مجله علوم وفنون دریایی، فصل نامه ی علمی پژوهشی

دوره ۲۲، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۲، صفحات ۱ تا ۱۱

مقاله پژوهشی

Available Online: *http://jmst.kmsu.ac.ir*

اثر جانشینی انرژی در بخش حمل‌ونقل ایران بر اساس تابع تولید ترانسلوگ

زهرا نیسی ، سید ناصر سعیدی*، فاطمه حسین پور، محمد امین کوه‌بر

گروه اقتصاد و بیمه دریایی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران

* **نویسنده مسئول، پست الکترونیک:** nasser_saeidi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۰۸ **تاریخ بازنگری:** ۱۳۹۸/۱۱/۱۹ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۹۸/۱۱/۲۹

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22113/JMST.2020.120866.2129

چکیده

انرژی عامل محرکه تمام فعالیت‌های بشر می‌باشد. گستره‌ی این فعالیت‌ها از انجام کارهای روزانه تا فعالیت‌های کلان اقتصادی در هر کشور را شامل می‌شود. امروزه جهان به سمت کاهش مصرف انرژی و افزایش کارایی استفاده از انرژی‌های موجود پیش رفته است و موضوع جانشینی انرژی در حالت‌های مختلف در مجامع علمی در دست بررسی است. انرژی را عامل اصلی توسعه‌ی هر کشور می‌دانند که برای رسیدن به توسعه‌ی پایدار نیازمند اهتمام بیشتری می‌باشد. بخش حمل‌ونقل در راستای رسیدن به توسعه نقش کلیدی دارد. لذا بررسی عوامل تولید مؤثر در این بخش به‌عنوان دومین مصرف‌کننده‌ی عمده انرژی در ایران و جهان، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مطالعه، یک مدل تابع تولید ترانسلوگ برای صنعت حمل‌ونقل ایران برقرار و عوامل تولید ؛ سرمایه، انرژی و نیروی‌کار را شامل می شود. کشش تولیدی و جانشینی هر یک از عوامل تولید به ترتیب محاسبه و تحلیل شده است. نتایج نشان می دهد که در طول دوره ۱۳۶۲ تا ۱۳۹۱ کشش جانشینی نسبتاً خوبی میان انرژی و سرمایه در بخش حمل‌ونقل در ایران وجود دارد. بدین معنی که از طریق تخصیص سرمایه بیشتر در صنعت حمل‌ونقل، فن‌آوری مرتبط با صرفه‌جویی در انرژی می تواند به طور مداوم ارتقا یافته و جانشینی بین سرمایه و انرژی محقق گردد. همچنین اثر جانشینی سرمایه و انرژی بر کاهش آلاینده‌های ناشی از مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل مورد بررسی قرار گرفت.

واژگان کلیدی: انرژی، حمل‌ونقل، ترانسلوگ، ARDL.

Copyrights:

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

۱. مقدمه

بخش حمل و نقل یکی از مهم‌ترین بخش‌های اقتصادی است. این بخش با ارائه خدمات حمل‌ونقل مانند انتقال کالای نیمه ساخته و نهایی به بازارهای مصرف و جابه‌جایی مسافران و بار، نقش مهمی در رشد و توسعه اقتصادی ایفا می‌کند (Fotros et al., 2014). بخش حمل‌ونقل اهمیتی حیاتی در امر توسعه اقتصاد کشورها دارد. بدون امکان دسترسی به منابع و بازارها، رشد اقتصادی متوقف می‌شود و عدم دستیابی به تسهیلات حمل‌ونقل، کیفیت و سطح زندگی را متزلزل می‌سازد. در دنیای امروز با توجه به روند رو به رشد جهانی‌شدن اقتصاد و افزایش مبادلات بین‌المللی به‌صورت صادرات و واردات، اهمیت خدمات ناشی از حمل‌ونقل و ارتباطات در سطح جهانی افزایش یافته است. در شرایطی که کمیابی منابع می‌تواند یک بحران تلقی شود، درصد قابل‌توجهی از منابع در بخش حمل‌ونقل تمرکز یافته است. علی‌رغم اهمیتی که باید به دلیل جایگاه استراتژیک کشورمان، در منطقه به بخش حمل‌ونقل داده شود، اکثر مطالعات داخلی که در دهه اخیر در ارتباط با عملکرد این بخش ارائه‌شده حاکی از وضعیت نامطلوب این نوع خدمات از منظر بهره‌وری و کارایی بوده‌اند. مصرف انرژی یکی از ویژگی‌های شاخص بخش حمل‌ونقل می‌باشد. با بررسی ترازنامه‌های انرژی و آمارهای مصرف سوخت، می‌توان دریافت که بخش حمل‌ونقل از عمده‌ترین مصرف‌کنندگان سوخت در ایران و جهان به شمار می‌رود لذا عواملی که این حجم بالای مصرف سوخت را تحت‌الشعاع قرار می‌دهند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. از آنجا که بخش حمل نقل مصرف‌کننده عمده انرژی است، یکی از آلاینده‌های بزرگ محیط زیست نیز محسوب می‌شود. به عبارتی حمل و نقل منبع گازهای مضر زیادی است و یکی از چند آلاینده‌ی اصلی جو قلمداد می‌شود. طبق گزارش سازمان سلامت جهانی در سال 2016 بیش از ۶ میلیون نفر در دنیا به خاطر آلودگی هوا جان خود را از دست داده اند و طبق گزارش کمیته ایمنی و مدیریت بحران مجلس ایران نیز در سال ۱۳۹۲ بیش از ۴۴۰۰ نفر در شهر تهران طی این سال به‌دلیل آلودگی هوا جان خود را از دست داده‌اند. بر این اساس می توان بیان کرد که آلودگی تهدیدی جدی برای زندگی انسان‌ها به خصوص در کشورهای در حال توسعه می‌باشد. گرچه هنوز هم در بسیاری از مناطق دنیا به خصوص کشورهای در حال توسعه، حمل و نقل با روندی فزاینده به تولید آلاینده‌های جوی مشغول است ولی اخیراً در بیشتر کشورهای دنیا سعی می‌شود راهکارها و استراتژی‌هایی برای کاهش آلاینده‌های حمل و نقل اتخاذ شود. استراتژی جانشینی انرژی در بخش حمل و نقل می تواند به کاهش مصرف این نهاده مهم و استراتژیک منجر شود و همچنین در بعد مهم دیگری باعث کاهش آلودگی محیط زیست گردد. ازاین‌رو، در این مطالعه سعی می شود به بررسی عوامل موثر بر مصرف سوخت در فرآیند خدمت‌رسانی بخش حمل‌ونقل ایران پرداخته شود و در این راستا به بررسی اثر جانشینی سرمایه و انرژی و همچنین اثر این جانشینی بر کاهش آلاینده‌های ناشی از مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل ایران نیز پرداخته شود.

مطالعات بسیاری در زمینه‌ی پیش بینی تقاضا و یا مصرف انرژی در بخش‌های مختلف از جمله حمل‌ونقل و یا برآورد تابع تولید و یا هزینه برای یک زیر بخش خاص در بخش حمل‌ونقل در ایران انجام شده است. اما تاکنون اثر جایگزینی عامل‌تولید انرژی با سایر عوامل‌تولید در بخش حمل‌ونقل و اثر این جایگزینی بر کاهش آلودگی در ایران مورد بررسی قرار نگرفته است. در این مطالعه به بررسی جانشینی میان این عوامل پرداخته و سعی شده است تا ارتباط میان این مطالعه و سایر مطالعات مشابه برقرار گردد.

