنترل قطارها.
- ایجاد شبکه حمل و نقل ریلی مناسب برای توسعه فولاد بعنوان هدف اصلی و پاسخگویی نیازهای حمل ونقلی آتی بعنوان هدف فرعی.
- احداث خطوط راه‌آهن جدید، چنانچه بار بتواند از مبدأ به صورت مستقیم به مقصد منتقل شود.

## یادداشت‌ها

1.Craft
2. Fisher
3. Groen
4. Ramamahan and Inseriraman
5. John Keynes
6. Fitzroy and Smith
7. Couto and Maia
8. Burge
9. NPC
10. Delsaut
11. Sowjanya
12. Crisp
13. Vaezi and Verma
14. McCarthy and Zhai
15. Kamandanipour
16. Gallen and Winston
17. Bajtaji

## منابع


اثنی‌عشری، ابوالقاسم؛ پورکاظمی، محمدحسین؛ ابوالحسنی هستیانی، اصغر و لطفی مزرعه‌شاهی، احمد. (۱۳۹۲). اثر نااطمینانی در بازدهی سرمایه بر رشد اقتصادی؛ مطالعه موردی ایران. *پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، ۱۲، ۸۸-۷۵.

اسکونژاد، محمدمهدی. (۱۳۷۰). پروژه برقی کردن تمامی خطوط شبکه راه آهن. پروژه تحقیقاتی، مرکز مطالعات راه آهن.

افشارپور، مهلا. (۱۳۹۲). بررسی تأثیر توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل بررشد اقتصادی استان‌های ایران. *پایان نامه کارشناسی ارشد علوم اقتصادی*، دانشگاه سیستان و بلوچستان.

افندی‌زاده، شهریار؛ مومن‌پور، ایمان؛ ناصری علوی، میرپویا. (۱۳۹۳). تحلیل تقاضای سفر با رویکرد به مدل شبکه عصبی و روش رگرسیون، بررسی موردی محور خلخال- اردبیل. *چهاردهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک*.

بازدار اردبیلی، پریسا؛ پژمان‌زاد، پیمان. (۱۳۸۷). کاربرد سیستم تقاضای تقریباً ایده‌آل در تحلیل تقاضای حمل و نقل ریلی برای خانوارهای شهری و روستایی کشور. *دهمین همایش کنفرانس حمل و نقل ریلی*.

بازدار اردبیلی، پریسا؛ گنجی زهرایی، هادی؛ پژمان‌زاد، پیمان. (۱۳۹۷). بررسی ترانزیت در بخش حمل و نقل ریلی کشور با استفاده از مدل جاذبه. *حمل و نقل*، ۵۶، ۲۶۳-۲۵۳.

پورمعلم، ناصر؛ شریفی، یاسر. (۱۳۸۸). ارائه یک مدل جدید برای برآورد تقاضای حمل‌ونقل ریلی با استفاده از روش اقتصادسنجی. *یازدهمین همایش کنفرانس حمل و نقل ریلی*.

حمزه‌ای، کاظم. (۱۳۹۷). تلفیق شبکه عصبی و AHP جهت تخمین تقاضای انرژی بخش حمل نقل ریلی در ایران در شرایط عدم قطعیت. *پایان نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه یزد، پردیس فنی و مهندسی- گروه مهندسی صنایع.

دارم، علی. (۱۳۹۹). شناسایی و اولویت بندی موانع اصلی جذب بار درصنعت حمل و نقل ریلی. *پایان نامه کارشناسی ارشد*، موسسه آموزش عالی نقش جهان - اصفهان، گروه مهندسی صنایع.

دهشیری، محمدعلی؛ شکرگذار، مهدی؛ خدایی، علی. (۱۳۹۳). مدل‌سازی پیش‌بینی عرضه و تقاضا در حمل و نقل با استفاده از پارامترهای هوش مصنوعی. *چهاردهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک*.

رحیمی، امیرمسعود؛ طلایی، علی‌اصغر. (۱۳۸۷). برآورد الگوی تقاضای مسافر در شبکه راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران. *دهمین کنفرانس حمل و نقل ریلی*.

