

تعیین علیت غیر خطی بین حمل و نقل زمینی شهری و غیر شهری و رشد اقتصادی با روش شبکه عصبی موجک (مطالعه موردی: ایران)

علی حسین صمدی
دانشیار اقتصاد بخش عمومی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

جعفر قادری*
استادیار اقتصاد شهری و منطقه‌ای، دانشکده اقتصاد، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

زهور نژاد حلافی
کارشناسی ارشد اقتصاد شهری و منطقه‌ای، دانشکده اقتصاد، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۲۶ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۰۱

چکیده: در چند دهه اخیر، ارتباط بین زیرساخت‌های اقتصادی و به ویژه بخش حمل و نقل با رشد اقتصادی، موضوع مطالعه بسیاری از پژوهشگران در اقتصادهای مختلف بوده است. کشور ایران با توجه به موقعیت ویژه جغرافیایی، به لحاظ امکانات حمل و نقل، دارای مزایای بسیاری است و پل ارتباطی بسیاری از کشورها می‌باشد. در این مطالعه با استفاده از داده‌های فصلی طی دوره ۹۱-۱۳۷۱، رابطه بین حمل و نقل زمینی، رشد اقتصادی، تشکیل سرمایه و نیروی کار، بررسی شد. اطلاعات مورد نیاز، از آمارهای بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و سالنامه‌های آماری مرکز آمار، استخراج شدند. مهم‌ترین تفاوت این مطالعه نسبت به سایر مطالعات پیشین، استفاده از روش شبکه عصبی موجک و رویکرد غیر خطی در تبیین ارتباط بین متغیرهای مورد بحث می‌باشد. نتایج آزمون رابطه علّیت بین متغیرها حاکی از وجود رابطه علّیت از حمل و نقل زمینی به رشد اقتصادی می‌باشند.

واژگان کلیدی: رشد اقتصادی، حمل و نقل، شبکه عصبی، علّیت، کشور ایران

طبقه‌بندی JEL: R41, C2, R11, N95

فصلنامه علمی - پژوهشی

اقتصاد و مدیریت شهری

شاپا: ۲۳۴۵-۲۸۷۰

نماینده در SID, Econbiz, ISC,

Ensani, Magiran, Noormags

Civilica, RICEST

www.Iueam.ir

سال چهارم، شماره چهاردهم، صفحات ۱۱۳-۱۰۱

بهار ۱۳۹۵

* مسئول مکاتبات: jghaderi@rose.shirazu.ac.ir

۱- مقدمه

امروزه بخش حمل و نقل، از جمله بخش‌های زیربنایی هر جامعه است که علاوه بر تحت تأثیر قرار دادن فرایند توسعه اقتصادی، در جریان توسعه نیز دچار تغییر و تحول می‌شود. ایران، پل ارتباطی آسیا-اروپا و شمال-جنوب است و به لحاظ موقعیت جغرافیایی می‌تواند نقش کلیدی در نقل و انتقال کالا از طریق حمل و نقل جاده‌ای (زمینی و ریلی)، هوایی و دریایی ایفا کند. به همین منظور پس از جنگ تحمیلی، تلاشی همه‌جانبه و سرمایه‌گذاری عظیمی در توسعه شبکه ارتباطات و حمل و نقل کشور به عمل آمده تا بتواند امکانات ترابری خود را در اختیار کشورهای منطقه قرار دهد و در عرصه بین‌المللی صدور خدمات ترانزیت کالا، جایگاه شایسته خود را بیابد.

از دیرباز، دادوستد در مرکز تمامی اقتصادها قرار داشته و مانند قلب یک اقتصاد عمل کرده است. افراد، زمان و ایده‌های خود را به منظور دستیابی به پول، مبادله می‌کنند و همچنین از این پول برای به دست آوردن کالا و خدمات استفاده می‌کنند. بنگاه‌ها فن‌آوری، تخصص، توان مالی، کالاهای واسطه‌ای، عوامل اجرایی و بسیاری از موارد دیگر را به صورت انفرادی با بنگاه‌های دیگر و با دولت، مبادله می‌کنند. تمامی این معاملات، نیاز به ارتباطات دارند و اغلب نیاز به حمل و نقل کالا و افراد به منظور کار، خرید، استقرار گردشگران و مکان‌یابی می‌باشد. بنابراین به طور حتم می‌توان گفت، حمل و نقل برای تمامی فعالیت‌های اقتصادی، در مرکزیت قرار دارد (Smell & Verhoef, 2007). در واقع بخش حمل و نقل، نقش کلیدی در توسعه پایدار یک اقتصاد دارد. مزایا و اهمیت زیرساخت حمل و نقل در رشد اقتصادی، از دیرباز مورد توجه بسیاری از افراد بوده و به آن پرداخته شده است (Phang, 2003).

زیرساخت حمل و نقل، می‌تواند به عنوان یک عامل

مفید و مؤثر در پیش‌بینی آینده اقتصاد کشورها در بازه زمانی میان‌مدت و درازمدت، به کار گرفته شود. زیرساخت‌های حمل و نقل، یک سرمایه حیاتی و غیرقابل اغماض هستند. این بخش بر جریان‌های تجارت و مبادله کشور، تأثیر بسزایی دارد و از طرفی، عملیات ساخت و نگهداری آن، اهمیت ویژه‌ای در جذب منابع انسانی دارد (Short & Kopp, 2005). بنابراین، با توجه به مزیت‌های مهم این بخش، بررسی رابطه این بخش و رشد اقتصادی و نحوه اثرگذاری آنها بر یکدیگر، اهمیت ویژه‌ای دارد.

از این رو، این پژوهش با هدف تحلیل رابطه علیت بین این دو متغیر کلیدی، نگاشته شده است، با این تفاوت که از روشی نو برای این منظور استفاده شده و برخلاف روش‌های متداول اقتصادسنجی، سعی شده از شبکه‌های عصبی بر مبنای مفهوم علیت مطرح شده توسط گرنجر^۱ (۱۹۶۹)، مسیر علیت، بررسی شود.

۲- پیشینه تحقیق

در رابطه با حمل و نقل و جایگاه این بخش در اقتصاد، مطالعات مختلفی انجام شده است که تأثیر این بخش را بر ابعاد مختلف اقتصادی هم‌چون: توزیع درآمد، رشد اقتصادی، تجارت و ... بررسی کرده‌اند. مطالعات انجام‌شده در سطح کلان اقتصادی برخی از کشورها نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در حمل و نقل باعث رشد اقتصادی این کشورها شده و با افزودن بر بازدهی اجتماعی در سرمایه‌گذاری‌های خصوصی، موجبات سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های حمل و نقل را فراهم آورده است؛ بنابراین، یک مسیر دوطرفه بین این دو متغیر وجود دارد که رشد یکی باعث رشد دیگری می‌شود و برعکس. در ادامه به بررسی تعدادی از

تعیین علیت غیرخطی بین حمل‌ونقل زمینی شهری و غیرشهری و ... / علی‌حسین صمدی، جعفر قادری، زهور نژاد خلایق — ۱۰۳

مطالعات انجام‌شده داخلی و خارجی که در حوزه بخش حمل‌ونقل و رشد اقتصادی انجام شده‌اند می‌پردازیم.

