فصلنامه مدلسازی اقتصادی (سال دوازدهم، شماره ۲ «پیاپی ٤٢» تابستان ۱۳۹۷، صفحه‌های ١٦٠-١٣٧)

تاثیر نوسازی ناوگان بر بهره‌وری صنعت حمل و نقل جاده‌ای ایران

فرهاد خدادادکاشی[*]، سمانه نورانی آزاد[**]، بهاره قنبری[+]

تاریخ دریافت: ۹٦/۰۸/۰۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰٤/۳۱

چکیده

هدف محوری این مقاله ارزیابی تاثیر نوسازی ناوگان بر بهره‌وری در بخش حمل‌ونقل ایران می‌باشد. بدین منظور از داده‌های بخش حمل‌ونقل جاده‌ای ایران و مدل رشد مبتنی بر پیشرفت فنی تبلوریافته در موجودی سرمایه طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۵۳ استفاده شده است. نتایج ضرایب موجودی سرمایه و نیروی کار نشان داد بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در بخش ناوگان حمل‌ونقل جاده‌ای وجود دارد. همچنین در این بخش، سرمایه‌گذاری جدید و نوسازی با پیشرفت فنی به گونه‌ای افزایش یافته که سن متوسط ناوگان را کاهش داده و منجر به افزایش نرخ رشد سرمایه کیفی و بهره‌وری شده است. بنابراین ارتباط مستقیم بین نوسازی ناوگان و بهره‌وری در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای ایران تأیید می‌شود. ازاین‌رو استفاده از تجهیزات با فناوری برتر و جایگزینی ناوگان جاده‌ای با تجهیزات جدید و پیشرفته پیشنهاد می‌شود.

طبقه‌بندی JEL: O40, O33, O11.

واژگان کلیدی: نوسازی ناوگان، بهره‌وری، متوسط عمر سرمایه، سرمایه کیفی، حمل و نقل جاده‌ای.

[*] استاد گروه اقتصاد دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، پست الکترونیکی: khodadad@pnu.ac.ir

[**] استادیارگروه اقتصاد دانشگاه پیام نور، ایران، (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: noraniazad@pnu.ac.ir

[+] کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، پست الکترونیکی: ghanbari_939@yahoo.com

۱. مقدمه

بخش «حمل و نقل» به دلیل جایگاه برجسته‌ای که در اقتصاد دارد؛ یکی از شاخص‌های توسعه‌یافتگی به شمار می‌آید. با توجه به اینکه پیشرفت و توسعه این بخش نقش مهمی در ایجاد تحول سایر بخش‌های صنعتی، کشاورزی و تولیدی ایفا می‌کند، امروزه بیشتر اندیشمندان و صاحب‌نظران عرصه اقتصادی رشد و توسعه همه جانبه کشورها را مشروط به توسعه حمل و نقل می‌دانند و از این صنعت به عنوان محور فعالیت‌های اساسی و زیربنایی و لازمه تحول رشد و توسعه اقتصادی یاد می‌کنند (سلیمانی، ۱۳۸۳).

از سوی دیگر، بررسی عملکرد اقتصادی کشورهایی که در چند دهه اخیر از رشد قابل توجهی برخوردار بوده‌اند؛ بیانگر این واقعیت است که بخش عمده‌ای از رشد اقتصادی از طریق افزایش بهره‌وری حاصل شده است. در برنامه‌های توسعه اقتصادی ایران از جمله برنامه ششم توسعه بر تامین بخش قابل توجهی از رشد اقتصادی از محل ارتقای بهره‌روی تاکید شده است. در این برنامه هدف گذاری شده است که ۲/۸ درصد از رشد ۸ درصدی از طریق بهره‌وری سبز، بهره‌وری متکی بر رقابت‌پذیری و نوآوری و بهره‌وری در استفاده از منابع آب و خاک و انرژی و جایگزینی خودروهای فرسوده تامین شود (رونق، ۱۳۹٦).

نظر به اینکه بخش حمل و نقل نقش کلیدی در به جریان انداختن فعالیت‌های اقتصادی هر کشور دارد؛ انتظار برآن است که ارتقای بهره‌وری در این بخش بتواند به طور مستقیم و غیرمستقیم منجر به ارتقای بهره‌وری سایر بخش‌ها گردد و بخشی از هدف رشد اقتصادی کشور از محل بهره‌وری تامین شود. اما بررسی انجام شده در بخش حمل و نقل جاده‌ای ایران نشان داده که فرسودگی ناوگان و عدم بازسازی زیرساخت‌ها، قیمت‌گذاری غیراقتصادی و مدیریت غیربهینه ازیک‌سو منجر به روند نزولی بهره‌وری شده و از سوی دیگر، افزایش مصرف سوخت، آلودگی زیست محیطی، تلفات و تصادفات جاده‌ای این زیربخش را با چالش‌هایی مواجه نموده است که این امر ضرورت اهتمام به بازبینی، نوسازی و توسعه روش‌های جایگزین را بیش از پیش ایجاب می‌نماید.

از آنجا که یکی از اهداف برنامه توسعه اقتصادی کشور افزایش بهره‌وری از طریق جایگزینی خودروهای فرسوده است؛ این مقاله در پی پاسخ‌گویی به این سوال است که آیا سرمایه‌گذاری‌های صورت گرفته جهت نوسازی ناوگان، تاکنون به پیشرفت فنی این بخش

کمک مؤثری کرده و موجب کاهش عمر تجهیزات شده است یا خیر؟. بنابراین فرضیه اصلی این است که نوسازی ناوگان حمل و نقل جاده‌ای منجر به کاهش سن ناوگان و افزایش بهره‌وری شده است. بررسی مطالعات نظری و تجربی داخلی و خارجی حاکی از این است که نیروی کار، سرمایه فیزیکی و پیشرفت فنی عوامل مؤثر بر بهره‌وری و رشد اقتصادی هستند؛ اما در هیچ‌کدام از مطالعات به طور مشخص با بهره‌گیری از مدل رشد پیشرفت فنی تبلور یافته در سرمایه، بهره‌وری بررسی نشده است؛ نوآوری این مقاله نسبت به مطالعات پیشین آن است که برای ارزیابی نوسازی ناوگان بر بهره‌وری از مدل رشد نئوکلاسیک و تکنولوژی تبلوریافته در موجودی سرمایه استفاده نموده است.

با توجه به اینکه هدف این مقاله بررسی اثربخشی نوسازی ناوگان بر بهره‌وری و رشد اقتصادی در ایران است؛ در ادامه چارچوب نظری و پیشینه تحقیق مرور می‌شود. سپس وضعیت و جایگاه حمل و نقل جاده‌ای ایران بررسی می‌شود. آنگاه، ضمن معرفی الگو با استفاده از داده‌های بخش حمل و نقل جاده‌ای طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۵۳ تاثیر نوسازی ناوگان بر بهره‌وری و رشد اقتصادی بررسی می‌شود. در نهایت، بخش پایانی به جمع‌بندی و ارائه پیشنهادها اختصاص یافته است.

۲. ادبیات تحقیق

با توجه به اینکه ماموریت پژوهش حاضر ارزیابی تاثیر نوسازی ناوگان حمل‌ونقل جاده‌ای بر بهره‌وری حمل و نقل جاده‌ای ایران می‌باشد؛ ضروری است در ابتدا مفهوم بهره‌وری، پیشرفت فنی تبلوریافته در سرمایه، رشد اقتصادی و نحوه ارتباط آنها از دیدگاه نظری و تجربی مورد توجه قرار گیرد. بنابراین در ادامه این مفاهیم و جنبه‌های مختلف آن به اختصار معرفی می‌شوند.

۲-۱. مبانی نظری

اساسا واژه بهره‌وری[1] به معنای " قدرت تولید، باروری و مولد بودن است". بهره‌وری معیاری است که بیانگر نحوه ترکیب و به کارگیری عوامل تولید در راستای تحقق اهداف تعیین شده بنگاه می‌باشد؛ به طوری که بیشترین بازده و کمترین هزینه حاصل شود. در بحث بهره‌وری

[1] Productivity

بسته به اینکه یک یا چند عامل در فرایند تولید مدنظر باشد به دو گروه بهره‌وری جزئی و بهره‌وری کلی طبقه‌بندی می‌شوند. در مجموع، در بهره‌وری جزئی تنها یک عامل در فرایند تولیدی دخیل است؛ در حالی که بهره‌وری کل عبارت است از نسبت ستاده (ارزش افزوده واقعی) به میانگین وزنی نهاده‌ها که این وزن‌ها منعکس‌کننده سهم هریک از نهاده‌ها از کل هزینه تولید است (کراگمن[1]، ۱۹۹٤: ۱).

