

## تحلیل مقایسه‌ای کارایی بخش صنایع بزرگ در استان‌های ایران در برنامه‌های توسعه بعد از انقلاب با استفاده از روش تابع مرزی تصادفی

نادر حکیمی‌پور<sup>۱</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۱۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۶/۱۴

### چکیده

هدف این مقاله تخمین و مقایسه کارایی فنی در بخش صنایع بزرگ (گازکاه‌های دارای ده نفر کارکن به بالا) در استان‌های ایران، طی برنامه‌های توسعه بعد از انقلاب می‌باشد. برای این منظور از روش تحلیل تابع مرزی تصادفی استفاده شده است. در این مطالعه با الهام از مدل باتیز و کولی (۱۹۹۵)، ضمن اندازه‌گیری کارایی فنی صنایع مذکور به تفکیک هر استان، عوامل موثر بر عدم کارایی و اختلاف آن در بین استان‌ها نیز مطرح و مورد مقایسه و بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر آن است که به طور کلی سطح کارایی فنی در صنایع بزرگ پایین بوده و میانگین استانی میزان کارایی صنایع در بهترین حالت که مربوط به برنامه سوم توسعه بوده، برابر با ۰/۴۰۱ است که عملکرد پائینی را نشان می‌دهد و بیانگر پایین بودن میزان بهره‌برداری از ظرفیت‌های اقتصادی در این گروه از صنایع می‌باشد. به هر حال علی‌رغم پایین بودن میانگین سطح کارایی، برخی استان‌ها از این لحاظ به طور نسبی عملکرد بهتری را دارا بوده‌اند. در مجموع در دوره مورد بررسی، بالاترین میزان کارایی به استان‌های خوزستان، کرمان و هرمزگان و پایین‌ترین آن نیز به استان سیستان و بلوچستان تعلق داشته است.

در بررسی عوامل موثر بر کارایی، دو عامل دولتی بودن مالکیت واحدهای صنعتی و شدت مصرف انرژی، اثر منفی و اندازه بنگاه (متوسط ارزش افزوده یک واحد صنعتی)، اثر مثبت بر کارایی را نشان داده‌اند. دستاورد قابل توجهی که از نتایج این تحقیق می‌توان به آن اشاره کرد، این است که استان‌هایی نظیر کرمان و هرمزگان علی‌رغم این که صنایع آنان به طور نسبی از امکانات تولیدی کمتری بهره‌مند بوده‌اند، در مقایسه با برخی از استان‌های برخوردار، به طور متوسط از سطح کارایی بالاتری برخوردار هستند.

**واژگان کلیدی:** کارایی، کارایی فنی، تابع مرزی تصادفی، صنایع بزرگ.

**Keywords:** Efficiency, Technical Efficiency, Stochastic Frontier Function, Big Industries.

**JEL Classification:** O47, O14, L11, D24.

## ۱- مقدمه

رشد اقتصادی تحت تأثیر دو عامل انباشت عوامل تولید و افزایش در کارایی و بهره‌وری است. نظریه‌های سنتی رشد عمدتاً متمرکز بر عامل اول هستند. در کشورهای در حال توسعه کمبود عوامل تولید به ویژه سرمایه به عنوان یک محدودیت در فرآیند رشد اقتصادی مطرح می‌گردد و لذا توجه زیادی به انباشت سرمایه، صورت می‌پذیرد. اما با توجه به کمیابی عوامل تولید، افزایش کارایی و بهره‌وری عوامل تولید در فرآیند رشد اقتصادی از اهمیت خاصی برخوردار است. یک استراتژی توسعه اقتصادی مؤثر تا حد زیادی وابسته به ارتقاء بهره‌وری و کارایی در بخش‌های مختلف اقتصادی است. اکثر اقتصادها از امکانات بالقوه تولیدی خود استفاده کامل نمی‌کنند و عوامل تولید آن‌ها بهترین عملکرد را ندارند. این مسئله در کشورهای توسعه نیافته بیشتر به چشم می‌خورد. بنابراین افزایش کارایی و بهره‌وری عوامل تولید در رسیدن به اهداف توسعه بایستی مورد توجه خاص سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان در این کشورها قرار گیرد. در ایران نیز افزایش کارایی و بهره‌وری در بخش‌های مختلف اقتصادی بایستی به عنوان عاملی مهم و تعیین‌کننده در رشد اقتصادی، مورد توجه باشد. بر همین اساس و در قالب سند چشم‌انداز توسعه، به موضوع افزایش کارایی و بهره‌وری در برنامه‌های توسعه کشور، تاکید فراوانی شده است و این خود مستلزم شناخت دقیق از میزان و ویژگی‌های کارایی و بهره‌وری و ارتقا آنان در سطوح مختلف بخشی و منطقه‌ای است.

در این مقاله تلاش شده که به سنجش و بررسی مقایسه‌ای کارایی در صنایع بزرگ به تفکیک استان‌های کشور در برنامه‌های توسعه پس از انقلاب، پرداخته شود. ویژگی این تحقیق، در این است که از یک سو کارایی در سطح بخشی (بخش صنعت)، مورد بررسی قرار می‌گیرد و از سوی دیگر توانمندی مناطق مختلف ایران در خصوص چگونگی بهره‌برداری از عوامل تولیدی و تفاوت آنان از این نظر، مورد سنجش و مقایسه قرار خواهد گرفت.

## ۲- مروری بر پیشینه موضوع

پس از خاتمه جنگ جهانی دوم، گرایش و توجه عمده‌ای نسبت به مطالعه و بررسی موضوعات مرتبط با رشد اقتصادی و بهره‌وری، از سوی محققان، به عمل آمد و در این راستا نیز در سال ۱۹۵۷

میلادی مقاله معروف سولو<sup>۱</sup> در خصوص این موضوعات و بررسی آن در حوزه کلان منتشر گردید. سولو در مقاله خود با استفاده از یک تابع تولید کل برای اقتصاد آمریکا، رشد اقتصادی را هم ناشی از افزایش در نهاده‌های (عوامل) تولید و هم ناشی از تغییرات بهره‌وری، دانسته است. به طور کلی از سال ۱۹۵۷ میلادی به بعد، موضوع کارایی در میان اقتصاددانان به طور جدی مورد بحث و بررسی قرار گرفت و بنیاد روش‌های جدیدی برای مطالعه بهره‌وری و کارایی در سطح خرد، در عمل پایه‌ریزی شد. در مجموع دیدگاه‌های جدید در این خصوص، معطوف بر دو موضوع بوده‌اند. موضوع اول، چگونگی تعریف کارایی و بهره‌وری و موضوع دوم، چگونگی محاسبه و اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری. فرض اصلی این بود که بنگاه‌های تولیدی ممکن است به طور ناکارآمد عمل کنند که این خود اشاره به مفهوم تابع تولید مرزی به عنوان یک محک<sup>۲</sup> یا معیار برای اندازه‌گیری کارایی داشت. تلاش‌های اولیه در خصوص بررسی مفهوم کارایی و اندازه‌گیری آن در دهه پنجاه میلادی و با کار کوپمنز (۱۹۵۱)<sup>۳</sup> و دبرئو (۱۹۵۱)<sup>۴</sup> آغاز شد. هر دو فقط کارایی فنی را مورد مطالعه قرار دادند، از نظر کوپمنز یک بردار ستانده - نهاده در شرایطی به طور کامل کارا است که به لحاظ فنی امکان افزایش مقدار هیچ ستانده‌ای (یا کاهش مقدار هیچ نهاده‌ای)، بدون کاهش مقدار حداقل یک ستانده دیگر (یا افزایش مقدار حداقل یک نهاده دیگر)، وجود نداشته باشد. هر چند که کوپمنز تعریفی از کارایی فنی و ویژگی آن را ارائه داده، اما به طور مشخص روشی را برای اندازه‌گیری آن معرفی نکرده است. در این زمینه دبرئو با تعریف ضربی تحت عنوان ضریب بهره‌برداری از منابع، معیاری را برای اندازه‌گیری و تعیین درجه کارایی فنی، مطرح کرد. وی با استفاده از این ضریب که با "تفریق عدد یک از حداکثر مقدار کاهش نسبی (متناسب) در کلیه نهاده‌های تولیدی، با فرض تداوم تولید ستانده‌ها" محاسبه شده، مقدار عدم کارایی فنی را اندازه‌گیری کرده است. به هر حال این یک تفکر ساده است که با تعدیل نمودن معیار معرفی شده از سوی دبرئو بتوان اندازه کارایی را بدست آورد، ضمن این که وی تنها طرف هزینه منابع تولید را مورد توجه قرار داده و یک روش منسجم و مبتنی بر پایه‌های نظری برای اندازه‌گیری جنبه‌های مختلف کارایی ارائه نداده است. به دنبال مطالعه کوپمنز و دبرئو، فارل<sup>۵</sup> در

