مجله برنامه و بودجه، شمارهٔ ۱۶ و ۱۷، ص. ۵۳-۶۴.

تحلیل بهره‌وری حمل بار در راه آهن ایران با استفاده از تابع تولید

نویسنده: محسن پیرقدار*

چکیده

امروزه تقریباً همه کشورهای توسعه یافته و برخی از کشورهای در حال توسعه بر این مطلب اذعان دارند که بهبود بهره‌وری منشأ اصلی رشد اقتصادی و رفاه ملی می‌باشد و اگر بهره‌وری تولید (خدمت) در کشوری افزون گردد، همه کس از آن سود خواهند برد. اهمیت این موضوع در شبکه‌های حمل و نقل جوامع با توجه به نقش این شبکه‌ها در رشد و توسعه اقتصادی به خوبی قابل تشخیص می‌باشد. در این میان، راه آهن در بین شبکه‌های مختلف حمل و نقل کشورها، با توجه به قابلیت بالای اعتماد در جا به جایی بار و مسافر و ارزانی آن در مقایسه با شیوه‌های دیگر حمل و نقل، جایگاه خاصی دارد.

بهره‌وری را غالباً به دو روش ارزشیابی می‌نمایند. یکی روش مهندسان صنایع که استفاده از نسبتها (نسبت ستانده به داده) می‌باشد و دیگری روش اقتصاددانان که با به کارگیری تابع تولید مؤسسه به سنجش بهره‌وری می‌پردازند. ارائه تابع تولید حمل بار و سرانجام استنباط نحوه به کارگیری نهاده‌های تولید حمل بار در طول سالهای ۱۳۵۹ تا ۱۳۷۴ در راه آهن جمهوری اسلامی ایران محور این مقاله می‌باشد.

مقدمه

یکی از روشهای مرسوم سنجش بهره‌وری، اندازه‌گیری بهره‌وری از طریق استفاده از تابع تولید است. اندازه‌گیری و تحلیل بهره‌وری به روش مزبور، روشی است که غالباً ویژه اقتصاددانان

* عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد، واحد جنوب

می‌باشد. روش تابع تولید، به طریق ریاضی بین ستانده‌ها و داده‌های مختلف ارتباط برقرار می‌کند، به بیان دیگر، تابع تولید، رابطه‌ای فنی بین محصول و عوامل تولید است که در انتخاب سطوح محصول و عوامل تولید بنگاه، حکم محدودیت را دارد که اگر این محدودیت نمی‌بود آن گاه انتخاب فوق از تصمیمات اقتصادی ناشی نمی‌شد. تابع تولید را می‌توان به شکل زیر نمایش داد:

$$Y = F(L, K)$$

که در آن، Y نشاندهنده ستانده، L داده نیروی کار و K داده سرمایه است. تابع تولید بر این اصل استوار است که مقادیر داده‌های ثابت در سطح مشخص از قبل تعیین شده موجود است و صاحبکار اقتصادی در دوره زمانی مورد نظر نمی‌تواند در آن تغییری ایجاد نماید. تکنولوژی صاحبکار اقتصادی از مجموعه اطلاعات فنی مربوط به ترکیبات داده‌های لازم برای تولید ستانده او تشکیل می‌شود و این تکنولوژی تمام امکانات فیزیکی را دربرمی‌گیرد. تکنولوژی ممکن است امکان ترکیب واحدی از عوامل تولید را به طرق مختلف فراهم آورد که در نتیجه می‌توان به سطوح گوناگون تولید دست یافت.

در این پژوهش، با توجه به اینکه شرکت راه آهن جمهوری اسلامی ایران عهده‌دار انجام دو نوع خدمت جا به جایی بار و مسافر می‌باشد، ستانده‌های راه آهن به ترتیب اهمیت، تن کیلومتر (یک تن کیلومتر برابر است با حمل یک تن بار در مسافت یک کیلومتر) و نفر کیلومتر (یک نفر کیلومتر معادل است با جابه جایی یک نفر مسافر در مسافت یک کیلومتر) است که علاوه بر مقدار کالا یا مسافر منتقل شده، بعد میزان جابه جایی را نیز دارا هستند و عمده نهاده‌های خدماتی راه‌آهن، خطوط آهن، لکوموتیوها و آلات ناقله و نیروی انسانی می‌باشند. از میان عوامل مزبور، خطوط آهن، نسبت به بقیه کالاهای سرمایه‌ای، در طول دوره مورد بررسی (۱۳۵۹-۱۳۷۴) انعطاف‌پذیری اندکی داشته است. بدین روی، از آن به عنوان یک داده متغیر در کوتاه مدت نمی‌توان یاد برد.

در این مقاله، روابط موجود بین داده‌ها و ستانده اصلی راه‌آهن (تن کیلومتر بار خالص حمل شده) و همچنین بهره‌وری نهایی عوامل را از نظر کمی مشخص خواهیم نمود. این امر، مستلزم روشهای آماری مناسب متکی بر مشاهدات آماری می‌باشد و به کمک آنها می‌توان پارامترهای موجود در مدل مورد نظر را تخمین زد و سپس ارزیابی نمود. بیان کمی متغیرهای ذی‌ربط و تعیین ضریبهای هر یک از آنها، پیمودن مراحلی را که براساس پایه‌های روش‌شناسی اقتصادسنجی نهاده

شده، ایجاب می‌نماید. به لحاظ اینکه راهبرد اصلی راه آهن در زمینه ارائه خدمات، حمل بار می‌باشد و عمده امکانات راه‌آهن، از جمله نیروی کشش و آلات ناقله موجود، بیشتر در جهت حمل بار به کار گرفته می‌شود تا جا به جایی مسافر، در اینجا، با توجه به توضیحات یادشده، بررسیهای زیر را انجام خواهیم داد:

الف) تخمین تابع تولید خدمات حمل بار و سپس ارائه تحلیلهای لازم و تعیین بهره‌وری نهایی و منطقه تولید اقتصادی عوامل تولید.

همان طور که عنوان گردید، بیان کمی روابط علت و معلولی بین متغیرها و تعیین ضریبها، مستلزم پیمودن مراحلی می‌باشد که عبارتند از:

۱. بیان فرضیه یا نظریه

۲. تعیین مدل

۳. تخمین پارامترهای مدل

۴. ارزیابی و استنتاجهای آماری

سرانجام، اگر مدل منتخب، مؤید فرضیه تحت بررسی باشد و شرایط وقوع و سیاستگذاریهای مورد استفاده در به کارگیری عوامل، دچار تغییرات چشمگیری نگردد، در این صورت از مدل ذی‌ربط می‌توان برای پیش‌بینی مقادیر آینده متغیر وابسته، یا مقاصد نظارتی و سیاستگذاری، بر پایه مقادیر انتظاری یا معلوم متغیرهای توضیحی استفاده نمود.

۱. بیان فرضیه

وجود تناسب بین تعداد لکوموتیوها و واگنهای باری در امر بهره‌وری نیروی کشش و واگنهای باری بسیار مهم می‌باشد. زیرا این دو، تا اندازه‌ای با یکدیگر قابلیت جایگزینی دارند و اگر ترکیب این دو عامل به صورت بهینه نباشد، ترکیب مزبور از حالت کارآمد خارج خواهد گردید. جانشینی بین این دو عامل را به این صورت می‌توان توجیه نمود:

اگر راه آهن مواجه با یک ظرفیت بارگیری کمتر نسبت به دوره مشابه قبل گردد، یا به بیان دیگر، تعداد واگنهای باری کاهش یابد، برای جبران ظرفیت بارگیری کمتر به منظور رسیدن به مقدار تن کیلومتر مشابه باید سرعت افزایش یابد (ژوهانسن، ۱۹۷۲). یعنی راه آهن باید قدرت لکوموتیوها یا تعداد لکوموتیوها را افزایش دهد. این بینش، اساس نخستین فرضیه را بنا نمود،

مبنی بر اینکه در راه‌آهن ایران، لکوموتیوها و واگنهای باری جانشین یکدیگر می‌باشند. با توجه به این فرضیه، بهره‌وری لکوموتیوها و واگنهای باری را می‌توان مشخص نمود.

۲. تعیین مدل

در مورد فرضیه اول، دو نوع مدل تابع تولید مدنظر قرار گرفت. توابع تولید کاب - داگلاس و کشش جانشینی ثابت (CES). البته هر دو نوع تابع، از نوع کشش جانشینی ثابت می‌باشند، با این تفاوت که در تابع تولید کاب - داگلاس، کشش جانشینی برابر با یک مفروض شده است. اینک فرم تفهیمی و تصریح مدلها را با یک توضیح مختصر از توابع مزبور به این شرح می‌توان ارائه داد.

الف) تابع تولید کاب - داگلاس : یکی از متداولترین توابع تولید، تابع تولید کاب - داگلاس می‌باشد. شکل ساده و متداولی از تابع تولید که توسط کاب - داگلاس ارائه گردید، به این صورت است:

$$Q_t = A(t)\, K_t^{b_1}\, L_t^{b_2}\, EXP\,(U_t)$$

که در آن، L و K عوامل تولید، Q ستانده و b_1 و b_2 بیانگر کششهای جزئی ستانده نسبت به عوامل تولید، و U جمله اخلال می‌باشد. در مطالعات سری زمانی A یا همان جزء ثابت در این نوع مطالعات بیانگر پیشرفت فنی می‌باشد و حرکت بر روی منحنی تولید بر اثر تغییر نسبت عوامل در طی زمان بر اثر همین پیشرفت فنی است. در واقع، جزء ثابت، تابعی است از زمان که معمولاً آن را به این صورت می‌توان در نظر گرفت، $A(t) = AEXP(D_t)$، که این معادل وارد ساختن یک جمله روند در رگرسیون لگاریتم خطی است.

ویژگی مدل مزبور، این است که ضریبهای متغیرهای توضیحی (b_1 و b_2)، به ترتیب، بیانگر کششهای جزئی تولید نسبت به آن عامل به فرض ثابت بودن عامل دیگر می‌باشد. در واقع، این کششها، مبیّن درصد تغییرات تولید به ازای یک درصد تغییر در هر یک از متغیرهای مستقل مذکور با فرض ثبات متغیر دیگر می‌باشند. بهره‌وری نهایی عوامل از تابع تولید به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\partial Q/\partial K = (b_1)\, Q/K = (b_1)AP_K\ ;\ \ \partial Q/\partial L = (b_2)Q/L = (b_2)AP_L$$

با عنایت به توضیح اخیر، تابع تولیدی که در نظر گرفتیم، به صورت زیر است:

$$LTONK_t = C + (b_1)\ LLOKAS_t + (b_2)\ LVAGB_t + (b_3)\ R1_t + U_t$$

LLOKAS : لگاریتم تعداد لکوموتیو در سرویس

LVAGB : لگاریتم تعداد واگن باری در سرویس

R۱ : متغیر مجازی که برای سالهای ۱۳۵۹ تا ۱۳۶۷ مقدار آن برابر با ۱ و بقیه سالهابرابر با ۰ (صفر) می‌باشد.

ب) تابع تولید CES : این تابع نیز مانند تابع کاب - داگلاس، از نوع کشش جانشینی ثابت می‌باشد، با این تفاوت که در تابع تولید کاب - داگلاس، کشش جانشینی یک فرض شده است. فرم عمومی تابع CES عبارت است از:

$$Q = D\ \{ aK^{-p} + (1 - a)\ L^{-p}\}^{v/p}$$

پارامتر D پارامتر مقیاسی است که می‌تواند برای نشان دادن کارایی مورد استفاده قرار گیرد. a و v و p، به ترتیب، بیانگر توزیع عوامل، درجه بازدهی نسبت به مقیاس و پارامتر جانشینی می‌باشند. کشش جانشینی نیز از رابطه زیر قابل محاسبه خواهد بود:

$$\sigma = 1/(1+p)$$

از آنجا که معادله فوق غیرخطی است، با کمی اغماض، می‌توان تقریبهای خطی مناسبی را برای تابع CES به کار گرفت. بدین صورت که با استفاده از بسط سری تیلور عبارت $aK^{-p} + (1 - a)\ L^{-p}$ حول مقدار $p = 0$ و چشمپوشی از جملات مراتب ۳ و بالاتر، می‌توان تابع CES را به صورت خطی زیر ارائه نمود:

$$LOG(Q) = LOG(D)+(va)LOG(K_t)+v(1 - a)LOG(L_t) - 1/2vpa(1 - a)\ (LOG\ (K_t/L_t))^2$$

حال با توجه به مدل فوق، مدل موردنظر در مورد تولید تن کیلومتر به شکل زیر می‌باشد:

$$LTONK_t = C + (b_1)\, LVAGB_t + (b_2)\, LLOKAS_t + (b_3)\, LVGBLOK_t + (b_4)\, R1_t + U_t$$

LLOKAS: لگاریتم تعداد لکوموتیو در سرویس

LVAGB: لگاریتم تعداد واگن باری در سرویس

LVGBLOK: مجذور لگاریتم نسبت تعداد واگنهای باری به تعداد لکوموتیوهای در سرویس

R۱: متغیرمجازی که‌برای سالهای ۱۳۵۹ تا ۱۳۶۷ مقدار آن برابر با ۱ و بقیه سالها برابر با ۰ (صفر) می‌باشد.

گفتنی است که متغیر R۱ در این مدل و مدل قبل، نشاندهنده تغییر مقدار تن کیلومتر در طول دوره جنگ است و مبین اثر وضعیت جنگی روی عرض از مبدأ تابع تولید می‌باشد.

۳. تخمین پارامترهای مدل و ارزیابی و استنتاجهای آماری

روشهای تخمین مدلهای فوق همگی براساس روش ILS می‌باشد و این کار را با استفاده از بسته نرم‌افزاری TSP انجام داده‌ایم. ضمناً داده‌های مورد استفاده در مدلهای عنوان شده، از نوع داده‌های سری زمانی محدود به دوره مطالعه (۱۳۵۹-۱۳۷۴) می‌باشند.

الف) تخمین مدل در ارتباط با فرضیه تابع تولید کاب - داگلاس: پیش از تخمین و ارزیابی، این نکته را باید یادآور شویم که نتایج تخمین تمام مدلهای ارائه شده را در پیوست مقاله آورده‌ایم. اینک به موضوع این قسمت می‌پردازیم.

$$LTONK_t = -۱/۳۹ + ۰/۸۷LLOKAS_t + ۲/۰۹LVAGB_t - ۰/۲۸R۱_t \qquad (*)$$

$$(-۰/۲۴)\ (۶/۳۳) \qquad (۳/۵۸) \qquad (-۳/۵۱)$$

$$R^۲ = ۰/۸۸ \qquad D.W. = ۱/۹۳ \qquad F = ۲۸/۱۷ \qquad n = ۱۶$$

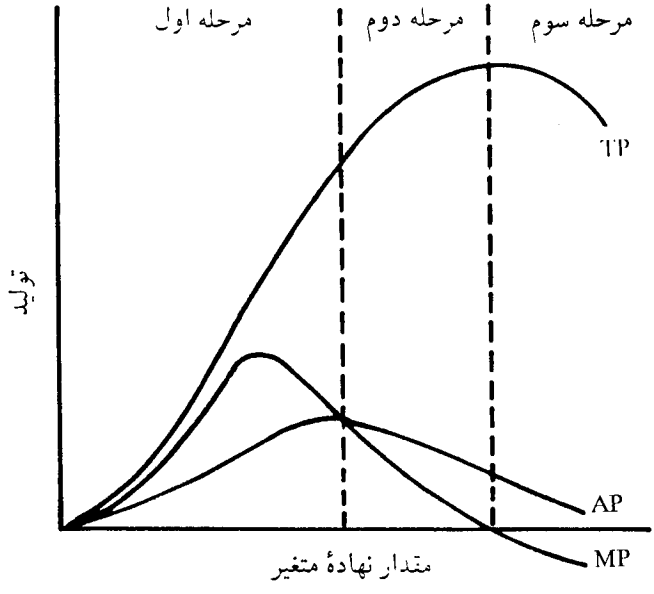
همان گونه که می‌بینید، به جز عرض از مبدأ، تمام ضریبهای متغیرهای توضیحی، با احتمال ۹۹ درصد مورد تأیید می‌باشند. با توجه به مقدار آماره F و رجوع به جدول توزیع احتمال آن، مشخص می‌شود که معادله رگرسیونی فوق، با احتمال ۹۹ درصد، غیر قابل رد می‌باشد. همچنین با توجه به $R^۲$ مشخص می‌شود که متغیرهای توضیحی در مدل قادر به تبیین ۸۸ درصد از تغییرات متغیر

وابسته می‌باشند.

کشش عامل واگنهای باری به مراتب بزرگتر از عامل لکوموتیو است. این نکته، بدین معناست که اثرگذاری واگنهای باری در تن کیلومتر، تقریباً سه برابر اثرگذاری لکوموتیوها به فرض متغیربودن تنها همان عامل، می‌باشد. از طرفی، بزرگتر بودن کشش عامل واگن‌باری با توجه به رابطه (**)

$$e = (dQ/dK) * K/L = MP/AP \qquad (**)$$

بیانگر این است که بهره‌وری نهایی واگن باری بزرگتر از متوسط بهره‌وری مطرح شده می‌باشد. با توجه به مباحث اقتصاد خرد در زمینه مراحل تولید (نگاه کنید به: فرگوسن، ۱۳۶۶)، استنباط می‌شود که راه آهن جمهوری اسلامی ایران، در ارتباط با به کارگیری عامل واگن باری با فرض عدم تغییر در عامل دیگر در مرحله اول تولید (خدمت) عامل مذکور به سر می‌برد. از نظر اقتصادی، موفقیت مزبور را به این صورت می‌توانیم تحلیل کنیم که راه آهن از عامل خدمت واگن باری به تناسبی غیراقتصادی در ارتباط با عامل ثابت (لکوموتیو) استفاده نمود و بهره‌وری بالفعل واگنها در حدی کمتر از بهره‌وری بالقوه آنها بوده است. در واقع، با توجه به این رهیافت می‌توانیم استنباط نماییم که راه آهن از واگن باری موجود به طور اقتصادی استفاده نمی‌نماید.



مراحل تولید

در مورد عامل لکوموتیو نیز می‌بینیم که مقدار کشش جزئی کمتر از ۱ است. با توجه به رابطه (**) می‌توانیم به این نتیجه برسیم که بهره‌وری نهایی لکوموتیوها از بهره‌وری متوسط (همان معیار بهره‌وری) آنها کمتر است. به سخن دیگر، استنباط می‌نماییم که راه‌آهن در زمینه به‌کارگیری لکوموتیوها، با فرض عدم تغییر در عوامل دیگر، در ناحیه دوم تولید واقع شده است. از جنبه اقتصادی این موقعیت را می‌توانیم به این صورت تبیین کنیم که راه‌آهن از عامل لکوموتیو در ارتباط با عامل ثابت (واگن باری) در محدوده‌ای اقتصادی استفاده می‌نماید، بدین معنا که در طول دوره، بهره‌وری لکوموتیوها، در سطح بالایی با توجه به عامل ثابت قرار داشته است.

تحلیلی همزمان از دو عامل خدماتی به این صورت می‌توانیم ارائه دهیم، مبنی بر این که در طول دوره، بیشتر فشار خدماتی متوجه لکوموتیو می‌باشد تا واگن باری و کمتر به قابلیت جانشینی این دو عامل توجه شده است.

نکته دیگر در مورد معادله (*) مربوط به بازدهی نسبت به مقیاس است. همان طور که می‌بینید، در اینجا بازدهی نسبت به مقیاس صعودی است [$(b_1 + b_2) = ۲/۹۶>۱$]، به این معنا که با افزایش یکسان در تعداد لکوموتیوها و واگنهای باری تن کیلومتر به نسبت بیشتری رشد می‌نماید.

از طرفی، دوره جنگ، به واسطه کاهش پارامتر کارایی و عدم موفقیت در پیشرفت تکنولوژی، باعث ۰/۲۸ درصد افت در تن کیلومتر گردیده است. از لحاظ آماری نیز ضریب متغیر مجازی با احتمال بیش از ۹۹ درصد قابل اعتماد می‌باشد. البته مدل مذبور بر این فرض استوار است که تأثیر دوره جنگ روی مقدار تولید (ارائه خدمت) بوده است نه روی شیب تابع آن و باعث انتقال تابع تولید گشته است.[۱]

ب) تخمین مدل CES در تبیین فرضیه: معادله تابع تولید پس از تخمین به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$LTONK_t = -۱۵/۰۱ + ۹/۲۱LVAGB_t - ۶/۴۷LLOKAS_t - ۰/۸۵LVGBLOK_t - ۰/۲۲R۱_t$$

$$(-۱/۵۵) \quad (۲/۱۶) \quad (-۱/۲۷) \quad (-۱/۶۸) \quad (-۲/۶۸)$$

$$R^۲ = ۰/۹۰ \quad D.W. = ۲/۲۱ \quad F = ۲۵/۰۷ \quad n = ۱۶$$

۱. این فرض، با توجه به مدلهای تخمین زده شده در مورد تأثیر جنگ روی شیب منحنی تابع تولید، اعتبار آماری بیشتری دارد.

با توجه به آماره‌ها و جدولهای توزیع t و F مشخص می‌شود که ضریبهای b_1 و b_4 با درجه اعتمادی بیش از ۹۴ درصد و عرض از مبدأ و b_2 با احتمالی بیش از ۸۳ درصد و b_3 با درجه اعتمادی بیش از ۸۷ درصد و معادله رگرسیونی با احتمالی بیش از ۹۹ درصد معنی‌دار هستند. مقدار R^2 مساوی با ۰/۹۰ بیانگر قدرت تبیین خوب مدل جهت توضیح متغیر تن کیلومتر می‌باشد.

اینک پس از توضیح آماری مدل، نتیجه محاسباتی پارامترهای مدل p، a ، v و σ بدین صورت خواهد بود:

v = ۲/۷۲ ; a= ۳/۳۸ ; (۱-a) = -۲/۳۸ ; p= -۰/۰۷ ; σ = ۱/۰۷

همان گونه که پیشتر گفتیم، جزء ثابت در مدل، بیانگر پیشرفت فنی می‌باشد، و به بیانی دیگر، نشاندهنده پارامتر کارایی و وضعیت تکنولوژی در مجموعه راه‌آهن است. مقدار $A = EXP(-۱۵/۰۱) = ۳/۰۳ * ۱۰^{-۷}$ به نظر می‌رسد که بیانگر این مسئله باشد که سطح تکنولوژی امکانات به کار رفته در راه آهن بسیار پایین است. ضریب متغیر مجازی b_4 (b_4 = -۰/۲۲) نیز مبین این است که بروز جنگ نیز به این مسئله مزبور دامن زده است.

a و (۱-a) بیانگر سهم واگنهای باری و لکوموتیوها (نیروی کشش) در تولید تن کیلومتر می‌باشند. همان طور که می‌بینید، سهم لکوموتیوها برابر با ۲/۳۸- و سهم واگنهای باری برابر با ۳/۳۸ تخمین زده شده‌اند. سهم منفی لکوموتیوها را به دو صورت می‌توان توجیه نمود:

الف) وجود همخطی شدید بین متغیرهای توضیحی LVAGB, LLOKAS که با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس (b_1+b_2 = ۱) می‌توان مشکل را بر طرف کرد و تابع تولید سرانه کاب-داگلاس را تخمین زد (مایس، ۱۳۷۰).

ب) وجود عدم تناسب بین نیروی کشش، واگن باری و دیگر امکانات، از قبیل خط آهن، کارکنان و جز اینها، به عبارتی، میزان تولید در طول دوره با این میزان نیروی کشش و واگن باری دارای همخوانی نمی‌باشد. بدین معنا، لکوموتیوها در طول دوره زیر فشار و در تنگنا قرار داشته‌اند.

سهم مثبت واگنهای باری (a = ۳/۳۸) حاکی از نقش بالقوه واگنهای باری در تولید و بهره‌وری است که بالفعل نگردیده و از عواملی است که در جهت ارتقای بهره‌وری باید به آن توجه نمود.

در مورد درجه بازدهی نسبت به مقیاس با مشاهده پارامتر v = ۲/۷۲ متوجه می‌شویم که در راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران، بازدهی نسبت به مقیاس صعودی است. کشش جایگزینی بین

واگنهای باری و لکوموتیوها نیز با مشاهده $\sigma = ۱/۰۷$ می‌تواند بیانگر این باشد که بین آنها با عنایت به مدل مزبور جانشینی کامل وجود دارد. با توجه به این پارامتر استنباط می‌شود که به کارگیری تابع تولید کاب - داگلاس نیز در راه‌آهن کاملاً با وضعیت مشاهده شده سنخیت دارد. در واقع، می‌توان گفت، همین عامل است که موجب گردیده تا نتایج دو مدل یکدیگر را تصدیق نمایند و هر دو به یک سلسله نتایج مشترک برسند.

پیوست

LS // Dependent Variable is LTONK
Date: 1-24-1980 / Time: 10:05
SMPL range: 1359 - 1374
Number of observations: 16

VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT.	2-TAIL SIG.
C	-1.3910989	5.6617521	-0.2457011	0.8101
LLOKAS	0.8728345	0.1379251	6.3283232	0.0000
LVAGB	2.0912885	0.5845156	3.5778149	0.0038
R1	-0.2789181	0.0793827	-3.5135868	0.0043

R-squared	0.875680	Mean of dependent var	22.71369
Adjusted R-squared	0.844600	S.D. of dependent var	0.326063
S.E. of regression	0.128537	Sum of squared resid	0.198260
Log likelihood	12.42311	F-statistic	28.17507
Durbin-Watson stat	1.926066	Prob(F-statistic)	0.000010

LS // Dependent Variable is LTONK
Date: 1-24-1980 / Time: 10:15
SMPL range: 1359 - 1374
Number of observations: 16

VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT.	2-TAIL SIG.
C	-15.007717	9.6579036	-1.5539312	0.1485
LLOKAS	-6.4723862	4.3664708	-1.4822923	0.1663
LVAGB	9.2072604	4.2632646	2.1596737	0.0537
LVGBLOK	-0.8533257	0.5070520	-1.6829156	0.1205
R1	-0.2196256	0.0819036	-2.6815129	0.0214

R-squared	0.901135	Mean of dependent var	22.71369
Adjusted R-squared	0.865184	S.D. of dependent var	0.326063
S.E. of regression	0.119721	Sum of squared resid	0.157665
Log likelihood	14.25594	F-statistic	25.06576
Durbin-Watson stat	2.215276	Prob(F-statistic)	0.000018

منابع

۱. بیرقدار، محسن (۱۳۷۲). *بررسی بهره‌وری در راه‌آهن ایران*. پایانه‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران، دانشکده اقتصاد.

۲. راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران. گزارشهای آمار فعالیتهای راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران در سالهای ۱۳۵۸ تا ۱۳۷۴.

۳. فرگوسن (۱۳۶۶). *نظریه اقتصاد خرد. جلد اول*. ترجمه محمود روزبهان. ص. ۱۵۶.

۴. مایس (۱۳۷۰). *اقتصاد سنجی کاربردی*. ترجمه عباس عرب مازار. انتشارات دانشگاه شهید بهشتی. ص. ۷۲.

5. Johansen L. (1972). *Production Function.* p. 189.