در ادبیات اقتصادی، بهره‌وری به دو روش پارامتریک و غیرپارامتریک قابل سنجش و ارزیابی است. در روش غیرپارامتریک که یکی از روش‌های متداول و کاربردی و روش برگزیده موسسات تولیدکننده آمارهای رسمی شناخته می‌شوند؛ معمولا از شاخص‌هایی همچون شاخص ابتدایی[2] سولو، شاخص کندریک[3] و شاخص تورنکویست- تیل[4] شاخص مالم کوئیست[5] برای سنجش میزان بهره‌وری کل عوامل تولید در اقتصاد یا در هر بخش استفاده می‌شود؛ به طوری که در شاخص کندریک بهره‌وری کل عوامل تولید از نسبت ارزش افزوده به میانگین وزنی نهاده‌ها به صورت زیر به دست می‌آید.

$$TFP = \frac{V}{\alpha L + \beta K + \cdots + \gamma M} \qquad (۱)$$

که در آن TFP بهره‌وری کل عوامل، V ارزش افزوده، L,K,M نهاده‌های تولیدی و $\beta, \gamma,$ وزن هریک از نهاده‌ها را نشان می‌دهد. البته در این شاخص، تغییرات قیمت نهاده‌ها و ستاده طی سال‌های مورد بررسی در نظر گرفته نمی‌شود. در این راستا، تورنکویست (۱۹۳٦) برای اندازه‌گیری بهره‌وری عوامل شاخصی را معرفی نمود که برخلاف سایر شاخص‌ها در آن امکان تغییر قیمت نهاده‌ها و ستاده در سال‌های مورد بررسی فراهم است. فرم ریاضی این شاخص به صورت زیر است.

[1] keragman
[2] Elementary Index
[3] Kendrick Index
[4] Tornqvist-Teal
[5] Malmquist

$$TFP = \frac{\prod_{i=1}^{n}\left[\frac{y_i^t}{y_i^0}\right]^{0.5[R_i^t+R_i^0]}}{\prod_{i=1}^{n}\left[\frac{x_i^t}{x_i^0}\right]^{0.5[s_i^t+s_i^0]}} \quad (۲)$$

در رابطه بالا، TFP شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید، x_i^t, x_i^0 مقدار نهاده iام، y_i^t, y_i^0 مقدار محصول iام، R_i^t, R_i^0 سهم محصول iام از کل درآمد و s_i^t, s_i^0 سهم نهادهiام از کل هزینه در سال‌های صفر و t را نشان می‌دهند (دیورت[1]،۱۹۹۲: ۲۱۱–۲۴۸). از طرف دیگر، انطباق شاخص یاد شده بر تابع تولید ترانسلوگ، که از شکل‌های انعطاف‌پذیر تابع تولید است، آن را جزء شاخص برتر قرار داده است. همچنین فار[2] (۱۹۸۸) نشان داد که می‌توان با استفاده از تعریف کارایی و ساختار ترانسلوگ برای تابع مسافت ستانده، شاخصی از بهره‌وری کل عوامل به دست آورد که شاخص مالم کوئیست نامیده می‌شود. در این شاخص، تغییرات کل بهره‌وری عوامل تولید به تغییرات تکنولوژیکی (انتقال مرز کارایی) و تغییرات کارایی فنی (رسیدن به مرز کارایی) قابل تفکیک است. در حقیقت، این شاخص، تغییرات کارایی نسبی را از جابجایی در تابع تولید جدا می‌کند. فرم کلی این شاخص به صورت زیر می‌باشد.

$$M_i(y_s, x_s, y_t, x_t) = \frac{d_i^t(y_t, x_t)}{d_i^s(y_s, x_s)}\left[\frac{d_i^s(y_t, x_t)}{d_i^t(y_t, x_t)} * \frac{d_i^s(y_s, x_s)}{d_i^t(y_s, x_s)}\right]^{\frac{1}{2}} \quad (۳)$$

که در آن $\frac{d_i^t(y_t,x_t)}{d_i^s(y_s,x_s)}$، تغییر در میزان کارایی فنی[3] را براساس معیار فارل در زمان s تا t اندازه‌گیری می‌کند و قسمت باقیمانده این عبارت نیز مقیاسی از تغییرات فنی[4] را نشان می‌دهد (فار و گروسکوپف[5]، ۱۹۹۲: ۱۵۸–۱۶۰). از طرف دیگر، چون در اندازه‌گیری توابع مسافت تنها مقادیر نهاده و ستاده لازم است؛ در مواردی که با محدودیت‌های آمار قیمت مواجه هستیم، این روش نسبت به سایر روش‌های اندازه‌گیری بهره‌وری برتری دارد.

[1] Diewert
[2] Fare
[3] Technical Efficiency Change (EFCH)
[4] Technological Change (TCH)
[5] Fare and Grosskopef

در حالی که در روش پارامتریک، بهره‌وری از طریق تابع تولید و باقی مانده سولو یا توابع هزینه اندازه‌گیری و تحلیل می‌شود. در این روش، ارزیابی بهره‌وری که بیشتر با نظریه اقتصاد نئوکلاسیک‌ها تطابق دارد، مفهوم بهره‌وری به صورت باقیمانده تفاوت نرخ رشد محصول و نهاده به شکل زیر تعریف می‌شود.

$$\dot{A} = \dot{Q} - \eta_K \dot{K} - \eta_L \dot{L} = \lambda \qquad (٤)$$

البته باید به این نکته توجه کرد که $(\dot{A})$ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید است و به پیشرفت فنی اشاره دارد. در اینجا عامل پسماند$(\dot{A})$، پس از برآورد مدل با استفاده از تکنیک‌های اقتصادسنجی از تفاوت نرخ رشد محصول و نهاده‌های تولیدی به دست می‌آید. در این راستا، گروهی از اقتصاددانان و پژوهشگران با توجه به برآوردهای اولیه مدل‌های رشد اقتصادی در نمونه‌ای از کشورهای توسعه یافته نشان دادند که سرمایه و نیروی کار تنها قادرند، بخشی از رشد تولید را توضیح دهند و سهم بالایی از رشد که به وسیله عوامل تولید توضیح داده نشده به عامل پسماند نسبت دادند. آنها در توضیح عامل پسماند به عنوان متغیر تعیین کننده رشد بهره‌وری عوامل، از پیشرفت‌های فنی برون‌زا و درون‌زا صحبت می‌کنند. اولین کوشش در این حوزه را می‌توان به مطالعه سولو[1] (۱۹۵٦) نسبت داد. وی با استفاده از تابع تولید، رشد اقتصادی را به سهم نیروی کار، سرمایه و عامل پسماند تجزیه می‌کند و در توجیه عامل پسماند به عنوان رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، به پیشرفت فنی برون‌زا اشاره دارد. به عبارت دیگر، در چارچوب نظریه سولو بهره‌وری کل عوامل به بخشی از رشد که در ادبیات به «مانده سولو» معروف است، نسبت داده می‌شود.

از طرفی ناتوانی مدل‌های نئوکلاسیکی در راستای تبیین دقیق رشد تولید با استفاده از مانده سولو راه را برای مدل‌هایی که بر تحلیل منابع رشد بهره‌وری کل عوامل تولید متمرکز است و در اصطلاح مدل‌های رشد درون‌زا نامیده می‌شوند، باز نمود. طرفداران نظریه رشد درون‌زا ادعا می‌کنند که باقیمانده سولو به متغیرهایی از قبیل تکنولوژی درون‌زا و انباشت سرمایه انسانی عکس‌العمل نشان می‌دهند (جونز[2]، ۱۹۹۵).