---

<sup>۱</sup>. Solow

<sup>۲</sup>. Benchmark

<sup>۳</sup>. Koopmans (1951)

<sup>۴</sup>. Debreu (1951)

<sup>۵</sup>. Farrel

سال ۱۹۵۷ با ارائه روشی مبتنی بر حداقل نمودن نهاده‌های تولیدی و با بکارگیری منحنی‌های تولید یکسان، اولین کسی بود که به طور تجربی به اندازه‌گیری کارایی پرداخت. وی برای نخستین بار با انتشار مقاله‌ای تحت عنوان اندازه‌گیری کارایی تولید، نظریه خود را در خصوص اندازه‌گیری کارایی با الهام از کارهای انجام شده توسط دبرئو و کوپمنز ارائه کرد و در قالب یک کار تجربی مسائل مربوط به اندازه‌گیری کارایی را در بخش کشاورزی کشور آمریکا برای یک سری از بنگاه‌های تولیدی، مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. فارل با تعریف مفاهیم تابع تولید مرزی و ارائه ویژگی‌های آن، پیشنهاد کرد که در هر صنعت یا فعالیت اقتصادی عملکرد یک بنگاه با عملکرد بهترین بنگاه‌های موجود در آن مجموعه مورد مقایسه قرار گیرد. وی مفاهیم مربوط به کارایی به تفکیک کارایی فنی و کارایی تخصیصی و از حاصل ضرب آن‌ها، کارایی اقتصادی را تعریف و تحلیل کرده است. به طور کلی تحولاتی که در چند دهه گذشته در خصوص مفاهیم کارایی و شیوه‌های اندازه‌گیری آن انجام گرفته، عمدتاً مبتنی بر جنبه‌ها و ایده‌هایی بوده که توسط فارل تعریف و مطرح شده است. نکات و مسائل اشاره شده از سوی وی در واقع به عنوان سؤالات کلیدی برای تحقیقات بعدی در این زمینه بوده‌اند. به هر حال، روش مورد استفاده از سوی فارل برای اندازه‌گیری کارایی دارای یک سری نواقص و محدودیت‌هایی بوده است که عملاً نتوانست در مطالعات بعدی مورد استقبال چندانی قرار گیرد. در بسیاری از مطالعات بعدی نیز به اصلاح روش وی همراه با تحکیم مبانی نظری کارایی، پرداخته شده است. مسیر تکامل روش‌های مرزی که با کار فارل آغاز شد، در ابتدا با مد نظر قرار دادن روش ناپارامتری همراه بوده و سپس با معطوف شدن نظرات به سمت توابع تولید از نوع پارامتری دنبال شده است. پس از ارائه چارچوب نظری اندازه‌گیری کارایی از سوی فارل، آیکنر و چو<sup>۱</sup> (سال ۱۹۶۸) مدل تابع مرزی معین<sup>۲</sup> را برای تخمین کارایی معرفی کردند. آنان دیدگاه جدیدی را در خصوص کارایی مطرح نکرده‌اند و عمدتاً متمرکز بر مفهوم تولید مرزی بوده‌اند. در مدل آن‌ها فرض بر این است که تنها منبع خطا در تابع تولید مرزی، عدم کارایی است و تأثیر سایر خطاها و اختلال‌های آماری در نظر گرفته نشده است. آیکنر، لول و اشمیت (سال ۱۹۷۷)<sup>۳</sup> در مقاله‌ای تحت عنوان "تدوین و برآورد مدل‌های تابع تولید مرزی تصادفی" به اندازه‌گیری عملی کارایی برحسب تعریف فارل و با استفاده از روش تابع

<sup>۱</sup>. Aigner and Chu (1968)

<sup>۲</sup>. Deterministic Frontier Function Approach

<sup>۳</sup>. Aigner, Lovell and Shmidt (1977)

تولید مرزی تصادفی، پرداختند. انگیزه ارائه این مدل از سوی آنان از این ایده بود که انحرافات از تولید مرزی ممکن است تحت کنترل واحدهای تصمیم‌ساز (بنگاه‌های تولیدی) نباشد و بایستی اثرات آنان نیز تخمین زده شود. آنان در مقاله خود با معرفی جمله خطای ترکیبی در مدل‌های پارامتری (که یک جزء آن بیانگر عدم کارایی و جزء دیگر آن شامل اختلال‌های تصادفی در مدل می‌باشد)، امکان انجام استنتاجات آماری گسترده‌ای در خصوص تخمین کارایی و همچنین تجزیه و تحلیل موشکافانه‌تری از توابع مرزی را فراهم کردند.

پیت و لی<sup>۱</sup> (سال ۱۹۸۱) در مقاله‌ای کاربرد مدل توابع مرزی تصادفی را با استفاده از داده‌های ترکیبی<sup>۲</sup>، گسترش دادند. در واقع در این شکل از کاربرد مدل، علاوه بر اندازه‌گیری سطح کارایی فنی بنگاه‌ها و مقایسه بین آنان از این نظر، امکان بررسی توام تغییرات تکنولوژیکی و تغییرات کارایی فنی هر یک از بنگاه‌ها در طول زمان نیز فراهم آمد. در ابتدا در مدل‌های داده‌های تلفیقی فرض بر این بود که اثر کارایی فنی در طول زمان تغییر نمی‌کند که این فرض برای حالتی که طول دوره زمانی مورد بررسی زیاد می‌شود، چندان منطقی به نظر نمی‌رسد. بتیس و کولی (سال ۱۹۹۲)<sup>۳</sup>، در این خصوص مدلی را معرفی نمودند که فرض مذکور در آن لحاظ نشده است. در تکنیک‌های تخمین اولیه برای مدل‌های تابع مرزی تصادفی، تنها به برآورد متوسط کارایی تمام بنگاه‌های مورد بررسی، اکتفا می‌شد و مشخص نبود که آیا عملکرد مشاهده شده یک بنگاه خاص در مقایسه با مرز تولید (هزینه)، ناشی از عدم کارایی است یا به علت تغییرات تصادفی و این مسئله به عنوان ضعف اصلی روش مرزی تصادفی مطرح بود. ژاندراو، لول و اشمیت (سال ۱۹۸۲)<sup>۴</sup> با ارائه راه‌حل ابتکاری این مسئله را مورد بررسی قرار داده و اندازه‌گیری مجزای کارایی هر یک از بنگاه‌ها را عملی کردند و از این نظر تحولی در محاسبه کارایی و تخمین توابع مرزی بوجود آوردند. به طور کلی پس از معرفی مدل توابع مرزی تصادفی، تحولاتی که به تدریج در خصوص این روش به وقوع پیوسته و در مطالعات مختلف بعدی نیز به آن پرداخته شده، عمدتاً معطوف به شکل توابع و نوع توزیع آماری متغیر عدم کارایی در توابع مذکور بوده است. در این زمینه می‌توان به مقالات بیکرز و هاموند (۱۹۸۷)<sup>۵</sup> و گرین<sup>۶</sup> (۱۹۹۰) اشاره کرد که مدل توابع مرزی

<sup>۱</sup>. Pitt and Lee (1981)

<sup>۲</sup>. Panel Data

<sup>۳</sup>. Battiese and Coelli (1992)

<sup>۴</sup>. Jondrow, Lovell and Schmidt (1982)

<sup>۵</sup>. Beckers & Hammond (1987)

<sup>۶</sup>. Green (1990)

تصادفی با توزیع گاما را معرفی نموده‌اند. در مدل ارائه شده از سوی آنان، در مقابل فرض نیمه نرمال بودن توزیع متغیر عدم کارایی در مدل آیگنر، لول و اشمیت، فرض بر این است که متغیر عدم کارایی دارای توزیع گاما می‌باشد. استیونسون<sup>۱</sup> (سال ۱۹۸۰) نیز در مدل پیشنهادی خود، فرض توزیع نرمال منقطع در نقطه صفر را که در واقع یک شکل تعمیم یافته از توزیع نیمه نرمال است مطرح نمود. این دو نوع توزیع، امکان مطرح شدن دامنه گسترده‌ای از فروض دیگر توزیع متغیر عدم کارایی را فراهم کردند. از طرف دیگر کوپر، رودس و چرنز<sup>۲</sup> (در سال ۱۹۷۸)، ایده جدیدی را در خصوص اندازه‌گیری کارایی و روش ناپارامتری مطرح نمودند. آنان با جامعیت بخشیدن به روش فارل به گونه‌ای که خصوصیت فرآیند تولید با چند عامل تولیدی و چند ستانده‌ای را نیز دربر گیرد، روش تحلیل فراگیر داده‌ها را که مبتنی بر تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی است، به این ادبیات اضافه کردند. مقاله‌ای که توسط آنان تحت عنوان "اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌ساز" نگاشته شد، همراه با مقاله آیگنر، لول و اشمیت، در واقع به عنوان دو مقاله اصلی و پایه شناخته شده‌اند که ارائه‌کننده دو سبک اصیل و کلاسیک (پارامتری و ناپارامتری) در زمینه روش‌های اندازه‌گیری کارایی، هستند و مدل‌های مطرح شده در بسیاری از مقالات بعدی، عموماً مبتنی بر یکی از دو سبک ارائه شده در دو مقاله مذکور بوده است.

