

ارائه مدل ارزیابی میزان تأثیر شاخص‌های توسعه حمل و نقل ریلی بر کاهش تصادفات جاده‌ای

مقاله علمی - پژوهشی

کامران رحیم اف*، استادیار، گروه راه و ترابری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
پیمان پژمان زاد، دانشجوی دکتری، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: k.rahimof@pnu.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۰ - پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۵

صفحه ۹۱-۱۰۲

چکیده

حمل و نقل ریلی می‌تواند یکی از عوامل مؤثر بر کاهش تلفات تصادفات جاده‌ای باشد. در پژوهش حاضر به ارزیابی میزان تأثیر شاخص‌های توسعه حمل و نقل ریلی بر کاهش خسارات و متوفیات ناشی از تصادفات جاده‌ای برون‌شهری کشور طی دوره ۲۰ ساله در سال‌های ۹۹-۱۳۷۷ پرداخته شده است. برای این منظور ابتدا روش تحقیق و داده‌های آماری مورد استفاده معرفی شده و سپس از آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته جهت بررسی مانایی متغیرها استفاده گردید. سپس برای تعیین رابطه بلندمدت، آزمون هم‌انباشتگی بین متغیرها بکار گرفته و در ادامه از آزمون علیت گرنجری جهت تعیین رابطه کوتاه‌مدت بین متغیرها استفاده شده است. در مرحله آخر باقیمانده‌های حاصل از رگرسیون هم‌انباشته را محاسبه و پارامترهای کوتاه‌مدت با تخمین مدل تصحیح خطا به دست آمد. نتایج نشان می‌دهد که رشد متغیرهای طول زیرساخت خطوط ریلی و رشد تن کیلومتر حمل کالا و نفر کیلومتر جابجایی مسافر و ارزش افزوده در بخش حمل و نقل ریلی، باعث کاهش میزان متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری کشور می‌شود. این بدین معنی است که با افزایش یک درصد در رشد متغیرهای طول خطوط ریلی و رشد تن کیلومتر حمل کالا و نفر کیلومتر جابجایی مسافر و ارزش افزوده در بخش حمل و نقل ریلی، شاهد کاهش میزان متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری کشور به میزان ۰/۰۱۱، ۰/۰۷، ۰/۲۴ و ۰/۱۱۵ خواهیم بود.

واژه‌های کلیدی: توسعه حمل و نقل ریلی، تصادفات جاده‌ای، آزمون هم‌انباشتگی، آزمون علیت گرنجر، الگوی تصحیح خطای برداری

۱- مقدمه

مواجهه با تصادفات جاده‌ای، ترویج شیوه‌های حمل و نقل ایمن‌تر نظیر راه‌آهن است (نیکو و توکلی کاشانی و ۱۳۹۱). بنابراین شیوه‌های مختلف حمل از جهت میزان هزینه‌های مستقیم و غیرمستقیم که در پی دارند، متفاوت هستند. این هزینه‌ها ناشی از تفاوت در میزان مصرف سوخت، آلودگی هوا، هزینه‌های تخلیه و بارگیری، و هزینه‌های جانبی مانند تصادفات است (بازدار اردبیلی و پژمان زاد و ۱۴۰۰). هزینه‌های ناشی از حوادث ترافیکی در میان همه علل خارجی مرگ‌ومیر، بالاترین بار مالی بر سیستم‌های خدمات

تعداد مرگ‌ومیر ناشی از تصادفات جاده‌ای در یک سال، معادل جمعیت یک یا چند شهر کوچک است. در این حوادث، علاوه بر از دست رفتن تعداد زیادی از جمعیت و بروز مصدومیت‌ها و معلولیت‌های جسمی برای تعداد زیادی از افراد، پیامدهای منفی اقتصادی، اجتماعی و روانی متعدد دیگری نیز ایجاد می‌شود (شیخ بیگلر و ۱۳۹۵). تعداد تلفات حوادث ترافیکی می‌تواند توسط سه بعد اصلی مواجهه، ریسک و پیامد تبیین شود. تغییر در هر یک از این سه بعد، تعداد تلفات را تغییر خواهد داد. یکی از روش‌های کاهش

حمل و نقل ریلی شناسایی شدند. در مجموع در بخش حمل و نقل ریلی ۴۳ شاخص معرفی گردیده که از این تعداد، در بخش حمل و نقلی (پشتیبانی) تعداد ۲ شاخص، در بخش اجتماعی تعداد ۶ شاخص، در بخش اقتصادی تعداد ۱۰ شاخص، در بخش محیط زیست تعداد ۲۵ شاخص معرفی شده که در جدول شماره ۱ آورده شده است (زاهد و ۱۳۹۱). سپس از میان شاخص‌های مورد بررسی (با توجه به داده‌های آماری در دسترس)، متغیرهای طول زیرساخت خطوط ریلی، تن کیلومتر حمل کالا، نفر کیلومتر جابجایی مسافر و ارزش افزوده در بخش حمل و نقل ریلی به عنوان شاخص‌های توسعه حمل و نقل ریلی در نظر گرفته شده است.

جدول ۱. شاخص‌های توسعه حمل و نقل ریلی

(زاهد و ۱۳۹۱)

عنوان شاخص	تعریف شاخص
طول زیرساخت برای حمل بار و جابجایی مسافر	میزان ساخت خطوط ریلی
قابلیت پرداخت خانوارها	نسبتی از درآمد خانوارهای کم درآمد که صرف حمل و نقل ریلی می شود
امنیت	سرانه مورد حمله یا دستبرد قرار گرفتن استفاده کنندگان از سیستم‌های حمل و نقل ریلی
گروه‌های آسیب پذیر	کیفیت تسهیلات و خدمات حمل و نقل ریلی برای گروه‌های آسیب پذیر و آسیب دیده نظیر معلولین، افراد با درآمد
میزان رضایت استفاده کنندگان	نرخ رضایت کلی استفاده کنندگان قشر آسیب پذیر از حمل و نقل ریلی
تعداد تصادفات بخش حمل و نقل	تعداد تصادفات در بخش حمل و نقل ریلی در کشور
شمار تلفات انسانی	جراحات و مرگ و میر حوادث ریلی در کشور
تأثیرات حمل و نقل بر سلامتی انسان	تأثیرات حمل و نقلی بر سلامتی انسان
تقاضای تن-کیلومتر حمل بار	تناژ بار حمل شده در بخش حمل و نقل ریلی
تقاضای مسافر-کیلومتر طی شده	تعداد مسافران جابجا شده به مسافت طی شده در بخش حمل و نقل ریلی

بهداشتی درمانی در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران تحمیل می کند (محمدی و همکاران و ۱۳۹۵) و سهم ناچیز حمل و نقل ریلی در کشور، باعث شده است تا اکثر سفرهای برون شهری با مد حمل و نقل جاده‌ای صورت گیرد که این موضوع تبعات منفی افزایش تلفات در راه‌ها را به دنبال دارد. بنابراین مسئله کاهش تلفات حوادث ترافیکی بدون در نظر گرفتن نقش سهم حمل و نقل ریلی، امکان پذیر نیست.