[1] Solow
[2] Jones

به طوری که گروهی از طرفداران نظریه رشد درون‌زا، بهبود در بهره‌وری را به تغییرات تکنولوژی تبلوریافته در نهاده‌ها نسبت می‌دهند. به اعتقاد آنها تغییرات تکنولوژی تبلوریافته در نهاده سرمایه و نیروی کار باعث افزایش ظرفیت اقتصاد برای جذب تکنولوژی جدید و فرایندهای جدید تولیدی می‌شوند. در این راستا، در مدل‌های رشدی که پیشرفت فنی در نیروی کار تبلور یافته[1] است، سرمایه انسانی از طریق تغییرات تکنولوژیکی و انتشار آن به صورت زیر به عنوان عاملی مؤثر و کارا نقش اساسی در رشد اقتصادی ایفا می‌کند.

$$\dot{Q} = \eta_K \dot{K} - \eta_E \dot{E} = \eta_K \dot{K} - \eta_E (\dot{L} + \lambda_L) \qquad (۵)$$

در واقع، در رابطه (۵) رشد بهره‌وری با تغییر در رشد سرمایه تغییر نمی‌کند؛ بلکه پیشرفت فنی از طریق $_L$ که در نیروی کار تبلور یافته است، منجر به رشد بهره‌وری می‌شود. در این خصوص شولتز[2] (۱۹۶۱) و بکر[3] (۱۹۶۲) کیفیت نیروی انسانی (بهداشت، تغذیه، آموزش، مهارت‌ها و غیره) را به عنوان مهم‌ترین عامل مؤثر در بهبود بهره‌وری معرفی می‌کنند و معتقدند دانش و مهارت نهادینه شده در سرمایه انسانی به طور مستقیم، بهره‌وری را افزایش داده و باعث افزایش ظرفیت اقتصاد برای جذب تکنولوژی جدید و رشد اقتصادی می‌شود.

از سوی دیگر، در مدل‌های رشد با تغییرات تکنولوژی تبلوریافته در سرمایه[4] که یکی دیگر از روش‌های اندازه‌گیری رشد بهره‌وری است، پیشرفت‌های فنی با فرض اینکه سرمایه جدید نسبت به تجهیزات سرمایه قدیمی کاراتر هستند، در موجودی سرمایه تبلوریافته و منجر به افزایش بهره‌وری و رشد اقتصادی می‌شوند. در این خصوص سولو (۱۹۶۲) و نلسون[5] مدل‌های ساده‌ای را ارائه نمودند که در آن افزایش سرمایه‌گذاری، عمر متوسط موجودی سرمایه را کاهش داده و نرخ پیشرفت فنی را افزایش می‌دهد. در واقع، در مدل نلسون آن افزایش در نرخ پیشرفت فنی که با کاهش در عمر متوسط موجودی سرمایه همراه باشد، نسبت به زمانی که صرفا موجودی سرمایه به صورت کمّی افزایش می‌یابد، می‌تواند رشد محصول را بیشتر افزایش دهد. بنابراین، زمانی که پیشرفت فنی در موجودی سرمایه تبلوریافته و پیشرفت

[1] Labor-Embodied Technical Progress
[2] Schultz
[3] Becker
[4] Capital-Embodied Technical Progress
[5] Nelson

کیفی سرمایه‌ای حاصل شود؛ به دلیل آنکه سرمایه گذاری، تجهیزات سرمایه‌ای حاوی پیشرفت فنی را به بنگاه وارد می‌کند، منجر به کاهش متوسط سن سرمایه شده که این خود منبعی برای افزایش موجودی سرمایه و نرخ رشد محصول می‌باشد. در این حالت، نرخ رشد تولید به صورت زیر خواهد بود.

$$\dot{Q}_t = \eta_J\left(\dot{K} + \lambda_k - \lambda_k \Delta\bar{a}\right) + \eta_L \dot{L} \qquad (٦)$$

در رابطه (٦) رشد بهره‌وری از طریق λ_k یا پیشرفت فنی تبلور یافته در سرمایه و کاهش متوسط سن سرمایه تغییر می‌کند. به عبارت دیگر، با استفاده از الگوی رشد پیشرفت فنی متبلور شده در سرمایه، ضمن اندازه‌گیری میزان پیشرفت فنی می‌توان تاثیر پیشرفت فنی را بر کاهش سن موجودی سرمایه اندازه‌گیری نمود. یعنی، افزایش موجودی سرمایه که در آن پیشرفت فنی متبلور شده است، به رشد بیشتر ستاده منجر می‌شود؛ که این امر، صرفا به دلیل کاهش سن تجهیزات و افزایش کارایی آن‌ها امکان‌پذیر شده است (نلسون، ۱۹٦٤: ٥۷٥-٦۰٦).

۲-۲. پیشینه تحقیق

مطالعات متعددی در داخل و خارج کشور در خصوص مقایسه و اندازه‌گیری میزان بهره‌وری در صنعت حمل و نقل یا بررسی عوامل موثر بر بهره‌وری در این صنعت صورت گرفته است، به طوری که در تعدادی از این مطالعات با بهره‌گیری از روش‌های پارامتریک اقتصادسنجی همانند روش قطعی آماری و مرز تصادفی[1] و با استفاده از توابع تولید و هزینه کاب داگلاس و ترانسلوگ بهره‌وری مورد سنجش و ارزیابی قرار می‌گیرد. در این روش‌ها که بیشتر در فعالیت‌های تولیدی کاربرد دارند؛ به دلیل استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی امکان آزمون فرضیه فراهم است. در حالی که گروهی دیگر از پژوهشگران از روش‌های غیرپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها[2]، شاخص مالم کوئیست و تورنکوئیست- تیل به سنجش بهره‌وری می‌پردازند که البته در بین روش‌های غیرپارامتریک روش تحلیل پوشش داده‌ها و شاخص مالم کوئیست در تحلیل‌های کاربردی و تجربی بخش خدماتی که محصولات عملا غیرقابل قیمت‌گذاری‌اند

[1] Stochastic Frontier Analysis
[2] Data Envelopment Analysis (DEA)

و اطلاعات قیمتی به ندرت وجود دارد، کاربرد بیشتری دارد؛ برخی از اهم این مطالعات به شرح زیر است:

چو، رابرتز و لی[1] (۲۰۱۵) در مقاله‌ای با بهره‌گیری از شاخص بهره‌وری مالم کوئیست به ارزیابی رشد بهره‌وری در صنعت حمل‌ونقل آمریکا طی سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۰٤ پرداخته‌اند. آنها با بررسی بهره‌وری طی دوره ۸ ساله دریافتند که در صنعت حمل‌ونقل آمریکا بجز سال‌های ۲۰۰۷، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۰ که با بحران‌های مالی شدید مواجه بوده، در بقیه سال‌ها رشد بهره‌وری مثبت و معنادار است. همچنین در بخش حمل و نقل ریلی و دریایی بیشترین بهره‌وری وجود دارد.

سینتی‌کوچای[2] (۲۰۱۵) در مقاله‌ای با بهره‌گیری از تکنیک داده ° ستاده به بررسی بهره‌وری نیروی کار در صنعت حمل و نقل تایلند در سال‌های ۱۹۹۰، ۱۹۹۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵ پرداخته است. وی در مطالعه خود نشان داد ضریب نیروی کار در بخش حمل و نقل جاده‌ای تغییر قابل ملاحظه‌ای در دوره مطالعه نداشته است. همچنین بهره‌وری نیروی کار در بخش حمل و نقل دریایی بهبود یافته؛ اما بهره‌وری نیروی کار در بخش حمل و نقل ریلی کاهش یافته است.

دویگان، شبان، سیکلس و جونز[3] (۲۰۱٤) در مطالعه‌ای به بررسی عدم کارایی و تغییرات بهره‌وری در ۸٦ بنگاه در صنعت حمل و نقل هوایی اروپا طی سال‌های ۲۰۱۱-۱۹۹۹ پرداخته است.. آنها با بهره‌گیری از تابع هزینه به تفکیک بهره‌وری عوامل و اندازه‌گیری آن پرداختند. دویگان دریافت که صرفه مقیاس و قیمت مواد اولیه نقش بالقوه‌ای در بهبود بهره‌وری داشته است. همچنین سطح بهره‌وری در صنایع هوایی اروپا بالاتر از متوسط بهره‌وری است.

ملو، گراهام و آردو[4] (۲۰۱۳) در مقاله‌ای به ارزیابی بهره‌وری ناشی از سرمایه‌گذاری در زیربخش‌های حمل و نقل آمریکا و کشورهای اروپایی پرداخته‌اند. آنها دریافتند اثرات بهره‌وری در زیربخش‌های حمل و نقل به مقدار قابل ملاحظه‌ای تغییر می‌کند و این اثر در بخش حمل و نقل جاده‌ای بیشتر از دیگر بخش‌ها است. همچنین ملو در مطالعه خود با مقایسه بهره‌وری آمریکا و کشورهای اروپایی، بهره‌وری بالاتری را در اقتصاد آمریکا نسبت به کشورهای اروپایی به دست آورده‌اند.

---

[1] Chio, Roberts and Lee
[2] Cintakulchai
[3] Duygun, Shaban, Sickles and Jones.
[4] Melo, Graham and Ardao.