### ۳- مبانی نظری و مفاهیم مربوط به کارایی

کارایی یک مفهوم اقتصادی است که عملکرد طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های اقتصادی را در حوزه یک بنگاه یا یک بخش اقتصادی و یا یک اقتصاد ملی (یا منطقه‌ای) نشان می‌دهد. چارچوب نظری کارایی در واقع مبتنی بر بهینه‌سازی رفتار تولیدکننده و یا به عبارتی همان نظریه تولید در اقتصاد خرد است. مفهوم کارایی و شیوه‌های محاسبه آن را از منظرهای مختلف نظریه تولید، می‌توان تجزیه و تحلیل و درک نمود. فرآیند بهینه‌سازی یک بنگاه تولیدی از دو مسیر قابل بررسی است، یکی از طریق دنبال کردن فرآیند حداکثر نمودن سود و دیگری بر مبنای فرآیند حداقل نمودن هزینه، کارایی از هر دو دیدگاه قابل اندازه‌گیری و بررسی است. در نظریه تولید، رفتار بهینه یک بنگاه بر پایه یک سری فروض مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد و با توجه به

<sup>۱</sup> Stevenson (1980)

<sup>۲</sup> Cooper, Rhodes and Charnes (1978)

همین فروض نیز فرضیه‌هایی در خصوص رفتار تولیدکننده آزمون می‌گردد. از جمله این فروض این است که تولیدکننده با کارایی کامل، عمل نماید، به عبارت دیگر فرض می‌شود که تفاوتی بین عملکرد بالقوه و واقعی تولیدکننده از نظر استفاده از عوامل تولید موجود و یا سطح محصول، وجود ندارد. بر مبنای همین فرض، در نظریه تولید نئوکلاسیک‌ها، عدم کارایی بنگاه‌های تولیدی، نادیده گرفته شده است و در تحلیل توابع تولید و هزینه و مفاهیم مرتبط با آنان، فرض می‌شود که تولیدکننده با معین بودن نوع تکنولوژی تولید و مشخص بودن ساختار بازار عوامل تولید و محصول، بر روی منحنی‌های تولید و یا هزینه خود عمل کرده و حداکثر سود و یا حداقل هزینه بنگاه نیز در شرایط کارایی کامل حاصل می‌شود. بر اساس همین شرایط (مرتب اول و دوم) فرآیند حداکثر کردن سود و یا حداقل کردن هزینه نیز با نادیده گرفتن عدم کارایی، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. مدت‌های مدیدی، اقتصاددانان از همین پارادایم جهت تحلیل و تخمین توابع تولید، هزینه و سود، استفاده کرده و در تخمین مدل‌های اقتصادسنجی نیز، تنها منبع انحراف مشاهدات از نقاط روی توابع را اختلالات و شوک‌های آماری تصادفی (نه ناشی از عدم کارایی)، فرض می‌کردند. اما بر اساس اکثر شواهد تجربی موجود، تولیدکننده همیشه در حل مسائل بهینه‌سازی خود کاملاً موفق نبوده و به لحاظ کارایی، از عملکردی کامل بهره‌مند نیست. علاوه بر این با فرض این که از کارایی فنی هم برخوردار باشد، دلیل بر این نخواهد بود که از ابعاد دیگر کارایی به طور کامل بهره‌مند باشد. نقض فرض کارایی کامل باعث بروز خطاهایی در نتیجه‌گیری و استدلال‌های بعدی خواهد شد. با در نظر گرفتن همین مسئله، در تحلیل رفتار تولیدکننده، توجه تحلیل‌گران اقتصادی به جای توابع مرسوم به سمت توابع مرزی که در آن به نوعی عدم کارایی تولیدکننده نیز منظور می‌گردد، معطوف و مفاهیم ضمنی اقتصادسنجی مجدداً فرمول‌بندی شد. و در تخمین توابع علاوه بر اختلالات آماری، عدم کارایی نیز به عنوان بخشی از انحراف مشاهدات از مرز تولید و یا هزینه، مورد توجه قرار گرفت. در ادبیات نظری، مفهوم کارایی به تفکیک کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی، تعریف و مورد سنجش قرار گرفته است. کارایی فنی بیانگر میزان توانایی یک بنگاه و یا واحد تصمیم‌ساز است برای: ۱- تولید حداکثر مقدار محصول و یا ستانده به ازای استفاده از یک مقدار مشخص از عوامل تولیدی و یا ۲- استفاده از حداقل مقدار عوامل تولیدی برای تولید یک مقدار معین از ستانده. که آن را می‌توان یا بر حسب نسبت مقدار واقعی ستانده‌های بدست آمده به مقدار بهینه (حداکثر) ستانده‌ها در سطح معینی از عوامل تولیدی و یا بر حسب نسبت مقدار

واقعی مصرف عوامل تولیدی به مقدار بهینه (حداقل) مصرف آنان در سطح مشخصی از ستانده‌ها، بیان کرد.

کارایی تخصیصی نشان‌دهنده توانایی یک واحد تصمیم ساز یا بنگاه برای استفاده از ترکیب بهینه عوامل تولیدی با توجه به قیمت‌های نسبی آنان، است و کارایی اقتصادی نیز از حاصل ضرب کارایی فنی و تخصیصی، بدست می‌آید. در کارایی اقتصادی ترکیب بهینه عوامل تولیدی هم با توجه به قیمت‌های نسبی آنان و هم از نظر حداقل نمودن بکارگیری آنان برای تولید یک مقدار معین از ستانده، مورد توجه قرار می‌گیرد.

#### ۴- روش شناسی تحقیق

برآورد و اندازه‌گیری کارایی مستلزم محاسبه یا تخمین توابع مرزی تولید و یا هزینه است. برای این منظور روش‌ها و تکنیک‌های مختلفی مطرح شده که بطور کلی بر حسب ویژگی‌هایی که دارند، در قالب دو روش کلی و متمایز، طبقه‌بندی شده‌اند. روش اول تحت عنوان روش ناپارامتری و روش دوم نیز تحت عنوان روش پارامتری، می‌باشند. ویژگی مشترک تمامی تکنیک‌های مربوط به دو روش مذکور در این است که در بکارگیری آنان، اطلاعات لازم جهت برآورد مرز تولید و یا هزینه و محاسبه کارایی، از یک سری مشاهدات مربوط به یک مجموعه داده‌هایی که تعیین‌کننده مرز تولید (هزینه) در بهترین عملکرد هستند، استخراج می‌گردند.

روش اندازه‌گیری ناپارامتری، مبتنی بر تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی است و از آن جهت یک روش ناپارامتری نامیده شده که برای محاسبه مرز تولید (هزینه) و اندازه‌گیری کارایی در چارچوب آن، الزامی به تخمین هیچ نوع تابع خاصی نیست. متداول‌ترین شیوه و تکنیک محاسباتی که در چارچوب روش مذکور مطرح می‌باشد، روش تحلیل فراگیر داده‌ها<sup>۱</sup> (DEA) است. این روش یک روش معین بوده که مبتنی بر یک سری بهینه‌سازی می‌باشد. در این روش با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی خطی، مرز تولید و یا هزینه (مرز کارایی) محاسبه و بر مبنای آن عدم کارایی هر یک از بنگاه‌های مورد بررسی، اندازه‌گیری می‌شود.