الف) پژوهش‌های خارجی

در میان مطالعات خارجی نیز در چند دهه اخیر توجه زیادی به بحث زیرساخت‌ها و تأثیر سرمایه‌گذاری‌های عمومی و رابطه آن با رشد اقتصادی شده است. مطالعه آشور^۱ (۱۹۸۹) و مونل^۲ (۱۹۹۰) از مهم‌ترین مطالعات در این زمینه می‌باشند که در اکثر مطالعات به آنها اشاره شده است. در این دو مطالعه، با قرار دادن سرمایه عمومی در تابع تولید و با استفاده از داده‌های سری زمانی، به رابطه قوی بین متغیرهای سرمایه‌گذاری عمومی در زیرساخت و تولید بخش خصوصی رسیدند. مونل، به کشش مثبت برای سرمایه‌گذاری نیز دست یافت.

آشور (۱۹۸۹) نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری زیربنایی نظیر: احداث بزرگراه، جاده، فرودگاه، کریدور ترانزیت و سایر هزینه‌های دولتی، مؤثرترین عامل برای ارتقای بهره‌وری بخش خصوصی در ایالات متحده در دوره زمانی ۱۹۸۵-۱۹۴۵ محسوب می‌گردد.

مطالعات استرلی و ربلو^۳ (۱۹۹۳)، ملیر و روسک^۴ (۱۹۷۷) و دواراجان^۵ و همکارانش (۱۹۹۶) نیز از مطالعات مهم دیگر در این زمینه به شمار می‌آیند. این پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که سرمایه‌گذاری در حمل‌ونقل و ارتباطات، به‌عنوان محرکی برای رشد اقتصادی هستند. بخش حمل‌ونقل و ارتباطات با کاهش هزینه‌ها، نقش مهمی را در کاهش تفاوت‌های منطقه‌ای و بهبود رقابت‌پذیری مناطق از طریق تجارت و جابه‌جایی عوامل تولید، ایفا می‌کند.

حق و کیم^۶ (۲۰۰۳) در تحقیقی، از دو روش تخمین سنتی (متغیرهای ابزاری) و ترکیبی (ضرایب ثابت و تصادفی) استفاده کردند و به بررسی ارتباط علی میان سرمایه‌گذاری دولتی در بخش حمل‌ونقل و ارتباطات و رشد اقتصادی کشورهای^۷ در حال توسعه طی دوره ۸۷-۱۹۷۰ پرداختند. براساس نتایج این تحقیق، ضریب وقفه اول تفاضل سرمایه‌گذاری عمومی در بخش حمل‌ونقل و ارتباطات، منفی و معنادار و ضریب وقفه دوم آن، مثبت و از لحاظ آماری، بی‌معنا بوده است و سرمایه‌گذاری دولتی در بخش حمل‌ونقل و ارتباطات، علت گرنجری رشد اقتصادی هستند.

فدریک^۸ و همکارانش (۲۰۰۶) رابطه درازمدت بین سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های اقتصادی و رشد اقتصادی برای سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۷۵ در جنوب آفریقا را با کاربرد روش‌های هم‌جمعی و تصحیح خطای برداری (VECM)^۹ بررسی کردند. در این مطالعه، از رشد میزان کالاهای جابه‌جا شده و خدمات ارائه شده توسط زیرساخت‌های مختلف (راه‌آهن، جاده، حمل‌ونقل هوایی، مخابرات، برق) در مقابل رشد محصول ناخالص داخلی استفاده شد. مهم‌ترین نتیجه به‌دست آمده، وجود رابطه قوی مستقیم و غیرمستقیم از بخش زیرساخت‌ها به رشد اقتصادی و وجود رابطه ضعیف از رشد اقتصادی به زیرساخت‌ها بوده است.

پرادهان و باگچی^{۱۰} (۲۰۱۳) با استفاده از روش تصحیح خطای برداری برای کشور هندوستان در بازه زمانی ۲۰۱۰-۱۹۷۰ رابطه بین تشکیل سرمایه، رشد اقتصادی و بخش حمل‌ونقل را بررسی کردند. نتیجه مطالعه این محققان، حاکی از وجود علیت دوطرفه بین

6- Haque and Kim

۷- در این مطالعه، ۱۵ کشور در حال توسعه مورد مطالعه قرار گرفتند.

8- Fedderke

9- Vector Error Correction Method

10- Pradhan and Bagchi

1- Aschauer

2- Munnell

3- Easterly and Rebelo

4- Miller and Russek

5- Devarajan

حمل و نقل زمینی و رشد اقتصادی، حمل و نقل زمینی و تشکیل سرمایه و رشد اقتصادی و تشکیل سرمایه بود. بسیاری از اقتصاددانان، علت نتایج متناقض پیرامون شواهد تجربی را ناشی از دوره زمانی کشورهای مورد مطالعه و استفاده از رویکردهای متفاوت اقتصادسنجی می دانند.

ب) پژوهش های داخلی

رضایی ارجرودی و تسیجی (۱۳۸۷) در مطالعه ای به تعیین میزان توضیح دهندگی تغییرات متغیر ارزش افزوده بخش حمل و نقل بر رشد اقتصادی با استفاده از روش تجزیه خطای پیش بینی پرداختند و چگونگی آثار تکانه های مختلف بخش حمل و نقل بر رشد اقتصادی طی سال های ۱۳۸۳-۱۳۵۰ را بررسی کردند. نتایج این مطالعه حاکی از آن هستند که بخش حمل و نقل، تأثیر مثبتی بر رشد اقتصادی دارد، اما این تأثیر مثبت، ضعیف است؛ این نتیجه بیانگر توسعه نیافتگی بخش حمل و نقل می باشد. از دیدگاه این محققان، سرمایه گذاری در بخش حمل و نقل نه تنها سبب تقویت بازار در جهات مختلف شده، بلکه سبب پیدایش زمینه های گوناگون اشتغال و گسترش استفاده هر یک از افراد جامعه از کالاهای تولیدی شده و همچنین قدرت تولیدی جامعه را افزایش می دهد. بابازاده و همکارانش (۱۳۸۷)، در مطالعه ای با عنوان «تأثیر سرمایه گذاری در بخش حمل و نقل بر رشد اقتصادی در ایران»، به بررسی رابطه سرمایه گذاری دولت در بخش حمل و نقل و رشد اقتصادی در ایران با استفاده از روش هم جمعی طی دوره زمانی ۸۴-۱۳۳۸ پرداختند. نتایج این مطالعه حاکی از آن هستند که سرمایه گذاری در بخش حمل و نقل، در درازمدت و کوتاه مدت، تأثیر معنی داری بر رشد اقتصادی داشته است.

