

## ارزیابی عوامل مؤثر بر ناکارایی فنی صنایع کارخانه‌ای ایران (رهیافت تابع مرزی تصادفی و روش حداکثر درست‌نمایی)

محمدنبی شهیکی تاش\*، جواد طاهرپور\*\* و الهام شیوایی\*\*\*

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۴/۹

### چکیده

هدف محوری این مقاله سنجش ضریب ناکارایی فنی در ۲۳ صنعت فعال در کد دو رقمی ISIC طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۸ و شناسایی عوامل مؤثر بر ضریب ناکارایی فنی در این صنایع است. در این مقاله، ناکارایی تکنیکی بر مبنای رویکرد باتیس و کولی و با استفاده از تابع تولید ترانسلوگ در صنایع کارخانه‌ای ایران محاسبه شده است. یافته‌های این مقاله مؤید آن است که ۱- روند کارایی در صنایع کارخانه‌ای ایران روند رو به رشدی بوده و در تمام صنایع کارخانه‌ای طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۸ ضریب کارایی فنی افزایش یافته است. در صنایع کد دو رقمی ISIC، بیشترین ضریب ناکارایی فنی مربوط به صنایع «تولید پوشاک و عمل آوردن و رنگ کردن پوست خزدار»، «انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده» و «ساخت منسوجات» و «باز یافت» و بیشترین کارایی فنی مربوط به صنعت «ساخت مواد و محصولات شیمیایی» بوده است. با توجه به محاسبات تحقیق، متوسط ضریب ناکارایی فنی در صنایع مورد مطالعه برابر ۰/۴۷ است. براساس یافته‌های تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که هرچه ضریب تمرکز در صنایع افزایش یابد، میزان ناکارایی افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، صناعی که از ساختار متمرکزتری برخوردار بوده‌اند و میزان انحصار مؤثر در آنها بالاتر بوده، میزان ناکارایی بالاتری داشته‌اند. براساس مدل تحقیق در صناعی که ضریب نیروی کار متخصص بالاتر بوده است و نگاه‌ها از صرفه‌های مقیاس بهره‌مند بوده‌اند، میزان ناکارایی کاهش یافته است. همچنین یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد، هزینه تحقیق و توسعه تأثیر چندانی بر کاهش ناکارایی در بخش صنعت کشور نداشته و از نظر آماری بی‌معنا بوده است.

### طبقه‌بندی JEL: D16, L83

**کلیدواژه‌ها:** ناکارایی فنی، صنعت، باتیس و کولی، تابع مرزی، تحقیق و توسعه.

\* استادیار گروه اقتصاد دانشگاه سیستان و بلوچستان (نویسنده مسؤول)، پست الکترونیکی:

Mohammad\_Tash@eco.usb.ac.ir.

\*\* استادیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، پست الکترونیکی: Javad\_Taherpoor@yahoo.com

\*\*\* دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه باهنر کرمان.

#### ۱- مقدمه

در مباحث اقتصادی، دستیابی به بهینه پارتو در بخش تولید و مصرف اهمیت ویژه‌ای دارد. دستیابی به این شرایط، بیان‌کننده الگوی تخصیص بهینه منابع در اقتصاد است. این شرایط بیان‌کننده کاراترین حالت تخصیص منابع در اقتصاد است. از این‌رو، سنجش کارایی به‌عنوان یکی از کلیدی‌ترین متغیرهای ارزیابی عملکرد، به محققان کمک می‌کند که براساس آن، میزان انحراف نسبت به شرایط بهینه پارتو را مورد سنجش قرار دهند. سنجش این متغیر در بخش صنعت کشور به‌عنوان یکی از بخش‌های مولد اقتصاد ایران اهمیت دارد، زیرا همواره ادعا می‌شود که به‌رغم حمایت‌های گسترده توسط دولت‌ها، این بخش با ناکارایی قابل توجهی همراه بوده است.

با بررسی مختصات بخش صنعت کشور مشاهده می‌شود که در بیشتر مقاطع زمانی، این بخش به صورت مستقیم و غیرمستقیم تحت چتر حمایتی دولت‌ها قرار داشته است، به گونه‌ای که دولت‌ها با ابزارهای حمایتی متنوع مانند تخصیص ارز ارزان، بالا نگه داشتن نرخ تعرفه‌های گمرکی، اعطای حامل‌های انرژی با قیمت‌های یارانه‌ای و گاه معافیت‌های مالیاتی، تلاش کرده‌اند جایگاه این بخش را در اقتصاد ملی ارتقا بخشند، اما به‌رغم سیاست‌های مقطعی اتخاذ شده، این بخش هیچ‌گاه بخشی پویا در اقتصاد ملی نبوده و به صورت درون‌زا رشد نکرده است. از سوی دیگر، با بررسی بخش صنعت کشور مشاهده می‌شود که ضریب رقابت، به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های نهادی بازار در بیشتر صنایع کارخانه‌ای اندک بوده است و از نظر ساختار مالکیت نیز انحراف قابل توجهی به سمت نهادهای دولتی دارد. همچنین با تجزیه و تحلیل ساختار بنگاه‌های اقتصادی کشور مشاهده می‌شود که وابستگی شدیدی به نهادهای تولید، تجهیزات سرمایه‌ای و فناوری در صنایع کارخانه‌ای وجود دارد و از این‌رو، عملکرد این صنعت متأثر از متغیرهای برون‌زا، مانند نرخ ارز و سایر ریسک‌های سیستماتیک بازار قرار می‌گیرد (شهیکی، ۱۳۹۰).

هدف از تمام مباحث یادشده آن است که تصویری از فضای حاکم بر بخش صنعت کشور ترسیم شود. اکنون پرسش محوری این است که چنین ساختاری به چه میزان به ارتقای کارایی یا ناکارایی فنی در صنایع کشور منجر شده است. در راستای پاسخ به این پرسش، شش بخش تدوین شده است. در بخش دوم به ادبیات تحقیق اشاره می‌شود؛ در این بخش به بیان ویژگی‌های دو رهیافت پارامتریک و ناپارامتریک و به مهم‌ترین مطالعات انجام شده در داخل و خارج کشور پرداخته می‌شود. بخش سوم به مبانی نظری سنجش کارایی فنی اختصاص دارد، در این بخش، به چگونگی سنجش پارامترهای تابع مرز تصادفی و چگونگی تفکیک جزء اخلاص از جزء ناکارا

براساس رویکرد جاندر و اشاره می‌شود. در بخش چهارم به برآورد ضریب ناکارایی بخش صنعت می‌پردازیم. در این بخش، تلاش می‌شود از زوایای مختلف، ویژگی صنایع کارا و ناکارا با یکدیگر مقایسه شود. به عبارت دیگر، ساختار مالکیت، ضریب تمرکز بازار، صرفه‌های مقیاس و ساختار قیمت‌گذاری این صنایع مورد مقایسه و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. بخش انتهایی مقاله به جمع‌بندی یافته‌ها و ارائه توصیه‌های سیاستی متناسب با یافته‌های تحقیق اختصاص دارد.