برخلاف روش اندازه‌گیری ناپارامتری، روش پارامتری نیازمند مشخص بودن شکل تابع مرزی و فروض خاص در خصوص نحوه توزیع عدم کارایی در مدل، می‌باشد. این روش متکی بر

<sup>۱</sup>. Data Envelopment Analysis



تکنیک‌های اقتصادسنجی و تخمین یکسری پارامترها و استنتاجات آماری است که در جهت برآورد توابع مرزی و اندازه‌گیری عدم کارایی (کارایی)، به کار گرفته می‌شوند. بارزترین مدلی که در چارچوب روش مذکور مطرح شده، مدل تابع مرزی تصادفی<sup>۱</sup> (SFA) است. در این مدل، رفتار کارا بر اساس تجارب واقعی بنا می‌شود و در آن سعی گردیده در کنار سنجش میزان عدم کارایی، تأثیر سایر شوک‌ها و عوامل بیرونی نیز مد نظر قرار گیرد. مشخصه اصلی مدل تابع مرزی تصادفی در این است که جمله اختلال آن ترکیبی از دو جزء عدم کارایی و سایر اختلال‌های آماری می‌باشد. به عبارت دیگر در این مدل بخشی از انحراف نقاط مشاهده شده از تابع مرزی ناشی از عدم کارایی و بخشی دیگر از آن نیز مربوط به عوامل تصادفی و خارج از کنترل واحد تصمیم‌ساز (بنگاه) است. در مدل مذکور تأثیر این دو جزء، به تفکیک مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. ویژگی مدل مرزی تصادفی نسبت به مدل‌های معمول اقتصادسنجی در این است که در برازش تابع، نقاط متوسط را در نظر نمی‌گیرد، بلکه نقاط مرزی یا سرحدی را مد نظر قرار می‌دهد. بطور کلی ساختار و شکل عمومی مدل تابع مرزی تصادفی برای تولید را می‌توان بصورت ذیل نشان داد:

$$\begin{aligned}
 y_i &= f(X_i; \beta) \cdot \exp(v_i - u_i) \\
 v_i &\sim N(0, \sigma_v^2), (-\infty < v_i < \infty) \\
 u_i &\geq 0
 \end{aligned}
 \tag{۱}$$

در مدل فوق،  $f(\circ)$  یک شکل تابع مناسب است که در ابتدا بایستی برای مدل تعیین گردد،  $y_i$  بردار ستانده بنگاه تولیدی و  $X_i$  بردار عوامل تولیدی مورد استفاده می‌باشند.  $\beta$  نیز بردار پارامترهای مدل است. همچنان که در مدل بالا نشان داده شده، انحراف نقاط مشاهده شده از تابع تولید، بستگی به مقدار دو متغیر  $v_i$  و  $u_i$  دارد. متغیر  $u_i$  نشان دهنده میزان عدم کارایی فنی یا انحراف از مرز تولید است که بنا به تعریف کارایی، بایستی غیر منفی و دارای توزیعی یک‌طرفه باشد، و فرض می‌شود مستقل از جزء سایر اختلال‌ها ( $v_i$ ) و متغیرهای توضیحی در مدل است. بنابراین  $y_i = f(X; \beta) \cdot \exp(v_i)$ ، مرز تولید تصادفی را نشان می‌دهد که در آن متغیر  $v_i$  جمله اختلال معمولی بوده و توضیح‌دهنده عواملی همچون شوک‌های تأثیرگذار بیرونی و خارج

<sup>۱</sup>. Stochastic Frontier Approach

از کنترل واحد تولیدی، خطاهای اندازه‌گیری و یا تأثیر متغیرهای غیر مهم کنار گذاشته شده از مدل است. فرض بر این است که جزء اختلال  $V_i$  دارای توزیع مستقل دو طرفه نرمال با امید ریاضی برابر با صفر و واریانس ثابتی برابر با  $\sigma_v^2$  است.

با تخمین مدل (۱) می‌توان میزان کارایی فنی را بر حسب تعریف آن، به صورت زیر برآورد کرد:

$$TE_i = \frac{y_i}{f(X_i; \beta) \cdot \exp(v_i)} = \exp(-u_i)$$

لازم به توضیح است که جمله اختلال ترکیبی  $\varepsilon_i = (v_i - u_i)$  در مدل (۱)، عبارتی نامتقارن و غیر نرمال است که درجه نامتقارن بودن آن بستگی به نسبت انحراف معیار جزء عدم کارایی به انحراف معیار جزء اختلال معمولی،  $(\lambda = \sigma_u / \sigma_v)$ ، دارد. انتخاب نوع توزیع برای متغیر  $u_i$  از لحاظ انتخاب روش تخمین مدل، مهم می‌باشد. یک انتقاد عمومی به روش مرزی تصادفی این است که از ابتدا نمی‌توان هیچ فرض معینی را در خصوص شکل توزیعی متغیر عدم کارایی فنی داشت. در این رابطه با توجه به یک طرفه بودن جزء عدم کارایی، توزیع‌های مختلفی برای آن، فرض شده که متداول‌ترین این فرض عبارتند از: فرض توزیع نیمه نرمال، فرض توزیع برش داده شده یا منقطع<sup>۱</sup> در نقطه صفر و فرض توزیع نمایی. بر اساس این فرض نیز مدل‌های مختلفی در چارچوب روش تابع مرزی تصادفی، تدوین شده است. نکته شایان توجه در خصوص روش تابع مرزی این است که جزء  $u_i$  به صورت مستقیم قابل مشاهده نبوده و به همین دلیل نیز در مدل‌های اولیه، تفکیک جزء عدم کارایی ( $u$ ) و جزء اختلال معمولی ( $v$ ) در جمله خطای ترکیبی، دور از انتظار بود. بنابراین، در تکنیک‌های تخمین اولیه صرفاً جمله ترکیبی  $\varepsilon_i$  برآورد می‌شد و آنچه که از تخمین مدل به دست می‌آمد، برآوردی از متوسط میزان کارایی تمامی بنگاه‌های مورد بررسی بود. به هر حال برای اندازه‌گیری میزان عدم کارایی هر یک از بنگاه‌ها، می‌بایستی دو جزء عدم کارایی و جمله اختلال معمولی از یکدیگر تفکیک شوند. این نکته به ویژه از نقطه نظر سیاست‌گذاری مهم می‌باشد. منطق اقتصادی تفکیک این دو جزء اختلال در مدل این است که این دو جمله قابل تفکیک و دارای خواص متفاوتی هستند. بر همین اساس یک راه حل ابتکاری برای

<sup>۱</sup>. Truncated Distribution

انجام این عمل از سوی ژاندرائو، لول، و اشمیت، ارائه گردید. آنان یک فرمول صریح برای ارزش مورد انتظار شرطی جزء  $u_i$  به شرط مشاهده جمله اختلال ترکیبی،  $(E(u_i | (v_i - u_i)))$  در دو حالت (فرض) توزیع نیمه نرمال و توزیع نمایی، برای جزء عدم کارایی، به شکل روابط (۲) و (۳) پیشنهاد دادند:

✓ با فرض توزیع نیمه نرمال:

$$u_i | \varepsilon_i = v_i - u_i \sim N(0, \sigma_u^2) \quad (2)$$

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

که در آن  $\lambda = \frac{\sigma_u}{\sigma_v}$  است و  $\sigma$  نیز از رابطه  $\sigma = \sqrt{\sigma_u^2 + \sigma_v^2}$  حاصل می‌شود.  $\phi(\cdot)$  تابع چگالی با توزیع نرمال استاندارد و  $\Phi(\cdot)$  نیز یک تابع چگالی انباشت شده می‌باشد.

✓ با فرض توزیع نمایی:

$$f(u_i) = \theta \cdot \exp(-\theta u_i) \quad (3)$$

$$E[u_i | \varepsilon_i = v_i - u_i] = (\varepsilon_i - \theta \sigma_v^2) + \frac{\sigma_v \phi[(\varepsilon_i - \theta \sigma_v^2) / \sigma_v]}{\Phi[(\varepsilon_i - \theta \sigma_v^2) / \sigma_v]}$$

که در آن  $\theta = 1/\sigma_u$  است.

با استفاده از روش حداکثر درست‌نمایی (ML) و تخمین  $\sigma$ ،  $\lambda$ ،  $\varepsilon_i$  از روابط فوق، بر حسب فرض مورد نظر در خصوص نوع توزیع  $u_i$  و همچنین تخمین پارامترهای مدل (۱)، می‌توان برآوردهایی را برای  $v_i$  و  $u_i$  بدست آورد.

در نهایت این که میزان کارایی فنی (شرطی) هر یک از واحدهای مورد بررسی، برابر خواهد شد با:

$$TE_i = \exp^{-E[u_i|\varepsilon_i]} \quad (4)$$

با توجه به غیر منفی بودن مقدار  $u_i$ ، از رابطه (۴) می‌توان دریافت که دامنه تغییرات میزان کارایی فنی یک بنگاه مقداری بین عدد صفر و یک خواهد بود. ( $u_i \geq 0 \Rightarrow 0 \leq TE_i \leq 1$ ).

