

# 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 پذیرش ۱۳۹۳/۱۲/۲۳

تاریخ دریافت ۱۳۹۳/۳/۷

امروزه برای افزایش رشد اقتصادی به دلیل 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، علاوه بر 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 عملی‌سازیم. 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 علاوه بر 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 - 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-اجتماعی، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه الغدیر تبریز (نویسنده مسئول)؛

Email: javaherian.ie@gmail.com

\*\*\*\* کارشناس ارشد مهندسی صنایع - صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی ارومیه؛

Email: latifi\_m101@yahoo.com

فصلنامه مجلس و راهبرد، سال بیست‌ودوم، شماره هشتادوسه، پاییز ۱۳۹۴

## مقدمه

بخش صنعت به عنوان موتور محرکه اقتصاد عمل می کند و سهم بالایی از توسعه یافتگی کشورها را به خود اختصاص می دهد. بررسی روند رشد کشورهای توسعه یافته و مقایسه آن با کشورهای در حال توسعه، نشان می دهد که وجه تمایز و نقطه قوت این کشورها «استفاده بهینه» از فرصت ها و امکاناتی است که در اختیار داشته اند (ابریشمی و نیاکان، ۱۳۸۹). مطالعات نشان می دهد دلیل اینکه کشورهایی مانند ایران، علی رغم تخریق امکانات و منابع به این بخش و حمایت گسترده از آن، نتایج موفقیت آمیزی به دست نیاورده اند، عدم توجه به مفاهیم کارایی و بهره‌وری در بخش صنعت بوده است. بنابراین بررسی های مرتبط با کارایی و بهره‌وری در جهت تحلیل وضعیت اقتصادی و صنعتی کشور و ارائه راهکارهای مؤثر در جهت رفع عقب ماندگی تا حد زیادی حائز اهمیت است (فطرس، دهقانپور و دهموید، ۱۳۹۱).

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

۱. مقایسه وضعیت بخش صنعت در استان با سایر استان ها،
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 عمده ترین روش ناپارامتریک روش تحلیل پوششی داده ها و عمده ترین روش پارامتریک روش های مرز قطعی و تصادفی است. در این پژوهش، زیرگروه های 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 خلاصه ای 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 داده ها (DEA) پرداخته می شود. در بخش سوم داده های مورد بررسی معرفی شده و در نهایت نتایج حاصل از تحلیل مورد بحث قرار می گیرند.

## ۱. پیشینه تحقیق

ابداع روش تخمین ناپارامتریک تحلیل پوششی داده ها مربوط به مطالعه فارل<sup>۱</sup> در سال

1. Farrell

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<sup>۱</sup> و افزودن امکان دربرگیری چند نهاد و چند ستاده، توسعه یافت. در سال ۱۹۹۳ نیز اندرسون و پترسون<sup>۲</sup> 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 جاندر و همکاران<sup>۳</sup> ارائه شد. ضعف این روش در عدم امکان استفاده از داده‌های تابلویی بود که با توسعه مدل آن توسط بتیس و کولی<sup>۴</sup> 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. علاوه بر 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<sup>۵</sup> (۲۰۰۶)، جهت مقایسه عملکرد دو روش تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل مرزی تصادفی، به محاسبه کارایی فنی در کانتینر پورترز<sup>۶</sup> 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 به کارگیری 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 (Cullinane and et al., 2006).

اودک و براتن<sup>۱</sup> (۲۰۱۲)، در مقاله خود با استفاده از دو تکنیک SFA و DEA به بررسی کارایی فنی بنادر پرداخته‌اند و مدل‌های رگرسیونی توییت<sup>۲</sup> 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<sup>۳</sup> در قالب یک پایان‌نامه برای بررسی صنعت نساجی کشور مصر در سال ۲۰۱۱ انجام شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد میانگین کارایی فنی به دست 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 به دلیل تأثیر شوک‌های تصادفی مانند مشکلات مالی، ماشین‌های فرسوده و... از مقدار به دست 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<sup>۴</sup> 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 - 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 غیرختی (هوانگ - لیو)<sup>۱</sup> 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، به طوری که کارایی استان خراسان بیشتر از آذربایجان غربی به دست آمده است. همان‌طور که محققان نیز اشاره کرده‌اند، از نظر روش شناختی، 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).

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 اجرایی، 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 - 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.

## ۲-۱. تحلیل پوششی داده‌ها

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

$$\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} / \sum_{i=1}^n v_i X_{ij} \quad \text{MAX} \quad (1)$$

$$\text{S.T.} \quad \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} / \sum_{i=1}^n v_i X_{ij} \leq 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad r = 1, 2, \dots, s$$

$$u_r, v_i, u_j, v_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, m$$

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،  $i, j, r$  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  $\sum_{i=1}^n v_i X_{ij} = 1$  آن را به یک مدل خطی تبدیل می‌کنیم که نهایتاً با اعمال یکسری عملیات ریاضی و با توجه به دوآل مدل فوق داریم:

$$\text{Min} \theta \quad (2)$$

$$\text{S.T.} \quad -\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} + \sum_{i=1}^n \lambda_i X_{ij} \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$$

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

$$\lambda > 0$$

که در آن  $\lambda$  یک بردار  $1 \times N$  شامل اعداد ثابت می‌باشد که وزن‌های مجموعه مرجع برای  $\theta$  را نشان می‌دهد. مقادیر اسکالر به دست آمده که کارایی بنگاه‌ها خواهد بود، شرط  $\theta \leq 1$  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 به گونه‌ای 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 به گونه‌ای 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 به وسیله اضافه نمودن محدودیت  $NI'\lambda = 1$  (قید تحدب) به این مدل می‌باشد، در این حالت محاسبات با فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس انجام می‌شود (Cullinane and et al., 2006) به طوری که:

$$\text{Min } \theta \quad (3)$$

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

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

$$\lambda > 0 \quad NI'\lambda = 1$$

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 غیر صعودی نسبت به مقیاس  $NI'\lambda \leq 1$  صورت می‌گیرد. به طوری که:

$$\text{Min}\theta \quad (۴)$$

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

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

$$NI'\lambda \leq 1 \quad \lambda > 0$$

به عبارت دیگر، ماهیت نوع بازده در عدم کارایی مقیاس برای یک بنگاه خاص با مقایسه مقدار کارایی فنی در حالت بازده غیر صعودی 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 غیر این 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) خروجی گرا می‌باشد. در یک مدل خروجی محور، یک واحد در صورتی ناکاراست که امکان افزایش هر یک از خروجی‌ها بدون کاهش یک خروجی دیگر وجود داشته باشد. کارایی کمتر از یک برای

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

#### ۴-۱-۲. شاخص مالم کوئیست

بهترین روش بررسی بهره‌وری برای بخش‌هایی که شکل تابع تولید و قیمت‌ها مشخص نیست، استفاده از شاخص مالم کوئیست<sup>۱</sup> و ترکیب آن با روش ناپارامتری برنامه‌ریزی ریاضی روش تحلیل پوششی داده‌هاست. در مقاله حاضر برای بررسی بهره‌وری از آنها استفاده می‌شود. شاخص مالم کوئیست 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 به صورت 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 به صورت زیر می‌باشد:

$$MI_0^t(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \frac{D_0^t(X_o^{t+1}, Y_o^{t+1})}{D_0^t(X_o^t, Y_o^t)} \quad (5)$$

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

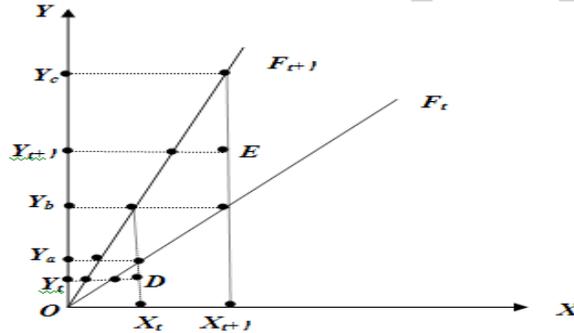
که در آن  $D_0^t(x, y)$  و  $D_0^{t+1}(x, y)$  تابع فاصله را برای واحد  $(x, y)$  تحت تکنولوژی در زمان  $t$  و  $t+1$  به ترتیب محاسبه می‌کنند. واضح است که  $M_0^t$  و  $M_0^{t+1}$  مقادیر متفاوتی

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 مالم کوئیست 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.

$$M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) = \left[ \frac{D_0^t(X_0^{t+1}, Y_0^{t+1})}{D_0^t(X_0^t, Y_0^t)} \cdot \frac{D_0^{t+1}(X_0^{t+1}, Y_0^{t+1})}{D_0^{t+1}(X_0^t, Y_0^t)} \right]^{1/2} \quad (۶)$$

شکل ۱. تفکیک تغییرات بهره‌وری کل (شاخص مالم کوئیست)



ماهیت خروجی محور در شاخص مالم کوئیست 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<sup>۱</sup>

### 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

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 - داگلاس با استفاده از آمار نمونه‌ای  $N$  بنگاه تخمین زدند. مدل آنها به صورت زیر تعریف شده بود (Kumbhakar and Lovell, 2000):

$$\ln(Y_i) = X_i \beta - U_i \quad (7)$$

که در آن  $Y$  بردار محصول،  $X$  بردار نهاده‌ها و  $\beta$  پارامتر ناشناخته‌ای که باید تخمین زده شود و  $U$  متغیر تصادفی غیرمنفی است که بیانگر عدم کارایی فنی تولید است. اما این مدل دارای محدودیتی است که امکان تأثیرگذاری خطا و سایر جزء اخلاص‌ها 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:

$$Y = \beta'X + \varepsilon \quad (8)$$

$$\varepsilon = V - U$$

که در آن  $V$  جزء اخلاص تصادفی با توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس  $\sigma_v^2$  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 به عنوان یک مدل خطای ترکیبی نیز شناخته می‌شود. به کارگیری روش تحلیل مرزی تصادفی نیازمند فرم خاصی از تابع تولید مرزی برای تخمین  $\beta$  است و به همین دلیل، این روش جزء روش‌های پارامتریک دسته‌بندی می‌شود. در بررسی‌ها و مطالعات تجربی عموماً از تابع تولید کاب - داگلاس و یا تابع تولید ترانسلوگ استفاده می‌شود. تابع تولید کاب - داگلاس در سال ۱۹۳۸ به منظور محاسبه بهره‌وری سرمایه و نیروی کار معرفی شد (امامی میبیدی، ۱۳۸۴) شکل اولیه آن به صورت زیر است:

$$Y = AX_1^\alpha . X_2^{\alpha-1} \quad (9)$$

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

$$\text{Log}(Y_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ji} + V_i - U_i \quad (10)$$

شکل تبعی تابع ترانسلوگ نیز به صورت زیر است:

$$\text{Log}(Y_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ji} + \sum_{j(k)} \sum_{k=1}^n \beta_j X_{ji} X_{ki} + V_i - U_i \quad (11)$$

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 - داگلاس می‌باشد و وقتی تخمین ضرایب جملات مربوط به حاصل ضرب نهاده‌ها معنادار نباشد، این تابع به تابع تولید کاب - داگلاس میل می‌کند. با در نظر گرفتن پژوهش‌های مختلفی که در زمینه درج متغیر سرمایه انسانی در توابع تولید انجام شده، تابع کاب - 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). از این رو در پژوهش حاضر، از تابع تولید کاب - 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 به دلیل تغییر سیاست‌های کشور در قبال منابع انرژی و به وجود آمدن تغییر فاحشی در قیمت‌ها، انرژی (سوخ) نیز به یکی از نهاده‌های تأثیرگذار تبدیل شده است، اما به دلیل نبود چنین سیاست‌هایی در سال‌هایی مورد بررسی و همچنین در دست نبودن اطلاعات مورد نیاز، از دخالت دادن این متغیر در برآورد تابع تولید صرف نظر 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 - داگلاس به صورت زیر برآورد می‌شود:

$$\text{Log}(Y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 X_{wit} + \beta_2 X_{cit} + V_i - U_i \quad (12)$$

که در آن:

$i$ : نشان‌دهنده زیرگروه‌های بخش صنعت،  $i = 15, 17, \dots, 34$ ؛

$t$ : نشان‌دهنده سال‌های مورد بررسی،  $t = 1381$  تا  $1389$ ؛

$Y_{it}$ : ارزش افزوده تولیدی توسط صنعت  $i$  ام 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؛

$\beta_j$ : پارامترها (ضرایب) متغیرهای مستقل مدل  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ .

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<sup>۱</sup> 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

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 (زرانژاد 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، به دلیل 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 همگن سازی داده‌ها از نرمال‌سازی داده‌ها استفاده شده است.

#### جدول ۱. شرح کدهای ISIC در صنایع صنعت

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

Source: www.mimt.gov.ir

#### ۴. نتایج و بحث

برای مطالعه کارایی فنی زیر بخش های صنعتی مورد نظر، با توجه به ماهیت داده ها، بررسی ابتدا به صورت داده های تابلویی و سپس با تفکیک صنعت انجام گرفت. با عنایت به اینکه کارایی بخش های مختلف صنعت در بازه صفر تا یک برآورد شده است، به رتبه بندی کارایی صنایع مورد مطالعه پرداخته شد؛ و سپس روند تغییر کارایی بخش صنعت استان در طی سال های ۱۳۸۹-۱۳۸۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

##### ۴-۱. نتایج تحلیل مرزی تصادفی

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

جدول ۲. نتایج حاصل از نرم افزار FRONTEIR4.1 برآورد حداکثر درست نمایی تابع

تولید کاب - ۱۵ گلاس

نام متغیر	پارامتر (ضریب)	مقدار تخمینی	انحراف معیار	آماره t
مقدار ثابت	$\beta_0$	۲,۱۴	۰,۱۵	۱۴,۳۱
Xw	$\beta_1$	۰,۶۳	۰,۱۴	۴,۴۶۹
Xc	$\beta_2$	۰,۱۰	۰,۰۱	۱,۰۱۸
واریانس	$\sigma_2$	۰,۳۸	۰,۱۱	۳,۲۶۶
گاما	$\gamma$	۰,۹۹	۰,۰۰۰۱	۸۵۶۴۰
مقدار تابع درست نمایی		-۶۸,۴۲		

مأخذ: یافته های تحقیق.

در نتیجه مدل تخمینی به صورت زیر خواهد بود:

$$\ln(Y_{it}) = 2.14 + 0.63X_{wit} + 0.1X_{cit} + V_{it} - U_{it} \quad (13)$$

نتایج فوق نشان می دهد 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 به صورت زیر است:

$$\beta = \frac{dy}{dx} \frac{y}{x} \quad (14)$$

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 به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2}, \quad \sigma^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2 \quad (15)$$

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

(درصد)

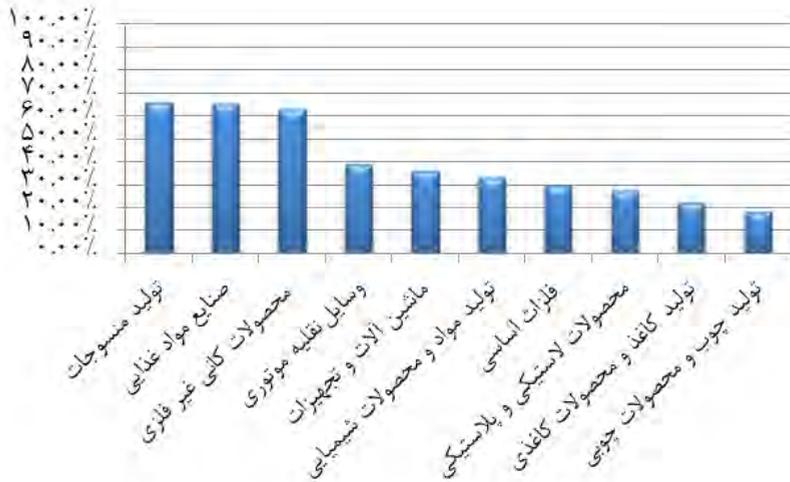
با تابع تولید کاب - داگلاس

صنعت	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	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	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	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 ۱۳۸۱-۱۳۸۹

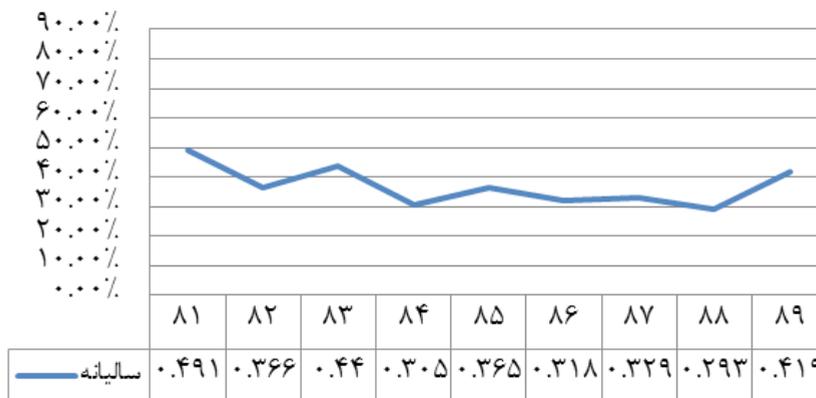


مأخذ: همان.

نمودار ۱ رتبه‌بندی صنایع استان آذربایجان غربی را توسط روش پارامتریک و با استفاده از تابع کاب - 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 به گونه‌ای که می‌تواند با نهاده‌های موجود ۳۴ درصد تولیدات خود را افزایش دهد.

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



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. به دلیل 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.

## ۲-۴. نتایج تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۱</sup>

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 به ترتیب ۱۸ درصد، ۳۳ درصد و ۶۰ درصد است. صناعی 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، این صنایع اگر فعالیت‌های خود را با افزایش استفاده از نهاده‌ها (بدون تغییر در سایر شرایط) توسعه دهند، کارایی واحدها بیشتر 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)

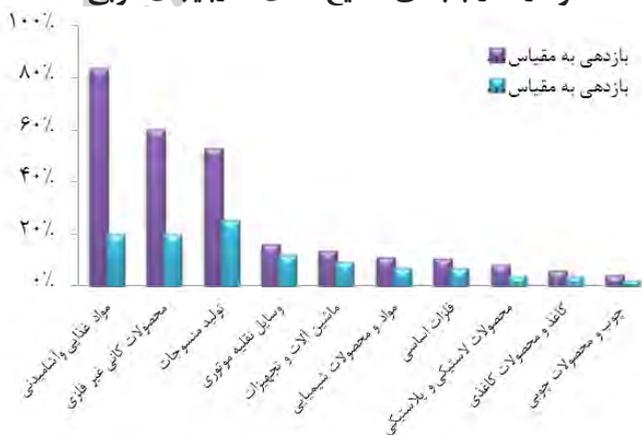
۲. این صنایع در بیشتر سال‌های مورد بررسی (۱۳۸۹-۱۳۸۱) بازدهی نزولی نسبت به مقیاس داشته‌اند.

جدول ۴. نتایج حاصل از نرم‌افزار DEAP2، انواع کارایی صنایع استان آذربایجان غربی (درصد)

ردیف	صنعت	کارایی فنی در حالت بازده متغیر به مقیاس	کارایی فنی در حالت ثابت به مقیاس	نوع بازدهی مقیاس
۱	مواد غذایی و آشامیدنی	۸۳	۱۹	نزولی
۲	تولید منسوجات	۵۲	۲۵	نزولی
۳	چوب و محصولات چوبی و ...	۴	۲	نزولی
۴	کاغذ و محصولات کاغذی	۵	۳	نزولی
۵	مواد و محصولات شیمیایی	۱۰	۶	نزولی
۶	محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۸	۳	نزولی
۷	سایر محصولات کانی غیر فلزی	۶۰	۲۰	نزولی
۸	تولید فلزات اساسی	۱۰	۶	نزولی
۹	ماشین آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جاهای دیگر	۱۳	۹	نزولی
۱۰	وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیم‌تریلر	۱۶	۱۱	نزولی
	میانگین	۳۳	۱۸	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 ۱۳۸۱-۱۳۸۹ (درصد)

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

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

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

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 زیربخش 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-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 رویکرد SFA
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 موتور، 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 رویکرد SFA
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 هر چه 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 دوجندانی به این نهاد 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 به کارگیری نیروهای مجرب، سرمایه‌گذاری بیشتر در زمینه آموزش نیروی کار موجود و افزایش تعداد نیروی کار تحصیل کرده و دارای مدارک دانشگاهی فوق‌لیسانس و دکتری از جمله اقدامات پیشنهادی مفید جهت ارتقای بهره‌وری و کارایی نیروی انسانی می‌باشند.

نهاد 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 ۱۳۸۹-۱۳۸۱ سرمایه‌گذاری از روند رو به رشد و مناسبی برخوردار بوده است. اما با توجه به اینکه این رشد منتج به افزایش متناسب ارزش افزوده و در نتیجه 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 به عنوان 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 از جمله 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		
	بازده ثابت به مقیاس	بازده متغیر به مقیاس	کارایی بازدهی	بازده ثابت به مقیاس	بازده متغیر به مقیاس	کارایی بازدهی	بازده ثابت به مقیاس	بازده متغیر به مقیاس	کارایی بازدهی
مواد غذایی و آشامیدنی	۵۳	۱۰۰	۵۳	۲۶	۲۶	۲۶	۱۲	۶۲	۱۹
تولید منسوجات	۱	۱۰۰	-	۲۵	۲۵	۲۵	۸۴	۸۴	۱۰۰
چوب و محصولات چوبی و ...	۲۰	۳۴	۵۷	۱	۱	۱	۸	۱۰۰	۸
کاغذ و محصولات کاغذی	۳	۵	۶۸	۱	۱	۱	۳	۳	۹۶
مواد و محصولات شیمیایی	۲۳	۲۷	۹۱	۶	۶	۶	۳	۶	۵۳
محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۳	۵	۵۲	۶	۶	۶	۲۱	۲۹	۷۲
سایر محصولات کتبی غیر فلزی	۲۴	۶۱	۵۵	۱۶	۱۶	۱۶	۲۱	۲۳	۴۹
تولید فلزات اساسی	۸	۱۱	۶۶	۱۱	۱۱	۱۱	۹۹	۱۰۰	۹۹
ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جاهای دیگر	۱۰	۱۹	۵۵	۱۲	۱۲	۱۲	۸	۱۴	۵۸
وسایل نقلیه موتوری، ترابری و نیم ترابری	۱۱	۱۲	۸۸	۹	۹	۹	۱۷	۱۷	۹۶
میانگین	۱۰	۲۴	۶۷	۸	۸	۸	۱۴	۲۸	۵۲

ادامه جدول ۸

سال	۱۳۸۴			۱۳۸۵			۱۳۸۶		
	بازده ثابت به مقیاس	بازده متغیر به مقیاس	کارایی بازدهی	بازده ثابت به مقیاس	بازده متغیر به مقیاس	کارایی بازدهی	بازده ثابت به مقیاس	بازده متغیر به مقیاس	کارایی بازدهی
مواد غذایی و آشامیدنی	۴۲	۸۰	۵۳	۲۶	۹۱	۲۸	۱۵	۹۷	۱۶
تولید منسوجات	۱۵	۲۸	۵۲	۲۵	۳۵	۷۱	۱۶	۲۵	۶۲
چوب و محصولات چوبی و ...	۰	۱	۵۵	۱	۲	۶۰	۱	۱	۵۴
کاغذ و محصولات کاغذی	۲	۳	۷۴	۱	۲	۶۶	۲	۴	۵۹
مواد و محصولات شیمیایی	۹	۱۵	۶۱	۶	۱۰	۵۷	۲	۵	۴۹
محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۳	۵	۵۴	۶	۱۱	۵۵	۸	۱۵	۵۴
سایر محصولات کتبی غیر فلزی	۱۴	۲۰	۳۴	۱۶	۴۹	۲۳	۷	۵۷	۱۳
تولید فلزات اساسی	۲	۳	۵۳	۱۱	۱۴	۸۳	۸	۱۳	۵۹
ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جاهای دیگر	۵	۸	۵۹	۱۲	۱۹	۶۲	۲	۴	۵۳
وسایل نقلیه موتوری، ترابری و نیم ترابری	۶	۹	۷۱	۹	۱۳	۶۹	۶	۱۱	۵۹
میانگین	۵	۹	۵۶	۸	۱۴	۵۶	۵	۱۱	۴۳

ادامه جدول ۸

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

مأخذ: همان.

## منابع و مآخذ

۱. آماده، حمید، علی امامی میبدی و علی آزادی نژاد (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 عبدالله 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. \_\_\_\_\_ (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. زراء نژاد، 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).