مهرگان و دهقانی احمدآبادی (۱۳۸۹) در مطالعه ای، به بررسی تأثیر رشد اقتصادی بخش حمل و نقل بر توزیع درآمد در ایران در سال های ۱۳۸۴-۱۳۴۸

پرداختند. نتایج مطالعه حاکی از این مسأله بودند که بخش حمل و نقل، توأم با کاهش نابرابری بوده است. در این مطالعه، موقعیت استراتژیک ایران به عنوان پتانسیل بالقوه ای در بهبود توزیع درآمد، مطرح شده است که قادر به کاهش شکاف درآمدی شهری و روستایی است.

۳- مبانی نظری

همواره در ادبیات رشد اقتصادی، منافع و اهمیت زیربنایی بخش حمل و نقل، مورد توجه قرار گرفته است. مخارج سرمایه گذاری در بخش حمل و نقل، به عنوان محرکی از طرف تقاضا به رشد اقتصادی و تشکیل مناطق ویژه اقتصادی مطرح می شود. در ادامه، تأثیر متقابل بخش حمل و نقل و رشد اقتصادی توضیح داده شده است.

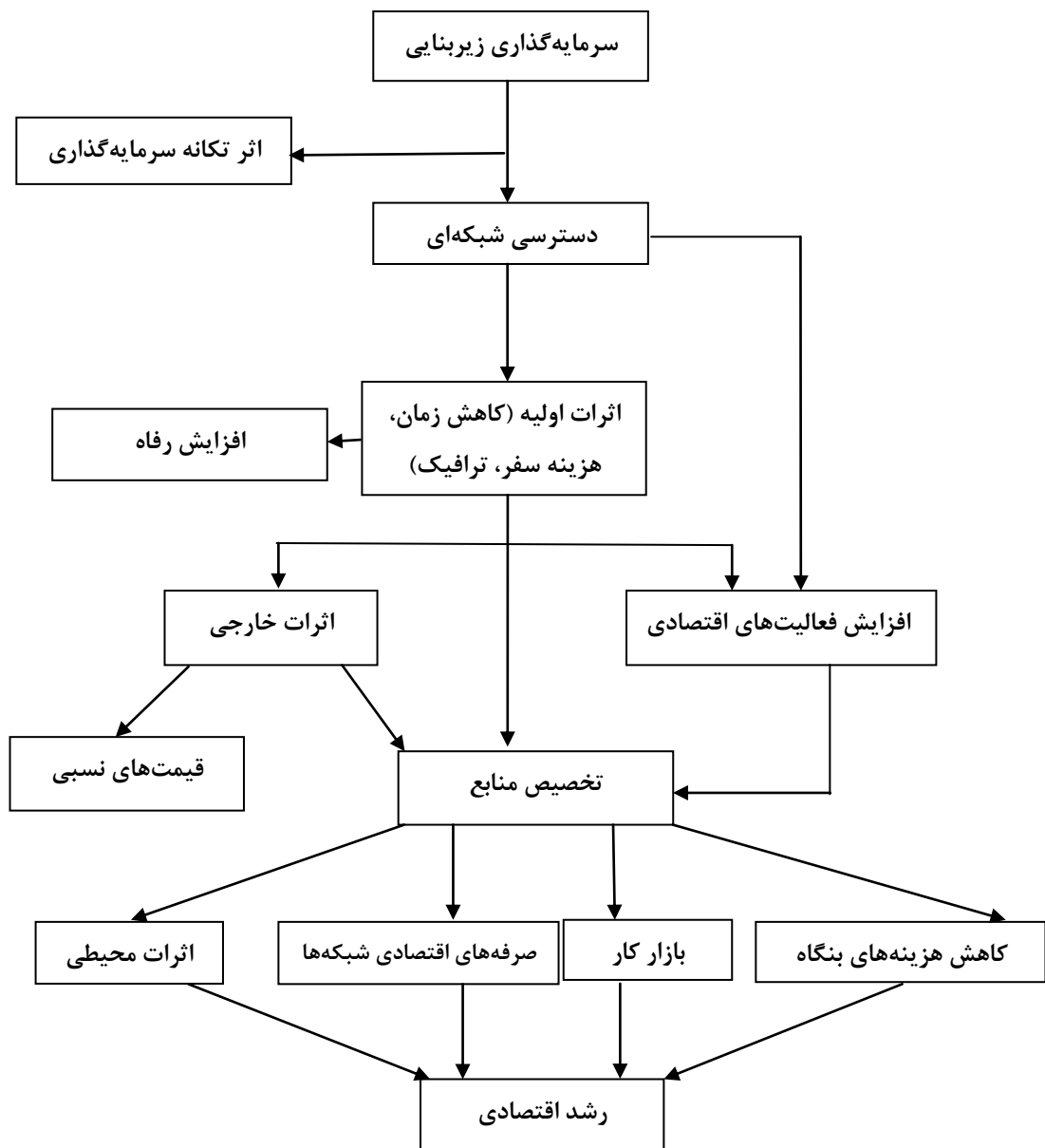
اثرگذاری بخش حمل و نقل بر رشد اقتصادی

حمل و نقل زمینی، مانند سایر زیرساخت های حمل و نقل می تواند رشد اقتصادی را از طریق تغییر تقاضای کل تحت تأثیر قرار دهد؛ برای مثال می تواند تقاضای نهاده های واسطه ای از دیگر بخش ها را ایجاد کند و آن را افزایش دهد و نیز اثرات چندگانه ای را در اقتصاد به وجود آورد (Pradhan & Bagchi, 2013). رشد زیرساخت زمینی حمل و نقل می تواند از راه هایی هم چون: افزایش سرمایه گذاری، بهبود کیفیت موجودی سرمایه توسط ساخت بزرگراه های جدید و فرودگاه ها، بهبود در مصرف مؤثر یا ارتقای کارایی در مصرف نظیر: ایجاد ظرفیت های اضافی موجود سرمایه زیربنایی، بهینه سازی سازمان های حمل و نقل و تغییر هزینه های مصرفی سوخت، موجب افزایش رشد اقتصادی شود.