#### ۴-۱- مدل مورد استفاده

در این تحقیق کارایی فنی صنایع کارخانه‌ای استان‌های کشور، با استفاده از شکل مدل تابع مرزی تصادفی زیر که الهام گرفته از مدل باتیز و کول (۱۹۹۵) می‌باشد، اندازه‌گیری شده است:

$$\begin{aligned} y_{it} &= f(X_{it}; \alpha) + \varepsilon_{it} \\ \varepsilon_{it} &= v_{it} - u_{it} \\ v_{it} &\sim iid | N(m_{it}, \sigma_v^2) | \\ m_{it} &= m(z; \delta) = \delta_0 + \sum_{k=1}^M \delta_k Z_{k,it} \end{aligned} \quad (5)$$

در مدل (۵)،  $f(0)$  شکل تابع مناسب،  $y_{it}$  ستانده واحد آم (در این تحقیق صنعت استان آم) در زمان  $t$  و  $X_{it}$  بردار عوامل تولیدی برای واحد آم در زمان  $t$  می‌باشند،  $Z_k$ ها متغیرهای تأثیرگذار بر عدم کارایی فنی هر یک از واحدهای مورد بررسی است.  $\delta$ ها، پارامترها یا ضرایب مربوط به متغیرهای مذکور و بردار  $\alpha$ ، پارامترهای اصلی مدل هستند که بایستی برآورد شوند. متغیرهای  $u_{it}$  و  $v_{it}$  نیز همچنان که قبلاً عنوان شد به ترتیب بیانگر میزان عدم کارایی و سایر اختلال‌های آماری در مدل می‌باشند.  $u_{it}$  دارای توزیع نرمال و منقطع در نقطه صفر با میانگینی برابر با  $m_{it}$  (که فرض می‌شود تابعی خطی از متغیرهای  $Z_i$  است)، می‌باشد. در مدل (۵) به جای واریانس‌های  $\sigma_u^2$ ،  $\sigma_v^2$ ، دو پارامتر واریانس  $\sigma^2$  و  $\gamma$  که به صورت زیر تعریف شده‌اند، جایگزین و برآورد می‌شوند:

$$\begin{aligned} \sigma^2 &= \sigma_v^2 + \sigma_u^2 \\ \gamma &= \frac{\sigma_u^2}{(\sigma_v^2 + \sigma_u^2)} \end{aligned}$$

پارامتر  $\gamma$  در واقع معنی دار بودن جزء عدم کارایی و اثر آن در مدل را ارزیابی می‌کند. این پارامتر در یک فرآیند حداکثرسازی تکراری برآورد شده و مقداری بین صفر و یک را اختیار می‌کند. در حالتی که مقدار  $\gamma$  برابر با صفر است، یعنی  $\sigma_u^2 = 0$  و یا  $\sigma_v^2 = \infty$  می‌باشد، جزء عدم کارایی از مدل حذف و مدل (۵) به یک مدل معمولی اقتصادسنجی تبدیل می‌شود. از سوی دیگر چنانچه مقدار  $\sigma_u^2$  به سمت بینهایت میل کند ( $\sigma_u^2 \rightarrow \infty$ ) و یا مقدار  $\sigma_v^2$  به سمت صفر میل کند ( $\sigma_v^2 \rightarrow 0$ )، آن‌گاه مقدار پارامتر  $\gamma$  نیز به سمت یک میل خواهد کرد ( $\gamma \rightarrow 1$ )، در این حالت مدل مذکور به مدل تابع مرزی معین نزدیک خواهد شد. به طور کلی مدل (۵) دارای چند ویژگی قابل توجه می‌باشد، ویژگی اول این که در این مدل، متغیر عدم کارایی ( $u_{it}$ ) به طور صریح تابعی از بردار مشخصه‌های هر یک از واحدها، ( $Z_{it}$ )، است. در مطالعاتی که در زمینه تعریف و تحلیل اثرات عدم کارایی انجام می‌شود، غالباً برای بررسی عوامل موثر بر عدم کارایی، از دو روش استفاده می‌گردد. یکی روش دو مرحله‌ای و دیگری روش تک مرحله‌ای است. بر اساس روش دو مرحله‌ای در ابتدا تابع تولید مرزی تصادفی تخمین و میزان عدم کارایی واحدها مشخص می‌شود، سپس در مرحله دوم، با استفاده از برآوردهای بدست آمده برای عدم کارایی، اثر متغیرهای تأثیرگذار بر آن، اندازه‌گیری و آزمون می‌شوند. هر چند که این روش کاربرد زیادی در مطالعات تجربی داشته اما ناقص برخی از فروضی است که در اندازه‌گیری کارایی در چارچوب مدل تابع مرزی تصادفی اعمال می‌گردد. چرا که در مرحله اول برآورد، جزء عدم کارایی به عنوان یک خطای یک‌طرفه، مستقل از مشاهدات در نظر گرفته می‌شود و در مرحله دوم این فرض نقض می‌گردد و برآوردهای مدل در این مرحله احتمالاً کارا نخواهند بود. این مسئله توسط برخی از محققین شناسایی و برای رفع آن روش تک مرحله‌ای ارائه شده است، بدین نحو که مدلی از تابع مرزی تصادفی را پیشنهاد دادند که بر اساس آن عدم کارایی به عنوان یک تابع صریح از متغیرهای توضیحی تأثیرگذار، بیان شده است. در این مدل فرض می‌شود که امید ریاضی و یا واریانس جزء عدم کارایی تابعی از یک سری متغیرهای تأثیرگذار بر عدم کارایی می‌باشند. ویژگی دوم مدل مذکور این است که فرض در نظر گرفته شده برای توزیع متغیر عدم کارایی در این مدل، می‌تواند مشخصه‌های خاص فروض دیگر در این زمینه را شامل شود. برای مثال اگر پارامتر  $\delta_0$ ، برابر با یک و سایر ضرایب (یعنی  $\delta_K$ ها) برابر با صفر باشند، مدل مذکور به مدلی تبدیل خواهد شد که در آن فرض می‌شود عدم کارایی دارای توزیع برش داده شده نرمال، با

میانگین ثابت می‌باشد. حالت دیگر این است که تمامی پارامترها ( $\delta_0$  و  $\delta_K$ ) برابر با صفر باشند که در این صورت، عدم کارایی فنی تحت تأثیر هیچ‌یک از متغیرهای  $Z_{it}$  نبوده و دارای توزیعی نیمه نرمال خواهد بود.

#### ۴-۲- شکل تابع

همان‌طور که گفته شد، در روش تابع مرزی تصادفی، اندازه‌گیری کارایی مستلزم مشخص نمودن شکل تابع مرزی است. برای تخمین مدل تابع تولید مرزی (مدل ۵) از شکل تابع تولید لگاریتمی متعالی (ترانسلوگ)<sup>۱</sup> استفاده شده است:

$$\ln y_{it} = \alpha_0 + \sum_{j=1}^2 \alpha_j \ln x_{jit} + \alpha_T t + \frac{1}{2} \alpha_{TT} t^2 + \sum_j \alpha_{Tj} t \ln x_{jit} + \frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 \sum_{j \leq k} \alpha_{jk} \ln x_{jit} \ln x_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (۶)$$

$$\begin{aligned} N &= 31 & i &= 1, 2, \dots, N \\ T &= 26 & t &= 1, 2, \dots, T \end{aligned} \quad \varepsilon_{it} = v_{it} - u_{it}$$

اندیس  $i$ ، مربوط به مشاهده صنعت استان  $\bar{A}m$ ، اندیس  $j$  مربوط به نهاده‌های تولید (سرمایه و نیروی کار) و اندیس  $t$  نیز دلالت بر سال مورد بررسی دارد. متغیر  $y_i$  بیانگر ارزش تولید واقعی بخش صنایع بزرگ در استان  $\bar{A}m$  و متغیرهای  $x_{ji}$  نیز عوامل تولیدی مورد استفاده در صنایع بزرگ استان  $\bar{A}m$  هستند. متغیر  $t$  نیز زمان را نشان می‌دهد، این متغیر در واقع به نوعی بیانگر تأثیر تغییرات فن‌آوری در فرآیند تولید است.  $\varepsilon_{it}$  جمله اختلال ترکیبی است که در آن ( $u_{it}$ ) جزء عدم کارایی و ( $v_{it}$ ) نیز سایر اختلال‌های تصادفی می‌باشد. جزء عدم کارایی، ( $u_{it}$ )، در مدل فوق در واقع مشخص می‌سازد که صنعت هر استان به چه میزان پایین‌تر از حد مرزی تولید خود عمل می‌کند و همچنان که عنوان شد، فرض می‌شود که دارای توزیع نرمال منقطع در نقطه صفر با میانگینی برابر با  $m_{it}$  و واریانس  $\sigma_u^2$  است. بنابه فرض،  $m_{it}$  به شکل رابطه (۷) تعریف شده است:

$$m_{it} = \delta_0 + \delta_1 Z_{1it} + \delta_2 Z_{2it} + \delta_3 Z_{3it} + w_{it} \quad (۷)$$

