مجله تحقیقات اقتصادی / شماره ۶۹ / تابستان ۱۳۸۴ / صفحات ۱۲۸-۱۰۹

براورد تابع تقاضای حمل و نقل ریلی در ایران

ریحانه گسکری *

علیرضا اقبالی **

مصطفی عیدانی ***

تاریخ دریافت ۸۳/۵/۱۰ تاریخ پذیرش ۸۳/۶/۳۱

چکیده

در این مقاله نویسندگان ضمن مروری بر مطالعات صورت گرفته در خصوص تقاضای حمل و نقل ریلی با استفاده از مدل فیتزوری و اسمیت (۱۹۹۸) به براورد تابع تقاضای حمل و نقل ریلی در دو بخش مسافری و باری با استفاده از روش ARDL اقدام کرده‌اند. مطالعات آنها نشان می‌دهد که در بخش مسافری، رشد تقاضای حمل و نقل ریلی مسافر در بلند مدت تحت تأثیر رشد تولید ناخالص داخلی، شاخص قیمت بلیط اتوبوس مسافربری، طول خطوط راه آهن و درآمد حاصل از حمل نفر- کیلومتر به قیمت ثابت است. این مسأله در مورد حمل بار تحت تأثیر نرخ رشد تولید ناخالص داخلی، شاخص قیمت حمل بار توسط کامیون، طول خطوط راه آهن و درآمد حاصل از حمل تن-کیلومتر به قیمت ثابت است. در هر دو مورد تقاضا برای حمل و نقل بار و مسافر، متغیر نرخ رشد تولید ناخالص داخلی تأثیر گذارترین متغیر است.

طبقه‌بندی JEL: R41.

کلید واژه تابع تقاضا، حمل و نقل، راه آهن، مسافر، بار، خودبازگشتی، وقفه‌های توزیعی.

---

* عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد آبادان- خرمشهر.

** عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور مرکز آبادان. areghbali@yahoo.com

*** کارشناس ارشد اقتصاد.

۱- مقدمه

بررسی دقیق و علمی شبکه حمل ونقل به قرن نوزدهم مربوط می‌شود. کهل در اواسط این قرن رابطه جغرافیایی بین منابع و شکل گیری شبکه‌های حمل و نقل را مورد مطالعه قرار داد. تحلیل وی را می‌توان قدیمی‌ترین تحلیل رسمی تقاضای حمل و نقل در نظر گرفت. وی اثر ویژگی‌های حمل و نقل و فناوری‌های موجود در حمل و نقل را مورد بحث قرار داد[۱]. کهل عنوان می‌کند که حجم ترافیک به تنهایی ممکن است شاخص گمراه کننده‌ای برای ارزیابی نیازهای حمل و نقل باشد، زیرا حجم ترافیک بیانگر نیازی است که به‌وسیله قابلیت دسترسی به تسهیلات حمل و نقل نمایان می‌شود. اما معیار اساسی‌تر یافتن مبنایی است که ترافیک بالقوه را نیز در برمی‌گیرد. بر اساس این مبنا تابع تقاضای حمل و نقل، ارتباط دهنده سطوح مختلف حجم ترافیک با سطوح مختلف متغیرهای مرتبط به آن است[۲]. زمینه‌های جدیدتر در تحلیل تقاضای حمل و نقل پیشرفت‌های زیادی کرد که در آن تحلیل‌های اقتصاد خرد نقش اساسی‌تری را ایفا کرد. مسافر دارای رفتاری عقلایی در نظر گرفته می‌شود که سعی دارد مطلوبیت خود را در فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی حداکثر کند. نتایج یک تجزیه و تحلیل تقاضای حمل و نقل به هر صورتی که باشد قابلیت آن برای پیش‌بینی حجم ترافیک ارتباط زیادی به میزان اطمینان پیش‌بینی کننده در فهم عوامل مؤثر دارد. اما قدرت پیش‌بینی تنها در چگونگی استفاده از مدل‌ها نیست، بلکه ارتباط بیشتری با منطق استفاده و فرض‌های نهفته در آن دارد. نکته مهم دیگر این است که اتکای به مدل به دلیل تغییرات ساختاری که احتمالاً در بلندمدت ممکن است اتفاق بیفتد کمتر می‌شود. بالعکس قابلیت اتکای به پیش‌بینی‌های کوتاه مدت بیشتر می‌شود[۳].

این مقاله از چهار بخش تشکیل شده است. بخش دوم مروری بر مطالعات

1- Kanofani, 1983.
2- Ibid, P.4.
۳- محمودی، ۱۳۷۶.

گذشته می‌کند و در بخش سوم به معرفی مدل خواهد پرداخت و بالاخره بخش چهارم و پایانی آن به تصریح مدل اختصاص دارد.

۲- مروری بر مطالعات گذشته

اولین مطالعات تابع تقاضای حمل و نقل ریلی مطالعات "کرافت"[۱] در سال ۱۹۶۰ و " فیشر"[۲] در سال ۱۹۷۵ بوده است. مطالعات کرافت بررسی اثر کرایه، زمان سفر، جمعیت، درآمد را برای سیستم‌های حمل و نقل ریلی، اتومبیل و اتوبوس به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار داده بود و فیشرعلاوه برمتغیرهای فوق به اثر مالکیت نیز پرداخت[۳]. آرتورگروئن[۴] در سال ۱۹۸۰برای مترو واشنگتن تابع تقاضایی براورد کرد. وی درآمد سرانه را علاوه بر کرایه و زمان سفر به مدل خود اضافه کرد[۵]. "رامامهان" و "این سری رامان"[۶] در هندوستان بین سال‌های ۸۴ - ۱۹۸۳ با به‌کارگیری یک الگوی رگرسیون خطی تابع تقاضای مسافری را با استفاده از دو متغیر ارزش افزوده بخش کشاورزی وارزش افزوده بخش صنعت براورد کرده‌اند[۷]. جانکینز و همکاران (۱۹۸۱) از روش ARIMA در تحلیل حمل ونقل راه آهن وهواپیما میان لندن و اسکاتلند استفاده کردند[۸].