رحیمی، امیرمسعود؛ ولی‌زاده، اباذر. (۱۳۸۷). طراحی مدل پیش‌بینی تقاضای حمل مواد معدنی در شبکه راه‌آهن سراسری ایران. *دهمین کنفرانس حمل و نقل ریلی*.

عیدانی، مصطفی. (۱۳۷۱). برآورد تقاضای بارومسافر از طریق راه آهن جمهوری اسلامی ایران. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه تهران.

گسکری، ریحانه؛ اقبالی، علی‌رضا؛ عیدانی، مصطفی. (۱۳۸۳). برآورد تابع تقاضای حمل‌ونقل ریلی در ایران. *تحقیقات اقتصادی دانشگاه تهران*، ۶۹، ۱۲۸-۱۰۹.

فتحی، محمدرضا؛ ملکی، محمد حسن.(۱۳۹۷). آینده پژوهی سرمایه‌گذاری و تامین مالی در صنعت حمل و نقل ریلی ایران (بخش ماشین آلات و تجهیزات). *آینده پژوهی مدیریت*، ۱۱۳، ۵۳-۳۳.

مهدیزاده، سجاد. (۱۳۸۱). برآورد وتحلیل تابع تقاضای خدمات ریلی درایران، *پایان نامه کارشناسی ارشد*، دانشگاه آزاد واحد تهران مرکزی.

مهندسین مشاورنظم آوران. (۱۳۶۹). بررسی تحلیلی عملکرد راه آهن جمهوری اسلامی ایران.

نظری، محسن؛ حسنقلی پور، طهمورث؛ کمرخانی، حبیب؛ اسفیدانی، محمدرحیم. (۱۳۹۸). آسیب شناسی توسعه ترانزیت چندوجهی از طریق ایران و ارایه چارچوب بهبود آن (تحلیل در سه حوزه حمل و نقل دریایی، جاده‌ای و ریلی). *حمل و نقل*، ۶۰، ۱۵۷-۱۴۱.

ولی‌زاده، رضا؛ آقامحمدی، آرزو؛ ضرغامی، سعید. (۱۳۹۳). ارزیابی تقاضای مشتق شده حمل و نقل در برنامه‌ریزی حمل و نقل مدرن. *چهاردهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک*.

## References

Afsharpour, M. (2013). Investigating the impact of transportation infrastructure development on the economic growth of Iranian provinces. *Master Thesis in Economics*. University of Sistan and Baluchestan [In Persian].

Asna Ashri, A., Pourkazemi, MH., Abolhassani Hastiani, A., Lotfi Mazrae Shahi, A. (2013). The effect of uncertainty on return on capital on economic growth; Case study of Iran. *Economic Growth and Development Research*, 12, 88-75 [In Persian].

Bajtaji, B. (2005) .*Economics Analysis of Panel Data* . John Wiley and Sons, ltd, Third Edition.

Bazdar Ardabili, P., Pejmanzadeh, P. (2008). Application of an almost ideal demand system in rail transportation demand analysis for urban and rural households. *10th Conference on Rail Transportation Conference* [In Persian].

Bazdar Ardabili, P., Ganji Zahraei, H., Pejmanzadeh, P. (2018). Investigation of transit in the country's rail transport sector using the gravity model. *Journal of Transportation*, 56, 263-253 [In Persian].

Burge, P., Roher, Ch. and Woo Kim, Ch. (2012) Modelling demand for long-distance. *Transportation Research Part d*, 1-91.

Couto, A., Luis, M. (2009). The demand for rail freight transportation in Europe. Website: *http://www.docstoc.com/docs/21510283/the-de-mand-for-rail-freight-transport-in-europe.*

Darm, Ali. (2020). Identify and prioritize the main barriers to cargo absorption in the rail transport industry. *Master Thesis*. Naghshe Jahan Higher Education Institute - Isfahan, Industrial Engineering Group.

Dehshiri, MA. Shokrgozar, M., Khodai, A. (2014). Modeling supply and demand forecasts in transportation using artificial intelligence parameters. *14th International Conference on Transportation and Traffic Engineering* [In Persian].

Delsaut, M. (2013). The Effect of Fuel Price on demands for road and rail travel: An application to the French case. *International Conference Transport on European*, 177-178.

