فصلنامه مدلسازی اقتصادی (سال هشتم، شماره ٤ «پیاپی ۲۸»، زمستان ۱۳۹۳، صفحات ۱۱٦-۱۰۳)

بررسی کارایی فنی صنایع ایران و جایگاه صنایع با فناوری بالا در آن

مهدی رضائی*، حسن ولی‌بیگی**، پریسا یعقوبی منظری+

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۳/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۳۰

چکیده

هدف این مقاله برآورد کارایی فنی صنایع ایران و بررسی جایگاه صنایع با فناوری بالا از این لحاظ است. این مقاله به برآورد کارایی فنی ۱۲۳ صنعت ایران، از جمله ۱۰ صنعت با فناوری بالا برای دوره ۸۹-۱۳۸۷ پرداخت و برای این منظور از تابع تولید مرزی استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که متوسط کارایی فنی صنایع کشور طی دوره مورد بررسی، مقدار ۰/٤ است که از بین صنایع مورد بررسی، ٤۹ صنعت، شامل ٦ صنعت از ۱۰ صنعت با فناوری بالا، دارای کارائی فنی بالاتر از متوسط می‌باشند. صنایع "تولید ابزارهای اپتیکی و تجهیزات عکاسی" و "تولید وسایل نقلیه هوایی و فضایی" نسبت به سایر صنایع منتخب دارای بالاترین کارایی می‌باشند.

طبقه‌بندی JEL: O10, O14, O20, O30

واژگان کلیدی: کارایی فنی، تابع تولید مرزی، صنایع با فناوری بالا.

* عضو هیت علمی موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی(نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: mehdirezai@gmail.com

** عضو هیت علمی موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، پست الکترونیکی: hassan.valibeigi@gmail.com

+ عضو هیت علمی موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، پست الکترونیکی: pyaghobi@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

شناخت کافی از وضعیت عملکرد صنایع مختلف، سیاست‌گذاران را در جهت بهبود وضعیت بخش‌های صنعتی کمک می‌نماید. یکی از شاخص‌های عملکرد صنایع، شاخص کارایی فنی[1] است که به ایجاد بیشترین ستانده ممکن از نهاده‌های در دسترس اشاره دارد. داشتن تصویری از وضعیت کارایی به عنوان یک شاخص در کنار بقیه مولفه‌ها، می‌تواند به سیاست‌گذاران، برای گزینش صنایع در جهت اهداف توسعه‌ای و نیز رفع ناکارایی صنایعی که از دیگر جهات، عملکرد اقتصادی بهتری دارد، کمک نماید. در صورتی که یک فعالیت صنعتی از برخی از جنبه‌ها، نظیر صادرات و یا اشتغال‌زایی، برای ایران اهمیت داشته باشد، با تحلیل وضعیت کارایی فعالیت‌های صنعتی و بررسی جایگاه صنعت مورد نظر در بین سایر فعالیت‌ها، می‌توان پی برد که صنعت مورد نظر در مقایسه با سایر صنایع، توانسته است از منابع تولید در دسترس، بیشترین ستانده را ایجاد کند یا خیر؟ از آنجا که صنعت مورد نظر، از برخی از جنبه‌ها برای توسعه کشور اهمیت دارد، با این مقایسه در صورت ناکارایی فنی آن در مقایسه با سایر صنایع، می‌توان به افزایش کارایی آن اقدام نمود.

یکی از مولفه‌هایی که بر سطح توسعه کشور موثر است و از سوی دیگر خود یک شاخص توسعه‌ای محسوب می‌گردد، تولید محصولات با فناوری بالاست.[2] تولید محصولات با فناوری بالا در مقایسه با تولید سایر محصولات، دانش بیشتری به کار گرفته می‌شود و از این‌رو، تولید این گونه محصولات همراه با پردازش بیشتر مواد خام و واسطه‌ای می‌باشد و از این لحاظ، تاثیر آن بر درآمد ملی چشم‌گیر است. با توجه به اهمیتی که این صنایع برای هر کشور از جمله کشور ما دارد، بررسی کارایی فنی این صنایع و جایگاه آنها در بین سایر صنایع به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا عوامل بهبود دهنده کارایی آنها بهبود یابد. این مقاله به تخمین کارایی فنی ۱۲۳ فعالیت صنعتی

[1] Technical Efficiency

[2] به طوری کلی صنایع با فناوری بالا، بر حسب اندازه سهم مخارج تحقیق و توسعه در ارزش افزوده و سهم این گونه مخارج در کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای به‌کار رفته در محصولات تولیدی فعالیت‌های صنعتی تعیین می‌شود. بر اساس طبقه‌بندی سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (۱۹۹۷)، بر حسب طبقه‌بندی ISIC ویرایش سوم، فعالیتهای صنعتی" تولید وسایل نقلیه هوایی و فضایی" (کد ۳۵۳)، " تولید دارو" (کد ۲٤۲۳)، " تولید ماشین‌آلات اداری، حسابگر و محاسباتی"(کد ۳۰)، "تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی" (کد۳۲) و "تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ابزار دقیق اندازه‌گیری و ساعت مچی و انواع ساعت دیگر" (کد ۳۳)، فعالیت‌های صنعتی با فناوری بالا محسوب و محصولات حاصل از این فعالیت‌ها، محصولات با فناوری بالا گفته می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

ایران طی ۸۹-۱۳۸۷ می‌پردازد و این فعالیت‌ها را از این نظر، رتبه‌بندی و سپس جایگاه صنایع با فناوری بالا در میان سایر صنایع کشور مشخص می‌کند.