یکی از مشکلات و تنگناهای حمل و نقل ریلی، ارتباط بین دو ایستگاه است و این مسأله می‌تواند حمل و نقل از " مبدأ به مقصد" واقعی نباشد. این مشکل در خصوص حمل و نقل هوایی و دریایی نیز وجود دارد. از این رو ارائه خدمات به اشخاص تأثیر قابل ملاحظه‌ای در روی آوردن افراد به یک شیوه حمل و نقل دارد. قسمتی از مطالعات صورت گرفته در خصوص براورد تابع تقاضای حمل و نقل ریلی به تأثیر ارائه خدمات در تقاضای حمل و نقل مورد نظر بستگی دارد.

1- F.M.Fisher.
2- B.Greld Kraft.
3- kmeafsey, 1979.
4- Arthur Gruen.
5- Muth, 1982.
6- T.V.S.Ramamohan and S.Srirman.
7- Button&Epitfield, 1985.
8- Jenkis & etal, 1981.

واردمـن (۱۹۹۴) بـه تـأثیر ارائـه خـدمات در حمـل و نقـل ریلـی در انگلـستان می‌پردازد. واردمن و همکاران (۱۹۹۷) در مقاله‌ای دیگر به تأثیر ایـن خـدمات بـه راه آهن در مقایسه با اتومبیل می‌پردازند. ویـت (۱۹۹۷) بـا اسـتفاده از داده‌هـای جامعه ایالات متحده به تأثیر این خدمات بر حمـل و نقـل ریلـی پرداختـه اسـت. وارسینگ و کومراجه (۱۹۹۸) به نقاط ضعف توابع تقاضای حمل و نقـل ریلـی در کشورهای در حال توسعه پرداخته‌اند. فیتـزوری و اسـمیت(۱۹۹۸) بـا اسـتفاده از آمار سری زمانی ۱۴ کشور اروپایی به براورد تـابع تقاضـایی اقـدام کـرده‌انـد و بـا تکنیک همگرایی یکسان اثر متغیرهایی همچون GDP سرانه، قیمت حمل و نقـل ریلی، تکرار (نسبت کیلومتر - قطار به طول مسیر)، چگالی مسیر (نسبت کیلومتر مسیر راه آهن به کیلومتر مربع مساحت کشور)، قیمـت نفـت را برتقاضـا بـراورد کرده‌اند. کاشترشتاوناک (۲۰۰۰) با اسـتفاده از مـدل اقتـصادسنجی VAR تـابع تقاضای حمل و نقل غیر حاشیه شهری در هندوستان را براورد کرده‌اند.

در ایران بعد از این‌که طرح جامع حمل و نقـل تهـران در سـال ۱۳۵۳ توسـط چند گروه مهندسان مشاور مطالعه گردید و اساس جدیدی برای مطالعات اقتـصاد حمل و نقل در ایران بنیان گذاشته شد. مهندسـان مـشاور "پیـرو" بـا اسـتفاده از مدل‌های خطی به پیش‌بینی میزان بار حمل شده توسـط وسـایل نقلیـه موتـوری جاده‌ای و ریلی و تأثیر متقابل و مقایسه‌ای آنها پرداختند. تابع تقاضای آنها بـسیار ساده و فقط با استفاده از متغیر مسافت براورد شده بود (طرح جامع حمل و نقـل، ۱۳۵۶).

گروه مهندسان نظم‌آوران(۱۳۶۹) نیز مطالعاتی را در مورد تقاضای سـفر و بـار توسط راه آهن انجام داده‌اند. تقاضای حمل و نقـل مـسافری آنهـا (تعـداد مـسافر سرانه) تابعی از تولید ناخالص داخلی واقعی و یک متغیر مجازی بود. تابع تقاضای باری نیز برای بارهای کشاورزی تابع ارزش افـزوده بخـش کـشاورزی (بـه قیمـت ثابت)، برای بارهای غذایی تابع هزینه مصرف خصوصی (به قیمت ثابـت) و بـرای بارهای صنعتی تابعی از ارزش افزوده بخش صنعت (به قیمت ثابت) در نظر گرفته شده بود و برای هر سه تابع نیز متغیر مجازی تعریف کرده بودند. عیدانی (۱۳۷۱)

علاوه بر براورد تابع تقاضای بار توسط راه آهن، توابع تقاضای جداگانه‌ای برای حمل و نقل مسافر و حمل بار به صورت تفکیکی (بارهای معدنی، کشاورزی، صنعتی) برای سال‌های ۱۳۶۹ - ۱۳۵۰ به‌دست آورد. متغیرهای مستقل معرفی شده توسط وی، تولید ناخالص ملی و ارزش افزوده بخش‌های تفکیکی است. وی برای حذف خود همبستگی بین متغیرها از "روش تکراری کوکران - اورکات"[1] برای براورد استفاده کرده است. اسکونژاد(۱۳۷۰) با استفاده از آمار ۱۳۷۰-۱۳۵۰ و روش حداقل مربعات معمولی، فقط با بهره‌گیری از یک متغیر روند زمانی سعی در پیش‌بینی بار و مسافر برای کل کشور کرده است. وی سپس با پردازش آمار اقدام به براورد بار بر روی مسیر تهران - تبریز و بالعکس کرده است. اقبالی (۱۳۷۶) برای تحلیل هزینه - فایده احداث راه آهن میانه - بستان‌آباد - تبریز اقدام به پیش‌بینی ترافیک روی مسیر کرده است. وی با استفاده از مدل ARIMA و با فرض انتقال ترافیک بار و مسافر راه آهن مسیر میانه - مراغه - تبریز و جاده موجود میانه - بستان آباد - تبریز بر مسیر در دست مطالعه، به براورد توابع تقاضای بار و مسافر اقدام کرده است. مدل‌های براورد شده با استفاده از آزمون‌های دیکی - فولر و دیکی - فولر تعمیم یافته مورد بررسی قرار گرفته و نتایج آن تأیید شده است.