برچمن^۱ (۲۰۰۱) منافع بیشتری نسبت به منافع مستقیم و اولیه حمل و نقل را مورد توجه قرار داد که از جمله می توان به ارتقای دسترسی به عوامل تولید و افزایش توان عملیاتی، اشاره کرد. در شکل ۱، مزایای

نتیجه ترکیبی این‌گونه اثرات در رشد اقتصادی بالاتر که به‌صورت تغییرات اشتغال، تولید و بهره‌وری اندازه‌گیری می‌شود، نمایان خواهد شد. در مقابل، در صورت نبود چنین اثرات خارجی، منافع حمل‌ونقل تنها در قالب نوعی از سرمایه‌گذاری شکل می‌گیرد.

اولیه رشد که به وجود اثرات خارجی در بازارهای مختلف وابسته است، نشان داده شده است. دلیل اصلی این رشد ناشی از تخصیص منابع در اقتصاد می‌باشد که به‌طور نوعی، مبتنی بر صرفه‌های اقتصادی، حجم، وسعت، انباشتگی و تراکم شبکه‌های حمل‌ونقل، شکل می‌گیرد و



شکل ۱- رابطه بین سرمایه‌گذاری زیربنایی در بخش حمل‌ونقل و رشد اقتصادی

منبع: (Banister & Berechman, 2001)

اثرگذاری رشد اقتصادی بر بخش حمل و نقل

زیرساخت‌های اقتصادی، بهره‌وری، تولید و رشد اقتصادی را متأثر می‌سازند، اما از طرف دیگر با افزایش بهره‌وری و رشد اقتصادی، میزان تقاضا و عرضه خدمات حاصل از زیرساخت‌ها، افزایش می‌یابند (Esfahani & Ramirez, 2003). تقاضای حمل و نقل و ایجاد زیرساخت با رشد اقتصادی، رشد جمعیت و افزایش شهرنشینی، افزایش می‌یابد. از طرفی، سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در مناطقی که دارای زیرساخت مناسب حمل و نقل است، افزایش می‌یابد و این زیرساخت، به نوعی سرمایه‌گذاری را افزایش می‌دهد و به این ترتیب، رشد اقتصادی را هم به دنبال خواهد داشت (Pradhan & Bagchi, 2013). رامناتا^۱ (۲۰۰۱) حمل و نقل شهری را به عنوان یک عامل مهم در بخش جاده‌ای حمل و نقل مطرح می‌کند و گسترش حمل و نقل را به دلیل افزایش رشد و شهرسازی می‌داند. طبق دیدگاه این محقق، گسترش شهرسازی، رشد جمعیت و تراکم شهرها نیاز به توسعه حمل و نقل را افزایش می‌دهد؛ بنابراین، بخش حمل و نقل در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و درازمدت، بر متغیرهای اقتصادی مانند: تولید در بخش‌های مختلف، اشتغال کل، قیمت و شاخص هزینه، اثر می‌گذارد و از رشد اقتصادی به طور متقابل، اثر می‌پذیرد. به طور حتم، تجزیه و تحلیل این ارتباط، امری پیچیده است و باید به ماهیت چندبعدی ارتباط بین حمل و نقل و رشد اقتصادی، توجه کرد.

۴- روش تحقیق

ساختار الگو

الگوی موردنظر در این مطالعه، به تبعیت از پرادهان و براگچی (۲۰۱۳) با اندکی تغییرات، برای مطالعه علّیت رشد اقتصادی و حمل و نقل زمینی و تشکیل سرمایه به صورت رابطه (۱) می‌باشد:

$$EG=f(TINF, CF, TLF) \quad (1)$$

1- Ramanathan

EG: رشد اقتصادی^۲

TINF: حمل و نقل زمینی^۳

CF: تشکیل سرمایه^۴

TLF: کل نیروی کار^۵

همان‌طور که در رابطه (۱) مشاهده می‌شود، طبق این الگو، رشد اقتصادی، تابعی از تشکیل سرمایه، حمل و نقل و نیروی کار است. در این مقاله سعی شده است رابطه علّیت بین رشد اقتصادی و زیرساخت حمل و نقل زمینی با استفاده از روش‌های غیرخطی (که دارای دقت بالایی هستند) و شبکه‌های عصبی، آزمون شود.

آزمون علّیت غیرخطی با استفاده از شبکه عصبی دسته‌بندی گروهی داده‌ها (GMDH)^۶

استفاده از شبکه‌های عصبی در پیاده‌سازی الگوریتم روش دسته‌بندی گروهی داده‌ها باعث انعطاف‌پذیری و بهینه‌سازی آن به واسطه به وجود آمدن ساختارهای شبکه‌ای متفاوت شده است. به طور کلی استفاده از این شبکه عصبی در این الگوریتم، باعث ساده‌تر و منطقی‌تر شدن تجزیه و تحلیل الگوها یا توابع جزئی به روش‌های گوناگون شده است (سلیمانی کیا، ۱۳۸۶).

به طور خلاصه مزیت‌های علّیت غیرخطی روش دسته‌بندی گروهی داده‌ها در مقابل علّیت گرنجر، به شرح زیر می‌باشند:

- عدم حساسیت به تعداد وقفه‌های متغیرها
- عدم نیاز به بررسی ایستایی متغیرها
- عدم حساسیت به تعداد وقفه‌های متغیرها
- کشف روابط غیرخطی پیچیده.

به طور کلی، علّیت روش دسته‌بندی گروهی داده‌ها، روش بسیار مناسبی برای بررسی رابطه علّیت (به مفهوم اقتصادسنجی) میان متغیرهاست که به مراتب از روش‌های

2- Economic Growth

3- Total Transport Infrastructure

4- Capital Formation

5- Total Labor Force

6- Group Method of Data Handling

تعیین علیت غیرخطی بین حمل و نقل زمینی شهری و غیرشهری و ... / علی حسین صمدی، جعفر قادری، زهور نژاد خلافی — ۱۰۷

معیار گزینش و حذف مجموعه‌ای از نرون‌ها در یک لایه، درصد مجموع مربعات خطا (r_j^2) میان مقادیر خروجی واقعی (y_i) و خروجی نرون j ام (y_{ij}^*) می‌باشد.

$$r_j^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - y_{ij}^*)^2}{\sum_{i=1}^N y_i^2} \quad (3)$$

در رابطه بالا $j \in \{1, 2, 3, \dots, C_m^2\}$ می‌باشد که در آن m تعداد نرون‌های گزینش شده در لایه قبلی است.