۲. ادبیات موضوع

اگنر، لاول و اسمیت[1] (۱۹۹۷) به اندازه‌گیری کارایی با استفاده از روش تابع تولید مرزی[2] تصادفی برای بخش کشاورزی طی دوره ۶۵-۱۹۶۰ با استفاده از تابع تولید کاب- داگلاس برای داده‌های مقطعی پرداخته‌اند. آنان براین اساس این الگو را پیشنهاد دادند که ممکن است انحرافات از تولید مرزی تحت کنترل بنگاه‌های تولیدی نباشند پس باید اثرات آن نیز تخمین زده شود. موزن و بروک[3] (۱۹۹۷) نیز در تحقیقی مستقل با عنوان "تخمین کارائی فنی با استفاده از تابع تولید کاب- داگلاس" مانند اگنر، لاول و اسمیت با استفاده از تابع تولید کاب- داگلاس به اندازه‌گیری کارایی فنی صنایع تولیدی فرانسه طی سال‌های ۷۰-۱۹۶۲ برای داده‌های مقطعی پرداختند، در این دو مدل جمله خطا حاوی دو جز بود: یک جز تصادفی[4] و دیگری جزء مربوط به اندازه‌گیری کارایی (ناکارایی) فنی، مدل آن‌ها را می‌توان به صورت زیر معرفی کرد:

$$Y_i = X_i\beta + e_i$$
$$Y_i = X_i\beta + (v_i - u_i) \qquad i = 1,2,\dots,n \qquad (۱)$$

که در آن Y_i تولید بنگاه iام، X_i بردار k تایی از نهاده‌های بنگاه iام و β بردار پارامترهای ناشناخته است. انحراف نقاط مشاهده شده از تابع تولید مرزی به دو بخش u و v بستگی دارد که از نظر ماهیت با یکدیگر متفاوت هستند. v_i متغیر تصادفی است و فرض می‌شود دارای توزیع نرمال یکسان و مستقل از هم است و u_i متغیر تصادفی مستقل غیرمنفی و بیانگر ناکارایی فنی در تولید می‌باشد؛ بدین صورت که با فرض سطح معینی از فناوری و نهاده، ممکن است تولید از مقدار بالقوه‌اش کمتر شود و فرض می‌شود که u_i دارای ویژگی زیر است:

$$u_i \sim iid\ N(0, \sigma_u^2)$$

[1] Aigner, Lovell and Schmidt
[2] Stochastic Frontier Production
[3] Meeusen, and Broeck
[4] Random Effect or Error Term

Archive of SID

www.SID.ir

از آن‌جا که در رابطه (۱)، جزء اخلال از دو جمله تشکیل شده است، اصطلاحاً به e_i، جمله خطای مرکب[1] گفته می‌شود. معادله (۱) در بسیاری از مطالعات کاربردی طی دو دهه اخیر مورد استفاده قرار گرفته است. این مطالعات سعی کرده‌اند که مدل فوق را در چهارچوب حالت‌های مختلف و عمومی‌تر در مورد توزیع جمله اختلال توسعه دهند. این حالت‌های عمومی شامل فروضی چون داشتن توزیع نرمال بریده[2] و توزیع دو پارامتری گاما[3] در مورد جز محاسبه‌کننده ناکارایی(u_i) می‌باشد. افزون بر آن، در روند توسعه مدل‌ها به مباحثی چون تغییر کارایی فنی در طی زمان[4] و مدل‌هایی با اطلاعات ادغام شده یا پانل[5] توجه زیادی شده است.

پیت و لی (۱۹۸۱)[6] در مقاله "اندازه‌گیری کارائی فنی در صنایع اندونزی" کاربرد مدل توابع مرزی تصادفی را با استفاده از داده‌های پانل گسترش دادند. در واقع در این مدل علاوه بر اندازه‌گیری کارایی فنی امکان بررسی تغییرات تکنولوژی و فناوری هر بنگاه تولیدی در طول زمان نیز میسر است. در این مدل فرض شده بود که کارایی فنی در طول زمان تغییر نمی‌کند که در برای بازه‌های زمانی طولانی منطقی نبود. بنابراین در این خصوص باتسی و کولی (۱۹۹۲)[7] در مقاله‌ای تحت عنوان " تخمین تابع تولید مرزی، کارایی فنی و داده‌های پانل در برنجکاران هندی" یک تابع تولید مرزی تصادفی برای داده‌های پانل غیرمتوازن برای ۱۵ کشاورز طی سال‌های ۸٦-۱۹۷۵ با استفاده از تابع تولید کاب- داگلاس پیشنهاد کردند. این تابع دارای اثرات مشخص بوده به گونه‌ای که متغیرهای تصادفی آن توزیع نرمال گسسته دارند. همچنین ضرایب این مدل می‌توانند در طول زمان تغییر نمایند. مدلی که موید تابع تولید مرزی باشد را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$Y_{it} = X_{it}\beta + (v_{it} - u_{it}) \qquad i = 1,2,\dots,n \quad t = 1,2\dots,T \qquad (۲)$$

که Y_{it} لگاریتم میزان تولید iامین بنگاه در t دوره زمانی است. X_{it} برداری (k×۱) از مقادیر نهاده‌های تولید (لگاریتم آن‌ها) iامین بنگاه در tامین دوره زمانی و β بردار ضرایب مربوط به نهاده‌ها می‌باشد. v_{it} متغیر تصادفی با توزیع نرمال و مستقل از u_i می‌باشد.