Berndt و Wood (1979) در مطالعه‌ای با در نظر گرفتن نقش انرژی به‌عنوان یک عامل تولید در کنار سرمایه و نیروی‌کار چنین استدلال کردند که در تابع تولید کل، انرژی یک عامل تولید است که ارتباط جداناپذیر ضعیفی با نیروی‌کار دارد. Lin و Xie (2014) در مطالعه‌ای به بررسی اثر جانشینی انرژی در صنعت حمل‌ونقل چین پرداختند. آنان با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ برای صنعت حمل‌ونقل در چین نقش سرمایه، انرژی و نیروی‌کار به‌عنوان عوامل تولید این بخش بر تولید حمل‌ونقل بررسی نمودند. نتایج بدست آمده در مطالعه بیان می‌کند که جانشینی بین انرژی و نیروی‌کار را می‌توان با به‌روزرسانی مداوم تکنولوژی به‌دست آورد. از طریق تخصیص سرمایه بیشتری به صنعت حمل‌ونقل، فن‌آوری صرفه‌جویی در انرژی مربوط می‌تواند بطور مداوم ارتقاء یافته و جانشینی بین سرمایه و انرژی نیز محقق خواهد شد. Lin و Ahmad (2016) در مطالعه‌ی دیگری با به‌کارگیری مجدد تابع تولید ترانسلوگ در بخش حمل‌ونقل پاکستان به بررسی اثر جانشینی عوامل تولید با انرژی برای سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۸۰ پرداختند. نتایج حاصل بیانگر آن بود که همه عوامل تولید به‌دلیل درجه‌ی بالای کشش‌های جانشینی به‌صورت دوبه‌دو قابل جانشینی بودند. این نتایج همانند نتایج حاصل از مطالعه صنعت حمل‌ونقل در چین پیشنهاد می‌دهند که با تخصیص سرمایه بیشتر در بخش حمل‌ونقل پاکستان، تکنولوژی صرفه‌جویی در انرژی مصرفی مرتبط می‌تواند توسعه یافته و بدین‌وسیله جانشینی میان سرمایه و انرژی و کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن(CO_2) به‌عنوان نتیجه تحقق یابد. Khaksari و Bazdar Ardebili (2007) در مطالعه‌ای با بررسی کشش‌پذیری تقاضای سوخت در بخش حمل‌ونقل کشور به تحلیل نقش انرژی و اهمیت آن در بخش حمل‌ونقل به‌عنوان یکی از عمده‌ترین مصرف‌کننده‌های انرژی پرداختند. طی تحقیقات صورت گرفته در این مطالعه مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل در دوره‌ی مورد مطالعه با رشد ارزش‌افزوده هماهنگ نبوده و عدم تطابق بین رشد مصرف انرژی و رشد تولید موجب شده که شدت مصرف این بخش یک روند صعودی پیدا کند. Koetse et al. (2008) در مطالعه‌ی خود یک فرابررسی بر روی کشش جانشینی

سرمایه و انرژی ارائه می‌کنند. کشش‌های حاصل نشان داد که پتانسیل جانشینی فن‌آوری، به‌خصوص در بلندمدت برای شمال امریکا بزرگ است و با وجود تفاوت‌های قابل‌توجه در مناطق و دوره‌های زمانی، کشش قیمتی متقاطع برآورد شده بدون استثناء جانشینی سرمایه و انرژی را پیشنهاد می‌کند.

Atabi et al. (2007) اثر کاهش یارانه انرژی را بر مصرف انرژی و آلودگی در بخش حمل‌ونقل بررسی کرده‌اند. آنها با بررسی میزان مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل و یارانه‌های تخصیص داده شده در این بخش به تخمین تابع تقاضای فرآورده‌های نفتی مصرف شده در بخش حمل‌ونقل پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان می دهد که با حذف یارانه های انرژی در بخش حمل‌ونقل آلاینده‌های هوا ۱۴/۵ درصد کاهش و کارایی نیز افزایش می یابد و در صورت حذف یارانه‌ها در کلیه‌ی بخش‌ها این میزان به ۴۴/۵۶ درصد خواهد رسید لکن حذف تمامی یارانه‌ها بدلیل آثار و تبعات اجتماعی، اقتصادی و سیاسی که در پی دارد امکان‌پذیر نخواهد بود و از این جهت هدفمندی یارانه‌ها و افزایش کارایی انرژی در بخش‌های مختلف مصرف کننده‌ی انرژی توصیه شده است.

Ebrahimi و Jabdarghy (2011) نیز با استفاده از روش-های اقتصادسنجی به پیش‌بینی تقاضای انرژی برای بخش حمل‌ونقل ایران در افق زمانی ۱۴۰۴ پرداختند. در این مطالعه سعی شده است با استفاده از مدل اقتصادسنجی خودتوضیح‌جمعی میانگین متحرک (ARIMA) در بازه‌ی زمانی ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۸، تقاضای انرژی در بخش حمل‌ونقل ایران برای افق زمانی ۱۴۰۴ بررسی و پیش‌بینی شود. از نتایج این تحقیق می‌توان در ارائه‌ی پیشنهادهای سیاستی لازم در بخش عرضه‌ی انرژی برای پاسخگویی به تقاضای انرژی در بخش حمل‌ونقل ایران استفاده‌ی بهینه کرد.

Bazdar Ardebili و Pazhmanzad (2012) در مطالعه-ای که در چهاردهمین همایش بین المللی ریلی ارائه گردیده است، عوامل تولید در بخش حمل‌ونقل ریلی کشور با استفاده از تابع تولید کاب داگلاس مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از تخمین مدل نشان می‌دهد که در بلندمدت، سرمایه گذاری در ارتباطات، نیروی‌کار و موجودی سرمایه اثر مثبتی بر رشد اقتصادی بخش حمل‌ونقل ریلی کشور دارد.

Fotros et al. (2014) در مطالعه‌ی خود با مروری بر عوامل مؤثر بر تقاضای انرژی بخش حمل‌ونقل جاده‌ای، به برآورد تابع تقاضای انرژی این بخش با استفاده از داده‌های سری زمانی ۱۳۹۲-۱۳۵۷ ایران پرداختند. مدل به‌کار رفته در این مقاله OLS می‌باشد. نتایج تحقیق مؤید آن بود که متغیر موجودی وسایل‌نقلیه، تأثیر مثبت و معناداری بر تقاضای انرژی دارد و کشش قیمتی حامل‌های انرژی بنزین و گاز طبیعی منفی و معنادار است. همچنین، کشش قیمتی نفت گاز اثر معناداری روی تقاضای انرژی این بخش در طی دوره مورد مطالعه نداشته است. اما، کشش درآمدی تقاضای انرژی مثبت و معنادار بوده است.

۲. مواد و روش ها

بخش انرژی با توجه به نقش دوگانه آن در خصوص تأمین انرژی و درآمد ارزی در کشور، زیربنای توسعه به‌شمار می‌آید و همواره دارای نقش بنیادی در بخش‌های اجتماعی-اقتصادی بوده است. در این خصوص پرداختن به بخش حمل‌ونقل که به تنهایی یک چهارم از کل انرژی مصرفی کشور را به خود اختصاص داده، از اهمیت زیادی برخوردار است. بنابراین باتوجه به اهمیت مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل، این مطالعه به دنبال بررسی اثر جانشینی انرژی با سایر نهاده‌های مورد استفاده در این بخش با رویکرد تابع تولید است.