رابطه‌ای که در نهایت بین متغیرهای ورودی و خروجی توسط این نوع از شبکه‌های عصبی برقرار می‌شود به صورت تابع غیرخطی ولتر^۱ به صورت رابطه زیر است:

$$\hat{y} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i x_i + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \alpha_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^m \alpha_{ijk} x_i x_j x_k + \dots \quad (4)$$

نحوه کاربرد شبکه عصبی مصنوعی در آزمون علیت

به منظور تبیین رابطه علی میان دو متغیر X و Y ، ابتدا وقفه‌های این دو متغیر را تشکیل داده و به عنوان متغیرهای ورودی^۲، به شبکه روش دسته‌بندی گروهی داده‌ها می‌دهیم و سپس با استفاده از این شبکه به پیش‌بینی سطح جاری متغیرهای X و Y می‌پردازیم.

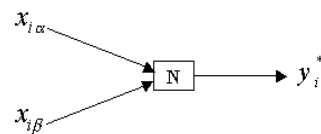
همان‌طور که در علیت استاندارد گرنجری، مقادیر جاری دو سری زمانی به‌عنوان متغیر برون‌زا در نظر گرفته می‌شوند، در این روش نیز مقادیر گذشته دو سری زمانی، به‌عنوان ورودی‌های شبکه، مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای تعیین جهت علیت از X به Y ، دو دسته ورودی برای شبکه در نظر می‌گیریم، یک دسته از ورودی‌ها شامل مقادیر گذشته X و Y هستند و دسته دیگر تنها مقادیر گذشته Y را دربر دارد. به این ترتیب، دو پیش‌بینی از متغیر خروجی به‌دست می‌آید که اولین پیش‌بینی براساس مقادیر گذشته دو سری و دومین پیش‌بینی تنها براساس مقادیر گذشته Y می‌باشد. نحوه استنتاج از این دو پیش‌بینی در تعیین مسیر علیت به این صورت است که اگر میزان خطای به‌دست آمده از الگوی اول، کم‌تر از میزان خطا در الگوی

مرسوم در اقتصادسنجی، کارایی بیشتری دارد و می‌تواند در کارهای تجربی مورد استفاده قرار گیرد (نوری، ۱۳۸۹).

ساختار شبکه عصبی از نوع روش دسته‌بندی

گروهی داده‌ها

شبکه عصبی، از نوع روش دسته‌بندی گروهی داده‌ها، شبکه‌ای خودسازمانده و یک‌سویه می‌باشد که از چندین لایه و هر لایه نیز از چندین نرون تشکیل شده است. تمامی نرون‌ها از ساختار مشابهی برخوردار می‌باشند که همگی آنها دارای دو ورودی و یک خروجی هستند و هر نرون با پنج وزن و یک جمله اریب، عمل پردازش را میان داده‌های ورودی و خروجی برقرار می‌کند. در شکل ۲ نمایشی از یک نرون نشان داده شده است و رابطه (۲) ساختار نرون با پنج وزن و یک جمله اریب را نشان می‌دهد.



شکل ۲- ساختار نرون

منبع: (سلیمانی کیا، ۱۳۸۶)

$$y_{ik}^* = N(x_{i\alpha}, x_{i\beta}) = b^k + w_1^k x_{i\alpha} + w_2^k x_{i\beta} + w_3^k x_{i\alpha}^2 + w_4^k x_{i\beta}^2 + w_5^k x_{i\alpha} x_{i\beta} \quad (2)$$

در رابطه (۲)، $i=1, 2, 3, \dots, N$ می‌باشد که در آن N ، تعداد داده‌های ورودی و خروجی و $(k=1, 2, 3, \dots, C_m^2)$ و $\alpha, \beta \in \{1, 2, 3, \dots, M\}$ می‌باشد که در آنها m تعداد نرون‌های لایه قبلی است.

وزن‌ها براساس روش‌های حداقل مربعات خطا، محاسبه شده و سپس به عنوان مقادیر مشخص و ثابت در داخل هر نرون، جای‌گذاری می‌شوند. ویژگی بارزی که در این نوع از شبکه‌ها مشاهده می‌گردد حاکی از آن است که نرون‌های مرحله قبلی یا لایه قبلی (m) عامل یا مولد تولید نرون‌های جدید به تعداد $C_m^2 = \frac{m(m-1)}{2}$ می‌باشند که از میان نرون‌های تولیدشده، لزوماً باید تعدادی از آنها حذف گردند تا بدین وسیله از واگرایی شبکه، جلوگیری شود.

1- Volterra

2- Input Variable

دوم باشد؛ بنابراین X ، پیش‌بینی Y را بهبود بخشیده است و X علت Y به شمار می‌آید. همین شرایط را برای متغیر X در نظر گرفته و علت از Y به X را بررسی می‌نماییم.

۵- یافته‌های تحقیق

داده‌های مورد استفاده

در این مطالعه با توجه به داده‌های موجود، از داده‌های سالانه ارزش افزوده در بخش حمل‌ونقل زمینی، ریلی، مقدار تشکیل سرمایه، نیروی کار و هم‌چنین رشد تولید ناخالص داخلی در بازه زمانی ۱۳۷۱/۱ تا پایان ۱۳۹۱/۴ استفاده شده است. همان‌طور که اشاره شد، یکی از مزایای شبکه عصبی، حساسیت کمتر آن به تعداد مشاهدات نسبت به علت گرنجری است، اما با این وجود برای استحکام نتایج، داده‌های سالانه به داده‌های فصلی تبدیل شدند.

نتایج آزمون علت غیرخطی

نتایج آزمون علت غیرخطی با کاربرد شبکه‌های عصبی، در برنامه نوشته‌شده در نرم‌افزار MATLAB به دست آمده است. براساس نتایج ارائه شده در جدول ۱، می‌توان جهت علت بین حمل‌ونقل زمینی و رشد اقتصادی را تحلیل کرد. مقدار خطای کمتر بر مبنای معیارهای خطای رایج^۱ با علامت * مشخص شده‌اند. برای مثال، تفسیر نتایج به این صورت است که در مورد علت بین رشد اقتصادی و حمل‌ونقل زمینی، الگوی پیش‌بینی رشد اقتصادی زمانی که از وقفه‌های حمل‌ونقل زمینی استفاده شده، بهبود یافته و کمتر، الگوی بدون وقفه‌های حمل‌ونقل زمینی به کار رفته است؛ بنابراین، می‌توان اظهار کرد که مقادیر گذشته حمل‌ونقل زمینی، پیش‌بینی رشد اقتصادی را بهتر کرده است و حمل‌ونقل زمینی، علت رشد اقتصادی است.