[1] Compound Error Term
[2] Truncated Normal Distribution
[3] Two -Parameters Gamma Distribution
[4] Time - Varying Technical Efficiency
[5] Panel Data
[6] Pitt, & Lee
[7] Battese & Coelli

Archive of SID

www.SID.ir

$$u_{it} = (u_i \, exp(-\eta(t-T))) \qquad (۳)$$

u_{it} یک متغیر تصادفی غیرمنفی بوده و معیاری برای اندازه‌گیری ناکارایی فنی است. همچنین فرض می‌شود که u_{it} توزیع نرمال بریده شده در نقطه صفر است؛ یعنی:

$$u_{it} \sim iid\ N(0, \sigma_u^2)$$

که η در معادله (۳)، پارامتر مورد برآورد است. در صورتی که از واریانس جزء اختلال استفاده نمائیم و

$$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2+\sigma_v^2}$$

قرار دهیم به مدل باتسی و کرا (۱۹۷۷)[1] می‌رسیم. روش برآورد این مدل از طریق حداکثر درست‌نمایی است که در آن، η بین صفر و یک می‌باشد. در صورتی که η را مساوی صفر قرار دهیم، مدل(۳) به مدلی تبدیل می‌شود که در آن ضرایب طی زمان ثابت است. این‌حالت از مدل (۳) را در ادبیات نظری می‌توان در مقاله باتسی، کولی و کلبی(۱۹۸۹) [2] ملاحظه کرد. چنانچه η را مساوی صفر قرار داده و داده‌های پانل موجود، دارای تعداد مشاهده‌های یکسان در هر یک از سال‌های مورد مطالعه باشد، مدل (۳) به مدل باتسی و کولی (۱۹۸۸) [3] تبدیل می‌شود. به عبارت دیگر مدل باتسی و کولی (۱۹۸۸) حالت خاصی از مدل باتسی، کولی و کلبی (۱۹۸۹) می‌باشد که در آن تعداد مشاهده‌های مقطعی در داده‌های پانل برای تمامی سال‌ها یکسان است.

در عبارت (٤)، اگر i امین مشاهده در آخرین دوره زمانی پانل (دوره T) باشد، t=T بوده و بنابراین exp(0)=1 خواهد بود و بنابراین $u_{it}=u_i$ می‌گردد؛ بنابرین u_i را می‌توان ناکارایی i امین بنگاه برای آخرین دوره در نظر گرفت. برای دوره زمانی قبل از T در مدل پانل دیتا، اثرات ناکارایی فنی برابر با حاصل ضرب ناکارایی فنی i امین بنگاه در آخرین دوره و مقدار عبارت exp[-η(t-T)] می‌باشد که این عبارت، بستگی به پارامتر η و تعداد دوره‌های قبل از T می‌باشد.

اگر پارامتر η مثبت و t<T باشد، آن گاه -η(t-T)=η(T-t) مقدار غیرصفر و بنابراین exp[-η(t-T)] بزرگتر از صفر و $u_{it}>u_i$ خواهد بود. اگر پارامتر η منفی باشد، آن گاه exp[-η(t-T)] کوچکتر از صفر و $u_{it}>u_i$ خواهد بود. بنابراین در عبارت (٤)، اثرات ناکارایی فنی بنگاه i در هر دوره زمانی t

[1] Battese & Corra
[2] Battese, Colli & Colby
[3] Battese & Colli

Archive of SID

www.SID.ir

برابر با تابع‌نمایی اثرات ناکارایی آن بنگاه در آخرین دوره زمانی در مدل پانل دیتا خواهد بود (کولی ، رائو و باتسی، ۱۹۹۸: ۳-۲۰۲).

حکمتی پور و کیانی (۱۳۸۷) در تحقیقی میزان کارایی فنی و عوامل موثر بر آن را طی سال‌های ۸۳-۳۷۰ به تفکیک استان‌های مختلف و با استفاده از SFA مورد ارزیابی قرار داده‌اند. در مجموع بر اساس برخی از نتایج، کارایی صنایع کارخانه‌ای ایران پایین و از میانگین ۰/۳۷ طی این دوره برخوردار بوده است. استان‌های خوزستان و سیستان و بلوچستان به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین سطح کارایی صنایع را داشته‌اند. همچنین، عواملی هم‌چون دولتی بودن مالکیت واحدهای صنعتی و شدت مصرف انرژی، اثرات منفی بر عملکرد این صنایع داشته است. در حالی که با گسترش اندازه بنگاه‌ها، سطح کارایی صنایع افزایش داشته است.

موسایی و عبدالرحیم (۱۳۸۸) تابع تولید مرزی تصادفی برای استخراج میزان بهره‌وری کل در صنعت ایران را برآورده کرده‌اند. بر اساس برخی از نتایج این تحقیق سطح بهره‌وری برای بنگاه‌های کوچک در بالاترین سطح (٦۸ درصد) و برای بنگاه‌های بزرگ در پایین‌ترین سطح (۵۲ درصد) قرار داشته است.

جیوانی و نزو[1] (۲۰۰۱) به بررسی وضعیت کارایی صنایع کارخانه‌ای کشورهای عضو OECD برای دوره ۲۰۰۰-۱۹۹٤ پرداختند. بر اساس نتایج این تحقیق، متوسط میزان سطح کارایی کشورهای مورد بررسی طی دوره مورد بررسی ۰/۸۸ بوده و صنایع خودروسازی و تبدیلی به ترتیب از عملکرد بالا و پایینی برخوردار بوده‌اند. عواملی هم‌چون سطح نیروی متخصص، حوزه‌های اقتصادی فعالیت و دسترسی بهتر به بازارهای مالی بر عملکرد این صنایع اثر داشته است.