## ۲- ادبیات تحقیق

روش‌های متنوعی برای سنجش کارایی وجود دارد. این روش‌ها مبتنی بر مدل‌های ریاضی یا مدل‌های اقتصادسنجی هستند. ویژگی تمام روش‌های متعارف برای ارزیابی کارایی در صنعت آن است که در ابتدا یک مرز کارا اندازه‌گیری می‌شود و سپس، سطوح کارایی بنگاه‌ها با این مرز برآورد شده، مقایسه می‌شوند. بسیاری از مطالعات بیان‌کننده آن است که قدرت تحلیل‌های مرزی نسبت به سایر روش‌های رقیب مناسب‌تر بوده است و زمینه رتبه‌بندی بنگاه‌ها را فراهم می‌آورد. به‌طور کلی دو روش متعارف برای ارزیابی کارایی بنگاه‌های صنعتی وجود دارد؛ یکی رویکرد پارامتریک، ارزیابی کارایی و دیگری، رویکرد ناپارامتریک ارزیابی کارایی صنایع. در رویکرد پارامتریک محققان با به‌کارگیری توابع هزینه و تولید ترانسلوگ، کاب داگلاس و... تلاش می‌کنند با برآورد پارامترهای توابع با استفاده از روش‌های اقتصادسنجی، امکان ارزیابی در مورد سطح کارایی بنگاه‌ها را در مقایسه با صنعت فراهم آورند، در حالی که در رویکرد ناپارامتریک از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی برای نیل به این هدف استفاده می‌شود. در جدول شماره ۱، مقایسه بین این رویکرد انجام گرفته است.

جدول ۱- مقایسه روش اندازه‌گیری پارامتریک و ناپارامتریک

رویکرد		ویژگی
ناپارامتریک	پارامتریک	
برنامه‌ریزی خطی	اقتصادسنجی	روش تخمین
وجود ندارد	وجود دارد	جزء اخلاص تصادفی
۱- کارایی فنی ۲- کارایی مقیاس ۳- کارایی تخصیصی ۴- کارایی مدیریتی ۵- کارایی اقتصادی ۶- تغییرات فناوری ۷- تغییرات در بهره‌وری کل	۱- کارایی فنی ۲- بازده نسبت به مقیاس اقتصادی ۳- کارایی اقتصادی ۴- کارایی تخصیصی	موارد قابل اندازه‌گیری
۱- مقادیر عوامل تولید ۲- مقادیر محصول ۳- هزینه و قیمت عوامل تولید	۱- مقادیر عوامل تولید ۲- مقادیر محصول ۳- قیمت عوامل تولید	متغیرهای مورد نیاز

مأخذ: پژوهش جاری.

در روش‌های پارامتریک از یک مدل پارامتریک با جزء تصادفی (استوکاستیک) استفاده می‌شود که در آن، جزء تصادفی نشان‌دهنده عدم کارایی است. آیگنر، لاول و اشمیت (۱۹۷۷)، از پیشگامان این روش هستند. در این روش، براساس فروض خاصی، مدلی با جزء تصادفی طراحی می‌شود و با توجه به روش‌های اقتصادسنجی تخمین و در نهایت، کارایی محاسبه می‌شود، اما روش‌های ناپارامتریک مبتنی بر یک مدل دترمینیستیک و غیرتصادفی است و نیازی به تعریف یک تابع خاص ندارد و از روش برنامه‌ریزی خطی استفاده می‌شود. در این روش، هیچ‌گونه جزء اخلاص وجود ندارد و فرض می‌شود که تمام اثرات متغیرها دور از هرگونه تورش قابل شناسایی هستند. در این روش، هدف، دستیابی به یک منحنی پوش<sup>۱</sup> برای تمام بنگاه‌های فعال در یک صنعت است که به‌عنوان معیاری برای محاسبه کارایی<sup>۲</sup> و بهره‌وری<sup>۳</sup> شناخته می‌شود. از مهم‌ترین مطالعات که به صورت پارامتریک و ناپارامتریک انجام شده است، می‌توان به مقاله فارل (۱۹۵۷)، آیگنر و چو (۱۹۶۸)، آیگنر، لاول و اسکمیدت (۱۹۷۷)، برنندت، وود و دیوید (۱۹۸۶)، لاول، ریچاردسون و تراورز (۱۹۹۰)، کولی (۱۹۹۴)، باسو و فرنالند (۱۹۹۵)،

1- Envelope Curve

2- Efficiency

3- Productivity

### ارزیابی عوامل مؤثر بر ناکارایی فنی صنایع کارخانه‌ای ایران..... ۳۱

باتیس و کولی (۱۹۹۵)، کولی و پارلمن (۱۹۹۹)، سیمار و ویلسون (۲۰۰۹)، هوراس و پارمتر (۲۰۱۱)، بدیوننکو، هندرسون و کومبهاکر (۲۰۱۲)، کومبهاکر، پارمتر و تسیوناس (۲۰۱۳) و چارونرات و هاروی (۲۰۱۳) اشاره کرد. در ایران نیز مطالعات متنوعی در بخش صنعت، بانک‌ها و بیمه براساس رویکرد پارامتریک و ناپارامتریک صورت گرفته است. در جدول شماره ۲، به مهم‌ترین مطالعات صورت گرفته در این حوزه اشاره شده است.

جدول ۲- مهم‌ترین مطالعات صورت گرفته در صنعت کشور

محققان	حوزه مطالعاتی	روش تحقیق	مهم‌ترین نتیجه تحقیق
سخنور و همکاران (۱۳۹۲)	صنعت برق	SFA	کاهش تعداد نیروی کار به کارایی بیشتر منجر می‌شود، همچنین خصوصی‌سازی نتوانسته است ضریب کارایی در این صنعت را افزایش دهد.
زرانژاد و همکاران (۱۳۹۱)	صنایع کارخانه‌ای ایران	SFA	میانگین کارایی فنی طی سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۶ حدود ۵۵ صدم بوده و افزایش شدت مصرف انرژی و مالکیت دولتی ناکارایی را افزایش داده است.
حیدری (۱۳۹۱)	صنایع انرژی‌بر ایران	DEA	کارایی ارتقا یافته و شدت نهاده انرژی نقش مهمی در توضیح کارایی فنی این صنایع داشته است.
محمدی (۱۳۹۰)	صنعت رب گوجه‌فرنگی	DEA و SFA	حمایت‌های ویژه اعتباری، یارانه‌ای و قیمتی در عرصه فناوری به افزایش ضریب کارایی این صنعت منجر می‌شود.
حکیمی‌پور و کیانی (۱۳۸۷)	صنایع بزرگ در استان‌های ایران	SFA	کارایی فنی طی دوره مورد بررسی در صنایع بزرگ ایران پایین بوده و مالکیت دولتی واحدهای صنعتی و شدت مصرف انرژی اثری منفی بر کارایی داشته است. از این رو، خصوصی‌سازی و واقعی کردن قیمت‌های انرژی در راستای ارتقای کارایی اهمیت دارد.
لطفی‌پور و رزم‌آرا	صنایع کارخانه‌ای ایران	DEA	تحقیق و توسعه نقش بسزایی در ارتقای کارایی صنایع کارخانه‌ای ایران دارد.
پیرایی و کاظمی (۱۳۸۳)	صنعت بیمه	SFA	متوسط ضریب کارایی ۵۹ صدم است. به کارگیری نیروی ماهر تأثیر معناداری بر ارتقای کارایی دارد.
فریور (۱۳۸۲)	صنایع کارخانه‌ای ایران	SFA	در سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۸ میزان متوسط کارایی تکنیکی صنایع تقریباً ثابت بوده است.

مأخذ: پژوهش جاری.

در این مقاله، با توجه به ویژگی‌ها و مزیت‌های روش پارامتریک و رویکرد مرزی تصادفی (SFA)، از این رویکرد استفاده شده است. یادآوری می‌شود که در بیشتر مطالعات صورت گرفته در داخل کشور صنایع منتخب بررسی شده و به شناسایی عوامل مؤثر بر ضریب ناکارایی پرداخته نشده است. از این رو، در این مطالعه تلاش شده است تا تمام صنایع فعال در کد دو رقمی ISIC بررسی شود و نقش متغیرهای ساختاری در شکل‌گیری ناکارایی فنی مورد مطالعه قرار گیرد.