برآورد تابع تولید یکی از مسائل اساسی در اقتصاد سنجی کاربردی، و انتخاب فرم تابعی مناسب یکی از مشکل‌ترین بخش‌ها در هر کار تجربی است. انتخاب نوع تابع بستگی به ماهیت موضوع مطالعه دارد. با این حال یکی از بهترین ملاک‌های تعیین تابع تولید، استفاده از تجربیات گذشته است. در این مطالعه از تابع تولید ترانسلوگ برای تخمین اثر جانشینی انرژی در بخش حمل‌ونقل ایران استفاده شده است.

تابع تولید ترانسلوگ برای اولین بار در سال 1972 توسط Christensen، Jorgenson و Lau پیشنهاد گردیده است. این تابع درواقع همان تابع تولید ترانسندنتال لگاریتمی بوده که در آن کشش‌های جانشینی و تولیدی، با توجه به سطح مصرف نهاده‌ها، تغییر می‌کنند. این بدان معنی است که تابع تولید ترانسلوگ هر سه ناحیه تولیدی را نشان می‌دهد. همچنین این تابع علاوه بر پارامترهای متغیرهای اصلی ضرایب، روابط متقابل متغیرها را نیز برآورد می‌نماید (Debertine, 1997). همچنین تابع تولید ترانسلوگ نوعی از مدل های درجه دوم سطحی به لحاظ ساختار است که می توان آن را برای تجزیه و تحلیل اثرات متقابل عوامل ورودی در تابع تولید مورد استفاده قرار داد. این تابع دارای هر دو حالت خطی و درجه دوم با توانایی استفاده از بیش از دو عامل ورودی است و می توان آن را با استفاده از مرتبه دوم سری تیلور تقریب زد (Lin and Xie, 2014). تابع ترانسلوگ تمامی ویژگی‌های تابع تولید نئوکلاسیک را تأمین می‌کند. از مشخصات دیگر این تابع آن است که اجازه می‌دهد کشش‌های جانشینی و کشش‌های تولیدی، بسته به سطح مصرف نهاده‌ها، تغییر کند. به علاوه، مشتق اول این تابع محدودیتی از نظر علامت ندارد. به عبارت دیگر تابع ترانسلوگ هر سه ناحیه تولیدی را نشان می‌دهد و تولید نهایی در آن فزاینده و کاهنده و یا منفی است. در تابع ترانسلوگ علاوه بر پارامترهای متغیرهای اصلی ضرایب روابط متقابل متغیرها نیز براورد می‌شود.

شرط ضرورت در این تابع تعریف نشده است (Christensen, 1971).

این تابع شامل عوامل تولید سرمایه، انرژی و نیروی‌کار برای صنعت حمل‌ونقل در ایران برقرار شده و کشش تولیدی هر یک از عوامل و کشش جانشینی بین متغیرها نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در خصوص انتخاب عوامل کلیدی تولید، در تحقیقات اولیه به نقش نیروی‌کار و سرمایه فیزیکی در کنار سایر عوامل توجه زیادی شده است. به طور کلی نهاده‌های نیروی‌کار و سرمایه به عنوان نهاده‌های استاندارد در تابع تولید شناخته می‌شوند (Hu and Mcaleer, 2005). به‌گونه‌ای که در بیشتر کاربردهای تجربی، تولید به عنوان تابعی از تنها دو نهاده‌ی نیروی کار و سرمایه ارائه می‌شود (Intriligator et al, 1996). بنابراین به استفاده از انرژی به عنوان یک نهاده اصلی تولید، توجه کافی نشده است. با توجه به اینکه استفاده از انرژی در تمام مراحل تولید لازم و ضروری می‌باشد و بدون مصرف انرژی امکان تولید وجود ندارد (Eslamloueyan and Ostadzad, 2016).

فرم تبعی تابع ترانسلوگ در حالت لگاریتمی به صورت رابطه (۱) تعریف شده است (Debertine,1997). موجودی سرمایه، مصرف انرژی، و نیروی‌کار به عنوان عوامل تولید برای ایجاد یک تابع تولید ترانسلوگ در صنعت حمل‌ونقل ایران انتخاب شده است. کشش تولیدی و کشش جانشینی هر یک از نهاده ها بر اساس این مدل تحلیل می شوند. ارزش‌افزوده ایجاد شده (Y) به عنوان شاخصی برای خروجی صنعت حمل‌ونقل استفاده می شود. تابع تولید ترانسلوگ به شرح رابطه (۲) ایجاد خواهد شد که در آن Y_t نشان دهنده ارزش‌افزوده‌ی صنعت حمل‌ونقل در سال t؛ K_t نشان دهنده موجودی سرمایه صنعت حمل‌ونقل در سال t؛ L_t نشان دهنده نیروی‌کار صنعت حمل‌ونقل در سال t؛ E_t نشان دهنده مصرف انرژی صنعت حمل‌ونقل در سال t؛ α_i یک ضریب است که برآورد می شود، و ε نیز ثابت است. حال با توجه به این که با تغییر در میزان مصرف نهاده‌ها به دلیل تغییرات ایجاد شده در قیمت آنها، انتظار می‌رود که مقدار تولید (ستانده) بدست آمده نیز تحت تاثیر قرار گرفته و تغییر نماید، به منظور ارزیابی چنین تغییراتی می‌توان از معیار کشش تولید استفاده نمود (Hosseinzade and Salami, 2004).

در ادامه کشش‌های تولید به تفکیک هر نهاده (به ترتیب کشش تولیدی موجودی سرمایه، کشش تولیدی نیروی کار و کشش تولیدی انرژی) به صورت روابط (۵،۴،۳) ارائه می‌شود (Lin and Xie, 2014):

یکی از اساسی ترین موضوعات اقتصاد خرد که رابطه‌ی بین نهاده های تولیدی در قالب آن مورد بحث قرار می گیرد، بحث کشش جانشینی بین نهاده‌های تولید بنگاه است. بر اساس مفهوم کشش جانشینی، تقاضا برای هر یک از نهاده‌ها در قبال تغییر قیمت نهاده‌ی دیگر تغییر می کند (Mohammadlu, 2007). از آنجا که به‌دلیل نوسانات بازار و اختلافات میان ارقام اعلام شده و ارقام واقعی دسترسی به داده‌های واقعی قیمت عوامل تولید تقریبا ناممکن می‌نماید، در این مطالعه بر آن شدیم که با به‌کارگیری کشش‌های تولید و نتایج برآورد مدل به برآورد کشش‌های جانشینی بین عوامل تولید بپردازیم. روشی که در این پژوهش مورد استفاده قرار می‌گیرد برگرفته از مطالعه‌ی Lin و Xie (2014) در حیطه‌ی همین موضوع در کشور چین می‌باشد. Lin و Xie چنین بیان می‌کنند که درجه انطباق پذیری در میان عوامل می‌تواند با کشش جانشینی توصیف شود. انعطاف پذیری کشش جانشینی از صفر تا بی نهایت متفاوت است. کشش جانشینی صفر نشان می دهد که این دو نوع از عوامل تولید نمی توانند جایگزین یکدیگر شوند. این وضعیت در توابع تولید با نسبت ورودی ثابت (تابع تولید لئونتیف) وجود دارد. کشش جانشینی بی نهایت نشان می‌دهد که این دو عامل‌تولید می‌توانند کاملا با یکدیگر جایگزین شوند. کشش جانشینی انرژی، سرمایه و نیروی‌کار در صنعت حمل‌ونقل به شرح روابط متعاقب محاسبه می‌شود.