مارتلند[1] (۲۰۱۲) در مقاله خود به بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری در صنعت حمل‌ونقل ریلی ایالات متحده طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۰۸ پرداخته است. وی عواملی چون پیشرفت‌های فن‌آوری، موافقت‌نامه‌های جدید کار و مدیریت بهبودیافته را از عوامل تأثیرگذار بر رشد بهره‌وری برشمرده است. همچنین مارتلند فناوری اطلاعات را حیاتی‌ترین عامل مؤثر در رشد بهره‌وری به شمار می‌آورد.

گیبنز و اورمن[2] (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای به تحلیل بهره‌وری در بخش حمل و نقل لندن پرداخته‌اند. آنها برخی از اثرات بالقوه کارایی و بهره‌وری را که در نتیجه سرمایه‌گذاری حاصل می‌شود، معرفی کردند و بهره‌وری کل عوامل تولید را مناسب‌ترین شاخص برای محاسبه منافع خالص بهره‌وری ناشی از بهبود حمل و نقل دانسته‌اند. گیبنز آثار بهبود حمل و نقل را به دو دسته عواملی که بهره‌وری کل عوامل تولید را افزایش نمی‌دهد و عواملی که بهره‌وری کل عوامل تولید را افزایش می‌دهد، تقسیم کرد. آنها در نهایت نتیجه گرفتند که عواملی از قبیل افزایش تقسیم‌پذیری[3]، افزایش تطابق[4] و افزایش یادگیری[5] عواملی هستند که درنتیجه بهبود در حمل و نقل موجب افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید می‌شود.

گراهام[6] (۲۰۰۷) در مقاله خود با بهره‌گیری از مدل‌سازی فضایی[7] به بررسی ارتباط سرمایه‌گذاری و بهره‌وری در بخش حمل‌ونقل کشور انگلستان در سال‌های ۲۰۰۲-۱۹۹۵ پرداخته است. وی دریافت که صرفه‌های خارجی مثبت و قابل توجهی در صنعت حمل و نقل وجود دارد. همچنین وی دریافت که اگر بنگاه‌ها همزمان با سرمایه‌گذاری در بخش حمل و نقل بتوانند تعداد دفعات سفر و یا هزینه‌های سفر را کاهش دهند، در این صورت احتمالا منافع مثبتی از انباشت سرمایه به دست خواهد آمد. از طرفی سرمایه‌گذاری‌های جدید در بخش حمل و نقل محدودیت دسترسی به این بخش را کاهش می‌دهد و باعث افزایش منافع مثبت انباشت سرمایه می‌شود.

---

[1] Martland
[2] Gibbons and Overman
[3] Sharing
[4] Matching
[5] Learning
[6] Graham
[7] Spatial Modelling

جهانگرد، امینی، فرهادی‌کیا و ازوجی (۱۳۹۳) در مقاله‌ای به بررسی و تحلیل عوامل موثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش حمل و نقل جاده‌ای ایران طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۷۲ پرداخته‌اند. آنها دریافتند که بهره‌وری کل عوامل تولید با وجود تحولات مثبت در بهره‌وری نیروی کار از کاهش بهره‌وری سرمایه پیروی کرده و منجر به کاهش ۰/۲ درصدی بهره‌وری کل عوامل تولید شده است. از طرفی کاهش بهره‌وری سرمایه عمدتا به دلیل فرسودگی وسایل نقلیه (باری و مسافری) و تجهیزات و قدیمی بودن تکنولوژی آنها بوده است. ضمن اینکه ناکافی بودن زیرساخت‌ها و سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در این زیربخش نیز بر بهره‌وری سرمایه اثر منفی گذاشته است. آنها با تفسیر ضرایب برآورد شده در این زیربخش دریافتند که با افزایش متوسط سال‌های تحصیل رانندگان، سال‌های تجربه رانندگان و افزایش کیفیت و کمیت زیرساخت‌های راه استان‌ها میزان بهره‌وری در بخش حمل و نقل جاده‌ای افزایش می‌یابد.

بخشی (۱۳۹۱) در مقاله خود با بهره‌گیری از آمار حمل و نقل کالا در سال ۱۳۹۱ به محاسبه شاخص بهره‌وری و توجیه اقتصادی نوسازی ناوگان عملیاتی عمومی جاده‌ای کالا پرداخته است. وی دریافت که میزان مصرف سوخت در بخش حمل و نقل عمومی برون شهری به دلیل بالا بودن سن ناوگان و وجود خودروهای فرسوده در حال افزایش است. از این‌رو، با توجه به اهمیت مصرف سوخت در کشور، بر جایگزینی خودروهای فرسوده و نوسازی ناوگان با وجوه اداره شده، یارانه‌ای و کمک‌های فنی و اعتباری تاکید شده است.

بررسی مطالعات پیشین نشان می‌دهد نیروی کار، سرمایه فیزیکی و پیشرفت فنی عوامل مؤثر بر بهره‌وری و رشد اقتصادی هستند؛ اما در پژوهش حاضر، برای ارزیابی نوسازی ناوگان بر بهره‌وری در بخش حمل و نقل جاده‌ای از مدل رشد نئوکلاسیک و تکنولوژی تبلوریافته در موجودی سرمایه بهره گرفته می‌شود.

۳. بررسی وضعیت حمل و نقل جاده‌ای ایران

بخش حمل و نقل جاده‌ای کشور به دلیل شبکه خطوط گسترده، بیشترین میزان دسترسی کالا و خدمات به نقاط مختلف عرضه و تقاضای کشور را فراهم نموده است؛ بنابراین این زیر بخش افزون بر آن که بهترین گزینه در مسافت‌های کوتاه و متوسط جهت حمل مسافر و بار شناخته شده است؛ نقش مهمی در رشد اقتصادی، افزایش رفاه اجتماعی و کمک به بسط

تجارت و رشد صنعت دارد. بررسی آمارههای منتشره توسط سازمان راهدرای حمل و نقل جادهای در دههای گذشته نشان میدهد در بین روشهای مختلف حمل و نقل کالا، حمل و نقل جادهای با بیش از ۹۰ درصد جابجایی در سطح کشور، عمدهترین روش حمل کالا به شمار میآید؛ به طوری که سالانه بیش از ۵۰۰ میلیون تن بار توسط ۲۵۷٤۸ هزار سفر ناوگان باری، در سطح کشور با متوسط وزن ۱٤ تن و متوسط مسافت ٤۹۹ کیلومتر در هر سفر از طریق جاده جابهجا میشود.

همچنین در بخش حمل و نقل مسافر سالانه بیش از ۲۹۰ میلیون نفر توسط ۱۸۱۵۹ هزار سفر در سطح کشور با ناوگان جادهای جابجا میشوند. هرچند که واقعیتهای مشهود آماری در بخش حمل و نقل جادهای اهمیت این بخش را در حمل بار و مسافر نشان میدهد؛ اما در این حوزه میزان مرگ و میر نیز بالا است. با وجود این که جمعیت کشور ما کمتر از یک درصد کل جمعیت جهان است؛ ولی درصد تلفات جادهای ایران حدود ۲ درصد تلفات جهانی و حدود ۱/۵ برابر متوسط جهانی است. به عبارت دیگر، در حالی که در دنیا به ازای هر ده هزار خودرو ۹/۲ نفر و در اتحادیه اروپا ۱۳ نفر کشته میشوند، در ایران تعداد کشتهها به ۳٦/۵ نفر میرسد (سالنامه آماری حمل و نقل جادهای، ۱۳۹۳).

همچنین آمارهای جهانی بالا بودن میزان مصرف سوخت در بخش حمل و نقل جادهای ایران را نشان میدهند؛ به طوری که در ایران با مصرف بیش از ۳۳ لیتر سوخت برای حمل هزار تن بار، دو برابر کشورهای مصر و چین و چهار برابر هند و اندونزی سوخت مصرف میشود. در این راستا طبق گزارشات دفتر برنامهریزی کلان انرژی وزارت نیرو، سهم انتشار گازهای آلاینده و گلخانهای حمل و نقل جادهای ایران طی دهه گذشته، به طور متوسط به ۸٤ درصد میرسد که نسبت به بقیه زیر بخشهای حمل و نقل نسبتا بالا است (دفتر برنامهریزی کلان انرژی وزارت نیرو، ۱۳۹۳). بنابراین، شرایط حمل و نقل جادهای ایران مناسب نبوده و فرسودگی ناوگان جادهای متناسب با جایگاه راهبردی ایران در منطقه نمیباشد. به عبارت روشنتر، کیفیت نازل و فرسودگی ناوگان حمل و نقل جادهای موجب کاهش بهرهوری در این بخش شده است.

٤- معرفی الگو و تجزیه و تحلیل داده‌ها

با توجه به اینکه این مقاله به‌دنبال بررسی اثرات نوسازی ناوگان حمل و نقل جاده‌ای ایران بر رشد بهره‌وری این بخش می‌باشد؛ براین اساس به الگویی نیاز است که از طریق آن بتوان نشان داد نوسازی ناوگان حمل و نقل جاده‌ای (سرمایه‌گذاری جدید) که همراه با نوآوری و پیشرفت فنی است، تاثیر فزاینده‌ای بر رشد تولید دارد. بنابراین، الگویی به شرح زیر طراحی می‌شود. به طوری که در ابتدای مسیر با استناد به مدل‌های اولیه رشد اقتصادی نئوکلاسیک‌ها که رشد تولید را مرهون رشد نهاده‌های سرمایه و نیروی کار می‌دانند، رابطه بین نرخ رشد سرمایه، نیروی کار و ستاده با استفاده از تابع تولید زیر به دست می‌آید.

$$Q_t = F(K_t, L_t)$$
$$\dot{Q}_t = \eta_K \dot{K}_t + \eta_L \dot{L}_t \qquad (۷)$$

که $\dot{Q}_t$ بیانگر رشد تولید، $\dot{L}_t$ رشد نیروی‌کار، $\dot{K}_t$ رشد سرمایه، $\eta_K = (\partial F/\partial K)(K/Q)$ و $\eta_L = (\partial F/\partial L)(L/Q)$ کشش تولید نسبت به نهاده سرمایه و نیروی کار است. در ادامه، پس از استخراج کشش‌های رشد تولید نسبت به رشد نیروی کار و رشد سرمایه باید بررسی شود که آیا تخمین ما با وقایع مشاهده شده سازگار است یا خیر؟. حال اگر واقعیت‌های آشکار شده آماری در خصوص رشد، برابری رشد تولید و سهم نیروی کار و سرمایه را تایید نکند، این احتمال داده می‌شود که بخشی از رشد تولید مربوط به پیشرفت فنی است. در این خصوص گروهی از اقتصاددانان از اواخر دهه۱۹۵۰ بخشی از رشد تولید را به عامل پسماند نسبت دادند. به طوری که یکی از اقدامات موثر در این زمینه روش مانده سولو است. سولو از تابع تولید نئوکلاسیک زیر که سه عامل سرمایه، نیروی کار و پیشرفت فنی رشد ستاده را رقم می‌زنند، استفاده نمود.

$$Q_t = A_t . F(K_t, L_t) \qquad (۸)$$

سپس با مشتق‌گیری نسبت به زمان، نرخ رشد عامل پسماند $(\dot{A})$ را به صورت زیر به دست می‌آورد.

$$\dot{A} = \dot{Q} - \eta_K \dot{K} - \eta_L \dot{L} = \lambda \qquad (۹)$$

بنابراین، با استفاده از مدل‌های رشد با پیشرفت فنی خنثی، می‌توان رشد پیشرفت فنی را به عنوان رشد عامل بهره‌وری از رابطه (۹) استخراج نمود که معادل تفاوت رشد تولید و حاصل‌ضرب رشد نهاده‌های سرمایه و نیروی کار در سهم‌شان است (سولو، ۱۹۵۷: ۳۱۰-۳۲۰).

بنابراین با استفاده از باقیمانده سولو (رابطه (۹)) میزان بهره‌وری مشخص شد؛ اما موضوع محوری این مقاله این است که آیا نوسازی ناوگان حمل و نقل جاده‌ای ایران بر بهره‌وری این بخش تاثیر داشته است یا خیر؟. بر این اساس، برای ارزیابی تاثیر نوسازی ناوگان حمل و نقل بر رشد تولید و بهره‌وری از الگوی پیشرفت فنی تبلوریافته در سرمایه استفاده می‌شود تا از طریق آن بتوان نشان داد که نوسازی ناوگان حمل و نقل جاده‌ای (سرمایه‌گذاری جدید) که همراه با نوآوری و پیشرفت فنی است، تأثیر فزاینده‌ای بر رشد تولید دارد. بدین منظور، در رابطه (۷) به جای موجودی سرمایه $(\dot{K})$ از سرمایه کیفی[1] $(\dot{J})$ به صورت زیر استفاده می‌شود.

$$Q_t = F(J_t, L_t)$$
$$\dot{Q}_t = \eta_J \dot{J} + \eta_L \dot{L} \qquad (۱۰)$$

که در آن $\dot{Q}_t$ رشد تولید، $\dot{L}_t$ رشد نیروی کار، $\dot{J}_t$ رشد سرمایه کیفی و η_L, η_J کشش ستاده نسبت به سرمایه کیفی و نیروی کار هستند. بنابراین در مدل پیشرفت فنی تبلوریافته در سرمایه که توسط نلسون ارائه شد، دو عامل سرمایه کیفی و نیروی کار رشد تولید را توضیح می‌دهند. از طرفی در زمان t سرمایه کیفی با استفاده از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$J_t = \sum_{v=0}^{t} K_{vt}(1+\lambda_k)^v \qquad (۱۱)$$

که در آن K_{vt} آن بخش از موجودی سرمایه است v سال بعد از قدیمی‌ترین تجهیزات سرمایه‌ای ساخته شده است و هنوز در زمان t مورد استفاده می‌باشد. در رابطه فوق λ_k به نرخ پیشرفت فنی اشاره دارد. توضیح بیشتر اینکه مقدار v برای قدیمی‌ترین تجهیزات سرمایه‌ای

[1] Capital Jelly

سرمایه کیفی منظور آن موجودی سرمایه‌ای که علاوه بر موجودی فیزیکی سرمایه، پیشرفت فنی متبلور در سرمایه را نیز در بر می‌گیرد. در واقع، اثرگذاری سرمایه فقط محدود به موجودی فیزیکی نیست؛ بلکه پیشرفت فنی متبلور در سرمایه نیز در فرایند تولید اثرگذار است و موجب افزایش تولید می‌شود.

موجودی برابر صفر می‌باشد. در واقع، رابطه فوق سرمایه‌های ایجاد شده در زمان‌های مختلف را به کمک رشد پیشرفت فنی به کیفی سرمایه در زمان t تبدیل می‌کند.

حال اگر موجودی سرمایه K_{vt} ثابت باشد در این‌صورت در رابطه $I_g = I_n + \delta K$، سرمایه‌گذاری خالص (I_n) برابر صفر بوده و سرمایه‌گذاری ناخالص(I_g) برابر با سرمایه مستهلک شده خواهد بود و در چنین حالتی نرخ رشد J برابر λ_k خواهد بود. به عبارت دیگر، سرمایه جایگزین شده که حاوی پیشرفت فنی است به میزان λ_k کاراتر می‌باشد. اما اگر موجودی سرمایه K_{vt} با نرخ ثابتی رشد کند، در این‌صورت سرمایه‌گذاری خالص مثبت $(I_n > 0)$ بوده و نرخ رشد سرمایه کیفی برابر $\dot{J} = \dot{K} + \lambda_k$ خواهد بود. باید توجه داشت که نرخ رشد ژله سرمایه می‌تواند فراتر از $\dot{J} = \dot{K} + \lambda_k$ باشد؛ زیرا موجودی سرمایه افزایش یافته دربرگیرنده پیشرفت فنی است که می‌تواند موجب کاهش سن موجودی سرمایه شود. از طرفی هر یک سال کاهش سن موجودی سرمایه $(1 - \Delta a)$ به معنی افزایش رشد ژله سرمایه به میزان λ_k است. بنابراین، با توجه به تغییر سن موجودی، سرمایه نرخ رشد کیفی سرمایه به صورت رابطه زیر تعدیل می‌شود.

$$\dot{J} = \dot{K} + \lambda_k - \lambda_k \Delta \bar{a} \qquad (۱۲)$$

که با جایگذاری رابطه (۱۲) در رابطه (۱۰) نرخ رشد ستاده به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\dot{Q}_t = \eta_J\left(\dot{K} + \lambda_k - \lambda_K \Delta \bar{a}\right) + \eta_L \dot{L} \qquad (۱۳)$$

در ادامه نلسون برای بررسی رابطه بین نرخ رشد موجودی سرمایه و متوسط سرمایه از رابطه زیر استفاده نمود که با استفاده از آن می‌توان متوسط عمر سرمایه را محاسبه کرد.

$$\bar{a} = 1 - \left(\dot{K} + \delta\right)\bar{a} \qquad (۱٤)$$

به طوری که نرخ استهلاک موجودی سرمایه است. حال اگر عبارت داخل پرانتز رابطه (۱٤) به صورت $\dot{K} + \delta = \frac{I_n}{K} + \delta = \frac{I_g}{K}$ در نظر گرفته شود؛ در این صورت، متوسط عمر سرمایه به صورت زیر خواهد بود.

$$\bar{a} = 1 - \left(I_g/K\right)\bar{a} \qquad (۱۵)$$

براساس رابطه (۱۵) اگر سرمایه‌گذاری ناخالص برابر صفر باشد $\bar{a} = 1$ خواهد بود؛ یعنی متوسط عمر موجودی سرمایه یکسال افزایش می‌یابد. دلیل این امر این است که هیچ قسمت از سرمایه قدیم با سرمایه جدید جایگزین نشده است. حال تصور کنید سرمایه‌گذاری خالص صفر باشد یعنی فقط استهلاک سرمایه جبران شود در این صورت $\bar{a} = 1 - \delta\bar{a}$ خواهد بود. بنابراین ملاحظه می‌شود نرخ رشد کیفی سرمایه نه تنها تابعی از موجودی سرمایه بلکه متاثر از نرخ پیشرفت فنی و تغییر در سن متوسط سرمایه است که با قرار دادن رابطه (١٤) در رابطه (۱۳) می‌توان به رابطه زیر دست یافت.

$$\dot{Q}_t = \eta_I\left[\dot{K} + \lambda_k(\dot{K} + \delta)\bar{a}\right] + \eta_L\dot{L} \qquad (١٦)$$

در رابطه (١٦) نرخ رشد تولید به نرخ رشد موجودی سرمایه، نرخ رشد نیروی کار، متوسط سن سرمایه، نرخ استهلاک سرمایه، کشش تولید نسبت به نیروی کار و ژله سرمایه مرتبط شده است و با قرار دادن مقدار متغیرهای فوق در رابطه (١٦) می‌توان نرخ پیشرفت فنی را استخراج نمود.

با توجه به اینکه مطالعه حاضر درصدد پاسخ به این سوال است که آیا نوسازی ناوگان پیشرفت فنی را به همراه داشته و موجب کاهش عمر تجهیزات شده است؟ از آمارهای بخش حمل و نقل جاده‌ای ایران طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۵۳ مستخرج از سالنامه آماری سازمان راهداری حمل و نقل جاده‌ای و گزارش نتایج بررسی آماری مؤسسات حمل و نقل جاده‌ای کشور موجود در اداره آمارهای اقتصادی بانک مرکزی ایران استفاده شده است. در این گزارش، موجودی سرمایه شامل مجموع ارزش "ساختمان و تاسیسات" و "ماشین‌آلات و تجهیزات" می‌باشد که در بخش حمل و نقل جاده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. این متغیر با روش موجودی‌گیری دائمی و با توجه به عمر مفید سرمایه و استهلاک سالانه آنها قابل محاسبه است. همچنین، برای متغیر نیروی کار از تعداد رانندگان باری و مسافربری فعال دارای کارت سلامت و از ارزش افزوده به عنوان متغیر جانشین تولید استفاده شده است. گفتنی است ارقام و آمار موجود در اسناد منتشر شده بانک مرکزی، براساس سال پایه ١٣٧٦ می‌باشند. از این‌رو، تمامی محاسبات نیز براساس همین سال پایه درنظر گرفته می‌شود.

در ابتدا به منظور برآورد اقتصادسنجی الگو جهت تخمین کشش تولید نسبت به نهاده نیروی کار و سرمایه از تبدیل لگاریتمی تابع تولید کاب داگلاسی به فرم تبعی زیر استفاده می‌شود.

$$Q = AL^{\alpha}K^{\beta} \overset{ln}{\Rightarrow} lnQ = lnA + \alpha lnL + \beta lnK \qquad (۱۷)$$

که در آن Q بیانگر تولید، L, K دو نهاده سرمایه و نیروی کار و α, β کشش تولید نسبت به نهاده‌ها را نشان می‌دهد. اما قبل از برآورد مدل برای اطمینان از قابل اعتماد بودن ضرایب تخمین لازم است با استفاده از آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته (ADF) و فیلپس پرون (PP) ایستایی متغیرها بررسی شود. نتایج مربوط به این آزمون در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱. آزمون ایستایی متغیرها در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای

نام متغیر	آزمون فیلیپس پرون (PP)		آزمون دیکی فولر تعمیم یافته (ADF)	
	بدون روند	با روند	بدون روند	با روند
LQ	-۲/٤٦٨	-۳/٦٨١	-۲/٤٨٦	-۳/٦٨١
LL	-۰/۷۲۲	-۱/۹٦٥	-۰/۷۲۲	-۱/۷٥٥
Lk	-۱/٤۲۹	-۱/۸۷۹	-۱/٥۱۳	-۲/۳۲٥
DLQ	-٦/۰۷۲	-٦/۰۰۲	-٦/۰۷۲	-٦/۰۰۲
DLL	-٤/۹۷۳	-٤/۹۰٦	-٤/۹۸٦	-٤/۹۰۰
DLK	-۲/۹۸۱	-۳/۷۸۹	-۲/۹۸۳	-۳/۷۸۹

مقدار بحرانی در سطح احتمال ۵درصد در شرایط بدون روند ۲/۹۰- و با روند ۳/۵۰- است.

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به مقدار بحرانی متغیرها در آزمون ایستایی و رد فرضیه صفر آزمون مشاهده می‌شود که متغیرها در سطح، غیرایستا بوده و با یکبار تفاضل‌گیری ایستا می‌شوند. براین اساس می‌توان نتیجه گرفت که تمام متغیرها انباشته از مرتبه یک $I(1)$ هستند. حال اگرچه در عمل بسیاری از سری‌های زمانی، غیرایستا هستند؛ ولی در بلندمدت ممکن است یک ترکیب خطی از این متغیرها ساکن و بدون روند تصادفی یا به اصطلاح هم‌انباشته باشند. بنابراین، پس از انجام آزمون ایستایی متغیرها لازم است با استفاده از آزمون انگل گرنجر روابط بلندمدت متغیرها بررسی شود. نتایج این آزمون در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲. ازمون انگل- گرنجر برای بررسی روابط بلندمدت

نام متغیر	آماره t	احتمال	نتیجه
جملات اخلال	-٦/٥٦٨	(۰/۰۰۰۰)	ایستایی جملات اخلال و تأیید رابطه بلند مدت متغیرها

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از آزمون انگل گرنجر وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها را تایید می‌کند. ازاین‌رو، می‌توان نسبت به تخمین ضرایب در تابع تولید در بخش حمل و نقل جاده‌ای اقدام کرد. نتایج تخمین ضرایب به روش حداقل مربعات معمولی و آزمون‌های تشخیصی در جدول (۳) آمده است.

جدول ۳. نتایج تخمین ضرایب تابع تولید به‌روش حداقل مربعات معمولی (OLS)

نام متغیر	ضریب تخمین	آماره t	احتمال
constant	٤/۷۸۳	۰/۹۵۳۱	(۰/۳٤٦۹)
LK	۰/٦٤٦۹	٤/۷٦۰۷	(۰/۰۰۰۰)
LL	۰/٤۰۲۸	۲/۱۸۷۹	(۰/۰۳۵۲)
AR(1)	۰/۸٤٥۹	۹/٤۲۲۹	(۰/۰۰۰۰)
آماره‌های تشخیصی	$\overline{R}^2$ =۰/۹۵۱٤	R^2 =۰/۹۵٦۳	
	D.W=۱/۹۹	F=۱۹٦/۹٦ Prob=(۰/۰۰۰۰)	
آزمون‌های تشخیصی			
آزمون عدم هم‌خطی[1] متغیرها	VIF-LK=۱/۱۲۳	VIF-LL=۱/۲۲۱	
آزمون عدم خودهمبستگی	X^2 =۰/۳۸۵۷ , prob =۰/٥٤۹۲	F=۰/۳۱٥٦ Prob=(۰/٥۷۷۹)	
آزمون واریانس همسانی	X^2 =٤/۹۱٦۸ , prob =۰/۰۸٥٦	F=۲/٥۹۲۷ Prob=(۰/۰۸۸٤)	
آزمون نرمال بودن	Jarque-Bera=۳/۱۰۸٦ Prob=(۰/۲۱۱۳)		
آزمون والد	X^2 =۰/۰٤۱۷ , prob =۰/۸۳۸۲	LL+LK=1	

منبع: یافته‌های تحقیق

[1] بررسی هم‌خطی بین متغیرها با استفاده از آزمون عامل تورم واریانس (VIF) امکان‌پذیر است که در این آزمون مقادیر کمتر از ۵ برای متغیرها بیانگر عدم وجود هم‌خطی بین متغیرها خواهد بود.

با توجه به نتایج جدول (۳) تمامی متغیرها در سطح اطمینان ۹۵ درصد به لحاظ آماری معنادار هستند. از طرف دیگر، در این معادله آماره R^2 =۰/۹۵٦۳ نشان‌دهنده خوبی برازش مدل، آماره دوربین واتسون با مقدار ۱/۹۹ بیانگر عدم خودهمبستگی بین جملات اخلال و آماره ۱۹٦/۹٦= F واحتمال صفر آن گویای قابل اتکا بودن نتایج است. همچنین آزمون‌های تشخیصی، فرضیه عدم هم‌خطی بین متغیرها، عدم خودهمبستگی سریالی، واریانس همسانی و نرمال بودن جملات خطا را تایید می‌کنند. از سوی دیگر، نتایج تخمین مدل نشان می‌دهد کشش‌های تولید نسبت به موجودی سرمایه و نیروی کار به ترتیب برابر ۰/٦ و ۰/٤ می‌باشند که پس از انجام آزمون والد مشخص شد که فرضیه بازده ثابت نسبت به مقیاس را می‌توان حفظ کرد.

از سوی دیگر، سوال دیگر این تحقیق این است که آیا می‌توان انتظار داشت که رشد ستاده بخش حمل و نقل جاده‌ای هم متاثر از افزایش نیروی کار و سرمایه و هم متاثر از پیشرفت فنی و نوسازی ناوگان باشد. برای پاسخ به این سوال از نتایج بخش قبلی و متوسط نرخ رشد نهاده‌ها و ستاده طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۵۳ در بخش حمل و نقل جاده‌ای ایران استفاده شده و سپس با توجه به معادله اولیه رشد نئوکلاسیک‌ها (رابطه ۷) در خصوص این مسئله تصمیم‌گیری می‌شود.

$$\dot{Q}_t = \eta_K \dot{K} + \eta_L \dot{L} \xrightarrow{yields} ۰/۰۹٤۲ > ۰/٦ \times ۰/۰٦۷٦ + ۰/٤ \times ۰/۰۵۸۵ = ۰/۰٦۷۳ \qquad (۱۸)$$

با توجه به رابطه (۱۸) و حقایق آشکار شده پژوهش در بخش حمل و نقل جاده‌ای ایران، برابری رشد تولید و سهم نیروی کار و سرمایه در بخش صنعت حمل و نقل جاده‌ای ایران تایید نمی‌شود. بنابراین احتمال داده می‌شود که بخشی از رشد تولید ناشی از پیشرفت فنی باشد که در این شرایط، رابطه رشد تولید به صورت زیر خواهد بود.

$$\dot{Q}_t = \dot{A} + \eta_K \dot{K} + \eta_L \dot{L} \xrightarrow{yields} \dot{Q} = ۰/۰۲۹٦ + ۰/٦\,\dot{K} + ۰/٤\dot{L} \qquad (۱۹)$$

افزون بر این، این احتمال وجود دارد که همراه با افزایش سرمایه‌گذاری و افزایش موجودی سرمایه پیشرفت فنی در سرمایه تبلوریافته و موجب رشد ستاده شود. بنابراین در

ادامه با توجه به میزان نرخ استهلاک موجودی سرمایه $(۰/۱ = \ )$[1] و متوسط سن ناوگان حمل و نقل جاده‌ای $(\bar{a} = ۱۶/۹)$[2] و با بهره‌گیری از مدل رشد سولو و نلسون می‌توان میزان پیشرفت فنی، نرخ پیشرفت فنی تبلوریافته در موجودی سرمایه، میزان تغییر در سن متوسط ماشین‌آلات و نرخ رشد ژله سرمایه محاسبه نمود. نتایج مربوط به این محاسبات در جدول (٤) ارائه شده است.

جدول ٤. محاسبات میزان پیشرفت فنی، نرخ پیشرفت فنی تبلوریافته سرمایه، میزان تغییر سن متوسط ماشین‌آلات و نرخ رشد کیفی سرمایه در صنعت حمل و نقل جاده‌ای

	فرمول و محاسبات
نرخ رشد پیشرفت فنی خنثی	$\dot{A} = \dot{Q} - \eta_K \dot{K} - \eta_L \dot{L} = \lambda$ $\dot{A} = \ ۰/۰۹٤۲ - ۰/٦ \times (۰/۰٦۷٦) - ۰/٤ \times (\ ۰/۰۵۸۵)$ $\dot{\mathrm{A}} = \lambda = ۰/۰۳۰۲٤$
نرخ رشد پیشرفت فنی تبلوریافته در سرمایه	$\dot{Q}_t = \eta_j[\dot{K} + \lambda_k(\dot{K} + \delta)\bar{a}] + \eta_L \dot{L}$ $۰/۰۹٤۲ = ۰/٦ \times \left[۰/۰٦۷٦ + \lambda_K \left(۰/۰٦۷٦ + ۰/۱\right) \times ۱٦/۹\right] + \left(۰/٤ \times ۰/۰۵۸۵\right) \Rightarrow \ \lambda_K = ۰/۰۱۷۸$
میزان تغییر سن متوسط ماشین‌آلات	$\bar{a} = 1 - (\dot{K} + \delta)\bar{a}$ $\bar{a} = 1 - [(۰/۰٦۷٦ + ۰/۱) \times ۱٦/۹] = -۱/۸۳۲$ $\bar{a}$=−۱/۸۳۲
نرخ رشد سرمایه کیفی	$\dot{J} = \dot{K} + \lambda_k - \lambda_K \Delta\bar{a}$ $\dot{J} = ۰/۰٦۷٦ + ۰/۰۱۷۸ - \left(۰/۰۱۷۸ \times \left(-۱/۸۳۲\right)\right)$ $j = ۰/۱۱۸$

منبع: یافته‌های تحقیق

[1] نرخ استهلاک در بخش حمل و نقل جاده‌ای طبق جدول استهلاک موضوع ماده ۱۵۱ قانون مالیات مستقیم مصوب ۸۰/۱۱/۲۷ که به تصویب وزیر امور اقتصاد و دارایی رسیده در نظر گرفته شده است.

[2] متوسط سن ناوگان از آمار منتشره سازمان راهداری حمل و نقل جاده‌ای کشور استخراج شده است.

آنگاه می‌توان پس از محاسبات انجام شده معادله رشد ستاده با فرض پیشرفت فنی تبلوریافته در موجودی سرمایه به صورت زیر ارائه نمود.

$$\dot{Q}_t = ۰/٦\left[\dot{K} + ۰/۰۱۷۸\left(\dot{K} + ۰/۱\right)۱٦/۹\right] + ۰/٤\dot{L}$$
$$\dot{Q}_t = ۰/۰۱۸ + \ ۰/۷۸\dot{K} + ۰/٤\dot{L} \qquad (۲۰)$$

با توجه به جدل (٤) میزان متوسط نرخ رشد تکنولوژی در بخش حمل و نقل جاده‌ای ایران در بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۳۵۳ برابر ۰/۰۳ می‌باشد. از این‌رو، ملاحظه می‌شود که ۳ درصد از رشد ستاده توسط نیروی کار و سرمایه توضیح داده نشده و در واقع با توجه به باقیمانده سولو می‌توان از آن به عنوان رشد بهره‌وری یا پیشرفت فنی یاد کرد. به عبارت دیگر، در بخش حمل و نقل جاده‌ای ایران علاوه بر نیروی کار و سرمایه، پیشرفت فنی نیز در رشد این بخش دخالت دارد. همچنین محاسبه نرخ رشد تکنولوژی تبلوریافته در موجودی سرمایه به مقدار ۰/۰۱۷۸ نشان‌دهنده آن است که با نوسازی ناوگان حمل و نقل جاده‌ای می‌توان از مزایای نوآوری و بهبود فناوری تبلوریافته در موجودی سرمایه بهره‌مند شد. از طرفی در صنعت حمل و نقل جاده‌ای این امکان وجود دارد که با سرمایه‌گذاری جدید و نوسازی میزان تغییرات در متوسط عمر سرمایه کاهش یابد. بنابراین مقدار منفی این متغیر مؤید آن است که تمامی ماشین‌آلات جوان‌تر شده و متوسط سن ناوگان را کاهش داده است. محاسبات مربوط به تغییر در عمر متوسط موجودی سرمایه در این بخش با مقدار عددی $\bar{a} = -۱/۸۳۲$ بیانگر آن است که در بازه زمانی مورد نظر تمامی ماشین‌ها جوان‌تر شده‌اند و در نتیجه، متوسط سن ناوگان کاهش یافته است.

گفتنی است که نرخ رشد ژله سرمایه، در اثر پیشرفت فنی تبلوریافته در موجودی سرمایه و کاهش متوسط سن ناوگان می‌تواند افزایش یابد. بنابراین، با مقایسه نرخ رشد سرمایه فیزیکی ($\dot{K} = ۰/۰٦۷٦$) و نرخ رشد ژله سرمایه ($\dot{J} = ۰/۱۱۸$) می‌توان اظهار داشت که در بازه زمانی ۱۳۹۳-۱۳۵۳ سرمایه‌گذاری به ترتیبی افزایش یافته که سن ناوگان را کاهش داده است.

همچنین مقایسه حساسیت رشد ستاده نسبت به سرمایه در شرایط پیشرفت فنی خنثی و پیشرفت فنی تبلوریافته در موجودی سرمایه مؤید آن است که آن پیشرفت فنی که در سرمایه متبلور است تاثیر خود بر ستاده را از طریق موجودی سرمایه نشان می‌دهد و به همین واسطه

است که کشش ستاده نسبت به سرمایه در مدل سولو که برابر ۰/٦ بود به مقدار ۰/۷۸ در مدل پیشرفت فنی تبلوریافته در سرمایه افزایش یافته است. بنابراین، چون سرمایه‌گذاری جدید و نوسازی ناوگان حمل و نقل جاده‌ای طی سال‌های مورد بررسی با پیشرفت فنی همراه بوده و متوسط سن سرمایه را کاهش داده است؛ بنابراین منجر به افزایش نرخ رشد ژله سرمایه شده و تاثیر مثبتی بر رشد بهره‌وری داشته است.

۵. جمع‌بندی و پیشنهادها

به منظور پاسخ به سوال محوری این مقاله از مدل رشد پیشرفت فنی متبلور در سرمایه استفاده شد. یافته‌های این تحقیق نشان داد اولا مدل رشد نئوکلاسیک تمامی ۹/٤٢ درصد رشد بخش حمل و نقل در طی دوره مطالعه را توضیح نمی‌دهد و در واقع باقیمانده رشد ستاده که به باقیمانده سولو و نرخ پیشرفت فنی خنثی موسوم است، معادل۳/۰۲٤ درصد می‌باشد. با به کارگیری الگوی رشد مبتنی بر پیشرفت فنی متبلور شده در سرمایه مشخص شد که نرخ پیشرفت فنی تبلوریافته در سرمایه معادل ۱/۷۸ درصد می‌باشد. علاوه بر این، یافته‌های این مطالعه نشان داد که در طی سال‌های مطالعه سن موجودی سرمایه یا به عبارت دیگر، سن ناوگان حمل و نقل جاده‌ای به میزان ۱/۸۳۲ سال کاهش یافته است که این امر ناشی از سرمایه‌گذاری در تجهیزاتی است که از فناوری و نوآوری بیشتری نسبت به تجهیزات قبلی برخوردار است.

همچنین یادآور می‌شود که این کاهش در سن موجودی سرمایه بخش حمل و نقل جاده‌ای در حد مطلوب نمی‌باشد. از طرفی با مقایسه سن ناوگان جاده‌ای ایران (۱٦/۹سال) با سن استاندارد (زیر۱۰ سال) توصیه شده توسط سازمان راهداری حمل و نقل می‌توان به فرسودگی ناوگان جاده‌ای ایران پی برد. نظر به این که یافته‌های این تحقیق نشان داد که سرمایه‌گذاری در تجهیزات با فناوری برتر موجب کاهش سن موجودی سرمایه و افزایش حساسیت ستاده نسبت به موجودی سرمایه می‌شود؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود اول، در تجهیز ناوگان حمل و نقل جاده‌ای ایران از تجهیزات با فناوری برتر استفاده شود؛ دوم، اتوبوس و تریلی‌های فرسوده و مستهلک شده را با ناوگان جدید و فناوری پیشرفته جایگزین نمود. چنین رویه‌ای نه تنها به دلیل افزایش موجودی سرمایه به رشد تولید و بهره‌وری حمل و نقل کمک می‌کند؛ بلکه به

دلیل عامل پیشرفت فنی متبلور شده در سرمایه موجب کاهش عمر ناوگان حمل و نقل جاده‌ای و افزایش کارایی آنها می‌شود که نهایتا رشد بیشتر ستاده و نرخ بالاتر بهره‌وری را به همراه خواهد داشت.

منابع

- بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، نتایج بررسی آماری خدمات حمل و نقل جاده‌ای بخش خصوصی کشور، اداره آمار اقتصادی سال‌های مختلف.
- بخشی، حمزه علی (۱۳۹۱). نوسازی ناوگان عملیاتی عمومی جاده‌ای کالا و توجیه اقتصادی آن برای مجری طرح. نخستین همایش نقش حمل و نقل چند وجهی در تجارت ملی و بین‌المللی.
- جهانگرد، اسفندیار، امینی، علیرضا، فرهادی کیا، علیرضا، ازوجی، علاءدین (۱۳۹۳). بررسی و تحلیل عوامل موثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید حمل و نقل جاده ایران. *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادسنجی*، (۱): ۹۷-۱۳٤.
- جهانگرد، اسفندیار، شکوری فرید (۱۳۸۹). بررسی وضعیت استهلاک موجودی سرمایه فیزیکی در بخش حمل و نقل جاده‌ای. پژوهشکده حمل و نقل: ۲۳۰.
- رونق، مریم (۱۳۹٦). قانون برنامه پنج ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱٤۰۰-۱۳۹٦)، چاپ اول، انتشارات فرمنش، تهران.
- سازمان راهداری و حمل و نقل جاده‌ای، معاونت برنامه‌ریزی، دفتر اطلاعات و ارتباطات، سالنامه آماری سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای طی سال‌های مختلف.
- سلیمانی، علیرضا (۱۳۸۳). نقش و اهمیت حمل و نقل جاده‌ای در اقتصاد ایران :جایگاه حمل و نقل جاده ای کا لا در عملیات حمل و نقل و اقتصاد کشور، چاپ اول، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای.
- وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی وزارت نیرو، ترازنامه‌های انرژی وزارت نیرو طی سال‌های مختلف.
- Chio, J., Roberts D. C. and Lee, E. S. (2015). Productivity growth in the transportation industries in the United States: an application of the DEA Malemquist productivity index. *American journal of Operation research*, 5, 1-20.

- http://dx.doi.org/10.4236/ajor.2015.51001
- Cintakulchai, S. (2015). labor productivity of transportation sector in Thailand: Analysis using input- output Approach. *Thammasat University Discussion paper* (35): 1-13.
- Diewrt, W.E. (1992). Fisher Ideal output, input and productivity indexes revisited. *Journal of productivity analysis*. 3, 211-248
- Duygun, M., Shaban, M., Sickles, R. C. and Jones, W.T. (2014). Efficiency and productivity change in the European airlines industry in the post liberalization era. 1-25. Online: http: //rsickles.blogs.rice.edu/files/2014/03/Dugan-et-al. -2014.pdf.
- Fare, R. and Grosskopf, S. (1992). Malmquist productivity indexes and fisher Ideal indexed. *Economic Journal*, 102: 158-160.
- Gibbons, S. and Overman, H. (2009). Productivity in transport evaluation studies. *London School of Economics*. https://trid.trb.org
- Graham, D. J. (2007). Agglomeration economies and transport investment. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 41(3): 317-343.
- Jones, C. I. (1995). R & D-based models of economic growth. *Journal of political Economy*, 103(4): 759-784.
- Krugman, p. (1994). Definition and measuring productivity. 1-2 https://www.oecd.org/std/productivity-stats/40526851.pdf
- Martland, C. D. (2012). Productivity improvements in the U.S. rail freight industry 1980-2010. *Journal of the Transportation Research Forum*, 51(3): 83-107
- Melo, P. C., Graham, D. J. and Ardao, B. R. (2013). The productivity of transport infrastructure investment. *Reginal science and Urban Economics*, 43, 695-706.
- Nelson, R. R (1964). Aggregate production functions and medium-range growth projections. *The American Economic Review*, 54 (5), 575-606.
- Schultz, T. W. (1961). Investment in human capital. *American Economic Review*, 51: 1-17.
- Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70(1): 65-94.
- Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics*, 39(3): 312- 320.
- Solow, R. M. (1962). Technical progress, capital formation and economic growth. *The American Economic Review*, 52 (2): 76-86.