### ۳- سنجش کارایی به روش حداکثر درست‌نمایی (ML)

یکی از بهترین معیارهای ارزیابی عملکرد یک صنعت، ارزیابی مرز کارایی<sup>۱</sup> در صنعت است که توسط باتیس و کولی (۱۹۹۵)، معرفی شده است. براساس این، در تحقیق حاضر، کارایی فنی صنایع کشور با استفاده از مدل تابع مرزی تصادفی که بر مبنای مدل باتیس و کولی (۱۹۹۵) بوده، اندازه‌گیری شده است:

$$\begin{aligned}
 Q_{it} &= f(x_{it}, \beta) \exp(\varepsilon_{it}) = f(x_{it}, \beta) \exp(v_{it} - u_{it}) \\
 \varepsilon_{it} &= v_{it} - u_{it} \\
 v_{it} &\cong iid N(0, \sigma_v^2) \\
 u_{it} &\cong iid N(m_{it}, \sigma_u^2) \\
 u_{it} &\geq 0
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

در مدل یادشده،  $f(\cdot)$  شکل تابع مناسب،  $y_{it}$  ستانده واحد نام در زمان  $t$  و  $x_{it}$  بردار عوامل تولیدی برای واحد نام در زمان  $t$  است.  $Z$ ها متغیرهای تأثیرگذار بر عدم کارایی فنی هر یک از واحدهای مورد بررسی است.  $\delta$ ها پارامترها یا ضرایب مربوط به متغیرهای یادشده و بردار  $\alpha$ ، پارامترهای اصلی مدل هستند که باید برآورد شوند. متغیرهای  $u_{it}$  و  $v_{it}$  به ترتیب بیان‌کننده میزان عدم کارایی و سایر اختلالات آماری در مدل هستند.  $u_{it}$ ، دارای توزیع نرمال (طبیعی) منقطع در نقطه صفر با میانگینی برابر با  $m_{it}$  است. در این مدل، به‌جای واریانس‌های  $\sigma_v^2$  و  $\sigma_u^2$ ، دو پارامتر واریانس  $(\sigma^2)$  و  $\gamma$  که به ترتیب  $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$  و  $\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$

جایگزین و برآورد می‌شوند. پارامتر  $\gamma$  در واقع، معنادار بودن جزء عدم کارایی و اثر آن در مدل را ارزیابی می‌کند. این پارامتر در فرآیند حداکثرسازی تکراری برآورد شده و مقداری بین صفر و یک را اختیار می‌کند. در حالتی که  $\gamma$  برابر با صفر است، یعنی  $\sigma_u^2 = 0$  یا  $\sigma_v^2 = \infty$  است، جزء عدم کارایی از مدل حذف و مدل  $Q_{it} = f(x_{it}, \beta) \exp(\varepsilon_{it})$  به یک مدل رگرسیونی معمولی تبدیل می‌شود. در شرایطی که  $\gamma \rightarrow 1$ ، در این حالت مدل یادشده به مدل تابع مرزی معین نزدیک خواهد شد. در رابطه  $Q_{it} = f(x_{it}, \beta) \exp(v_{it} - u_{it})$  باید میزان عدم کارایی هر بنگاه ( $u_{it}$ ) از جمله اختلال معمولی ( $v_{it}$ ) تفکیک شود. بر همین اساس از روش جاندر و همکاران (۱۹۸۲) استفاده می‌شود. همان‌طور که در بخش قبل بیان شد، جاندر و یک رابطه را برای تعیین ارزش مورد انتظار شرطی جزء  $u_{it}$  به شرط جمله اختلال ترکیبی  $E(u_{it} | \varepsilon_i = v_i - u_i)$ ، ارائه کرد. در شرایطی که دارای توزیع نرمال منقطع بوده، این رابطه برابر است با:

$$E(u_{it} | \varepsilon_i = v_i - u_i) = \frac{\sigma \lambda}{(1 + \lambda^2)} \left[ \frac{\phi\left(\frac{\varepsilon_i \lambda + \mu}{\sigma + \sigma \lambda}\right)}{\Phi\left(\frac{-\varepsilon_i \lambda - \mu}{\sigma - \sigma \lambda}\right)} - \left(\frac{\varepsilon_i \lambda + \mu}{\sigma + \sigma \lambda}\right) \right] \quad (2)$$

که در آن،  $\lambda = \frac{\sigma_u}{\sigma_v}$  و  $\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$  است.  $\lambda$  درجه نامتقارن و غیرنرمال بودن جمله اختلال ترکیبی ( $\varepsilon_i = v_i - u_i$ ) را نشان می‌دهد. همچنین  $\phi(\cdot)$  و  $\Phi(\cdot)$  به ترتیب تابع چگالی و توزیع نرمال استاندارد هستند. با استفاده از تابع حداکثر درست‌نمایی (ML) و تخمین  $\sigma$ ،  $\mu$  و  $\lambda$  از تابع زیر، برحسب فرض مورد نظر در خصوص نوع توزیع  $u_i$  و همچنین تخمین پارامترهای مدل  $Q_{it} = f(x_{it}, \beta) \exp(\varepsilon_{it})$ ، می‌توان برآوردهایی را برای  $u_i$  و  $v_i$  به دست آورد.

$$\log l(\alpha, \beta, \mu, \lambda, \sigma_{ii}) = \sum_{i=1}^N \left\{ -\frac{1}{2} \left[ T \ln 2\pi - \ln 2 + T \ln \sigma_{ii}^2 + \ln(1 + \lambda T_i) - 2 \ln \phi\left(\frac{\mu}{\sigma_{ii}}\right) \right] \right\}$$

$$+ \sum_{i=1}^N \left\{ -\frac{1}{2} \left[ -\frac{\lambda}{1+\lambda T} \left( \sum_{i=1}^T \frac{\varepsilon_{it} - \mu}{\sigma_{it}} \right)^2 + \sum_{i=1}^T \left( \frac{\varepsilon_{it} - \mu}{\sigma_{it}} \right)^2 \right] \right\} \quad (۳)$$

$$+ \sum_{i=1}^N \ln \phi \left\{ \left[ \sqrt{\frac{\lambda}{1+\lambda T}} \right] \left[ \frac{1}{\sigma_{it}} \right] \left[ \sum_{i=1}^T (\varepsilon_{it} - \mu) + T\mu \left( 1 - \frac{1}{\lambda} \right) \right] \right\}$$

در نهایت، میزان کارایی فنی هر یک از واحدهای مورد بررسی برابر با  $TE_i = \exp^{-E[u_i|\varepsilon_i]}$  خواهد شد. در این تحقیق، به منظور ارزیابی عملکرد، برای  $Q_{it}^F = f(X_{it}, t)$  از تابع ترانسلوگ زیر استفاده شده است:

$$\begin{aligned} \ln Q_{it} &= \alpha_0 + \alpha_L \ln L_{it} + \alpha_K \ln K_{it} + \frac{1}{2} \beta_{LL} (\ln L_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_{KK} (\ln K_{it})^2 + \beta_{LK} (\ln L_{it}) (\ln K_{it}) \\ &\quad + \beta_{L_t} (\ln L_{it}) t + \beta_{K_t} (\ln K_{it}) t + \alpha_t t + \frac{1}{2} \beta_{tt} t^2 + (v_{it} - u_{it}) \\ v_{it} &\cong iid N(0, \sigma_v^2) \\ u_{it} &\cong iid |N(m_{it}, \sigma_u^2)| \\ m_{it} &= \pi_1 HHI_{it} + \pi_2 RD_{it} + \pi_3 LL_{it} + \pi_4 MES_{it} \\ u_{it} &\geq 0 \end{aligned} \quad (۴)$$

در این مدل،  $HHI_{it}$  شاخص هر فیندال هیرشمن<sup>۱</sup> (مجموع مجذور سهم بازاری فروش هر بنگاه در هر صنعت)،  $RD_{it}$  هزینه تحقیق توسعه هر صنعت به کل صنایع کارخانه‌ای،  $LL_{it}$  تعداد نیروی متخصص و دارای مدرک لیسانس به بالا به کل شاغلان هر صنعت و  $MES_{it}$  سطح بهینه تولید بوده که از روش کومانور براساس میانه ارزش افزوده به نیروی کار صنایع بزرگ محاسبه شده است. یادآوری می‌شود، در این تحقیق، برای کمی کردن شاخص فناوری با استفاده از اطلاعات مربوط به هزینه‌های تحقیق و توسعه (R&D) و تعداد نیروی کار دارای تحصیلات لیسانس به بالا (LL) و با به کارگیری رهیافت فازی، یک شاخص تلفیقی برای ارزیابی فناوری در نظر گرفته شده است.