<sup>۱</sup>. Transcendental Logarithmic (Translog)

که در آن  $m_{it}$  میزان عدم کارایی،  $Z_{1i}$  سهم بنگاه‌های با مالکیت عمومی از کل بنگاه‌های صنعتی در استان  $i$ ام،  $Z_{2i}$  متوسط ارزش افزوده هر بنگاه در صنایع استان  $i$ ام،  $Z_{3i}$  نسبت ارزش انرژی مصرف شده به ارزش افزوده در صنایع استان  $i$ ام و  $w_{it}$  جمله اختلال که بنا به فرض دارای توزیع نرمال است. متغیرهای  $Z_1$  الی  $Z_3$  بر حسب تعریف، متغیرهای تاثیرگذار بر میزان عدم کارایی فنی و اختلاف آن در بین صنایع استان‌های مختلف هستند. پارامترهای  $\alpha$  در مدل (۶) و  $\delta$  در مدل (۷) به طور مستقیم و همزمان و با استفاده از روش حداکثر درستنمایی، برآورد می‌گردند، سپس با تخمین جملات  $\varepsilon_{it}$  و  $u_{it}$  در مدل (۶)، میزان کارایی فنی صنایع هر یک از استان‌ها به تفکیک سال‌های مورد بررسی، بر حسب رابطه (۴) محاسبه می‌شود.<sup>۱</sup>

## ۵- داده‌های آماری

به منظور تخمین تابع مرزی تولید و اندازه‌گیری میزان کارایی از داده‌های تلفیقی شامل ۳۱ استان کشور برای سال‌های برنامه‌های توسعه، استفاده شده است. این داده‌های آماری به استثنای ارزش موجودی سرمایه، به طور مستقیم از نتایج آمارگیری کارگاه‌های بزرگ صنعتی (کارگاه‌های دارای ده نفر کارکن و بیشتر) که به طور سالیانه توسط مرکز آمار ایران انجام می‌پذیرد، استخراج شده‌اند. ارزش تمامی متغیرهای مذکور بر اساس قیمت‌های جاری بوده که برای تبدیل آن‌ها به قیمت‌های ثابت از شاخص قیمت تولیدکننده بخش صنعت بر پایه سال ۱۳۷۶، استفاده شده است. ارزش موجودی سرمایه نیز با بکارگیری روشی که توسط کیانی و بغزیان ارائه گردیده، برآورد شده است.

## ۶- برآورد مدل و تحلیل نتایج حاصل از آن

تابع تولید مرزی و کارایی فنی صنایع بزرگ در استان‌ها با تخمین حداکثر درستنمایی پارامترهای مدل (۶) و مدل (۷)، برآورد شده است. نتایج حاصل از این تخمین در جدول ۱ ارائه شده است.

<sup>۱</sup>. کلیه محاسبات مربوط به تخمین تابع تولید مرزی و اندازه‌گیری کارایی فنی با استفاده از نرم‌افزار FRONTIER4.1 انجام شده است. به منظور آشنایی با نحوه کاربرد این نرم‌افزار می‌توان به منبع زیر مراجعه نمود:

Coelli, T. (1996). "A Guide to FRONTIER Version4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation". CEPA Working Paper 96.07.

همچنان که مشاهده می‌شود، تمامی ضرایب مربوط به دو مدل مذکور حداقل در سطح ده درصد معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۱: نتایج حاصل از برآورد حداکثر درست‌نمایی پارامترها در مدل‌های مورد بررسی

متغیرها <sup>@</sup>	پارامترها	برآوردها	خطای معیار	نسبت آماره t
تابع تولید مرزی - مدل (۶)				
Constant	$\alpha_0$	*۰/۳	۰/۹۶	۶/۵۶
Ln $x_1$	$\alpha_1$	*۱/۴	۰/۲۱	۶/۸۱
Ln $x_2$	$\alpha_2$	*۰/۵۸	۰/۲۳	۲/۵۷
(Ln $x_1$ ) <sup>2</sup>	$\alpha_{11}$	**۰/۰۹	۰/۰۵	۱/۸۳
(Ln $x_2$ ) <sup>2</sup>	$\alpha_{22}$	*-۰/۰۸۵	۰/۰۳	-۳/۱۳
(Ln $x_1$ ).(Ln $x_2$ )	$\alpha_{12}$	**۰/۰۱۶	۰/۰۷	-۲/۲۳
t	$\alpha_T$	*۰/۱۷	۰/۰۵	۳/۲۷
t <sup>2</sup>	$\alpha_{TT}$	**۰/۰۰۰۳	۰/۰۲	-۱/۹۲
(Ln $x_1$ ).t	$\alpha_{T1}$	***۰/۰۰۶	۰/۰۱	۱/۵۹
(Ln $x_2$ ).t	$\alpha_{T2}$	***۰/۰۱۴	۰/۰۰۹	-۱/۵۳
پارامترهای واریانس				
Sigma - squared	$\sigma^2 = (\sigma_u^2 + \sigma_v^2)$	*۰/۰۵۷	۰/۰۰۵	۱۲/۰۶
Gamma	$\gamma = \sigma_u^2 / \sigma^2$	*۰/۶۴	۰/۰۸۹	۷/۲
اثر عدم کارایی - (مدل ۷)				
Constant	$\delta_0$	*۱/۱۴	۰/۰۹۴	۱۲/۱
$z_1$	$\delta_1$	*۰/۵۶	۰/۲	۲/۸۱
$z_2$	$\delta_2$	*-۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۶	-۱۶/۲
$z_3$	$\delta_3$	*۱/۸	۰/۳۶	۴/۹۸
Log - likelihood = ۱۹۷				
تعداد مشاهدات = ۳۱ * ۲۶ = ۸۰۶				
@: متغیرها در متن مقاله تعریف شده‌اند.				
* در سطح یک درصد معنی‌دار است.				
** در سطح پنج درصد معنی‌دار است.				
*** در سطح ده درصد معنی‌دار است.				

ماخذ: یافته‌های تحقیق



## ۶-۱- سطح کارایی فنی برآورد شده

نتایج حاصل از تخمین مدل نشان می‌دهد که صنایع بزرگ، طی دوره مورد بررسی در اکثر استان‌ها به طور معنی‌دار با مسئله عدم کارایی روبرو بوده‌اند. در جدول ۲، نتایج مربوط به برآورد میزان کارایی فنی صنایع بزرگ، در برنامه‌های توسعه بعد از انقلاب و به تفکیک استان‌ها، ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، میانگین سطح کارایی این صنایع در کل استان‌ها در دوره مورد بررسی در سطحی پائین بوده است. به طوری که در بهترین شرایط که مربوط به برنامه سوم توسعه بوده، متوسط میزان کارایی برابر با ۰/۴۰۱ می‌باشد. در بدترین حالت نیز که مربوط به عملکرد برنامه پنجم توسعه بوده، این رقم برابر با ۰/۳۰۶ است. در مجموع در برنامه‌های توسعه یاد شده، صنایع استان‌های خوزستان، کرمان، هرمزگان، به طور نسبی سطح کارایی فنی بالاتری را در مقایسه با سایر استان‌ها داشته‌اند. در مقابل نیز صنایع استان‌های سیستان و بلوچستان و کردستان، دارای پائین‌ترین میزان کارایی بوده‌اند. در کل دوره مورد بررسی (مجموع سال‌های تمامی برنامه‌های توسعه) به طور متوسط صنایع استان خوزستان با رقم ۰/۶۵۲ از بالاترین و صنایع استان سیستان و بلوچستان نیز با رقم ۰/۱۹ از کمترین سطح کارایی فنی برخوردار بوده‌اند. در مجموع، متوسط سطح کارایی بیشتر استان‌ها کمتر از رقم ۰/۵، بوده است که بیانگر پایین بودن میزان بهره‌برداری از ظرفیت‌های اقتصادی در بخش صنایع بزرگ در اکثر استان‌های کشور می‌باشد. مهم‌ترین یافته‌ای که از این تحقیق بدست آمده، این است که استان‌هایی نظیر کرمان و هرمزگان در مقایسه با سایر استان‌ها به طور نسبی از کارایی فنی بالایی برخوردار بوده‌اند. در مجموع عوامل مختلفی بر سطح کارایی فنی صنایع مورد بررسی و اختلاف آن در بین استان‌ها تاثیر گذار بوده که در ذیل اثر برخی از آنان مورد ارزیابی قرار گرفته است.