جانشینی بین سرمایه و نیروی‌کار عبارت است از رابطه (۶) با در نظر گرفتن رابطه (۷) و از جانشینی عبارت (۷) در (۶) رابطه (۸) بدست می‌آید. با توجه به روابط (۹، ۱۰، ۱۱) با جانشینی همزمان سه عبارت بالا در عبارت (۸) رابطه‌ی کشش جانشینی میان موجودی سرمایه و اشتغال طبق رابطه (۱۲) به‌دست می‌آید. به‌صورت مشابه رابطه‌ی کشش جانشینی میان انرژی و سرمایه نیز از طریق رابطه (۱۳) بدست می‌آید. کشش جانشینی میان انرژی و اشتغال نیز با رابطه (۱۴) است.

رابطه (۱)
$$Ln(Y) = \alpha + \sum_{i=1}^{n} \beta_i Lnx_i + \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n} \gamma_{ii} Ln(x_i)^2 + \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=2}^{n} \gamma_{ij} (Lnx_i)(Lnx_j)$$

رابطه (۲)
$$\begin{aligned}\mathrm{Ln}\, Y_t = {} & \varepsilon + \alpha_K \mathrm{Ln}\, K_t + \alpha_L \mathrm{Ln}\, L_t + \alpha_E \mathrm{Ln}\, E_t + \alpha_{KL} \mathrm{Ln}\, K_t \mathrm{Ln}\, L_t + \alpha_{KE} \mathrm{Ln}\, K_t \mathrm{Ln}\, E_t + \alpha_{LE} \mathrm{Ln}\, L_t \mathrm{Ln}\, E_t \\ & + (\alpha_{KK} \mathrm{Ln}\, K_t)^2 + (\alpha_{LL} \mathrm{Ln}\, L_t)^2 + (\alpha_{EE} \mathrm{Ln}\, E_t)^2\end{aligned}$$

رابطه (۳)
$$\eta_K = \frac{dY/Y}{dK/K} = \frac{dLn\, Y_t}{dLn\, K_t} = \alpha_K + \alpha_{KL} LnL_t + \alpha_{KE} LnE_t + 2\alpha_{KK} LnK_t$$

رابطه (۴)
$$\eta_L = \frac{dY/Y}{dL/L} = \frac{dLn\, Y_t}{dLn\, L_t} = \alpha_L + \alpha_{KL} LnK_t + \alpha_{LE} LnE_t + 2\alpha_{LL} LnL_t$$

$$\eta_E = \frac{dY/Y}{dE/E} = \frac{dLn\,Y_t}{dLn\,E_t} = \alpha_E + \alpha_{KE} LnK_t + \alpha_{LE} LnL_t + 2\alpha_{EE} LnE_t$$ رابطه (۵)

$$\sigma_{KL} = \frac{d\left|\frac{K}{L}\right|}{\frac{K}{L}} \left| \frac{d\left|\frac{MP_L}{MP_K}\right|}{\frac{MP_L}{MP_K}} \right|^{-1} = \frac{d\left|\frac{K}{L}\right|}{d\left|\frac{MP_L}{MP_K}\right|} \frac{\frac{MP_L}{MP_K}}{\frac{K}{L}}$$ رابطه (۶)

$$\frac{MP_L}{MP_K} = \frac{\frac{\partial Y}{\partial L}}{\frac{\partial Y}{\partial K}} = \frac{\eta_L}{\eta_K}\frac{K}{L}$$ رابطه (۷)

$$\sigma_{KL} = \frac{d\left|\frac{K}{L}\right|}{d\left|\frac{MP_L}{MP_K}\right|}\frac{\eta_L}{\eta_K} = \frac{\eta_L}{\eta_K}\left|\frac{d\left|\frac{MP_L}{MP_K}\right|}{d\left|\frac{K}{L}\right|}\right|^{-1} = \frac{\eta_L}{\eta_K}\left|\frac{d\left|\frac{\eta_L}{\eta_K}\frac{K}{L}\right|}{d\left|\frac{K}{L}\right|}\right|^{-1}$$ رابطه (۸)

$$\frac{d\left|\frac{\eta_L}{\eta_K}\frac{K}{L}\right|}{d\left|\frac{K}{L}\right|} = \frac{\eta_L}{\eta_K} + \frac{K}{L}\frac{d\left|\frac{\eta_L}{\eta_K}\right|}{d\left|\frac{K}{L}\right|}$$ رابطه(۹)

$$d\left|\frac{\eta_L}{\eta_K}\right| = -\frac{\eta_L}{\eta_K} d\eta_K + \frac{1}{\eta_K} d\eta_L$$ رابطه (۱۰)

$$d\left|\frac{K}{L}\right| = -\frac{K}{L^2} dL + \frac{1}{L} dK$$ رابطه (۱۱)

$$\sigma_{KL} = \left|1 + \left|-\alpha_{KL} + \left(\frac{\eta_L}{\eta_K}\right) * \alpha_{LL}\right| * (-\eta_K + \eta_L)^{-1}\right|^{-1}$$ رابطه (۱۲)

$$\sigma_{KE} = \left|1 + \left|-\alpha_{KE} + \left(\frac{\eta_L}{\eta_E}\right) * \alpha_{EE}\right| * (-\eta_K + \eta_E)^{-1}\right|^{-1}$$ رابطه (۱۳)

$$\sigma_{LE} = \left|1 + \left|-\alpha_{LE} + \left(\frac{\eta_L}{\eta_E}\right) * \alpha_{EE}\right| * (-\eta_L + \eta_E)^{-1}\right|^{-1}$$ رابطه (۱۴)

۳. نتایج

در این مطالعه برای انجام محاسبات رگرسیونی و آزمون‌های مورد نیاز از نرم‌افزار Microfit 4.1 و Eviews 9.0 استفاده شده است. داده های استفاده شده از سری های زمانی ۳۰ مورد مشاهده از سال ۱۳۶۲ تا ۱۳۹۱ مربوط به بخش حمل‌ونقل کشور می‌باشد. واحد سری‌های مورد استفاده عبارتند از میلیارد ریال ارزش افزوده، میلیون بشکه نفت خام انرژی مصرف شده، میلیارد ریال سرمایه-گذاری صورت گرفته (موجودی سرمایه) و تعداد نفر نیروی انسانی شاغل در بخش حمل‌ونقل در سال‌های مذکور. داده‌ها از ترازنامه انرژی کشور، سالنامه آماری کشور و ترازنامه بانک مرکزی به دست آمده است. داده‌های موجودی سرمایه و ارزش‌افزوده بر اساس قیمت پایه سال ۱۳۸۳ می‌باشند. موجودی همچنین داده‌ی انرژی مصرفی حاصل جمع تمامی انرژی‌های مصرفی ذکر شده در ترازنامه انرژی برای بخش حمل‌ونقل کشور می‌باشد که تمامی آنها به واحد مشترک میلیون بشکه نفت خام تبدیل گشته‌اند. تعداد نفرات شاغل در بخش حمل‌ونقل یا به‌عبارتی نیروی‌کار این بخش تحت عنوان متغیر اشتغال در این فصل نام برده می‌شود. داده‌های این متغیر از طریق مقاله‌ی Amini et al. (1998) و داده‌های بانک مرکزی برای سال‌های مورد نظر به‌دست آمده است. متغیر وابسته در برآورد تابع رگرسیون، ارزش افزوده‌ی بخش حمل‌ونقل بوده، که به‌عواملی همچون موجودی سرمایه، اشتغال و انرژی مصرفی بخش حمل‌ونقل وابسته می‌باشد.

از آنجا که سری‌های زمانی در اقتصاد غالباً ناپایا هستند، به‌کارگیری روش‌های متداول اقتصاد سنجی، مانند روش حداقل مربعات معمولی (OLS)، برای سری‌های ناپایا در موارد بسیاری به تفسیر نادرست نتایج منجر می‌شود، چرا که مدل‌سازی اقتصادی و اقتصادسنجی سری‌های زمانی مبتنی بر فرض پایایی متغیرهای سری زمانی است. برای این منظور و برای بررسی صحت فروض روش حداقل مربعات معمولی، از آزمون‌های ایستایی استفاده شده است. بررسی ایستایی متغیرها جهت جلوگیری از رگرسیون‌های کاذب انجام می‌شود. فرض صفر در تمامی آزمون‌های فوق وجود ریشه واحد و به تعبیر دیگر نا ایستا بودن متغیر می‌باشد. نتایج بررسی ایستایی متغیرها با استفاده از آزمون ریشه واحد فیلیپس – پرون انجام گرفت. نتایج این آزمون بیانگر مانایی متغیرها از سطوح مختلف صفر و یک می‌باشد. با توجه به نتایج پایایی و مانایی متغیرها روش خودتوضیح با وقفه‌های گسترده یا به اختصار ARDL (Autoregressive Distributed Lag Model) برای برآورد انتخاب شده است.

تجزیه و تحلیل از روش ARDL، مبتنی بر تفسیر سه معادله پویا، بلندمدت و تصریح خطا می‌باشد. نتایج مربوط به معادله پویا که در آن متغیر وابسته به شکل وقفه در سمت راست معادله ظاهر می‌شود، حداکثر با ۱ وقفه در جدول (۱)، آمده است. در جدول (۱)، ملاحظه می‌شود که مدل دارای R^2 بالایی است که به معنای قدرت توضیح دهندگی بالای متغیرهای مستقل می‌باشد. آماره F ذکر شده نیز معنی‌داری کلی رگرسیون را نشان می‌دهد و نشان از معنادار بودن مدل برآورد شده دارد. نتایج برآورد مدل پویا نشان می‌دهد که تنها متغیر مجذور موجودی سرمایه بدون وقفه در سطح ۵ درصد کاملا معنادار است و سایر متغیرهای معنادار دارای وقفه هستند. متغیر اشتغال به‌دلیل اهمیت و اثرگذاری آن بر ارزش‌افزوده در مدل لحاظ شده است. این ضریب هرچند معنادار نشده است اما دارای

علامت مورد انتظار می‌باشد. علامت مثبت ضریب اشتغال نشان از تأثیر مثبت این متغیر بر ارزش‌افزوده‌ی بخش حمل ونقل دارد.

رویکرد ARDL شامل دو مرحله برای تخمین روابط بلندمدت است. مرحله اول، بررسی وجود رابطه بلندمدت میان تمامی متغیرهای موجود در معادله می‌باشد. برای آزمون وجود رابطه بلندمدت دو آزمون F پسران و دیگران و آزمون t بنرجی، دولادو و مستر انجام شده است. آزمون F یا Bounds test به دو طریق انجام گردید. ابتدا با نرم‌افزار Microfit و سپس با Eviews وجود رابطه بلندمدت آزمون شد. آماره‌ی محاسبه شده توسط نرم‌افزار Microfit در بازه‌ی عدم تصمیم‌گیری جدول پسران و دیگران قرار داشت لذا برای اطمینان بیشتر این آزمون در Eviews نیز انجام شد. نتیجه آزمون برخلاف قبل وجود رابطه بلندمدت را تایید نمود. مقادیر این دو آماره در کنار مرزهای مقادیر بحرانی آن‌ها در جدول (۲) آورده شده است.

جهت اطمینان بیشتر از آزمون t استفاده نموده و نتیجه آن با نتایج به‌دست آمده مقایسه گردید. در این حالت باید در نظر داشت اگر مجموع ضرایب برآورد شده مربوط به وقفه های متغیر وابسته کوچکتر از یک باشد الگوی پویا به سمت تعادل بلندمدت گرایش می‌یابد. با مقایسه آماره t محاسباتی و کمیت بحرانی ارائه شده از سوی بنرجی، دولادو و مستر در سطح اطمینان مورد نظر، می‌توان به وجود یا نبود رابطه تعادلی درازمدت بین متغیرهای درون الگو پی برد. بدین منظور آماره مورد نظر ۳/۶- برآورد شده است.

با مقایسه این آماره با مقدار بحرانی بنرجی، دولادو و مستر در سطح ۹۵ درصد (۳/۲۷-) فرضیه صفر رد شده و وجود یک رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای درون مدل تایید می‌گردد. نتایج حاصل از برآورد رابطه بلندمدت معادله مورد بررسی در جدول (۳) آمده است. در جدول (۳) مشاهده می‌شود که بین ارزش افزوده بخش حمل‌ونقل و انرژی رابطه‌ای مثبت و معناداری برقرار است.

جدول ۱- نتایج مربوط به برآورد معادله پویا در تجزیه و تحلیل روش ARDL
Table 1- Result of Estimation of dynamic equation

متغیر	ضریب	آماره t
LY(-1)	۰/۴۸***	۳/۳
LK	-۳۴/۴۵***	-۳/۰۷
LK(-1)	۲۰/۲۶**	۲/۴۷
LL	۱۱/۵۱	۱/۲۷
LE	-۱۸/۷۰***	-۴/۱۸
LE(-1)	۲۹/۸۰***	۲/۷۵
LK^2	۳/۶۳**	۲/۲۸
LL^2	-۳/۸۲*	-۱/۶۹
$LL^2(-1)$	۶/۹۹***	۳/۴۵
LE^2	۳/۵۵*	۱/۶۶
$LE^2(-1)$	۵/۰۷***	۳/۵۵
LKL	۴/۰۲	۱/۲۱
LKE	-۶/۸۱***	-۲/۹۳
LKE(-1)	-۱۴/۲۰***	-۳/۰۲
LLE	۵/۶۹***	۳/۱
LLE(-1)	۱۲/۸۳	۱/۲۳
C	۳۰/۱۰	۱/۴۴
R^2=۹۹%	(۰/۰۰۰)	F= ۵۸۳/۴۶

(*** ، ** و * به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح ۱٪ ، ۵٪ و ۱۰٪ می‌باشد.)

جدول ۲- نتایج آزمون F پسران و دیگران و مرزهای مقادیر بحرانی آن‌ها
Table 2 - Result F test and Pesaran et al

	آماره F	I(1)	I(0)
محاسبه شده توسط Microfit	۲/۴۴	۳/۳۴	۲/۱۶
محاسبه شده توسط Eviews	۳/۴۷		

وجود همگرایی بین متغیرها مبنای استفاده از مدل تصحیح خطا را فراهم می‌کند. الگوی تصحیح خطا در واقع نوسان‌های کوتاه‌مدت متغیرها را به مقادیر بلندمدت آنها ارتباط می‌دهد. لذا به منظور بررسی روابط کوتاه‌مدت بین ارزش‌افزوده بخش حمل‌ونقل و انرژی و همچنین سایر متغیرها درون مدل از الگوی تصحیح خطا استفاده شده است که نتایج آن در جدول (۴) آمده است.

در مدل تصحیح خطای برآورد شده، علامت ضریب بدست آمده در مدل تصحیح خطا نیز موافق انتظار بوده و بیان می کند که تعادل بلندمدت در این مدل قابل دسترسی خواهد بود. با توجه به اینکه در مدل تصحیح خطا ضریب عبارت ecm(-1) برابر ۰/۵۲- می‌باشد، بیان می دارد که انحرافات متغیر وابسته از مقادیر بلندمدت آن تقریبا پس از دو دوره تعدیل می‌شود. پس از برآورد تابع رگرسیون به منظور یافتن نقش هر یک از متغیرهای مستقل و میزان اثرگذاری هر کدام از آنها بر متغیر وابسته از طریق کشش مورد بررسی قرار گرفته است (جدول ۵).

جدول ۳- نتایج مربوط به برآورد رابطه بلندمدت

Table 3-Result of long-run relationship

متغیر	ضریب	آماره t
LK	-۲۷/۲۲***	-۲/۷۷
LL	-۱۳/۷۸	-۰/۶۴
LE	۵۷/۱۲**	۲/۰۹
LK2	۶/۹۶***	۲/۷
LL2	۶/۰۷	۱/۰۱
LE2	۱۶/۵۳**	۲/۴۶
LKL	-۵/۳۴	-۰/۷۴
LKE	-۸/۱۳	-۰/۹۵
LLE	-۱۳/۶۹	-۱/۰۸
C	۵۷/۷	۱/۲۷

(*** ، ** و * به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح ۱٪ ، ۵٪ و ۱۰٪ می‌باشد.)

جدول ٤- نتایج مربوط به برآورد الگوی تصحیح خطا

Table 4- Results of error correction model

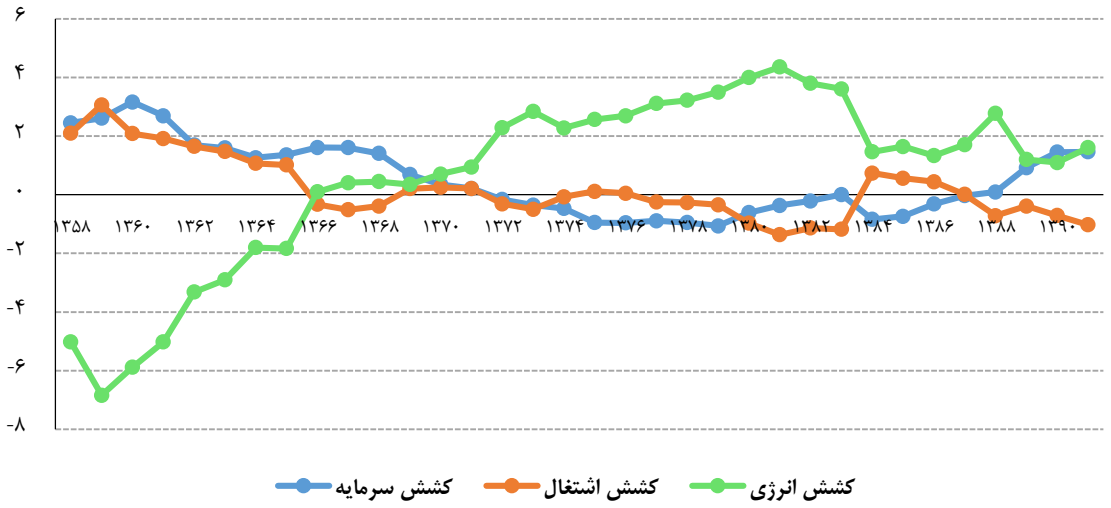
متغیر	ضریب	آماره t
dLK	-۳۴/۴۵***	۳/۰۷
dLL	۱۱/۵۱	۱/۲۷
dLE	۲۹/۸***	۲/۷۵
dLK^2	۳/۶۳**	۲/۲۸
dLL^2	-۳/۸۲*	-۱/۶۹
dLE^2	۳/۵۵*	۱/۶۴
dLKL	-۴/۰۲	۱/۲۱
dLKE	-۱۴/۲۰***	-۳/۰۲
dLLE	۵/۶۹	۱/۲۳
dC	۳۰/۱	۱/۴۴
ecm(-1)	-۰/۵۲***	-۳/۶
R^2= ۹۴ %	(۰/۰۰۰)	F= ۱۷/۵۵

(*** ، ** و * به ترتیب نشان دهنده معنی‌داری در سطح ۱٪ ، ۵٪ و ۱۰٪ می‌باشد.)

جدول ۵- کشش‌های تولیدی متغیرهای مستقل

Table 5- production elasticity of independent variables

متغیر	کشش برآوردی
موجودی سرمایه (LK)	۰/۵۲
اشتغال (LL)	۰/۱۹
انرژی (LE)	۰/۶۳



شکل ۱- مقایسه کشش‌های جزئی متغیرهای مستقل نسبت به تولید از سالهای ۱۳۹۰-۱۳۵۸

Fig. 1- Comparison of partial elasticity of independent variables relative to production

جدول ٦- صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش میزان انتشار آلاینده‌ها تحت دو سناریوی مختلف

Table 6- energy savings and emission reductions under two different scenarios

سال ۱۳۹۰	سناریوی اول: افزایش سرمایه‌گذاری در بخش حمل‌ونقل به میزان ۵٪	کاهش انتشار آلاینده‌ها (هزار تن)	۲۰۸/۷۷
		ذخیره انرژی (میلیون تن)	۱/۴۱
	سناریوی دوم: افزایش سرمایه‌گذاری در بخش حمل‌ونقل به میزان ۱۰٪	کاهش انتشار آلاینده‌ها (هزار تن)	۴۱۷/۵۴
		ذخیره انرژی (میلیون تن)	۲/۸۲

به ازای یک درصد تغییر متغیر مستقل انرژی، ارزش افزوده بخش حمل ونقل ۰/۶۳ درصد تغییر می‌نماید. به‌عبارت دیگر یک واحد افزایش انرژی به ۰/۶۳ افزایش ارزش‌افزوده می‌انجامد. پس از انرژی بیشترین حساسیت متغیر وابسته نسبت به موجودی سرمایه می‌باشد. همان‌طور که در جدول ۶ آورده شده است، به ازای یک واحد افزایش در موجودی سرمایه، ارزش‌افزوده افزایش خواهد داشت.

شکل (۱) تغییرات کشش‌های تولیدی محاسبه شده برای هر متغیر در سال‌های مختلف را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود، متغیر انرژی در سال‌های مورد بیشترین نوسانات را تجربه می‌کند. این نمودار نشان می‌دهد که متغیرهای مورد بررسی در سال‌های مختلف تاثیرات متفاوتی بر ارزش‌افزوده بخش حمل‌ونقل داشته‌اند.