۱- شاخص هر فیندال هیرشمن به صورت  $HHI = \sum_{i=1}^n S_i^2$  تعریف که در آن سهم مجموع مجذور اندازه بنگاه‌ها به عنوان شاخص قدرت انحصاری سنجیده می‌شود.



$$t_j(i) = \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{R \& D_j^{\max} - R \& D_j^i}{R \& D_j^{\max} - R \& D_j^{\min}} \right) + \left( \frac{LL_j^{\max} - LL_j^i}{LL_j^{\max} - LL_j^{\min}} \right) \right] \quad (5)$$

که  $Q_{it}$  متناظر با ارزش افزوده صنعت است. یادآوری می‌شود، توزیع مرتبط با «اثرات ناکارایی تکنیکی» یک تابع توزیع نرمال غیرمنفی قطع شده<sup>۱</sup> با مؤلفه‌های  $N(m_{it}, \sigma_u^2)$  است. در جدول شماره ۳، آزمون فرضیه‌های مربوط به انتخاب بهترین مدل ارائه شده و در جدول شماره ۴، تابع مرزی و کارایی فنی صنایع کد چهار ISIC با تخمین حداکثر درست‌نمایی (MLE) پارامترهای تابع ترانسلوگ استخراج شده است. از آنجا که روش تابع مرزی تصادفی یک روش آماری بوده و مبتنی بر یک سری استنباط‌های آماری است، بنابراین، قبل از تحلیل نتایج حاصل از تخمین مدل و میزان کارایی برآورد شده، لازم است در ابتدا در خصوص نتایج به دست آمده، یک سری فروض آماری آزمون شوند. فرضیه‌های مربوط به نتایج حاصل از تخمین مدل‌های مورد نظر با استفاده از آماره لگاریتم نسبت درست‌نمایی (LR) آزمون شده‌اند. آماره مزبور یکی از متداول‌ترین آماره‌هایی است که برای آزمون‌های مربوط به برآوردکننده‌های روش حداکثر درست‌نمایی (MLE) به کار گرفته می‌شود. این نسبت عبارت است از: مقدار حداکثر تابع درست‌نمایی برای توابع مقید تحت فرضیه صفر به مقدار حداکثر تابع درست‌نمایی برای توابع نامقید تحت فرضیه مقابل که به طور کلی می‌توان آن را به شکل  $LR = -2\{L(H_0) - L(H_1)\}$  بیان کرد که در آن،  $L(H_0)$  و  $L(H_1)$  به ترتیب مقادیر لگاریتم درست‌نمایی تحت فرضیه صفر و فرضیه مقابل هستند. آماره یادشده دارای توزیع  $\chi_{df}^2$  با درجه آزادی برابر با تعداد قیود اعمال شده بر مدل تحت فرضیه صفر است. نتایج آزمون فرضیه‌های مربوط به مدل در جدول شماره ۳، ارائه شده است.

جدول ۳- آزمون آماری فروض مدل تابع تولید مرزی

نتیجه فرضیه	$\chi^2_{df}$	$LR = -2\{L(H_0) - L(H_1)\}$	مقدار $L(H_1)$	مقدار $L(H_0)$	فرضیه $H_0$
$H_0$ رد	۱۲/۵۹	۴۷۸/۸۴	۹۶/۸۰	-۱۴۲/۶۲	$H_0: \beta_{ij} = \beta_{kj} = \beta_{lj} = \alpha_i = 0 \quad j=l,k$
$H_0$ رد	۵/۹۹	۳۶/۲۲	۹۶/۸۰	۷۸/۶۹	$H_0: \beta_{ik} = \beta_{il} = 0$
$H_0$ رد	۹/۴۹	۳۷۱/۸۴	۹۶/۸۰	-۸۹/۱۲	$H_0: \beta_{ij} = \beta_{il} = \alpha_i = 0$
$H_0$ رد	۵/۹۹	۵۲۰/۸۴	۳۵۷/۲۲	۹۶/۸۰	$H_0: \mu = \eta = 0$
$H_0$ رد	۳/۸۴	۳۴/۳۸	۱۱۳/۹۹	۹۶/۸۰	$H_0: \mu = 0$
$H_0$ رد	۳/۸۴	۴۰۷/۷۶	۳۰۰/۶۸	۹۶/۸۰	$H_0: \eta = 0$

مأخذ: پژوهش جاری.

نخستین فرضیه‌ای که مورد آزمون قرار گرفته، مربوط به انتخاب شکل تابع تولید مرزی است. در این مورد، همان‌طور که در جدول شماره ۳، مشاهده می‌شود، رد فرضیه صفر  $H_0: \beta_{ij} = \beta_{kj} = \beta_{lj} = \alpha_i = 0$  بیان‌کننده این بوده که فرم ترانسلوگ تابع مرزی، بهتر از فرم کاب-داگلاس در این تحقیق است. فرضیه دوم که در جدول شماره ۳، مورد آزمون قرار گرفته، در مورد خنثی بودن یا نبودن نوع تغییرات فناوری است. از نظر هیکس تغییر فناوری زمانی خنثی است که بهره‌وری تمام عوامل تولیدی با تغییر فناوری به یک نسبت تغییر یابند که این را می‌توان از طریق تأثیر متقابل شاخص فناوری و سایر متغیرهای مستقل در مدل مورد ارزیابی قرار داد. بر همین اساس، فرضیه صفر در اینجا بیان‌کننده آن است که تغییرات فناوری از نوع خنثی است، یعنی  $H_0: \beta_{ik} = \beta_{il} = 0$  نتایج به‌دست آمده بیان‌کننده رد فرضیه یادشده، است. بنابراین، می‌توان گفت، در این مدل تغییرات فناوری غیرخنثی است. فرضیه سوم در خصوص بررسی تأثیر تغییرات فناوری در مدل است. در این زمینه، فرضیه صفر عدم تأثیر تغییرات فناوری،  $H_0: \beta_{ij} = \beta_{il} = \alpha_i = 0$  مورد آزمون قرار گرفته که نتایج به‌دست آمده نشان‌دهنده معنادار بودن اثر تغییرات فناوری در مدل یادشده، است. فرضیه چهارم در مورد آن است که آیا  $H_0: \mu = \eta = 0$  است یا خیر. این فرضیه به معنای آن است که ۱- توزیع  $u$  به صورت نیمه نرمال است و ۲- ناکارایی طی زمان تغییر نمی‌کند. نتیجه آزمون این فرضیه نشان می‌دهد که توزیع  $u$  نرمال قطع شده است و

ناکارایی نیز طی زمان تغییر می‌کند. فرضیه پنجم و ششم به صورت جداگانه به بررسی ساختار توزیع  $u$  و تغییرات  $\eta$  طی زمان می‌پردازد که مؤید نتایج فرضیه چهارم است. براساس آزمون فرضیه‌های یادشده، اکنون می‌توان تابع مرزی تصادفی (SFA) را برآورد و تحلیل کرد. نتایج حاصل از برآورد تابع مرزی ترانسلوگ در جدول شماره ۴، گزارش شده است. با توجه به مدل برآورد شده در جدول شماره ۴، می‌توان نتیجه گرفت که هرچه ضریب تمرکز در صنایع افزایش یابد، میزان ناکارایی افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، صناعی که ساختار متمرکزتری داشته‌اند و میزان انحصار مؤثر در آنها بالاتر بوده است، میزان ناکارایی بالاتری داشته‌اند. براساس مدل تحقیق در صناعی که ضریب نیروی کار متخصص بالاتر بوده و بنگاه‌ها از صرفه‌های مقیاس بهره‌مند بوده‌اند، میزان ناکارایی کاهش یافته است. همچنین یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که هزینه تحقیق و توسعه تأثیر چندانی بر کاهش ناکارایی در بخش صنعت کشور نداشته و از نظر آماری بی‌معنا بوده است.