۳- مدل

مدل معرفی شده در زیر برگرفته از مقاله فیتزوری و اسمیت (۱۹۹۸) است. آنها با استفاده از آن به یک بررسی تطبیقی تابع تقاضای حمل مسافر برای ۱۴ کشور اروپای غربی پرداختند. این مدل پس از تعدیل در خصوص کشور ایران به صورت زیر ارائه می‌شود:

$$TP_t = f(Y_t, RPF_t, R_t, PTP_t) \qquad (۱)$$

که در آن:

TP_t = تقاضای حمل مسافر بر حسب میلیون نفر - کیلومتر،

1- Cochrane-Orcutt Interative Procedure.

Y_t = تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت ۱۳۶۹،

RPF_t = درآمد ناشی از حمل مسافر به ازای هر نفر - کیلومتر به قیمت ثابت ۱۳۶۹،

R_t = طول خطوط راه آهن بر حسب کیلومتر،

PTP_t = شاخص قیمت بلیط اتوبوس مسافربری به قیمت ثابت ۱۳۶۹.

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

$$dTP_t = \frac{\partial TP_t}{\partial Y_t}\cdot dY_t + \frac{\partial TP_t}{\partial RPF_t}\cdot dRPF_t + \frac{\partial TP_t}{\partial R_t}\cdot dR_t + \frac{\partial TP_t}{\partial PTP_t}\cdot dPTP_t \quad (۲)$$

هرگاه طرفین معادله (۲) را بر TP_t تقسیم کنیم رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$\frac{\partial TP_t}{TP_t} = (\frac{\partial TP_t}{\partial Y_t}\cdot\frac{Y_t}{TP_t})\cdot\frac{dY_t}{Y_t} + (\frac{\partial TP_t}{\partial RPF_t}\cdot\frac{RPF_t}{TP_t})\cdot\frac{dRPF_t}{RPF_t} + (\frac{\partial TP_t}{\partial R_t}\cdot\frac{R_t}{TP_t})\cdot\frac{\partial R_t}{R_t} + (\frac{\partial TP_t}{\partial PTP_t}\cdot\frac{PTP_t}{TP_t})\cdot\frac{dPTP_t}{PTP_t} \quad (۳)$$

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

کشش تقاضای مسافر نسبت به تولید ناخالص داخلی $\mu_Y = \frac{\partial TP_t}{\partial Y_t}\cdot\frac{Y_t}{TP_t}$

کشش تقاضای مسافر نسبت به درآمد ناشی از حمل مسافر $\mu_{RPF} = \frac{\partial TP_t}{\partial RPF_t}\cdot\frac{RPF_t}{TP_t}$

کشش تقاضای مسافر نسبت به شاخص قیمت بلیط اتوبوس $\mu_{PTP} = \frac{\partial TP_t}{\partial PTP_t}\cdot\frac{PTP_t}{TP_t}$

کشش تقاضای مسافر نسبت به طول خطوط راه آهن $\mu_R = \frac{\partial TP_t}{\partial R_t}\cdot\frac{R_t}{TP_t}$

از سوی دیگر، طرف اول معادله (۳) مبین نرخ رشد تقاضای مسافر و در طرف دوم، عبارت ضرب شده در پرانتزها نیز مبین نرخ رشد متغیرهای توضیحی هستند. با توجه به روابط فوق و توضیحات پیرامونی می‌توان معادله (۳) را به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$GTP_t = \mu_Y\cdot GY_t + \mu_{RPF}\cdot GRPF_t + \mu_R\cdot GR_t + \mu_{PTP}\cdot GPTP \quad (۴)$$

حال اگر به رابطه (۴) مقدار a به عنوان عرض از مبدأ و u_t را به عنوان جمله

اختلال اضافه کنیم، می‌توانیم رابطه (۵) را به صورت زیر به عنوان معادلـه نهـایی بپذیریم:

$$GTP_t = a + \mu_Y \cdot GY_t + \mu_{RPF} \cdot GRPF_t + \mu_R \cdot GR_t + \mu_{PTP} \cdot GPTP + u_t \quad (۵)$$

رابطه زیر را به صورت یک تابع تولید می‌توان زیر بنای، تابع تقاضـای حمـل و نقل ریلی بار تلقی کرد.

$$TT = f(Y_t, RTF_t, GR, PTT) \quad (۶)$$

که در آن داریم:

TT = حمل و نقل بار توسط خطوط ریلی بر حسب میلیون تن-کیلومتر،

Y_t = تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت ۱۳۶۹،

RTF_t = درآمد حاصل از یک تـن - کیلـومتر توسـط راه آهـن بـه قیمـت ثابـت ۱۳۶۹،

GR = طول خطوط راه آهن سراسری کشور،

PTT = شاخص قیمت حمل بار توسط کامیون به قیمت ثابت ۱۳۶۹.

بدیهی است رویه صورت گرفته برای طرح تابع تقاضای حمل و نقـل مـسافر را برای حمل و نقل ریلی بار نیز می‌توان به‌کار برد. رابطه زیـر بـا اسـتفاده از چنـین شیوه‌ای به‌دست آمده است:

$$GTT_t = a + \mu_Y \cdot GY_t + \mu_{RTF} \cdot GRTF_t + \mu_R \cdot GR_t + \mu_{PTT} \cdot GPTT + u_t \quad (۷)$$

در روابط (۵) و (۷)، G معرف نرخ رشد، μ_i معرف کشش i نسبت به حمل و نقل مسافر و یا بار و u_t جمله اختلال است.

۴- تصریح مدل

در این گزارش با استفاده از مـدل فیتـزوری و اسـمیت (۱۹۸۸) بـرای حمـل مسافر رابطه (۵) و برای حمل بار رابطه (۷) طراحی شده است.

قبل از براورد مدل‌های فوق لازم است در مورد یک نکته توضـیح داده شـود و آن این است که اغلب سری‌های زمانی کـه در بـراورد توابـع اسـتفاده مـی‌شـوند، ناپایایی (ناایستایی) دارند. وجود این مسأله در متغیرها باعث می‌شود که اسـتفاده

از روش‌های سنتی در براورد مدل‌های اقتصاد سنجی نتایج غیر قابل اطمینان ارائه دهد که در نتیجه به کارگیری روش‌های مدرن در این زمینه که به پدیده ناپایایی متغیرها توجه داشته باشند، ضروری است.