جدول ۱- معیارهای توابع خطا در رابطه با علت حمل‌ونقل زمینی و رشد اقتصادی

مقادیر تابع خطای به دست آمده			
MAPE	MAE	RMSE	الگوی پیش‌بینی رشد اقتصادی
۴۰۶/۵۷۹	۲/۱۴۴۹	۶/۲۸۸۳	با وقفه حمل‌ونقل زمینی
*۱۱۸/۷۱۹	*۱/۳۴۱	*۱/۴۶۴۷	بدون وقفه حمل‌ونقل زمینی
مقادیر تابع خطای به دست آمده			
MAPE	MAE	RMSE	الگوی پیش‌بینی حمل‌ونقل زمینی
*۸۵۳۰/۶۵۸	*۸۵۳۰/۶۵۸	*۸۶۳۷/۴۴۳	با وقفه رشد اقتصادی
۹۹/۹۹۹	۸۵۳۰/۷۰۳	۸۶۳۷/۴۹۵	بدون وقفه رشد اقتصادی

منبع: (محاسبات نگارندگان با استفاده از برنامه نوشته شده در نرم‌افزار MATLAB)

در مرحله بعد با استفاده از برنامه نوشته شده در نرم‌افزار E-views-7^۲، به بررسی معنی‌دار بودن تفاوت بین توابع خطا پرداخته شده است (جدول ۲).

جدول ۲- آماره‌های معیارهای پیش‌بینی در رابطه با علت حمل‌ونقل زمینی و رشد اقتصادی

نتیجه نهایی	فرضیه مقابل	آماره گرنجر نیوبلد	P-value	نتیجه
تأیید علت	حمل‌ونقل زمینی به رشد	۲۲/۲۶	۵/۱۳E-۱۴	$RMS_2 < RMS_1$
رد علت	رشد به حمل‌ونقل زمینی	-۳/۸	۰/۰۰۱۴۲۶	$RMS_2 > RMS_1$

منبع: (محاسبات تحقیق با استفاده از برنامه نوشته شده در Eviews)

1- RMSE, MAE, MAPE

۲- از برنامه نوشته شده توسط نوری (۱۳۸۹) استفاده شده است.

تعیین علیت غیرخطی بین حمل و نقل زمینی شهری و غیرشهری و ... / علی حسین صمدی، جعفر قادری، زهور نژاد خلایق — ۱۰۹

هرگاه تابع خطای الگوی دوم^۱، از تابع خطای الگوی اول^۲، کوچک تر باشد، به مفهوم تأیید رابطه علیت است و علیت به شکل معنی داری وجود دارد و در مواردی که تابع خطای اول، کمتر از تابع خطای دوم باشد، علیت، وجود نخواهد داشت؛ به عبارتی، در حالت دوم، اضافه کردن وقفه متغیرهای دسته دوم، پیش بینی دسته اول را بهبود بخشیده است.

جدول ۳- آماره های توابع خطا در رابطه با علیت تشکیل سرمایه و حمل و نقل زمینی

مقادیر تابع خطای به دست آمده			
MAPE	MAE	RMSE	الگوی پیش بینی تشکیل سرمایه
*۱۸۸۶۵۸۸۱۹	*۱۸۸۶۵۸۱۹	*۲۰۰۶۶۶۰۷	بدون وقفه حمل و نقل زمینی
۱۰۰	۱۸۸۶۵۸۲۰	۲۰۰۶۶۶۰۸	با وقفه حمل و نقل زمینی
مقادیر تابع خطای به دست آمده			
MAPE	MAE	RMSE	الگوی پیش بینی تشکیل حمل و نقل زمینی
*۸۵۳۰/۱۲۹	*۸۵۳۰/۱۲۹	*۸۶۳۶/۹۱۴	بدون وقفه سرمایه
۱۰۰/۰۱	۸۵۳۰/۷۵۱	۸۶۳۸/۷۶۹	با وقفه سرمایه

منبع: (محاسبات نگارندگان با استفاده از برنامه نوشته شده در نرم افزار MATLAB)

جدول ۴- آماره های توابع خطا در رابطه علیت نیروی کار و حمل و نقل زمینی

مقادیر تابع خطای به دست آمده			
MAPE	MAE	RMSE	الگوی پیش بینی نیروی کار
۱۰۰	۶۶۰۷۵۷۲	۶۶۶۰۸۱۰	بدون وقفه حمل و نقل زمینی
*۹۹/۹۹۹۹	*۶۶۰۷۵۷۰	*۶۶۶۰۸۰۸	با وقفه حمل و نقل زمینی
مقادیر تابع خطای به دست آمده			
MAPE	MAE	RMSE	الگوی پیش بینی حمل و نقل زمینی
۹۹/۹۳	۸۵۳۰/۱۲۹	۸۷۳۵/۶۱۹	بدون وقفه نیروی کار
*۹۹/۸۰	*۸۵۲۸/۹۵۷	*۸۶۳۶/۹۱۴	با وقفه نیروی کار

منبع: (محاسبات نگارندگان با استفاده از برنامه نوشته شده در نرم افزار MATLAB)

جدول ۵- آماره های معیارهای پیش بینی تشکیل سرمایه و حمل و نقل زمینی

نتیجه	P-value	آماره گرنجر نیوبلد	فرضیه مقابل	نتیجه نهایی
$RMS_2 > RMS_1$	۰/۰۰۶۷	-۳/۰۸	تشکیل سرمایه به حمل و نقل زمینی	تأیید علیت
$RMS_2 < RMS_1$	۰/۰۰۴۲	-۲/۱۹	حمل و نقل زمینی به تشکیل سرمایه	رد علیت

منبع: (محاسبات تحقیق با استفاده از برنامه نوشته شده در Eviews)

1- RMSE2

2- RMSE1

جدول ۶- آماره‌های معیارهای پیش‌بینی نیروی کار و حمل‌ونقل زمینی

نتیجه نهایی	فرضیه مقابل	آماره گرنجر نیوبلد	P-value	نتیجه
رد علیت	تشکیل سرمایه به حمل‌ونقل زمینی	۱۰/۲۶	۰/۰۱۸۲	$RMS_2 < RMS_1$
رد علیت	حمل‌ونقل زمینی به تشکیل سرمایه	۱/۳۹	۱/۵E-۸	$RMS_2 < RMS_1$

منبع: (محاسبات تحقیق با استفاده از برنامه نوشته شده در Eviews)