دایورت[2] (۲۰۰۹) در تحقیقی دیگر، تغییرات کارایی صنایع کارخانه‌ای آمریکا را برای دوره‌ی ۲۰۰٦-۱۹۹۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار داده است. نتایج این پژوهش بیانگر آن است که میانگین کارایی این صنایع از رشد مناسبی برخوردار بوده و از ۰/۷٦ در سال ۱۹۹۰ به ۰/۹۲ در سال ۲۰۰٦ رسیده است. افزایش ارتباطات متقابل بخش‌های مختلف صنعتی از جمله دلایل تغییرات کارایی صنایع بوده است. پرابو و دیگران[3](۲۰۱۱) از طریق تابع تولید مرزی تصادفی، به ارزیابی کارایی

[1] Giovannini & Nezu
[2] Diewert
[3] Prabowo & et al.

Archive of SID

www.SID.ir

فنی ۱۲۱ شرکت در بورس اندونزی طی دوره ۲۰۰۰–۲۰۰۵ پرداخته‌اند. متغییرهای مورد بررسی شامل سن، اندازه، سهم بازار و دسته‌بندی صنعتی شرکت‌ها بود. بر اساس نتایج به دست آمده، پارامترهای سن و اندازه شرکت تاثیر مثبت بر کارایی دارند و هر چه سهم بازار بیشتری در اختیار شرکت مورد نظر باشد، کارایی بالاتری دارد.

۳. داده‌ها و تخمین کارایی فنی

برای تخمین کارایی فنی فعالیت‌های صنعتی ایران با رویکرد تابع مرزی، از داده‌های تلفیقی ۱۲۳ فعالیت صنعتی ایران در سطح کدهای چهار رقمی طبقه‌بندی آیسیک[۱] ویرایش سوم استفاده شده است. دوره زمانی مطالعه نیز یک دوره سه ساله بوده و سال‌های ۸۹–۱۳۸۷ پوشش می‌دهد.[۲] روش تخمین نیز، روش پانل دیتا در اقتصادسنجی می‌باشد.

در ابتدا به منظور برای تخمین تابع تولید مرزی زیربخش‌های بخش تولید کارخانه‌ای ایران، یک تابع ترانس- لوگ[۳] به شکل زیر انتخاب گردید:

$$lnY_{it} = \beta_0 + \beta_1 lnK_{it} + \beta_2 lnL_{it} + \beta_3 t + \beta_4 ln(K_{it})^2 + \beta_5 ln(L_{it})^2 + \beta_6 t^2 + \beta_7 ln(K_{it})\, ln(L_{it}) + \beta_8\, t\, ln(K_{it}) + \beta_9\, t\, ln(L_{it}) + u_{it} + v_{it} \qquad (٤)$$

که در این عبارت، Y، K و L به ترتیب ارزش افزوده، موجودی سرمایه و نیروی کار می‌باشند. i نشان‌دهنده فعالیت‌هاست. در عبارت (٤)، زمان (t) نیز وارد گشته است که ضرایب آن، به نحوی مرتبط با نرخ تغییرات فنی می‌باشد. همچنین تابع تولید به شکل عبارت (٤)، می‌تواند گویای ترکیب سطح فناوری با سایر عوامل تولید به شکل جانشینی یا مکملی باشد. نظیر بحث نظری بارو و سالائی مارتین[٤] (۲۰۰٤) و کارهای چاو و لی (۲۰۰۲)،[٥] چاو (۲۰۰۲) و منکیو، رومر و ویل[٦] (۱۹۹۲) اگر فرض شود $e^{\beta t}$ مبین سطح فناوری در هر لحظه از زمان باشد، آن‌گاه لگاریتم ترکیب

---

[1] International Standard Industrial Classification (ISIC)

[۲] در واقع، آمار و اطلاعات، برای ۱٤۰ فعالیت صنعتی در سطح کدهای چهار رقمی آیسیک از سوی مرکز آمار ایران انتشار می‌یابد، اما از این ۱٤۰ فعالیت، ۲۷ فعالیت دارای اطلاعات کاملی برای تخمین مدل، نبودند.

[3] Translog (Transcendental Logarithmic)

[4] Barro & Sala-i-Martin

[5] Chow & Li

[6] Mankiw, Romer, & Weil

Archive of SID

www.SID.ir

فناوری با عامل تولید نظیر x، عبارت β.t.ln(x) خواهد بود. این نوع شکل تابع تولید را در کار کولی و باتس (۱۹۹۸) می‌توان دید. بدیل دیگر، انتخاب یک تابع کاب-داگلاس می‌باشد. برای انتخاب بین این دو نوع تابع می‌توان از آزمون نسبت درست‌نمایی[1] استفاده نمود:

$$\gamma = -2\left\{ln\frac{L(H_O)}{L(H_1)}\right\} = -2\{lnL(H_o) - lnL(H_1)\} \sim \chi^2(q) \qquad (۵)$$

که در عبارت فوق، γ نسب درست‌نمایی می‌باشد. ln لگاریتم طبیعی و $L(H_o)$ و $L(H_1)$ به ترتیب مقادیر حداکثر درست‌نمایی توابع برآورد شده تولید به صورت کاب- داگلاس و ترانسلوگ می‌باشند. χ^2 نیز آماره چی‌دو بوده و q درجه آزادی آن می‌باشد و با توجه به ضرایب توابع ترانسلوگ و کاب- داگلاس برآوردی، این درجه آزادی، عدد ٦=٤-۱۰ است.

در واقع در اینجا، تابع تولید کاب- داگلاس، مقید شده تابع تولید ترانسلوگ می‌باشد و فرضیه صفر بیانگر این است که توابع مقید و غیرمقید تولید برآوردی با یکدیگر یکسان بوده و به عبارتی آن ضرایبی که در تابع ترانسلوگ وجود داشته ولی در تابع کاب- داگلاس وجود ندارند($\beta_٤$ تا $\beta_٩$ در معادله (٤))، همگی برابر با صفر می‌باشند. فرضیه یک، بیانگر این است که توابع مقید و غیرمقید برآوردی یکسان نیستند. مقدار محاسبه شده از طریق فرمول (۵)، مقدار ۵۲/۵۱ می‌باشد و از آنجا که این مقدار از آماره χ^2 با درجه آزادی ٦ و سطح اطمنیان ۵ درصد (مقدار ۱۲/۵۹) بزرگتر می‌باشد، فرضیه صفر رد می‌شود.

ارزش افزوده (تولید) فعالیت‌های صنعتی، با شاخص ضمنی بخش صنعت، به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷٦، تعدیل شدند. نیروی کار هر فعالیت صنعتی نیز تعداد شاغلین این فعالیت‌ها می‌باشد. در اینجا یک نقص جدی در اطلاعات، راجع به اطلاعات موجودی سرمایه می‌باشد. از آنجا که موجودی سرمایه برای هر فعالیت صنعتی در دسترس نبود، تشکیل سرمایه ثابت هر یک از فعالیت‌های بخش تولید کارخانه‌ای در سال ۱۳۷۵ به قیمت ثابت سال ۱۳۷٦، به عنوان موجودی سرمایه آن فعالیت‌ها در سال اول در نظر گرفته شدند و آنگاه موجودی سرمایه هر ساله هر یک از فعالیت‌ها، از طریق تشکیل سرمایه ثابت به قیمت سال ۱۳۷٦ همان سال به علاوه موجودی سرمایه سال پیش که استهلاک سرمایه نیز از آن کم شده است، محاسبه گردید. واضح است که روش فوق

[1] Likelihood-Ratio Test

Archive of SID

www.SID.ir

برای محاسبه موجودی سرمایه، خالی از اشکال نیست؛ اما با گذشت زمان، موجودی سرمایه محاسبه شده به این نحو، به موجودی واقعی سرمایه نزدیکتر می‌گردد؛ از این‌روست که برای تخمین تابع تولید فعالیت‌های صنعتی، تنها سه سال آخر مورد بررسی قرار گرفته است. برای تبدیل تشکیل سرمایه ثابت، به قیمت‌های ثابت سال ۱۳۷٦، از شاخص ضمنی تشکیل سرمایه ثابت ناخالص استفاده شد. استهلاک سرمایه در فعالیت‌های صنعتی، نیز همان مقدار استهلاک سرمایه‌های ثابت در اقتصاد ایران می‌باشد. در نهایت مدل انتخابی با توجه به اطلاعات در دسترس فعالیت‌های صنعتی، یک مدل پانل دیتا با ۱۲۳ فعالیت صنعتی است. تخمین معادله (٤)، از طریق نرم‌افزار FRONT نسخه ٤.۱ انجام گرفته است که نتایج آن در جدول (۱) آمده است:

جدول ۱. نتایج تخمین تابع تولید مرزی فعالیت‌های صنعتی ایران

ردیف	ضرایب	مقدار	آماره t
۱	β_0	٦/۷٦۲	۷/۱٤
۲	β_1	۲/۰۱۹	۹/۱۹
۳	β_2	−۱/۲٤۱	−۵/۹٤
٤	β_3	۰/۲۷۵	۱/۷٤
۵	β_4	−۰/۱۰۳	−۳/۲۱
٦	β_5	۰/۰۵۹	۲/۸۲
۷	β_6	−۰/۰۵۵	−۱/۹۱
۸	β_7	۰/۰۳۰	۰/٦۱
۹	β_8	−۰/۰۱۲	−۰/٤۳
۱۰	β_9	−۰/۰۰۱	−۰/۰۲

منبع: محاسبات مقاله

در جدول (۲)، متوسط کارایی فنی هر یک از فعالیت‌ها برای دوره ۸۹-۱۳۸۷ آمده است. ملاحظه می‌گردد فعالیت "تولید ابزارهای اپتیکی و تجهیزات عکاسی" با متوسط کارایی فنی ۰/۹٦ و فعالیت "آماده‌سازی و ریسندگی الیاف منسوج ـ بافت منسوجات" با متوسط کارایی ۰/۱۷ طی ۸۹-۱۳۸۷، به ترتیب کمترین و بیشترین کارایی فنی را در بین ۱۲۳ فعالیت مورد تحقیق در این مقاله را دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

متوسط کارایی فنی این ۱۲۳ فعالیت، مقدار ۰/٤۰۲ می‌باشد و از این‌رو، ٤۹ فعالیت کارایی فنی بالاتر از متوسط و ۷٤ فعالیت دارای کارایی فنی پائین‌تر از متوسط دارند. همچنین اگر فرض شود که کارایی فنی بالاتر از ۰/۹ مبین کارایی فنی بالا می‌باشد، آن‌گاه از ۱۲۳ فعالیت مورد بررسی، سه فعالیت "تولید ابزارهای اپتیکی و تجهیزات عکاسی"، "تولید فرآورده‌های نفتی تصفیه شده" و "تولید وسایل نقلیه‌ی هوایی و فضایی" دارای کارایی فنی بالا می‌باشند. با توجه به تعریف صنایع با فناوری بالا، ملاحظه می‌گردد که از سه صنعت دارای کارایی فنی بالاتر از ۰/۹، دو صنعت جزء صنایع با فناوری بالا بوده و فعالیت "تولید فراورده‌های نفتی تصفیه شده" که در واقع همان صنعت پتروشیمی می‌باشد، از مواهب نفت و گاز که به وفور ایران از آن برخوردار است، استفاده می‌کند.