از روش‌هایی که برای براورد توابعی که دارای سری‌های زمانی ناپایااند به کار می‌رود، می‌توان به روش "خود بازگشتی با وقفه‌های توزیعی (ARDL)"[1] اشاره کرد.

در روش خود بازگشتی با وقفه‌های توزیعی که یکی از تکنیک‌های همگرایی است، بدون توجه به ناپایایی متغیرها و تنها با تعیین وقفه‌های مناسب برای متغیرها الگوی مناسب براورد می‌شود. در این تکنیک ابتدا باید مدل مورد نظر را با روش "حداقل مربعات معمولی (OLS)"[2] برای تمامی ترکیبات ممکن و بر اساس وقفه‌های متفاوت متغیرهای موجود در مدل براورد کرد. در این میان حداکثر تعداد وقفه متغیر از سوی پژوهشگر و با توجه به تعداد مشاهدات تعیین می‌شود، به طوری که هر چند دامنه سری‌های زمانی بزرگتر باشد، می‌توان طول وقفه‌های بزرگتری را آزمون کرد.

سپس به محقق این امکان داده می‌شو دکه از رگرسیون براورد شده به روش حداقل مربعات معمولی در وقفه‌های متفاوت، یکی از رگرسیون‌ها را به عنوان یک رابطه بلند مدت و بر اساس ضابطه انتخاب کند. ضمناً در این روش علاوه بر آزمون وجود یا عدم وجود رابطه بلند مدت بین متغیر وابسته و متغیر مستقل، "الگوی تصحیح خطا"[3] که روابط پویای کوتاه مدت را نشان می‌دهد نیز بررسی می‌شود.[4]

بعد از معرفی روش خود بازگشتی با وقفه‌های توزیعی و با استفاده از همین روش، با توجه به نمودار (۱) که نشان‌دهنده وضعیت حمل و نقل مسافر است، به

1- Auto-Regressive Distributed Lag.
2- Ordinary Least Squares.
3- Error Correlation Model.

۴- نوفرستی ، محمد.(۱۳۷۸).

تعریف متغیر مجازی D1 می‌پردازیم. این متغیر برای سال‌های بعد از پیروزی انقلاب و در زمان جنگ، یعنی سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۵۷ تعریف شده است. پس از آن به براورد رابطه (۵) در جدول زیر می‌پردازیم[۱]:

جدول ۱- نتایج براورد رابطه ۵.

متغیر	GTP(−1)	GY	GRPF	GR	GR(−1)	GPTP	D1	D1(−1)	C
ضرایب	۰/۱۱ (۲/۵۲)	۰/۷۴ (۲/۱۱)	-۰/۱۲ (-۲/۹۱)	۰/۵۱ (۱/۷۸)	۰/۱۲ (۳/۱۴)	۰/۴۲ (۲/۵۱)	۰/۲۱ (۱/۸۸)	۰/۱۹ (۳/۳۱)	-۰/۲۹ (-۰/۶۲)

نتایج نشان‌دهنده چند نکته است. ابتدا رابطه قیمت حمل مسافر (که در اینجا ما از درآمد حمل یک نفر - کیلومتر استفاده کرده‌ایم) با حمل و نقل مسافر منفی بوده که از جنبه نظری صحیح است. متغیر GR از نظر آماری معنی‌دار است، به عبارت دیگر متغیر نرخ رشد طول خطوط راه آهن از نظر آماری بر تقاضای حمل و نقل ریلی مسافر تأثیر مثبت دارد.

اما شاخص قیمت بلیط اتوبوس بین شهری رابطه مستقیم با تقاضای حمل و نقل ریلی مسافر داشته و معنی‌دار است. این مسأله نشان می‌دهد که افزایش قیمت در حمل و نقل جاده‌ای سبب انتقال مسافر از جاده به سوی راه آهن می‌شود. به عبارت دیگر اگر قیمت حمل و نقل جاده‌ای به‌طور متوسط یک درصد افزایش یابد، تقاضای حمل و نقل ریلی مسافر ۰/۴۲ درصد افزایش پیدا می‌کند.

بر مبنای نتایج موجود در جدول شماره ۱ ضرایب متغیرهای مستقل به غیر از عرض از مبدأ [که به صحت مدل خدشه وارد نمی‌سازد (شعبانی، ۱۳۷۹)] همگی تا حدودی معنی‌دار هستند. این نتایج نشان‌دهنده آن است که بیشتر تأثیر را بر تقاضای حمل و نقل ریلی مسافر نرخ رشد تولید ناخالص داخلی دارد. یعنی هر گاه نرخ تولید ناخالص داخلی ۱ درصد رشد کند، تقاضا حمل و نقل ریلی مسافر۰/۷۴ درصد افزایش پیدا می‌کند. از سوی دیگر مدل فوق نشان می‌دهد که

۱- برای اطلاع بیشتر به ضمیمه ۱-۱ مراجعه نمائید.

کشش قیمتی تقاضا ۰/۱۲ است. به عبارت دیگر کشش قیمتی تقاضا حمل و نقل ریلی مسافر بی کشش بوده و این شیوه حمل و نقل را می‌توان در ردیف اقلام کالاهای ضروری طبقه بندی کرد و راه آهن نیز برای افزایش درآمدش می‌تواند قیمت بلیط را افزایش دهد، این مسأله به دلیل بی کشش بودن کشش قیمتی سبب افزایش درآمد کل راه آهن می‌شود. جدول شماره ۲ نشان‌دهنده یک رابطه بلند مدت است.[۱]

جدول ۲- رابطه بلندمدت تابع تقاضا

متغیر	GY	GRPF	GPTP	D1	C
ضرایب	۰/۶۹ ۱/۵۴	-۰/۱۷ (-۱/۷۹)	۰/۲۹ (۱/۴۳)	۰/۰۲۷ (۰/۲۷)	-۰/۰۳۳ (-۰/۵۷)
وقفه	۰	۰	۰	۱	۰

در روش خود بازگشتی توزیعی درستی رابطه بلند مدت از دو جنبه مورد آزمون قرار می‌گیرد. ابتدا در آزمون‌های تشخیص، شرایط کلاسیک رابطه از لحاظ خود همبستگی، فرم تبعی، نرمالیتی و واریانس ناهمسانی بررسی می‌شود. نتایج این آزمون‌ها در جدول شماره ۱ حاکی از این مطلب است که رابطه بلند مدت تابع تقاضای حمل و نقل مسافر تمامی شرایط کلاسیک را داراست. مسأله دیگر، آزمون همگرایی یا همجمعی تابع استخراج شده از روش خود بازگشتی با وقفه‌های توزیعی است. لازمه آنکه الگوی پویای براورد شده در این روش به سمت تعادل بلند مدت همگرا باشد آن است که مجموع ضرایب متغیر وابسته در وقفه‌های متفاوت، کمتر از یک باشد:

$$H_{\circ}: \sum_{i=1}^{p} \alpha_i - 1 \geq \circ$$

۱- به ضمیمه (۴-۱) مراجعه کنید.

$$H_1: \sum_{i=1}^{p} \alpha_i - 1 < 0$$

با استفاده از نتایج موجود در جدول، فرض عدم وجود همجمعی بین متغیرهای مدل را بررسی می‌کنیم. کمیت آماره t مورد نیاز برای انجام آزمون فوق به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$t = \frac{\sum_{i=1}^{p} \alpha_i - 1}{\sum_{i=1}^{p} S_i} = \frac{0.11417 - 1}{0.04531} = -19.55$$

ازآنجا که کمیت بحرانی در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر۴/۴۳- است، پس مقدار t به میزان ۱۹/۵۵- به صورت قدر مطلق از مقدار ۴/۴۳ بزرگ‌تر، پس فرض عدم وجود همگرایی یا بی ثباتی رابطه به‌دست آمده بین متغیرهای مدل (H_0) رد می‌شود. بنابراین نتیجه فرض می‌گیریم که رابطه ارائه شده در جدول شماره ۲ یک رابطه همگرا و بلند مدت با ضرایب باثبات است.

روش خود بازگشتی با وقفه‌های توزیعی برای بررسی انحراف کوتاه مدت متغیرها از مقادیر تعادلی خود الگوی تصحیح خطا (ECM) را برای رابطه بلند مدت تنظیم و براورد می‌کند. در این الگو نوسانات کوتاه مدت متغیرها به مقادیر بلند مدت آنها ارتباط داده می‌شود. الگوی تصحیح خطای مربوط به تابع تقاضای حمل و نقل مسافر در جدول ضمیمه (۳-۱) ارائه شده است. ضریب "جمله تصحیح خطا (ECT)" که نشان‌دهنده سرعت تعدیل مدل به سوی تعادل بلند مدت در صورت وقوع نوسان است، با رقم ۱- حکایت از سرعت بسیار بالا در تعدیل کوتاه مدت مدل به سوی تعادل بلند مدت دارد. نمودار (۲) نشان‌دهنده مقایسه نرخ رشد حمل و نقل ریلی مسافر و تابع براورد شده بر اساس طرح مدل است.

نمودار (۳) نشان‌دهنده مقایسه نرخ رشد حمل و نقل ریلی بار و تابع براورد

شده است.

پس از براورد و نتیجه‌گیری‌های تابع تقاضای حمل و نقل ریلی مسافر به بخش حمل و نقل ریلی بار می‌پردازیم. به عبارت دیگر قصد داریم که تابع تقاضای حمل و نقل ریلی بار را بر اساس رابطه (۷) حساب کنیم. نتایج اولیه از براورد رابطه (۷) در جدول شماره ۳ به‌طور خلاصه آمده است.[۱]

جدول ۳- نتایج براورد رابطه ۷.

متغیر	GTT(−1)	GTT(−2)	GY	GRTF	GR	GPTT	D1	C
ضرایب	۰/۱۱ (۱/۸۳)	۰/۰۲۹ (۲/۴۱)	۰/۵۷ (۲/۶۳)	- ./۲۵ (-۲/۷۱)	۰/۳۳ (۱/۶۶)	۰/۴۴ (۳/۴۷)	۰/۱۹ (۲/۷۲)	-۰/۰۹ (-۰/۵۳)

با توجه به نمودار حمل و نقل ریلی بار (نمودار ۲) متغیرهای مجازی برای سال‌های ۱۳۶۷-۱۳۵۷ به صورت یک دوره ده ساله تعریف می‌شود.

نتایج اولیه نشان‌دهنده این نکته است که تقاضای حمل و نقل ریلی بار با قیمت تن - کیلومتر رابطه منفی دارد که این مسأله مؤید مباحث نظری است و از سوی دیگر از نظر آماری معنی‌دار است. این در حالی است که متغیر GR (نرخ رشد طول خطوط راه آهن) در سطح ۰/۸۹ درصد معنی‌دار است.[۲]

بر اساس نتایج جدول شماره ۳ عرض از مبدأ از نظر آماری معنی‌دار نیست که این مسأله به صحت مدل لطمه وارد نمی‌کند. بر اساس جدول شماره ۳ متغیرهای GPTT (شاخص قیمت حمل و نقل بار توسط کامیون) معنی‌دار بوده و بنابراین با افزایش یک درصد قیمت حمل ونقل جاده‌ای بار، تقاضا برای حمل ونقل ریلی بار ۰/۴۴ درصد افزایش می‌یابد. کشش قیمتی تقاضا برای حمل و نقل ریلی بار ۰/۲۵ است که نشان می‌دهد راه آهن می‌تواند با افزایش قیمت حمل هر

۱- به ضمیمه ۱-۲ مراجعه کنید.

۲- به ضمیمه ۱-۲ مراجعه کنید.

تن - کیلومتر به درآمدهای خود بیفزاید. جدول شماره ۴ نشان‌دهنده یک رابطه بلند مدت است.[۱]

جدول ۴- رابطه بلند مدت معادله ۷.