حمل و نقل ریلی به سبب خواص ویژه همچون هزینه اندک جابجایی بار و مسافر در مقایسه با سایر پایانه‌های ارتباطی، امنیت بالا در برابر سوانح و شرایط آب و هوایی، دارای سهم عمده‌ای از پیشرفت در سند چشم‌انداز بیست‌ساله کشور می باشد. سهم چشمگیر بخش حمل و نقل ریلی در تولید ناخالص داخلی کشورها حکایت از ارتباط تنگاتنگ کلبه زیر بخش‌های اقتصادی با بخش حمل و نقل دارد. از سوی دیگر در بررسی نقش حمل و نقل ریلی در توسعه پایدار لازم است عواملی همچون محیط زیست، تأثیرات اجتماعی (انتظارات مشتریان) و البته اقتصاد بنگاه مدنظر قرار گیرد (۵). از میان آلاینده‌های مؤثر بر محیط زیست، نقش بخش حمل و نقل ریلی در تأثیراتی که بر محیط زیست دارد بسیار قابل توجه است. بخش حمل و نقل ۲۵٪ دی‌اکسید کربن یا CO₂ را در جهان تولید می نماید که حدود ۸۰٪ تا ۹۰٪ آن را حمل و نقل بخش جاده‌ای تولید می کند و تنها ۲٪ آن از طریق راه آهن تولید می شود (کاظمیان و همکاران و ۱۳۹۴).

بنابراین سیستم حمل و نقل ریلی به عنوان یکی از مناسب‌ترین سیستم‌ها بوده که دارای ویژگی‌های ممتازی همچون امکان حمل انبوه کالا و مسافر، هزینه‌های حمل پایین، مصرف بسیار کم انرژی و سوخت، آلاینده‌گی بسیار اندک و سازگار با محیط زیست می‌توانند جزء انتخابات و اولویت‌های اصلی در توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل کشور باشد اگرچه این سیستم در بعضی موارد دارای اثرات سوء زیست محیطی همچون ارتعاشات صوتی و یا تغییرات در کاربری‌های زمین و یا بالا بودن سرمایه‌گذاری‌ها و یا عدم توجیه اقتصادی در احداث و بهره‌برداری در مسافت‌های کوتاه را نیز در کنار خود دارد، اما یکی از گزینه‌های استراتژیک در سیستم‌های حمل و نقل در جهان محسوب می‌گردد (زاهد و ۱۳۹۱).

برای این منظور در این مقاله ابتدا شاخص‌های توسعه

داده‌های حدود ۳۷ کشور پرداخته شده است. با بررسی ارتباط بین میزان استفاده از خطوط ریلی و تصادفات رانندگی در کشورهای با تراکم و پراکندگی ریلی بالا، می‌توان سه رفتار متفاوت را مشاهده نمود. در کشورهای آلمان، اتریش، دانمارک، بلژیک یک رابطه منفی قوی و متوسط بین دو متغیر مواجهه و میزان تصادفات و تلفات رانندگی مشاهده شده است. در کشورهای ایتالیا، اسپانیا و ایرلند بین برخی متغیرها همبستگی مثبت و برخی دیگر همبستگی منفی با شدت‌های متفاوت وجود داشته است. در کشورهای مجارستان و لهستان، رابطه مثبت قوی و متوسط بین اکثر متغیرها مشاهده گردیده است (نیکو و توکلی کاشانی و ۱۳۹۱). بازدار اردبیلی و پژمان زاد به بررسی رابطه بین متغیرهای کلان اقتصادی در کاهش سوانح حمل‌ونقل جاده‌ای کشور پرداخته‌اند. هدف این مقاله بررسی رابطه بین متغیرهای کلان اقتصادی در کاهش سوانح حمل‌ونقل جاده‌ای کشور طی سال‌های ۹۸-۱۳۸۰ بود. نتایج نشان داد که با افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه کشور، تعداد سوانح حمل‌ونقل جاده‌ای کاهش می‌یابد. ضمناً نتایج نشان داد که با افزایش ضریب جینی، جمعیت کل کشور و نیز طول جاده‌های کشور، تعداد سوانح حمل‌ونقل جاده‌ای افزایش یافت. دست‌آخر با توجه به ضریب تصحیح خطا در مدل ECM می‌توان بیان کرد که سرعت تعدیل به سمت مقدار تعادلی و بلندمدت مناسب بوده، به طوری که در هر دوره حدود ۵۱/۰ خطای عدم تعادل تعدیل گردیده و مقدار کوتاه‌مدت به سمت مقدار تعادلی و بلندمدت خود به صورت نمایی میل می‌کند (بازدار اردبیلی و پژمان زاد و ۱۴۰۰).

کازمیان و همکاران به بررسی مزیت‌های حمل‌ونقل ریلی درون‌شهری نسبت به جاده‌ای، بر اساس رویکرد توسعه پایدار، مطالعه موردی خط ۴ متروی تهران پرداخته‌اند. این مقاله به بررسی مزیت‌های حمل‌ونقل ریلی نسبت به جاده‌ای از دیدگاه توسعه پایدار می‌پردازد، که برای این منظور ابتدا شاخص‌های حمل‌ونقل و توسعه پایدار شهری شناسایی شد. برای شناسایی ارتباط بین شاخص‌ها از طریق پرسشنامه و توزیع آن بین نخبگان امر و با استفاده از نرم‌افزار AMOS توانستیم به ارتباط مؤثر آن‌ها پی ببریم. سپس با استفاده از پرسشنامه در بین مسافران مختلف متروی خط ۴ به صورت تصادفی، انتخاب جایگزین آن‌ها در صورت نبودن مترو را

سهم ارزش افزوده حمل‌ونقل ریلی	ارزش افزوده ایجاد شده از بخش حمل‌ونقل ریلی کشور از کل بخش حمل‌ونقل
هزینه‌های مرتبط به حمل‌ونقل هر خانوار	هزینه‌های مستقیم صرف شده برای حمل‌ونقل هر خانوار در بخش حمل‌ونقل ریلی
سرمایه‌گذاری	حجم سرمایه‌گذاری برای زیرساخت‌های حمل‌ونقل ریلی
میزان شدت آلودگی صوتی	میزان سروصدای تولید شده ناشی از حمل‌ونقل ریلی
میزان آلودگی آب	میزان تناژ روغن پخش شده به منابع آبی در بخش حمل‌ونقل ریلی
انتشار هر مسافر-کیلومتر برای آلاینده‌ها در حمل‌ونقل ریلی	نسبت انتشار هر مسافر-کیلومتر برای آلاینده‌های CO ₂ ، VOC، PM ₁₀ ، SOX، NOX در حمل‌ونقل ریلی به کل انتشار آلاینده‌ها در بخش حمل‌ونقل
انتشار هر تن-کیلومتر برای آلاینده‌ها در حمل‌ونقل ریلی	نسبت انتشار هر مسافر-کیلومتر برای آلاینده‌های CO ₂ ، VOC، PM ₁₀ ، SOX، NOX در حمل‌ونقل ریلی به کل انتشار آلاینده‌ها در بخش حمل‌ونقل
نسبت انرژی به مسافر-کیلومتر	میزان مصرف انرژی به ازای مسافر-کیلومتر جایجا شده در حمل‌ونقل ریلی
نسبت انرژی به تن-کیلومتر جایجایی بار	میزان مصرف انرژی به ازای تن-کیلومتر جایجا شده در حمل‌ونقل ریلی
شدت انرژی	نسبت کل مصرف انرژی در بخش ریلی به تولید ناخالص داخلی
میزان بهره‌وری انرژی حمل‌ونقل	نسبت تولید ناخالص داخلی بر مقدار مصرف نهایی انرژی بخش ریلی

۲- پیشینه تحقیق

نیکو و توکلی کاشانی به تحلیل ارتباط سهم حمل‌ونقل ریلی و نرخ تصادفات و تلفات در حمل‌ونقل جاده‌ای پرداخته‌اند. در این مقاله به بررسی رابطه بین سهم حمل‌ونقل ریلی و تلفات حوادث ترافیکی از طریق مطالعه آماری

مهم‌ترین عوامل مؤثر بر افزایش شدت تصادف و جراحات شناخته شده‌اند.

پارک (۲۰۰۸) به بررسی تغییرات شرایط ترافیک و تصادف‌های جاده‌ای و همچنین عوامل مؤثر در وقوع تصادف در کره جنوبی در یک بازه زمانی ده‌ساله از ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۵ پرداخته است. بر اساس نتایج این مطالعه، برخلاف افزایش روزافزون تعداد وسایل نقلیه و رانندگان آموزش‌دیده، تعداد تصادف و مجروحان تصادف‌های جاده‌ای کاهش جزئی داشته است؛ ولیکن، از تعداد تلفات جاده‌ای به میزان زیادی کاسته شده است. یالسین (۲۰۱۳) تصادفات جاده‌ای در شهر عثمانیه واقع در ترکیه را با استفاده از آزمون آماری کای اسکوئر بررسی نموده است. در این تحقیق، توزیع تصادفات برحسب متغیرهای مختلف مانند فصول، ماه‌ها، روزهای هفته، روشنایی، نوع تصادفات، تعداد و نوع وسایل نقلیه درگیر در تصادفات بررسی شده است. بخشی از نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که بازه‌های زمانی اوج ترافیک روزانه در ساعات ۸-۹، ۱۴-۱۳ و ۱۷-۱۶ است؛ همچنین، بررسی توزیع فصلی و ماهانه تصادفات، حاکی از اوج وقوع حوادث در فصل پاییز و به‌ویژه ماه اکتبر است.

۳- روش تحقیق

در این مقاله از میان شاخص‌های توسعه حمل‌ونقل ریلی (با توجه به داده‌های آماری در دسترس)، متغیرهای طول زیرساخت خطوط ریلی، تن کیلومتر حمل‌کالا در بخش حمل‌ونقل ریلی، نفر کیلومتر جابجایی مسافر در بخش حمل‌ونقل ریلی و ارزش افزوده در بخش حمل‌ونقل ریلی در نظر گرفته شده است و رابطه علی میان این متغیرها با تصادفات و متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۷۷ بررسی شده است. بدین منظور از روش خود رگرسیون برداری برای شناسایی رابطه میان متغیرهای موردنظر ریلی با تصادفات و متوفیات تصادفات جاده‌ای استفاده شده است. دلیل اینکه مدل خود رگرسیون برداری برای این پژوهش استفاده شده است، به این دلیل بوده

شناسایی کرده و به ارزیابی زیست‌محیطی بدیل‌های مختلف در مقایسه با حمل‌ونقل جاده‌ای در ابعاد مصرف سوخت، آلودگی‌های صوتی و هوایی و سایر هزینه‌های مرتبط پرداخته شد. در پایان با توجه به تأثیرات شگرف زیست‌محیطی از حمل‌ونقل ریلی علیرغم محدودیت‌های خاص مربوطه و نقش انکارناپذیر مترو در کاهش خسارات و هزینه‌ها، برآورد و تخمین ارزش اقتصادی صرفه‌جویی شده توسعه این نوع از حمل‌ونقل نسبت به جاده‌ای و ارزیابی اقتصادی-زیست‌محیطی آن، برای نشان دادن ارزش اجتماعی این زیرساخت پیشنهاد گردید (کاظمیان و همکاران و ۱۳۹۴).

ایسلیدر (۲۰۰۶) ابعاد مختلف تصادف‌های جاده‌ای در ترکیه را در سال‌های ۲۰۰۴-۱۹۹۵ بررسی کرده است. بخشی از نتایج مطالعه حاکی از کاهش تعداد مرگ‌ومیر حوادث جاده‌ای به میزان ۲۶/۲۷٪ طی دوره مذکور است. این موفقیت در کاهش تعداد تلفات، نتیجه برنامه‌ریزی در شاخص‌هایی مانند ترافیک جاده‌ای، مهندسی، آموزش، اجرای قوانین و خدمات امداد و نجات انگاشته شده است. ماسوری و همکاران (۲۰۱۲) برخی از عوامل مؤثر در وقوع تصادف‌های جاده‌ای را بررسی کرده‌اند. در این راستا، نقش و جایگاه سه اصل مهم شامل انسان، وسیله نقلیه و محیط تبیین شده است. مواردی نظیر کاربری اراضی، طراحی خودرو و اجرای قانون نیز به‌طور مختصر مورد بحث قرار گرفته است.

اسام و کانیتپونگ (۲۰۰۸) عوامل مؤثر بر تصادف‌های جاده‌ای را در تایلند تحلیل و بررسی کرده‌اند. در این مطالعه، ضمن دسته‌بندی حوادث، ارتباط بین علت‌ها و معلول‌ها تشریح شده است. همچنین، به‌منظور توصیف سناریوی تصادف، وضعیت رانندگی با سرعت حرکت اولیه، سرعت وسایل نقلیه درگیر در تصادف پیش از وقوع برخورد و پس‌از آن بررسی شده است. بر اساس نتایج مطالعه موردی این پژوهش، ارزیابی نادرست از میزان خطرپذیری و اقدام ناصحیح، فقدان تسهیلات روشنایی و نورپردازی راه، ناکافی بودن خط‌کشی‌های مسیر و ناواضح و ناخوانا بودن جاده

طرز معناداری کمک کند بیشتر از آنچه مقادیر گذشته خود می‌تواند کمک کند گوئیم فرآیند X علت فرآیند Y است در معیار گرانجر، فرضیه صفر (H_0) در این حالت این است که X علت گرنجر Y نمی‌باشد و Y نیز علت گرنجر X نیست (کیانی و ۱۳۹۹).

برای بررسی رابطه علت بین متغیرهای طول زیرساخت خطوط ریلی، تن کیلومتر حمل کالا در بخش حمل‌ونقل ریلی، نفر کیلومتر جابجایی مسافر در بخش حمل‌ونقل ریلی و ارزش افزوده در بخش حمل‌ونقل ریلی و تصادفات جاده‌ای از معادلات به صورت زیر استفاده شده است.

$$ll_t = c_1 + \alpha_1 ll_{t-1} + \beta_1 laccident_t + \varepsilon_{1t} \quad (3)$$

$$lgoods_t = c_2 + \alpha_2 lgoods_{t-1} + \beta_2 laccident_t + \varepsilon_{2t} \quad (4)$$

$$lpasenger_t = c_3 + \alpha_3 lpasenger_{t-1} + \beta_3 laccident_t + \varepsilon_{3t} \quad (5)$$

$$lgdp_t = c_4 + \alpha_4 lpasenger_{t-1} + \beta_4 laccident_t + \varepsilon_{4t} \quad (6)$$

که در آن:

$laccident$: لگاریتم تعداد تصادفات حمل‌ونقل جاده‌ای برون‌شهری کشور

$ldiead$: لگاریتم تعداد متوفیات تصادفات حمل‌ونقل جاده‌ای برون‌شهری کشور

ll : لگاریتم طول زیرساخت خطوط ریلی

$lgoods$: لگاریتم تن کیلومتر حمل کالا

$lpasenger$: لگاریتم نفر کیلومتر حمل مسافر

$lgdp$: لگاریتم ارزش افزوده بخش حمل‌ونقل ریلی

همچنین برای بررسی رابطه علت بین متغیرهای موردنظر با متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری از معادلات به صورت زیر استفاده شده است.

$$ll_t = c_1 + \alpha_1 ll_{t-1} + \beta_1 ldiead_t + \varepsilon_{1t} \quad (7)$$

$$lgoods_t = c_2 + \alpha_2 lgoods_{t-1} + \beta_2 ldiead_t + \varepsilon_{2t} \quad (8)$$

$$lpasenger_t = c_3 + \alpha_3 lpasenger_{t-1} + \beta_3 ldiead_t + \varepsilon_{3t} \quad (9)$$

$$lgdp_t = c_4 + \alpha_4 lpasenger_{t-1} + \beta_4 ldiead_t + \varepsilon_{4t} \quad (10)$$

۴-تصریح مدل تحقیق و نتایج برآورد آن

۴-۱- داده‌های آماری مورد استفاده

داده‌های مورد استفاده در برآورد مدل از نوع سری زمانی بوده و مربوط به دوره زمانی ۱۳۹۹-۱۳۷۷ می‌باشد. آمارهای

است که این الگو رابطه بلندمدت بین متغیرها را تعیین می‌کند و از طرفی توانایی توضیح روابط کوتاه‌مدت بین متغیرها را نیز دارد. در ابتدا آزمون دیکی-فولر تعمیم‌یافته برای بررسی ایستایی سری زمانی و آزمون ریشه واحد بکار برده شده است (سوری و ۱۴۰۰). روش آزمون دیکی - فولر در مورد سری دلخواه y_t به شکل زیر است، اگر آزمون ریشه واحد در سطح داده‌ها صورت گیرد، باید تخمین زیر انجام گردد:

$$\Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta y_{t-1} + \alpha_i \sum_{i=1}^m \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

در اینجا Δ عملکرد تفاضل مرتبه اول است، β_1 مقدار ثابت و t روند زمانی و ε_t عبارت خطا می‌باشد. اگر این آزمون برای تفاضل مرتبه اول متغیرها انجام شود، تخمین زیر باید صورت گیرد:

$$\Delta \Delta y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta \Delta y_{t-1} + \alpha_i \sum_{i=1}^m \Delta \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

در دو حالت فوق فرضیه صفر بیانگر این است که سری زمانی y_t دارای ریشه واحد می‌باشد یا اینکه غیر ساکن است یعنی باگذشت زمان، واریانس و کوواریانس آن افزایش می‌یابد و همچنین میانگین آن وابسته به زمان است و مقدار ثابتی نیست (سوری و ۱۴۰۰).

در آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته فرضیه صفر (H_0) عبارت است از وجود ریشه واحد و فرضیه آلترناتیو (H_1) عبارت از مانایی متغیر می‌باشد. اگر آماره‌های محاسبه شده بزرگ‌تر از مقدار بحرانی مک کنیون باشد، آنگاه فرضیه H_0 یا نامانایی متغیر رد می‌شود.

سپس از آزمون هم‌انباشتگی متکی بر رهیافت خودرگرسیون برداری برای بررسی رابطه بلندمدت میان متغیرها استفاده شده است. آزمون هم‌انباشتگی مبتنی بر چارچوب خودرگرسیون برداری در ابتدا توسط یوهانسن در سال ۱۹۹۸ به کار برده شد. در این آزمون فرضیه صفر (H_0) دلالت بر عدم وجود هم‌انباشتگی میان متغیرها داشته و در مقابل فرضیه آلترناتیو (H_1) دلالت بر وجود یک بردار هم‌انباشتگی دارد (سوری و ۱۴۰۰). بر مبنای نتایج حاصل شده، آزمون علت گرنجر برای تعیین جهت علت میان شاخص‌های توسعه حمل‌ونقل ریلی با میزان تصادفات و متوفیات جاده‌ای برون‌شهری به کار رفته است. بنابراین هرگاه مقادیر گذشته سری زمانی $X(t)$ در پیش‌بینی مقادیر آینده سری زمانی دیگر $Y(t)$ به

جدول ۲. آزمون دیکي فولر برای مقادیر سطح متغیرها

متغیر	مقدار آماره مکینون در سطح ۵٪	آماره
laccident	-۳/۰۰۴۶	-۲/۳۶۶
ldiead	-۳/۰۰۴۸	-۱/۰۸۶
ll	-۲/۹۹	-۲/۸۳
lgoods	-۲/۹۹	۰/۴۶
lpassenger	-۲/۹۹	-۱/۳۸
lgdp	-۲/۹۹	-۱/۲۳

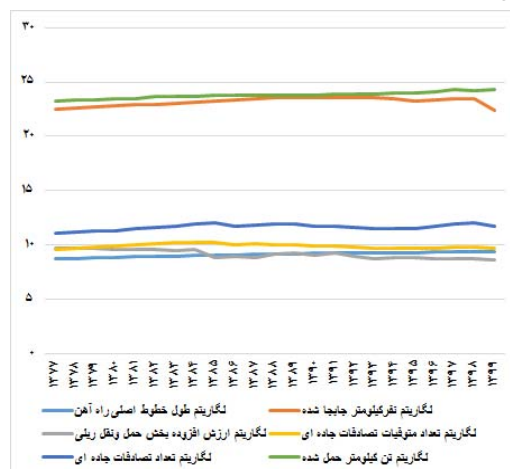
جدول ۳. آزمون دیکي فولر برای مقادیر تفاضل مرتبه اول

متغیر	مقدار آماره مکینون در سطح ۵٪	آماره دیکي فولر
laccident	-۳/۰۱۲	-۳/۳۰۰
ldiead	-۱/۹۵	-۲/۶۹
ll	-۲/۹۹	-۴/۴۱۴
lgoods	-۲/۹۹	-۶/۲۵۵
lpassenger	-۲/۹۹	-۳/۷۰
lgdp	-۲/۹۹	-۵/۹۷

نتایج آزمون هم انباشتگی مبتنی بر رهیافت یوهانسن در جداول (۴) و (۵) خلاصه شده است.

نتایج حاصل از آزمون هم انباشتگی میان متغیرهای لگاریتم طول زیرساخت خطوط ریلی، لگاریتم تن کیلومتر حمل کالا، لگاریتم نفر کیلومتر حمل مسافر و لگاریتم ارزش افزوده در بخش حمل و نقل ریلی و لگاریتم تصادفات جاده‌ای نشان می‌دهد فرضیه H_0 رد می‌شود که این به مفهوم وجود رابطه بلندمدت هم انباشتگی میان متغیرهای مذکور و تصادفات جاده‌ای می‌باشد. همچنین نتایج حاصل از آزمون هم انباشتگی میان متغیرهای لگاریتم طول زیرساخت خطوط ریلی، لگاریتم تن کیلومتر حمل کالا، نفر کیلومتر حمل مسافر و لگاریتم ارزش افزوده در بخش حمل و نقل ریلی و لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای نشان می‌دهد که فرضیه H_0 رد می‌شود که این به مفهوم وجود رابطه بلندمدت هم انباشتگی میان متغیرهای مورد بررسی و متوفیات تصادفات جاده‌ای می‌باشد.

مربوط به تصادفات و متوفیات تصادفات حمل و نقل جاده‌ای برون شهری کشور از سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای کشور (دفتر فناوری اطلاعات و ارتباطات و ۱۴۰۰) به دست آمده است. داده‌های آماری مربوط به ارزش افزوده بخش حمل و نقل ریلی از سایت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و ۱۴۰۰) و آمارهای مربوط به متغیرهای طول زیرساخت خطوط ریلی، تن کیلومتر حمل کالا، نفر کیلومتر حمل مسافر از سایت راه آهن جمهوری اسلامی ایران (راه آهن جمهوری اسلامی ایران و ۱۴۰۰) استخراج شده است. نمودار شماره ۱ لگاریتم تمامی متغیرهای مورد استفاده در این مقاله را نشان می‌دهد.



نمودار شماره ۱. لگاریتم تمامی متغیرهای مورد استفاده در تحقیق

۴-۲- برآورد مدل

نتیجه آزمون ریشه واحد برای متغیرهای میزان تصادفات و متوفیات تصادفات جاده‌ای، طول زیرساخت خطوط ریلی، تن کیلومتر حمل کالا، نفر کیلومتر حمل مسافر و ارزش افزوده در بخش حمل و نقل ریلی در جدول شماره ۲ و ۳ درج شده است.

نتایج حاصل از جدول شماره (۲) نشان می‌دهد که با توجه به اینکه مقدار آماره دیکي فولر از مقدار آماره مکینون در سطح ۵٪ کمتر می‌باشد، بنابراین همه متغیرهای مورد بررسی در سطح نامانا می‌باشد. همچنین جدول شماره (۳) نشان می‌دهد که متغیرها در تفاضل مرتبه اول مانا بوده و در نتیجه انباشته از درجه یک می‌باشند.

جدول ۴. آزمون هم‌انباشتگی یوهانسن بین شاخص‌های توسعه حمل‌ونقل ریلی و تصادفات جاده‌ای

حمل‌ونقل ریلی، لگاریتم نفر کیلومتر حمل مسافر در بخش حمل‌ونقل ریلی و لگاریتم ارزش افزوده در بخش حمل‌ونقل ریلی و لگاریتم تصادفات جاده‌ای برون‌شهری وجود ندارد.

جدول ۵. آزمون هم‌انباشتگی یوهانسن بین شاخص‌های توسعه حمل‌ونقل ریلی و متوفیات تصادفات جاده‌ای

جدول ۶. آزمون علیت گرنجری بین شاخص‌های توسعه حمل‌ونقل ریلی و تصادفات جاده‌ای برون‌شهری

متغیر	فرضیه صفر (H ₀)	آماره آزمون اثر حداکثر مقدار		آماره آزمون		
		مقدار بحرانی در سطح ۵ درصد	مقدار بحرانی در سطح ۵ درصد	آماره آزمون	مقدار بحرانی در سطح ۵ درصد	
ll & laccident	r=0 r≤1	۱۴/۲۶	۹/۷۸	۱۵/۴۹	۱۴/۰۴	ll & laccident
		۳/۸۴	۴/۲۶	۳/۸۴	۴/۲۶	
lgoods & laccident	r=0 r≤1	۱۴/۲۶	۸/۲۴	۱۵/۴۹	۱۰/۹	lgoods & laccident
		۳/۸۴	۲/۶۵	۳/۸۴	۲/۶۵	
lpasenger & laccident	r=0 r≤1	۱۴/۲۶	۶/۸۵	۱۵/۴۹	۸/۷۹	lpasenger & laccident
		۳/۸۴	۱/۹۴	۳/۸۴	۱/۹۴	
lgdp & laccident	r=0 r≤1	۱۴/۲۶	۶/۷۳	۱۵/۴۹	۸/۴۷	lgdp & laccident
		۳/۸۴	۱/۷۴	۳/۸۴	۱/۷۴	

فرضیه صفر (H ₀) با دو وقفه				متغیر			
ll ≠ laccident		laccident ≠ ll		ll & laccident			
مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F
۰/۳	۱/۲	۰/۹۴	۰/۰۵۲				
lgoods ≠ laccident		laccident ≠ lgoods		lgoods & laccident			
مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F
۰/۹	۰/۰۹	۰/۰۶	۳/۳۲				
lpasenger ≠ laccident		laccident ≠ lpasenger		lpasenger & laccident			
مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F
۰/۹۶	۰/۰۳	۰/۲۵	۱/۴۷				
lgdp ≠ laccident		laccident ≠ lgdp		lgdp & laccident			
مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F
۰/۳	۱/۱۴	۰/۲۸	۱/۳۴				

جدول ۷. آزمون علیت گرنجری بین شاخص‌های توسعه حمل‌ونقل ریلی و متوفیات تصادفات جاده‌ای

متغیر	فرضیه صفر (H ₀)	آماره آزمون اثر حداکثر مقدار		آماره آزمون		
		مقدار بحرانی در سطح ۵ درصد	مقدار بحرانی در سطح ۵ درصد	آماره آزمون	مقدار بحرانی در سطح ۵ درصد	
ll & ldiead	r=0 r≤1	۱۲/۲۲	۱۱/۳۱	۱۲/۳۲	۱۱/۵۲	ll & ldiead
		۴/۱۲	۰/۲	۴/۱۲	۰/۲	
lgoods & ldiead	r=0 r≤1	۱۴/۲۶	۱۲/۳۵	۱۵/۴۹	۱۴/۸۰	lgoods & ldiead
		۳/۸۴	۲/۴۴	۳/۸۴	۲/۴۴	
lpasenger & ldiead	r=0 r≤1	۱۱/۲۲	۲/۹	۱۲/۳۲	۳/۰۲	lpasenger & ldiead
		۴/۱۲	۰/۱۲	۴/۱۲	۰/۱۲	
lgdp & ldiead	r=0 r≤1	۱۴/۲۶	۱۱/۲	۱۵/۴۹	۱۲/۲۸	lgdp & ldiead
		۳/۸۴	۱/۰۷	۳/۸۴	۱/۰۷۴	

جدول ۸. آزمون علیت گرنجری بین شاخص‌های توسعه حمل‌ونقل ریلی و متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری

فرضیه صفر (H ₀) با دو وقفه				متغیر			
ll ≠ ldiead		ldiead ≠ ll		ll & ldiead			
مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F
۰/۰۰۶	۷/۰۵	۰/۷۵	۰/۲۸				
lgoods ≠ ldiead		ldiead ≠ lgoods		lgoods & ldiead			
مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F
۰/۰۳	۴/۳۳	۰/۳۲	۱/۱۹				
lpasenger ≠ ldiead		ldiead ≠ lpasenger		lpasenger & ldiead			
مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F
۰/۰۱	۶/۰۵	۰/۶	۰/۵۱				
lgdp ≠ ldiead		ldiead ≠ lgdp		lgdp & ldiead			
مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F	مقدار P	آماره F
۰/۰۲۵	۴/۶۳	۰/۹۲	۰/۰۷				

نتایج آزمون علیت گرنجری در جداول شماره ۶ و ۷ به صورت خلاصه آمده است.

همان‌طور که از جدول شماره ۶ مشاهده می‌شود، نتایج حاصل از آزمون علیت گرنجری نشان می‌دهد که با توجه به اینکه برای همه متغیرها مقدار آماره P بزرگ‌تر از ۵ درصد می‌باشد، رابطه علی بین متغیرهای لگاریتم طول زیرساخت خطوط ریلی، لگاریتم تن کیلومتر حمل کالا در بخش

همچنین جدول شماره ۷ نشان می‌دهد که:

کیلومتر حمل کالا در بخش حمل‌ونقل ریلی، لگاریتم نفر کیلومتر حمل مسافر در بخش حمل‌ونقل ریلی و لگاریتم ارزش‌افزوده در بخش حمل‌ونقل ریلی بر روی لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری اثر می‌گذارد.

در مرحله آخر باقیمانده‌های حاصل از رگرسیون هم انباشته را محاسبه و پارامترهای کوتاه‌مدت را با تخمین الگوی تصحیح خطای برداری به دست می‌آوریم. الگوی تصحیح خطای کوتاه‌مدت یک الگوی بازخورد تلقی می‌گردد و بر اساس آن متغیر وابسته نسبت به عدم تعادل دستگاه تعدیل می‌شود و حصول به رابطه تعادلی بلندمدت را تضمین می‌کند. ضریب تعدیل در این الگو نشان‌دهنده رابطه کوتاه‌مدت بین متغیرها در راستای یک رابطه بلندمدت است.

$$\Delta \text{ldiead}_t = \alpha_1 + \sum b_{i1} \Delta \text{ll}_{t-1} + \sum c_{i1} \Delta \text{ldiead}_{t-1} + \delta \text{ECT}_{t-1} + \varepsilon_{2t} \quad (11)$$

$$\Delta \text{ldiead}_t = \alpha_1 + \sum b_{i2} \Delta \text{lgoods}_{t-1} + \sum c_{i2} \Delta \text{ldiead}_{t-1} + \delta \text{ECT}_{t-1} + \varepsilon_{1t} \quad (12)$$

$$\Delta \text{ldiead}_t = \alpha_1 + \sum b_{i3} \Delta \text{lpasenger}_{t-1} + \sum c_{i3} \Delta \text{ldiead}_{t-1} + \delta \text{ECT}_{t-1} + \varepsilon_{3t} \quad (13)$$

$$\Delta \text{ldiead}_t = \alpha_1 + \sum b_{i3} \Delta \text{lgdp}_{t-1} + \sum c_{i3} \Delta \text{ldiead}_{t-1} + \delta \text{ECT}_{t-1} + \varepsilon_{3t} \quad (14)$$

که نتایج حاصل از تخمین الگو به شرح زیر است:

$$\text{Dldiead}_t = 0.059 \text{Dldiead}_{t-1} - 0.011 \text{Dll}_{t-1} - 0.027 \text{ECT}_{t-1} \quad (15)$$

$$\text{Dldiead}_t = 0.058 - 0.28 \text{Dldiead}_{t-1} + 0.07 \text{Dlgoods}_{t-1} - 0.016 \text{ECT}_{t-1} \quad (16)$$

$$\text{Dlldiead}_t = 0.53 \text{Dldiead}_{t-1} - 0.24 \text{Dlpasenger}_{t-1} - 0.16 \text{ECT}_{t-1} \quad (17)$$

$$\text{Dldiead}_t = -0.058 + 0.21 \text{Dldiead}_{t-1} - 0.115 \text{Dlgdp}_{t-1} - 0.127 \text{ECT}_{t-1} \quad (18)$$

همان‌طور که از معادله (۱۵) مشاهده می‌گردد، نتایج به دست آمده از الگوی تصحیح خطا نشان می‌دهد که ضریب تعدیل برای رشد طول زیرساخت خطوط ریلی بین یک و صفر قرار دارد و اگر یک شوک در کوتاه‌مدت ایجاد شود، در هر دوره ۰/۰۲۷ اختلاف ناشی از شوک از بین می‌رود و دوباره متغیرها به روند بلندمدت خود برمی‌گردند. عدم معنی دار بودن ضریب جمله تصحیح خطا نشان‌دهنده عدم علیت گرنجر متغیرهای الگو به سمت متغیر وابسته یعنی نرخ رشد طول زیرساخت خطوط ریلی می‌باشد که این یافته نتایج آزمون علیت گرنجر را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که

۱- رابطه علی بین لگاریتم طول زیرساخت خطوط ریلی و لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری وجود دارد و این رابطه یک‌طرفه است. چون مقدار آماره P کمتر از ۵ درصد می‌باشد (۰/۰۰۶)، بنابراین رابطه علی از طرف لگاریتم طول زیرساخت خطوط ریلی به سمت لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری می‌باشد. با توجه به اینکه رابطه علی از طرف لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری به سمت طول زیرساخت خطوط ریلی بزرگ‌تر از ۵ درصد می‌باشد (۰/۷۵)، بنابراین رابطه علی از طرف لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری به سمت طول زیرساخت خطوط ریلی وجود ندارد و کل رابطه علی بین لگاریتم طول زیرساخت خطوط ریلی و لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری یک‌طرفه است. اگر میزان P در این رابطه کمتر از ۵ درصد می‌شد رابطه دوطرفه می‌شد.

۲- رابطه علی بین لگاریتم تن کیلومتر حمل کالا در بخش حمل‌ونقل ریلی و لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری وجود دارد و این رابطه یک‌طرفه است. رابطه علی از طرف لگاریتم تن کیلومتر حمل کالا در بخش حمل‌ونقل ریلی به سمت لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری است که در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد.

۳- رابطه علی بین لگاریتم نفر کیلومتر حمل مسافر در بخش حمل‌ونقل ریلی و لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری وجود دارد و این رابطه یک‌طرفه است. رابطه علی از طرف لگاریتم نفر کیلومتر حمل مسافر در بخش حمل‌ونقل ریلی به سمت لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری است که در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد.

۴- رابطه علی بین لگاریتم ارزش‌افزوده در بخش حمل‌ونقل ریلی و لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری وجود دارد و این رابطه یک‌طرفه است. رابطه علی از طرف لگاریتم ارزش‌افزوده در بخش حمل‌ونقل ریلی به سمت لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری است که در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد.

بنابراین با توجه به مطالب ذکر شده و از آنجایی که آزمون علیت گرنجر به بررسی روابط متغیرها در کوتاه‌مدت می‌پردازد، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در کوتاه‌مدت تغییرات متغیرهای لگاریتم طول زیرساخت خطوط ریلی، لگاریتم تن

تعداد ۶ شاخص، در بخش اقتصادی تعداد ۱۰ شاخص، در بخش محیط زیست تعداد ۲۵ شاخص معرفی شده و از میان شاخص‌های مورد بررسی (با توجه به داده‌های آماری در دسترس)، متغیرهای طول زیرساخت خطوط ریلی، تن کیلومتر حمل کالا در بخش حمل و نقل ریلی، نذر کیلومتر حمل مسافر در بخش حمل و نقل ریلی و ارزش افزوده در بخش حمل و نقل ریلی به عنوان شاخص‌های توسعه حمل و نقل ریلی در نظر گرفته شده است.

نتایج حاصل از آزمون هم‌انباشتگی میان متغیرهای طول زیرساخت خطوط ریلی، تن کیلومتر حمل کالا در بخش حمل و نقل ریلی، نذر کیلومتر حمل مسافر در بخش حمل و نقل ریلی و ارزش افزوده در بخش حمل و نقل ریلی و تصادفات جاده‌ای برون شهری و متوفیات تصادفات جاده‌ای نشان می‌دهد که فرضیه H_0 رد می‌شود که این به مفهوم وجود رابطه بلندمدت هم‌انباشتگی میان متغیرهای مذکور و تصادفات جاده‌ای برون شهری و متوفیات تصادفات جاده‌ای برون شهری می‌باشد.

همچنین نتایج حاصل از آزمون علیت گرنجری نشان می‌دهد که رابطه علی بین متغیرهای لگاریتم طول زیرساخت خطوط ریلی، لگاریتم تن کیلومتر حمل کالا در بخش حمل و نقل ریلی، لگاریتم نذر کیلومتر حمل مسافر در بخش حمل و نقل ریلی و لگاریتم ارزش افزوده در بخش حمل و نقل ریلی و لگاریتم تصادفات جاده‌ای برون شهری وجود ندارد ولی رابطه علی بین متغیرهای لگاریتم طول زیرساخت خطوط ریلی، لگاریتم تن کیلومتر حمل کالا در بخش حمل و نقل ریلی، لگاریتم نذر کیلومتر حمل مسافر در بخش حمل و نقل ریلی و لگاریتم ارزش افزوده در بخش حمل و نقل ریلی و لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون شهری وجود دارد و نتایج نشان می‌دهد که:

۱- رابطه علی بین لگاریتم طول زیرساخت خطوط ریلی و لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون شهری وجود دارد. رابطه علی از طرف لگاریتم طول زیرساخت خطوط ریلی به سمت لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون شهری است که در سطح ۵ درصد معنی دار می‌باشد.

۲- رابطه علی بین لگاریتم تن کیلومتر حمل کالا در بخش حمل و نقل ریلی و لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون شهری وجود دارد. رابطه علی از طرف لگاریتم تن

رابطه علیتی از سمت نرخ رشد طول زیرساخت خطوط ریلی بر روی متوفیات تصادفات جاده‌ای برون شهری وجود دارد. بر اساس معادله (۱۶) ضریب تعدیل برای نرخ رشد حمل کالا $0/016$ می‌باشد و اگر یک شوک در کوتاه مدت ایجاد شود، در هر دوره $0/016$ اختلاف ناشی از شوک از بین می‌رود و دوباره متغیرها به روند بلندمدت خود برمی‌گردند. معنی داری ضریب جمله تصحیح خطا نشان‌دهنده علیت گرنجری متغیرهای الگو (مستقل) به سمت متغیر وابسته یعنی نرخ رشد حمل کالا در بخش حمل و نقل ریلی می‌باشد. همان‌طور که در آزمون علیت گرنجر نیز مشاهده شد متغیر نرخ رشد متوفیات تصادفات جاده‌ای برون شهری علیت گرنجری نرخ رشد حمل کالا نمی‌باشد.

نتایج به دست آمده از الگوی تصحیح خطا در معادله (۱۷) نشان می‌دهد که ضریب تعدیل برای رشد حمل مسافر در بخش حمل و نقل ریلی $0/16$ می‌باشد و این بدین معنی است که اگر یک شوک در کوتاه مدت ایجاد شود، در هر دوره $0/16$ اختلاف ناشی از شوک از بین می‌رود و دوباره متغیرها به روند بلندمدت خود برمی‌گردند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که رابطه علیتی از سمت نرخ رشد متوفیات تصادفات جاده‌ای برون شهری بر روی نرخ رشد حمل مسافر وجود ندارد. همچنین بر اساس معادله (۱۸) ضریب تعدیل برای نرخ رشد ارزش افزوده در بخش حمل و نقل ریلی $0/127$ می‌باشد و اگر یک شوک در کوتاه مدت ایجاد شود، در هر دوره $0/127$ اختلاف ناشی از شوک از بین می‌رود و دوباره متغیرها به روند بلندمدت خود برمی‌گردند. معنی داری ضریب جمله تصحیح خطا نشان‌دهنده علیت گرنجری متغیرهای الگو (مستقل) به سمت متغیر وابسته یعنی نرخ رشد ارزش افزوده در بخش حمل و نقل ریلی می‌باشد. همان‌طور که در آزمون علیت گرنجر نیز مشاهده شد متغیر نرخ رشد متوفیات تصادفات جاده‌ای برون شهری علیت گرنجری نرخ رشد ارزش افزوده بخش حمل و نقل ریلی نمی‌باشد.

۵- نتیجه گیری

در این مقاله ابتدا شاخص‌های توسعه حمل و نقل ریلی شناسایی شدند. در مجموع در بخش حمل و نقل ریلی ۴۳ شاخص معرفی گردیده که از این تعداد، در بخش حمل و نقلی (پشتیبانی) تعداد ۲ شاخص، در بخش اجتماعی

برمی‌گردند. معنی‌داری ضریب جمله تصحیح خطا نشان‌دهنده علیت گرنجری متغیرهای الگو (مستقل) به سمت متغیر وابسته یعنی نرخ رشد حمل کالا در بخش حمل‌ونقل ریلی می‌باشد. همان‌طور که در آزمون علیت گرنجر نیز مشاهده شد متغیر نرخ رشد متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری علیت گرنجری نرخ رشد حمل کالا نمی‌باشد. ضریب تعدیل برای رشد حمل مسافر در بخش حمل‌ونقل ریلی ۰/۱۶ می‌باشد و این بدین معنی است که اگر یک شوک در کوتاه‌مدت ایجاد شود، در هر دوره ۰/۱۶ اختلاف ناشی از شوک از بین می‌رود و دوباره متغیرها به روند بلندمدت خود برمی‌گردند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که رابطه علیتی از سمت نرخ رشد متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری بر روی نرخ رشد حمل مسافر وجود ندارد. در نهایت ضریب تعدیل برای نرخ رشد ارزش‌افزوده در بخش حمل‌ونقل ریلی ۰/۱۲۷ می‌باشد و اگر یک شوک در کوتاه‌مدت ایجاد شود، در هر دوره ۰/۱۲۷ اختلاف ناشی از شوک از بین می‌رود و دوباره متغیرها به روند بلندمدت خود برمی‌گردند. معنی‌داری ضریب جمله تصحیح خطا نشان‌دهنده علیت گرنجری متغیرهای الگو (مستقل) به سمت متغیر وابسته یعنی نرخ رشد ارزش‌افزوده در بخش حمل‌ونقل ریلی می‌باشد. همان‌طور که در آزمون علیت گرنجر نیز مشاهده شد متغیر نرخ رشد متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری علیت گرنجری نرخ رشد ارزش‌افزوده بخش حمل‌ونقل ریلی نمی‌باشد.

نتایج حاکی از یک رابطه بلندمدت بین متغیرهای طول زیرساخت خطوط ریلی، تن کیلومتر حمل کالا در بخش حمل‌ونقل ریلی، نفر کیلومتر جابجایی مسافر در بخش حمل‌ونقل ریلی و ارزش‌افزوده در بخش حمل‌ونقل ریلی با متوفیات تصادفات جاده‌ای کشور است. در کوتاه‌مدت تغییرات متغیرهای مزبور بر روی متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری اثر می‌گذارد و نشان‌دهنده یک رابطه علی یک‌طرفه از سوی لگاریتم شاخص‌های توسعه حمل‌ونقل ریلی به سمت لگاریتم تصادفات جاده‌ای برون‌شهری کشور می‌باشد اما هیچ‌گونه رابطه علی دوطرفه‌ای بین این متغیرها وجود ندارد. نتایج حاصل از مدل تصحیح خطا، نتایج حاصل از آزمون علیت گرنجر را تأیید می‌کند. این تحقیق نتایج تحقیق محمود زاده و همکاران را در مورد اثربخشی شاخصه‌های حمل‌ونقل ریلی را تأیید می‌کند. با توجه به

کیلومتر حمل کالا در بخش حمل‌ونقل ریلی به سمت لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری است که در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد.

۳- رابطه علی بین لگاریتم نفر کیلومتر حمل مسافر در بخش حمل‌ونقل ریلی و لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری وجود دارد و این رابطه یک‌طرفه است. رابطه علی از طرف لگاریتم نفر کیلومتر حمل مسافر در بخش حمل‌ونقل ریلی به سمت لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری است که در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد.

۴- رابطه علی بین لگاریتم ارزش‌افزوده در بخش حمل‌ونقل ریلی و لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری وجود دارد و این رابطه یک‌طرفه است. رابطه علی از طرف لگاریتم ارزش‌افزوده در بخش حمل‌ونقل ریلی به سمت لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری است که در سطح ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد. بنابراین از آنجایی که آزمون علیت گرنجر به بررسی روابط متغیرها در کوتاه‌مدت می‌پردازد، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در کوتاه‌مدت تغییرات متغیرهای لگاریتم طول زیرساخت خطوط ریلی، لگاریتم تن کیلومتر حمل کالا در بخش حمل‌ونقل ریلی، لگاریتم نفر کیلومتر حمل مسافر در بخش حمل‌ونقل ریلی و لگاریتم ارزش‌افزوده در بخش حمل‌ونقل ریلی بر روی لگاریتم متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری اثر می‌گذارد.

در انتها نتایج به‌دست‌آمده از الگوی تصحیح خطا نشان می‌دهد که ضریب تعدیل برای رشد طول زیرساخت خطوط ریلی بین یک و صفر قرار دارد و اگر یک شوک در کوتاه‌مدت ایجاد شود، در هر دوره ۰/۰۲۷ اختلاف ناشی از شوک از بین می‌رود و دوباره متغیرها به روند بلندمدت خود برمی‌گردند. عدم معنی‌دار بودن ضریب جمله تصحیح خطا نشان‌دهنده عدم علیت گرنجری متغیرهای الگو به سمت متغیر وابسته یعنی نرخ رشد طول زیرساخت خطوط ریلی می‌باشد که این یافته نتایج آزمون علیت گرنجر را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که رابطه علیتی از سمت نرخ رشد طول زیرساخت خطوط ریلی بر روی متوفیات تصادفات جاده‌ای برون‌شهری وجود دارد. همچنین ضریب تعدیل برای نرخ رشد حمل کالا ۰/۰۱۶ می‌باشد و اگر یک شوک در کوتاه‌مدت ایجاد شود، در هر دوره ۰/۰۱۶ اختلاف ناشی از شوک از بین می‌رود و دوباره متغیرها به روند بلندمدت خود

مجله ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها، دوره ۹، شماره ۱، ۸-۱.

-محمودزاده، محمود، امیرسیافی، محمدرضا، مطالبی، مژده (۱۳۹۶). بررسی اثربخشی شاخصه‌های حمل‌ونقل ریلی بر اقتصاد استان‌های کشور با رویکرد پندل دیتا و حداقل مربعات. کنفرانس تحقیقات جدید جهان و ایران در مدیریت، اقتصاد و حسابداری و رفتار انسانی.

-نیکو، نریمان، توکلی کاشانی، علی (۱۳۹۱). تحلیل ارتباط سهم حمل‌ونقل ریلی و نرخ تصادفات و تلفات در حمل‌ونقل جاده‌ای، دوازدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک، تهران.

-National Accounts of Iran. (2019). central bank of Iran. Available at: URL: <http://www.cbi.ir/simplelist/2054.aspx>. Accessed May 1.

-The Rail of the Islamic republic of IRANat: rai.ir/Index.aspx?tempname=EngMain2&lang=2&sub=0.

- Isildar, S. (2006). Road accidents in Turkey 1995-2004. *IATSS research*, 30(2), 115-118.

-Islam, M. B. & Kanitpong, K. (2008). Identification of factors in road accidents through in-depth accident analysis, *IATSS Research*, 32(2), 58-67.

-Masuri, M. G., Md Isa, K. A. & Tahir, M. P. M. (2012). Children, Youth and Road Environment: Road Traffic Accident. Asia Pacific International Conference on Environment-Behaviour Studies, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 38, 213-218.

-Park, S. (2009). Road accidents in Korea. *IATSS Research*, 32(2), 118-121.

- Yalcin, G. (2013). Non-spatial analysis for the road traffic accidents, Lumen International Conference Logos Universality Mentality Education Novelty. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 92, 1033-1038.

فقدان انجام مطالعات راجع به اثر شاخص‌های توسعه حمل‌ونقل ریلی بر کاهش تصادفات جاده‌ای و واردکردن سایر متغیرها و برآورد تأثیر هر یک از این عوامل بر یکدیگر (که در مطالعات انجام‌شده این متغیرها بررسی نشده است)، از نقاط قوت این تحقیق می‌باشد، زیرا تاکنون مطالعه خاصی در این زمینه با این روش انجام نشده است.

۶- مراجع

-بازدار اردبیلی، پریسا و پژمان‌زاد، پیمان (۱۴۰۰). بررسی رابطه بین متغیرهای کلان اقتصادی در کاهش سوانح حمل‌ونقل جاده‌ای کشور، نشریه ارتقای ایمنی و پیشگیری از مصدومیت‌ها، دوره ۹، شماره ۴، ۲۶۳-۲۵۵.

- دفتر فناوری ارتباطات و اطلاعات (۱۴۰۰). سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای کشور. سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای کشور، معاونت برنامه‌ریزی.

-زاهد، فاطمه (۱۳۹۱). شاخص‌های توسعه پایدار حمل‌ونقل ریلی کشور، اولین کنفرانس ملی زیرساخت‌های حمل‌ونقل، دانشگاه علم و صنعت، تهران.

-سوری، علی (۱۴۰۰). اقتصادسنجی همراه با کاربرد Eviews, Stata. ناشر نورعلم.

- شیخ بیگلر، رعنا (۱۳۹۵). بررسی اثر شاخص‌های توسعه حمل‌ونقل بر فراوانی صدمات ترافیک جاده‌ای. نشریه رفاه اجتماعی، دوره ۱۶، شماره ۶۲، ۱۴۱-۱۰۳.

-کاظمیان، غلامرضا، رسولی، افشین، رفیع‌پور، سعید (۱۳۹۴). مزیت‌های حمل‌ونقل ریلی درون‌شهری نسبت به جاده‌ای، بر اساس رویکرد توسعه پایدار، مطالعه موردی خط ۴ متروی تهران، نشریه پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال ششم، شماره بیست و سوم، ۹۴-۷۷.

-کیانی، پیمان (۱۳۹۹). اقتصادسنجی پیشرفته. ناشر فراگیران سینا.

- محمدی، امین، یوسفی، مهدی، ابراهیمی‌پور، حسین، عادل، امین، آدینه، حسینعلی، تقی‌پور، علی (۱۳۹۵). بررسی اپیدمیولوژیک موارد مرگ‌ومیر و آسیب‌های ناشی از حوادث ترافیکی در کودکان و نوجوانان زیر ۱۵ سال شهر مشهد.

Evaluation Model of the Impact of Rail Transport Development Indicators on the Reduction of Road Accidents

*Kamran Rahimof, Assistant Professor, Transportation Department,
Faculty of Engineering, Payam Noor University of Tehran, Tehran, Iran.*

*Peyman Pejmanzad, Ph.D., Student, Housing & Urban Development Research Center,
Tehran, Iran.*

E-mail: k.rahimof@pnu.ac.ir

Received: June 2023- Accepted: February 2024

ABSTRACT

Rail transportation can be one of the effective factors in reducing the casualties of road accidents. The current research, the impact of rail transport development indicators on the reduction of damages and deaths caused by road accidents during a 20-year period in 1377-99 has been evaluated. For this purpose, the research method and the statistical data used were first introduced, and then the generalized Augmented Dickey-Fuller test was used to check the significance of the variables. Then, to determine the long-term relationship, the Cointegrating co-accumulation test was used between the variables, and then the Granger causality test was used to determine the short-term relationship between the variables. In the last step, the residuals from Cointegrating Regression were calculated and the short-term parameters were obtained by estimating the error correction model. In the last step, the residuals from the Cointegrating regression were calculated and the short-term parameters were obtained by estimating the error correction model. The results show that there is a relationship between the variables of length of railway lines, ton-kilometers of freight transported, person-kilometers of passengers moved and added value in the rail transportation sector, with the variable of deaths in extra-urban road accidents, and this relationship is one-way. This means that with an increase of one percent in the growth of the variables of the length of railway lines and the growth of ton-kilometers of goods transportation and person-kilometers of passenger movement and added value in the rail transportation sector, we witnessed a decrease in the number of deaths in road accidents outside the country by 0.011 and 0.0701. We will be 0.24 and 0.115.

Keywords: Rail Transportation Development, Road Accidents, Cointegration Test, Granger Causality Test, Vector Error Correction Model