بررسی کارایی فنی و بهره‌وری صنایع استان آذربایجان غربی با استفاده از روش‌های پارامتریک و ناپارامتریک

رحیم دباغ،* بابک کوهی‌لیلان،** لیلا جواهریان،*** مهشید لطیفی****

تاریخ دریافت ۱۳۹۳/۳/۷	تاریخ پذیرش ۱۳۹۳/۱۲/۲۳

امروزه برای افزایش رشد اقتصادی به‌دلیل محدود بودن عوامل تولید، راهی جز ارتقای کارایی و بهره‌وری وجود ندارد و گام نخست برای انجام این مهم، اندازه‌گیری دقیق این شاخص‌هاست. برای سیاستگذاری‌های دقیق‌تر و برنامه‌ریزی‌های کاربردی، علاوه‌بر سنجش‌های اقتصادی در مقیاس کشوری، نیاز به اندازه‌گیری و تحلیل شاخص‌ها در سطوح جزئی‌تر مانند منطقه‌ای و استانی نیز ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین در این مطالعه بر آن شدیم تا با اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری صنایع استان آذربایجان غربی (شامل کدهای دورقمی دربرگیرنده ۱۰ گروه تولیدی) در دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۸۱، براساس آخرین اطلاعات موجود این گام را عملی سازیم. محاسبات کارایی و بهره‌وری با دو روش پارامتریک (اقتصادسنجی) SFA و روش ناپارامتریک (تحلیل پوششی داده‌ها) DEA با استفاده از داده‌های تابلویی انجام گرفته است. نتایج بررسی و تجزیه و تحلیل نشانگر آن است که علاوه‌بر پایین بودن میزان کارایی در اکثر زیرگروه‌های بخش صنعت، رشد آن نیز بسیار کم بوده است. همچنین تغییرات کارایی در طول سال‌های مورد بررسی دارای نوسانات بسیار شدیدی بوده است. از دیگر نتایج پژوهش، تأیید این نکته است که رتبه‌بندی با استفاده از دو رویکرد مورد مطالعه، تابع تولید کاب ـ داگلاس در SFA و رویکرد CCR در DEA نتایج تقریباً یکسانی را به دست می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: کارایی فنی؛ تابع تولید مرزی تصادفی؛ تحلیل پوششی داده‌ها؛ صنعت آذربایجان غربی

---

* استادیار و عضو هیئت علمی دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه؛
Email: rahim.dabbagh@gmail.com

** دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه مفید؛
Email: babak_kohi1981@yahoo.com, babakkouhileilan@gmail.com

*** کارشناس ارشد مهندسی صنایع سیستم‌های اقتصادی ـ اجتماعی، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه الغدیر تبریز (نویسنده مسئول)؛
Email: javaherian.ie@gmail.com

**** کارشناس ارشد مهندسی صنایع ـ صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه؛
Email: latifi_m101@yahoo.com

مقدمه

بخش صنعت به‌عنوان موتور محرکه اقتصاد عمل می‌کند و سهم بالایی از توسعه‌یافتگی کشورها را به خود اختصاص می‌دهد. بررسی روند رشد کشورهای توسعه‌یافته و مقایسه آن با کشورهای در حال توسعه، نشان می‌دهد که وجه تمایز و نقطه قوت این کشورها «استفاده بهینه» از فرصت‌ها و امکاناتی است که در اختیار داشته‌اند (ابریشمی و نیاکان، ۱۳۸۹). مطالعات نشان می‌دهد دلیل اینکه کشورهایی مانند ایران، علی‌رغم تزریق امکانات و منابع به این بخش و حمایت گسترده از آن، نتایج موفقیت‌آمیزی به دست نیاورده‌اند، عدم توجه به مفاهیم کارایی و بهره‌وری در بخش صنعت بوده است. بنابراین بررسی‌های مرتبط با کارایی و بهره‌وری در جهت تحلیل وضعیت اقتصادی و صنعتی کشور و ارائه راهکارهای مؤثر در جهت رفع عقب‌ماندگی تا حد زیادی حائز اهمیت است (فطرس، دهقانپور و ده‌موبد، ۱۳۹۱).

با دو رویکرد می‌توان کارایی را در صنایع استان مورد بررسی قرار داد:

۱. مقایسه وضعیت بخش صنعت در استان با سایر استان‌ها،

۲. بررسی و مقایسه وضعیت بهره‌وری صنایع مختلف داخل استان (اصفهانی و رضوی، ۱۳۸۹؛ میرجلیلی، میردهقان و دهقان خاوری، ۱۳۸۹).

جهت بررسی و سنجش کارایی، دو گروه مدل پارامتریک و ناپارامتریک وجود دارد که عمده‌ترین روش ناپارامتریک روش تحلیل پوششی داده‌ها و عمده‌ترین روش پارامتریک روش‌های مرز قطعی و تصادفی است. در این پژوهش، زیرگروه‌های بخش صنعت را در داخل استان مورد بررسی قرار داده و برای مقایسه از هر دو روش پارامتریک و ناپارامتریک استفاده شده است.

در ادامه، ابتدا خلاصه‌ای از پیشینه تحقیقات انجام شده آورده شده و سپس در بخش مبانی نظری مدل، به معرفی و تبیین تحلیل مرزی تصادفی (SFA) و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) پرداخته می‌شود. در بخش سوم داده‌های مورد بررسی معرفی شده و در نهایت نتایج حاصل از تحلیل مورد بحث قرار می‌گیرند.

۱. پیشینه تحقیق

ابداع روش تخمین ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها مربوط به مطالعه فارل[1] در سال

1. Farell

۱۹۵۷ است که پیشنهاد کرد برای اندازه‌گیری کارایی یک بنگاه عملکرد آن با عملکرد بهترین بنگاه‌های موجود مقایسه شود. این روش در سال ۱۹۷۸ با مطالعه چارنز و همکاران[1] و افزودن امکان دربرگیری چند نهاده و چند ستاده، توسعه یافت. در سال ۱۹۹۳ نیز اندرسون و پترسون[2] روشی جدید برای رتبه‌بندی واحدهای کارا ارائه دادند. از زمان ارائه مدل اولیه تاکنون روش تحلیل پوششی داده‌ها گسترش پیدا کرده و محققان جزئیات زیادی به آن افزوده‌اند و مطالعات کنونی، اکثراً مربوط به پژوهش‌های موردی در حوزه‌های مختلف می‌باشند (مومنی، ۱۳۸۵).

روش پارامتریک مرز تصادفی نیز در سال ۱۹۶۸ توسط ایگنر و چاو ارائه و در سال ۱۹۷۷ توسط میوزن و همکاران توسعه یافت. در تکنیک‌های اولیه این روش، تنها متوسط کارایی بنگاه‌ها برآورد می‌شد؛ اما در سال ۱۹۸۲ یک راه‌حل ابتکاری برای محاسبه و اندازه‌گیری عدم کارایی بنگاه‌ها توسط جاندرو و همکاران[3] ارائه شد. ضعف این روش در عدم امکان استفاده از داده‌های تابلویی بود که با توسعه مدل آن توسط بتیس و کولی[4] در سال ۱۹۸۸ و طراحی نرم‌افزارهایی مانند LIMDEP حل شد (Kumbhakar and Lovell, 2000).

مرگونو و شارما (۲۰۰۴) در مقاله‌ای «آنالیز کارایی و بهره‌وری در صنایع تولیدی اندونزی» مورد بررسی قرار دادند. این مطالعه به برآورد کارایی فنی و بهره‌وری کل (TFP) عوامل تولید، در صنایع مواد غذایی، نساجی، شیمیایی و محصولات صنایع فلزی، در طول سال‌های ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۰ در اندونزی، با استفاده از مدل مرزی تصادفی پرداخته است. علاوه‌بر این عوامل مؤثر بر ناکارآمدی واحدهای تولیدی در این مقاله مورد توجه قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان از روند رو به کاهش بهره‌وری در صنایع تولیدی اندونزی در دوره مورد بررسی داشت (Margono and Sharma, 2004).

کالیننس و همکاران[5] (۲۰۰۶)، جهت مقایسه عملکرد دو روش تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل مرزی تصادفی، به محاسبه کارایی فنی در کانتینر پورتز[6] پرداخته‌اند. آنها بیان کردند با

1. Charnes, Cooper and Rhodes
2. Anderson and Peterson
3. Jondrow and et al.
4. Battese and Coelli
5. Cullinane and et al.
6. Container Ports

اینکه استفاده از تکنیک‌های مرزی، دلایل خاص ناکارایی را مشخص نمی‌کند، اما نتایجی که ارائه می‌دهد، پایه تحلیل روابط بین تخمین‌های کارایی و ویژگی‌های ساختاری دیگر را شکل می‌دهند. نتایج حاصله حاکی از روابط قابل توجه بین کارایی فنی و مقررات دولتی و همچنین میزان مشارکت بخش خصوصی می‌باشد. در بخش نتیجه‌گیری این پژوهش به این نکته اشاره شده است که به‌کارگیری تکنیک‌های پویای مرزی، به اثبات ارتباط سطوح کارایی صنعت مورد بررسی بنادر بین‌المللی بستگی دارد. در حالت پویا، کارایی فنی نه تنها از کارایی نسبی مجزا شده بلکه از ارتقای تکنولوژی هم جدا می‌شود (Cullinance and et al., 2006).

اودک و براتن[1] (۲۰۱۲)، در مقاله خود با استفاده از دو تکنیک SFA و DEA به بررسی کارایی فنی بنادر پرداخته‌اند و مدل‌های رگرسیونی توبیت[2] اثرات ثابت و تصادفی را با هم مقایسه کرده‌اند. در این مقایسه، کارایی‌های به دست آمده با روش ناپارامتریک مقادیر بیشتری نسبت به روش پارامتریک را نشان می‌دهند. نکته جالب توجهی که در نتیجه‌گیری این پژوهش مشاهده می‌شود این مطلب است که کارایی‌های به دست آمده برای کشورهای اروپایی، کمتر از مقادیر محاسبه شده در تحقیقات قبل است ولی کارایی‌های به دست آمده برای کشورهای آسیایی نتایج تحقیقات قبل را تأیید می‌کند.

تحلیل کارایی صنایع با دو روش پارامتریک و ناپارامتریک توسط ابراهیم موساد الاتروش[3] در قالب یک پایان‌نامه برای بررسی صنعت نساجی کشور مصر در سال ۲۰۱۱ انجام شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد میانگین کارایی فنی به‌دست آمده توسط هر دو روش SFA و DEA برای واحدهای بخش خصوصی یکسان می‌باشد، اما مقدار این میانگین مربوط به روش SFA واحدهای بخش عمومی به‌دلیل تأثیر شوک‌های تصادفی مانند مشکلات مالی، ماشین‌های فرسوده و... از مقدار به‌دست آمده آن توسط روش DEA کمتر است (Elatroush, 2011).

عسگری (۱۳۸۹) در مقاله «تحلیل بهره‌وری در صنایع استان ایلام» یکی از قدیمی‌ترین مطالعات در زمینه اندازه‌گیری کارایی صنایع کشور را مربوط به مطالعه آقای آذربایجانی[4] در

1. Odeck and Brathen
2. Tobit
3. Ibrahim Mosaad Elatroush

۴. آذربایجانی (۱۳۶۸) به نقل از عسگری (۱۳۸۹).

سال ۱۳۶۸ می‌داند که بهره‌وری صنایع بزرگ کشور را در سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۶۴ بررسی کرده و به این نتیجه رسیده است که صنایع ماشین‌آلات ابزار، محصولات فابریکی، صنایع فلزات سنگین و صنایع شیمیایی در مقایسه با صنایع دیگر بهره‌وری بیشتری داشته‌اند. وی در مقاله خود به مطالعه ۹ گروه صنعتی طی سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۵ پرداخته است و برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید از تخمین تابع تولید CES و برای محاسبه بهره‌وری متوسط عوامل از نسبت ارزش افزوده واقعی به حجم عوامل تولید استفاده کرد. نتیجه تحقیق وی نشان داد که بهره‌وری نیروی کار در صنایع استان ایلام پایین و عمدتاً منفی است؛ در حالی که بهره‌وری عامل سرمایه مثبت ولی همواره نزولی بوده است.

قطمیری و قادری (۱۳۷۵) بهره‌وری صنایع ایران در سال‌های ۱۳۵۰ تا ۱۳۷۲ را با استفاده از تابع تولید کاب ـ داگلاس دو متغیره مورد مطالعه قرار دادند. این پژوهش نشان داد TPF صنایع غذایی، نساجی و چرم، کاغذ و مقوا و فلزات اساسی دارای روند افزایشی بوده است.

رحیمی سوره و صادقی (۱۳۸۳) در پژوهشی به بررسی عوامل مؤثر بر کارایی و اقتصاد مقیاس در رهیافت‌های پارامتری و ناپارامتری (SFA و DEA) در طرح‌های مرتع‌داری سه استان کشور پرداخته‌اند. در این پژوهش از تابع تولید مرزی تصادفی غیرخنثی (هوانگ ـ لیو)[1] برای تحلیل پارامتری و از رویکردهای بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس DEA، طبق تعریف کوپمنس، برای تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد در روش تحلیل پوششی داده‌ها از هر دو رویکرد CRS و VRS کارایی استان آذربایجان غربی بیشتر از استان خراسان و این دو بیشتر از یزد می‌باشند. اما روش SFA نتیجه متفاوتی را نشان می‌دهد، به‌طوری که کارایی استان خراسان بیشتر از آذربایجان غربی به دست آمده است. همان‌طور که محققان نیز اشاره کرده‌اند، از نظر روش‌شناختی، کارایی‌های محاسبه شده با روش DEA لزوماً نتایج SFA را تأیید نمی‌کند.

در سال ۱۳۸۸ موسایی و عبدالرحیم در مقاله‌ای به بررسی تحلیل کارایی در صنایع ایران پرداخته‌اند، نتایج این تحقیق حاکی از آن است که با وجود افزایش بهره‌وری به نسبت ۱/۵ درصد از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۷، سطح بهره‌وری در ایران همچنان پایین و تنها در سطح ۴۱ درصد است و در نتیجه صنعت ایران به اندازه لازم رقابتی نیست (Mousaei and Abdul Rahim, 2009).

1. Non-neutral Stochastic Frontier Production Function

یکی از بنیان‌های اطلاعاتی لازم جهت برنامه‌ریزی صحیح ملی و منطقه‌ای آگاهی از توانمندی‌های مناطق مختلف است، تعیین موقعیت و جایگاه مناطق مختلف به‌ویژه از نظر ظرفیت‌های اقتصادی استفاده نشده و امکاناتی که برای افزایش تولید با نهاده‌های موجود وجود دارد، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، به همین منظور آماده و همکاران (۱۳۸۸) در مقاله «رتبه‌بندی استان‌های کشور از لحاظ کارایی فنی بخش صنعت با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها» به بررسی جایگاه استان‌های کشور به لحاظ کارایی فنی بخش صنعت می‌پردازند. در این بررسی استان آذربایجان غربی با کارایی ۳۳ درصد در جایگاه ۲۶ از ۲۸ قرار گرفته است. این موضوع ضرورت نیاز به انجام مطالعات و تحقیقات بیشتر جهت ارائه راهکارهای اجرائی، با هدف ارتقای بهره‌وری بخش صنعت استان آذربایجان غربی را نشان می‌دهد.

فقیه نصیری و همکاران (۱۳۸۹)، در مقاله خود به مقایسه کارایی سرپرستی‌های پست‌بانک ایران با استفاده از دو روش ناپارامتری و پارامتری پرداخته‌اند. در این پژوهش از روش DEA برای محاسبه کارایی و از روش SFA برای محاسبه ناکارایی استفاده شده و نتیجه نشان از وجود تفاوت معنادار بین این دو روش است. در روش تحلیل پوششی داده‌ها از مدل CCR و در روش تحلیل مرزی تصادفی برای برآورد کارایی، از فرم خطی ـ لگاریتمی تابع هزینه مرزی تصادفی ترانسلوگ با جزء ناکارایی متغیر در طول زمان، مدل بتیس و کولی استفاده شده است. به‌طوری که در روش DEA سرپرستی پست‌بانک استان تهران کاراترین و قم ناکاراترین می‌باشد در حالی که در روش SFA چهارمحال بختیاری کاراترین و تهران ناکاراترین معرفی شده است. در انتها نیز با توجه به روابط بین متغیرها، راهکارهایی برای بهبود عملکرد سرپرستی‌های پست‌بانک آورده شده است.

۲. مبانی نظری و برازش مدل

در این تحقیق برای اندازه‌گیری کارایی فنی صنایع تولیدی در استان آذربایجان غربی، از دو روش تابع تولید مرزی تصادفی (SFA) و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) استفاده شده و نتایج این دو مدل باهم مقایسه شده است. در ادامه به معرفی اجمالی این دو روش می‌پردازیم.

۱-۲. تحلیل پوششی داده‌ها

در حالت اولیه، روش تحلیل پوششی داده‌ها به ارائه مدل زیر جهت اندازه‌گیری کارایی نسبی می‌پردازد (امامی میبدی، ۱۳۷۹).

$$\sum_{r=1}^{s} u_{ro} Y_{ro} \Big/ \sum_{i=1}^{n} v_{io} X_{io} \quad MAX \qquad (۱)$$

$$S.T \quad \sum_{r=1}^{s} u_{rj} Y_{rj} \Big/ \sum_{i=1}^{n} v_{ij} X_{ij} \le 1 \qquad i = 1,2,\ldots,n \qquad r = 1,2,\ldots,s$$

$$u_{ro}, v_{io}, u_{rj}, v_{ij} \ge 0 \quad j = 1,2,\ldots,m$$

در رابطه فوق، v_{ij} و u_{rj} به ترتیب وزن‌های ورودی‌ها و خروجی‌های دانشگاه‌ها، X_{ij} و Y_{rj} به ترتیب ورودی‌ها و خروجی‌های دانشگاه‌ها، r, i, j به ترتیب تعداد دانشگاه‌ها، ورودی‌ها و خروجی‌ها هستند. به عبارت دیگر در روش تحلیل پوششی داده‌ها نسبت موزون خروجی‌ها و ورودی‌ها را ماکزیمم می‌کنیم به این شرط که همین ضرایب در سایر دانشگاه‌ها کارایی آنها را از واحد بیشتر ننماید.

از آنجا که مدل فوق یک مدل غیرخطی است، جهت سهولت در حل مدل فوق با فرض $\sum_{i=1}^{n} v_{io} X_{io} = 1$ آن را به یک مدل خطی تبدیل می‌کنیم که نهایتاً با اعمال یکسری عملیات ریاضی و با توجه به دوآل مدل فوق داریم:

$$Min\theta \qquad (۲)$$

$$S.T \quad -\sum_{r=1}^{s} u_{r} Y_{ro} + \sum_{r=1}^{s} \lambda_{j} Y_{ij} \ge 0 \qquad j = 1,2,\ldots,n$$

$$\theta \sum_{i=1}^{m} v_{i} X_{io} - \sum_{i=1}^{m} \lambda_{j} X_{ij} \ge 0$$

$$\lambda \succ 0$$

که در آن λ یک بردار $N \times 1$ شامل اعداد ثابت می‌باشد که وزن‌های مجموعه مرجع برای θ را نشان می‌دهد. مقادیر اسکالر به‌دست آمده که کارایی بنگاه‌ها خواهد بود، شرط $\theta \le 1$ را تأمین می‌کند. مدل فوق را در روش DEA مدل CCR می‌نامند (Banker, Charnes and Cooper, 1984).

۱-۱-۲. بازده نسبت به مقیاس در تحلیل پوششی داده‌ها

مفهوم بازده به مقیاس زمانی مطرح می‌شود تغییرات خروجی‌ها در صورتی که ورودی‌ها را به یک نسبت مشخص تغییر دهد، بررسی می‌کند. در مدل DEA اول کارایی فنی به دو جزء کارایی مدیریتی و کارایی مقیاس تفکیک می‌شود و دوم بنگاه‌های بزرگ از بنگاه‌های کوچک تمیز داده می‌شود (امامی میبدی، ۱۳۷۹).

۲-۱-۲. بازده نسبت به مقیاس ثابت

فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس تنها در صورتی قابل اعمال است که بنگاه‌ها در مقیاس بهینه عمل کنند. مدل CCR با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، کارایی را به‌گونه‌ای ارائه می‌کند که دربرگیرنده کارایی فنی خالص یعنی کارایی ناشی از مدیریت و کارایی ناشی از صرفه‌جویی مقیاس یک بنگاه است. لیکن از آنجا که برای ارزیابی تأثیرات تغییر و اصلاح ساختاری، اطلاعاتی در مورد کارایی مقیاس مورد نیاز است و همچنین برای تشویق مدیران نمونه، داشتن اطلاعاتی در مورد کارایی ناشی از مدیریت ضرورت می‌یابد، لازم است اهمیت تفکیک این دو کارایی از هم روشن شود (همان).

۳-۱-۲. بازده نسبت به مقیاس متغیر

بانکر و همکاران، مدل CCR را به‌گونه‌ای بسط دادند که بازده متغیر نسبت به مقیاس را در برگیرد (Banker, Charnes and Cooper, 1984). انجام این مهم در فرموله کردن مسئله دوگان در برنامه‌ریزی خطی با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس به‌وسیله اضافه نمودن محدودیت $NI'\lambda = 1$ (قید تحدّب) به این مدل می‌باشد، در این حالت محاسبات با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس انجام می‌شود (Cullinane and et al., 2006) به‌طوری که:

$$\text{Min}\theta \qquad (۳)$$

$$ST - \sum_{r=1}^{s} u_r Y_{ro} + \sum_{r=1}^{s} \lambda_j Y_{ij} \geq 0$$

$$\theta \sum_{i=1}^{m} v_i X_{io} - \sum_{i=1}^{m} \lambda_j X_{ij} \geq 0$$

$$\lambda \succ 0 \qquad NI'\lambda = 1$$

مدل فوق با قید بازده متغیر نسبت به مقیاس مشخص نمی‌کند که آیا بنگاه در ناحیه بازده صعودی یا نزولی نسبت به مقیاس فعالیت می‌کند. این مهم در عمل با مقایسه قید بازده غیرصعودی نسبت به مقیاس $NI'\lambda \leq 1$ صورت می‌گیرد. به‌طوری که:

$$\text{Min}\theta \qquad (۴)$$

$$\text{S.T} \quad -\sum_{r=1}^{s} u_r Y_{ro} + \sum_{r=1}^{s} \lambda_j Y_{ij} \geq 0$$

$$\theta \sum_{i=1}^{m} v_i X_{io} - \sum_{i=1}^{m} \lambda_j X_{ij} \geq 0$$

$$NI'\lambda \leq 1 \qquad \lambda \succ 0$$

به عبارت دیگر، ماهیت نوع بازده در عدم کارایی مقیاس برای یک بنگاه خاص با مقایسه مقدار کارایی فنی در حالت بازده غیرصعودی نسبت به مقیاس و با مقدار کارایی فنی بازده متغیر نسبت به مقیاس تعیین می‌شود. بدین صورت که اگر این دو با هم مساوی باشند، آنگاه بنگاه مورد نظر با بازده نزولی نسبت به مقیاس مواجه می‌شود و در غیراین صورت، شرط بازده صعودی نسبت به مقیاس برقرار خواهد بود.

مدل فوق را در روش DEA، مدل BCC با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس می‌نامند. براساس مدل BCC، کارایی محاسبه شده در مدل CCR به دو جزء کارایی مدیریتی و مقیاس تقسیم می‌شود (Charnes, Cooper and Rhodes, 1978).

در هر مدل تحلیل پوششی داده‌ها تمرکز بر ماهیت و مسیر بهبود افزایش ستانده‌ها یا کاهش نهاده‌ها امکان‌پذیر است. مدیران دانشگاه‌ها در کاهش ورودی‌ها به دلایلی چون دولتی بودن (مثلاً کاهش در نیروی کار یا در میزان حقوق و ...) با محدودیت‌هایی مواجه هستند. به همین دلیل، با توجه به نوع ورودی‌ها و خروجی‌ها و سایر محدودیت‌های دانشگاه‌ها، بهترین تصمیم برای افزایش کارایی، ماهیت (مسیر بهبود) خروجی‌گرا می‌باشد. در یک مدل خروجی محور[1]، یک واحد در صورتی ناکاراست که امکان افزایش هریک از خروجی‌ها بدون کاهش یک خروجی دیگر وجود داشته باشد. کارایی کمتر از یک برای

1.Output Oriented Model

یک واحد بدین معنی است که ترکیب خطی واحدهای دیگر می‌توانند مقدار بیشتری از خروجی را با به‌کارگیری همان مقدار ورودی‌ها ایجاد کنند.

٤-۱-۲. شاخص مالم کوئیست

بهترین روش بررسی بهره‌وری برای بخش‌هایی که شکل تابع تولید و قیمت‌ها مشخص نیست، استفاده از شاخص مالم کوئیست[1] و ترکیب آن با روش ناپارامتری برنامه‌ریزی ریاضی روش تحلیل پوششی داده‌هاست. در مقاله حاضر برای بررسی بهره‌وری از آنها استفاده می‌شود. شاخص مالم‌کوئیست یکی از انواع شاخص‌های بهره‌وری کل عوامل است که به دو جزء عمده، تغییرات تکنولوژیکی و تغییرات کارایی قابل تفکیک و بررسی است که معیاری برای تعیین پیشرفت یا پسرفت واحد تصمیم‌گیر به شمار می‌آید.

انقباض یا انبساط خروجی‌ها در تکنولوژی (فناوری) زمان دیگر در حالت چند ورودی و چند خروجی، به مفهوم انبساط یا انقباض شعاعی به اندازه تابع فاصله خروجی متناظر با آن سطح تکنولوژی است. بنابراین اندازه‌های بهره‌وری در حالت چند خروجی در ماهیت خروجی محور به‌صورت زیر می‌باشد:

انقباض یا انبساط خروجی‌ها در تکنولوژی (فناوری) زمان دیگر در حالت چند ورودی و چند خروجی، به مفهوم انبساط یا انقباض شعاعی به اندازه تابع فاصله خروجی متناظر با آن سطح تکنولوژی می‌باشد. بنابراین اندازه‌های بهره‌وری در حالت چند خروجی در ماهیت خروجی محور به‌صورت زیر می‌باشد:

$$MI_0^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_0^t(X_o^{t+1}, Y_o^{t+1})}{D_o^t(X_o^t, Y_o^t)}$$
$$MI_0^{t+1}(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_0^{t+1}(X_o^{t+1}, Y_o^{t+1})}{D_o^{t+1}(X_o^t, Y_o^t)} \qquad (۵)$$

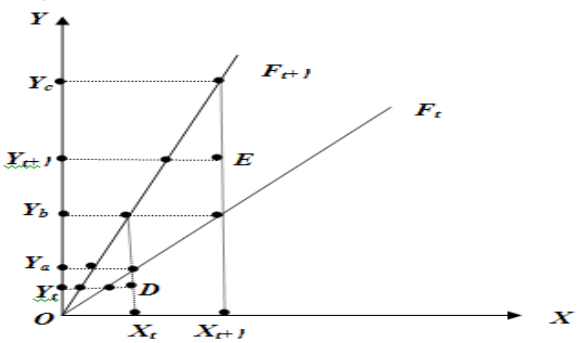
که در آن $D_0^t(x,y)$ و $D_0^{t+1}(x,y)$ تابع فاصله را برای واحد (x,y) تحت تکنولوژی در زمان t و t+1 به‌ترتیب محاسبه می‌کنند. واضح است که M_0^t و M_0^{t+1} مقادیر متفاوتی

1. Malm Quist Index

ارائه می‌دهند. در اینجا فار و همکارانش (۱۹۸۹) پیشنهاد استفاده از میانگین هندسی M_0^t و M_0^{t+1} را به‌عنوان شاخص خروجی مالم‌کوئیست مطرح کردند. چنین پیشنهادی از امکان انتخاب یکی از M_0^t یا M_0^{t+1} به‌طور دلخواه اجتناب می‌گردد که باعث به‌دست آوردن مقادیر متفاوت رشد بهره‌وری می‌شود.

$$M_o(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[\frac{D_o^t(X_o^{t+1}, Y_o^{t+1})}{D_o^t(X_o^t, Y_o^t)} \bullet \frac{D_o^{t+1}(X_o^{t+1}, Y_o^{t+1})}{D_o^{t+1}(X_o^t, Y_o^t)} \right]^{1/2} \qquad (۶)$$

شکل ۱. تفکیک تغییرات بهره‌وری کل (شاخص مالم‌کوئیست)



ماهیت خروجی محور در شاخص مالم‌کوئیست به صورت زیر تفسیر می‌شود: $M_0>1$ افزایش رشد بهره‌وری، $M_0<1$، کاهش رشد بهره‌وری، $M_0=1$، هیچ تغییری در رشد بهره‌وری برای زمان‌های t و t+1 رخ نداده است، را نشان می‌دهند (امامی میبدی، ۱۳۷۹).

۲-۲. تابع تولید مرزی تصادفی[1]

۲-۲-۱. مبانی نظری تابع تولید مرزی تصادفی

روش تحلیل مرزی تصادفی بر مبنای مدل‌های اقتصادسنجی و تئوری‌های اقتصاد خرد بنا شده است و در تحلیل‌های آماری مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش ابتدا تابع هزینه/ سود با توجه به فروض در نظر گرفته شده تخمین زده می‌شود و سپس با عنایت به آن کارایی

1. Stochastic Frontier Analysis (SFA)

واحدها اندازه‌گیری می‌شود. برتری مدل‌های مرزی تصادفی نسبت به مدل‌های معمولی اقتصادسنجی در این است که در برازش تابع نقاط متوسط را در نظر نمی‌گیرند، بلکه نقاط مرزی و سرحد (Frontiers) را لحاظ می‌کنند. در سال ۱۹۶۸ ایگنر و چاو تابع تولید مرزی پارامتریک را به شکل کاب ـ داگلاس با استفاده از آمار نمونه‌ای N بنگاه تخمین زدند. مدل آنها به‌صورت زیر تعریف شده بود (Kumbhakar and Lovell, 2000):

$$\mathrm{Ln}(Y_i) = X_i \beta - U_i \qquad (۷)$$

که در آن Y بردار محصول، Xبردار نهاده‌ها و β پارامتر ناشناخته‌ای که باید تخمین زده شود و Uمتغیر تصادفی غیرمنفی است که بیانگر عدم کارایی فنی تولید است. اما این مدل دارای محدودیتی است که امکان تأثیرگذاری خطا و سایر جزء اخلال‌ها را در تخمین مرز تصادفی در نظر نمی‌گیرد، لذا همه انحرافات از مرز را نتیجه عدم کارایی فنی می‌داند. تیمر در سال ۱۹۷۱ برای رفع این مشکل مدل مرزی در مدل خود درصدی از مشاهدات را که به مرز تخمین زده شده بسیار نزدیک بودند حذف کرده و مرز را دوباره با استفاده از داده‌های کاهش یافته تخمین زد. این مدل به مدل مرزی آماری معروف است که ساختار اساسی آن به شکل زیر می‌باشد:

$$Y = \beta' X + \varepsilon \qquad (۸)$$

$$\varepsilon = V - U$$

که در آن V جزء اخلال تصادفی با توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس σ_V^2 می‌باشد و U اثرات عدم کارایی را نشان می‌دهد. این تابع نمایش کلی توابع مرزی تصادفی بوده و این روش به تحلیل مرزی تصادفی (SFA) معروف است. از آنجا که جزء خطا در تابع فوق دارای دو مؤلفه است، مدل مرزی تصادفی اغلب به‌عنوان یک مدل خطای ترکیبی نیز شناخته می‌شود. به‌کارگیری روش تحلیل مرزی تصادفی نیازمند فرم خاصی از تابع تولید مرزی برای تخمین β است و به همین دلیل،این روش جزء روش‌های پارامتریک دسته‌بندی می‌شود. در بررسی‌ها و مطالعات تجربی عموماً از تابع تولید کاب ـ داگلاس و یا تابع تولید ترانسلوگ استفاده می‌شود. تابع تولید کاب ـ داگلاس در سال ۱۹۳۸ به‌منظور محاسبه بهره‌وری سرمایه و نیروی کار معرفی شد (امامی میبدی، ۱۳۸۴) شکل اولیه آن به‌صورت زیر است:

$$Y = A X_1^{\alpha} . X_2^{\alpha - 1} \qquad (۹)$$

که پس از لگاریتم گرفتن و افزودن جزء اخلال، به مدل تبعی زیر تبدیل می‌شود:

$$\mathrm{Log}(Y_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^{n} \beta_j X_{ji} + V_i - U_i \qquad (۱۰)$$

شکل تبعی تابع ترانسلوگ نیز به‌صورت زیر است:

$$\mathrm{Log}(Y_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^{n} \beta_j X_{ji} + \sum_{j(k}^{n} \sum_{k=1}^{n} \beta_j X_{ji} X_{ki} + V_i - U_i \qquad (۱۱)$$

در مطالعات تحلیل مرزی تصادفی به فراخور موضوع مطالعه موردی، از هر یک از دو نوع تابع استفاده شده است. تابع ترانسلوگ در واقع حالت تعمیم یافته تابع تولید کاب ـ داگلاس می‌باشد و وقتی تخمین ضرایب جملات مربوط به حاصل‌ضرب نهاده‌ها معنادار نباشد، این تابع به تابع تولید کاب ـ داگلاس میل می‌کند. با در نظر گرفتن پژوهش‌های مختلفی که در زمینه درج متغیر سرمایه انسانی در توابع تولید انجام شده، تابع کاب ـ داگلاس به علت مناسب بودن فرم تابعی آن و روان بودن روابط درونی متغیرهای آن بهترین تابع از نظر مطابقت و سازگاری با شرایط اقتصادی کشور ایران تشخیص داده شده است (صادقی و عمادزاده، ۱۳۸۲؛ دباغ، ۱۳۸۵). ازاین‌رو در پژوهش حاضر، از تابع تولید کاب ـ داگلاس جهت برازش مدل استفاده شد.

۲-۲-۲. برازش مدل

در موضوع مورد بررسی که برآورد تابع تولید مرزی تصادفی برای تخمین کارایی صنایع استان آذربایجان غربی از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۹ می‌باشد، بردار نهاده‌ها از دو عضو اساسی نیروی کار و سرمایه تشکیل شده است. متغیر Y نیز بیان‌کننده میزان ارزش افزوده ایجاد شده توسط این کارگاه‌ها می‌باشد. اگر چه در سال‌های اخیر به‌دلیل تغییر سیاست‌های کشور در قبال منابع انرژی و به‌وجود آمدن تغییر فاحشی در قیمت‌ها، انرژی (سوخت) نیز به یکی از نهاده‌های تأثیرگذار تبدیل شده است، اما به‌دلیل نبود چنین سیاست‌هایی در سال‌هایی مورد بررسی و همچنین در دست نبودن اطلاعات مورد نیاز، از دخالت دادن این متغیر در برآورد تابع تولید صرف‌نظر شده است. اشاره به این نکته نیز مفید به نظر می‌رسد که آذربایجانی (۱۳۶۸) در پژوهش خود با عنوان بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید صنایع کشور به

این نتیجه رسیده است که میزان تولید کارگاه‌ها، ضریب سرمایه انسانی، شدت سرمایه، سهم نیروی کار مردان در اشتغال کل کارگاه‌ها، سهم فرد و حقوق و ارزش افزوده مواد اولیه وارداتی تأثیری در بهره‌وری کل عوامل تولید ندارند.

بررسی تحقیقات قبلی نشان می‌دهد که نتایج حاصل از روش حداکثر درست‌نمایی برای مدل مرزی تصادفی، بهتر از نتایج OLS است. بنابراین از تخمین‌های حداکثر درست‌نمایی برای مدل تابع تولید مرزی استفاده شده است و تابع کاب ـ داگلاس به‌صورت زیر برآورد می‌شود:

$$\mathrm{Log}(Y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 X_{w_{it}} + \beta_2 X_{c_{it}} + V_i - U_i \qquad (۱۲)$$

که در آن:

i: نشان‌دهنده زیرگروه‌های بخش صنعت، ۳۴...۱۵،۱۷ =i؛

t: نشان‌دهنده سال‌های مورد بررسی، ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۹ =t؛

Y_{it}: ارزش افزوده تولیدی توسط صنعت iام در سال t ام؛

X_{wit} : لگاریتم تعداد نیروی کار شاغل در صنعت i ام در سال t ام؛

X_{cit}: لگاریتم میزان سرمایه‌گذاری در صنعت i ام در سال t ام؛

β_j: پارامترها (ضرایب) متغیرهای مستقل مدل j=۱،۲،۳،۴،۵.

برای تحلیل داده‌ها به روش SFA از نرم‌افزار FRONT4.1 استفاده شده است. نتایج خروجی نرم‌افزار و تحلیل آنها در مطالب بعدی خواهد آمد.

۳. معرفی داده‌ها

کاربرد داده‌های ترکیبی[1] در اقتصادسنجی، برتری‌های زیادی نسبت به استفاده از داده‌های مقطعی یا سری زمانی دارد. داده‌های ترکیبی اطلاعات مقاطع متفاوت و پویایی آنها را هم‌زمان در نظر می‌گیرد. از آنجا که لحاظ نکردن برخی از متغیرها در ساختار مدل‌ها موجب ناکارایی در برآورد مدل‌های اقتصادسنجی می‌شود، روش داده‌های ترکیبی که از اطلاعات سری‌های زمانی و داده‌های مقطعی تشکیل شده است، اثر این نوع متغیرها را بهتر از داده‌های

1. Panel Data

مقطعی طی یک سال یا داده‌های سری‌های زمانی برای یک مقطع نشان می‌دهد. داده‌های ترکیبی روندهای گذشته متغیرها را در نظر می‌گیرد و از نظر لحاظ کردن پویایی متغیرها، اطمینان ایجاد می‌کند (زراءنژاد و انواری، ۱۳۸۴).

به همین دلیل، داده‌های استفاده شده در این پژوهش داده‌های تابلویی شامل میزان سرمایه‌گذاری و نیروی کار و همچنین ارزش افزوده تولیدی، ده صنعت، در استان آذربایجان غربی در سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۹ می‌باشد که از آمارنامه‌های مربوط به مرکز آمار ایران استخراج گردیده‌اند (سالنامه آماری استان آذربایجان غربی، ۱۳۸۹-۱۳۸۱). لازم به ذکر است که بخش صنعت طبق طبقه‌بندی کد ISIC دارای ۲۳ زیرگروه است. پس از استخراج اطلاعات مربوطه، به‌دلیل عدم وجود داده‌ها در برخی سال‌ها و همچنین صفر بودن ارزش افزوده یا سرمایه‌گذاری در برخی بخش‌ها، داده‌ها مورد تعدیل قرار گرفتند و از میان این ۲۳ زیرگروه، ۱۰ زیرگروه برتر (از لحاظ ایجاد ارزش افزوده) برای بررسی انتخاب شده و سپس با استفاده از شاخص بخش صنعت، تبدیل به قیمت‌های پایه سال ۱۳۸۳ شدند. همچنین با توجه به اینکه پارامترهای استفاده شده در استخراج آمار برای تمامی صنایع یکسان می‌باشد، جهت همگن‌سازی داده‌ها از نرمال‌سازی داده‌ها استفاده شده است.

جدول ۱. شرح کدهای ISIC در صنایع صنعت

کد ISIC	نام صنعت
۱۵	مواد غذایی و آشامیدنی
۱۷	تولید منسوجات
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی، چوب‌پنبه، ساخت کالا از نی و مواد حصیری
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی
۲۴	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی
۲۷	تولید فلزات اساسی
۲۹	تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جاهای دیگر
۳۴	تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر

Source: www.mimt.gov.ir

٤. نتایج و بحث

برای مطالعه کارایی فنی زیر بخش‌های صنعتی مورد نظر، با توجه به ماهیت داده‌ها، بررسی ابتدا به‌صورت داده‌های تابلویی و سپس با تفکیک صنعت انجام گرفت. با عنایت به اینکه کارایی بخش‌های مختلف صنعت در بازه صفر تا یک برآورد شده است، به رتبه‌بندی کارایی صنایع مورد مطالعه پرداخته شد؛ و سپس روند تغییر کارایی بخش صنعت استان در طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

٤-١. نتایج تحلیل مرزی تصادفی

نتایج حاصل از نرم‌افزار FRONTEIR4.1 در جدول ۲ آمده است:

جدول ۲. نتایج حاصل از نرم‌افزار FRONTEIR4.1 برآورد حداکثر درست‌نمایی تابع تولید کاب ـ داگلاس

نام متغیر	پارامتر (ضریب)	مقدار تخمینی	انحراف معیار	آماره t
مقدار ثابت	β_0	۲,۱۴	۰,۱۵	۱۴,۳۱
Xw	β_1	۰,۶۳	۰,۱۴	۴,۴۶۹
Xc	β_2	۰,۱۰	۰,۰۱	۱,۰۱۸
واریانس	σ_2	۰,۳۸	۰,۱۱	۳,۲۶۶
گاما	γ	۰,۹۹	۰,۰۰۰۰۱	۸۵۶۴۰
مقدار تابع درستنمایی		-۶۸,۴۲		

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

در نتیجه مدل تخمینی به‌صورت زیر خواهد بود:

$$\ln(Y_{it}) = 2.14 + 0.63X_{wit} + 0.1X_{cit} + V_{it} - U_{it} \qquad (۱۳)$$

نتایج فوق نشان می‌دهد سهم نیروی کار در ایجاد ارزش افزوده برای صنایع مورد بررسی، بیشتر از سرمایه است. البته در تابع لگاریتمی برآورده شده، ضرایب بیانگر

میزان تأثیر تغییرات نسبی متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته است، که بیان ریاضی آن به‌صورت زیر است:

$$\beta = \frac{dy/y}{dx/x} \qquad (۱۴)$$

بدین معنی که تغییر ۱ درصدی در متغیری مانند نیروی کار باعث تغییر ۰/۶۳ درصدی در ارزش افزوده خواهد شد. همچنین کمیت (γ) که نشان‌دهنده سهم مربوط به ناکارایی فنی در کل ناکارایی است و به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2} \quad , \quad \sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_u^2 \qquad (۱۵)$$

همان‌طور که از جدول ۲ مشخص است، مقدار این کمیت در تابع برآورد شده برابر ۰/۹۹ بوده و نشان می‌دهد ۰/۹۹ از کل ناکارایی و تقریباً تمام آن مربوط به ناکارایی فنی است. نتایج رتبه‌بندی صنایع با استفاده از کارایی‌های تخمین زده شده توسط تابع تولید کاب داگلاس در جدول ۳ می‌آیند:

جدول ۳. نتایج حاصل از نرم‌افزار FRONTEIR4.1 برای محاسبه کارایی فنی با تابع تولید کاب ـ داگلاس

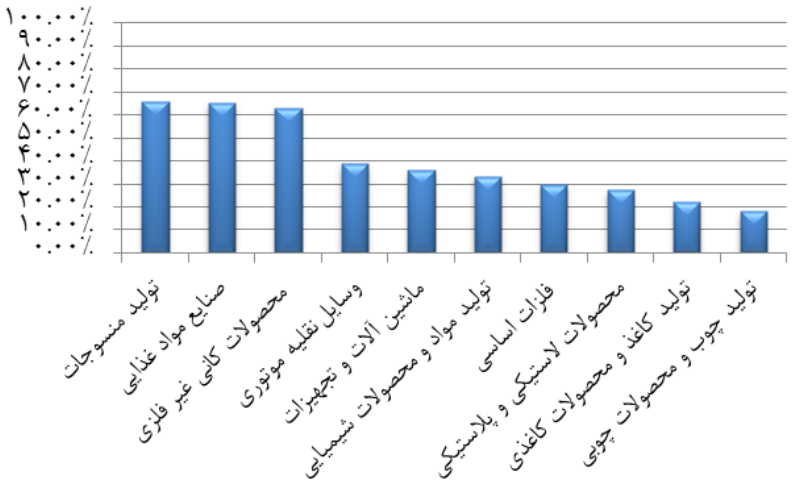
(درصد)

صنعت	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸٤	۱۳۸۵	۱۳۸٦	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	میانگین دوره
مواد غذایی و آشامیدنی	۱۰۰	۵۶	۵۸	۸۷	۷۵	۶۳	۵۵	۵۲	۵۸	۶۶
تولید منسوجات	۹۵	۶۴	۸۷	۵۲	۵۶	۴۹	۸۱	۴۲	۹۱	۶۶
چوب و محصولات چوبی و ...	۵۵	۱۳	۲۵	۹	۱۵	۱۳	۱۴	۱۴	۳۵	۱۸
کاغذ و محصولات کاغذی	۲۴	۳۰	۲۰	۱۷	۱۶	۲۰	۱۸	۳۳	۲۷	۲۲
مواد و محصولات شیمیایی	۶۶	۳۱	۲۵	۳۹	۳۴	۲۵	۲۵	۳۰	۴۲	۳۳
محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۲۵	۲۲	۴۸	۲۵	۳۴	۴۰	۱۵	۲۱	۳۰	۲۷
سایر محصولات کانی غیرفلزی	۷۶	۸۰	۶۷	۵۷	۶۱	۴۹	۷۲	۵۴	۵۹	۶۳

صنعت	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸٤	۱۳۸۵	۱۳۸٦	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	میانگین دوره
تولید فلزات اساسی	۳۴	۴۷	۸۵	۱۹	۳۷	۳۷	۲۰	۱۵	۱۸	۳۰
ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جاهای دیگر	۴۲	۲۸	۳۷	۲۹	۴۴	۲۳	۷۵	۲۳	۴۲	۳۶
وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر	۳۷	۴۲	۴۳	۳۱	۳۶	۳۳	۳۵	۳۷	۶۲	۳۹
میانگین سالیانه	۴۹	۳۷	۴۴	۳۰	۳۷	۳۲	۳۳	۲۹	۴۲	۳۶

مأخذ: همان.

نمودار ۱. رتبه‌بندی بخش صنعت استان از لحاظ کارایی فنی طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۱

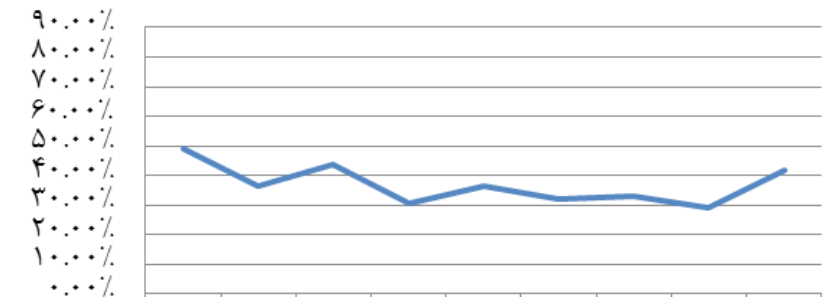


مأخذ: همان.

نمودار ۱ رتبه‌بندی صنایع استان آذربایجان غربی را توسط روش پارامتریک و با استفاده از تابع کاب ـ داگلاس، نشان می‌دهد. در این رده‌بندی صنایع «تولید منسوجات» و «صنایع مواد غذایی» دو صنعت کارای استان معرفی شده‌اند. با وجود رونق کشاورزی در

استان، صنایع غذایی از کارایی ساختاری مطلوبی برخوردار نیست به‌گونه‌ای که می‌تواند با نهاده‌های موجود ۳۴ درصد تولیدات خود را افزایش دهد.

نمودار ۲. روند تغییرات کارایی ساختاری بخش صنعت استان طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۱



	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹
سالیانه	۰.۴۹۱	۰.۳۶۶	۰.۴۴	۰.۳۰۵	۰.۳۶۵	۰.۳۱۸	۰.۳۲۹	۰.۲۹۳	۰.۴۱۹

مأخذ: همان.

در تخمین کارایی سالیانه، (که براساس کارایی ساختاری محاسبه شده است)، نمودار ۲ نشان می‌دهد که روند کلی یک نزول تدریجی در کارایی صنایع استان را طی کرده است. افزایش ۱۲/۶ درصدی کارایی در سال ۱۳۸۹ مرهون کاهش نیروی کار در سال مذکور و افزایش سرمایه‌گذاری در دو سال قبل است. به‌دلیل اینکه تأثیر سرمایه‌گذاری در سال‌های بعد بیشتر از سال مبدأ در افزایش ارزش افزوده نمایان می‌شود، تأثیر آن در سال ۱۳۸۹ مشاهده می‌شود و یک افزایش ناگهانی دارد.

با نگاهی به آمارهای سالانه متوجه می‌شویم که سرمایه‌گذاری (در قیمت‌های ثابت سال ۱۳۸۳) از ۱۶۶۷۸۶ میلیون ریال در سال ۱۳۸۱ به ۲۲۸۴۲۷۵ میلیون ریال در سال ۱۳۸۹ رسیده است (۳/۷ برابر شده است) و ارزش افزوده از ۲۰۵۵۷۱۶ میلیون ریال در سال ۱۳۸۱ به ۲۰۱۸۲۸۴ میلیون ریال در سال ۱۳۸۹ رسیده است (۲ درصد کاهش یافته است). شاید مهم‌ترین دلیل پایین بودن کارایی و روند نزولی آن در صنعت استان، همین عدم تناسب بین افزایش سرمایه‌گذاری و ارزش افزوده باشد.

۲-٤. نتایج تحلیل پوششی داده‌ها[1]

ارزیابی کارایی صنایع براساس فاصله آنها از مرز کارایی صنایع سنجیده می‌شود. میانگین میزان کارایی فنی صنایع با بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس و کارایی مقیاس به‌ترتیب ۱۸ درصد، ۳۳ درصد و ۶۰ درصد است. صنایعی که میزان کارایی فنی آنها در مدل VRS (بازده متغیر نسبت به مقیاس)، بیشتر از متوسط کل کارایی صنایع است، شامل «مواد غذایی و آشامیدنی»، «سایر محصولات کانی غیرفلزی» و «صنایع منسوجات» می‌باشد.

صنایع مورد مطالعه در استان آذربایجان غربی دارای بازدهی نزولی نسبت به مقیاس هستند[2]، این صنایع اگر فعالیت‌های خود را با افزایش استفاده از نهاده‌ها (بدون تغییر در سایر شرایط) توسعه دهند، کارایی واحدشان بیش از پیش کاهش خواهد یافت. در نتیجه افزایش تولید برای این صنایع تنها با سیاست گسترش استفاده از نهاده‌ها، سیاست مناسبی نیست.

در مجموع صنایع مورد بررسی در مدل بازده متغیر به مقیاس، با توجه به ورودی‌ها و خروجی‌های مورد استفاده ناکارا هستند و آنها بایستی برای استفاده از نهاده‌های موجود در برنامه‌های تولیدی خود تجدیدنظر کنند. مثلاً صنایع مواد غذایی و آشامیدنی، برای رسیدن به مرز کارایی با استفاده از ۸۳ درصد از نهاده‌های موجود خود برای کارا شدن بایستی قادر به تولید همان ستاده جاری باشد. به عبارتی دیگر این صنعت با نهاده‌های موجود خود می‌تواند ۱۷ درصد ستاده‌های خود را در حالت کارا افزایش دهد و در حال حاضر پایین‌تر از ظرفیت کارا بودن فعالیت می‌کند. سایر صنایع نیز تحلیلی مشابه دارند.

در جدول ۴ نتایج حاصل از اجرای مدل در قالب داده‌های تابلویی در نرم‌افزار DEAP2 ارائه شده است.

---

1. Data Envelopment Analysis (DEA)

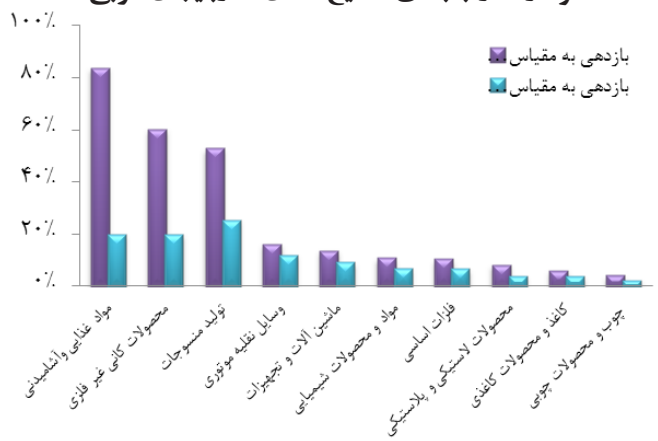
۲. این صنایع در بیشتر سال‌های مورد بررسی (۱۳۸۹-۱۳۸۱) بازدهی نزولی نسبت به مقیاس داشته‌اند.

جدول ٤. نتایج حاصل از نرم‌افزار DEAP2، انواع کارایی صنایع استان آذربایجان غربی (درصد)

ردیف	صنعت	کارایی فنی در حالت بازده ثابت به مقیاس	کارایی فنی در حالت بازده متغیر به مقیاس	کارایی مقیاس	نوع بازدهی
۱	مواد غذایی و آشامیدنی	۱۹	۸۳	۲۳	نزولی
۲	تولید منسوجات	۲۵	۵۲	۷۹	نزولی
۳	چوب و محصولات چوبی و...	۲	۴	۵۰	نزولی
۴	کاغذ و محصولات کاغذی	۳	۵	۶۰	نزولی
۵	مواد و محصولات شیمیایی	۶	۱۰	۶۲	نزولی
۶	محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۳	۸	۴۵	نزولی
۷	سایر محصولات کانی غیرفلزی	۲۰	۶۰	۳۳	نزولی
۸	تولید فلزات اساسی	۶	۱۰	۶۳	نزولی
۹	ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جاهای دیگر	۹	۱۳	۶۶	نزولی
۱۰	وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر	۱۱	۱۶	۷۳	نزولی
	میانگین	۱۸	۳۳	۶۰	

مأخذ: همان.

نمودار ۳. رتبه‌بندی صنایع استان آذربایجان غربی



مأخذ: همان.

نمودار ۳ رتبه‌بندی صنایع استان آذربایجان غربی را از لحاظ کارایی فنی نشان می‌دهد. براساس نتایج حاصل از نرم‌افزار DEAP2 صنایع تولید منسوجات و سایر کانی‌های غیرفلزی در رویکرد مدل بازده به مقیاس ثابت جایگاه اول رتبه‌بندی قرار دارد.

جدول ۵. متوسط کارایی فنی صنایع استان طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۱ (درصد)

سال	کارایی فنی در حالت بازده ثابت به مقیاس	کارایی فنی در حالت بازده متغیر به مقیاس	کارایی مقیاس
۱۳۸۱	۱۰	۲۴	۶۷
۱۳۸۲	۲۰	۲۹	۷۰
۱۳۸۳	۱۴	۲۸	۵۲
۱۳۸۴	۵	۹	۵۶
۱۳۸۵	۸	۱۴	۵۶
۱۳۸۶	۵	۱۱	۴۳
۱۳۸۷	۵	۱۳	۴۱
۱۳۸۸	۴	۹	۴۱
۱۳۸۹	۱۱	۲۱	۵۴
میانگین	۱۸	۳۳	۶۰

مأخذ: همان.

مطابق جدول فوق کارایی فنی در سال ۱۳۸۳ در اوج بوده و پس از آن تا سال ۱۳۸۸ کاهش یافته و در سال ۱۳۸۹ به سطح ۲۱ درصد رسیده است. دلایل پایین بودن کارایی را می‌توان در مواردی همچون سوء مدیریت، اتلاف منابع، خروجی اندک طرح‌های صنعتی در ایجاد ارزش افزوده و طولانی شدن دوره اتمام طرح‌ها و... جستجو کرد.

جدول ٦. میانگین تغییرات بهره‌وری کل و اجزای آن طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۱

صنعت	تغییرات کارایی فنی	تغییرات تکنولوژیکی	تغییرات کارایی مدیریتی	تغییرات کارایی مقیاس	تغییرات بهره‌وری کل
مواد غذایی و آشامیدنی	۰/۸۳۷	۰/۹۷۹	۱	۰/۸۳۷	۰/۸۱۹
تولید منسوجات	۱	۱/۰۲۷	۱	۱	۱/۰۲۷
چوب و محصولات چوبی و...	۰/۸۷۳	۰/۸۸۴	۰/۹۲۷	۰/۹۴۲	۰/۷۷۲
کاغذ و محصولات کاغذی	۱/۰۴۹	۱/۰۶۵	۱/۱۷	۰/۸۹۷	۱/۱۱۷
مواد و محصولات شیمیایی	۰/۸۸۳	۱/۰۲۸	۱/۰۱۸	۰/۸۶۸	۰/۹۰۸
محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۱/۰۳۹	۱/۰۹۲	۱/۲۱۶	۰/۸۵۵	۱/۱۳۵
سایر محصولات کانی غیرفلزی	۰/۹۰۳	۰/۹۲۱	۱/۰۶۲	۰/۸۵	۰/۸۳۱
تولید فلزات اساسی	۰/۸۳	۰/۹۳۹	۰/۹۷۶	۰/۸۵	۰/۷۷۹
ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جاهای دیگر	۰/۹۵۹	۱/۱۱۹	۱/۰۶۶	۰/۹	۱/۰۷۳
وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر	۱/۱۴۳	۰/۹۸۵	۱/۳	۰/۸۷۹	۱/۱۲۵
میانگین	۰/۹۴۷	۱/۰۰۱	۱/۰۶۸	۰/۸۸۹	۰/۹۴۸

مأخذ: همان.

برای محاسبه تغییرات بهره‌وری صنایع استان در طول دوره مورد بررسی از شاخص مالم کوئیست استفاده شده است. برای محاسبه شاخص بهره‌وری مالم کوئیست، باید توجه کرد که مقدار عددی این شاخص در حالت بازدهی ثابت و متغیر به مقیاس با هم برابر است. میزان شاخص بهره‌وری و اجزای آن بر مبنای روش حداکثرسازی تولید می‌باشد، چنانچه کمتر از یک باشد، بیانگر کاهش بهره‌وری و اگر بیشتر از یک باشد دلالت بر افزایش بهره‌وری صنعت دارد.

همان‌طور که در جدول ۶ آمده است، تغییرات بهره‌وری کل در صنایع استان در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۱ در نتیجه تغییرات رو به افول، کارایی فنی و کارایی مقیاس مقدار کمتر از یک دارند که نشان‌دهنده روند نامطلوب کاهش سالانه بهره‌وری در صنعت استان است. این نتایج تأییدگر روند نزولی نشان داده شده در نمودار ۲ محاسبات روش پارامتریک نیز است.

نتایج تفصیلی حاصل از محاسبه کارایی‌های فنی با استفاده از نرم‌افزار DEAP2 در جدول ۸ آمده است.

۵. جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و راهکارهای پیشنهادی

در این تحقیق به بررسی کارایی ۱۰ زیر بخش صنعت استان آذربایجان غربی در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۱ با به‌کارگیری دو رویکرد پارامتریک و ناپارامتریک پرداخته شد. از روش پارامتریک و تابع تولید مرزی تصادفی کاب ـ داگلاس برای تخمین کارایی و رتبه‌بندی و از روش ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه میزان تغییرات بهره‌وری، میزان کارایی و همچنین رتبه‌بندی صنایع برتر استان استفاده شد. بررسی نتایج حاصل از خروجی نرم‌افزارها نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی‌ای که روش پارامتریک SFA ارائه می‌دهد، قدری بیشتر از روش ناپارامتریک DEA با رویکرد CCR است؛ چراکه روش تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی فنی را به‌صورت مطلق اندازه‌گیری می‌کند اما روش تحلیل مرزی تصادفی، تخمینی از کارایی را ارائه می‌دهد. در کل، هر دو روش رتبه‌بندی تقریباً یکسانی از صنایع ارائه می‌دهند؛ مقایسه نتایج در جدول ۷ نشان داده شده است.

جدول ۷. مقایسه نتیجه رتبه‌بندی کارایی فنی در صنایع استان با توجه به دو رویکرد DEA, SFA

رتبه	نتیجه عملکرد رویکرد DEA	نتیجه عملکرد رویکردSFA
۱	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	تولید منسوجات
۲	تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی
۳	تولید منسوجات	تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی
۴	تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر	تولید وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر
۵	تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جاهای دیگر	تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جاهای دیگر
۶	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی

رتبه	نتیجه عملکرد رویکرد DEA	نتیجه عملکرد رویکردSFA
۷	تولید فلزات اساسی	تولید فلزات اساسی
۸	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی
۹	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	تولید کاغذ و محصولات کاغذی
۱۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب‌پنبه و ساخت کالا از نی و مواد حصیری	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب‌پنبه و ساخت کالا از نی و مواد حصیری

مأخذ: همان.

نتیجه این تحقیق نشان‌دهنده سطح پایین کارایی در اکثر صنایع استان است، این امر لزوم اهتمام مدیران واحدهای صنعتی و دولتی را در جهت تدوین و اجرای سیاست‌های ارتقای کارایی و بهره‌وری نشان می‌دهد. مدیران واحدهای صنعتی بایستی نیازهای بازار را شناسایی کرده و با سرمایه‌گذاری در زمینه آموزش پرسنل و شیوه‌های نوین مدیریتی محصولات قابل رقابتی را روانه بازار کنند. همچنین بهره‌وری پایین صنایع در استان لزوم اصلاح قوانین و مقررات در جهت حمایت از تولیدکننده و برنامه‌ریزی‌های راهبردی جهت کاهش دوره اتمام طرح‌های صنعتی را نمایانگر است. با توجه به اینکه صنایع استان در سال‌های مورد مطالعه دارای بازدهی به مقیاس نزولی بوده است، گسترش صنعت استان می‌تواند زمینه‌ساز ارتقای کارایی و بهره‌وری نیز باشد.

خاطر نشان می‌شود چون استان آذربایجان غربی از پتانسیل مناسب برای فعالیت‌های کشاورزی برخوردار است و همچنین جهت ایجاد و تکمیل یک زنجیره تأمین و خوشه صنعتی کارا از صنایع غذایی و آشامیدنی در استان، توجه و حمایت هرچه بیشتر از این حوزه نسبت به سایر صنایع تولیدی، در اولویت بالاتری قرار می‌گیرد.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، بنابر نتایج به دست آمده، نیروی کار سهم بیشتری در ایجاد ارزش افزوده برای صنعت استان دارد، لذا سزاوار است توجه دوچندانی به این نهاده اساسی صورت گیرد. طبق بررسی امینی و مصلی (۱۳۹۰) متوسط سابقه کار (یا تجربه) شاغلان بخش صنعت و همچنین مدرک تحصیلی شاغلان تأثیر معناداری در بهره‌وری دارد. بنابراین می‌توان گفت به‌کارگیری نیروهای مجرب، سرمایه‌گذاری بیشتر در زمینه آموزش نیروی کار موجود و افزایش تعداد نیروی کار تحصیل‌کرده و دارای مدارک دانشگاهی فوق‌لیسانس و دکتری ازجمله اقدامات پیشنهادی مفید جهت ارتقای بهره‌وری و کارایی نیروی انسانی می‌باشند.

نهاده سرمایه نیز اگرچه کمتر، اما در ایجاد ارزش افزوده دارای اهمیت است و خوشبختانه با وجود محدودیت‌های موجود و با توجه به اطلاعات در دسترس، در طول سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۱سرمایه‌گذاری از روند رو به رشد و مناسبی برخوردار بوده است. اما با توجه به اینکه این رشد منتج به افزایش متناسب ارزش افزوده و درنتیجه افزایش کارایی در بخش صنعت استان نشده است، دلیلی بر عدم توجه به هدفمند بودن آن است. لذا تمرکز سرمایه‌گذاری‌ها در تولیدات سودآور و متناسب با پتانسیل و نیاز منطقه، بهبود کیفیت تولیدات و ایجاد تنوع در محصولات و بسته‌بندی‌ها جهت رقابتی‌تر کردن محصولات تولیدی و در واقع افزایش سرمایه‌گذاری بر طراحی بسته‌بندی‌های بهتر، افزایش سرمایه‌گذاری در زمینه آموزش نیروی کار، توجه بیشتر به بخش تحقیق و توسعه چه در بخش خصوصی و دولتی، گسترش ارتباط صنعت با دانشگاه به‌عنوان بنگاه تولید دانش و مرکز تولید ایده‌های نو و مبتکرانه، ایجاد انگیزه برای مراجعه به مراکز مشاوره تخصصی جهت ریشه‌یابی و حل مشکلات کارایی واحدها و... نیز ازجمله راهکارهای پیشنهادی برای بالا بردن میزان تولید ارزش افزوده و همچنین کارایی و بهره‌وری در صنایع استان می‌باشند.

در پایان اشاره می‌شود، با توجه به مطالعات انجام شده، در کل، بهره‌وری صنایع ایران در سطح پایینی قرار دارد و این موضوع توجه بیشتر و انجام تحقیقات و پژوهش‌های هدفمند در سطح کشور و تمام استان‌ها را می‌طلبد؛ تا با بررسی‌های دقیق و موشکافانه علل ناکارآمدی‌ها مشخص شده و اقدامات لازم جهت ارتقای وضعیت صنایع در مناطق مختلف کشور صورت گیرد.

جدول ۸. نتایج تفصیلی محاسبه کارایی با روش DEA و نرم‌افزار DEAP2 (درصد)

سال	۱۳۸۱				۱۳۸۲				۱۳۸۳			
صنعت	بازده ثابت به مقیاس	بازده متغیر به مقیاس	کارایی مقیاس	نوع بازدهی	بازده ثابت به مقیاس	بازده متغیر به مقیاس	کارایی مقیاس	نوع بازدهی	بازده ثابت به مقیاس	بازده متغیر به مقیاس	کارایی مقیاس	نوع بازدهی
مواد غذایی و آشامیدنی	۵۳	۱۰۰	۵۳	کاهشی	۲۶	۲۶	۲۶	کاهشی	۱۲	۶۲	۱۹	کاهشی
تولید منسوجات	۱	۱۰۰	۱۰۰	–	۲۵	۲۵	۲۵	کاهشی	۸۴	۸۴	۱۰۰	–
چوب و محصولات چوبی و ...	۲۰	۳۴	۵۷	کاهشی	۱	۱	۱	کاهشی	۸	۱۰۰	۸	افزایشی
کاغذ و محصولات کاغذی	۳	۵	۶۸	کاهشی	۱	۱	۱	کاهشی	۳	۳	۹۶	کاهشی
مواد و محصولات شیمیایی	۴۳	۴۷	۹۱	کاهشی	۶	۶	۶	کاهشی	۳	۶	۵۳	کاهشی
محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۳	۵	۵۲	کاهشی	۶	۶	۶	کاهشی	۲۱	۲۹	۷۲	کاهشی
سایر محصولات کانی غیرفلزی	۳۴	۶۱	۵۵	کاهشی	۱۶	۱۶	۱۶	کاهشی	۲۱	۴۳	۴۹	کاهشی
تولید فلزات اساسی	۸	۱۱	۷۱	کاهشی	۱۱	۱۱	۱۱	کاهشی	۹۹	۱۰۰	۹۹	افزایشی
ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جاهای دیگر	۱۰	۱۹	۵۵	کاهشی	۱۲	۱۲	۱۲	کاهشی	۸	۱۴	۵۸	کاهشی
وسایل نقلیه موتوری،تریلر و نیم تریلر	۱۱	۱۲	۸۸	کاهشی	۹	۹	۹	کاهشی	۱۷	۱۷	۹۶	کاهشی
میانگین	۱۰	۲۴	۶۷		۸	۸	۸		۱۴	۲۸	۵۲	

ادامه جدول ۸

سال	۱۳۸۴				۱۳۸۵				۱۳۸۶			
صنعت	بازده ثابت به مقیاس	بازده متغیر به مقیاس	کارایی مقیاس	نوع بازدهی	بازده ثابت به مقیاس	بازده متغیر به مقیاس	کارایی مقیاس	نوع بازدهی	بازده ثابت به مقیاس	بازده متغیر به مقیاس	کارایی مقیاس	نوع بازدهی
مواد غذایی و آشامیدنی	۴۲	۸۰	۵۳	کاهشی	۲۶	۹۱	۲۸	کاهشی	۱۵	۹۷	۱۶	کاهشی
تولید منسوجات	۱۵	۲۸	۵۲	کاهشی	۲۵	۳۵	۷۱	کاهشی	۱۶	۲۵	۶۲	کاهشی
چوب و محصولات چوبی و ...	۰	۱	۵۵	کاهشی	۱	۲	۶۰	کاهشی	۱	۱	۵۴	کاهشی
کاغذ و محصولات کاغذی	۲	۳	۷۴	کاهشی	۱	۲	۶۶	کاهشی	۲	۴	۵۹	کاهشی
مواد و محصولات شیمیایی	۹	۱۵	۶۱	کاهشی	۶	۱۰	۵۷	کاهشی	۲	۵	۴۹	کاهشی
محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۳	۵	۵۴	کاهشی	۶	۱۱	۵۵	کاهشی	۸	۱۵	۵۴	کاهشی
سایر محصولات کانی غیرفلزی	۱۴	۴۰	۳۴	کاهشی	۱۶	۴۹	۳۲	کاهشی	۷	۵۷	۱۳	کاهشی
تولید فلزات اساسی	۲	۳	۵۳	کاهشی	۱۱	۱۴	۸۳	کاهشی	۸	۱۳	۵۹	کاهشی
ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جاهای دیگر	۵	۸	۵۹	کاهشی	۱۲	۱۹	۶۲	کاهشی	۲	۴	۵۳	کاهشی
وسایل نقلیه موتوری،تریلر و نیم تریلر	۶	۹	۷۱	کاهشی	۹	۱۳	۶۹	کاهشی	۶	۱۱	۵۹	کاهشی
میانگین	۵	۹	۵۶		۸	۱۴	۵۶		۵	۱۱	۴۳	

ادامه جدول ۸

سال	۱۳۸۷				۱۳۸۸				۱۳۸۹			
صنعت	بازده ثابت به مقیاس	بازده متغیر به مقیاس	کارایی مقیاس	نوع بازدهی	بازده ثابت به مقیاس	بازده متغیر به مقیاس	کارایی مقیاس	نوع بازدهی	بازده ثابت به مقیاس	بازده متغیر به مقیاس	کارایی مقیاس	نوع بازدهی
مواد غذایی و آشامیدنی	۱۵	۹۷	۱۶	کاهشی	۱۵	۹۷	۱۶	کاهشی	۱۵	۹۷	۱۶	کاهشی
تولید منسوجات	۱۶	۲۵	۶۲	کاهشی	۱۶	۲۵	۶۲	کاهشی	۱۶	۲۵	۶۲	کاهشی
چوب و محصولات چوبی و ...	۱	۱	۵۴	کاهشی	۱	۱	۵۴	کاهشی	۱	۱	۵۴	کاهشی
کاغذ و محصولات کاغذی	۲	۴	۵۹	کاهشی	۲	۴	۵۹	کاهشی	۲	۴	۵۹	کاهشی
مواد و محصولات شیمیایی	۲	۵	۴۹	کاهشی	۲	۵	۴۹	کاهشی	۲	۵	۴۹	کاهشی
محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۸	۱۵	۵۴	کاهشی	۸	۱۵	۵۴	کاهشی	۸	۱۵	۵۴	کاهشی
سایر محصولات کانی غیرفلزی	۷	۵۷	۱۳	کاهشی	۷	۵۷	۱۳	کاهشی	۷	۵۷	۱۳	کاهشی
تولید فلزات اساسی	۸	۱۳	۵۹	کاهشی	۸	۱۳	۵۹	کاهشی	۸	۱۳	۵۹	کاهشی
ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جاهای دیگر	۲	۴	۵۳	کاهشی	۲	۴	۵۳	کاهشی	۲	۴	۵۳	کاهشی
وسایل نقلیه موتوری،تریلر و نیم تریلر	۶	۱۱	۵۹	کاهشی	۶	۱۱	۵۹	کاهشی	۶	۱۱	۵۹	کاهشی
میانگین	۵	۱۱	۴۳		۵	۱۱	۴۳		۵	۱۱	۴۳	

مأخذ: همان.

منابع و مآخذ

۱. آماده، حمید، علی امامی میبدی و علی آزادی‌نژاد (۱۳۸۸). «رتبه‌بندی استان‌های کشور از لحاظ کارایی فنی بخش صنعت با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها». مجله *دانش و توسعه* (علمی پژوهشی)، سال ۱۶، ش ۲۹.

۲. ابریشمی، حمید و لیلی نیاکان (۱۳۸۹). «اندازه‌گیری کارایی فنی نیروگاه‌های حرارتی کشور به روش تحلیل مرزی تصادفی (SFA) و مقایسه تطبیقی با کشورهای منتخب در حال توسعه»، فصلنامه *مطالعات اقتصاد انرژی*، سال هفتم، ش ۲۶.

۳. اصفهانی، محمدنصر و عبداله رضوی (۱۳۸۹). «بررسی و مقایسه کارایی و بهره‌وری شرکت‌های خودروسازی با روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)»، نشریه علمی پژوهشی *مدیریت فردا*، سال نهم، ش ۲۵.

۴. امامی میبدی، علی (۱۳۸۴). *اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری*، مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، چاپ دوم.

۵. ـــــــــــ (۱۳۷۹). *اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری (علمی و کاربردی)*، تهران، مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.

۶. امینی، علیرضا و شهرام مصلی (۱۳۹۰). «نقش سرمایه انسانی از نوع تجربه در بهره‌وری کل عوامل: مطالعه موردی کارگاه‌های بزرگ صنعتی ایران». فصلنامه *پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، سال نوزدهم، ش ۵۷.

۷. دباغ، رحیم (۱۳۸۵). *بررسی تجربیات کشورهای منتخب در ارتقای بهره‌وری بخش بازرگانی*، مؤسسه مطالعات پژوهش‌های بازرگانی، گروه پژوهش‌های کنترل کیفیت.

۸. رحیمی سوره، صمد و حسین صادقی (۱۳۸۳). «عوامل مؤثر بر کارایی و اقتصاد مقیاس در رهیافت‌های پارامتری و ناپارامتری؛ مطالعه موردی طرح‌های مرتع‌داری در ایران»، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.

۹. زراءنژاد، منصور و ابراهیم انواری (۱۳۸۴). «کاربرد داده‌های ترکیبی در اقتصادسنجی»، فصلنامه علمی پژوهشی اقتصاد، دوره دوم، ش ۴.

۱۰. *سالنامه آماری استان آذربایجان غربی*، ۱۳۸۹-۱۳۸۱.

۱۱. سلیمی‌فر، مصطفی (۱۳۸۴). «بهره‌وری عوامل تولید و میزان به‌کارگیری آنها در صنایع بزرگ استان خراسان»، *تحقیقات اقتصادی*، ش ۷۰.

۱۲. صادقی، مسعود و مصطفی عمادزاده (۱۳۸۲). «برآورد سهم سرمایه انسانی در رشد اقتصادی ایران»، فصلنامه *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ش ۱۷.

۱۳. فقیه نصیری، مرجان، بهاره عریانی، امیررضا سوری و علیرضا گرشاسبی (۱۳۸۹). «مقایسه کارایی سرپرستی‌های پست بانک ایران با استفاده از دو روش ناپارامتری و پارامتری»، پژوهش‌نامه *علوم اقتصادی* (علمی پژوهشی)، سال دهم، ش ۲ پیاپی (۳۹).