اکنون براساس معادله برآوردی جدول شماره ۴، سطح کارایی تکنیکی بنگاه  $t$  در زمان  $t$  به صورت نسبت میانگین تولید به میانگین تولید بالقوه به صورت  $TE_{it} = \frac{E(Q_{it}/u_{it}, L_{it}, K_{it})}{E(Q_{it}^F/L_{it}, K_{it})} = \exp(-u_{it})$  به دست می‌آید. در جدول شماره ۵، براساس رابطه TE ارزیابی از کارایی تکنیکی صنایع واقع در کد چهار ISIC ارایه شده است. همان‌طور که بیان شد، کارایی تکنیکی نشان‌دهنده میزان توانایی یک بنگاه در حداکثرسازی تولید با توجه به عوامل تولید مشخص است یا به عبارتی، بیان‌کننده استفاده از حداقل نهاده‌های تولیدی برای تولید یک سطح معین ستاده است. با توجه به محاسبات انجام شده در جدول شماره ۴، می‌توان نتیجه گرفت که ۱- روند کارایی در صنایع کارخانه‌ای ایران روند رو به رشدی بوده و در تمام صنایع ضریب کارایی فنی افزایش یافته است. در صنایع کد دو رقمی ISIC بیشترین ضریب ناکارایی فنی مربوط به صنایع «تولید پوشاک و عمل آوردن و رنگ کردن پوست خزدار»، «انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده» و «ساخت منسوجات» و «بازیافت» و بیشترین کارایی فنی مربوط به صنعت «ساخت مواد و محصولات شیمیایی» بوده است<sup>۱</sup>.

۱- با توجه به ساختار صنایع ایران که در آن، صنایع از یارانه حامل‌های انرژی بهره می‌برند و قیمت دستوری در برخی صنایع حاکم است، نحوه تخصیص منابع در شرایط کنونی نمی‌تواند براساس سازوکار قیمت‌ها باشد. از این رو، انحراف در شدت مصرف نهاده‌ها در صنایع کشور وجود دارد که می‌تواند به انحراف در نتایج به دست آمده منجر شود. این مسأله یکی از محدودیت‌های تحقیقات در حوزه صنایع کشور به شمار می‌آید.

جدول ۴- برآورد تابع مرز تصادفی ترانسلوگ به روش MLE

$\ln Q_{it} = \alpha_0 + \alpha_L \ln L_{it} + \alpha_K \ln K_{it} + \frac{1}{2} \beta_{LL} (\ln L_{it})^2 + \frac{1}{2} \beta_{KK} (\ln K_{it})^2 + \beta_{LK} (\ln L_{it})(\ln K_{it}) + \beta_{iL} (\ln L_{it})t + \beta_{iK} (\ln K_{it})t + \alpha_i t + \frac{1}{2} \beta_{it} t^2 + (v_{it} - u_{it})$				
آماره Z	انحراف معیار	ضرایب	پارامترها	متغیرها
۱۳/۶۷	۰/۷۵	۱۰/۳۴	$\alpha_0$	عرض از مبدأ
۶/۸۹	۰/۱۵	۱۷/۰۴	$\alpha_L$	لگاریتم نیروی کار
-۴/۴۲	۰/۱۲	-۰/۴۳	$\alpha_K$	لگاریتم موجودی سرمایه
۴/۸۶	۰/۰۱۴	۰/۰۵۴	$\beta_{LL}$	لگاریتم نیروی کار به توان دو
۴/۶۲	۰/۰۱۳	۰/۰۶۰	$\beta_{KK}$	لگاریتم موجودی سرمایه به توان دو
-۱/۷۱	۰/۰۱۴	-۰/۰۲۴	$\beta_{LK}$	حاصل ضرب لگاریتم نیروی کار در لگاریتم موجودی سرمایه
-۱/۶۱	۰/۰۵۷	-۰/۰۹۲	$\beta_{iL}$	حاصل ضرب لگاریتم نیروی کار در ضریب فناوری
۴/۸۲	۰/۰۴۰	۰/۱۹۴	$\beta_{iK}$	حاصل ضرب لگاریتم موجودی سرمایه در ضریب فناوری
-۴/۷۵	۰/۲۴۳	-۱/۴۵۹	$\alpha_i$	ضریب فناوری
-۳/۸۳	۰/۱۹۵	-۰/۷۴۹	$\beta_{it}$	ضریب فناوری به توان دو
۱۵/۴۱	۰/۰۰۶	۰/۱۰۶	$\sigma^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$	sigma-squared
۵/۳۹	۰/۰۱۳	۰/۷۲۹	$\gamma = \sigma_u^2 / (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)$	gamma
۱۶/۶۰	۰/۰۲۳	۰/۵۵۷	$m_{it}$	mu
۱۷/۲۰	۰/۰۰۲	۰/۰۵۰	$\eta$	eta
$u_{it} \cong iid   N(m_{it}, \sigma_u^2)  $ عوامل مؤثر بر ناکارایی صنایع کارخانه‌ای $m_{it} = \pi_1 HHI_{it} + \pi_2 RD_{it} + \pi_3 LL_{it} + \pi_4 MES_{it}$				
۴/۱۹	۰/۱۹۵	۰/۸۲۰	$\pi_1$	هرفیندال هیرشمن
-۱/۴۲	۰/۰۰۱	-۰/۰۰۰۱	$\pi_2$	ضریب تحقیق و توسعه
۳/۸۱	۰/۰۱۱	-۰/۳۹۱	$\pi_3$	ضریب نیروی کار متخصص
۱۶/۸۰	۰/۰۲۲	-۰/۵۴۶	$\pi_4$	ضریب صرفه‌های مقیاس
log likelihood function = $-۰/۳۵۷۲۲۹۲۰E+۰۳$				
LR test of the one-sided error = $-۰/۱۴۶۹۳۳۶۴E+۰۴$				
number of iterations = ۱۹				
total number of observations = ۱۷۰۳				

مأخذ: پژوهش جاری.

ارزیابی عوامل مؤثر بر ناکارایی فنی صنایع کارخانه‌های ایران..... ۳۹

جدول ۵- ضریب کارایی صنایع کارخانه‌های ایران براساس رویکرد مرز تصادفی

کد دو رقمی ISIC	صنایع	توضیحات	سال		
			۱۳۷۴	۱۳۸۰	۱۳۸۸
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	شامل ۱۷ فعالیت و ۸۷۸ محصول	۰/۳۴۹	۰/۴۵۴	۰/۵۵۴
۱۶	محصولات از توتون و تنباکو	شامل ۱ فعالیت و ۹ محصول	۰/۳۲۱	۰/۴۳۱	۰/۵۳۷
۱۷	ساخت منسوجات	شامل ۷ فعالیت و ۲۹۰ محصول	۰/۲۳۷	۰/۳۴۱	۰/۴۴۹
۱۸	تولید پوشاک و عمل آوردن و رنگ کردن پوست خزدار	شامل ۲ فعالیت و ۸۱ محصول	۰/۲۰۸	۰/۳۱۳	۰/۴۲۴
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و پراق و تولید کفش	شامل ۳ فعالیت و ۹۵ محصول	۰/۳۰۱	۰/۴۱۰	۰/۵۱۶
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه به جز مبلمان - ساخت کالا از نی و مواد حصیری	شامل ۵ فعالیت و ۱۶۴ محصول	۰/۲۵۷	۰/۳۶۵	۰/۴۷۴
۲۱	ساخت کاغذ و محصولات کاغذی	شامل ۳ فعالیت و ۱۷۹ محصول	۰/۳۵۲	۰/۴۶۲	۰/۵۶۴
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	شامل ۷ فعالیت و ۴۰ محصول	۰/۲۳۲	۰/۳۳۷	۰/۴۴۶
۲۳	تولید کک و فراورده‌های حاصل از نفت و سوخت‌های هسته‌ای	شامل ۳ فعالیت و ۹۳ محصول	۰/۳۸۸	۰/۴۹۴	۰/۵۹۲
۲۴	ساخت مواد و محصولات شیمیایی	شامل ۹ فعالیت و ۱۵۶۹ محصول	۰/۴۱۹	۰/۵۲۴	۰/۶۱۹
۲۵	محصولات از لاستیک و پلاستیک	شامل ۳ فعالیت و ۴۱۴ محصول	۰/۲۹۳	۰/۴۰۳	۰/۵۱۰
۲۶	سایر محصولات کانی غیر فلزی	شامل ۸ فعالیت و ۳۵۸ محصول	۰/۲۷۲	۰/۳۸۰	۰/۴۸۷
۲۷	ساخت فلزات اساسی	شامل ۴ فعالیت و ۲۳۳ محصول	۰/۴۱۲	۰/۵۱۴	۰/۶۰۸
۲۸	محصولات فلزی فابریکی به جز ماشین‌آلات و تجهیزات	شامل ۷ فعالیت و ۴۲۲ محصول	۰/۲۷۹	۰/۳۸۸	۰/۴۹۶
۲۹	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جاهای دیگر	شامل ۱۵ فعالیت و ۱۳۰۱ محصول	۰/۲۹۹	۰/۴۰۹	۰/۵۱۵

۴۰ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال چهاردهم، شماره ۵۲، بهار ۱۳۹۳

ادامه جدول ۵

۰/۶۰۱	۰/۵۰۳	۰/۳۹۴	شامل ۱ فعالیت و ۱۳۸ محصول	ماشین آلات اداری و حسابداری	۳۰
۰/۵۴۵	۰/۴۴۱	۰/۳۳۱	شامل ۶ فعالیت و ۵۵۲ محصول	ماشین آلات و دستگاه‌های برقی طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۳۱
۰/۶۱۲	۰/۵۱۶	۰/۴۱۱	شامل ۳ فعالیت و ۱۷۱ محصول	تولید رادیو، تلویزیون و وسایل ارتباطی و آپارات	۳۲
۰/۵۰۹	۰/۴۰۲	۰/۲۹۲	شامل ۵ فعالیت و ۴۰۶ محصول	ابزار پزشکی، اپتیکی، ابزار دقیق، ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۳۳
۰/۵۹۰	۰/۴۹۴	۰/۳۹۱	شامل ۳ فعالیت و ۳۰۹ محصول	وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم‌تریلر	۳۴
۰/۵۱۹	۰/۴۱۳	۰/۳۰۵	شامل ۷ فعالیت و ۱۸۲ محصول	تولید سایر تجهیزات حمل‌ونقل	۳۵
۰/۴۷۲	۰/۳۶۳	۰/۲۵۴	شامل ۶ فعالیت و ۳۱۳ محصول	تولید میلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۳۶
۰/۴۶۸	۰/۳۵۸	۰/۲۴۹	شامل ۲ فعالیت و ۵۲ محصول	بازیافت	۳۷

مأخذ: پژوهش جاری.

در جدول‌های شماره ۶ و ۷، به بررسی برخی از شاخص‌های ساختاری و عملکردی بخش صنعت ایران اشاره شده است. همان‌گونه که در جدول شماره ۶، مشاهده می‌شود، در صنعت «تولید پوشاک و عمل آوردن و رنگ کردن پوست خزدار» با کد آیسیک ۱۸، ضریب تمرکز چهار بنگاه برتر<sup>۱</sup> و شاخص هرفیندال هیرشمن پایین است، ضریب صرفه‌های مقیاس بسیار اندک است و این صنعت ضریب ناکارایی بالایی دارد یا در صنعت «انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده» و «ساخت منسوجات» با کد آیسیک ۲۲ و ۱۷ میزان تمرکز چهار بنگاه برتر و شاخص هرفیندال هیرشمن بسیار بالاست و ضریب صرفه‌های مقیاس در سطح میانگین صنعت بوده، اما ضریب ناکارایی بالا و حدود ۰/۵۵ است.

۱- برای محاسبه این شاخص باید حاصل جمع سهم بازاری K مورد از بزرگ‌ترین بنگاه‌ها را در بازار به صورت

$$CR_k = \sum_{i=1}^k S_i$$

به دست آورد.

ارزیابی عوامل مؤثر بر ناکارایی فنی صنایع کارخانه‌ای ایران..... ۴۱

جدول ۶- میزان شاخص ساختاری بازار و ضریب ناکارایی در صنایع کارخانه‌ای ایران

متغیر عملکردی	شاخص‌های ساختاری بازار			کد دو رقمی ISIC
	ضریب صرفه‌های مقیاس	شاخص هرفیندال	نسبت تمرکز چهار بنگاه برتر	
ضریب ناکارایی				
۰/۴۵	۰/۰۴۶	۰/۱۳۵	۰/۴۴۰	۱۵
۰/۴۶	۰/۸۵۶	۰/۷۵۳	۱/۰۰۰	۱۶
۰/۵۵	۰/۱۰۰	۰/۱۵۷	۰/۵۹۴	۱۷
۰/۵۸	۰/۰۰۷	۰/۰۲۸	۰/۱۸۷	۱۸
۰/۴۸	۰/۰۷۶	۰/۱۰۱	۰/۵۲۴	۱۹
۰/۵۳	۰/۰۹۱	۰/۱۶۳	۰/۶۳۰	۲۰
۰/۴۴	۰/۰۲۲	۰/۰۸۶	۰/۴۳۳	۲۱
۰/۵۵	۰/۱۱۵	۰/۳۲۹	۰/۷۳۰	۲۲
۰/۴۱	۰/۱۶۰	۰/۲۴۷	۰/۷۷۷	۲۳
۰/۳۸	۰/۰۳۹	۰/۱۳۳	۰/۵۵۳	۲۴
۰/۴۹	۰/۰۳۱	۰/۰۶۳	۰/۳۷۲	۲۵
۰/۵۱	۰/۰۲۱	۰/۰۴۴	۰/۲۷۰	۲۶
۰/۳۹	۰/۰۳۸	۰/۲۰۹	۰/۶۴۲	۲۷
۰/۵۰	۰/۰۲۱	۰/۰۹۲	۰/۴۴۷	۲۸
۰/۴۹	۰/۰۶۴	۰/۲۲۲	۰/۵۹۸	۲۹
۰/۴۰	۰/۰۵۶	۰/۰۶۷	۰/۴۱۶	۳۰
۰/۴۶	۰/۰۵۱	۰/۱۸۲	۰/۶۱۹	۳۱
۰/۳۹	۰/۰۸۰	۰/۱۹۲	۰/۶۸۴	۳۲
۰/۴۹	۰/۱۷۱	۰/۳۱۴	۰/۷۴۶	۳۳
۰/۴۱	۰/۰۳۴	۰/۲۴۲	۰/۶۱۰	۳۴
۰/۴۸	۰/۱۴۳	۰/۳۲۵	۰/۷۴۳	۳۵
۰/۵۳	۰/۱۷۶	۰/۳۸۳	۰/۷۵۱	۳۶
۰/۵۳	۰/۱۵۷	۰/۲۶۴	۰/۸۱۲	۳۷

مأخذ: پژوهش جاری با استفاده از داده‌های خام مرکز آمار ایران.