جدول ۷- آماره‌های توابع خطا در رابطه علّیت نیروی کار و تشکیل سرمایه

مقادیر تابع خطای به‌دست آمده			
الگوی پیش‌بینی نیروی کار	RMSE	MAE	MAPE
بدون وقفه تشکیل سرمایه	۶۶۶۰۸۱۰	۶۶۰۷۵۷۲	۱۰۰
با وقفه تشکیل سرمایه	*۶۵۲۰۸۱۹	*۶۶۰۷۵۷۱	*۱۰۰
مقادیر تابع خطای به‌دست آمده			
الگوی پیش‌بینی تشکیل سرمایه	RMSE	MAE	MAPE
بدون وقفه نیروی کار	۲۰۰۶۶۶۰۷	۱۸۸۶۵۸۲۰	۱۰۰
با وقفه نیروی کار	*۲۰۰۶۶۶۰۵	*۱۸۸۶۵۸۱۹	*۱۰۰

منبع: (محاسبات تحقیق با استفاده از برنامه نوشته شده در نرم‌افزار MATLAB)

جدول ۸- آماره‌های توابع خطا در رابطه علّیت نیروی کار و تشکیل سرمایه

نتیجه نهایی	فرضیه مقابل	آماره گرنجر نیوبلد	P-value	نتیجه
رد علیت	نیروی کار به تشکیل سرمایه	۵/۰۲۵	۰/۰۰۰۱	$RMS_2 < RMS_1$
رد علیت	تشکیل سرمایه به نیروی کار	۲/۸۴۲	۰/۰۱۱۲	$RMS_2 < RMS_1$

منبع: (محاسبات تحقیق با استفاده از برنامه نوشته شده در Eviews)

جدول ۹- آماره‌های توابع خطا در رابطه علّیت نیروی کار و رشد اقتصادی

مقادیر تابع خطای به‌دست آمده			
الگوی پیش‌بینی نیروی کار	RMSE	MAE	MAPE
بدون وقفه رشد اقتصادی	۶۶۰۰۸۱۰	۶۶۰۷۵۷۲	۱۰۰
با وقفه رشد اقتصادی	*۶۶۰۸۰۸	*۶۶۰۲۵۷۱	*۱۰۰
مقادیر تابع خطای به‌دست آمده			
الگوی پیش‌بینی رشد اقتصادی	RMSE	MAE	MAPE
بدون وقفه نیروی کار	*۱/۷۷۵۶	*۱/۱۳۱۵	*۱/۱۳۱۵
با وقفه نیروی کار	۱۹/۹۲۳۳	۱۴/۴۲۵	۱۲۳۸/۲۴۵

منبع: (محاسبات تحقیق با استفاده از برنامه نوشته شده در نرم‌افزار MATLAB)

جدول ۱۰- آماره‌های توابع خطا در رابطه علیت نیروی کار و رشد اقتصادی

نتیجه نهایی	فرضیه مقابل	آماره گرنجر نیوبلد	P-value	نتیجه
رد علیت	رشد اقتصادی به نیروی کار	۸/۷۱	1/11E-7	$RMS_2 < RMS_1$
تأیید علیت	نیروی کار به رشد اقتصادی	-۱۶/۵۴	6/46E-12	$RMS_2 > RMS_1$

منبع: (محاسبات تحقیق با استفاده از برنامه نوشته شده در Eviews)

جدول ۱۱- آماره‌های توابع خطا در رابطه علیت سرمایه و رشد اقتصادی

مقادیر تابع خطای به‌دست آمده			
الگوی پیش‌بینی رشد اقتصادی	RMSE	MAE	MAPE
بدون وقفه تشکیل سرمایه	۶/۲۸۸	۲/۱۴۴	۴۰۶/۵۷
با وقفه تشکیل سرمایه	*۲/۰۲۳	*۱/۵۳	*۱۸۶/۴۳
مقادیر تابع خطای به‌دست آمده			
الگوی پیش‌بینی رشد اقتصادی	RMSE	MAE	MAPE
بدون وقفه نیروی کار	۲۰۰۶۶۶۰۷	۱۸۸۶۵۸۲۰	۱۰۰
با وقفه نیروی کار	*۲۰۰۶۶۶۰۶	*۱۸۸۶۵۸۱۹	*۱۰۰

منبع: (محاسبات تحقیق با استفاده از برنامه نوشته شده در نرم‌افزار MATLAB)

جدول ۱۲- آماره‌های توابع خطا در رابطه علیت رشد اقتصادی و تشکیل سرمایه

نتیجه نهایی	فرضیه مقابل	آماره گرنجر نیوبلد	P-value	نتیجه
رد علیت	رشد اقتصادی به تشکیل سرمایه	۲/۸۲	۰/۰۱۱۵	$RMS_2 < RMS_1$
رد علیت	تشکیل سرمایه به رشد اقتصادی	۵/۶۶	-52/8E-	$RMS_2 < RMS_1$

منبع: (محاسبات تحقیق با استفاده از برنامه نوشته شده در Eviews)

- در جداول بالا نتایج به‌دست آمده از بررسی ارتباط بین بخش حمل‌ونقل زمینی، با اجزای رشد اقتصادی، نیروی کار و تشکیل سرمایه، نشان داده شدند. به‌منظور استحکام نتایج و تکمیل بررسی رابطه بین این اجزاء، رابطه تشکیل سرمایه، رشد اقتصادی و نیروی کار نیز دو به دو بررسی شده است که نتایج کلی به‌دست آمده، به شرح زیر می‌باشند:
- ۱- وجود علیت یک‌طرفه از حمل‌ونقل زمینی به رشد اقتصادی
 - ۲- وجود علیت دوطرفه بین تشکیل سرمایه و رشد اقتصادی
 - ۳- وجود علیت دوطرفه بین نیروی کار و حمل‌ونقل زمینی
 - ۴- وجود علیت دوطرفه بین بخش تشکیل سرمایه و نیروی کار
 - ۵- وجود علیت یک‌طرفه از رشد اقتصادی به نیروی کار
 - ۶- عدم وجود علیت بین حمل‌ونقل زمینی و تشکیل سرمایه.
- همچنین در جدول ۱۳، خلاصه نتایج به‌دست آمده از آزمون علیت بین متغیرها نشان داده شده است.

اقتصادی

جدول ۱۳- خلاصه نتایج به دست آمده از آزمون علّیت بین متغیرها

به از	رشد اقتصادی	حمل و نقل زمینی	تشکیل سرمایه	نیروی کار
رشد اقتصادی		خیر	بلی	بلی
حمل و نقل زمینی	بلی		خیر	بلی
تشکیل سرمایه	بلی	خیر		بلی
نیروی کار	خیر	بلی	بلی	

منبع: (محاسبات یافته‌های نگارندگان)

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

با توجه به نقش حمل و نقل به عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر رونق اقتصادی، از طریق جابه‌جایی بار و مسافر، زمینه‌های امکان دسترسی به رفاه و تسهیلات ملی افزایش می‌یابند؛ بنابراین در فرایند رشد اقتصادی، نقش بسیار مهم و تأثیرگذاری دارد، ضمن آن‌که خود نیز از فرایند رشد و توسعه اقتصادی، متأثر می‌باشد. در مطالعات انجام شده در زمینه حمل و نقل و رشد اقتصادی، بیشتر پژوهشگران با استفاده از الگوهای مختلف، تأثیر مثبت سرمایه‌گذاری در بخش حمل و نقل بر رشد اقتصادی را تأیید کرده‌اند. در این مطالعه با بررسی نتایج تجربی رابطه غیرخطی، می‌توان چنین استنتاج کرد که وجود علّیت دوطرفه بین رشد اقتصادی و تشکیل سرمایه، نشان می‌دهد که با افزایش رشد اقتصادی، مقدار تشکیل سرمایه در بخش‌های مختلف اقتصادی و به همین ترتیب با افزایش میزان تشکیل سرمایه، به سطح بالاتری از رشد اقتصادی می‌توان دست یافت. مسیر علّیت مشاهده شده بین حمل و نقل زمینی و رشد اقتصادی، وجود مسیر یک‌طرفه، از حمل و نقل به رشد اقتصادی را تأیید کرده است که این مسأله می‌تواند نشان‌دهنده بهبود رشد اقتصادی به دنبال افزایش ارزش افزوده بخش حمل و نقل باشد. در حقیقت براساس این پژوهش، می‌توان یکی از سیاست‌گذاری‌های متمرکز در کشور را ارتقای بخش حمل و نقل زمینی در نظر گرفت و با توسعه هر چه بیشتر

این بخش، به رشد اقتصادی افزود و اگرچه براساس مبانی نظری مطرح شده در این مطالعه، هر دو کانال، بر هم اثر می‌گذارند، اما در بازه زمانی مورد مطالعه و در اقتصاد ایران، شروع‌کننده تغییر و علّت تغییر، افزایش ارزش افزوده در بخش حمل و نقل زمینی است.

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که در بیست سال گذشته، رشد اقتصادی، باعث افزایش رشد در تشکیل سرمایه و نیروی کار شده است، در حالی که بر بخش حمل و نقل زمینی، تأثیر چندانی نداشته است. با بهبود بخش حمل و نقل با توجه به تأثیر آن بر رشد اقتصادی، می‌توان بستر اشتغال بیشتر را نیز فراهم نمود و با تقویت زیرساخت حمل و نقل کشور، به رشد اقتصادی بیشتری دست یافت؛ بنابراین الزامی است که همراه با رشد اقتصادی، از لحاظ کمی و کیفی به بخش حمل و نقل (هوایی، زمینی، دریایی) نیز توجه کرد تا با مهیا شدن یکی از زیرساخت‌های اقتصادی لازم، زمینه رشد اقتصادی بالاتر فراهم گردد.

۷- منابع

بابازاده، محمد؛ قدیمی، خلیل؛ محسنی، رضا. (۱۳۸۷). تأثیر سرمایه‌گذاری در بخش حمل و نقل و رشد اقتصادی در ایران، *فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی*، ۱۳ (۵۰)، ۱۹۹-۱۵۷.
رضایی ارجودی، عبدالرضا؛ تسبیحی، آمنه. (۱۳۸۷). تعیین رابطه ریاضی بین توسعه حمل و نقل و رشد اقتصادی در

- Fedderke, J. W., Perkins, P., Luiz, J. M. (2006). Infrastructural investment in long-run economic growth: South Africa 1875–2001. *World development*, 34(6), 1037-1059.
- Haque, M. E., Kim, D. H. (2003). *Public investment in transportation and communication and growth: a dynamic panel approach*. University of Manchester, School of Economic Studies.
- Miller, S. M., Russek, F. S. (1997). Fiscal structures and economic growth: international evidence. *Economic Inquiry*, 35(3).
- Munnell, A. H. (1992). Policy watch: infrastructure investment and economic growth. *The Journal of Economic Perspectives*, 6(4), 189-198.
- Phang, S. Y. (2003). Strategic development of airport and rail infrastructure: the case of Singapore. *Transport Policy*, 10(1), 27-33.
- Pradhan, R. P., Bagchi, T. P. (2013). Effect of transportation infrastructure on economic growth in India: the VECM approach. *Research in Transportation Economics*, 38(1), 139-148.
- Ramanathan, R. (2001). The long-run behaviour of transport performance in India: a cointegration approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 35(4), 309-320.
- Short, J., Kopp, A. (2005). Transport infrastructure: investment and planning. Policy and research aspects. *Transport Policy*, 12(4), 360-367.
- Smell, K. A, Verhoef, E. T. (2007). *The Economics of Urban Transportation*. The edition Published in the Taylor and Francis e-library.
- کشور، چهارمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه تهران.
- سلیمانی کیا، فاطمه. (۱۳۸۶). *الگوسازی و پیش‌بینی قیمت بنزین در بورس سنگاپور با استفاده از شبکه عصبی از نوع GMDH براساس الگوریتم ژنتیک*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته اقتصاد انرژی، دانشگاه تهران.
- مهرگان، نادر؛ دهقانی احمدآباد، هانی. (۱۳۸۹). تخمین اثر رشد اقتصادی بخش حمل‌ونقل بر توزیع درآمد در ایران. *پژوهشنامه حمل‌ونقل*، ۷(۴)، ۳۷۴-۳۶۵.
- نوری، مهدی. (۱۳۸۹). *بررسی تجربی رابطه میان تورم و رشد بهره‌وری در اقتصاد ایران*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
- Aschauer, D. A. (1989). Public investment and productivity growth in the Group of Seven. *Economic perspectives*, 13(5), 17-25.
- Banister, D., Berechman, Y. (2001). Transport investment and the promotion of economic growth. *Journal of transport geography*, 9(3), 209-218.
- Berechman, Y. (2001). Transport Investment and Economic Development: Is there a Link?, Paper presented to the. In *European Conference of Ministers of Transport, Round Table 119: Transport and Economic Development*.
- Devarajan, S., Swaroop, V., Heng-fu, Z. (1996). The Composition of Public Expenditure and Economic Growth. *Journal of Monetary Economics*, 37, 313-344.
- Easterly, W., Rebelo, S. (1993). Fiscal policy and economic growth. *Journal of monetary economics*, 32(3), 417-458.
- Esfahani, H. S., Ramirez, M. T. (2003). Institutions, infrastructure and economic Growth. *Journal of Development Economics*, Vol. 70, 443- 477.