Efendizadeh, Sh., Momenpour, I and Naseri Alavi, M. (2014). Analysis of travel demand with an approach to neural network model and regression method, a case study of Khalkhal-Ardabil axis. *14th International Conference on Transportation and Traffic Engineering* [In Persian].

Eidani, M. (1992). Estimation of passenger cargo demand through the railways of the Islamic Republic of Iran. *Master Thesis.* University of Tehran [In Persian].

Fathi, MR., Maleki, MH. (2018). Investment and financing futures research in Iran's rail transportation industry (machinery and equipment sector). *Management Futures Research Quarterly*, 113, 33-53 [In Persian].

Fitzory, F., Smith, I. (1998). International Railway Economics. *India Press*, 297-310.

Gallen, T., Winston, C. (2021). Transportation capital and its effects on the U.S. economy: A general equilibrium approach. *Journal of Macroeconomics*, 69.

Gaskari, R., Eghbali, AR., Eidani, M. (2004). Estimation of rail transportation demand function in Iran. *Journal of Economic Research*, University of Tehran, 69, 109-128 [In Persian].

Hamzehe, K. (2018). Combining neural network and AHP to estimate the energy demand of the rail transport sector in Iran in conditions of uncertainty. *Master Thesis*. Yazd University, Technical and Engineering Campus- Department of Industrial Engineering [In Persian].

Jenkis, H., Abbie, M., Everest, J.J, Pauley, N.J. (1981). Rail and travel between London ans Scotland: Analsis of methods. *TRR Report*, 978, 116, 978-999.

Kamandanipour, K., Nasiri, M,M,, Konur, D,, Haji Yakhchali, S. (2020). Stochastic data-driven optimization for multi-class dynamic pricing and capacity allocation in the passenger railroad transportation. *Expert Systems with Applications*, Vol: 158.

Mehdizadeh, S. (2002). Estimation and analysis of rail service demand function in Iran, *Master Thesis*. Azad University Central Tehran Branch [In Persian].

McCarthy, M., Zhai, Z. (2019). Economic impact analysis of GDOT short line railroad infrastructure investment in Georgia. *Research in Transportation Economics, 77.*

Nazari, M., Hassan Gholipour, T., Kamarkhani, H and Esfidani, MR. (2019). Pathology of multidimensional transit development through Iran and providing a framework for its improvement (analysis in three areas of maritime transport, road and rail). *Journal of Transportation*, 60, 141-157 [In Persian].

NPC. (2012). Rail transportaion demand. Working document of the NPC Future Transportation Fuels Study, 1-18

Pourmoallem, N., Sharifi, Y. (2009). Presenting a new model for estimating rail transportation demand using econometric method. *Eleventh conference of rail transportation conference* [In Persian].

Rahimi, A.M., Talaei, A.A. (2008). Estimation of passenger demand pattern in the railway network of the Islamic Republic of Iran. *10th Rail Transport Conference* [In Persian].

Rahimi, AM., Walizadeh, A. (2008). Designing a model for forecasting the demand for mineral transportation in the national railway network of Iran. *10th Rail Transport Conference* [In Persian].

Regulatory Consulting Engineers. (1990). *Analytical study of the performance of the railways of the Islamic Republic of Iran* [In Persian].

Sowjanya, T., Ravi, S. (2014). Travel demand modelling for a metropolitan city. *International Conference on Recent Trends and Challenges in Civil Engineering*, 19-40.

Skunjad, MM. (1991). Electrification project of all railway network lines. *Research project*, Railway Studies Center.

Vaezi, A., Dalalb, J., Vermac, M. (2020). Designing emergency response network for rail hazmat shipments under uncertainties: Optimization model and case study. Safety Science, 141, 105332 [In Persian].

Vaezi, A., Verma, M. (2018). *Railroad transportation of crude oil in Canada: Developing long-term forecasts, and evaluating the impact of proposed pipeline projects*. Journal of Transport Geography, Vol: 69, 98-111 [In Persian].

Valizadeh, R., Agha Mohammadi, A., Zarghami, S. (2014). Evaluating Derivative Demand for Transportation in Modern Transportation Planning. *14th International Conference on Transportation and Traffic Engineering* [In Persian].