جدول ۲: سطوح کارایی فنی صنایع بزرگ به تفکیک استان‌ها در برنامه‌های توسعه بعد از انقلاب - بر حسب روش

تابع مرزی تصادفی

استان	برنامه اول توسعه	سال ۱۳۷۳	برنامه دوم توسعه	برنامه سوم توسعه	برنامه چهارم توسعه	سال ۱۳۸۹	برنامه پنجم توسعه
آذربایجان شرقی	۰/۳۵۸	۰/۳۳۱	۰/۳۱۵	۰/۴۰۴	۰/۳۱۷	۰/۲۵۸	۰/۲۵۶
آذربایجان غربی	۰/۳۰۱	۰/۳۰۹	۰/۲۸۷	۰/۲۹۱	۰/۲۹۷	۰/۳۰۱	۰/۲۶۳
اردبیل	۰/۲۷۲	۰/۳۸۱	۰/۳۴۷	۰/۳۲۵	۰/۳۰۸	۰/۲۹۲	۰/۲۷۴
اصفهان	۰/۴۲۰	۰/۴۲۰	۰/۴۰۳	۰/۴۴۷	۰/۴۰۶	۰/۳۱۱	۰/۳۰۲
البرز	-	-	-	-	-	-	۰/۴۲۸
ایلام	۰/۲۴۷	۰/۱۴۶	۰/۱۸۶	۰/۲۹۷	۰/۳۰۰	۰/۲۸۷	۰/۲۴۳
بوشهر	۰/۲۶۵	۰/۳۴۵	۰/۳۶۴	۰/۸۶۱	۰/۴۷۸	۰/۳۰۸	۰/۳۳۸
تهران	۰/۴۰۸	۰/۳۷۰	۰/۳۹۴	۰/۴۵۱	۰/۴۰۰	۰/۳۷۲	۰/۳۵۷
چهارمحال و بختیاری	۰/۲۷۵	۰/۳۷۷	۰/۳۴۱	۰/۳۴۳	۰/۳۲۹	۰/۳۱۶	۰/۳۲۴
خراسان جنوبی	-	-	-	-	-	۰/۲۴۶	۰/۲۳۲
خراسان رضوی	۰/۴۰۲	۰/۳۸۳	۰/۲۹۳	۰/۳۰۶	۰/۲۷۱	۰/۲۵۳	۰/۲۴۹
خراسان شمالی	-	-	-	-	-	۰/۳۶۷	۰/۳۵۰
خوزستان	۰/۷۱۱	۰/۵۴۴	۰/۶۴۷	۰/۸۳۷	۰/۶۰۱	۰/۴۹۹	۰/۵۱۳
زنجان	۰/۳۶۳	۰/۴۱۲	۰/۳۴۵	۰/۳۴۸	۰/۳۴۳	۰/۳۵۰	۰/۳۴۳
سمنان	۰/۲۹۰	۰/۲۹۲	۰/۲۶۱	۰/۲۸۵	۰/۲۵۳	۰/۲۳۶	۰/۲۵۹
سیستان و بلوچستان	۰/۲۰۴	۰/۲۶۲	۰/۱۷۸	۰/۱۸۵	۰/۱۸۳	۰/۲۰۸	۰/۱۹۰
فارس	۰/۴۸۵	۰/۴۹۱	۰/۳۸۴	۰/۳۹۹	۰/۳۴۸	۰/۳۰۱	۰/۳۰۹
قزوین (از سال ۷۵)	۰/۴۷۶	۰/۳۸۸	۰/۳۸۶	۰/۳۸۳	۰/۳۸۴	۰/۳۵۲	۰/۳۶۱
قم	۰/۳۳۶	۰/۲۷۸	۰/۲۶۵	۰/۲۷۰	۰/۲۵۸	۰/۲۳۳	۰/۲۳۲
کردستان	۰/۲۸۲	۰/۲۷۰	۰/۲۱۶	۰/۲۲۵	۰/۱۸۲	۰/۱۶۱	۰/۱۵۰
کرمان	۰/۴۲۹	۰/۷۸۷	۰/۵۵۴	۰/۷۹۷	۰/۵۹۵	۰/۵۹۶	۰/۶۳۳
کرمانشاه	۰/۴۶۴	۰/۲۷۲	۰/۲۷۰	۰/۲۸۸	۰/۲۶۰	۰/۲۴۰	۰/۲۷۱
کهگیلویه و بویراحمد	۰/۲۸۹	۰/۲۴۷	۰/۲۶۴	۰/۲۸۹	۰/۳۱۳	۰/۳۰۸	۰/۲۵۱
گلستان (از سال ۷۶)	۰/۳۳۴	۰/۳۶۸	۰/۳۳۱	۰/۳۴۲	۰/۲۹۹	۰/۲۸۶	۰/۲۸۵
گیلان	۰/۲۸۳	۰/۲۵۵	۰/۲۵۲	۰/۲۵۴	۰/۲۲۳	۰/۲۰۷	۰/۲۰۷
لرستان	۰/۳۲۵	۰/۳۶۶	۰/۳۲۴	۰/۳۴۲	۰/۳۲۴	۰/۲۹۴	۰/۲۸۳
مازندران	۰/۲۸۵	۰/۳۲۴	۰/۲۹۰	۰/۲۹۲	۰/۲۵۶	۰/۲۵۰	۰/۲۴۹
مرکزی	۰/۵۲۲	۰/۴۵۷	۰/۴۸۸	۰/۵۳۷	۰/۴۵۸	۰/۳۶۳	۰/۳۵۴
هرمزگان	۰/۲۴۴	۰/۴۵۷	۰/۵۱۵	۰/۸۳۴	۰/۶۷۰	۰/۴۲۵	۰/۴۳۷
همدان	۰/۳۵۳	۰/۳۳۲	۰/۲۷۲	۰/۲۹۰	۰/۲۵۹	۰/۲۵۰	۰/۲۲۶
یزد	۰/۳۴۹	۰/۳۵۳	۰/۳۱۳	۰/۳۰۶	۰/۲۹۱	۰/۳۱۱	۰/۳۰۴
میانه‌های استان‌ها	۰/۳۵۶	۰/۳۶۵	۰/۳۳۹	۰/۴۰۱	۰/۳۴۵	۰/۳۱۰	۰/۲۹۲

ماخذ: یافته‌های تحقیق

## ۶-۲- ارزیابی عوامل موثر بر کارایی

همان طور که عنوان شد، با توجه به معنی‌دار بودن پارامتر  $\gamma$ ، عدم کارایی در مدل (۶) نقش مهمی دارد. از سوی دیگر نتایج بدست آمده نیز نشان دهنده سطح پائین کارایی فنی صنایع کارخانه‌ای و اختلاف قابل توجه آن در بین برخی از استان‌ها، می‌باشد. در این زمینه عوامل متعددی می‌تواند بر کارایی این صنایع، تغییرات آن در طول زمان و اختلاف آن در میان استان‌ها، تأثیر داشته باشد که در این تحقیق با توجه به محدودیت آماری، تنها اثر عواملی که داده‌های مربوط به آنان در دسترس بوده، مورد ارزیابی قرار گرفته است. همچنان که در بخش قبل عنوان شد، فرض بر این است که سه عامل مالکیت دولتی بنگاه، اندازه بنگاه و شدت انرژی‌بر بودن فرآیند تولید بنگاه‌ها، تأثیر معنی‌داری بر میزان عدم کارایی فنی در صنایع مزبور و همچنین تفاوت آن در بین استان‌ها، داشته‌اند. به منظور ارزیابی اثر هر یک از عوامل یاد شده به ترتیب از متغیرهای جانشین (نماینده)<sup>۱</sup>، نسبت بنگاه‌های با مالکیت عمومی به کل بنگاه‌ها ( $Z_1$ )، متوسط ارزش افزوده هر بنگاه ( $Z_2$ )، و نسبت ارزش انرژی مصرفی به ارزش افزوده بنگاه‌ها ( $Z_3$ )، استفاده شده است. تأثیر این متغیرها در چارچوب مدل ۷ و به طور همزمان با تخمین تابع تولید مرزی (مدل ۶)، برآورد شده است. انتظار می‌رود که دو عامل دولتی بودن مالکیت بنگاه‌ها (به دلیل ناکارایی در مدیریت آنان) و شدت استفاده از انرژی (به دلیل عدم ترکیب بهینه آن با سایر عوامل تولیدی در فرآیند تولید)، باعث افزایش میزان عدم کارایی فنی و از سوی دیگر بالا بودن میزان متوسط ارزش افزوده هر بنگاه و یا به عبارتی بزرگ بودن اندازه بنگاه، موجب کاهش سطح عدم کارایی فنی صنایع و اختلاف آن در بین استان‌ها بوده باشند. نتایج حاصل از تخمین مدل (۷) نیز اثر مورد انتظار این متغیرها را تایید می‌کند. به عبارتی مقادیر مثبت و معنی‌دار برآوردگرهای  $\hat{\delta}_1$ ،  $\hat{\delta}_3$  اثر مثبت دو متغیر  $Z_1$  و  $Z_3$  و مقدار منفی و معنی‌دار  $\hat{\delta}_2$  نیز اثر منفی متغیر  $Z_2$  را بر عدم کارایی فنی نشان می‌دهند (جدول ۱).