از بین ۱۲۳ فعالیت صنعتی مورد بررسی، ۱۰ فعالیت، صنعت با فناوری بالا می‌باشند که از این ۱۰ فعالیت، شش فعالیت "تولید ابزارهای اپتیکی و تجهیزات عکاسی"، "تولید وسایل نقلیه‌ی هوایی و فضایی"، تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محاسباتی"، "تولید دارو و مواد شیمیایی مورد استفاده در پزشکی و محصولات دارویی‌گیاهی" "تولید ابزارها و وسایل ویژه‌ی اندازه‌گیری و کنترل و آزمایش و دریانوردی و مقاصد دیگر بجز تجهیزات کنترل عملیات صنعتی" و "تولید تجهیزات کنترل عملیات صنعتی" بالاتر از متوسط کارایی فنی کل صنایع و چهار فعالیت "تولید گیرنده‌های تلویزیون و رادیو، دستگاه‌های ضبط یا پخش صوت و ویدئو و کالاهای وابسته"، تولید فرستنده‌های تلویزیونی و رادیویی و دستگاه‌های مخصوص سیستم‌های ارتباط تلفنی و تلگرافی"، تولید لامپ‌ها و لامپ‌های لوله‌ای الکترونیکی و سایر اجزای الکترونیکی" و"تولید تجهیزات پزشکی و جراحی و وسایل ارتوپدی" پایین‌تر از متوسط کارایی فنی کل صنایع می‌باشند و یا به عبارتی ٦۰ درصد از فعالیت‌های صنعتی با فناوری بالا، کارایی فنی بالاتر متوسط دارند.

فعالیت‌های با فناوری بالای "تولید ابزارهای اپتیکی و تجهیزات عکاسی" و "تولید وسایل نقلیه‌ی هوایی و فضایی" که در زمره فعالیت‌های دارای کارایی فنی بالاتر از ۰/۹ می‌باشند، به طور متوسط سهم مخارج تحقیق و توسعه در ارزش افزوده آنها طی ۸۹-۱۳۸۷، به ترتیب ٤/۹ و ۲/۷ درصد است و بالاترین نسبت مخارج تحقیق و توسعه به ارزش افزوده را در بین فعالیت‌های با فناوری بالا دارند. گرچه فعالیت با فناوری بالای "تولیدات تجهیزات پزشکی و جراحی و وسایل ارتوپدی" دارای نسبت مخارج تحقیق و توسعه به ارزش افزوده بیشتری نسبت به فعالیت " تولید تجهیزات کنترل عملیات صنعتی" دارد (به ترتیب ۰/٤ و ۰/۰۲ درصد)، اما کارایی فنی فعالیت اول

Archive of SID

www.SID.ir

از فعالیت دوم بیشتر است. در واقع، کارایی فنی به اندازه ارزش افزوده‌ای که از مقدار معینی نهاده می‌توان به دست آورد، بستگی دارد و آن دسته از فعالیت‌هایی که دارای کارایی فنی پائین‌تری می‌باشند، نتوانسته‌اند نسبت به سایر فعالیت‌هایی که به همان اندازه نهاده در اختیار دارند، ارزش افزوده ایجاد کنند. بنابراین، گرچه مخارج تحقیق و توسعه نقش کلیدی در کارایی فنی دارد، اما این امر بستگی به استفاده بهینه از این مخارج در ترکیب با سایر عوامل تولید دارد.

٤. نتیجه‌گیری

این مقاله به رتبه‌بندی صنایع کشور بر اساس کارایی فنی آنها پرداخت. تعداد صنایع مورد بررسی در این مقاله ۱۲۳ صنعت با کارگاه‌های ۱۰ کارکن و بیشتر در سطح چهار رقمی طبقه‌بندی آیسیک ویرایش سوم بود که با توجه به اهمیت صنایع با فناوری بالا در توسعه کشور، جایگاه آنها نیز در این مقاله بررسی شدند. از بین ۱۲۳ صنعت مورد بررسی، ۱۰ صنعت در زمره صنایع با فناوری بالا بودند. در این مقاله مشاهده شد که متوسط کارایی فنی صنایع کشور طی ۸۹-۱۳۸۷، مقدار ۰/٤ است که از بین ۱۲۳ صنعت مورد بررسی، ٤۹ صنعت کارایی فنی بالاتر از متوسط دارند که از بین ۱۰ صنعت با فناوری بالا، شش صنعت دارای کارایی بالاتر از متوسط می‌باشند. در این مقاله فرض شده است که کارایی فنی بالاتر از ۰/۹، کارائی فنی بالا محسوب می‌گردد و بنابراین دو فعالیت با فناوری بالای " تولید ابزارهای اپتیکی و تجهیزات عکاسی" و "تولید وسایل نقلیه‌ی هوایی و فضایی" جزء صنایع با کارایی فنی بالا می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

- بانک مرکزی ج.ا. ایران. اداره حسابهای اقتصادی بانک مرکزی، برآورد موجودی سرمایه خالص اقتصاد ایران، سال‌های مختلف.
- بانک مرکزی ج.ا. ایران. حسابهای ملی سالانه ایران. سال‌های مختلف.
- حکمتی‌پور، نادر و کیانی، هژبر (۱۳۸۷). تحلیل مقایسه‌ای بخش صنایع بزرگ در استان‌های ایران با استفاده از روش مرزی تصادفی، *فصلنامه دانش و توسعه*،۲٤ :۱۳۳-۱٦۲
- کمنتا، یان. مبانی اقتصاد سنجی. ترجمه کامبیز هژبر کیانی، تهران، مرکز نشر دانشگاهی، ۱۳۷۲.
- مرکز آمار ج.ا. ایران. نتایج آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر، سال‌های مختلف.
- موسایی و عبدالرحیم(۱۳۸۸). تحلیل کارایی در صنایع ایران. *اقتصاد مقداری*، ٦ (۲).
- Aigner, D.J. Lovell, C.A.K., & P. Schmidt (1997). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. *Journal of Econometrics*, (6):.21-37.
- Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. (2004). Economic growth. The MIT Press.
- Battese, G.E., & G.S. Corra (1977). Estimation of a production frontier model: With application to the Pastrul Zone of Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Economics*, 21.
- Battese, G.E., & T.J. Coelli (1992). Frontier production function, technical efficiency and panel data with application to paddy farmers in India. *Journal of productivity Analysis*, 3.
- Battese, G.E., & T.J. Colli (1988). Prediction of firm level technical efficiencies with a generalized frontier production function and panel data. *Journal of Econometrics*, 38.
- Battese. G.E. Colli, T.J., & T.C. Colby (1989). Estimation of frontier production function and efficiencies of indian farms using panel data from ICR ISAT'S Village Level Studie. *Journal of Quantitative Economics*, no. 33.
- Chow, G. C. (1993). Capital formation and economic growth in China. *The Quarterly Journal of Economics*.
- Chow, G. C., & Kui-Wai L. (2002). China's economic growth: 1952–2010. The University of Chicago.
- Coelli, T.J., &Rao, D.S.P., O'Donnell, C.J., & Battese, G.E (1998). An introduction to efficiency and productivity analysis, Kluwer Academic Publishers.
- Diewert W. (2009). The challenge of technical efficiency measurement. International Productivity Monitor.
- Giovannini, E., & Nezu (2001). Measurements of aggregate and industry-level efficiency in OECD countries. Oecd Manual.

Archive of SID

www.SID.ir

- Mankiw, G. N., R., & David Weil (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics* May.
- Meeusen, W., & Vam den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from cobb-douglas production function with composed error. *International Economic Review*, vol. 18.
- Pitt M., & Lee L. F. (1981). The measurement of sources of technical inefficiency in the indonesian weavig industry. *Journal of Development Economics*, 9: 43-64.
- Prabowo, Handono E. T., & Cabanda, E. (2011). *Stochastic* frontier analysis of indonesian firm efficiency: A Note, *International Journal of Banking and Finance*, 8: 74-93.

جدول ۲. متوسط کارایی فنی فعالیت‌های صنعتی ایران طی دوره ۸۹-۱۳۸۷

ردیف	کد	کارایی فنی	ردیف	کد	کارایی فنی	ردیف	کد	کارایی فنی
۱	۳۳۲۰	۰/۹۵۷	٤۳	۱٥۱٥	۰/٤۱۹	۸٥	۲٤۱۳	۰.۳۰٦
۲	۲۳۲۰	۰/۹٤٥	٤٤	۱٥۳۲	۰/٤۱۹	۸٦	۲۱۰۲	۰/۳۰٤
۳	۳٥۳۰	۰/۹۰۹	٤٥	۲۸۱۲	۰/٤۱۷	۸۷	۳۳۱۱	۰/۳۰۲
٤	۳۱۱۰	۰/۸٥۹	٤٦	۲٦۹٥	۰/٤۱۷	۸۸	۲۲۲۱	۰/۲۹٦
٥	۲۹۱۱	۰/۸٥٦	٤۷	۳۱٥۰	۰.٤۰٤	۸۹	۲٦۹٦	۰/۲۹٤
٦	۲۷۲۱	۰/۷٦۱	٤۸	۲٤۲۲	۰/٤۰۳	۹۰	۳٦۹۹	۰/۲۹۳
۷	۲۹۲۳	۰/۷۳٥	٤۹	۲٦۹۲	۰/٤۰۲	۹۱	۲۰۲۹	۰/۲۹۲
۸	۲۸۹۱	۰/٦۹۸	٥۰	۱۸۱۰	۰.۳۹۹	۹۲	۱۷۳۱	۰/۲۹۰
۹	۳۰۰۰	۰/٦۸۹	٥۱	۲۹۱۹	۰.۳۹۱	۹۳	۲٦۱۲	۰/۲۸۹
۱۰	۱٥۱۸	۰/٦۸۰	٥۲	۲۹۲٥	۰/۳۸۹	۹٤	۲۰۲۳	۰/۲۸۸
۱۱	۲٤۲۳	۰/٦٥٥	٥۳	۳٥۱۱	۰/۳۸۳	۹٥	۱٥٥٥	۰/۲۸٤
۱۲	۳۳۱۲	۰/٦٥۲	٥٤	۲۹۱٥	۰/۳۷٥	۹٦	۱۷۲۳	۰/۲۸۲
۱۳	۳٥۹۹	۰/٦٥۰	٥٥	۲۱۰۹	۰/۳۷۱	۹۷	۲٦۹۱	۰/۲۸۰
۱٤	۱٦۰۰	۰/٦۲۸	٥٦	۲٦۹٤	۰/۳۷۱	۹۸	۱٥٤۸	۰/۲۷۸
۱٥	۲۷۲۳	۰/٥۹۱	٥۷	۳۲۳۰	۰/۳۷۱	۹۹	۱۷۳۲	۰/۲۷٥
۱٦	۳٦۹۲	۰/٥۸۷	٥۸	۳۲۲۰	۰/۳٦۹	۱۰۰	۱٥۱۷	۰/۲۷٤
۱۷	۱٥۳۳	۰/٥٦۹	٥۹	۳٦۱۰	۰/۳٦٦	۱۰۱	۱۷۲٥	۰/۲۷۲
۱۸	۲٤۱۲	۰/٥٥۹	٦۰	۲۹۱۲	۰/۳٦۳	۱۰۲	۳٥۲۰	۰/۲٦۱

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ۲. متوسط کارایی فنی فعالیت‌های صنعتی ایران طی دوره ۸۹-۱۳۸۷

ردیف	کد	کارایی فنی	ردیف	کد	کارایی فنی	ردیف	کد	کارایی فنی
۱۹	۳٤۱۰	۰/۵۵۸	٦۱	۲۷۳۱	۰/۳٦۳	۱۰۳	۱۹۲۰	۰/۲٦۰
۲۰	۲٤۲٤	۰/۵۵۳	٦۲	۳۲۱۰	۰/۳۵٦	۱۰٤	۲٦۱۱	۰/۲٦۰
۲۱	۲٤۲۱	۰/۵٤۳	٦۳	۱۵٤٤	۰/۳٤۷	۱۰۵	۲۷۲۲	۰/۲۵۸
۲۲	۲۸۱۱	۰/۵٤۲	٦٤	۱۵۱۲	۰/۳٤۵	۱۰٦	۲۹۱۳	۰/۲۵۷
۲۳	۲۹۲۱	۰/۵٤۰	٦۵	۲۷۱۰	۰/۳٤٤	۱۰۷	۲۵۱۹	۰/۲۵٦
۲٤	۳٦۹۱	۰/۵۳۲	٦٦	۲۹۳۰	۰/۳٤۲	۱۰۸	۱۷۲٦	۰/۲۵۲
۲۵	۱۵۵۱	۰/۵۱۰	٦۷	۱۵٤٦	۰/۳۳۵	۱۰۹	۲٤۳۰	۰/۲۵۲
۲٦	۳٤۳۰	۰/٤۹۵	٦۸	۲۰۲۲	۰/۳۳٤	۱۱۰	۲۳۱۰	۰/۲۵۰
۲۷	۲۷۳۲	۰/٤۹۲	٦۹	۲۹۱٤	۰/۳۳٤	۱۱۱	۲۲۱۲	۰/۲٤۷
۲۸	۲۸۱۳	۰/٤۸۹	۷۰	۲٤۲۹	۰/۳۲۸	۱۱۲	۲۱۰۱	۰/۲٤۱
۲۹	۳۱٤۰	۰/٤۸۷	۷۱	۳۵۹۱	۰/۳۲۷	۱۱۳	۱۷۱۲	۰/۲۳۸
۳۰	۲۰۱۰	۰/٤۸۵	۷۲	۱۵۱۹	۰/۳۲٦	۱۱٤	۱۵۳۱	۰/۲۲۰
۳۱	۳۱۲۰	۰/٤۷۸	۷۳	۱۵۱٦	۰/۳۲٤	۱۱۵	۲۲۲۲	۰/۲۱٦
۳۲	۳٤۲۰	۰/٤۷۳	۷٤	۱۵۲۰	۰/۳۲٤	۱۱٦	۱۵٤۲	۰/۲۱۱
۳۳	۳۵۹۲	۰/٤٦۳	۷۵	۱۵٤۵	۰/۳۲۳	۱۱۷	۱۹۱۲	۰/۲۰۵
۳٤	۳۱۹۰	۰/٤۵۸	۷٦	۲۹۲٦	۰/۳۲۳	۱۱۸	۲۵۱۱	۰/۱۹۵
۳۵	۱۵۱٤	۰/٤۵۵	۷۷	۱۷۲۱	۰/۳۲۲	۱۱۹	۱۷۲٤	۰/۱۹۱
۳٦	۳۳۱۳	۰/٤۵۱	۷۸	۱۵٤۳	۰/۳۲۰	۱۲۰	۳٦۹۳	۰/۱۹۰
۳۷	۲٦۹۹	۰/٤۵۰	۷۹	۱۷۲۹	۰/۳۲۰	۱۲۱	۳٦۹٤	۰/۱۸۸
۳۸	۱۵٤۷	۰/٤٤٦	۸۰	۲۹۲٤	۰/۳۱۹	۱۲۲	۳۷۲۰	۰/۱٦۹
۳۹	۲۰۲۱	۰/٤٤٤	۸۱	۲٦۹۷	۰/۳۱۱	۱۲۳	۱۷۱۱	۰/۱٦۷
٤۰	۳۵۱۲	۰/٤۳۸	۸۲	۲۵۲۰	۰/۳۰۹	متوسط		۰/٤۰۲
٤۱	۳۱۳۰	۰/٤۳۳	۸۳	۲۸۹۹	۰/۳۰۹			
٤۲	۲۲۱۱	۰/٤۲۰	۸٤	۱۵۵٦	۰/۳۰۸			

منبع: محاسبات مقاله

Archive of SID

www.SID.ir