در جدول شماره ۷، وضعیت سایر متغیرها مانند ضریب نیروی کار متخصص، ضریب استهلاک در هر صنعت، ضریب تحقیق و توسعه و ساختار مالکیت در صنایع کارخانه‌ای کد دو رقمی آیسیک گزارش شده است. با توجه به جدول شماره ۷، بیشترین ضریب نیروی کار متخصص در صنعت «ساخت مواد و محصولات شیمیایی» با کد آیسیک ۲۴ است. در این صنعت حدود ۲۳/۲۲

۴۲ فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی، سال چهاردهم، شماره ۵۲، بهار ۱۳۹۳

درصد شاغلان دارای مدرک لیسانس به بالا هستند و ضریب تحقیق توسعه در آن بسیار بالا و حدود ۲۷/۶۰ درصد کل صنعت است. این صنعت کمترین ناکارایی فنی را در مقایسه با سایر صنایع داراست. یادآوری می‌شود که در بیشتر صنایع ایران ضریب نیروی کار متخصص و ضریب تحقیق و توسعه پایین است. همچنین در صنایعی مانند صنعت «محصولات از توتون و تنباکو» و «تولید سایر تجهیزات حمل و نقل» سهم مالکیت دولتی بسیار بالاست.

جدول ۷- بررسی وضعیت سایر متغیرهای تبیین کننده وضعیت صنایع کارخانه‌ای ایران

کد دو رقمی ISIC	ضریب نیروی کار متخصص	ضریب استهلاک	ضریب ساختار مالکیت دولتی	ضریب تحقیق و توسعه	ضریب ناکارایی
۱۵	۹/۸۲	۷/۵۹	۳/۸۷	۹/۷۳	۰/۴۵
۱۶	۱۴/۹۶	۰/۳۵	۵۰	۰/۰۰	۰/۴۶
۱۷	۵/۹۷	۳/۹۲	۱/۶۴	۰/۵۴	۰/۵۵
۱۸	۳/۸۴	۰/۰۸	۱/۲۱	۰/۰۵	۰/۵۸
۱۹	۴/۰۶	۰/۱۳	۰	۰/۰۷	۰/۴۸
۲۰	۹/۳۶	۰/۲۱	۷/۳	۰/۱۲	۰/۵۳
۲۱	۱۰/۵	۰/۸۹	۱/۲۶	۰/۲۲	۰/۴۴
۲۲	۱۲/۲۲	۰/۳	۶/۹۱	۰/۰۱	۰/۵۵
۲۳	۱۸/۷۶	۸/۸۸	۸/۷۶	۸/۹۸	۰/۴۱
۲۴	۲۳/۲۲	۲۵/۵۶	۳/۴۶	۲۷/۶۰	۰/۳۸
۲۵	۱۰/۶۴	۲/۸	۱/۰۴	۱/۰۶	۰/۴۹
۲۶	۷/۵۵	۱۰/۷۹	۴/۱	۴/۹۴	۰/۵۱
۲۷	۱۳/۳۱	۱۵/۲۱	۳/۱۸	۱۱/۹۰	۰/۳۹
۲۸	۱۱/۹۵	۲/۲۲	۱/۲۵	۱/۷۴	۰/۵
۲۹	۱۳/۶۵	۲/۷۱	۱/۸۵	۳/۵۹	۰/۴۹
۳۰	۲۲/۵۲	۰/۰۹	۳/۱۳	۰/۱۳	۰/۴
۳۱	۱۲/۶۱	۱/۹۸	۱/۷۲	۶/۵۷	۰/۴۶
۳۲	۲۰/۱۶	۰/۲۹	۴/۱۱	۱/۳۵	۰/۳۹
۳۳	۱۹/۳۳	۰/۳	۵/۵۲	۲/۸۵	۰/۴۹
۳۴	۱۳/۲۹	۱۳/۹۱	۱/۳۳	۱۶/۴۷	۰/۴۱
۳۵	۱۳/۶۷	۱/۴۷	۹/۱۴	۱/۲۴	۰/۴۸
۳۶	۹/۶۳	۰/۳۴	۱/۷۹	۰/۸۵	۰/۵۳
۳۷	۳/۴	۰	۰	۰/۰۰	۰/۵۳

مأخذ: پژوهش جاری با استفاده از داده‌های خام مرکز آمار ایران.



#### ۴- جمع‌بندی

در این مقاله، ضریب ناکارایی فنی صنایع کارخانه‌ای ایران با استفاده از روش باتیس و کولی مورد سنجش قرار گرفت. همچنین به بررسی نقش ساختار بازار، صرفه‌های مقیاس، تحقیق و توسعه و نیروی کار متخصص بر ضریب ناکارایی فنی پرداخته شد. در جدول شماره ۸، با تحلیل متغیرهای ساختاری و عملکردی صنایع کارخانه‌ای ایران نتایج زیر به صورت خلاصه بیان شده است.

جدول ۸- جمع‌بندی یافته‌های تحقیق

کد ISIC	شاخص هرfindال	ضریب صرفه‌های مقیاس	ضریب نیروی کار متخصص	ضریب استهلاک	سهم مالکیت دولتی	ضریب تحقیق و توسعه	ضریب ناکارایی فنی
۱۵	پایین	پایین	بالا	بالا	پایین	بالا	پایین
۱۶	بالا	پایین	بالا	پایین	پایین	پایین	پایین
۱۷	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	بالا
۱۸	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	بالا
۱۹	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	بالا
۲۰	پایین	پایین	پایین	پایین	بالا	پایین	بالا
۲۱	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین
۲۲	بالا	بالا	پایین	پایین	بالا	پایین	بالا
۲۳	بالا	بالا	بالا	بالا	بالا	بالا	پایین
۲۴	پایین	پایین	بالا	بالا	پایین	بالا	پایین
۲۵	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	بالا
۲۶	پایین	پایین	پایین	بالا	پایین	بالا	بالا
۲۷	بالا	پایین	بالا	بالا	پایین	بالا	پایین
۲۸	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	پایین	بالا
۲۹	بالا	پایین	بالا	پایین	پایین	پایین	بالا
۳۰	پایین	پایین	بالا	پایین	پایین	پایین	پایین
۳۱	پایین	پایین	بالا	پایین	پایین	بالا	پایین
۳۲	پایین	پایین	بالا	پایین	پایین	پایین	پایین
۳۳	بالا	بالا	بالا	بالا	بالا	پایین	بالا
۳۴	بالا	پایین	بالا	بالا	پایین	بالا	پایین
۳۵	بالا	بالا	بالا	پایین	بالا	پایین	پایین
۳۶	بالا	بالا	پایین	پایین	پایین	پایین	بالا
۳۷	بالا	بالا	پایین	پایین	پایین	پایین	بالا

مأخذ: پژوهش جاری.

همچنین نتایج این تحقیق مؤید آن است که:

- ۱- روند کارایی در صنایع کارخانه‌ای ایران روند رو به رشدی بوده و در تمام صنایع کارخانه‌ای طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۸ ضریب کارایی فنی افزایش یافته است.
- ۲- در صنایع کد دو رقمی ISIC بیشترین ضریب ناکارایی فنی مربوط به صنایع «تولید پوشاک و عمل آوردن و رنگ کردن پوست خزدار»، «انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده» و «ساخت منسوجات» و «بازیافت» و بیشترین کارایی فنی مربوط به صنعت «ساخت مواد و محصولات شیمیایی» بوده است. با توجه به محاسبات تحقیق متوسط ضریب ناکارایی فنی در صنایع مورد مطالعه برابر ۰/۴۷ است.
- ۳- براساس یافته‌های تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که هرچه ضریب تمرکز در صنایع افزایش یابد، میزان ناکارایی افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر، صناعی که ساختار متمرکزتری داشته و میزان انحصار مؤثر در آنها بالاتر بوده است، میزان ناکارایی بالاتری داشته‌اند. براساس مدل تحقیق در صناعی که ضریب نیروی کار متخصص بالاتر بوده و بنگاه‌ها از صرفه‌های مقیاس بهره‌مند بوده‌اند، میزان ناکارایی کاهش یافته است. همچنین یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که هزینه تحقیق و توسعه تأثیر چندانی بر کاهش ناکارایی در بخش صنعت کشور نداشته و از نظر آماری بی‌معنا بوده است.
- ۴- براساس یافته‌های تحقیق در صنعت «تولید پوشاک و عمل آوردن و رنگ کردن پوست خزدار» با کد آیسیک ۱۸، ضریب تمرکز چهار بنگاه برتر و شاخص هرفیندال هیرشمن پایین است، اما ضریب صرفه‌های مقیاس بسیار اندک است و این صنعت ضریب ناکارایی بالایی دارد یا در صنعت «انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده» و «ساخت منسوجات» با کد آیسیک ۲۲ و ۱۷ میزان تمرکز چهار بنگاه برتر و شاخص هرفیندال هیرشمن بسیار بالا و ضریب صرفه‌های مقیاس در سطح میانگین صنعت بوده، اما ضریب ناکارایی بالا و حدود ۰/۵۵ است.
- ۵- براساس یافته‌های تحقیق بیشترین ضریب نیروی کار متخصص در صنعت «ساخت مواد و محصولات شیمیایی» با کد آیسیک ۲۴ است. در این صنعت حدود ۲۳/۲۲ درصد شاغلان دارای مدرک لیسانس به بالا هستند و ضریب تحقیق و توسعه در آن بسیار بالا و حدود ۲۷/۶۰ درصد کل صنعت است. این صنعت کمترین ناکارایی فنی را در مقایسه با سایر

صنایع داراست. یادآوری می‌شود که در بیشتر صنایع ایران ضریب نیروی کار متخصص و ضریب تحقیق و توسعه پایین است. همچنین در صنایعی مانند صنعت «محصولات از توتون و تنباکو» و «تولید سایر تجهیزات حمل‌ونقل» سهم مالکیت دولتی بسیار بالاست. با توجه به یافته‌های یادشده، در راستای کاهش ضریب ناکارایی باید به سیاست‌های زیر توجه کرد: ۱- تجدید ساختار صنایع کارخانه‌ای در راستای استفاده از ظرفیت بهینه تولیدی. ۲- ارتقای ضریب فناوری در صنایع با تعریف مقررات انگیزش‌محور، مانند تعدیل نرخ استهلاک در محاسبه نرخ مالیات و به‌کارگیری ابزار مالی غیرمستقیم. ۳- ارتقای ضریب رقابت در صنایع با توجه به خصوصی‌سازی رقابت‌محور. ۴- توجه به تحقیق و توسعه در راستای افزایش ضریب فناوری و کاهش کارایی فنی در صنایع کارخانه‌ای کشور.

## منابع

### الف- فارسی

- پیرایی، خسرو و حسین کاظمی (۱۳۸۳)، اندازه‌گیری کارایی فنی شرکت‌های بیمه در ایران براساس برآورد تابع مرز تصادفی، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۱۸.
- حکیمی‌پور، نادر و کامبیز هژبر کیانی (۱۳۸۷)، تحلیل مقایسه‌ای کارایی بخش صنایع بزرگ در استان‌های ایران: با استفاده از روش تابع مرز تصادفی، مجله دانش و توسعه، سال پانزدهم، شماره ۲۴.
- حیدری، ابراهیم (۱۳۹۱)، تجزیه و تحلیل بهره‌وری در صنایع منتخب انرژی‌بر ایران براساس روش *DEA*، پژوهشنامه اقتصاد کلان، سال هفتم، شماره ۱۴.
- زرانژاد، منصور، فرهاد خداداد کاشی و رضا یوسفی (تابستان ۱۳۹۱)، ارزیابی کارایی فنی صنایع کارخانه‌ای ایران، فصلنامه اقتصاد مقداری، دوره ۹، شماره ۲.
- سخنور، محمد، عباس عصار، حسین صادقی، کاظم یآوری و نادر مهرگان (۱۳۹۲)، تخمین توابع فاصله‌نهاد مرزی و فرامرزی تصادفی برای شرکت‌های توزیع برق و عوامل مؤثر بر کارایی، مجله سیاست‌گذاری اقتصادی، سال پنجم، شماره نهم.
- فریور، لیلا (۱۳۸۲)، بررسی ناکارایی تکنیکی در زیربخش‌های عمده صنعت ایران (مطالعه با استفاده از داده‌های تابلویی)، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۲۶.
- لطفی‌پور، محمدرضا و عالیه رزم آرا (۱۳۸۵)، ارزیابی کارایی تکنیکی و روند بهره‌وری در صنایع ایران، مجله دانش و توسعه، شماره ۱۸.

محمدی، حمید (۱۳۹۰)، مقایسه کاربرد روش‌های تابع تولید مرز تصادفی و تحلیل فراگیر داده‌ها در تحلیل کارایی واحدهای تولید رب گوجه‌فرنگی در استان فارس، اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال نوزدهم، شماره ۷۶.

ب- لاتین

- Aigner, D. C. (1977). *Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models*. Journal of Econometrics, pp. 21-37.
- Aigner, D. J. (1968). *Estimating the industry production function*. American Economic Review, pp. 826-39.
- Badunenko, O. D. (2012). *When, Where and How to Perform Efficiency Estimation*. Journal of the Royal Statistical Society Series A , pp. 863-892.
- Basu, S. a. (1995). *Are Apparent Productive Spillovers a Figment of Specification Error?* Journal of Monetary Economics, pp. 165-88.
- Battese, G. a. (1995). *A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function and Panel Data*. Empirical Economics, pp. 325-332.
- Berndt, E. R. (1986). *U.S. Manufacturing Output and Factor Input Price and Quantity Series, 1908-194 7 and 194 7-1981*. Massachusetts Institute of technology, Energy Laboratory Working Paper 86-01 OWE.
- Coelli, T. (1994). *A Guide to FRONTIER*, Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation. Department of Econometrics, University of New England, Armidale, NSW, Australia.
- Coelli, T. a. (1999). *A Comparison of Parametric and Non-parametric Distance Functions: With Application to European Railways*. European Journal of Operational Research, pp. 326-339.
- Farrell, M. (1957). *The measurement of productive efficiency*. Journal of Royal Statistical Society, pp. 253-281.
- Harvie.C, C. T. (2013). *Technical Efficiency of Thai Manufacturing SMEs: A Stochastic Frontier Analysis*. Australasian Accounting Business and Finance Journal, pp. 99-121.
- Horrace, W. a. (2011). *Semiparametric Deconvolution with Unknown Error Variance*. Journal of Productivity Analysis , pp. 129-141.

- Kumbhakar, S. C. (2013). *A Zero Inefficiency Stochastic Frontier Estimator*. Journal of Econometrics , pp. 66-76.
- Lovell, C., & S. Richardson, P. T. (1990). *Resources and Functioning: A New View of Inequalities in Australia* . Department of Economics, University of North-Carolina, Working paper series# 90-8. .
- Mirghafor.H, S. a. (2012). *Financial performance evaluation with data envelopment analysis approach*. Manegment Research in Iran, pp. 189-205.
- Momeni M., Z. B. (2006). *Productivity analysis of production system via a simulation model*. Management Research in Iran, pp. 230-211.
- Simar, L. a. (2009). *Inference from Cross-Section, Stochastic Frontier Models*. Econometric Reviews, pp. 62-98.