یکی از مسائلی که در تحلیل نهاده ها به آن توجه می شود این است که رابطه بین عوامل‌تولید به چه صورت است. به‌عبارت دیگر رابطه جانشینی یا مکملی است. اگر دو عامل از عوامل‌تولید مکمل باشند می‌بایست برای صرفه جویی در هر یک از دو نهاده از هر دو نهاده کمتر استفاده کنیم. اگر این دو جانشین باشند می‌توان برای صرفه جویی یکی از آن‌ها را جایگزین دیگری نمود. در این مطالعه جهت بررسی امکان جانشینی انرژی با سایر عوامل تولید این کشش‌ها محاسبه گردیده است. کشش جانشینی میان سرمایه و اشتغال (σ_{KL}) با مقدار ۰/۱۹ و علامت مثبت بیانگر امکان جانشینی ضعیف بین این دو عامل‌تولید است. کشش جانشینی سرمایه (σ_{KE}) و انرژی ۰/۷۶ بدست آمد که مقدار نسبتا خوبی برای این کشش می‌باشد. این مقدار بیانگر از امکان جانشینی بالای میان سرمایه و انرژی است و این دو عامل‌تولید را می‌توان جانشین هم دانست. این جانشینی می‌تواند به‌صورت افزایش میزان سرمایه‌گذاری در بخش حمل‌ونقل و در نتیجه افزایش بهره‌وری انرژی همراه با کاهش در مصرف این عامل‌تولید در اثر به‌روزرسانی تکنولوژی مصرف انرژی و استفاده از روش‌های نوین، صورت پذیرد. کشش جانشینی اشتغال و انرژی (σ_{LE}) نیز با مقدار مثبت ۰/۱۵ جانشینی ضعیف این دو عامل‌تولید را بیان می‌دارد. هر چند علامت این کشش دور از انتظار بود و انتظار می‌رفت علامتی منفی داشته باشد و به‌عنوان یک عامل‌تولید مکمل انرژی باشد. وجود این مقدار جانشینی بسیار کم نیز بیانگر این است که این دو عامل تولید نیز اثراتی از جانشینی نشان می‌دهند هر چند مقدار کم این کشش سختی جانشینی میان این دو عامل تولید را نشان می‌دهد.

هدف غایی این پژوهش بررسی اثر جانشینی بین انرژی و سایر عوامل تولید در بخش حمل‌ونقل می‌باشد که با به‌کارگیری نتایج حاصل از محاسبه‌ی کشش‌های جانشینی میان عوامل تولید و میزان انتشار آلاینده‌ها در بخش حمل و نقل در سال ۹۰، این اثر محاسبه شده است. جدول (۶)، تاثیرات جانشینی انرژی و سرمایه را در دو حالت افزایش سرمایه به میزان ۵٪ و ۱۰٪ را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در جدول فوق مشاهده می‌شود، با افزایش سرمایه‌گذاری به میزان ۵ درصد، می‌توان ۱/۴۱ میلیون تن در مصرف انرژی صرفه‌جویی نمود که این میزان ذخیره‌ی انرژی با افزایش ۱۰ درصدی سرمایه‌گذاری به ۲/۸۲ میلیون تن در سال خواهد رسید. این مقدار کاهش مصرف انرژی به ترتیب ۳/۵۸ و ۷/۱۵ درصد کاهش در میزان انتشار آلاینده‌های زیست محیطی را سبب می‌شود. بدین ترتیب با افزایش سرمایه‌گذاری در بخش حمل‌ونقل تحت هر دو سناریو می‌توان صرفه‌جویی در مصرف انرژی را تجربه کرد و با کاهش میزان آلاینده‌ها به حفظ محیط زیست در راستای مباحث توسعه پایدار کمک نمود.

٤. بحث و نتیجه‌گیری

بخش حمل‌ونقل با توجه به ویژگی های خود از بخش‌های زیربنایی و کلیدی در اقتصاد کشور بوده است و ارتباط بسیار نزدیکی با سایر بخش‌های اقتصادی دارد به‌گونه‌ای که عدم رشد کافی و سرمایه‌گذاری لازم در این بخش می‌تواند سایر بخش‌های اقتصادی را نیز با مشکل روبرو سازد و از پیشرفت هماهنگ آنها جلوگیری نماید. بنابراین، از حمل‌ونقل به عنوان زیربنای رشد و توسعه و حلقه اتصال صنایع با یکدیگر و عامل ایجاد و حفظ ارتباط بازار تولید و مصرف یاد می‌شود. در این مطالعه، کوشش شده با تکیه بر تئوری تابع تولید و مطالعات تجربی پیشین در دنیا و ایران، یک معادله رگرسیون عرضه حمل‌ونقل برای تمامی روش‌ها شامل حمل‌ونقل زمینی ، هوایی و دریایی برای هر دو بخش حمل بار و مسافر، با استفاده از داده‌های سری زمانی ۱۳۹۱-۱۳۶۲ برآورد شود. پس از انجام آزمون‌های مانایی متغیرهای مدل، به برآورد معادلات رگرسیونی با استفاده از روش برآورد مناسب پرداخته شده است.

نتایج برآورد مدل نشان داد که در بلندمدت متغیرهای مستقل موجودی سرمایه و انرژی معنادار بوده و رفتاری مطابق انتظار از خود بروز دادند. انرژی مصرفی با علامت مورد انتظار دارای تأثیر مثبتی بر ارزش افزوده بخش حمل‌ونقل می‌باشد. کشش‌های تولیدی محاسبه شده نشان می‌دهد که بین متغیرهای مستقل، به ترتیب انرژی و سرمایه بیشترین تأثیر را بر ارزش‌افزوده می‌گذارند. به‌عبارت دیگر متغیر ارزش‌افزوده بالاترین میزان حساسیت را ابتدا نسبت به مصرف انرژی و سپس به موجودی سرمایه داراست. این مسئله نقش مهم انرژی و سپس سرمایه به‌عنوان دو عامل تولید مهم در تابع تولید بخش حمل‌ونقل ایران را بیان می‌کند. کشش‌های جانشینی به‌دست آمده سرمایه را جانشین نسبتاً مناسبی برای انرژی معرفی می‌کنند و در صورت به‌کارگیری سرمایه‌ی بیشتر می‌توان نقش انرژی را تا اندازه‌ای کم و مصرف آن را کاهش داد. این مسئله علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف انرژی به‌عنوان یک منبع پایان‌پذیر به کاهش آلایندگی‌های ناشی از مصرف انرژی در این بخش نیز می‌انجامد.

بررسی عوامل ولید مؤثر در بخش حمل‌ونقل کشور و جانشینی انرژی به‌عنوان یک عامل‌تولید کلیدی با سایر عوامل تولید در این بخش از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مطالعات نظری و تجربی معدودی تاکنون در این زمینه در دنیا انجام گرفته است و نتایج متفاوتی در زمینه مناسب‌ترین عامل تولید قابل جانشینی با انرژی با توجه به کشور مورد مطالعه حاصل شده است. نتایج این مطالعه نزدیک به نتایج مطالعه Lin و Ahmad (2016) برای بخش حمل‌ونقل پاکستان می‌باشد. این دو محقق با توجه به نتایج مطالعه خود پیشنهاد می‌دهند که با تخصیص سرمایه بیشتر در بخش حمل‌ونقل، تکنولوژی صرفه‌جویی در انرژی مصرفی مرتبط می‌تواند توسعه یافته و بدین‌وسیله جانشینی میان سرمایه و انرژی و کاهش انتشار گاز دی اکسید کربن به‌عنوان نتیجه محقق شود. Lin و Xie(2014) در مطالعه‌ای که مشابه مطالعه حاضر در کشور چین می‌باشد ، بیان می‌کنند که جانشینی بین انرژی و نیروی‌کار از طریق به‌روزرسانی مداوم تکنولوژی قابل دسترسی خواهد بود. همچنین از طریق تخصیص سرمایه بیشتر در صنعت حمل‌ونقل، جانشینی بین سرمایه و انرژی نیز محقق خواهد شد. نتایج حاصل با در نظر گرفتن تعداد شاغلان بخش حمل‌ونقل این کشور چندان دور از ذهن نیست و این جانشینی علاوه بر صرفه‌جویی در انرژی می‌تواند نیروی کار و در نتیجه ارزش‌افزوده‌ی بیشتری را به سمت صنعت حمل‌ونقل چین سوق دهد. همچنین در مطالعه‌ی محدودی که در زمینه حمل‌ونقل جاده‌ای توسط بازدار اردبیلی و پژمان‌زاد صورت گرفت، اثر دو عامل تولید نیروی‌کار و سرمایه بر ارزش‌افزوده سنجیده شده و چنین نتیجه‌گیری شد که افزایش نهاده سرمایه به مراتب بیشتر از افزایش نهاده نیروی‌کار بر ارزش‌افزوده مؤثرخواهد بود. لذا عامل سرمایه نسبت به عامل نیروی‌کار، نقش پررنگ‌تری را در تولید بخش حمل‌ونقل جاده‌ای ایفا می‌نماید.

نتایج این پژوهش وجود رابطه جانشینی بین سرمایه و انرژی را تایید نمود لذا پیشنهاد می‌شود به‌منظور افزایش بهره‌وری انرژی محدودیت هایی در مصرف انرژی اعمال گردد. یکی از این محدودیت‌ها اصلاح قیمت حامل‌های انرژی (کاهش یارانه‌های بخش) می‌باشد. این اصلاح از یک سو می‌تواند به کاهش تقاضای انرژی در این بخش منجر شده و از سوی دیگر صرفه‌جویی‌های حاصل می تواند در زیر ساخت‌های حمل‌ونقل سرمایه‌گذاری گردد.

Refrences:

Amini, A., Nahavandi, M. And Safari Pour, M. 1998. Estimation of employment time series and capital stock in different economic sectors of Iran. *Journal of Planning and Budgeting*, *31-32*: pp. 69-97. DOI: 20.1001.1.22 519092.1377.3.7.3.7. (In Persian).

Atabi, F., Karbasi, A. and Valizadeh, M.F., 2007. The Impact Of Energy Subsidies On Air Pollutants Emission In Irans Transportation Sector. *Journal of Environmental Science and Technology*, 9 (3:34), pp. 255-263. (In Persian).

Bazadar Ardebili, P. and Pazhmanzad, P., 2012. Study of production factors in the country's rail transport sector using Cobb-Douglas production function. In *14th International Rail Transport Conference, Iran Rail Transport Engineering Association*.

Berndt, E.R. and Wood, D.O., 1975. Technology, prices, and the derived demand for energy. *The review of Economics and Statistics*, pp. 259-268. DOI: 10.2307/1923910.

Christensen, L.R., 1971. Conjugate duality and the transcendental logarithmic prodcution function. *Econometrica*, *39*, pp.255-256.

Debertine, D. 1997. Economics of agricultural production. Translated from English by Musa-Nejad, M and Najjarzadeh, R. Tehran: Publications Institute of Economic Research, Tarbiat Modarres University.

Ebrahimi, M. and Jabdarghy, M.A.M., 2011. Energy Demand Forcast (1404): Iran Transportation Section, Using Arima Model. *Sharif Journal of Civil Engineering*, *2*(3), pp. 67-72. (In Persian).

Eslamloueyan, K. and Ostadzad, A.H. 2016. Estimating a Production Function for Iran with Emphasis on Energy and Expenditure on Research and Development: An Application of Genetic Algorithm Method. *QJER*, *16* (1), pp. 21-48. DOR: 20.1001.1.173567 68.1395.16.1.1.4. (In Persian).

Fotros, M, Sahraei, R. and Yavari, M. 2014. Estimation of Energy Demand Function in Iran Road Transportation Sector,1978-2013. *Quarterly Journal of the Macro and Strategic Policies*. 2(7): 23-42. (In Persian).

Hosseinzade, C. and Salami, H. 2004. Selection of Production Function for Estimating Economic Value of Agricultural Water (Case Study: Wheat Production). *Journal of Agricultural Economics and Development*, *12* (48), pp. 53-73. (In Persian).

Hu, B. and McAleer, M., 2005. Estimation of Chinese agricultural production efficiencies with panel data. *Mathematics and Computers in Simulation*, *68*(5-6), pp.474-483. DOI: 10.1016/j.matcom.2005.02.002.

Intriligator, M. D., Bodkin R. G. and C. Hsiao, 1996. *Econometric models, Techniques, and applications*. 2nd ed, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, USA.

Khaksari, A. and Bazdar Ardebili, P., 2007. Investigating Elasticity of Fuel Demand in Road Transport of Country. *The Economic Research*, *6*(1), pp.1-11. (In Persian).

Koetse, M.J., De Groot, H.L. and Florax, R.J., 2008. Capital-energy substitution and shifts in factor demand: A meta-analysis. *Energy Economics*, *30*(5), pp.2236-2251.DOI: 10.1016/j.eneco.2007.06.006.

Lin, B. and Ahmad, I., 2016. Energy substitution effect on transport sector of Pakistan based on trans-log production function. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *56*, pp.1182-1193. DOI: 10.1016/j.rser.2015.12.012.

Lin, B. and Xie, C., 2014. Energy substitution effect on transport industry of China-based on trans-log production function. *Energy*, *67*, pp. 213-222. DOI: 10.1016/j.energy.2013.12.045.

Mohammadlu, A. 2007. Application of the concepts of "rate of return to scale" and "elasticity of substitution of factors of production" in determining employment potential of investment expenditures. *Journal of Economic Research*,*3*(80), pp.169-145. (In Persian).

Journal of Marine Science and Technology

Autumn 2023, Vol. 22, No.3, pp. 1-11.

Available Online: *http://jmst.kmsu.ac.ir*

Original Article

Energy Substitution Effect in Transportation Sector of Iran Based on The Translog Production Function

Zahra Neisi, Seyyed Nasser Saeidi*, Fatemeh Hosseinpour, Mohammad Amin Kouhbor

Department of Economics and Maritime Insurance, Faculty of Economics and Management, Khorramshahr University of Marine Sciences and Technology, Khorramshahr, Iran.

***Corresponding author Email:** nasser_saeidi@yahoo.com

Received: 27 February 2018 **Revise Date:** 8 February 2020 **Accepted:** 18 February 2020

DOI: 10.22113/JMST.2020.120866.2129

Abstract

Energy is the driving force behind all human activities. The scope of these activities is from day to day activities to macroeconomic activities in each country. Today, the world is moving towards lowering energy consumption and increasing the efficiency of using existing energy, and the issue of energy substitution in different contexts in scientific communities is under consideration. Energy is a major factor in the development of every country that needs more effort to achieve sustainable development. The transportation sector plays a key role in achieving development. Therefore, it is important to study the effective factors in this sector as the second largest energy consumer in Iran and in the world. In this study, a transport function model for the transportation industry in Iran is established and the factors of production include capital, energy and labor. The production stretch and substitution of each of the factors of production have been calculated and analyzed, respectively. The results show that during the period of 1362 to 1391, there is a relatively good substitution between energy and capital in the transportation sector in Iran. This means that, through greater allocation of capital in the transportation industry, energy-saving technology can be continuously upgraded and a succession of capital and energy can be realized. Also, the effect of substitution of capital and energy on the reduction of pollutants from fuel consumption in the transportation sector was investigated.

Keywords: Energy, Transportation, Translog, ARDL.

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted Journal of Marine Science and Technology. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons. org/licenses/ by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.