## ۷- جمع‌بندی نهایی و ارائه توصیه‌های سیاستی

در این مقاله تلاش شده است کارایی صنایع بزرگ در استان‌های ایران، با استفاده از روش تابع مرزی تصادفی، اندازه‌گیری و مورد تجزیه و تحلیل و مقایسه قرار گیرد. به طور کلی نتایج بدست

<sup>۱</sup>. Proxy Variable

آمده، نشان می‌دهد که سطح کارایی فنی صنایع کارخانه‌ای در اکثر قریب به اتفاق استان‌ها، پایین بوده است. به هر حال سطح کارایی این صنایع در تمامی استان‌ها یکسان نبوده و برخی از آنان از موقعیت نسبی بهتری برخوردار بوده‌اند. نتیجه مهمی که در این مقاله حاصل شده، این است که در مجموع، صنایع برخی از استان‌ها در مقایسه با برخی از استان‌های بزرگ صنعتی، به طور متوسط در دوره مورد بررسی کاراتر بوده و به عبارت دیگر علی‌رغم این که صنایع آنان به طور نسبی از امکانات و عوامل تولیدی کمتری برخوردار بوده‌اند، سطح کارایی بالاتری داشته‌اند. در بررسی عوامل تأثیرگذار بر کارایی، نیز برآورد انجام شده نشان می‌دهد که سه عامل مالکیت عمومی، اندازه بنگاه تولیدی و شدت انرژی بر بودن فرآیند تولید، اثر معنی‌داری بر کارایی فنی صنایع و اختلاف میزان آن در بین استان‌ها داشته‌اند. مالکیت عمومی و انرژی بر بودن کارگاه‌های صنعتی به طور متوسط باعث افزایش عدم کارایی فنی صنایع و اختلاف آن در بین استان‌ها شده است، از سوی دیگر اندازه بنگاه (متوسط ارزش افزوده یک کارگاه صنعتی)، تأثیری مثبت بر کارایی داشته است.

#### ✓ توصیه‌های سیاستی

بدون تردید، بهبود کارایی و ارتقاء بهره‌وری، عامل تعیین‌کننده‌ای در آینده بخش صنایع و کل اقتصاد ایران خواهد بود، بنابراین توجه به این پدیده اقتصادی در تدوین استراتژی و سیاست‌های رشد اقتصادی، امری ضروری است. در این راستا انجام مطالعات در این مقوله، می‌تواند کمک بسیار مؤثری باشد. بر اساس یافته‌های حاصل از این تحقیق، چند توصیه سیاستی را به شرح زیر می‌توان، ارائه کرد:

- ۱- بر اساس نتایج تحقیق، دولتی بودن نحوه مدیریت و مالکیت بنگاه‌های صنعتی عامل معنی‌داری در عدم کارایی صنایع است، بنابراین اصلاح نظام مدیریتی و ساماندهی بهتر بنگاه‌های دولتی و تلاش برای دنبال کردن فرآیند خصوصی‌سازی آنان گام مهمی است که در جهت افزایش کارایی در بخش مذکور می‌بایستی بیش از پیش، مد نظر باشد.
- ۲- بالا بودن نسبت مصرف انرژی به ارزش افزوده (شدت انرژی‌بری) یکی دیگر از عوامل معنی‌دار در افزایش عدم کارایی در بخش صنایع بوده است. از جمله دلایل آن می‌تواند دسترسی ارزان به منابع سوخت در بنگاه‌های صنعتی بویژه در سال‌های قبل از اجرای قانون هدفمندی بوده

باشد که باعث عدم استفاده بهینه از این عامل تولیدی در فرآیند تولید شده است. از این رو منطقی نمودن قیمت انرژی و همچنین تدوین و رعایت معیارهای فنی مرتبط با مصرف انرژی، از جمله اقدامات مهمی است که در جهت استفاده بهتر و جلوگیری از اتلاف این منابع، بایستی مورد توجه جدی باشد.

۳- در نهایت این که ارتقاء سطح کارایی می‌بایستی به عنوان یک اولویت اصلی در جهت رسیدن به اهداف بلندمدت رشد اقتصادی، مطرح باشد. اما تحقق این امر در مجموع، مستلزم داشتن نگرش و رویکردی تازه و تلاشی همه جانبه و مسنجم از سوی نهادهای مختلف دولتی و غیر دولتی در این زمینه است.

## منابع و مآخذ

۱. امامی میبدی، علی (۱۳۷۹). *اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری (علمی و کاربردی)*، تهران، مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.
۲. ختایی، محمود. و عابدی فر، پژمان (۱۳۷۹). "تخمین کارایی فنی صنعت بانکداری در ایران". *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی* ۶: ۸۴-۶۳.
۳. محمدی، فاطمه (۱۳۸۱). *برآورد تابع تولید مرزنی تصادفی برای اندازه‌گیری کارایی فنی بنگاه‌های صنعتی و بررسی عوامل مؤثر بر میزان این کارایی با استفاده از اطلاعات تابلویی*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی.
۴. مرکز آمار ایران، *نتایج آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی دارای ده نفر کارکن و بالاتر*، نشریات سال‌های ۹۴-۱۳۷۰.
۵. هژبر کیانی، کامبیز. و بغزیان، آلبرت (۱۳۷۶). "روشی برای برآورد موجودی سرمایه بخش‌های عمده اقتصاد ایران". *مجله اقتصاد دانش‌محور علوم اقتصادی و سیاسی دانشگاه شهید بهشتی* ۶: ۷۲-۹۱.

6. Aigner, D.J. Lovell, C.A.K. and Schmidt, P. (1977). "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models". *Journal of Econometrics* 6: 21-37.
7. Battese, G.E. and Coelli, T. (1995). "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production for Panel Data". *Empirical Economics* 20: 325-332.
8. Battese, G.E. Coelli, T. and Rao, D.S. (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Boston, Kluwer Academic Publishers.
9. Charnes, A. Cooper, W.W. and Rodes, E. (1978). "Measuring the Efficiency of Decision Making Units". *European Journal of Operational Research* 2(6): 429-444.
10. Fare, R. Grosskopf, S. Norris, M. and Zhang, Z. (1994). "Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Changes in Industrial Countries". *American Economic Review* 84: 66-83.
11. Farrel, M.J. (1957). "The Measurement of Production". *Journal of the Royal Statistical Society Series A, General* 120, Part 3: 253-281.
12. Gholami, R. Moshiri, S. and Lee, S.T. (2004). "ICT and Productivity of the Manufacturing Industries in Iran". *The Electronic Journal on Information Systems in Developing Countries* 19(4):1-19.

13. Green, W. (1991). *Econometric Analysis*, Macmillan New York Publishing Company.
14. Holmes, M. Jones, T. Liao, H. and Llewellyn, D. (2002). *Productivity Growth of East Asia Economies, Manufacturing: A Decomposition Analysis*, Loughborough University.
15. Jondrow, J. Lovell, C.A.K. and Schmit, P. (1982). "On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model". *Journal of Econometrics* **19**: 233-238.
16. Meon, P.-G. and Weil, L. (2003). *Does Better Governance Faster Efficiency? An Aggregate Frontier Analysis*, LARGE, Universite Schuman, Institut d Etudes Politiques.