متغیر	*GY*	*GRTF*	*GTPP*	*D*1	*C*
وقفه	۰	۰	۰	۰	۰
ضرایب	۰/۵۱ (۲/۵۴)	-۰/۱۹ (-۲/۰۹)	۰/۲۲ (۳/۱۸)	-۰/۱۳ (-۲/۴۲)	-۰/۰۱۱ (-۰/۴۳)

در خصوص آزمون همگرایی بلند مدت مدل و با استفاده از نتایج موجود در جدول، فرض عدم وجود همجمعی بین متغیرهای مدل را بررسی می‌کنیم. کمیت آماره t مورد نیاز برای انجام آزمون فوق به صورت زیر محاسبه می‌شود.

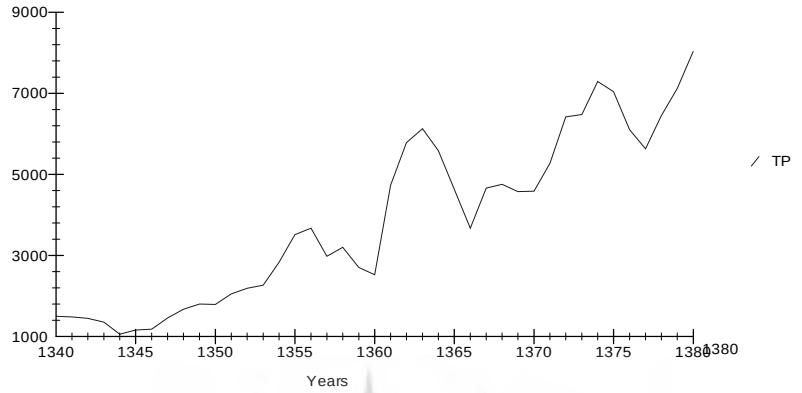
$$t = \frac{\sum_{i=1}^{p} \alpha_i - 1}{\sum_{i=1}^{p} S_i} = \frac{0.11 + 0.029 - 1}{0.06118 + 0.01220} = -13.39$$

ازآنجا که کمیت بحرانی در سطح اطمینان ۹۵ درصد برابر ۴/۴۳- است، لذا مقدار t به میزان ۱۳/۳۹- به صورت قدر مطلق از مقدار ۴/۴۳ بزرگ‌تر، پس فرض عدم وجود همگرایی یا بی ثباتی رابطه به‌دست آمده بین متغیرهای مدل (H_0) رد می‌شود. بنابراین نتیجه فرض می‌گیریم که رابطه ارائه شده در جدول شماره ۳ یک رابطه همگرا و بلند مدت با ضرایب باثبات است.

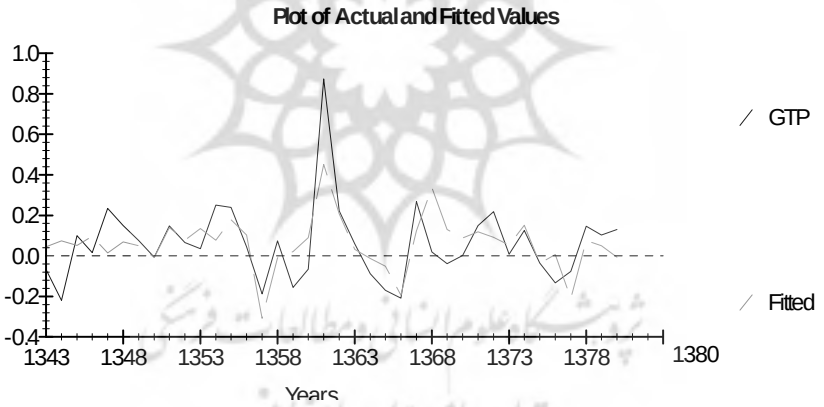
نتایج رابطه بلند مدت نشان از تأثیر قابل توجه شاخص قیمت حمل و نقل (که حکایت از تعرفه‌های شیوه‌های دیگر حمل و نقل دارد) بر تقاضای حمل و نقل ریلی دارد. به‌طوری‌که افزایش ۱۰ درصد در قیمت شیوه‌های دیگر حمل و نقل (شاخص قیمت حمل و نقل) سبب افزایش تقاضای ریلی بار به میزان ۳/۷ درصد

۱- به ضمیمه ۲-۲ مراجعه کنید.

خواهد شد. ضریب "جمله تصحیح خطا (ECT)" نیز با رقم ۱- حکایت از سرعت بسیار بالا در تعدیل کوتاه مدت به سوی تعادل بلند مدت دارد.[1] نمودار (۴) نشان‌دهنده مقایسه نرخ رشد حمل و نقل ریلی و تابع براورد شده است.



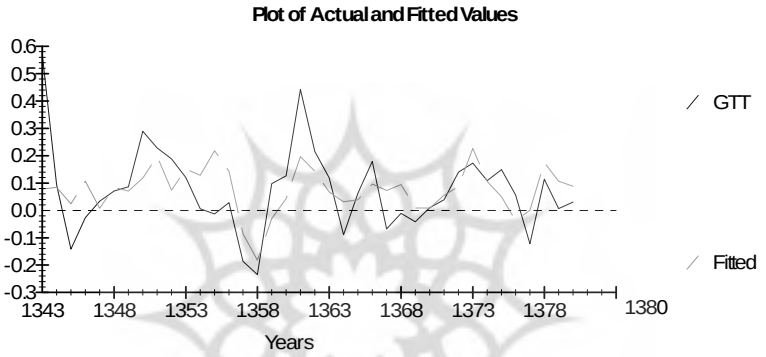
نمودار ۱



نمودار ۲

۱- به ضمیمه ۳-۲ مراجعه کنید.

نمودار ۳



نمودار ۴

فهرست منابع

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

۲- اقبالی، علیرضا، (۱۳۷۶)، *روشی برای ارزیابی خطوط راه آهن*، مقاله برگزیده سومین کنفرانس مهندسی ترافیک، انتشارات شرکت کنترل ترافیک.

۳- شعبانی، محمد، (۱۳۷۹)، *خطوطی که از مبدأ می‌گذرد، آیا رگرسیون از طریق مبدأ جواب است؟*، اندیشه آماری، سال پنجم، شماره ۹، بهار و تابستان، صص ۲۹-۲۰.

۴- *طرح جامع حمل و نقل کشور، شرح خدمات طرح مطالعه جامع حمل و نقل کشور*، سازمان برنامه و بودجه، آبان ۱۳۵۶.

۵- عیدانی، مصطفی، (۱۳۷۱)، *برآورد تابع تقاضای حمل و نقل ریلی*، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران.
۶- محمودی، علی، (۱۳۶۷)، *اقتصاد حمل و نقل*، نشر اقتصاد نو.
۷- مهندسان مشاور نظم آوران، (۱۳۶۹)، *بررسی تحلیلی عملکرد راه آهن جمهوری اسلامی ایران*.
۸- نوفرستی، محمد، (۱۳۷۸)، *ریشه واحد و همجمعی در اقتصاد سنجی*، مؤسسه فرهنگی رسا.
9- Button, K. J, and Epitfield, (1985), "International Railway Economics", India Press, PP. 297-310.
10- Fitzory, F. and I. Smith, (1998), "Passenger Rail Demand in 14 western European Countries:A Comparative Time Srries Study", *International Journal of Transport Economics*, vol. xxv-No. PP. 299-312.
11- Jenkis, H., M. Abbie, J. J. Everest, and N. J. Pauley, (1981), "Rail and Travel Between London and Scotland: Analsis of Methods", *TRR Report*, 978, N. 116, PP. 978-999.
12- Kanofani, Adib, (1983), "Transportation Demand", MG-graw-Hill, PP. 2-3.
13- Kmeafsey, Jemes, (1979), "Transportation Economics Analysis", Lexington Book, PP. 215-219.
14- Kulshreshtha, Mudit and Barnali, Nag, (2000), "Structure and Dynamics of Non-Suburban Passenger Travel Demand Railways", *Transportation*, No. 27, PP. 221-241.
15- Koshal, M, R. K. Koshal, A. K. Gupta and K. N. Nandola, (1996), "Demamd for Public and Private Passenger Transport in United State", *International Journal of Transport Economic*, Vol. 2, PP. 157-172.
16- Muth, R. F., (1982), "Urban Economics Problems", Harper Row, PP. 161-173.
17- Voith, R., (1997), Fares, "Service Levels, and Demographics: what Determines Comuter Rail Ridership in the Long Run?", *Journal of Urban Economics*, Vol. 41, PP. 176-197.
18- Wardman, M., (1994), "Forecasting the Impout of Service Quality changes on the Demand for Inter-Urban Rail Travel", *Journal of Transport Economics and Policy*, XXVIII, PP. 287-306.
19- Wardman, M, and J. P. Toner, and G. A. whelan, (1997), "Interactions Between Rail Car in the Inter-Urban Leisure Travel Market in Great Britain", *Journal of Transport Economic and Policy*, XXXI, PP. 163-181.

ضمیمه:

جدول ۱-۱

Autoregressive Distributed Lag Estimates
ARDL (1 / 0 / 0 / 1 / 0 / 0 / 1) selected based on Schwarz Bayesian Criterion
****

Dependent variable is GTP
38 observations used for estimation from 1343 to 1380
****

Repressor	Coefficient	Standard Error	T-Ratio [Prob]
GTP(-1)	.11278	.04477	2. 5187[. 017]
GY	.74151	.35071	2. 1143[. 055]
GRPF	-. 11995	.04120	-2. 9111[. 008]
GR	.51118	.28769	1. 7768[. 083]
GR(-1)	.12145	.03858	3. 1478[. 003]
GPTP	.41998	.16700	2. 5147[. 018]
D1	.21875	.11622	1. 8821[. 079]
D1(-1)	.18885	.05697	3. 3145[. 002]
C	-. 28996	.46412	-. 62475[. 512]

****

R-Squared	.89457	R-Bar-Squared	. 82745
S. E of Regression	.15568	F-stat. F(7 / 30) 3. 6968[. 005]	
Mean of Dependent Variable	.060807	S. D. of Dependent Variable. 19131	
Residual Sum of Squares	.72704	Equation Log-Likelihood 21. 2511	
Akaike Info. Criterion	13. 2511	Schwarz Bayesian Criterion 6. 7008	
DW. statistic	1. 9854		

****

Diagnostic Tests

****

* Test Statistics	* LM Version	* F Version
* A:Serial Correlation	* CHSQ (1) =. 0023056[. 927	* F (1/29) =. 006339[. 007]
* B: Funtional From	* CHSQ (1) = 2. 1739[. 023]	* F (1/29) = 4. 5708[. 001]
* C: Normality	* CHSQ (2) =. 16885[. 919]	* Not applicable
* D:Heteroscedasticity	* CHSQ (1) = 42. 8744[. 022]	*F (1/36) = 48. 4187[. 000]

****

A: Laqrange multiplier test of residual serial correlation
B: Ramseys RESET test using the square of the fitted values
C: Based on a test of skewness and kurtosis of residuals
D: Based on the regression of residuals on squared fitted values

جدول ۲-۱

Estimated Long Run Coefficients Using the ARDL Approach
ARDL (0 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0/1) selected based on Schwarz Bayesian Criterion

Dependent variable is GTP
38 observations used for estimation from 1343 to 1380

Regressor	Coefficient	Standard Error	T-Ratio [Prob]
GY	.72457	.25075	2. 8896[. 007]
GRPF	-. 08462	.03514	-2. 4077[. 020]
GR	.47458	.17875	2. 6549[. 014]
GPTP	.42235	.16795	2. 5147[. 015]
D1	.29457	.09076	3. 2454[. 003]
C	-. 31454	.55061	-. 57125[. 575]

جدول ۳-۱

Error Correction Representation for the Selected ARDL Model
ARDL (0 / 0 / 0 / 0 / 1) selected based on Schwarz Bayesian Criterion

Dependent variable is dGTP
38 observations used for estimation from 1343 to 1380

Regressor	Coefficient	Standard Error	T-Ratio [Prob]
dGY	.74151	.35071	2. 1143[. 042]
dGRPF	-. 11995	.04120	2. 9111[. 008]
dGR	.51118	.28769	1. 7768[. 083]
dPTP	.12145	.038858	3. 1478[. 003]
dD1	.21875	.11622	1. 8821[. 079]
dC	.28996	.05332	-. 62417[. 569]
ecm(-1)	-1. 0000	0. 00	NONE

List of additional temporary variables created:

dGTP = GTP-GTP(-1(
dGY = GY-GY(-1(
dGRPF = GRPF-GRPF (-1(
dGPTP = GPTP -GPTP(-1(
Dd1 = D1-D1(-1)
dC = C – C (-1)
ecm = GTP . 72457*GY - . 08462*GRPF + . 47458*GR + . 42235*GPTP + . 29457*D1 - . 31454*C

R-Squared	.83547	R-Bar-Squared	. 79603
S. E of Regression	.15430	F-stat. F(5/ 32)	13. 1974 [. 000]
Mean of Dependent Variable	.0040315	S. D. of Dependent Variable	. 25110
Residual Sum of Squares	.76189	Equation Log-Likelihood	20. 3615
Akaike Info. Criterion	14. 3615	Schwarz Bayesian Criterion	9. 4488
DW. statistic	1. 9150		

R-Squared and Bar-Squared measures refer to the dependent variable
DGGNP and in cases where the error correction model is higly
Restricted, these measures could become negative .

جدول ۱-۲

Autoregressive Distributed Lag Estimates
ARDL (2 / 0 / 0 / 0 / 0 / 0) selected based on Schwarz Bayesian Criterion

Dependent variable is GTT
38 observations used for estimation from 1343 to 1380

Repressor	Coefficient	Standard Error	T-Ratio [Prop]
GTT(-1)	.11210	.06118	1. 8323[. 082]
GTT(-2)	.02941	.01220	2. 4094[. 022]
GY	.57156	.21741	2. 6289[. 012]
GRTF	-. 25331	.09331	-2. 7145[. 011]
GR	.33452	.20135	1. 6614[. 079]
GPTT	.44215	.12747	3. 4685[. 001]
D1	.19452	.05940	3. 2745[. 003]
C	-. 09147	.17700	-. 53782[. 479]

R-Squared	.91051	R-Bar-Squared	. 87706
S. E of Regression	.14014	F-stat. F(6 / 31) 2. 3268[. 057]	
Mean of Dependent Variable	.075044	S. D. of Dependent Variable. 15448	
Residual Sum of Squares	.60882	Equation Log-Likelihood 24. 6230	
Akaike Info. Criterion	17. 6230	Schwarz Bayesian Criterion 11. 891	
DW. statistic	1. 0020		

Diagnostic Tests

* Test Statistics *	LM Version *	F Version
* A:Serial Correlation	* CHSQ (1) = 3. 5156[. 061]	* F (1/30) = 3. 0584[. 041
* B: Funtional From	* CHSQ (1) =. 44199[. 506]	* F (1/30) =. 35304[. 057]
* C: Normality	* CHSQ (2) =. 16885[. 919]	* Not applicable
* D:Heteroscedasticity	* CHSQ (1) =. 5. 2744[. 022]	*F (1/36) =. 0075222[. 031]

A: Laqrange multiplier test of residual serial correlation
B: Ramseys RESET test using the square of the fitted values
C: Based on a test of skewness and kurtosis of residuals
D: Based on the regression of residuals on squared fitted values

جدول ۲-۲

Estimated Long Run Coefficients Using the ARDL Approach
ARDL (0 / 0 / 0 / 0 /0) selected based on Schwarz Bayesian Criterion

Dependent variable is GTP
38 observations used for estimation from 1343 to 1380

Regressor	Coefficient	Standard Error	T-Ratio [Prop]
GY	.51720	.20351	2. 5414[. 014]
GRPF	-. 19287	.09210	-2. 0941[. 036]
GPTP	.22287	.06989	3. 1890[. 004]
D1	-. 13425	.05539	2. 4236[. 017]
C	-. 01166	.02707	-. 43081[. 660]

جدول ۳-۲

Error Correction Representation for the Selected ARDL Model
ARDL (0 / 0 / 0 / 0 / 0) selected based on Schwarz Bayesian Criterion

****

Dependent variable is dPI
38 observations used for estimation from 1343 to 1380

****

Regressor	Coefficient	Standard Error	T-Ratio [Prob]
GY	.57156	.21741	2. 4094[. 022]
GRTF	-. 25331	.09331	-2. 7145[. 011]
GR	.33452	.20135	1. 6614[. 079]
GPTT	.44215	.12747	3. 4685[. 001]
D1	.19452	.05940	3. 2745[. 003]
C	-. 09147	.17700	/. 53782[. 479]
ecm(-1)	-1. 0000	0. 00	NONE

****

List of additional temporary variables created:

dGTT = GTT-GTT(-1(

dGY = GY-GY(-1(

dGRPF = GRPF-GRPF (-1(

dGPTP = GPTP -GPTP(-1(

Dd1 = D1-D1(-1)
dC = C – C (-1)
ecm = GTT . 51720*GY + -. 19287*GRTF . 22287*GPTT + . 13425*D1 -. 01166*C

****

R-Squared	.85202	R-Bar-Squared	. 81905
S. E of Regression	.13854	F-stat. F(5/ 32)	7. 9834[. 000]
Mean of Dependent Variable	.0031015	S. D. of Dependent Variable	. 19449
Residual Sum of Squares	.63342	Equation Log-Likelihood	23. 8701
Akaike Info. Criterion	18. 8701	Schwarz Bayesian Criterion	14. 776
DW. statistic	1. 0861		

****

R-Squared and Bar-Squared measures refer to the dependent variable
DGGNP and in cases where the error correction model is higly
Restricted, these measures could become negative .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی