فصلنامه علمی پژوهش‌های اقتصاد صنعتی
سال پنجم، شماره پانزدهم، بهار ۱۴۰۰ (۱۰۸-۹۳)
نوع مقاله: پژوهشی

Quarterly Journal of Industrial Economics Researches
Vol. 5, No. 15, April 2021 (93-108)

عوامل موثر بر تولید صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات

*منصور عسگری[۱]، سعیده هوشمند[۲]، طیبه رهنمون‌پیروج[۳]
۱. عضو هیات علمی و دانشیار موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی
۲. پژوهشگر موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی
۳. دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه رازی کرمانشاه و پژوهشگر موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی

(دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۳ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۲۸)

Factors Affecting the Production of Machinery and Equipment Industries

*Mansour Asgari[1], Saedeh Hoshmand[2], Tayyebeh Rahnenoon Piruj[3]
1. Associate Professor of Economics, The Institute for Trade Studies and Research (ITSR)
2. Researcher of The Institute for Trade Studies and Research (ITSR)
3. Ph.D. Condidate in Economics at Razi University and Researcher of The Institute for Trade Studies and Research (ITSR)

(Received:12/ April/2021 Accepted: 19/July/2021)

چکیده:

صنایع ماشین‌الات و تجهیزات یکی از بزرگترین زنجیره‌های ارزش تولید در بین صنایع مختلف را دارد و محصولات این بخش به‌عنوان کالای واسطه در دیگر صنایع کاربرد وسیعی دارد. در این مقاله تابع تولید، کشش‌های متوسط، نهائی، جانشینی و کشش انواع انرژی در نه فعالیت منتخب صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات با استفاده از آمار و اطلاعات (۴)۹۷-(۱)۱۳۸۱ با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ برآورد شده‌است. نتایج نشان می‌دهد کشش‌های نهایی نهاده‌های نیروی کار، موجودی سرمایه و انرژی برای تمام فعالیت‌های تولیدی مورد بررسی مثبت است. کشش متوسط نهاده‌های اشتغال و انرژی در سه فعالیت، تولید پمپ‌ها، کمپرسورها، شیرها و سوپاپ‌ها (۲۸۱۳)، تولید یاتاقان، چرخ دنده و دیفرانسیل (۲۸۱۴)، تولید ماشین‌آلات برای تولید منسوجات و البسه و چرم (۲۸۲۶) از سایر فعالیت‌ها بیشتر است. فعالیت‌های، تولید موتور و توربین، بجز موتورهای وسایل نقلیه هوایی، خودرو و موتورسیکلت (۲۸۱۱)، تولید ماشین‌آلات متالوژی-ذوب فلزات (۲۸۲۳) و تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد خاص (۲۸۲۹)، به ترتیب دارای بیشترین کشش متوسط تولید نسبت به موجودی سرمایه و انرژی هستند. در فعالیت‌های تولید یاتاقان، چرخ دنده و دیفرانسیل (۲۸۱۴)، تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگلداری (۲۸۲۱)، تولید ماشین‌آلات استخراج معدن و ساختمان (۲۸۲۴) و تولید ماشین‌آلات برای تولید منسوجات و البسه و چرم (۲۸۲۶)، ضرایب تخمین زده شده برای کشش‌های جانشینی بین نهاده‌های موجودی سرمایه و اشتغال و همچنین کشش‌های جانشینی بین نهاده‌های موجودی سرمایه و انرژی مثبت است که نشان می‌دهد نهاده‌ها جانشین هستند. در فعالیت‌های تولید پمپ‌ها، کمپرسورها، شیرها و سوپاپ‌ها (۲۸۱۳) و تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد خاص (۲۸۲۹)، تنها بین دو نهاده موجودی سرمایه و اشتغال رابطه جانشینی برقرار است. روابط جانشینی بین نهاده‌های انرژی و اشتغال برای سه فعالیت تولید یاتاقان، چرخ دنده و دیفرانسیل (۲۸۱۴)، تولید موتور و توربین، بجز موتورهای وسایل نقلیه هوایی، خودرو و موتورسیکلت (۲۸۱۱) و تولید ماشین‌آلات متالوژی-ذوب فلزات (۲۸۲۳) مشاهده شده است

واژه‌های کلیدی: تابع ترانسلوگ، ماشین‌آلات و تجهیزات، تولید نهایی، انرژی.
طبقه‌بندی JEL: D22، D24، D51، L11.

Abstract:

The manufacture of machinery and equipment has one of the largest production value chains among different industries and the products of these industries are widely used as intermediate goods in other industries. In this paper, the production function, Average elasticity, marginal elasticity, substitution elasticity, and elasticities of types of energy for the nine selected activities of the machinery and equipment industries have been estimated by using the Translog production function and seasonal statistics and information of the years 2002(2)-2019 (1).The results show that the marginal elasticities of labor, capital stock, and energy are positive for all the production activities. The average elasticities of employment and energy in three activities the manufacture of pumps, compressors, taps, and valves (2813), manufacture of bearings, gears, gearing, and driving elements (2814), manufacture of machinery for textile, apparel, and leather production (2826) are more than the other activities. The manufacture of engines and turbines except aircraft, vehicle, and cycle engines (2811), manufacture of machinery for metallurgy (2823), and manufacture of the other special-purpose machinery (2829), have the most average production elasticity with respect to the capital stock and energy, respectively. In the manufacture of bearings, gears, gearing, and driving elements (2814), manufacture of agricultural and forestry machinery (2821), manufacture of machinery for mining, quarrying, and construction (2824), and manufacture of machinery for textile, apparel, and leather production (2826), the estimated coefficients for the substitution elasticities between capital stock and employment as well as the substitution elasticities between capital stock and energy are positive that it indicates the inputs are substitute, In the manufacture of pumps, compressors, taps, and valves (2813) and the manufacture of the other special-purpose machinery (2829), there is a substitution relationship between only the two inputs of capital stock and employment. Substitution relations between energy and employment for the three activities of manufacture of bearings, gears, gearing, and driving elements (2814), manufacture of engines and turbines, except aircraft, vehicle, and cycle engines (2811), and manufacture of machinery for metallurgy (2823) has been observed.

Keywords: Translog Function, Machinery and Equipment, Production, Energy
JEL: D22, D24, D51, L11.

* **نویسنده مسئول:** منصور عسگری (این مقاله برگرفته از مطالعه "طراحی الگوی کلان‌سنجی بخش‌های صنعت، معدن و تجارت ایران" در موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی است)
*Corresponding Author: Mansour Asgari
E-mail: m.asgari@itsr.ir

۱- مقدمه

عملکرد بخش صنعت کشور بویژه بخش تولید ماشین‌الات و تجهیزات، قابلیت و پتانسیل‌های زیادی در به حرکت درآوردن تولید در سایر بخش‌های اقتصادی دارد که موجب شده سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان اقتصادی به این بخش توجه خاصی داشته باشند. زیرا بخش صنعت و بنگاه‌های صنعتی در هر کشور از توانمندی فزآینده‌ای در ایجاد اشتغال، ارزش افزوده، رشد صادرات و تامین ارز مورد نیاز کشور برخودار بوده و ارائه راهکارهای احتمالی به منظور تحرک هرچه بیشتر بخش صنعت، بسیار حائز اهمیت است. هم‌چنین بخش صنعت به دلیل دارا بودن گستردگی حلقه‌های ارتباطی پیشین و پسین بعنوان مصرف‌کننده و تامین کننده ماشین آلات، تجهیزات و نیاز سایر بخش‌های تولیدی و خدمات، موتور محرکه توسعه اقتصادی کشور نیز محسوب می‌شود. از سوی دیگر، توسعه اغلب بخش‌های مختلف اقتصادی مستلزم شکوفایی بخش صنعت کشور است و دیگر بخش‌های اقتصادی بدون پشتیبانی صنایع کشور، نمی‌توانند در مسیر رشد و توسعه حرکت کنند. به‌همین دلیل برنامه‌ریزان و سیاستگذاران به‌دنبال تقویت بنیان‌ها و زیربناهای صنعتی هستند تا بدین طریق با ایجاد بسترهای لازم برنامه‌ریزی و ارتقاء کیفی سیاستگذاری‌های صنعتی، تقویت بخش خصوصی و با استفاده از منابع انسانی کارآمد، فنآوری و غیره، زمینه‌های رشد و توسعه اقتصادی فراهم گردد. یکی از مسائل اساسی مورد نظر این مقاله تجزیه و تحلیل روابط بین عوامل تولید و میزان ستانده (تابع تولید) در تولید ماشین‌آلات و تجهیزات در بخش صنعت ایران است. این بخش از نظر تنوع و فراوانی محصولات تولیدی بسیار دارای اهمیت است.

یکی از راه‌های تجزیه و تحلیل عملکرد هر فعالیتی استفاده از توابع تولید است که در این مقاله نیز از تابع تولید جهت تجزیه و تحلیل عوامل موثر بر تولید در صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات استفاده شده است. در این مقاله صنایع تولید ماشین‌آلات و تجهیزات شامل نه فعالیت منتخب به تفکیک طبقه‌بندی بین‌المللی فعالیت‌های اقتصادی چهار رقمی[1] (ISIC) دارای ۱۰ نفر کارکن و بیشتر در دوره (۱)۹۷-(۴)۱۳۸۱ شامل فعالیت‌های تولید موتور و توربین، بجز موتورهای وسایل نقلیه هوایی، خودرو و موتورسیکلت (۲۸۱۱)، تولید پمپ‌ها، کمپرسورها، شیرها و سوپاپ‌ها (۲۸۱۳)، تولید یاتاقان، چرخ دنده و دیفرانسیل (۲۸۱۴)، تولید ابزار دستی موتوردار، تولید ماشین‌آلات با کاربرد عام (۲۸۱۸)، تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگل‌داری (۲۸۲۱)، تولید ماشین‌آلات متالوژی و ذوب فلزات (۲۸۲۳)، تولید ماشین‌آلات استخراج معدن و ساختمان (۲۸۲۴)، تولید ماشین‌آلات برای تولید منسوجات و البسه و چرم (۲۸۲۶) و تولید ماشین‌آلات با کاربرد خاص (۲۸۲۹) است[2].

تابع تولید ترانسلوگ[3] از نظر مفهوم ساده است و هیچ محدودیت پیشینی را بر کشش‌های جایگزینی ایجاد نمی‌کند، لذا، در تجزیه و تحلیل تجربی از آن استفاده گسترده می‌شود از تابع ترانسلوگ برای بررسی جایگزینی نهاده، تغییرات فنی، رشد بهره‌وری و کارایی تولید استفاده شده است[4]. در این مقاله، رفتار تولید ماشین‌الات و تجهیزات به تفکیک طبقه‌بندی بین‌المللی فعالیت‌های اقتصادی چهار رقمی (ISIC) دارای ۱۰ نفر کار کن و بیشتر در قالب مدل و معیارهای اقتصادی تجزیه و تحلیل شده است که مقاله به دنبال یافتن پاسخ به سوالات زیر است.

۱-عوامل موثر بر تولید در صنایع ماشین‌الات و تجهیزات ایران کدام است؟

۲- سهم هریک از عوامل تولید در فرآیند تولید در صنایع ماشین‌الات و تجهیزات چقدر است؟

برای پاسخگوئی به این سوالات از تابع تولید ترانسلوگ استفاده می‌گردد و در ادامه با استفاده از تابع مذکور، تولید متوسط، تولید نهایی و نوع ارتباط جانشینی و مکملی عوامل تولید (نیروی کار، سرمایه و انرژی) بدست خواهد آمد. در خصوص وجه تمایز مقاله حاضر با مطالعات انجام شده داخلی می‌توان ادعا نمود این مقاله با سایر مطالعات حداقل در مواردی چون؛ دوره زمانی تحقیق (استفاده از آخرین آمار و اطلاعات قابل دسترس)، استفاده از طبقه‌بندی بین‌المللی فعالیت‌های اقتصادی چهار رقمی (ISIC) دارای ۱۰ نفر کارکن و بیشتر، دسته‌بندی فعالیت‌های صنعتی شبیه به هم در یک گروه، استفاده از متغیر انرژی مصرفی در بخش صنعت به‌عنوان یکی

1. International Standard Industrial Classification (ISIC)

۲. لازم به ذکر است آمار و اطلاعات مورد استفاده در این مقاله، بر اساس ویرایش چهارم طبقه‌بندی بین‌المللی فعالیت‌های اقتصادی است.

3. Translog Production Function

4. Kim (1992)

از عوامل تولید، استفاده از داده‌های فصلی بخش صنعت، دارای تفاوت است که می‌توان گفت حداقل در موارد ذکر شده نسبت به مطالعات گذشته سهمی متفاوت در تولید ادبیات تجربی موضوع مقاله دارد.

با توجه به آن‌که هدف مقاله تجزیه و تحلیل تابع تولید صنایع ماشین‌الات و تجهیزات در بخش صنعت ایران به تفکیک طبقه‌بندی بین‌المللی فعالیت‌های اقتصادی چهار رقمی (ISIC) دارای ۱۰ نفر کار کن و بیشتر در دوره (۴)۹۷-(۱)۱۳۸۱ با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ است مقاله سعی دارد تا با استفاده از تابع تولید صنایع ماشین‌الات و تجهیزات، تولید متوسط و نهائی عوامل تولید و جانشینی عوامل را محاسبه نموده و در نهایت با توجه به نتایج تحقیق در خصوص چگونگی تولید صنایع ماشین‌الات و تجهیزات در بخش صنعت کشور، توصیه‌هایی را برای کمک به توسعه این بخش ارائه دهد. مقاله در قسمت‌های بعد شامل؛ مبانی نظری پژوهش، ادبیات تجربی، روش شناسی پژوهش، یافته‌های پژوهش و بحث و نتیجه‌گیری ادامه می‌یابد.

۲- مبانی نظری پژوهش

تابع تولید زیر را در نظر می‌گیریم؛

$$Y = f(X, T) \qquad (۱)$$

در این تابع Y میزان تولید، X بردار نهاده‌ها است که شامل $X_i,\ (i = 1, 2, ..., n)$ است و T یک شاخص زمانی است که برای اندازه‌گیری تغییرات فنی استفاده می‌شود. فرض بر این است که تابع تولید (۱) شرایط معمول یک تابع تولید را داشته باشد، (نهاده‌ها از بازار رقابتی تهیه شوند و شرط درجه اول حداکثرسازی تولید نسبت به محدود هزینه تامین گردد)[۱].

(۲)

$$\frac{\partial Y}{\partial X_i} = W_i \ , \qquad \sum_i W_i X_i = C$$

W_i قیمت نهاده است، C کل هزینه نهاده‌ها و ضریب لاگرانژ است که خواهیم داشت؛

(۳)

$$= \frac{\sum_i (\partial Y / \partial X_i) X_i}{C}$$

با جایگزینی رابطه (۳) در رابطه (۲) و بازنویسی مجدد، تابع تقاضای معکوس نهاده‌ها بدست خواهد آمد؛

(۴)

$$\frac{Wi}{C} = \frac{\partial Y / \partial X_i}{\sum_i (\partial Y / \partial X_i) X_i} \equiv g_i(X, T)$$

برای یک بنگاه رقابتی که سطحی از محصول را تولید می‌کند که قیمت آن برابر با هزینه حاشیه‌ای است، $P = \frac{dC}{dY} = \frac{1}{}$، که با توجه به رابطه (۲) شرایط حداکثرسازی سود بدست می‌آید؛

$$\frac{Wi}{P} = \frac{\partial Y}{\partial X_i} \equiv g_i(X, T) \qquad (۵)$$

روابط (۴) و (۵) نشان دهنده شرایط مرتبه اول است که بر تابع تولید اعمال می‌شوند که توابع تقاضای معکوس نهاده را بدست می‌دهد، برای یک تابع تولید همگن از درجه صفر قضیه اولر[۲] به صورت زیر خواهد بود؛

$$\sum_i \frac{\partial Y}{\partial X_i} X_i \equiv Y \qquad (۶)$$

با توجه به رابطه (۳) خواهیم داشت $= AC/Y$ که درجه همگنی نسبت هزینه متوسط به هزینه حاشیه‌ای است، علاوه براین، برای یک بنگاه رقابتی رابطه (۳) به صورت زیر بازنویسی می‌شود؛

$$P = \frac{C}{\sum_i (\partial Y / \partial X_i) X_i} \qquad (۷)$$

اگر تابع تولید یکنواخت باشد، رابطه (۷)، $= C/PY$ را بدست می‌دهد که نشان دهنده درجه همگنی نسبت هزینه کل به درآمد کل است.

تابع ترانسلوگ از اشکال انعطاف‌پذیر و غیرخطی تابع تولید و هزینه است که برای تخمین مستقیم تابع تولید و هزینه به‌کار می‌رود. تابع ترانسلوگ برای اولین بار توسط کریستنسن و

۱. حداکثرسازی سود معادل حداکثرسازی تولید (حداقل شدن هزینه) در سطح معینی از هزینه (تولید) است.

2. Euler's Theorem

همکاران[1] (۱۹۷۳) ارائه گردید که استفاده از آن به پژوهشگران اجازه می‌دهد که آزمون‌های مربوط به تئوری تولید و هزینه را انجام داده و کشش‌ها و سایر پارامترهای تولید و هزینه را تحت یک سری حداقل مفروضات اولیه تخمین بزنند که در این ارتباط نظریات چندی در خصوص میزان دقت تخمین‌های ترانسلوگ از پارامترها وجود دارد. از آن‌جایی‌که تابع ترانسلوگ تنها یک تقریب از یک تکنولوژی ناشناخته تولید است ولی کریستنسن و همکاران (۱۹۷۳) تابع ترانسلوگ را به‌واسطه شباهت آن به سری مرتبه دوم تیلور توجیه کردند. وایت[2] (۱۹۸۰) نشان داد که یک برآورد حداقل مربعات معمولی (OLS) از تابع ترانسلوگ یک تقریب از سری‌های تیلور برای یک تابع حقیقی نیست و این یک تقریب کلی است مگر این‌که یک تقریب جزیی باشد. گالانت[3] (۱۹۸۱) در همین ارتباط استفاده از بسط فوریه را برای ارایه یک تقریب کلی در مورد توابع تولید و مطلوبیت پیشنهاد کرد. تعدادی از پژوهشگران از تکنیک‌های شبیه‌سازی جهت آزمون تابع ترانسلوگ در مدل‌سازی تکنولوژی‌های تولید یا رفتارهای مصرف‌کننده که به‌عنوان کشش‌ها شناخته می‌شوند، استفاده نموده‌اند.

والز[4] (۱۹۷۷) از تکنیک‌های مونت‌کارلو[5] به‌منظور آزمایش عملکرد تابع ترانسلوگ استفاده نمود و تابع مطلوبیت لئون- تیف را در یک ترتیب کشش با مقادیر متفاوت تعمیم داد و دریافت که عملکرد هر دو تابع هم‌چنان‌که یکی از آن‌ها از مقدار ایده‌آل کشش فاصله می‌گیرد، با کاهش مواجه می‌شوند (عدد یک برای تابع ترانسلوگ و عدد صفر برای تابع لئون- تیف تعمیم‌یافته).

گولیکی و لاول[6] (۱۹۸۰) آزمایشات مونت‌کارلو را به‌منظور تشخیص توانایی تابع ترانسلوگ در ایجاد تخمین‌های دقیق برای تکنولوژی‌هایی که مقیاس‌های پیچیده و ویژگی‌های جایگزینی در آن‌ها بود، انجام دادند و این تجزیه و تحلیل را با آزمایش اثرات مقدار و پراکندگی داده‌ها بسط دادند. در مجموع نتیجه‌گیری نمودند تابع ترانسلوگ یک تقریب وابسته از واقعیت را ارائه می‌دهد به‌شرطی که این واقعیت خیلی پیچیده نباشد. هم‌چنین در ادامه مطالعه مذکور، سایرین تلاش نمودند که سطح اطمینان[7] تابع ترانسلوگ را تحت یک سری حداقل مفروضات اولیه با در نظر گرفتن شکل تکنولوژی تولید مورد آزمون قرار دهند. آن‌ها چنین بحث کردند که ویژگی یک ارتباط صریح بین ورودی‌ها و خروجی‌ها که توسط گولیکی و لاول (۱۹۸۰) مطرح شد ممکن است بر تخمین‌های مربوط به کشش‌ها تأثیر بگذارد. آن‌ها در ادامه یک تابع هزینه ترانسلوگ را با رویکرد سهمیه‌بندی هزینه تخمین زدند و پی بردند که کشش متقاطع قیمتی و کشش خود در هر مورد از کشش‌های شناسایی شده که برای ایجاد داده‌ها در نظر گرفته شده بود به‌طور چشم‌گیری تفاوت دارند (استرن[8]، (۱۹۹۴)).

۳- ادبیات تجربی

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد تابع ترانسلوگ یک تخمین‌زن خوب و معقول برای تابع هزینه است، هم‌چنان‌که میزانی از اختلال در این تابع با پیچیده‌تر شدن تکنولوژی و یا فاصله گرفتن کشش‌های جانشینی از مقادیر ایده‌آل اتفاق می‌افتد. استرن (۱۹۹۴) در مطالعه خود با عنوان "دقت تابع ترانسلوگ" نشان داد که زمانی‌که تکنولوژی تحت بررسی ساده اما نامشخص باشد، تابع ترانسلوگ تخمین‌های قابل قبولی از کشش‌های قیمتی و کشش‌های متقاطع قیمتی ارائه می‌دهد. تجزیه و تحلیل‌ها نشان می‌دهد که توابع هزینه ترانسلوگ و لئون- تیف برای تمام پارامترهای انتخابی نمی‌توانند به‌طور تئوریکی و کلی سازگار باشند. ولی با صرف نظر کردن از مقادیر قیمتی بسیار پایین سازگاری تئوریکی تابع هزینه ترانسلوگ نسبت به تابع هزینه لئون- تیف بسیار بیشتر می‌شود. حال در ادامه، ابتدا مروری بر مطالعات داخلی و سپس بر مطالعات خارجی خواهیم داشت.

مطالعات چندی مرتبط با موضوع مقاله انجام شده است که در ابتدا مروری خواهیم داشت به مطالعات داخلی و سپس مطالعات خارجی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

نورانی‌آزاد و خدادادکاشی (۱۳۹۸) در مقاله‌ای به ارزیابی کارایی و رشد بهره وری صنعت حمل و نقل مسافربری با استفاده از داده‌های ۱۲ شرکت فعال در صنعت هوایی ایران در سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۰ پرداخته‌اند. آنها با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ شامل مسافر کیلومتر حمل‌شده (هزار) به‌عنوان ستاده

1. Christensen, et al.
2. White
3. Gallant
4. Wales
5. Monte Carlo
6. Guilkey and Lovell
7. Reliability
8. Stern

و نهاده‌ها (تعداد پرواز، تعداد کارکنان، مسافت طی شده و پوشش فرودگاهی) و سپس با بهره‌گیری از روش حداکثر درست‌نمایی ضرایب را برآورد نموده‌اند. بر اساس نتایج آزمون فرضیه‌های مطالعه آن‌ها ملاحظه می‌گردد تابع تولید ترانسلوگ مناسب‌تر از تابع کاب داگلاس است. همچنین، در بین عوامل موثر بر رشد بهره‌وری عوامل تولید، متغیرهای کارایی فنی و کارایی مقیاس بیشترین اثرگذاری را دارند. علاوه بر این، نتایج دلالت بر آن دارد که با افزایش سهم بازاری هر شرکت، ناکارایی در این صنعت کاهش می‌یابد.

سیدنظری و فلسفیان (۱۳۹۸) در پژوهشی به اندازه‌گیری کارایی فنی زعفران‌کاران شهرستان مرند پرداختند. در مطالعه ایشان محاسبه کارایی فنی زعفران‌کاران با استفاده از تابع تولید مرزی تصادفی به فرم ترانسلوگ صورت گرفته است. آن‌ها برای تخمین تابع مرزی تصادفی به آزمودن نتایج دو فرم تابعی کاب – داگلاس به‌عنوان یک فرم انعطاف‌ناپذیر و تابع ترانسلوگ به‌عنوان یک فرم انعطاف‌پذیر پرداختند. با توجه به مزایایی که توابع انعطاف‌پذیر در مقایسه با توابع انعطاف‌ناپذیر دارند، در این مطالعه تابع تولید ترانسلوگ به عنوان تابع مناسب برآورد شده است. نتایج محاسبه کارایی فنی بیانگر آن است که میانگین کارایی فنی زعفران‌کاران ۷۸/۸ درصد و پایین‌ترین و بالاترین کارایی فنی به ترتیب ۶۰/۸ و ۹۶/۳ درصد است. بر اساس یافته‌های این مطالعه، فراهم کردن شرایط لازم جهت دسترسی آسانتر و ارزانتر کشاورزان به تجهیزات و ماشین‌آلات مدرن از جمله عوامل مؤثر در جهت افزایش تولید و بهبود کارایی است.

محتشمی و همکاران (۱۳۹۵)، به منظور اطمینان از صحت انتخاب تابع تولید مورد استفاده در مقاله خود سه فرم تابعی کاب داگلاس، ترانسندنتال و ترانسلوگ را مورد آزمون قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که فرم تابعی ترانسلوگ مناسب‌ترین فرم برای بیان تکنولوژی تولید محصول زعفران است. در این مطالعه آنها به بررسی اقتصادی مصرف نهاده‌های مختلف در تولید زعفران و نیز اندازه‌گیری کارایی تولید محصول در مزارع کوچک و بزرگ استان خراسان رضوی پرداختند. نتایج نشان می‌دهد کشش‌های تولیدی محاسبه شده بر پایه پارامترهای این تابع بیانگر آن است که مالکان مزارع بزرگ در استفاده از نهاده‌ها (به‌ویژه کارایی فنی) عملکرد بهتری از خود نشان می‌دهد.

اسلاملوئیان و استادزاد (۱۳۹۵) در مطالعه خود به بررسی انتخاب تابع تولید مناسب برای ایران با وجود نهاده انرژی و تحقیق و توسعه با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک طی دوره زمانی ۸۹-۱۳۷۵ پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آنها نشان داد، تابع تولید ترانسلوگ نسبت به سایر توابع برای ایران مناسب‌تر است. بر اساس یافته‌های آنها تکنولوژی تولید در ایران بعد از جنگ تحمیلی دارای ویژگی بازده صعودی نسبت به مقیاس بوده است.

عطرکارروشن و رسولی (۱۳۹۴) در پژوهشی بهره‌وری کل عوامل تولید و همچنین به تفکیک گروه‌های صنعتی را با استفاده از داده‌های ترکیبی، طی سالهای ۹۰-۱۳۸۴ در بخش صنعت استان کردستان، اندازه‌گیری و روند آن را تحلیل نمودند. آنها برای انتخاب درست تابع تولید مناسب جهت محاسبه صحیح بهره وری کل عوامل تولید به بررسی توابع مختلف کاب- داگالس، کشش جانشینی ثابت (CES)، متعالی، دبرتین و ترانسلوگ و تعیین بهترین تابع تولید بخش صنعت استان کردستان پرداختند. یافته‌های آنها نشان می‌دهد که از میان توابع برآورد شده فقط در توابع کاب – داگلاس و ترانسلوگ تمام ضرایب معنادارند و مقایسه مقادیر آماره دوربین واتسون و مجموع مربعات باقیمانده در این دو تابع نشان می‌دهد که انتخاب تابع ترانسلوگ مناسب‌تر است.

آنالان و باشمس[1] (۲۰۲۰) در مقاله‌ای به برآورد تأثیر عوامل تولید بر تولید ناخالص داخلی چین با استفاده از توابع کشش جانشینی ثابت (CES) و تابع تولید ترانسلوگ پرداخته‌اند. یافته‌های تجربی مطالعه آنها نشان داد که تابع تولید با کشش جانشینی ثابت، متشکل از دو نهاده سرمایه و نیروی کار، نسبت به تابع تولید ترانسلوگ متشکل از نهاده‌های سرمایه، نیروی کار و انرژی برای برآورد تولید ناخالص داخلی چین کارآیی کمتری دارد و تابع تولید ترانسلوگ مناسب‌تر است زیرا از انعطاف بیشتری برخوردار است. بر اساس مدل تولید ترانسلوگ کشش های خروجی برای هر یک از عوامل تولید و کشش‌های جایگزینی به‌صورت پویا برآورد شده است.

1. Önalan & Basegmez

یافته‌های آن‌ها حاکی از آن است که به ترتیب کشش نهاده‌های کار و سرمایه دارای بیشترین اثر بر رشد اقتصاد چین است.

کیم[1] (۲۰۱۹) در مقاله خود به تجزیه و تحلیل صنعت برق ژاپن با استفاده از مدل تعادل عمومی (CGE) و آمار و اطلاعات سال ۲۰۱۹ بر مبنای تابع تولید ترانسلوگ پرداخته است. بر اساس یافته‌های وی مدل‌های تعادل عمومی که برای محاسبه کشش‌های نهاده‌ها و اثر جانشینی بین آنها تابع تولید کشش جانشینی ثابت را مبنا قرار می‌دهند که در مقایسه با تابع تولید ترانسلوگ کارایی کم‌تری دارند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در پاسخ به افزایش مالیات کربن تولید صنعتی کاهش می یابد و جایگزینی منابع انرژی برای تولید انرژی حرارتی قابل توجه است.

آمر و همکاران[2] (۲۰۱۷)، نتایج مدل‌های بر مبنای تابع تولید کاب–داگلاس و ترانسلوگ در برآورد کارایی فنی تولید گوجه فرنگی در مناطق مختلف نیجریه را در دوره ۱۶–۲۰۰۱ با هم مقایسه کردند. یافته‌های آنها نشان می‌دهد علی‌رغم یکسان بودن داده‌ها ضرایب کارایی فنی محاسبه شده از هر کدام از دو روش تفاوت معناداری داشته است. بر اساس نتایج مطالعه آنها، تخمین کشش‌ها از طریق تابع تولید کاب–داگلاس کوچک و غیر قابل انعطاف بوده است، در حالی که کشش‌های برآورد شده از مدل ترانسلوگ بزرگتر بوده‌اند که این امر به دلیل در نظر گرفتن تأثیرات متقابل متغیرها است. بنابر پیشنهاد آن‌ها انتخاب فرم تابع تولید برای تجزیه و تحلیل کارایی باید بر اساس پارامترهای نشان‌دهنده خوبی برازش مدل و هدف مطالعه باشد.

باروا و همکاران[3] (۲۰۱۵) در مقاله‌ای نقش فناوری در رشد تولید هند را برای دوره ۱۹۹۸–۲۰۰۸ بررسی کردند. آنها بازده به مقیاس و کشش جایگزینی بین سرمایه و کار در سطح دو رقمی ISIC را با استفاده از سه تابع متفاوت کشش جانشینی ثابت، کاب–داگلاس و ترانسلوگ برآورد کرده‌اند. بر اساس استدلال آنها فناوری تولید را نمی‌توان با یک تابع تولید کاب – داگلاس نشان داد بنابراین، تابع تولید ترانسلوگ مناسب‌تر است. یافته‌های آن‌ها نشان داده است که تابع تولید هند دارای بازگشت به مقیاس فزاینده قابل ملاحظه‌ای است. همچنین کشش تخمینی جایگزینی تنوع قابل توجهی را در صنایع طی زمان نشان می‌دهد. مشخص شده است که کشش بیشتر در محدوده ۰,۸ تا ۱,۵ است.

سانگر و الماس[4] (۲۰۱۷) در مقاله خود مروری بر ادبیات تجربی برآورد توابع مختلف تولید داشته اند، آن‌ها چهار تابع تولید مختلف کاب – داگلاس، کشش جانشینی ثابت، ترانسلوگ و ترانسلوگ انعطاف‌پذیر را در دوره ۲۰۱۳–۲۰۰۰ برای کشور ترکیه مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد تابع تولید کاب–داگلاس به‌طور کلی در ادبیات تجربی برای تخمین کشش ستانده ارجح بوده است. با این حال، تابع تولید کاب–داگلاس اطلاعاتی در مورد روابط جایگزینی بین نهاده‌ها ارائه نمی‌دهد و به‌همین دلیل توابع تولیدی که امکان محاسبه قابلیت ارتجاعی جایگزینی را دارند باید ترجیح داده شوند.

٤- روش تحقیق

در این تحقیق برای پاسخگوئی به سوالات مورد نظر از تابع تولید ترانسلوگ استفاده شده است که با استفاده از تابع مذکور، کشش متوسط ، کشش نهایی، کشش جانشینی را برای سه عامل تولید نیروی کار، سرمایه و انرژی و هم‌چنین تولید متوسط انواع انرژی را محاسبه خواهیم نمود که رابطه (۸) نشان دهنده توابع تولید و هزینه مورد نظر این مقاله است؛ در این مقاله الگوی بکار رفته به‌صورت زیر تصریح می‌گردد:

(۸)

$$Q = f(L, K, E)$$

$$Q = AL\ K\ E\ e^{ut}$$

(۹)

$$Lnq = {}_0 + {}_K LnK + {}_L LnL + {}_E LnE + \frac{1}{2}\ {}_{KK} LnK^2 + {}_{KL} LnKLnL + {}_{kE} LnKLnE + \frac{1}{2}\ {}_{LL} LnL^2 + {}_{LE} LnLLnE + \frac{1}{2}\ {}_{EE} LnE^2 + {}_q$$

(۱۰)

$$\frac{\partial Lnq}{\partial LnK} = {}_K + {}_{KK} LnK + {}_{KL} LnL + {}_{KE} LnE$$

$$\frac{\partial Lnq}{\partial LnL} = {}_L + {}_{LK} LnK + {}_{LL} LnL + {}_{LE} LnE$$

$$\frac{\partial Lnq}{\partial LnE} = {}_E + {}_{EK} LnK + {}_{EL} LnL + {}_{EE} LnE$$

1. Kim
2. Umar et al.
3. Barua
4. Songur & Elmas

فرض تقارن

$$KL = LK, \quad KE = EK, \quad EL = LE \qquad (۱۱)$$

بازدهی ثابت نسبت به مقیاس

$$\begin{aligned} &K + L + E = 1 \\ &KK + LK + EK = 0 \\ &KL + LL + EL = 0 \\ &KE + LE + EE = 0 \end{aligned} \qquad (۱۲)$$

خطی بودن

$$LE = KE = 0 \qquad (۱۳)$$

لازم به ذکر است K ، L و E به ترتیب کشش متوسط تولید نسبت به سرمایه، اشتغال و انرژی است و KK ، LL و EE به ترتیب کشش نهایی تولید نسبت به سرمایه، اشتغال و انرژی است و KE ، LE و LK به ترتیب کشش جانشینی سرمایه–انرژی، اشتغال–انرژی و اشتغال–سرمایه است که از تخمین رابطه (۱۰) بدست می‌آید.

به‌منظور برآورد تابع تولید از یک دستگاه معادلات همزمان، به‌طور عام از روش رگرسیون تعمیم‌یافته و به طور خاص از روش‌های رگرسیون به ظاهر نامرتبط[1] (*SUR*) استفاده می‌شود که علت استفاده از این روش، وجود همبستگی بین جملات اخلال است. علت وجود ارتباط بین جملات اخلال معادلات متفاوت این است که جمع سهم‌های هزینه برابر یک است و اگر طرف اول معادلات با هم جمع شوند جمع طرف دوم معادلات نیز باید برابر یک شود (رابطه (۱۴))؛

$$\sum_{i=1}^{n} {}_i = 1 \quad \sum_{i=1}^{n} {}_{ij} = 0 \quad \sum_{i=1}^{n} {}_{ji} = 0 \qquad (۱۴)$$

جمع جملات اخلال معادلات باید برابر صفر باشد و این به مفهوم ارتباط خطی (درجه اول) جملات اخلال معادلات متفاوت است و چون متغیرهای مستقل تمام معادلات تقاضا یکسان است، مجموعه تمام متغیرهایی که وارد مدل نشده‌اند در جملات اخلال ظاهر و بین جملات همبستگی ایجاد می‌کند (اریکسون و همکاران[2]، (۲۰۰۳)).

در روش (*SUR*) فرض می‌شود که بین جملات اخلال یک معادله، خودهمبستگی وجود ندارد و این جملات دارای واریانس همسان هستند. در حالی‌که جملات اخلال در معادلات متفاوت، دارای واریانس ناهمسانی هستند. از طرف دیگر همبستگی همزمانی بین جملات اخلال معادلات متفاوت وجود دارد ولی همبستگی غیرهمزمانی بین جملات اخلال معادلات متفاوت وجود ندارند. زیرا در روش (*SUR*) در مرحله اول مجموعه معادلات به صورت تک معادله به روش حداقل مربعات معمولی[3] برآورد می‌گردد و ماتریس واریانس- کوواریانس جملات اخلال محاسبه شده و برای مرحله بعدی آماده می‌شود. وقتی تمام معادلات باهم برآورد می‌شوند با توجه به $\sum_{j=1}^{n} {}_i = 0$ ماتریس واریانس–کوواریانس جملات منفرد بوده و امکان تخمین وجود نخواهد داشت. این‌که کدام یک از معادلات از سیستم معادلات حذف شود در روش (*SUR*) اغلب، معادله‌ای حذف می‌شود که کمترین سهم را در هزینه داشته باشد. به منظور دوری از این محدودیت به جای روش (*SUR*) از روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط تکراری[4] (ISUR) استفاده می‌شود زیرا برآوردهای (ISUR) نسبت به معادله حذف شده از سیستم، حساس نیست و به سمت برآوردهای روش حداکثر درستنمایی[5] (ML) که منحصر به فرد بوده و مستقل از معادله حذف شده هستند همگرا می‌شوند (آلوارز و لورنس[6]، (۲۰۰۹)).

برای محاسبه قیمت سرمایه از رابطه $P_K = (i +) P_{FCFD}$ استفاده شده است که در آن؛

P_K : قیمت سرمایه

i : نرخ بهره بلندمدت

: نرخ استهلاک

P_{FCFD} : شاخص تعدیل کننده سرمایه‌گذاری است[7].

برای محاسبه موجودی سرمایه از رابطه $K_t = K_{t-1} + I_t - 0.05 * K_{t-1}$ استفاده شده‌است:

K_t : موجودی سرمایه در دوره t،

K_{t-1} : موجودی سرمایه در دوره t-1،

I_t : سرمایه‌گذاری در دوره t،

1. Seemingly Unrelated Regressions (SUR)
2. Ericson, et al.
3. Ordinary Least Squares (OLS)
4. Iterative Seemingly Unrelated Regression (ISUR)
5. Maximum Likelihood (ML)
6. Alvarez, et al.
7. Gross Fixed Capital Formation Deflator (FCFD)

نرخ استهلاک برابر پنج درصد و مقدار اولیه موجودی سرمایه مربوط به (۴)۱۳۸۰ است.

۵- یافته‌های تجربی

در این قسمت ابتدا خلاصه‌ای از آمار و اطلاعات مورد استفاده در مقاله در مقایسه با کل بخش صنعت کشور را در جدول ۱. ارائه می‌کنیم.

جهت بررسی جایگاه صنایع تولید ماشین‌آلات و تجهیزات در بخش صنعت ایران، به‌اختصار سهم متغیرهای عمده این صنایع را در جدول (۱) ارائه می‌کنیم که نتایج نشان می‌دهد؛

سهم تعداد بنگاه‌ها در تولید ماشین‌آلات و تجهیزات از تعداد کل بنگاه‌های بخش صنعت از ۴/۴۴ درصد در ۱۳۸۱ به ۵/۳۰ درصد در ۱۳۹۷ افزایش یافته، متوسط سهم این متغیر در دوره ۹۷-۱۳۸۱ حدود ۵/۰۵ درصد است.

سهم اشتغال در تولید ماشین‌آلات و تجهیزات از اشتغال کل بخش صنعت از ۴/۴۶ درصد در ۱۳۸۱ به ۴/۰۷ درصد در ۱۳۹۷ کاهش یافته، متوسط سهم این متغیر در دوره ۹۷-۱۳۸۱ حدود ۴/۵۸ درصد است.

سهم دستمزد پرداختی در تولید ماشین‌آلات و تجهیزات از دستمزد پرداختی کل بخش صنعت از ۴/۳۹ درصد در ۱۳۸۱ به ۳/۹۳ درصد در ۱۳۹۷ افزایش یافته، متوسط سهم این متغیر در دوره ۹۷-۱۳۸۱ حدود ۴/۳۷ درصد است.

سهم ستانده در تولید ماشین‌آلات و تجهیزات از ستانده کل بخش صنعت از ۴/۰۹ درصد در ۱۳۸۱ به ۲/۰۵ درصد در ۱۳۹۷ کاهش یافته، متوسط سهم این متغیر در دوره ۹۷-۱۳۸۱ حدود ۲/۷۴ درصد است.

سهم نهاده در تولید ماشین‌آلات و تجهیزات از نهاده کل بخش صنعت از ۳/۲۰ درصد در ۱۳۸۱ به ۱/۹۰ درصد در ۱۳۹۷ کاهش یافته، متوسط سهم این متغیر در دوره ۹۷-۱۳۸۱ حدود ۲/۳۸ درصد است.

سهم ارزش افزوده در تولید ماشین‌آلات و تجهیزات از ارزش افزوده کل بخش صنعت از ۵/۶۲ درصد در ۱۳۸۱ به ۲/۹۴ درصد در ۱۳۹۷ کاهش یافته، متوسط سهم این متغیر در دوره ۹۷-۱۳۸۱ حدود ۳/۶۵ درصد است.

سهم صادرات مستقیم در تولید ماشین‌آلات و تجهیزات از صادرات مستقیم کل بخش صنعت از ۰/۸۷ درصد در ۱۳۸۱ به ۰/۳۰ درصد در ۱۳۹۷ کاهش یافته، متوسط سهم این متغیر در دوره ۹۷-۱۳۸۱ حدود ۰/۹۰ درصد است.

سهم سرمایه‌گذاری در تولید ماشین‌آلات و تجهیزات از سرمایه‌گذاری کل بخش صنعت از ۹/۶۴ درصد در ۱۳۸۱ به ۱/۳۷ درصد در ۱۳۹۷ کاهش یافته، متوسط سهم این متغیر در دوره ۹۷-۱۳۸۱ حدود ۳/۷۸ درصد است.

سهم انرژی مصرفی در تولید ماشین‌آلات و تجهیزات از انرژی مصرفی کل بخش صنعت از ۱/۲۱ درصد در ۱۳۸۱ به ۰/۶۲ درصد در ۱۳۹۷ کاهش یافته، متوسط سهم این متغیر در دوره ۹۷-۱۳۸۱ حدود ۱/۰۰ درصد است.

آمارهای این مطالعه به‌صورت فصلی و دوره زمانی (۴)۱۳۹۷- (۱)۱۳۸۱ و سال پایه ۱۳۹۵ است[۱] که در ادامه نتایج تخمین تابع تولید ترانسلوگ صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات بر اساس طبقه‌بندی بین‌المللی فعالیت‌های اقتصادی (ISIC) چهار رقمی دارای ۱۰ نفر کار کن و بیشتر صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات در نه فعالیت؛ تولید موتور و توربین، بجز موتورهای وسایل نقلیه هوایی، خودرو و موتورسیکلت (۲۸۱۱)، تولید پمپ‌ها، کمپرسورها، شیرها و سوپاپ‌ها (۲۸۱۳)، تولید یاتاقان، چرخ دنده و دیفرانسیل (۲۸۱۴)، تولید ابزار دستی موتوردار، تولید ماشین‌آلات با کاربرد عام (۲۸۱۸)، تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگل‌داری (۲۸۲۱)، تولید ماشین‌آلات متالوژی و ذوب فلزات (۲۸۲۳)، تولید ماشین‌آلات استخراج معدن و ساختمان (۲۸۲۴)، تولید ماشین‌آلات برای تولید منسوجات و البسه و چرم (۲۸۲۶) و تولید ماشین‌آلات با کاربرد خاص (۲۸۲۹) است. در دوره (۴)۹۷- (۱)۱۳۸۱ در جدول ۲. ارائه می‌گردد.

جهت بررسی آمار توصیفی صنایع تولید ماشین‌آلات و تجهیزات در بخش صنعت ایران، به‌اختصار شاخص‌های آمار توصیفی متغیرهای عمده این صنایع در جدول (۲) ارائه شده است که نتایج نشان می‌دهد از حیث شاخص‌های آمار توصیفی این متغیرها در وضعیت مناسبی قرار دارند و قابلیت کاربرد در الگوی مورد نظر تحقیق را دارند.

نتایج تخمین تولید ترانسلوگ در نه فعالیت تولید صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات دارای ۱۰ نفر کارکن و بیشتر بخش تولید ماشین‌آلات و تجهیزات صنعت ایران در دوره (۴)۹۷- (۱)۱۳۸۱ نشان می‌دهد؛

---

۱. آخرین آمار و اطلاعات در دسترس بخش صنعت که به‌صورت رسمی توسط مرکز آمار ایران منتشر شده است.

جدول ۱. سهم متغیرهای عمده تولید ماشین‌آلات و تجهیزات از بخش صنعت ایران (درصد)

سال	تعداد کارگاه	اشتغال	دستمزد	ستانده	نهاده	ارزش افزوده	صادرات	سرمایه‌گذاری	انرژی
۱۳۸۱	۴/۴۴	۴/۴۶	۴/۳۹	۴/۰۹	۳/۲۰	۵/۶۲	۰/۸۷	۹/۶۴	۱/۲۱
۱۳۸۲	۵/۰۱	۴/۵۷	۴/۷۴	۳/۷۳	۳/۲۵	۴/۵۴	۱/۱۷	۸/۶۴	۱/۴۷
۱۳۸۳	۵/۰۵	۴/۷۴	۵/۱۹	۳/۶۹	۳/۲۷	۴/۵۱	۱/۳۳	۵/۸۱	۱/۴۸
۱۳۸۴	۴/۹۷	۴/۸۶	۵/۲۸	۳/۸۳	۳/۵۳	۴/۴۶	۱/۹۸	۴/۹۲	۱/۴۶
۱۳۸۵	۴/۸۹	۴/۹۰	۵/۰۷	۳/۷۳	۳/۴۷	۴/۲۴	۱/۳۰	۴/۷۸	۱/۳۱
۱۳۸۶	۴/۹۹	۵/۰۰	۵/۲۶	۳/۷۱	۳/۴۱	۴/۲۳	۱/۲۷	۲/۵۴	۱/۳۴
۱۳۸۷	۵/۱۹	۴/۸۲	۴/۹۱	۳/۶۰	۳/۲۸	۴/۲۰	۱/۱۷	۳/۶۷	۱/۲۲
۱۳۸۸	۵/۰۷	۴/۷۵	۴/۵۷	۲/۸۱	۲/۳۰	۴/۳۶	۱/۱۲	۳/۰۶	۱/۰۴
۱۳۸۹	۴/۹۵	۴/۵۳	۴/۲۷	۲/۴۵	۱/۹۳	۴/۲۲	۰/۸۴	۲/۳۶	۰/۸۸
۱۳۹۰	۵/۶۵	۴/۷۲	۴/۲۵	۲/۰۵	۱/۶۳	۴/۴۲	۰/۷۲	۳/۹۶	۰/۷۸
۱۳۹۱	۵/۵۴	۴/۴۶	۳/۷۶	۱/۵۸	۱/۲۹	۲/۴۷	۰/۶۷	۲/۲۸	۰/۶۸
۱۳۹۲	۵/۶۵	۴/۴۰	۳/۶۳	۱/۳۴	۱/۰۵	۲/۱۶	۰/۴۶	۲/۳۰	۰/۶۲
۱۳۹۳	۵/۷۷	۴/۵۵	۳/۹۰	۱/۷۰	۱/۴۴	۲/۴۰	۰/۷۶	۳/۵۹	۰/۹۹
۱۳۹۴	۴/۱۵	۴/۲۴	۴/۰۷	۲/۲۳	۱/۸۷	۳/۲۴	۰/۵۹	۲/۲۱	۰/۶۰
۱۳۹۵	۴/۱۱	۳/۷۹	۳/۲۶	۱/۹۸	۱/۸۱	۲/۳۵	۰/۴۰	۱/۷۷	۰/۵۵
۱۳۹۶	۵/۰۷	۴/۱۲	۳/۷۷	۲/۰۲	۱/۷۷	۲/۶۱	۰/۳۵	۱/۴۰	۰/۷۰
۱۳۹۷	۵/۳۰	۴/۰۷	۳/۹۳	۲/۰۵	۱/۹۰	۲/۹۴	۰/۳۰	۱/۳۷	۰/۶۲
متوسط دوره	۵/۰۵	۴/۵۸	۴/۳۷	۲/۷۴	۲/۳۸	۳/۶۵	۰/۹۰	۳/۷۸	۱/۰۰

ماخذ: مرکز آمار و محاسبات تحقیق

جدول ۲. خلاصه آمارهای توصیفی متغیرهای عمده تولید ماشین‌آلات و تجهیزات از بخش صنعت ایران

آماره	تعداد کارگاه	اشتغال	دستمزد	ستانده	نهاده	ارزش افزوده	صادرات	سرمایه‌گذاری	انرژی
میانگین	۱۳۴۷	۶۹۵۹۱	۹۰۰۰۲۰۷	۶۵۹۸۷۲۲۳	۴۰۳۳۸۸۸۳	۲۴۳۷۹۳۶۴	۲۳۳۱۰۳۶	۳۲۶۸۳۵۶	۴۷۲۱۳۷
میانه	۱۳۰۳	۷۲۴۱۱	۶۵۲۲۶۳۵	۵۶۹۲۵۳۶۹	۳۳۲۴۳۳۴۴	۲۲۵۳۵۸۸۲	۲۱۶۲۴۱۲	۲۹۳۰۴۴۹	۳۴۲۷۰۰
حداکثر	۱۷۱۲	۷۷۴۹۱	۲۳۰۲۱۴۵۲	۱۴۷۰۰۰۰۰۰	۹۸۵۹۰۵۰۰	۵۸۵۳۴۶۹۸	۴۹۴۲۸۷۹	۶۲۹۶۵۱۲	۱۰۹۹۱۳۴
حداقل	۸۵۵	۵۳۵۷۸	۱۴۵۶۳۹۹	۱۳۸۹۹۰۵۳	۶۷۰۹۰۰۴	۶۷۷۰۸۳۰	۲۴۲۴۱۶	۲۰۷۴۰۳۷	۱۰۷۳۲۸
انحراف معیار	۲۲۷	۶۸۵۲	۶۸۹۵۴۹۸	۴۱۸۳۰۸۶۳	۲۷۳۰۶۳۴۲	۱۵۰۰۸۰۳۶	۱۳۷۷۰۳۹	۱۰۷۹۳۰۶	۳۲۸۹۷۱
چولگی	-۰/۱۹	-۰/۹۴	۰/۸۸	۰/۶۶	۰/۷۷	۰/۸۵	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۷۹
کشیدگی	۲/۵۱	۲/۸۹	۲/۵۰	۲/۳۴	۲/۵۷	۲/۸۹	۲/۰۹	۲/۵۴	۲/۲۸
احتمال	۰/۸۷	۰/۲۸	۰/۳۰	۰/۴۶	۰/۴۱	۰/۳۶	۰/۶۹	۰/۰۶	۰/۳۴
تعداد	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷	۱۷

ماخذ: مرکز آمار و محاسبات تحقیق

جدول (۳). برآورد تابع تولید در صنایع تولید ماشین‌آلات و تجهیزات

ردیف	فعالیت	کشش متوسط			کشش نهائی			کشش جانشینی		
		سرمایه	اشتغال	انرژی	سرمایه	اشتغال	انرژی	سرمایه و اشتغال	سرمایه و انرژی	انرژی و اشتغال
۱	۲۸۱۱	۰/۵۱	۰/۲۳	۰/۲۷	۰/۰۲	۱/۶۲	۰/۱۵	۰/۶۲	-۰/۲۰	۰/۷۷
۲	۲۸۱۳	۰/۲۰	۰/۵۰	۰/۳۲	۰/۰۲	۱/۱۲	۰/۰۴	۰/۴۳	-۰/۰۴	-۰/۱۵
۳	۲۸۱۴	۰/۲۶	۰/۴۲	۰/۳۲	۰/۰۰	۱/۰۳	۰/۷۱	۰/۰۷	۰/۰۱	۰/۴۸
۴	۲۸۱۸	۰/۱۹	۰/۳۴	۰/۴۷	۰/۱۰	۱/۱۴	۰/۰۳	-۰/۷۲	۰/۱۵	-۰/۲۷
۵	۲۸۲۱	۰/۲۸	۰/۳۱	۰/۴۱	۰/۰۱	۱/۱۹	۱/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۸	-۰/۳۹
۶	۲۸۲۳	۰/۴۰	۰/۲۳	۰/۳۸	۰/۲۱	۱/۱۸	۰/۱۳	-۰/۲۰	۰/۰۶	۰/۹۰
۷	۲۸۲۴	۰/۳۶	۰/۳۹	۰/۲۴	۰/۲۱	۰/۳۳	۱/۱۷	۰/۷۹	۰/۲۸	-۰/۴۷
۸	۲۸۲۶	۰/۲۶	۰/۴۱	۰/۳۳	۰/۱۱	۱/۱۶	۰/۴۲	۰/۰۴	۰/۲۴	-۰/۱۷
۹	۲۸۲۹	۰/۳۷	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۲۲	۱/۱۳	۱/۱۲	۰/۳۰	-۰/۸۹	-۰/۷۷

ماخذ: محاسبات تحقیق

در فعالیت تولید موتور و توربین، بجز موتورهای وسایل نقلیه هوایی، خودرو و موتور سیکلت (۲۸۱۱)، کشش متوسط تولید نسبت به موجودی سرمایه، اشتغال و انرژی به ترتیب با ۰/۵۱، ۰/۲۳ و ۰/۲۷ برابر است که می‌توان گفت با فرض ثبات سایر شرایط با افزایش یک درصد در موجودی سرمایه، اشتغال و انرژی، تولید در این فعالیت به ترتیب ۰/۵۱، ۰/۲۳ و ۰/۲۷ درصد افزایش خواهد یافت، کشش‌های نهایی هر سه نهاده مثبت است، بعلاوه، کشش‌های جانشینی متغیرهای انرژی و اشتغال و نیز سرمایه و اشتغال مثبت است که دلالت بر اثرات جانشین بودن بین این نهاده‌ها در تولید موتور و توربین، بجز موتورهای وسایل نقلیه هوایی، خودرو و موتور سیکلت دارد، کشش‌های جانشینی متغیرهای سرمایه و انرژی منفی است و دلالت بر اثرات مکملی بین آن‌ها در فعالیت مذکور دارد.

در فعالیت تولید پمپ‌ها، کمپرسورها، شیرها و سوپاپ‌ها (۲۸۱۳)، کشش متوسط تولید نسبت به موجودی سرمایه، اشتغال و انرژی به ترتیب با ۰/۲۰، ۰/۵۰ و ۰/۳۲ برابر است، کشش‌های نهایی هر سه نهاده موجودی سرمایه، نیروی کار و انرژی مثبت است. کشش‌های جانشینی متغیرهای سرمایه و اشتغال مثبت است که دلالت بر اثرات جانشین بودن بین این نهاده‌ها در تولید سایر پمپ‌ها، کمپرسورها، شیرها و سوپاپ‌ها و کشش‌های جانشینی متغیرهای سرمایه و انرژی و انرژی و اشتغال منفی است و دلالت بر اثرات مکملی بین آن‌ها در فعالیت مذکور دارد.

در فعالیت تولید یاتاقان، چرخ دنده و دیفرانسیل (۲۸۱۴)، کشش متوسط تولید نسبت به موجودی سرمایه، اشتغال و انرژی به ترتیب با ۰/۲۶، ۰/۴۲ و ۰/۳۲ برابر است، کشش‌های نهایی هر دو نهاده موجودی سرمایه و اشتغال مثبت است، کشش‌های جانشینی بین متغیرهای انرژی و اشتغال، سرمایه و اشتغال و سرمایه و انرژی مثبت است که دلالت بر اثرات جانشینی بین هر جفت نهاده در تولید یاتاقان، چرخ دنده و دیفرانسیل دارد.

در فعالیت تولید ابزار دستی موتوردار، تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد عام (۲۸۱۸)، کشش متوسط تولید نسبت به موجودی سرمایه، اشتغال و انرژی به ترتیب برابر ۰/۱۹، ۰/۳۴ و ۰/۴۷ است، کشش نهایی (بهره‌وری نهایی) هر سه نهاده مثبت است. کشش‌های جانشینی متغیرهای سرمایه و اشتغال و انرژی و اشتغال منفی است که دلالت بر اثرات مکمل بودن بین این نهاده‌ها در تولید ابزار دستی موتوردار، تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد عام دارد، کشش جانشینی متغیرهای اشتغال و انرژی مثبت است و دلالت بر اثرات جانشین بودن بین آن‌ها در فعالیت مذکور دارد.

در فعالیت تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگلداری (۲۸۲۱)، کشش متوسط تولید نسبت موجودی سرمایه، اشتغال و انرژی به ترتیب برابر ۰/۲۸، ۰/۳۱ و ۰/۴۱ است، کشش‌های جانشینی بین متغیرهای انرژی و سرمایه مثبت است که دلالت بر اثرات جانشین بودن بین نهاده‌ها در تولید ماشین‌آلات

کشاورزی و جنگلداری دارد، کشش‌های جانشینی متغیرهای اشتغال و انرژی منفی است و دلالت بر اثرات مکمل بودن بین آن‌ها در فعالیت مذکور دارد.

در فعالیت تولید ماشین‌آلات متالوژی-ذوب فلزات (۲۸۲۳)، کشش متوسط تولید نسبت به موجودی سرمایه، اشتغال و انرژی به ترتیب برابر ۰/۴۰، ۰/۲۳ و ۰/۳۸ است، موجودی سرمایه اثرگذارترین نهاده تولید و نهاده اشتغال به‌عنوان کم اثرترین نهاده تولید در این فعالیت است (یک واحد موجودی سرمایه در تولید ماشین‌آلات متالوژی-ذوب فلزات بیشتر از سایر متغیرها و یک واحد اشتغال، کمتر از سایر متغیرها بر این فعالیت موثر است). کشش‌های جانشینی متغیرهای انرژی و اشتغال و موجودی سرمایه و انرژی مثبت است و دلالت بر اثرات جانشین بودن آن‌ها در تولید ماشین‌آلات متالوژی-ذوب فلزات دارد.

در فعالیت تولید ماشین‌آلات استخراج معدن و ساختمان (۲۸۲۴)، کشش متوسط تولید نسبت به اشتغال معنی‌دار نیست. کشش متوسط تولید نسبت به موجودی سرمایه، اشتغال و انرژی به ترتیب برابر ۰/۳۶، ۰/۳۹ و ۰/۲۴ است، کشش‌های نهایی هر سه نهاده مثبت است، کشش‌های جانشینی متغیرهای انرژی و سرمایه و نیز سرمایه و اشتغال مثبت است که دلالت بر اثرات جانشین بودن بین این نهاده‌ها در تولید ماشین‌آلات استخراج معدن و ساختمان دارد و کشش‌های جانشینی متغیرهای اشتغال و انرژی منفی است و دلالت بر اثرات مکملی بین آن‌ها در فعالیت مذکور دارد.

در فعالیت تولید ماشین‌آلات برای تولید منسوجات و البسه و چرم (۲۸۲۶)، کشش متوسط تولید نسبت به موجودی سرمایه، اشتغال و انرژی به ترتیب برابر ۰/۲۶، ۰/۴۱ و ۰/۳۳ درصد است، کشش‌های نهایی هر سه نهاده مثبت است. کشش‌های جانشینی متغیرهای موجودی سرمایه و انرژی منفی است که دلالت بر اثرات مکمل بودن بین این نهاده‌ها در تولید ماشین‌آلات برای تولید منسوجات و البسه و چرم دارد، کشش‌های جانشینی متغیرهای انرژی و اشتغال و موجودی سرمایه و اشتغال مثبت است و دلالت بر اثرات جانشین بودن آن‌ها در تولید تولید ماشین‌آلات برای تولید منسوجات و البسه و چرم دارد.

جدول (٤). تولید متوسط انرژی در بخش تولید ماشین‌آلات و تجهیزات

ردیف	فعالیت	کل انرژی	گازوئیل	گاز طبیعی	بنزین	برق	سایر انرژی‌ها
۱	۲۸۱۱	۰/۲۵۸	۰/۰۰۹	۰/۰۴۷	۰/۰۰۶	۰/۱۶۷	۰/۰۳۰
۲	۲۸۱۳	۰/۳۱۴	۰/۰۱۶	۰/۰۵۲	۰/۰۱۴	۰/۲۱۵	۰/۰۱۵
۳	۲۸۱۴	۰/۳۱۶	۰/۰۲۰	۰/۰۵۲	۰/۰۱۴	۰/۲۱۶	۰/۰۱۵
۴	۲۸۱۸	۰/۴۷۵	۰/۰۳۴	۰/۰۸۵	۰/۰۳۳	۰/۳۰۱	۰/۰۲۰
۵	۲۸۲۱	۰/۴۱۲	۰/۰۴۴	۰/۰۹۸	۰/۰۳۹	۰/۲۱۰	۰/۰۲۲
۶	۲۸۲۳	۰/۳۷۴	۰/۰۲۷	۰/۰۷۶	۰/۰۳۱	۰/۲۲۸	۰/۰۱۳
۷	۲۸۲۴	۰/۲۴۱	۰/۰۳۰	۰/۰۳۶	۰/۰۱۹	۰/۱۳۵	۰/۰۲۱
۸	۲۸۲۶	۰/۳۱۱	۰/۰۱۴	۰/۰۸۱	۰/۰۱۳	۰/۱۹۵	۰/۰۰۸
۹	۲۸۲۹	۰/۳۱۷	۰/۰۱۸	/۰۴۰	۰/۰۲۱	۰/۲۲۸	۰/۰۱۲
متوسط		۰/۳۳۵	۰/۰۲۴	۰/۰۶۳	۰/۰۲۱	۰/۲۱۱	۰/۰۱۷

ماخذ: محاسبات تحقیق

در فعالیت تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد خاص (۲۸۲۹)، کشش متوسط تولید نسبت به موجودی سرمایه، اشتغال و انرژی به ترتیب برابر ۰/۳۷، ۰/۳۲ و ۰/۳۲ است، کشش نهایی (بهره‌وی نهایی) هر سه نهاده در فعالیت مذکور مثبت است.

کشش‌های جانشینی متغیرهای سرمایه و اشتغال مثبت و نشان از اثرات جانشین بودن این نهاده‌ها در تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد خاص دارد. هم‌چنین، کشش‌های جانشینی متغیرهای سرمایه و انرژی و نیز انرژی و اشتغال منفی هستند و دلالت بر اثرات مکمل بودن عوامل تولید در این فعالیت است.

با توجه به اهمیت مبحث انرژی در بخش تولید ماشین‌آلات و تجهیزات اقتصاد ایران، تولید متوسط انواع انرژی را به تفکیک کل انرژی، گازوئیل، گاز طبیعی، بنزین، برق و سایر انرژی‌ها را به تفکیک نه فعالیت مورد نظر این تحقیق که از تخمین تابع تولید در دوره (۴)۹۷- (۱)۱۳۸۱ بدست آمده است ارائه می‌گردد.

بیشترین تولید متوسط انرژی در فعالیت‌های بخش تولید ماشین‌آلات و تجهیزات صنعت ایران در دوره (۴)۹۷- (۱)۱۳۸۱ به ترتیب مربوط به فعالیت‌های (تولید ابزار دستی موتوردار، تولید ماشین‌آلات با کاربرد عام با کد ۲۸۱۸ برابر (۰/۴۷۵) و تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگل‌داری با کد ۲۸۲۱ برابر (۰/۴۱۲) و کمترین تولید متوسط انرژی نیز مربوط به تولید ماشین‌آلات استخراج معدن و ساختمان با کد ۲۸۲۴ برابر (۰/۲۴۱) است)، میانگین تولید متوسط انرژی نیز برابر (۰/۳۳۵) است.

بیشترین تولید متوسط گازوئیل در فعالیت‌های بخش تولید ماشین‌آلات و تجهیزات صنعت ایران در دوره (۴)۹۷- (۱)۱۳۸۱ به ترتیب مربوط به فعالیت‌های؛ تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگل‌داری با کد ۲۸۲۱ برابر (۰/۰۴۴)، تولید ابزار دستی موتوردار، تولید ماشین‌آلات با کاربرد عام با کد ۲۸۱۸ برابر (۰/۰۳۴) و کمترین تولید متوسط گازوئیل نیز مربوط به فعالیت تولید موتور و توربین، بجز موتورهای وسایل نقلیه هوایی، خودرو و موتورسیکلت با کد ۲۸۱۱ برابر (۰/۰۰۹) است، میانگین تولید متوسط گازوئیل نیز برابر (۰/۰۲۴) است.

بیشترین تولید متوسط گاز طبیعی در فعالیت‌های بخش تولید ماشین‌آلات و تجهیزات صنعت ایران در دوره (۴)۹۷- (۱)۱۳۸۱ به ترتیب مربوط به فعالیت‌های؛ تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگل‌داری (۰/۰۹۸) و تولید ابزار دستی موتوردار، تولید ماشین‌آلات با کاربرد عام (۰/۰۸۵) و کمترین تولید متوسط گاز طبیعی نیز مربوط به فعالیت تولید ماشین‌آلات استخراج معدن و ساختمان (۰/۰۳۶) است، میانگین تولید متوسط گاز طبیعی نیز برابر (۰/۰۶۳) است.

بیشترین تولید متوسط بنزین در در فعالیت‌های بخش تولید ماشین‌آلات و تجهیزات صنعت ایران در دوره (۴)۹۷- (۱)۱۳۸۱ به ترتیب مربوط به فعالیت‌های؛ تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگل‌داری (۰/۰۳۹)، تولید ابزار دستی موتوردار، تولید ماشین‌آلات با کاربرد عام (۰/۰۳۳) و کمترین تولید متوسط بنزین نیز مربوط به فعالیت تولید موتور و توربین، بجز موتورهای وسایل نقلیه هوایی، خودرو و موتورسیکلت (۰/۰۰۶) است، میانگین تولید متوسط بنزین نیز برابر (۰/۰۲۱) است.

بیشترین تولید متوسط برق در فعالیت‌های بخش تولید ماشین‌آلات و تجهیزات صنعت ایران در دوره (۴)۹۷- (۱)۱۳۸۱ به ترتیب مربوط به فعالیت‌های؛ تولید موتور و توربین، بجز موتورهای وسایل نقلیه هوایی، خودرو و موتورسیکلت (۰/۳۰۲) و تولید تولید ماشین‌آلات متالوژی و ذوب فلزات (۰/۲۲۸) و کمترین تولید متوسط برق مربوط به فعالیت تولید ماشین‌آلات استخراج معدن و ساختمان (۰/۱۳۵) است، میانگین تولید متوسط برق نیز برابر (۰/۲۱۱) است.

بیشترین تولید متوسط سایر انرژی‌ها (گاز مایع، نفت کوره و زغال سنگ) در فعالیت‌های بخش تولید ماشین‌آلات و تجهیزات صنعت ایران در دوره (۴)۹۷- (۱)۱۳۸۱ به ترتیب مربوط به فعالیت‌های؛ تولید موتور و توربین، بجز موتورهای وسایل نقلیه هوایی، خودرو و موتورسیکلت (۰/۰۳۰) و تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگل‌داری (۰/۰۲۲) و کمترین تولید متوسط سایر انرژی‌ها مربوط به فعالیت تولید ماشین‌آلات برای تولید منسوجات و البسه و چرم (۰/۰۰۸) است، میانگین تولید متوسط سایر انرژی‌ها (گاز مایع، نفت کوره و زغال سنگ) نیز برابر (۰/۰۱۷) است.

٦- خلاصه و جمع‌بندی

در این مطالعه تابع تولید صنایع تولید ماشین‌آلات و تجهیزات در کدهای منتخب چهار رقمی ISIC برای دوره (۴)۹۷-(۱)۱۳۸۱ برآورد گردید. نتایج تخمین تابع تولید ترانسلوگ در نه فعالیت تولید صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات دارای ۱۰ نفر کارکن و بیشتر بخش تولید ماشین‌آلات و تجهیزات صنعت ایران نشان داد کشش‌های نهایی هر سه نهاده نیروی کار، انرژی و موجودی سرمایه برای تمام فعالیت‌های تولیدی مورد بررسی مثبت است. در این میان، کشش نهایی موجودی سرمایه در اکثر فعالیت‌ها کم‌تر از کشش

نهایی (بهره‌وری نهایی) دو نهاده دیگر بوده است. در حالی‌که، تقریباً در همه فعالیت‌ها نهاده اشتغال بیشترین بهره‌وی نهایی را داشته است.

بررسی کشش‌های متوسط نهاده‌ها نشان داده است که در سه فعالیت، تولید پمپ‌ها، کمپرسورها، شیرها و سوپاپ‌ها (۲۸۱۳)، تولید یاتاقان، چرخ دنده و دیفرانسیل (۲۸۱۴)، تولید ماشین‌آلات برای تولید منسوجات و البسه و چرم (۲۸۲۶) به ترتیب دو نهاده اشتغال و انرژی بیشترین بازدهی متوسط را به خود اختصاص دادند و از سوی دیگر، در سه فعالیت، تولید موتور و توربین، بجز موتورهای وسایل نقلیه هوایی، خودرو و موتور سیکلت (۲۸۱۱)، تولید ماشین‌آلات متالوژی-ذوب فلزات (۲۸۲۳) و تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد خاص (۲۸۲۹)، کشش متوسط تولید به ترتیب نسبت به موجودی سرمایه و انرژی بیش‌ترین سهم را داشته است و این در حالی است که در دو فعالیت تولید ابزار دستی موتوردار، تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد عام (۲۸۱۸) و تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگلداری (۲۸۲۱)، نهاده انرژی و سپس اشتغال بیشترین بهره‌وری متوسط را دارا هستند.

نتایج مدل در خصوص کشش‌های جانشینی حاکی از آن است در فعالیت‌های تولید یاتاقان، چرخ دنده و دیفرانسیل (۲۸۱۴)، تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگلداری (۲۸۲۱)، تولید ماشین‌آلات استخراج معدن و ساختمان (۲۸۲۴) و تولید ماشین‌آلات برای تولید منسوجات و البسه و چرم (۲۸۲۶)، ضرایب تخمین زده شده برای کشش‌های جانشینی بین نهاده‌های موجودی سرمایه و اشتغال و همچنین کشش‌های جانشینی بین نهاده‌های موجودی سرمایه و انرژی مثبت است که دلالت بر وجود اثرات جانشین بودن بین این نهاده‌ها دارد. در حالی‌که، در فعالیت‌های تولید پمپ‌ها، کمپرسورها، شیرها و سوپاپ‌ها (۲۸۱۳) و تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد خاص (۲۸۲۹)، تنها بین دو نهاده موجودی سرمایه و اشتغال رابطه جانشینی برقرار است. برای فعالیت تولید ابزار دستی موتوردار، تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد عام (۲۸۱۸) نیز تنها بین دو نهاده موجودی سرمایه و انرژی رابطه جانشینی برقرار است. از سوی دیگر، روابط جانشینی بین نهاده‌های انرژی و اشتغال برای سه فعالیت تولید یاتاقان، چرخ دنده و دیفرانسیل (۲۸۱۴)، تولید موتور و توربین، بجز موتورهای وسایل نقلیه هوایی، خودرو و موتور سیکلت (۲۸۱۱) و تولید ماشین‌آلات متالوژی-ذوب فلزات (۲۸۲۳) مشاهده شده است. شایان ذکر است فعالیت تولید یاتاقان، چرخ دنده و دیفرانسیل (۲۸۱۴) از اثرات جانشینی بین تمام نهاده‌های تولید برخوردار است.

بعلاوه، در این مطالعه با توجه به اهمیت مبحث انرژی در بخش تولید ماشین‌آلات و تجهیزات اقتصاد ایران، تولید متوسط انواع انرژی به تفکیک کل انرژی، گازوئیل، گاز طبیعی، بنزین، برق و سایر انرژی‌ها به تفکیک نه فعالیت برآورد گردیده است. نتایج حاکی از آن است که بیشترین تولید متوسط انرژی به ترتیب مربوط به فعالیت‌های تولید ابزار دستی موتوردار، تولید ماشین‌آلات با کاربرد عام با کد ۲۸۱۸ برابر (۰/۴۸) و تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگل‌داری با کد ۲۸۲۱ برابر (۰/۴۱) و کمترین تولید متوسط انرژی نیز مربوط به تولید ماشین‌آلات استخراج معدن و ساختمان با کد ۲۸۲۴ برابر (۰/۲۴) است، میانگین تولید متوسط انرژی نیز برابر (۰/۳۴) است. نتایج جزئی‌تر به تفکیک انواع انرژی نشان‌دهنده ضرایب بزرگ‌تر تولید متوسط انرژی برق و پس از آن گاز طبیعی در میان سایر انواع انرژی برای همه فعالیت‌های تولیدی است. بیشترین تولید متوسط برق و گاز طبیعی به ترتیب مربوط به فعالیت‌های تولید ابزار دستی موتوردار، تولید ماشین‌آلات با کاربرد عام با کد ۲۸۱۸ برابر (۰/۳۰۲) و تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگل‌داری با کد ۲۸۲۱ برابر (۰/۰۹۸) است. پس از این دو، گازوئیل و بنزین در فعالیت‌های بخش تولید ماشین‌آلات و تجهیزات صنعت ایران در دوره (۴)۹۷- (۱)۱۳۸۱ حائز اهمیت هستند. به‌طوری‌که بیشترین تولید متوسط گازوئیل و بنزین مربوط به فعالیت تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگل‌داری با کد ۲۸۲۱ به ترتیب برابر (۰/۰۴۴) و (۰/۰۳۹) است

توصیه‌های سیاستی

از آنجای‌که در فعالیت‌های تولید پمپ‌ها، کمپرسورها، شیرها و سوپاپ‌ها (۲۸۱۳)؛ تولید یاتاقان، چرخ دنده و دیفرانسیل (۲۸۱۴)؛ تولید ماشین‌آلات استخراج معدن و ساختمان (۲۸۲۴)؛ و تولید ماشین‌آلات برای تولید منسوجات و البسه و چرم (۲۸۲۶)؛ کشش متوسط تولید نهاده اشتغال، بیشتر از سایر نهاده‌ها است؛ به عبارتی اشتغال بالاترین بهره‌وری

متوسط را در این فعالیت‌ها دارد. مقدار بالای تولید به ازاء هر واحد نهاده اشتغال در هر سطحی از تولید مبین آن است که تغییرات به کارگیری نیروی کار می‌تواند آثار ملموسی در تولید داشته باشد و باید در اتخاذ سیاست‌های مرتبط با اشتغال در این فعالیت‌ها با دقت بیشتری عمل نمود.

در فعالیت‌های تولید موتور و توربین بجز موتورهای وسایل نقلیه هوایی، خودرو و موتورسیکلت (۲۸۱۱)؛ تولید ماشین‌آلات متالوژی-ذوب فلزات (۲۸۲۳)؛ و تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد خاص (۲۸۲۹) بهره‌وری متوسط موجودی سرمایه بیشتر از سایر نهاده‌ها است؛ به عبارتی موجودی سرمایه بالاترین بهره‌وری متوسط را در این فعالیت‌ها دارد و به منظور افزایش بهره‌وری تولید در این فعالیت‌ها می‌توان موجودی سرمایه را افزایش داد البته تا حدی که میزان این افزایش، منجر به افزایش در تولید شود.

در فعالیت‌های تولید ابزار دستی موتوردار، تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد عام (۲۸۱۸)؛ تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگلداری (۲۸۲۱) نهاده انرژی بالاترین بهره‌وری متوسط را داراست و به منظور افزایش تولید در این فعالیت‌ها می‌توان افزایش استفاده از انرژی را در پیش گرفت. نکته حائز اهمیت آن است که این میزان تغییر در به کار بردن انرژی باید تا زمانی اعمال شود که افزایش استفاده از انرژی به افزایش تولید منجر شود.

با توجه به آن‌که در تمامی کدهای فعالیت‌های تولید صنایع تولید ماشین‌آلات و تجهیزات به استثنای فعالیت تولید ماشین‌آلات استخراج معدن و ساختمان (۲۸۲۴)، کشش نهائی اشتغال یا بهره‌وری نهایی اشتغال بیشتر از نهاده‌های سرمایه و انرژی است، بنابراین می‌توان جهت افزایش تولید کل، اقدام به افزایش استخدام نیروی‌کار کرد به شرطی که از نظر اقتصادی دارای توجیه باشد که این امر مستلزم مقایسه درآمد و هزینه مربوط به آن تغییر است.

در فعالیت‌های تولید موتور و توربین بجز موتورهای وسایل نقلیه هوایی، خودرو و موتورسیکلت (۲۸۱۱)؛ تولید پمپ‌ها، کمپرسورها، شیرها و سوپاپ‌ها (۲۸۱۳)؛ تولید یاتاقان، چرخ دنده و دیفرانسیل (۲۸۱۴)؛ تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگلداری (۲۸۲۱)؛ تولید صنایع تولید ماشین‌آلات و تجهیزات به استثنای فعالیت تولید ماشین‌آلات استخراج معدن و ساختمان (۲۸۲۴)؛ تولید ماشین‌آلات برای تولید منسوجات و البسه و چرم (۲۸۲۶)؛ و تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد خاص (۲۸۲۹) دو نهاده سرمایه و اشتغال جانشین یکدیگرند با این ملاحظه که درجه جانشینی آن‌ها ضعیف است و به این علت، نتایج قابل قبولی از اعمال سیاست‌های جایگزین کردن این دو نهاده به منظور افزایش تولید، حاصل نخواهد شد. همچنین سیاست‌های تغییر قیمت نهاده‌ها با قابلیت جانشینی ضعیف بین نهاده‌ها در این فعالیت‌ها ممکن است سبب کاهش میزان تولید شود.

نهاده‌های سرمایه و انرژی در فعالیت‌های تولید یاتاقان، چرخ دنده و دیفرانسیل (۲۸۱۴)؛ تولید ابزار دستی موتوردار، تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد عام (۲۸۱۸)؛ تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگلداری (۲۸۲۱)؛ تولید ماشین‌آلات متالوژی-ذوب فلزات (۲۸۲۳)؛ تولید ماشین‌آلات استخراج معدن و ساختمان (۲۸۲۴)؛ و تولید ماشین‌آلات برای تولید منسوجات و البسه و چرم (۲۸۲۶)؛ جانشین یکدیگرند اما درجه جانشینی بین آن‌ها ضعیف است و سیاست‌های تغییر استفاده از یک نهاده با فرض جایگزینی نهاده دیگر به منظور افزایش تولید و یا حفظ میزان تولید فعلی، مثمر ثمر نخواهد بود.

دو نهاده انرژی و اشتغال در فعالیت‌های تولید موتور و توربین بجز موتورهای وسایل نقلیه هوایی، خودرو و موتورسیکلت (۲۸۱۱)؛ تولید یاتاقان، چرخ دنده و دیفرانسیل (۲۸۱۴)؛ و تولید ماشین‌آلات متالوژی-ذوب فلزات (۲۸۲۳)؛ جانشین یکدیگرند و درجه جانشینی به استثنای کد (۲۸۱۴) نزدیک به یک است و با تغییر استفاده از یک نهاده به منظور جانشینی آن با نهاده دیگر در شرایط تغییر قیمت نهاده‌ها و یا کمیابی نهاده‌ها به منظور افزایش تولید با حفظ سطح تولید فعلی، می‌توان نتایج قابل قبولی را حاصل نمود.

در تمام فعالیت‌های تولید صنایع تولید ماشین‌آلات و تجهیزات، انرژی برق و سپس گاز طبیعی دارای بیشترین تولید متوسط بوده‌اند یعنی محصول تولید شده به ازاء هر واحد از برق و سپس گاز طبیعی بیشتر از سایر انرژی‌ها بوده است؛ لذا می‌توان به اهمیت انرژی برق و سپس گاز طبیعی در تولیدات این فعالیت‌ها پی برد و در اعمال سیاست‌های تغییر استفاده از این انرژی‌ها تبعات کاهشی یا افزایشی در تولید را نیز در نظر گرفت.

در میان فعالیت‌های تولید صنایع تولید ماشین‌آلات و تجهیزات، بالاترین اهمیت انرژی‌های برق و گاز طبیعی به

ترتیب در تولیدات فعالیت‌های تولید ابزار دستی موتوردار، تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد عام (۲۸۱۸) و تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگلداری (۲۸۲۱) بوده است. بنابراین باید متوجه بود که سیاست‌های مرتبط با انرژی برق در تولیدات فعالیت (۲۸۱۸) بالاترین تأثیر را نسبت به سایر فعالیت‌ها خواهد داشت و اگر حمایت از تولیدات این فعالیت مطرح است نباید سیاست‌هایی همچون کاهش استفاده از انرژی برق که منجر به کاهش بیشتر تولیدات این فعالیت می‌شود را به کار بست. هم‌چنین سیاست‌های تغییر استفاده از گاز طبیعی بالاترین تأثیر را در تولیدات فعالیت (۲۸۲۱) خواهد داشت.

منابع

اسلاملوئیان، کریم و استادزاد، علی‌حسین (۱۳۹۵). برآورد تابع تولید مناسب برای ایران با وجود نهاده انرژی و تحقیق و توسعه: روش الگوریتم ژنتیک، فصلنامه پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)، ۱۶(۱):۴۸-۲۱.

سیدنظری، مریم و فلسفیان، آزاده (۱۳۹۸). اندازه گیری کارایی فنی زعفرانکاران شهرستان مرند. دومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی کشاورزی

عطرکار روشن، صدیقه و رسولی, فاطمه (۱۳۹۴). اندازه گیری و تحلیل بهره‌وری عوامل تولید (مطالعه موردی: بخش صنعت استان کردستان). مدیریت بهره‌وری، تابستان، ۷-۲۶.

محتشمی، تکتم؛ کرباسی، علیرضا و زنده‌دره غریبی، بهاره (۱۳۹۵). تحلیل اقتصادی تولید و مقایسه کارایی فنی مزارع کوچک و بزرگ زعفران در استان خراسان رضوی، زراعت و فناوری زعفران، ۴ (۲)، ۱۱۹-۱۳۲.

نورانی‌آزاد، سمانه و خدادادکاشی، فرهاد (۱۳۹۸). ارزیابی کارایی و رشد بهره‌وری صنعت حمل و نقل مسافربری: کاربرد تابع تجزیه‌پذیر مرزی. فصلنامه برنامه‌ریزی و بودجه. ۲۴ (۲): ۵۸-۳۱.

مرکز آمار ایران، نتایج آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی دارای ۱۰ نفر کارکن و بیشتر، سال‌های مختلف ، https://www.amar.org.ir.

Alvarez, M. & Lawrence, N. D. (2009). Sparse convolved Gaussian processes for multi-output regression. In NIPS 21, 57–64.

Barua, A., Goldar, B. and Sharma, H. (2015). The Role of Technological Conditions of Production in Explaining India's Manufacturing Growth, 1998-99 to 2007-08: Some Policy Perspectives. Jawaharlal Nehru University, 4, 1-49.

Christensen, L. R., Jorgenson, D. W. & Lau, L. J. (1973). Transcendental Logarithmic Production Frontiers, 29-45.

Erickson, K., Moss, C. B., Nehring, R. & Eldon B. (2003). A Translog Cost Function Analysis of U. S Agriculture: 1948-99, For Presentation at the Western Agricultural Economics Association Annual Meetings In Denver, Colorado.

Gallant, A. R. (1981). On the Bias in Flexible Functional Forms and an Essentially Unbiased Form: The Fourier Flexible Form, Journal of Econometrics 15, 211-45

Guilkey, D. K, & Lovell C. A. (1980). On the Flexibility of the Translog Approximation, International Economic Review, 21, 137-14

Kim, H. Y. (1992). The Translog Production Function and Variable Returns to Scale. The Review of Economics and Statistics, 74(3), 546-552.

Kim, K. (2019). Investigation of Japanese electricity industry using a CGE model of translog function. Economic Structures,8.

Önalan, K. and Basegmez, H. (2020). Estimation of Effect on Gross Domestic Product of Production Factors Using CES and Translog Production Functions: An Application to China Economy. Research Square

Songur, M. and Elmas, F. (2017). Cobb-Douglas, CES, VES ve Translog Üretim Fonksiyonlarının Tahminleri Üzerine Genel Bir Değerlendirme. Bulletin of Economic Theory and Analysis, 2(3), 235-278.

Stern, D. I. (1994). Accuracy of the Translog Function, Applied Economics Letters, 1, 172-174.

Umar, H., Girei, A. and Yakubu, D. (2017). Comparison of Cobb-Douglas and Translog frontier models in the analysis of technical efficiency in dry-season tomato production, (AJOL), 17 (2). 67-77.

Wales, T. J. (1977). On the Flexibility of Flexible Functional Forms: An Empirical Approach, Journal of Econometrics 5, 183-93.

White, H. (1980). Using Least Squares to Approximate Unknown Regression Functions, Inter- national Economic Review, 21, 149-170.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی