

مقایسه کارایی و بهره‌وری موجود با وضعیت مطلوب در صنایع کارخانه‌ای ایران

محمدقلی یوسفی^۱

حمید آماده^۲

شیما سنگسری^۳

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۰۲

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۰۷/۲۲

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی عملکرد کارایی و بهره‌وری صنایع کارخانه‌ای ایران صورت گرفته است. برای این منظور از اطلاعات آماری مربوط به کدهای ISIC دورقمی صنایع کارخانه‌ای ایران استفاده و میزان کارایی و بهره‌وری در دوره زمانی ۹۴-۱۳۷۴ تخمین زده شد. سپس با ایجاد یک شاخص مطلوب، عملکرد واقعی صنایع ایران با میانگین عملکرد کارایی و بهره‌وری صنایع مشابه سه کشور توسعه یافته به عنوان عملکرد مطلوب مقایسه شد. نتیجه مطالعه نشان‌دهنده پایین بودن کارایی و بهره‌وری در صنایع ایران در دوره مورد بررسی است. با تفکیک کارایی به کارایی فنی و تخصیص، نتیجه مطالعه نشان داد که علاوه بر اینکه میانگین کارایی و بهره‌وری کل صنایع پایین بوده در زیرشاخه‌های صنعتی نیز میزان کارایی و بهره‌وری بسیار پایین‌تر از حد مطلوب بوده است. یافته‌های تحقیق همچنین نشان می‌دهد که در همه صنایع، کارایی تخصیص نسبت به عملکرد کارایی فنی در دوره مورد بررسی به مراتب کمتر بوده است.

واژگان کلیدی: کارایی فنی، کارایی تخصیص، بهره‌وری کل عوامل، روش ناپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها (DEA).

طبقه‌بندی JEL: O14, O25, O3.

۱- استاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی:

mohammadgholi.yousefi@gmail.com

۲- دانشیار، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران، پست الکترونیکی: amadeh@gmail.com

۳- دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران، پست الکترونیکی:

shimasangsari@gmail.com

۱- مقدمه

رشد اقتصادی تحت تاثیر دو عامل انباشت عوامل تولید و افزایش در کارایی و بهره‌وری است. یکی از کانال‌های عمده تسریع در رشد اقتصادی کشورها، رشد بخش صنعت است. نقش صنعت به عنوان مهم‌ترین عامل محرک رشد اقتصادی کشورها کاملاً برجسته بوده است. رشد و توسعه بخش صنعت باعث ترغیب سایر بخش‌های اقتصادی شده و در نتیجه سبب افزایش اشتغال، تولید و درآمد در کل اقتصاد خواهد شد. دستیابی به رشد و توسعه مستمر و با ثبات در بخش صنعت و نیل به سوی اهداف موردنظر، نیازمند توجه خاص به عوامل تاثیرگذار در تسریع رشد و توسعه این بخش است. در حوزه صنعت، بخش صنایع کارخانه‌ای در اولویت قرار داشته و مهم‌ترین بخش به شمار می‌رود (یوسفی^۱، ۱۳۹۸).

امروزه یکی از علل عقب‌ماندگی کشورها را عدم رشد مناسب صنایع کارخانه‌ای در جهت پیشبرد اهداف اقتصادی و یا به عبارت دیگر، عدم تحرک صنایع از وضعیت موجود به وضعیت مطلوب می‌دانند (عجو اوغلو و رایبسون^۲، ۲۰۱۹). در این راستا، رویکردهای مختلف، نگاه‌های متفاوتی به فرآیند حداکثر کردن وضعیت مطلوب صنایع به ویژه در کارخانجات دارند که از آن جمله می‌توان به رویکردهای توسعه‌ای اشاره کرد. رویکردهای توسعه‌ای بر حرکت از وضعیت موجود به وضعیت مطلوب تاکید می‌ورزند. تحلیل تجربه کشورهای موفق با رشد اقتصادی بالا (مانند آمریکا، آلمان و ژاپن) نشان می‌دهد توسعه یافتگی در گرو رشد اقتصادی است. توسعه یافتگی همان وضعیت مطلوب است که کشورهای فراصنعتی همچون آینه تمام‌نمای مطلوبیت، فرآیند دستیابی به حد آرمانی صنایع کارخانه‌ای را به رایگان در اختیار کشورهای درحال توسعه قرار می‌دهد.

هرچند، بین دو اصطلاح فنی پر کاربرد «توسعه اقتصادی» و «توسعه یافتگی» اختلاف معنایی وجود دارد، اما هر دو بر اصل حرکت هدفمند توافق دارند و در عین حال در تبیین غایت و هدف این حرکت، ناسازگارند. به اعتقاد مک لوپ^۳، توسعه اقتصادی بیانگر کاربرد منابع تولیدی به گونه‌ای است که موجب رشد پایدار درآمد سرانه شود و بر این نکته تاکید می‌ورزد که تنها ایجاد ظرفیت‌های جدید، کارساز نبوده و رویکرد ترکیبی و

1- Yousefy

2- Aju Oglu and Robinson

3- McLope

ارتقای همزمان نهاده‌ها و بهره‌وری آن‌ها به عنوان مدل اصلی توسعه مهم بوده و نقش موثری در تسریع رشد و توسعه اقتصادی خواهد داشت. در این راستا، ارتقای کارایی را می‌توان مهم‌ترین راهبردی دانست که کلید حل مساله رشد و پیشرفت اقتصادی را در اختیار دارد. افزایش کارایی و بهره‌وری می‌تواند بخش مهمی از رشد تولید ناخالص داخلی را میسر ساخته و رفاه آحاد جامعه را تامین کند (عباسیان^۱ و دیگران، ۱۳۹۴).

نابرابری رشد اقتصادی ناشی از کمیابی در عوامل تولیدی و عدم استفاده بهینه از منابع است. بدین معنا که تحت هر شرایطی و در زمان‌های مختلف، مقادیر محدودی از نهاده‌های تولید در دسترس است. کمیابی در عوامل تولیدی مربوط به استفاده از تکنولوژی است و عدم استفاده بهینه از منابع به ناکارایی در تولید همراه است. کارایی نشانگر تخصیصی بهینه منابع و استفاده از حداکثر منابع موجود است که هرچه اقتصاد کشورها به دور از مرز کارایی تولید قرار داشته باشند، سبب افزایش هزینه و هدر رفت منابع می‌شود.

فارل^۲ (۱۹۵۷) کارایی را به سه نوع کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی (کلی) تقسیم می‌کند؛ کارایی فنی رابطه بین نهاده و محصولات و چگونگی تبدیل نهاده‌ها را نشان می‌دهد و کارایی تخصیصی نیز بیانگر توانایی یک واحد اقتصادی در استفاده از ترکیب بهینه عوامل با توجه به قیمت‌های آن‌ها است. افزون بر این از حاصلضرب کارایی فنی و تخصیصی کارایی اقتصادی به دست می‌آید. بنابراین، برای هر سه نوع کارایی بیان شده، کارایی مطلوب تعریف می‌شود.

به‌طور کلی بهره‌وری و کارایی مطلوب‌ترین معیار سنجش عملکرد صنعتی در هر کشوری به حساب می‌آید. کشورهای که افزایش بهره‌وری و کارایی بخش‌های تولیدی خود را مورد توجه قرار داده‌اند به رشد سریع‌تر و پایدارتری دست یافته‌اند (بارتسمن^۳، ۲۰۱۳). در حقیقت یکی از دلایل عقب ماندگی کشورهای در حال توسعه، پایین بودن سطح کارایی و بهره‌وری بخش‌های مختلف اقتصادی آن‌ها است (پورتر^۴، ۱۹۹۸).

براساس اطلاعات آماری یونیدو (۲۰۱۷) صنایع کارخانه‌ای ایران دچار توسعه نیافتگی زیادی هستند؛ این نتیجه را پژوهش‌های داخلی و خارجی تایید می‌کنند

-
- 1- Abbasian
 - 2- Farell
 - 3- Bartlesman
 - 4- Porter

(شهیکی و تاش^۱، ۱۳۹۳؛ حیدری^۲، ۱۳۹۱؛ زراءنژاد^۳ و همکاران، ۱۳۹۱؛ کولی^۴، ۱۹۹۴ و آیگنر و چو^۵، ۱۹۶۸).

پیشینه پژوهش نشان می‌دهد صنایع کشور با کمی استفاده از ظرفیت تولید داخلی مواجه بوده است و حدود ۴۹ درصد از ظرفیت خود را مورد استفاده قرار می‌دهند که این مشکل به استثنای صنعت پتروشیمی - که بیشتر از ظرفیت بهینه تولید می‌کند - در سایر صنایع متروک است (یونیدو^۶، ۲۰۱۷). عدم استفاده از ظرفیت کامل تولید به معنی پایین بودن تولید است. علاوه بر این، واحد تولیدی با نیروی کاری مواجه است که برای ظرفیت کامل تولید استخدام شده‌اند. در نتیجه، این مساله موجب شکل‌گیری نیروی کار مازاد یا بیکاری پنهان در صنایع مختلف می‌شود که هزینه تولید بنگاه‌ها را بالا برده که از توان رقابتی آن‌ها می‌کاهد. هم‌اکنون صنایع کشور با نیروی کار مازاد به میزان بیش از ۴۸ درصد مواجهند. این نشان می‌دهد صنایع نه تنها نمی‌توانند اشتغال ایجاد کنند، بلکه با بیکاری پنهان و نیروی کار مازاد نیز مواجهند که این موضوع موجب افزایش هزینه و به قول بومول به بیماری هزینه منجر می‌شود و توان رقابتی خود را از دست می‌دهند.

افزایش نرخ سود بانکی و نرخ ارز و مالیات‌ها، افزایش قیمت آب، برق و گاز و خدمات دولتی برای جبران کسری بودجه و نارسایی‌های زیرساختی موجود و نبود سرمایه‌گذاری مناسب دولتی همراه با بی‌ثباتی در سیاست‌های کلان و تغییر پی‌درپی سیاست‌های دولت و نداشتن استراتژی معین و مناسب برای صنایع کشور مشکل‌آفرین شده است. همچنین نداشتن استراتژی توسعه صنعتی روشن و مشخص، بلا تکلیفی صنایع بزرگ دولتی، صنایع بسیار قدیمی با تکنولوژی کهنه، فقدان نهادهای حقوقی و قانونی کارآمد، تحریم‌های بین‌المللی و سیاست‌های غلط اقتصادی دولت از مهم‌ترین مشکلات حاضر صنایع کارخانه‌ای ایران محسوب می‌شوند که به تبع آن باعث رشد ناپذیری صنعت ایران شده‌اند (یوسفی، ۱۳۹۶).

در وضعیت مطلوب، توسعه صنعتی به عنوان یک امر ملی، نیاز به هدایت، مدیریت و

-
- 1- Shahiki and Tash
 - 2- Heidary
 - 3- Zara Nejad, et
 - 4- Coali
 - 5- Ighner and chow
 - 6- Uonido

اولویت‌گذاری‌های خاص دولتی دارد. بر پایه چنین سیاستی، کشورهای توسعه‌یافته‌ای همچون آلمان، تمرکز خود را روی صنایع ماشین‌سازی، چاپ، خودرو و مواد شیمیایی، آمریکا در صنایعی چون رایانه‌های شخصی، نرم‌افزارها، کارت‌های اعتباری، فیلم و سینما و ژاپن در صنایع فولاد، پتروشیمی، خودرو، انواع ماشین‌آلات صنعتی و محصولات الکترونیکی شامل کامپیوتر، دوربین‌ها، دستگاه‌های فاکس و ربات صنعتی معطوف کرده‌اند. با توجه به اینکه کشش درآمدی تقاضای این صنایع بسیار بالا بوده و همچنین پیشرفت فناوری بسیار سریع و امکان فراگیری و یادگیری تکنولوژیکی فراهم بوده، بهره‌وری نیروی کار نیز به سرعت در حال افزایش است. بنابراین، می‌توان گفت موتور رشد و توسعه اقتصادی، صنایع کارخانه‌ای است. عدم توجه به صنایع کارخانه‌ای به منزله از کار انداختن موتور رشد و توسعه اقتصادی است. صنایع کارخانه‌ای موجب پایداری رشد و ایجاد تحول اقتصادی هستند (یونیدو، ۲۰۱۷).

با توجه به وضعیت نابهنجار صنایع کارخانه‌ای ایران و وضعیت مطلوب صنایع کشورهای توسعه‌یافته، مطالعه حاضر تلاش دارد ضمن بررسی وضعیت موجود کارایی‌ها و مقایسه آن با وضعیت مطلوب کارایی‌ها و همچنین مقایسه وضعیت موجود بهره‌وری کل با بهره‌وری مطلوب با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و شاخص مالم کوئیست (MI) طی دوره زمانی ۱۳۹۴-۱۳۷۴ را بررسی کند.

سوال اصلی مطالعه حاضر این است که خروج از وضعیت موجود و رسیدن به وضع مطلوب چگونه ممکن است؟ پاسخ به سوال اصلی، نیازمند پاسخگویی به سوالاتی ضمنی و فرعی است؛ از جمله: وضع مطلوب چیست؟ و آیا ارتباط معنادار آماری بین کارایی و بهره‌وری کل عوامل در صنایع مختلف کارخانه‌ای ایران وجود دارد؟ کارایی و بهره‌وری کل عوامل تولید در کدام صنعت بالاتر و در کدام صنعت پایین‌تر است؟ مقایسه کارایی و بهره‌وری کل عوامل تولید در هر یک از صنایع مختلف کارخانه‌ای ایران با کشورهای پیشرفته صنعتی چگونه است؟ و چه عواملی بر نسبت کارایی موجود و مطلوب موثر است؟ به منظور پاسخگویی به این سوالات درصدد آزمون این فرضیه هستیم که بین کارایی موجود و مطلوب با بهره‌وری کل موجود و مطلوب همبستگی معنادار وجود دارد.

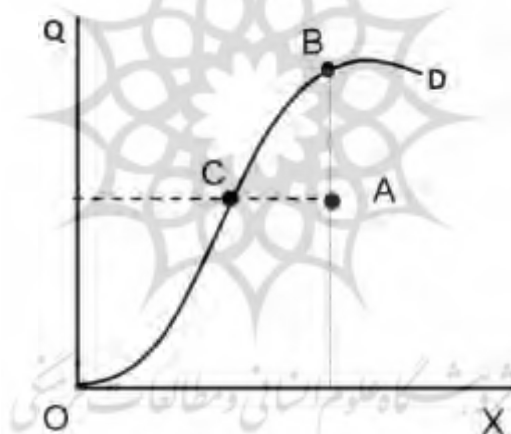
در مطالعه حاضر همچنین به بررسی عوامل موثر بر نسبت کارایی موجود و مطلوب با استفاده از روش توییت با داده‌های پانلی پرداخته شده است.

سازماندهی مقاله در ادامه به این ترتیب صورت است: بخش دوم مبانی نظری و پیشینه، بخش سوم روش‌شناسی، بخش چهارم یافته‌های پژوهش و در نهایت بخش پایانی، نتیجه‌گیری و پیشنهادات است.

۲- مبانی نظری

۲-۱- انواع کارایی (فنی، تخصیصی و اقتصادی)

بر اساس دیدگاه فارل^۱، به میزان دسترسی یک واحد اقتصادی به حداکثر میزان تولید از ترکیب‌های مختلف نهاده‌ها، کارایی گفته می‌شود (کاتارینا بانس و همکاران^۲، ۲۰۱۴). به عبارت دیگر، از نسبت میزان تولید جاری هر واحد به میزان توان بالقوه تولید آن واحد کارایی به دست می‌آید و مفهوم تلف نکردن منابع را دارد. یک فرآیند ساده تولید با یک عامل تولید (X) و یک محصول تولیدی (Q) در نظر گرفته می‌شود.



نمودار ۱- تابع تولید مرزی

ماخذ: امامی میدی، ۱۳۷۹

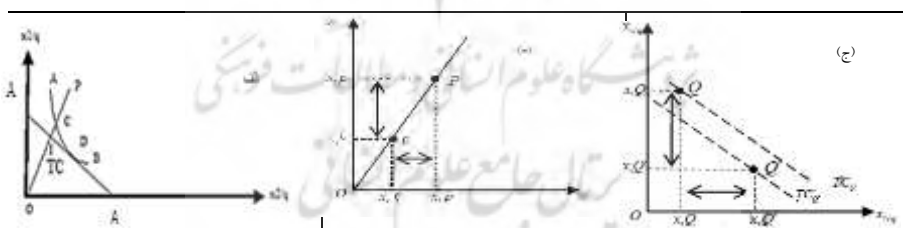
در نمودار (۱)، OD به عنوان تابع تولید مرزی است که ارتباط بین محصول و عامل تولید را نشان می‌دهد و بیانگر حداکثر تولید قابل حصول از عامل تولید در حالات مختلف

1- Farrell

2- Katharina Bunse

است. همچنین وضعیت فناوری موجود در آن صنعت را نیز نشان می‌دهد. بنگاه‌هایی که روی این تابع تولید مرزی قرار دارند، کارا محسوب شده که از نهاده‌های موجود بیشترین محصول را تولید کرده‌اند و بنگاه‌هایی که در زیر این تابع قرار دارند با عدم کارایی مواجه هستند (امامی میدی، ۱۳۷۹).

کارایی از دیدگاه فارل به کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی تقسیم می‌شود. کارایی فنی^۱ بنا به تعریف فارل، به توانایی بنگاه در تولید حداکثر محصول از مجموعه معین نهاده اطلاق می‌شود. در این مفهوم، توجهی به قیمت نهاده‌ها و بهترین ترکیب نهاده‌ها نمی‌شود بلکه در پی آن است که این میزان نهاده بنگاه با حداکثر تولید تا چه میزان فاصله دارد. بنگاهی دارای کارایی فنی بالاتر است که بتواند با مجموعه نهاده‌های مفروض، میزان محصول بیشتری را نسبت به سایر بنگاه‌ها تولید کند. با استفاده از ویژگی‌های توابع فاصله‌ای و براساس دو نمودار (الف) و (ب) نمودار (۲)، می‌توان انواع کارایی که شامل کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی است را در یک بنگاه نشان داد (فارل، ۱۹۷۵). نمودار (الف) نمایانگر بنگاهی است که یک واحد محصول (Q) را تحت بازدهی ثابت به مقیاس با کمک دونهاده (x_1 و x_2) تولید می‌کند. در نمودار (۱) منحنی هم‌مقداری یک واحد اقتصادی که تابع فاصله‌ای آن روی مرز منحنی امکانات تولید قرار دارد را به حالت AB نشان داده می‌شود و نقطه E بیانگر تولید یک واحد محصول با مقادیر نهاده‌ها در یک بنگاه فرضی است.



نمودار ۲- بررسی منحنی‌های هم‌مقداری یک واحد اقتصادی

ماخذ: یوسفی، محمد قلی (۱۳۸۲)

در منحنی هم‌مقداری AB نمودار (۲-الف)، کارایی فنی بنگاه به صورت OC/OP

تعریف می‌شود. اگر تولید بنگاه روی مجموعه هم مقدار تولید AB انجام شود یک تولیدکننده از لحاظ فنی کاملاً کارا است ($OP=OC$). اگر تولید بنگاه در سمت راست منحنی AB انجام پذیرد، بنگاه ناکارا خواهد بود. هرچه فاصله بین P و C افزایش یابد موجب می‌شود که کارایی فنی به سمت صفر میل کند. نمودار (۲-ب) نشان می‌دهد بنگاه P می‌تواند با کاهش مقدار نهاده به میزان $(x_1 P, x_1 C)$ برای نهاده اول و $(x_2 P, x_2 C)$ برای نهاده دوم سطح تولید خود را حفظ کند. کارایی تخصیصی (کارایی قیمت) به توانایی بنگاه در انتخاب مجموعه بهینه نهاده‌ها با توجه به قیمت آن‌ها است تا از این طریق، هزینه تولید حداقل و سود بنگاه حداکثر شود. به عبارت دیگر، بنگاه کارا از نظر فنی نشانگر ترکیبات متفاوتی از نهاده‌های تولیدی برای سطح معینی از تولید است که همگی دارای کارایی فنی یکسان هستند، اما هزینه تولید آن‌ها به دلیل تفاوت‌ها در نهاده‌های تولیدی متفاوت است. فارل با در نظر گرفتن قیمت عوامل تولید به وسیله خط هزینه یکسان (AA)، کارایی تخصیصی بنگاهی که در P تولید می‌کند را به صورت OE/OC تعریف می‌کند. کارایی اقتصادی (کارایی هزینه) نیز بیانگر تخصیصی بهینه منابع توأم با حداکثر کردن میزان ستانده به ازای ترکیبات مختلف نهاده‌ها است. هزینه بنگاه زمانی که در نقطه C تولید می‌کند از مجموع هزینه خرید نهاده اول $(P_{x_1} x_1 C)$ و نهاده دوم $(P_{x_2} x_2 C)$ به دست می‌آید که روی خط هزینه همسان TC_C قرار دارد. هزینه همین بنگاه چنانچه در نقطه D تولید کند از مجموع هزینه خرید نهاده اول $(P_{x_1} x_1 C)$ و نهاده دوم $(P_{x_2} x_2 C)$ به دست می‌آید که روی خط هزینه همسان TC_D قرار دارد. از این رو، بنگاه می‌تواند همان تولید را با کاهش هزینه $(P_{x_1} x_1 C - P_{x_1} x_1 D)$ برای نهاده اول و $(P_{x_2} x_2 C - P_{x_2} x_2 D)$ برای نهاده دوم انجام دهد. در نهایت کارایی اقتصادی به صورت رابطه (۱) بیان می‌شود.

$$\begin{aligned} \text{کارایی تخصیصی} \times \text{کارایی فنی} &= \text{کارایی اقتصادی} \\ \text{OE/OP} \times \text{OC/OP} &= \text{OE/OP} = \text{OC/OP} \end{aligned} \quad (1)$$

۲-۲- روش‌های اندازه‌گیری کارایی‌ها

کارایی‌ها از دو روش پارامتریک و ناپارامتریک مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. در روش‌های پارامتریک کارایی هر واحد اقتصادی با تابع تولید مرزی به دست آمده از توابع تولید یا

هزینه تعیین می‌شود. در این روش امکان آزمون فرضیه به دلیل استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی وجود دارد. مهم‌ترین اشکالات وارده در روش پارامتریک این است که امکان تصریح یک شکل به خصوص برای اغلب توابع در فعالیت‌های خدماتی برخلاف فعالیت‌های تولیدی مشکل است. در نتیجه محدودیت‌های خاصی را در تخمین‌ها ایجاد می‌کند. علاوه بر این، در این روش نمرات کارایی به واحدهای اندازه‌گیری نهاده‌ها و ستانده‌ها وابسته هستند. به عبارت دیگر، تغییر واحدهای اندازه‌گیری و تخمین جدید تابع مرزی تصادفی می‌تواند نمرات کارایی متفاوتی را برای واحدهای مورد بررسی ارائه کند. از روش‌های ناپارامتریک، روش تحلیل پوششی داده‌ها است که براساس اقدامات بهینه‌سازی با استفاده از برنامه‌ریزی خطی است. فارل روشی را برای اندازه‌گیری کارایی بنگاه‌ها بیان کرد که کاربرد عملی چندانی نداشت. تا اینکه چارنز، کوپر و رودرز^۱ در سال ۱۹۷۸ مدلی را تحت عنوان تحلیل پوششی داده‌ها ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چند نهاده و چند ستانده را داشت. در این روش می‌توان با استفاده از نهاده‌های مشخص، ستانده‌ها را حداکثر کرد و یا با استفاده از دوگان آن - با توجه به ستانده معین - نهاده‌ها را حداقل کرد. در این روش، امکان استفاده از نهاده‌ها و ستانده‌های مورد نیاز با مقیاس‌های اندازه‌گیری متفاوت وجود دارد و به پیش فرض خاصی در زمینه شکل تابع تولید یکسان نیاز نیست. همچنین می‌توان ضمن محاسبه کارایی، بنگاه مرجع برای بنگاه‌های ناکارا معرفی و مشخص کرد که واحدهای تصمیم‌گیرنده در کجای مرز کارایی قرار دارند و برای رسیدن به مرز کارا باید چه ترکیبی از نهاده‌ها و ستانده‌ها را انتخاب کنند. این امر تنها از طریق مشخص کردن ضرایب نهاده‌ها و ستانده‌ها برای هر واحد میسر است.

۳- مفهوم بهره‌وری کل عوامل تولید و روش اندازه‌گیری

بهره‌وری نسبت مقدار محصولی که در مدت معینی به دست آمده به مقدار عوامل مصرف شده در جریان تولید آن محصول یا به عبارتی نسبت حجم یا ارزش ستانده به حجم یا ارزش یک، چند و یا مجموع عواملی که برای تولید آن ستانده مورد استفاده قرار گرفته‌اند را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، هر نوع رابطه بین ستانده و داده که به صورت نسبت باشد، شاخص بهره‌وری است. بهره‌وری به متوسط تولید به ازای هر واحد از کل نهاده‌ها است

به طوری که اگر متوسط تولید به ازای هر واحد از نهاده‌ها افزایش یابد، مفهوم آن افزایش بهره‌وری و عکس آن هم صادق است.

به طور کلی، بهره‌وری ارتباط میان مقدار کالاها و خدمات تولید شده و مقدار منابع مصرف شده در جریان تولید این کالاها و خدمات را بیان می‌کند که این روابط کمی و قابل اندازه‌گیری است. مطابق با نوع نهاده به کار گرفته شده در فرآیند تولید، انواع شاخص‌های بهره‌وری تعریف می‌شود. شاخص‌های بهره‌وری به دو نوع شاخص‌های بهره‌وری کل عوامل تولید و شاخص‌های بهره‌وری جزئی، تقسیم می‌شوند. در شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید، ارتباط ستاده با کل نهاده‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد و در مقابل شاخص بهره‌وری جزئی، ارتباط ستاده با یک نهاده را مورد توجه قرار می‌دهد؛ یعنی نسبت ستانده به نهاده است (امامی میبدی و همکاران، ۱۳۸۸).

برای محاسبه تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید از شاخص مالم کوئیست استفاده می‌شود که نیازی به آمار قیمت نهاده‌ها ندارد. این شاخص، تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید را به دو جز تغییرات فناوری و تغییرات کارایی فنی تفکیک می‌کند؛ تغییر در کارایی فنی به دو جز، اثر تغییر در مقیاس و اثر تغییر در مدیریت تجزیه می‌شود. صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس نشان می‌دهد در یک صنعت، هزینه متوسط تولید برای تولیدکنندگان با مقیاس بزرگ، کمتر از هزینه متوسط تولید برای تولیدکنندگان با مقیاس کوچک است. کارایی مدیریت نیز سخت‌کوشی و حسن تدبیر مدیریت و کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید است. کارایی فنی نیز تکنیک برتر، مقدار سرمایه، انرژی و نیروی کار لازم را برای تولید همان واحد محصول کاهش داده و در نتیجه باعث افزایش بهره‌وری می‌شود.

۴- مروری بر مطالعات پیشین

در این بخش، برخی از مطالعات مهم در ارتباط با کارایی و بهره‌وری کل عوامل که بیشتر بر صنایع کارخانه‌ای تمرکز کرده‌اند، مروری می‌شود.

نومانی^۱ و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه خود به ارزیابی کارایی فنی و عوامل موثر بر آن برای ۱۱۵ صنعت کوچک تولیدی هند با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و مدل

تویت^۱ پرداختند. نتایج حاکی از آن است که متوسط مقدار کارایی فنی بنگاه‌ها کاملاً پایین است که نشان‌دهنده درجه بالایی از ناکارآمدی فنی در فرآیند تولید است. بازده بالا در شرکت‌ها بیشتر به دلیل تبدیل ناکارآمدی ورودی به خروجی‌ها به جای ناکارآمدی مقیاس است. همچنین با استفاده از مدل رگرسیون تویت، اثرات مثبت نیروی کار ماهر، سن شرکت، اندازه شرکت، تجربه کارآفرین و جنسیت کارآفرین بر کارایی نشان داده شده است و میزان تاثیر آن اندک است. در این مطالعه توصیه شده است که سیاست‌هایی برای کوچک‌سازی منطقی بنگاه‌های موجود به همراه توانبخشی و سازماندهی مجدد آن‌ها در جهت ارتقاء کارایی شرکت اتخاذ شود.

باراسا^۲ و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه خود به برآورد عوامل موثر بر کارایی فنی در ۴۱۸ صنایع کارخانه‌ای آفریقا با استفاده از روش SFA^۳ طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۲ می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد تحقیق و توسعه داخلی و تکنولوژی خارجی اثرات منفی روی کارایی فنی دارند. با این وجود، ترکیبی از فناوری خارجی و تحقیق و توسعه داخلی و فناوری خارجی و HCD^۴ هر کدام اثرات یکدیگر را بر کارایی فنی تقویت می‌کند. همچنین مطالعه حاضر وجود ارتباط بین عوامل نوع‌آوری و کارایی در بین صنایع آفریقا را نشان داده است. براساس این مطالعه، HCD و R&D داخلی برای جذب ظرفیت ضروری است و کارایی ناشی از تکنولوژی خارجی را افزایش می‌دهد.

نصیر^۵ و دیگران (۲۰۱۸) به ارزیابی کارایی در صنایع کارخانه‌ای استان آچه - اندونزی با استفاده از داده‌های ثانویه مربوط به بخش تولیدی استان آچه و آنالیز پوششی داده‌ها (تجزیه و تحلیل DEA) طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۱۱ پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد تولیدکنندگان بالاترین تولید را در صنعت کود، شیمیایی و لاستیک داشتند و کمترین تولید را در مواد غذایی و تنباکو. این شرایط به دلیل علاقه کمتر تولیدکنندگان به مواد غذایی و محصولات تنباکو ایجاد شده است. آن‌ها مقدار کارایی هر محصول را متفاوت ارزیابی کرده و دریافته‌اند که صنایع مواد غذایی و تنباکو، نساجی، پوست حیوانات، کفش،

1- Tobit

2- Barasa

3 - Stochastic Frontier Analysis

4- Human Capital Development

5- Nasir

محصولات کود، شیمیایی و لاستیک کارآمد نیستند. تفاوت این مطالعه با سایر مطالعات آن است که اولاً در این مطالعه، کارایی موجود، کارایی مطلوب، بهره‌وری موجود و بهره‌وری مطلوب مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند.

دلافنت ملا^۱ (۲۰۱۹) به ارزیابی بهره‌وری و کارایی فنی بخش تولید شیلی با استفاده از تحلیل عاملی به عنوان یک روش جایگزین روش مدل استاندارد عوامل تولیدی، طی دوره ۲۰۱۰-۱۹۹۵ پرداخت. نتایج نشان می‌دهد تجزیه و تحلیل عاملی، تعداد ورودی‌های موجود را به عنوان عوامل نهفته سنتز کرده و با استفاده از روش تحلیل مرزی اقتصادی و تصادفی مرزی به تعیین عوامل موثر در تولید شیلی و ارزیابی سطح کارایی فنی برای هر بخش صنعتی شیلی پرداخته‌اند. نتایج نشان داد هم برای مدل استاندارد و هم برای مدل فاکتوریل پیشنهادی، نظریه اقتصادی از نظر اهمیت ورودی‌هایی که خروجی‌های تولید را تشکیل می‌دهند، تایید شده است. علاوه بر این، یک ساختار کاربردی به عنوان نمایندگی کافی از خروجی‌های تولید در شیلی تعریف شده است. بخش تولید کشور روند نزولی در بهره‌وری فنی را در طول دوره مطالعه نشان می‌دهد که نرخ نزول بالاتر در کمترین رتبه‌های کارآمد قرار دارد. رشد بهره‌وری از ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۶، کاهش در سال ۱۹۹۸ و تنها افزایش جزئی در سال ۲۰۰۴ نشان داد. به طور مشابه، تغییرات مهم درون‌گروهی در بخش تولید مواد غذایی انجام شده است.

در ایران به تازگی مطالعه‌ای توسط گلی و همکاران (۱۳۹۸) برای برآورد کارایی تولید و عوامل موثر بر آن در استان‌های ایران با استفاده از مدل توبیت فضایی و تابع تولید ترانسلوگک طی دوره زمانی ۱۳۹۴-۱۳۸۵ انجام شده است. نتایج نشان می‌دهد استان چهارمحال و بختیاری و خراسان رضوی به ترتیب با مقدار کارایی ۰/۶۳ و ۰/۰۹ به عنوان کاراترین و ناکاراترین استان‌ها هستند. همچنین نتایج از برآورد مدل توبیت فضایی، نشان داد که صنعتی شدن با ضریب ۰/۰۱۸ اثر مثبت و معنادار و نسبت اعتبارات با ضریب ۰/۰۱۳ اثر منفی و معنادار بر کارایی تولید استان‌ها دارند. اثرات سرریز فضایی صنعتی شدن و افزایش نسبت اعتبارات به ترتیب برابر با ۰/۰۱۰ و ۰/۰۰۴ است. بنابراین، توسعه بنیادی صنعت و تخصیص منابع مبتنی بر آمایش سرزمین یکی مهم‌ترین عوامل برای بهبود کارایی تولید و افزایش رشد اقتصادی است.

غفاری (۱۳۹۵) در پایان‌نامه خود به مقایسه کارایی و بهره‌وری در صنایع کارخانه‌ای ایران بر اساس کدهای دورقمی (ISIC) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و مالم کوئیس‌ت طی دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۷۴ پرداخته است. نتایج حاکی از آن است که کارایی فنی افزایش داشته و احتمالاً به دلیل بهبود وضعیت تکنولوژی و آموزش نیروی کار متخصص و ارتقای فنی و تکنیکی در این صنایع است. همچنین میانگین بهره‌وری کل صنایع نیز روند افزایشی داشته، اما بهره‌وری طی دوره مورد بررسی در اکثر صنایع روند کاهشی را داشته است و علت آن ضعف کارایی مدیریتی و بالا رفتن هزینه تولید و کمی عرضه در این صنایع بوده است.

یوسفی حاج‌آبادی (۱۳۹۵) در مقاله خود به ارزیابی بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع کارخانه‌ای ایران با استفاده از شاخص بهره‌وری مالم کوئیس‌ت و روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۰ پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد سطح بهره‌وری اکثریت رشته‌های فعالیت‌های مختلف صنعتی ایران کاهش یافته که علت آن کاهش کارایی مدیریتی و کارایی مقیاس این صنایع بوده است. صنایع فعال در زمینه تولید فرآورده‌های نفتی تصفیه شده بیشترین رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را داشته که علت آن تغییرات تکنولوژیکی مثبت بوده است. در مقابل، رشته فعالیت صنعتی تولید و تعمیر انواع کشتی نیز بیشترین کاهش سطح بهره‌وری را به علت کاهش کارایی فنی تجربه کرده است. تغییرات بهره‌وری بیشتر صنایع طی دوره مورد بررسی، متغیر بوده و فقط ۱۸ رشته فعالیت صنعتی از رشد بهره‌وری برخوردار بوده‌اند. میانگین کارایی فنی صنایع کارخانه‌ای ایران با فرض بازده متغیر و بازده ثابت نسبت به مقیاس طی این دوره به ترتیب ۰/۴۲ و ۰/۳۴ بوده است. همچنین میانگین کارایی مقیاس صنایع ۰/۷۹ بوده است.

رضائی و یعقوبی منظری (۱۳۹۶) به بررسی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید چهار شرکت مهم فولادسازی کشور شامل فولاد خوزستان، فولاد خراسان، فولاد مبارکه و ذوب‌آهن اصفهان از طریق شاخص مالم کوئیس‌ت طی دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۸۹ پرداخته شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید تحت تاثیر تغییرات فنی است. متوسط رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل تولید برای چهار شرکت به طور کلی حدود ۴ درصد و روند تغییرات نیز تحت تاثیر تغییرات فنی است. همچنین عواملی چون به‌روزرسانی تجهیزات و ماشین‌آلات، پیوند آموزش عالی کشور با بخش صنعت و استفاده

از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی موجب ارتقای بهره‌وری صنعت فولادسازی کشور خواهد شد.

زراعی و همکاران (۱۳۹۶) به مطالعه کارایی فنی و تعیین نوع بازدهی به مقیاس صنایع کارخانه‌ای ایران با کدهای دورقمی (ISIC) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها با رویکرد خروجی محور مدل BCC^۱ طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۷۶ پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن است که میانگین کارایی فنی به میزان ۶۵ درصد بوده است و صنایع بزرگ مقیاس در رتبه‌های بالاتر نسبت به صنایع کوچک مقیاس قرار دارند. در این مطالعه با استفاده از آزمون اندرسون-دارلینگ^۲ به تخمین توزیع کارایی کل صنایع پرداخته شده و نشان می‌دهد که میانگین کارایی بخش صنعت از توزیع نرمال با میانگین ۰/۶۵ و انحراف معیار ۰/۰۹ پیروی می‌کند. بجز صنایع تولید پوشاک، چوب و محصولات چوبی، ماشین آلات اداری، دیگر صنایع کشور دارای بازده به مقیاس ثابت و کاهشی هستند و تمرکز بر افزایش نهاده‌های تولید نمی‌تواند باعث افزایش کارایی شود. همچنین صنایع تولید زغال کک-پالایشگاه‌های نفت و وسایل نقلیه موتوری که در رتبه‌های اول در میان سایر صنایع شناخته قرار دارند، صنایع بزرگ مقیاس هستند. به عبارت دیگر، این صنایع از مزیت‌های نسبی و همچنین بیشترین ظرفیت سرمایه‌گذاری، قدرت تولید و ایجاد ارزش افزوده در مقایسه با دیگر صنایع برخوردارند.

مروری بر مطالعات انجام شده نشان می‌دهد در بسیاری از صنایع کارخانه‌ای، کارایی و بهره‌وری در یک راستا حرکت کرده‌اند. کارایی و بهره‌وری کل در اکثر صنایع کارخانه‌ای در کشورهای توسعه یافته در بیشترین مقدار قرار دارند و کارایی فنی از مهم‌ترین عامل تغییردهنده بهره‌وری کل در صنایع کارخانه‌ای ایران است.

۵- روش تحقیق و معرفی متغیرها

هدف تحقیق حاضر، مقایسه کارایی و بهره‌وری موجود با وضعیت مطلوب در صنایع مختلف کارخانه‌ای ایران است. با توجه به محدودیت‌های آماری و نبود برخی از داده‌های صنایع توتون و تنباکو و بازیافت، امکان بررسی ۲۱ صنایع کارخانه‌ای به صورت قطعی

1- Banker, Charnes and Cooper

2- Anderson-Darling

برای ایران و کشورهای پیشرفته صنعتی همچون آمریکا، آلمان و ژاپن وجود داشت. این مطالعه برای دوره زمانی ۱۳۹۴-۱۳۷۴ صورت گرفته است. برای اندازه‌گیری کارایی دو روش پارامتریک و ناپارامتریک وجود دارد. در روش پارامتریک به تخمین تابع طبق عوامل تولید و ستانده‌ها مشخص شده است (امامی میبدی، ۱۳۷۹). در روش ناپارامتریک عملکرد بنگاه با بهترین عملکرد بالفعل بنگاه‌های داخل آن صنعت با استفاده از برنامه‌ریزی خطی ارزیابی می‌شود. در این روش می‌توان به دو رویکرد نهاده‌محور و ستانده‌محور اشاره کرد؛ یکی بر اساس حداقل سازی عوامل تولید و دیگری بر مبنای حداکثر سازی محصول است. زمانی روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده می‌شود که بنگاه‌ها برای تولید محصول خود به بیش از دو عامل تولید نیاز داشته باشند.

در مطالعه حاضر، بعد از انجام اقدامات بهینه‌سازی، واحدهای کارا و غیر کارا با استفاده از نرم‌افزار Deap2 مشخص می‌شوند. سپس واحد الگو یا مجموعه مرجع برای هر کدام از مشاهدات غیر کارا به منظور الگوبرداری در افزایش کارایی، مشخص می‌شود. علاوه بر اندازه‌گیری کارایی، در این روش با به کارگیری شاخص مالم کوئیسیت می‌توان به محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید پرداخت. متغیرهای عوامل تولیدی مقاله مورد بررسی شامل متغیرهای نیروی کار، تشکیل سرمایه ثابت، سوخت مصرف شده و قیمت سرمایه، حقوق و دستمزد و قیمت سوخت مصرفی هستند. سوخت به کار گرفته شده شامل نفت سفید، گازوئیل، بنزین، گاز طبیعی، برق است که در این بررسی برحسب یک واحد یکسان؛ یعنی میلیون بشکه معادل نفت خام ارائه شده‌اند. نیروی کار بر اساس تعداد نیروی کار شاغل در صنایع کارخانه‌ای اندازه‌گیری می‌شود. تشکیل سرمایه ثابت (نهاد سرمایه) برحسب میلیون ریال به قیمت ثابت سال ۲۰۰۰ نشان داده شده است. ستانده ارزش افزوده برحسب میلیون ریال به قیمت ثابت سال ۲۰۰۰ وارد مدل می‌شود. قیمت سرمایه از میزان بهره که به هر واحد سرمایه تعلق می‌گیرد، استفاده شده است. تمام متغیرها از گزارشات آماری یونیدو (۲۰۱۷) برای کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر با کدهای ISIC دو رقمی برگرفته شده است.

۵-۱- اندازه‌گیری کارایی به روش تحلیل پوششی داده‌ها

برای محاسبه مرز کارایی روش‌های مختلفی همانند روش‌های پارامتریک مرز تصادفی و

مرز قطعی و روش نا پارامتریک مانند روش تحلیل پوششی داده‌ها ارائه شده است. طبق نظر فارل (۱۹۵۷) تابع مرزی به وسیله اطلاعات نمونه تخمین زده می‌شود. روش پارامتریک بر مبنای روش‌های ریاضی و طبق فاصله تولید بنگاه از مرز کارایی تولید توانست مرز کارایی فارل را به عنوان مرز نا پارامتری کارایی معرفی کند (فارل، ۱۹۵۷). مهم‌ترین اشکالات وارده در روش پارامتریک این است که امکان تصریح یک شکل به خصوص برای اغلب توابع در فعالیتهای خدماتی برخلاف فعالیتهای تولیدی مشکل است. در نتیجه محدودیت‌های خاصی را در تخمین‌ها ایجاد می‌کند. علاوه بر این، در این روش نمرات کارایی به واحدهای اندازه‌گیری نهاده‌ها و ستانده‌ها وابسته هستند. به عبارت دیگر، تغییر واحدهای اندازه‌گیری و تخمین جدید تابع مرزی تصادفی می‌تواند نمرات کارایی متفاوتی را برای واحدهای مورد بررسی ارائه کند. در مقابل، روش تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر یک سری بهینه‌سازی ریاضی هستند که برای محاسبه کارایی نسبی در واحدهای همسان که آن را چارنز، کوپر و رودز بر مبنای مدل فارل، ابداع کرده‌اند، استفاده می‌شود. عبارت نسبی بسیار حائز اهمیت است. به دلیل کارایی به دست آمده در این روش، نتیجه مقایسه بنگاه‌های موجود با یکدیگر است. بنابراین، در صورتی که تعدادی از مشاهدات حذف و یا تعداد آن‌ها زیاد شود، ممکن است مقدار کارایی محاسبه شده نیز کاهش یا افزایش یابد. بنابراین، کارایی به دست آمده نسبی است نه مطلق. در این روش واحد اندازه‌گیری حساس نیست و نهاده‌ها می‌توانند دارای واحدهای مختلفی باشند. بیش از سایر روش‌ها، قابلیت تعمیم‌پذیری و گسترش دارد و به کارگیری آن در یک واحد برای یک موضوع می‌تواند زمینه را برای کارهای بعدی نیز فراهم کند.

روش تحلیل پوششی داده‌ها توسط فارل مطالعه شده و به دلیل وجود بعضی مشکلات در محاسبه کارایی و محدودیت‌های روش تا سال‌ها بی‌استفاده ماند. بعد از فارل، دانشمندان زیادی تلاش کردند و از روش مدل برنامه‌ریزی خطی برای اندازه‌گیری کارایی استفاده کردند که به آن‌ها توجهی نشده و در دهه ۷۰، بر حسب تعریف فارل محاسبه کارایی به دو روش تحلیل مرزی تصادفی و برنامه‌ریزی خطی امکان‌پذیر شد. روش برنامه‌ریزی خطی که توسط چارنز، کوپر، رودز (۱۹۷۸) معرفی شده و به جامعیت بخشیدن این روش به روش فارل پرداخته است به صورتی که تولید با چند ستانده و چند نهاده بیان می‌شود و به منظور محاسبه کارایی نسبی در روش تحلیل پوششی داده‌ها به صورت رابطه (۲) می‌توان بیان کرد.

$$\text{Max } \frac{\sum_{n=1}^m u_{no} P_{no}}{\sum_{k=1}^r z_{io} X_{io}} \quad (2)$$

$$\text{s.t: } \frac{\sum_{n=1}^m u_{no} P_{nj}}{\sum_{k=1}^r z_{io} X_{ij}} \leq 1 \quad k = 1, \dots, r, n = 1, \dots, m$$

$$u_{no}, z_{io} \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, p$$

در رابطه (۲)، u_n بیانگر وزن ستاده n ، z_k نیز وزن نهاده k و O اندیس واحد تصمیم‌گیرنده تحت بررسی است؛ یعنی $O \in \{1, 2, \dots, n\}$. w_{no} نشانگر مقادیر n و X_{io} نهاده k برای واحد تحت بررسی واحد O هستند. P_{nj} و X_{kj} نیز به ترتیب بیانگر مقادیر ستاده n و مقدار نهاده k برای واحد j هستند. m تعداد ستاده‌ها است. r و n به ترتیب تعداد نهاده‌ها و تعداد واحدها است. با توجه به اینکه رابطه (۲) به صورت غیرخطی بیان شده برای سهولت آن را به یک رابطه خطی تبدیل می‌کنیم. برای این منظور با فرض $\sum_{k=1}^r z_{io} X_{io} = 1$ رابطه (۲) را به رابطه خطی تبدیل و سپس با انجام عملیات ریاضی و دوآل رابطه (۲) به رابطه (۳) دست می‌یابیم. رابطه (۳) در روش تحلیل پوششی داده‌ها به مدل معروف شده است (محراییان، ۱۳۷۸).

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

$$\text{s.t: } \sum_{n=1}^m u_n P_{no} + \sum_{n=1}^m \lambda_j X_{ij} \geq 0 \quad j = 1, \dots, f$$

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

$$\lambda > 0$$

۵-۲- بازده به مقیاس در روش تحلیل پوششی داده‌ها

همانطور که می‌دانیم در روش تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی کارایی بنگاه‌ها و برای اینکه بدانیم اگر ورودی‌ها را به یک نسبت مشخصی تغییر دهیم، خروجی‌ها چه تغییری می‌کنند، مفهوم بازده به مقیاس مطرح می‌شود که این بحث را با اضافه کردن فروضی در مدل تحلیل پوششی داده‌ها گنجانده که نتایج مهمی را به همراه دارد؛ ۱- کارایی فنی به دو

بخش کارایی مدیریتی و کارایی مقیاس تفکیک می‌شود. ۲- واحدهای بزرگ از واحدها کوچک تمیز داده می‌شود. بنابراین، واحد تولیدی که با به کارگیری از چندین عامل تولیدی به تولید چندین محصول می‌پردازند، محاسبه این شاخص به مشکلاتی مواجه شد. در این وضعیت باید ضرایب اهمیت مناسبی برای هر یک از نهاده‌ها و ستانده‌ها انتخاب کرد که محققان از شاخص قیمت، هزینه و... به عنوان ضرایب استفاده کرده‌اند. چارنر، کوپر و رودز در سال ۱۹۷۸ برای رفع این مشکل به ارائه مدلی بر مبنای حداقل سازی عوامل تولید و با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس پرداختند.

۵-۲-۱- روش تحلیل پوششی داده‌ها با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس

زمانی که واحدهای تولید در مقیاس بهینه عمل کنند تحت این شرایط می‌توان فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس را اعمال کرد (امامی میبدی، ۱۳۷۹). مدل ارائه شده توسط چارنر و همکاران در سال ۱۹۷۸ پیشنهاد شده و یک مدل نهاده‌گرا است که به صورت رابطه (۴) بیان می‌شود.

$$\begin{aligned} \text{Min } \theta & & (4) \\ \text{s.t: } -p_i + P\gamma & \geq 0 \quad j = 1, \dots, f \\ \theta X_i + P\gamma & \geq 0 \quad j = 1, \dots, f \\ \gamma & \geq 0 \end{aligned}$$

در رابطه (۴)، θ یک عدد است. γ بردار یک در f و یک مقدار ثابت است، X_i بردار ستونی نهاده‌ها برای بنگاه i ام است، p_i بردار ستونی ستاده‌ها برای بنگاه i ام، X ماتریس نهاده، P ماتریس ستاده و f تعداد بنگاه‌ها را نشان می‌دهد. میزان کارایی فنی بنگاه i ام از طریق θ نشان داده می‌شود که می‌تواند کمتر یا مساوی با یک باشد. رابطه (۴) برای هر بنگاه M مرتبه در نمونه است. در روش تحلیل پوششی داده‌ها، ممکن است به دلیل قسمت موازی مرز کارایی با محورها به مشکل برخورد؛ زیرا تحت این شرایط باز هم امکان کاهش نهاده‌ها بدون کاهش تولید وجود خواهد داشت که به اصطلاح مازاد نهاده‌ها گفته

می شود که می توان با در نظر گرفتن شرط $\theta X_i + P\gamma = 0$ به رفع مازاد نهاده پرداخت؛ یعنی مقدار مازاد برابر با صفر خواهد شد. اما در تفسیر محصول نهاده گرا با وجود کارایی، مقدار محصول افزایش می یابد که به اصطلاح کمبود ستانده معروف بوده و می توان با در نظر گرفتن شرط $P\gamma - P_i = 0$ کمبود محصول برطرف می شود که در رابطه (۴) این مسائل لحاظ شده است.

۵-۲-۲- روش تحلیل پوششی داده ها با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس
فرض مدل بازده ثابت نسبت به مقیاس زمانی که همه بنگاه ها در مقیاس بهینه عمل می کند مناسب است. برای رفع مشکلات ناشی از بازدهی ثابت نسبت به مقیاس، بانکر، چارنر و کوپر در سال ۱۹۸۴، فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس را به مدل افزودند. برای تفکیک کارایی فنی از کارایی مقیاس از مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس برای اندازه گیری کارایی فنی خالص استفاده می شود. از طریق اضافه کردن قید $NI'\lambda = 1$ به مدل بازده ثابت نسبت به مقیاس به بسط بازده متغیر نسبت به مقیاس پرداخته می شود که در قالب رابطه (۵) بیان می شود.

$$\begin{aligned} \text{Min } \theta & & (5) \\ \text{s.t: } -p_j + P\gamma & \geq 0 \quad j = 1, \dots, f \\ \theta X_i - P\gamma & \geq 0 \quad j = 1, \dots, f \\ NI'\lambda & = 1 \\ \gamma & \geq 0 \end{aligned}$$

در رابطه (۵)، NI' به عنوان بردار ثابت N از عدد یک است. رابطه (۵) با قید بازده متغیر نسبت به مقیاس بازده صعودی یا نزولی نسبت به مقیاس مشخص نمی کند، اما برای مشخص کردن بازده صعودی یا نزولی نسبت به مقیاس نیازمند به مقایسه قید بازده غیرصعودی نسبت به مقیاس $NI'\lambda \leq 1$ صورت می گیرد که به صورت رابطه (۶) نشان داده می شود.

$$\begin{aligned} & \text{Min } \theta & (۶) \\ & \text{s.t: } -p_i + P\gamma \geq 0 \quad j = 1, \dots, f \\ & \theta X_i - P\gamma \geq 0 \quad j = 1, \dots, f \\ & NI'\lambda \leq 1 \\ & \gamma \geq 0 \end{aligned}$$

در روش تحلیل پوششی داده‌ها، رابطه (۵) مدل غیرافزایشی نسبت به مقیاس است. در این مدل، کارایی محاسبه شده در مدل CCR به دو بخش کارایی مقیاس و کارایی مدیریتی تفکیک می‌شود. برای تعیین نوع عدم کارایی نسبت به مقیاس از قبیل افزایشی یا کاهش‌ی بودن از طریق مقایسه مقادیر کارایی فنی با دو مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس و غیرافزایشی نسبت به مقیاس صورت می‌گیرد. اگر مقادیر کارایی فنی محاسبه شده از دو مدل مطرح شده در رابطه‌های (۵) و (۶)، مساوی باشد در آن صورت بازده نسبت به مقیاس افزایشی بنگاه مطرح می‌شود، اما مقادیر کارایی فنی محاسبه شده از این دو مدل مساوی نباشد در آن صورت بازده نسبت به مقیاس کاهش‌ی بنگاه مطرح می‌شود. در روش تحلیل پوششی داده‌ها، پس از تعیین منحنی مرزی کارا و تعیین جایگاه هر واحد تولیدی روی این منحنی، تلاش به تعیین اینکه هر واحد تولیدی برای رسیدن به ناحیه تعیین شده خود نیازمند به انتخاب چه ترکیبی از نهاده‌ها و ستانده‌ها است که روش تحلیل پوششی داده‌ها از بین تمامی مشاهدات آماری بهترین عملکرد را ارائه کرده و کارایی واحدهای تصمیم‌ساز را به‌طور نسبی طبق بهترین عملکرد مشخص می‌کند.

اگر مقادیر کارایی فنی بنگاهی در دو روش بازده ثابت به مقیاس و بازده متغیر به مقیاس متفاوت باشد، نشانگر عدم کارایی مقیاس است. مقدار عدم کارایی مقیاس از اختلاف مقادیر کارایی فنی در دو روش بازده ثابت به مقیاس و بازده متغیر به مقیاس اندازه‌گیری می‌شود. بنابراین، می‌توان کارایی مقیاس را به صورت رابطه (۷) به‌دست آورد.

$$\text{کارایی مقیاس} = \frac{\text{کارایی فنی روش بازده ثابت نسبت به مقیاس}}{\text{کارایی فنی روش بازده متغیر نسبت به مقیاس}} \quad (۷)$$

۵-۳- کارایی مطلوب

کشورهای پیشرفته از طریق پیشرفت علم و تکنولوژی‌های ارتباطی و اطلاعاتی، رشد اقتصادی را تسریع و سطح زندگی مردم خویش را ارتقا می‌دهند که این امر تنها با افزایش تولید و خدمات میسر است. افزایش تولید در این کشورها از طریق ایجاد واحدهای تولیدی و خدماتی جدید و افزایش بهره‌وری و کارایی موسسات و واحدهای تولیدی و خدماتی موجود انجام می‌شود. بهره‌وری واحدهای تولیدی موجود مناسب‌ترین و ممکن‌ترین چاره‌های رشد اقتصادی در کشورهای پیشرفته است و برای رسیدن به بهره‌وری، بیشتر سرمایه‌گذاری انجام می‌دهند. سه کشور پیشرفته آلمان، آمریکا و ژاپن بالاترین رتبه‌بندی از نظر کارایی و بهره‌وری را در قسمت صنایع در جهان دارا هستند (بیلی و جرزباخ^۱، ۱۹۹۵).

در مقاله حاضر برای کارایی مطلوب، میانگین کارایی سه کشور پیشرفته آلمان، آمریکا و ژاپن محاسبه شده است. این کارایی شامل سه نوع کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی می‌شود که برای هر کدام از این سه نوع کارایی، مقدار مطلوب آن نیز محاسبه می‌شود به طوری که کارایی فنی مطلوب از میانگین کارایی فنی سه کشور پیشرفته آلمان، آمریکا و ژاپن محاسبه می‌شود. کارایی تخصیصی مطلوب نیز از میانگین کارایی تخصیصی سه کشور پیشرفته آلمان، آمریکا و ژاپن به دست آمده و در نهایت کارایی اقتصادی مطلوب نیز از طریق میانگین کارایی اقتصادی سه کشور پیشرفته آلمان، آمریکا و ژاپن به دست می‌آید که در قالب روابط (۸)، (۹) و (۱۰) بیان شده‌اند.

$$UE_{IAE} = \frac{AE_{iusa} + AE_{ijapan} + AE_{igermany}}{N} \quad (۸)$$

$$UE_{ITE} = \frac{TE_{iusa} + TE_{ijapan} + TE_{igermany}}{N} \quad (۹)$$

$$UE_{IEE} = \frac{EE_{iusa} + EE_{ijapan} + EE_{igermany}}{N} \quad (۱۰)$$

در رابطه‌های (۸)، (۹) و (۱۰) UE_{IAE} کارایی تخصیصی مطلوب هر صنعت، UE_{ITE} کارایی فنی مطلوب هر صنعت و UE_{IEE} کارایی کل مطلوب هر صنعت هستند. همچنین AE_{ijusa} ، AE_{ijapan} و $AE_{igermany}$ بیانگر کارایی تخصیصی هر صنعت، TE_{ijusa} ، TE_{ijap} و $TE_{igermany}$ مبین کارایی فنی هر صنعت و EE_{ijusa} ، EE_{ijapan} و $EE_{igermany}$ کارایی کل هر صنعت در کشورهای آمریکا، ژاپن و آلمان هستند. بر اساس رابطه‌های (۸)، (۹) و (۱۰) سهم کارایی فنی، تخصیصی و کل صنایع کارخانه‌ای به صورت رابطه (۱۱)، (۱۲) و (۱۳) محاسبه می‌شود (نیل بیلی و همکاران، ۱۹۹۵).

$$SAE_{IJ} = \frac{AE_{IJ}}{UE_{IAE}} * 100 \quad (11)$$

$$STE_{IJ} = \frac{TE_{IJ}}{UE_{ITE}} * 100 \quad (12)$$

$$SEE_{IJ} = \frac{EE_{IJ}}{UE_{IEE}} * 100 \quad (13)$$

در رابطه‌های (۱۱)، (۱۲) و (۱۳) STE_{IJ} بیانگر سهم کارایی فنی موجود و مطلوب هر صنعت، SAE_{IJ} بیانگر سهم کارایی تخصیصی موجود و مطلوب هر صنعت، SEE_{IJ} بیانگر سهم کارایی کل موجود هر صنعت، EE_{IJ} نشانگر کارایی کل موجود، TE_{IJ} نشانگر کارایی فنی موجود، AE_{IJ} نشانگر کارایی تخصیصی موجود است.

۵-۴- روش توبیت (رگرسیون سانسور شده)

در مقاله حاضر از مدل توبیت (TM) با در نظر گرفتن دو محدودیت کران بالا و پایین یک برای متغیر وابسته استفاده می‌شود (کشاورز حداد، ۱۳۹۰). با توجه به دو محدودیت برای متغیر وابسته رابطه (۱۴) را داریم:

$$Y_i^* = A'X_i + u_i \quad (14)$$

که در آن A بردار $(N \times 1)$ از پارامترهای مجهول، X_i برداری $(N \times 1)$ از متغیرهای معلوم توضیحی و u_i به عنوان اخلاص ناپسته هم توزیع دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس همسان σ^2 است. همچنین Y_i^* یک متغیر تصادفی غیر قابل مشاهده است. مقادیر مشاهده شده نیز توسط Y_i نشان داده شوند. بنابراین می‌توان رابطه (۱۵) را داشت که در آن، L_{2i} و L_{1i} به ترتیب محدودیت‌های پایینی و بالایی متغیر وابسته هستند.

$$\begin{cases} Y_i^* \geq L_{1i} \\ Y_i = L_{1i} \\ Y_i = Y_i^* \\ Y_i = L_{2i} \end{cases} L_{1i} \leq Y_i^* \leq L_{2i} \quad (15)$$

$$Y_i^* \geq L_{2i}$$

تابع راستمایی برای رابطه (۱۵) را می‌توان به صورت رابطه (۱۶) داشت:

$$\begin{aligned} L(A, \sigma^2 | Y_i, X_i, R_{1i}, R_{2i}) & \quad (16) \\ &= \prod_{\emptyset} ((R_{1i} - A'X_i)/\sigma) \times \prod_{\sigma^{-1}} \phi((Y_i - A'X_i)/\sigma) \\ & \times \prod_{Y_i=R_{2i}} 1 - \phi((R_{2i} - A'X_i)/\sigma) \end{aligned}$$

در رابطه (۱۶)، R_{1i} ، R_{2i} مقادیر ثابتی هستند که نقاط سانسور را بیان می‌کند. با وجود یک متغیر سانسور شده در صورتی که ضرایب رگرسیونی از روش حداقل مربعات معمولی برآورد شود، برآوردهای حاصل ناسازگار خواهند شد. بنابراین، برای رفع این مشکل تاکشی آمیا^۱ در سال ۱۹۷۳ نشان داد که تخمین گر حداکثر راست نمایی برای مدل توییت سازگار است. یکی از فرض‌های زیربنایی برازش مدل رگرسیون، فرض نرمال بودن متغیرها است. همچنین اگر توزیع داده‌ها نرمال نباشد یا داده‌ها مربوط به متغیرهای مساله زیاد از یکدیگر فاصله داشته باشند در نتیجه باید داده‌ها را نرمال کرد تا بتوان از آزمون

فرض‌ها استفاده کرد. در انجام آزمون‌های توزیع داده‌ها همچون آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف^۱ و نمودار چندک به چندک توزیع مقادیر خطا در مقابل توزیع نرمال روی مقادیر ابتدایی، نشان داد که داده‌های اولیه پیروی از توزیع نرمال نمی‌کنند و باید از تبدیلاتی که توسط کاکس و باکس^۲ (۱۹۶۴) بیان شده برای نرمال‌سازی داده‌ها استفاده کرد (آذر و مومنی، ۱۳۹۰) که می‌توان به صورت رابطه (۱۷) بیان کرد.

$$T(z_1) = z_1^{(\alpha)} = \frac{z_1^\alpha - 1}{\alpha} \quad (17)$$

در رابطه (۱۷)، z_1 مقدار اولیه متغیر، α پارامتر تبدیل است و z_1^α نیز به عنوان مقدار تبدیل یافته نظیر است. تبدیلات مربوط به چند مقدار α که معمولاً مورد استفاده قرار می‌گیرد به صورت جدول (۱) است. در مقاله حاضر از تبدیل $\ln(z)$ برای از بین بردن فاصله داده‌ها در متغیرهای مستقل و نرمال‌سازی داده‌ها استفاده شده است.

جدول ۱- تبدیلات

مقدار α	تبدیل مناسب
-۱	$\frac{1}{z_1}$
-۰/۵	$\frac{1}{\sqrt{z_1}}$
۰	$\ln(z_1)$
۰/۵	$\sqrt{z_1}$
۱	نیازی به تبدیل ندارد

۵-۵- روش شاخص مالم کوئیست

شاخص مالم کوئیست را استن مالم کوئیست^۳ از اقتصاددان سوئدی در سال ۱۹۵۳ به عنوان شاخص استاندارد زندگی معرفی کرد. در سال ۱۹۷۸ توسط فاره و همکاران^۴ این شاخص

1- Kolmogorov Smirnov Test

2- Cox And Box

3 Stan Malm Quist

4- Fare et al.

در چارچوب روش تحلیل پوششی داده‌ها با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس مطرح شد (امامی میدی، ۱۳۷۹). این شاخص، تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید را به دو جز تغییرات فناوری و تغییرات کارایی فنی تفکیک می‌کند که تغییر در کارایی فنی به دو جز اثر تغییر در مقیاس و اثر تغییر در مدیریت تجزیه می‌شود. کارایی فنی به عنوان تکنیک برتر، مقدار سرمایه، انرژی و نیروی کار لازم را برای تولید همان واحد محصول کاهش داده و در نتیجه باعث افزایش بهره‌وری می‌شود. صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس نشان می‌دهد اگر در یک صنعت هزینه متوسط تولید برای تولیدکنندگان با مقیاس بزرگ کمتر از هزینه متوسط تولید برای تولیدکنندگان با مقیاس کوچک باشد در آن صورت صنعت صرفه‌جویی‌های ناشی از مقیاس تولید است. کارایی مدیریت نیز سخت‌کوشی و حسن تدبیر مدیریت و کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید است.

روش شاخص مالم کوئیست را می‌توان در قالب رابطه (۱۸) برای دوره‌های زمانی t و $t+1$ در قالب ۴ تابع مسافت بیان کرد. در رابطه (۱۸) بردار عامل تولید را به صورت A^t و A^{t+1} و بردار محصولات را به صورت q^t و q^{t+1} و ۴ تابع مسافت بیان می‌شود. در رابطه (۱۸) کسر خارج از براکت نشانگر تغییرات کارایی است و کسرهای داخل برکت نیز تغییرات فناورانه را اندازه‌گیری می‌کند.

$$M_i^{t+1}(q^{t+1}, A^{t+1}, q^t, A^t) \quad (18)$$

$$= \frac{D_i^t(q^{t+1}, A^{t+1})}{D_i^k(q^t, A^t)} \left[\frac{D_i^t(q^{t+1}, A^{t+1})}{D_i^{t+1}(q^{t+1}, A^{t+1})} \right]$$

$$\times \left[\frac{D_i^t(q^t, A^t)}{D_i^{t+1}(q^t, A^t)} \right]^{1/2}$$

اگر مقدار شاخص بهره‌وری و اجزای آن‌ها براساس حداقل‌سازی عوامل تولید، کوچک‌تر از یک باشد، بیانگر بهبود بهره‌وری است و اگر این مقدار بزرگ‌تر از یک باشد، بیانگر کاهش بهره‌وری برای دو دوره زمانی است. برعکس آن هم صادق است؛ اگر

مقدار بهره‌وری براساس حداکثرسازی محصول باشد، مقدار شاخص بزرگ‌تر از واحد نشانگر بهبود در عملکرد بنگاه دارد (پاسیوراس و سافیوداسکالاکیس، ۲۰۰۷).

۵-۶- بهره‌وری کل عوامل تولید مطلوب

در مقاله حاضر برای محاسبه تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید مطلوب از میانگین تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید ۳ کشور توسعه یافته از جمله آمریکا و آلمان و ژاپن به دست می‌آید. با توجه به اینکه تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید از دو بخش تغییرات کارایی فنی و تغییرات کارایی تکنولوژیکی به دست می‌آید؛ بنابراین، می‌توان براساس آن، تغییرات کارایی فنی مطلوب و تغییرات کارایی تکنولوژیکی را محاسبه کرد. محاسبه تغییرات کارایی فنی مطلوب از طریق میانگین تغییرات کارایی فنی سه کشور توسعه یافته آمریکا و آلمان و ژاپن به دست می‌آید. تغییرات کارایی فنی نیز خود از حاصلضرب کارایی مدیریتی و کارایی مقیاس انجام می‌شود. در نهایت تغییرات کارایی تکنولوژیکی مطلوب نیز از طریق میانگین تغییرات کارایی تکنولوژیکی ۳ کشور توسعه یافته آمریکا و آلمان و ژاپن است که در قالب روابط (۱۹)، (۲۰) و (۲۱) بیان شده‌اند.

$$U\Delta TFP_{IJ} = \frac{\Delta TFP_{iusa} + \Delta TFP_{ijapan} + \Delta TFP_{igermany}}{N} \quad (19)$$

$$U\Delta TE_{IJ} = \frac{\Delta TE_{iusa} + \Delta TE_{ijapan} + \Delta TE_{igermany}}{N} \quad (20)$$

$$U\Delta TECH_{IJ} = \frac{\Delta TECH_{iusa} + \Delta TECH_{ijapan} + \Delta TECH_{igermany}}{N} \quad (21)$$

در رابطه‌های (۱۹)، (۲۰) و (۲۱) نشانگر تغییرات بهره‌وری کل مطلوب هر صنعت، $U\Delta TE_{IJ}$ نشانگر تغییرات کارایی فنی مطلوب هر صنعت، $U\Delta TECH_{IJ}$ نشانگر تغییرات کارایی تکنولوژیکی مطلوب هر صنعت است. سهم بهره‌وری کل، سهم کارایی

فنی و سهم تغییرات تکنولوژیکی از طریق رابطه‌های (۲۲)، (۲۳) و (۲۴) بیان می‌شود (آرک و پیلات^۱، ۱۹۹۳)

$$(22) \quad \text{سهم بهره‌وری کل عوامل تولید} = \frac{\text{بهره‌وری کل عوامل تولید موجود}}{\text{بهره‌وری کل عوامل تولید مطلوب}} \times 100$$

$$(23) \quad \text{سهم کارایی فنی} = \frac{\text{کارایی فنی موجود}}{\text{کارایی فنی مطلوب}} \times 100$$

$$(24) \quad \text{سهم کارایی تکنولوژیکی} = \frac{\text{کارایی تکنولوژیکی موجود}}{\text{کارایی تکنولوژیکی مطلوب}} \times 100$$

۵-۷- ضریب همبستگی اسپیرمن^۲

از همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن می‌توان زمانی استفاده کرد که داده‌ها به صورت رتبه‌ای جمع آوری شده باشند یا به رتبه تبدیل شده باشند که یک روش ناپارامتریک است. نحوه همبستگی و ارتباط دو متغیر دارای اهمیت بوده و از این راه می‌توان یکی از این دو متغیر را کنترل یا پیش‌بینی کرد (بهبودیان، ۱۳۸۳). روش اسپرمن دو فرضیه دارد؛ فرضیه صفر در این آزمون فرض می‌کند که همبستگی وجود ندارد.

۶- تحلیل یافته‌ها

به منظور درک بهتر کارایی و بهره‌وری موجود صنایع کارخانه‌ای ایران با وضعیت مطلوب، یافته‌های پژوهش در سه بخش «اندازه‌گیری کارایی موجود و کارایی مطلوب»، «ارتباط کارایی و بهره‌وری صنایع کارخانه‌ای ایران» و «تحلیل بازدهی نسبت به مقیاس صنایع کارخانه‌ای» مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. همچنین «سهم عوامل موثر بر نسبت کارایی موجود به مطلوب» محاسبه و تشریح شده است.

1- Ark and Pilat

2- Spearman Correlation Coefficient

۶-۱- اندازه‌گیری کارایی موجود و کارایی مطلوب

نتایج حاصل از اندازه‌گیری کارایی به روش تحلیل پوششی داده‌ها بر مبنای حداقل سازی هزینه با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس و بر پایه رابطه (۵) در جدول (۲) نشان داده شده است. میانگین کارایی فنی موجود طی سال‌های مورد بررسی، ۸۱ درصد است؛ یعنی اگر به طور متوسط تولیدکنندگان صنایع مختلف بدون تغییر در مقادیر تولید، استفاده از نهاده‌های خود را ۱۹ درصد کاهش دهند به مرز کارایی تحت فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس می‌رسند. متوسط کارایی تخصیصی و اقتصادی نیز به ترتیب ۵۲ و ۴۲ درصد است که این بیانگر آن است که تولیدکنندگان در صنایع مختلف کارخانه‌ای در سطح مناسبی از کارایی‌های بیان شده قرار ندارند. سطح پایین متوسط کارایی تخصیصی بیان می‌کند که صنایع مختلف کارخانه‌ای به طور مطلوب نتوانستند اقدام به تخصیصی بهینه نهاده‌های تولید خود با توجه به قیمت آن‌ها کنند. در جدول (۲)، صنایع تولید زغال کک- پالایشگاه‌های نفت و تولید فلزات اساسی با کارایی فنی ۸۹ درصد بیشترین کارایی فنی را نسبت به سایر صنایع دارد؛ یعنی این دو صنعت توانسته‌اند طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۷۴ با حداقل هزینه به سطح معینی از ستانده دست پیدا کنند. همچنین کمترین کارایی فنی با میزان ۷۰ و ۷۱ مربوط به صنایع تولید پوشاک- عمل آوردن و رنگ کردن و صنایع مبلمان است. تفکیک کارایی کل به کارایی فنی و تخصیصی نشان می‌دهد که عدم کارایی مربوط به کارایی فنی (۰/۸۱) و کارایی تخصیصی (۰/۵۲) است. از نظر کارایی تخصیصی دباغی و عمل آوردن چرم، تولید کاغذ و محصولات کاغذی و صنعت مبلمان با میزان کارایی‌های تخصیصی ۶۶، ۵۸ و ۷۰ درصد در وضعیت نامناسبی در تخصیصی نهاده‌های خود با توجه به قیمت آن‌ها قرار دارند. به طور کلی، برای دستیابی به تولید مطلوب نیازمند به اتخاذ تصمیم‌های بنیادی و کاربردی در حداقل کردن هزینه‌ها است. تا وقتی که تصمیمات راهبردی در زمینه کنترل هزینه نهاده‌ها صورت نگیرد، تخصیص بهینه نهاده‌های تولید صورت نمی‌گیرد. و همانطور که در جدول (۲) مشخص است، تعدادی از صنایع دارای ناکارایی‌های زیادی در تخصیص بهینه نهاده‌های خود هستند.

جدول ۲- کارایی و بهره‌وری در صنایع کارخانه‌ای ایران: نسبت عملکرد موجود به سطح مطلوب طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۷۴

کارایی			بهره‌وری					کارایی و بهره‌وری	
AE	TE	EE	Techn	Tfp	Tech			شاخص	کد صنعت
					Mech	Sech	Tot		
۰/۵۵	۰/۷۸	۰/۴۳	۱/۱۵	۰/۶۸	۰/۸۸	۰/۶۷	۰/۵۹	۱۵	وضعیت موجود
۰/۷۴	۰/۹۵	۰/۷۰	۱/۵۰	۱/۱۳	۱/۰۱	۰/۷۴	۰/۷۵		وضعیت مطلوب
۷۴/۳۲	۸۲/۱۰	۶۱/۴۲	۷۷	۵۹/۵۰	۸۷/۱۳	۹۱	۷۹		نسبت موجود به مطلوب ^۰
۰/۴۷	۰/۷۵	۰/۳۵	۱/۰۳	۰/۵۳	۰/۷۱	۰/۷۲	۰/۵۱	۱۷	وضعیت موجود
۰/۸۱	۰/۹۷	۰/۷۸	۱/۲۱	۱/۱۸	۰/۸۸	۱/۱۰	۰/۹۷		وضعیت مطلوب
۵۸/۰۲	۷۷/۳۱	۴۵	۸۵/۱۲	۴۵	۸۱	۶۵/۴۵	۵۳		نسبت موجود به مطلوب
۰/۴۹	۰/۷۱	۰/۳۵	۱/۰۱	۰/۳۷	۰/۵۶	۰/۶۶	۰/۳۷	۱۸	وضعیت موجود
۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۹۰	۱/۵۶	۱/۲۳	۰/۷۸	۱/۰۱	۰/۷۹		وضعیت مطلوب
۵۲/۱۲	۷۴	۴۲/۲۲	۶۵	۳۰	۷۲	۶۵/۳۴	۴۷		نسبت موجود به مطلوب
۰/۳۴	۰/۸۷	۰/۳۰	۱/۲۶	۰/۵۸	۰/۵۳	۰/۸۷	۰/۴۶	۱۹	وضعیت موجود
۰/۵۶	۰/۹۸	۰/۵۵	۱/۶۰	۱/۱۶	۰/۷۰	۱/۰۳	۰/۷۲		وضعیت مطلوب
۶۱	۸۹	۴۷	۷۹	۵۰	۷۶	۸۴/۴۷	۶۴		نسبت موجود به مطلوب
۰/۵۸	۰/۷۸	۰/۴۵	۱/۲۲	۰/۶۹	۰/۷۰	۰/۸۰	۰/۵۶	۲۰	وضعیت موجود
۰/۷۹	۰/۹۵	۰/۷۵	۱/۳۴	۱/۱۵	۰/۹۹	۰/۸۷	۰/۸۶		وضعیت مطلوب
۷۳/۴۱	۸۲/۱۰	۶۰	۹۱/۰۴	۵۹	۷۱	۹۲	۶۵		نسبت موجود به مطلوب
۰/۴۲	۰/۸۸	۰/۳۷	۱/۰۹	۰/۶۶	۰/۶۴	۰/۹۳	۰/۶۰	۲۱	وضعیت موجود
۰/۷۸	۰/۹۰	۰/۷۰	۱/۳۴	۱/۱۲	۰/۷۹	۱/۰۶	۰/۸۳		وضعیت مطلوب
۵۴	۹۸	۶۰	۸۱/۳۴	۵۹	۸۱	۸۸	۷۲		نسبت موجود به مطلوب

ادامه جدول ۲-

کارایی			بهره‌وری					کارایی و بهره‌وری	
AE	TE	EE	Techn	Tfp	Tech			شاخص	کد صنعت
					Mech	Sech	Tot		
۰/۵۶	۰/۸۷	۰/۴۹	۱/۱۰	۰/۷۰	۰/۷۷	۰/۸۳	۰/۶۴	وضعیت موجود	۲۲
۰/۸۸	۰/۹۳	۰/۸۲	۱/۴۴	۱/۲۰	۰/۹۰	۰/۹۲	۰/۸۳	وضعیت مطلوب	
۶۴	۹۴	۶۰	۷۶/۳۹	۵۹	۸۶/۱۶	۹۰/۲۱	۷۷/۱۰	نسبت موجود به مطلوب	
۰/۸۰	۰/۸۹	۰/۵۳	۱/۰۸	۰/۸۳	۰/۸۶	۰/۸۹	۰/۷۷	وضعیت موجود	۲۳
۰/۸۱	۰/۹۶	۰/۷۸	۱/۳۵	۱/۱۴	۰/۸۹	۰/۹۴	۰/۸۴	وضعیت مطلوب	
۷۴	۹۳	۷۰	۸۰	۷۳	۹۷	۹۵	۹۲	نسبت موجود به مطلوب	
۰/۶۲	۰/۸۶	۰/۵۳	۱/۰۳	۰/۸۱	۰/۸۷	۰/۹۱	۰/۷۹	وضعیت موجود	۲۴
۰/۷۶	۰/۹۷	۰/۷۴	۱/۲۲	۱/۱۵	۰/۹۴	۰/۹۹	۰/۹۴	وضعیت مطلوب	
۸۲	۸۹	۷۰	۸۴/۴۲	۶۹/۵۰	۹۰/۴۲	۹۲	۸۳	نسبت موجود به مطلوب	
۰/۶۰	۰/۷۸	۰/۴۷	۱/۱۸	۰/۷۶	۰/۶۷	۰/۹۵	۰/۶۴	وضعیت موجود	۲۵
۰/۸۳	۰/۹۶	۰/۸۰	۱/۶۹	۱/۲۹	۰/۷۱	۰/۹۸	۰/۷۰	وضعیت مطلوب	
۷۲/۲۸	۸۱/۲۵	۶۰	۷۰	۵۹	۹۴/۳۶	۹۷	۹۱/۴۲	نسبت موجود به مطلوب	
۰/۵۰	۰/۷۸	۰/۳۹	۰/۸۷	۰/۶۸	۰/۷۹	۰/۹۸	۰/۷۸	وضعیت موجود	۲۶
۰/۷۳	۰/۸۹	۰/۶۵	۱/۱۰	۱/۱۵	۰/۹۰	۱/۱۵	۱/۰۴	وضعیت مطلوب	
۶۸/۴۹	۸۸	۶۰	۷۹/۰۹	۵۹	۸۸	۸۵/۲۱	۷۵	نسبت موجود به مطلوب	
۰/۵۹	۰/۸۹	۰/۵۳	۱/۰۱	۰/۷۵	۰/۸۷	۰/۷۴	۰/۶۴	وضعیت موجود	۲۷
۰/۸۹	۰/۹۸	۰/۸۷	۱/۲۲	۱/۱۰	۰/۹۹	۰/۹۱	۰/۹۰	وضعیت مطلوب	
۶۶/۲۹	۹۱	۶۰	۸۳	۵۹	۸۸	۸۱/۳۱	۷۱/۱۱	نسبت موجود به مطلوب	
۰/۴۴	۰/۸۷	۰/۳۸	۱/۲۹	۰/۶۷	۰/۵۴	۰/۹۷	۰/۵۳	وضعیت موجود	۲۸
۰/۶۷	۰/۹۷	۰/۶۵	۱/۳۴	۱/۱۶	۰/۸۵	۱/۰۱	۰/۸۶	وضعیت مطلوب	
۶۶	۹۰	۶۰	۹۶/۲۶	۵۹	۶۴	۹۶/۰۳	۶۱/۶۲	نسبت موجود به مطلوب	

ادامه جدول ۲-

کارایی			بهره‌وری					کارایی و بهره‌وری	
AE	TE	EE	Techn	Tfp	Tech			شاخص	کد صنعت
					Mech	Sech	Tot		
۰/۴	۰/۸۳	۰/۵۳	۱/۴۰	۰/۷۵	۰/۵۵	۰/۹۸	۰/۵۳	۲۹	وضعیت موجود
۰/۸۶	۰/۹۷	۰/۸۳	۱/۶۷	۱/۱۹	۰/۶۸	۱/۰۴	۰/۷۱		وضعیت مطلوب
۷۴/۴۱	۸۶	۶۴	۸۴	۶۳/۵	۸۱	۹۴/۲۳	۷۵		نسبت موجود به مطلوب
۰/۴۳	۰/۷۸	۰/۳۴	۱/۴۰	۰/۷۹	۰/۶۷	۰/۸۱	۰/۵۴	۳۰	وضعیت موجود
۰/۶۲	۰/۸۸	۰/۵۴	۱/۶۰	۱/۲۱	۰/۸۰	۰/۹۴	۰/۷۵		وضعیت مطلوب
۶۹/۳۵	۸۹	۶۳	۸۷/۵۰	۶۲/۵	۸۲	۸۶/۱۷	۷۲		نسبت موجود به مطلوب
۰/۵۱	۰/۷۶	۰/۳۹	۱/۰۱	۰/۷۷	۰/۷۹	۰/۹۷	۰/۷۵	۳۱	وضعیت موجود
۰/۷۰	۰/۸۷	۰/۶۱	۱/۴۰	۱/۲۰	۰/۸۴	۱/۰۲	۰/۸۶		وضعیت مطلوب
۷۳	۸۷/۳۵	۶۴	۷۲/۱۴	۶۳/۵	۹۴/۰۴	۹۵/۰۹	۸۷/۲۰		نسبت موجود به مطلوب
۰/۴۹	۰/۷۸	۰/۳۸	۱/۰۱	۰/۷۶	۰/۹۰	۰/۸۱	۰/۷۳	۳۲	وضعیت موجود
۰/۶۲	۰/۹۴	۰/۵۸	۱/۲۶	۱/۱۵	۰/۹۸	۰/۹۳	۰/۹۱		وضعیت مطلوب
۷۹/۰۳	۸۳	۶۵	۷۲/۲۲	۶۴/۵۰	۹۲	۸۷/۰۱	۸۹/۱۷		نسبت موجود به مطلوب
۰/۵۴	۰/۸۷	۰/۴۷	۱/۰۷	۰/۷۶	۰/۶۹	۱/۰۱	۰/۷۰	۳۳	وضعیت موجود
۰/۷۷	۰/۹۸	۰/۷۶	۱/۳۴	۱/۲۰	۰/۷۸	۱/۱۵	۰/۸۹		وضعیت مطلوب
۷۰	۸۹	۶۳	۸۰	۶۲/۵۰	۸۸/۴۶	۸۸	۷۹		نسبت موجود به مطلوب
۰/۵۶	۰/۷۹	۰/۴۴	۱/۰۶	۰/۷۳	۰/۸۹	۰/۷۹	۰/۷۰	۳۴	وضعیت موجود
۰/۷۴	۰/۹۷	۰/۷۰	۱/۱۰	۱/۱۷	۱/۰۱	۱/۰۵	۱/۰۶		وضعیت مطلوب
۷۶	۸۱/۴۴	۶۴	۹۶/۳۶	۶۴	۸۸/۱۱	۷۵/۲۳	۶۶/۰۳		نسبت موجود به مطلوب
۰/۶۷	۰/۸۳	۰/۵۶	۱/۴۰	۰/۷۵	۰/۸۷	۰/۹۲	۰/۵۱	۳۵	وضعیت موجود
۰/۸۸	۰/۹۱	۰/۸۰	۱/۷۰	۱/۰۹	۱/۰۴	۱/۰۷	۱/۱۲		وضعیت مطلوب
۷۶	۹۱/۲۰	۷۱	۸۲/۳۵	۶۶/۵۰	۸۴	۸۶	۴۶		نسبت موجود به مطلوب

ادامه جدول ۲-

کارایی			بهره‌وری					کارایی و بهره‌وری	
AE	TE	EE	Techn	Tfp	Tech			شاخص	کد صنعت
					Mech	Sech	Tot		
۰/۳۰	۰/۷۰	۰/۲۱	۰/۹۱	۰/۵۱	۰/۶۷	۰/۸۰	۰/۵۴	وضعیت موجود	۳۶
۰/۸۵	۰/۹۳	۰/۷۹	۱/۷۸	۱/۸۲	۰/۹۸	۱/۰۴	۱/۰۲	وضعیت مطلوب	
۲۵	۷۵/۲۷	۲۸	۴۷/۳۹	۲۷/۵۰	۵۰/۴۷	۹۹/۸۳	۵۳	نسبت موجود به مطلوب	
۰/۵۲	۰/۸۱	۰/۴۲	۱/۱۲	۰/۶۹	۰/۷۳	۰/۸۶	۰/۶۱	وضعیت موجود	میانگین صنعت
۰/۷۷	۰/۹۴	۰/۷۳	۱/۴۲	۱/۲۰	۰/۸۸	۰/۹۹	۰/۸۷	وضعیت مطلوب	
۶۸	۸۶/۲۴	۵۹	۷۹/۵۰	۵۸	۸۳	۸۷	۷۰/۱۱	نسبت موجود به مطلوب	

تذکر: AE کارایی تخصیصی، TE کارایی فنی و EE کارایی کل

توجه: ۱۵- صنایع مواد غذایی و اشامیدنی، ۱۷- تولید منسوجات، ۱۸- تولید پوشاک- عمل آوردن و رنگ کردن، ۱۹- دباغی و عمل آوردن چرم، ۲۰- تولید چوب و محصولات چوبی، ۲۱- تولید کاغذ و محصولات کاغذی، ۲۲- انتشار چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده، ۲۳- صنایع تولید زغال کک- پالایشگاه‌های نفت، ۲۴- تولید مواد و محصولات شیمیایی، ۲۵- تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی، ۲۶- تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی، ۲۷- تولید فلزات اساسی، ۲۸- تولید محصولات فلزی و فابریکی بجز آهن، ۲۹- تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده، ۳۰- ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محاسباتی، ۳۱- تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق، ۳۲- تولید رادیو و تلویزیون، ۳۳- تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی، ۳۴- تولید و سایل نقلیه موتوری و تجهیزات حمل و نقل، ۳۵- تولید سایر وسایل حمل و نقل، ۳۶- تولید مبلمان و مصنوعات طبقه بندی شده.

ماخذ: یافته‌های پژوهش براساس نتایج آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر، مرکز آمار ایران سال‌های مختلف

بر اساس جدول (۲)، میانگین کارایی صنایع طی سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۹۴ برابر ۰/۴۲ بوده که نسبت به سطح مطلوب کارایی که ۰/۷۳ است، بسیار پایین است. به عبارت دیگر، نسبت کارایی موجود به مطلوب ۵۹ درصد است. این به آن معنی است که عدم کارایی صنایع کارخانه‌ای ایران حدود ۴۱ درصد است. تفکیک کارایی به کارایی فنی و تخصیصی نشان می‌دهد که عدم کارایی هم مربوط به پایین بودن کارایی فنی (۰/۱۹) و کارایی تخصیصی (۰/۴۸) است. نکته حائز اهمیت این است که عدم کارایی صنایع ایران طی سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۷۹ بیشتر ناشی از عدم کارایی تخصیصی است و به دلیل هزینه‌های نیروی کار و اجاره سرمایه در کشور ایران، انحراف از کارایی تخصیصی کاملاً آشکار است. افزایش

هزینه‌های عوامل تولیدی به پیروی از تورم و همچنین هزینه بالای تامین سرمایه در کشور در ناکارآمدی صنایع اثرگذار بوده است (محمودزاده، ۱۳۹۵). نسبت کارایی فنی و تخصیصی موجود به سطح مطلوب آن‌ها در صنایع کارخانه‌ای ایران به ترتیب ۸۶/۲۴ و ۶۸ درصد هستند. نکته قابل تامل در این برآورد این است که نه تنها کارایی فنی پایین است بلکه کارایی تخصیصی در سطح بسیار نازلی قرار دارد.

همانگونه که گفته شد عدم کارایی فنی دلالت بر پایین بودن سطح تکنولوژی و دانش فنی صنایع کارخانه‌ای ایران دارد، اما پایین بودن نسبت کارایی تخصیصی بر ضعف مدیریت و اختلال در کارکرد نظام قیمت گذاری در بازار دلالت می‌کند که متاثر از سیاست‌های پولی و ارزی دولت است.

یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد بالاترین سطح کارایی مربوط به صنایع تولیدکننده سایر وسایل حمل و نقل (۰/۵۶)، پالایشگاه‌های نفت و زغال کک، تولید مواد و محصولات شیمیایی و تولید فلزات اساسی و تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده (هریک ۰/۵۳) که مبین آن است که نسبت کارایی موجود به مطلوب به ترتیب ۷۱، ۷۰، ۶۰ و ۶۴ درصد بوده و پایین‌ترین سطح کارایی مربوط به صنایع تولید مبلمان (۰/۲۱)، دباغی و چرم ۰/۳۰ و تولید منسوجات و پوشاک (هر یک ۰/۳۵) که نشان‌دهنده سطح نازل کارایی موجود به مطلوب در این صنایع است. ضعیف بودن بخش‌های تولیدی ایران در تکنولوژی‌های پیشرفته تولید موجب می‌شود که مقدار کارایی صنایع کارخانه‌ای ایران نسبت به کارایی صنایع کشورهای پیشرفته صنعتی بسیار پایین باشد. در صنایع کارخانه‌ای کشورهای پیشرفته صنعتی به دلیل استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته در تولید، نیاز به دانش فنی بالاتر و نیروی متخصص وجود دارد که به ارتقای سطح فناوری کمک کند. این کشورها از طریق سرمایه‌گذاری در تکنولوژی جدید و افزایش بهره‌وری نیروی کار و سرمایه موجب افزایش تولید محصول، ذخیره نیروی انسانی، ارزش افزوده بیشتر و در نهایت کارایی بالاتر در صنایع مختلف را می‌شوند.

بررسی کارکرد کارایی و بهره‌وری در سطح صنایع مختلف کارخانه‌ای ایران مبین آن است که نسبت سطح کارایی موجود به مطلوب در صنایع کارخانه‌ای ایران بین ۲۸ تا ۷۱ درصد بوده که مبین آن است که در بهترین حالت ۶۹ درصد و در بدترین حالت حدود ۷۲ درصد عدم کارایی داشته‌اند. بدیهی است که پایین بودن کارایی تاثیر خود را بر بهره‌وری

عوامل تولید نیز نشان می‌دهد. همانگونه که از ستون‌های ۶، ۷ و ۸ جدول (۲) مشخص است میانگین بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع کارخانه‌ای ایران (۰/۶۹) که نشان‌دهنده نسبت بهره‌وری کل عوامل تولید موجود به سطح مطلوب است، برابر ۵۸ درصد است. به عبارت دیگر، با عدم بهره‌وری نزدیک به ۴۲ درصد مواجه بوده‌اند. بالاترین نسبت بهره‌وری کل عوامل تولید به ترتیب مربوط به صنایع ابزار پزشکی و اپتیکی (۰/۸۳)، صنایع شیمیایی (۰/۸۱) و ماشین‌آلات اداری و محاسباتی (۰/۷۹) و ماشین‌آلات مولد برق (۰/۷۷) هستند و گویای آن است که نسبت بهره‌وری کل عوامل تولید موجود به مطلوب به ترتیب برابر ۶۲/۵، ۶۹/۵، ۶۲/۵ و ۶۳/۵ درصد است. صنایعی که در این رابطه ضعیف‌ترین عملکرد را داشته‌اند، عبارتند از صنایع پوشاک (۰/۳۷)، مبلمان‌سازی (۰/۵۱)، منسوجات (۰/۵۳) و تولید دباغی و عمل آوردن چرم (۰/۵۸). نسبت بهره‌وری مطلوب به موجود در صنایع بیان شده به ترتیب ۳۰، ۲۷/۵، ۴۵ و ۵۰ درصد بوده که دلالت بر آن دارد که این صنایع در سطح پایینی از سطح بهره‌وری عوامل تولید قرار دارند. شواهد نشان می‌دهد رشد بهره‌وری در صنایع ایران با مشکل جدی همراه است. استفاده از فناوری‌های قدیمی و دسترسی دشوار به فناوری‌های جدید، پسرفت فناوری را برای صنایع تولیدی در پی داشته است به طوری که صنایع تولیدی حتی بدون در نظر گرفتن هزینه‌های عوامل تولید نیز از نظر فنی و استفاده بهینه از عوامل تولید (کارایی فنی) با مشکل روبه‌رو هستند که به دلیل به روز نبودن فناوری‌ها، امکان بهره‌برداری کامل از منبع تولید میسر نمی‌شود. افزون بر این، صنایع تولیدی در ایران از مزیت اقتصاد مقیاس نیز برخوردار نیستند و نتوانسته‌اند از اندازه صنایع بهره‌مند شوند.

۶-۲- ارتباط کارایی و بهره‌وری صنایع کارخانه‌ای ایران

با توجه به پایین بودن سطح کارایی و بهره‌وری در صنایع مختلف کارخانه‌ای ایران ممکن است این سوال مطرح شود که آیا بین این دو پیوند یا همبستگی وجود دارد؟ برای پاسخ به این سوال و وجود ارتباط معنادار بین کارایی و بهره‌وری با استفاده از ضریب همبستگی اسپیرمن این فرضیه مورد آزمون قرار گرفته و نتیجه حاصل در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳- ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن بین متغیرهای کارایی و بهره‌وری ایران در طی ۱۳۹۴-۱۳۷۴

۰/۶۵	وضعیت موجود	اماره I اسپیرمن
۰/۶۰	نسبت موجود به مطلوب	
*۳/۷۹	وضعیت موجود	آزمون t
*۳/۲۱	نسبت موجود به مطلوب	
۰/۰۰۱	وضعیت موجود	سطح معناداری
۰/۰۰۴	نسبت موجود به مطلوب	

* در سطح ۹۵ درصد معنی دار است.

منبع: یافته‌های پژوهش براساس نتایج امارگیری از کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر

نتایج در جدول (۳) نشان می‌دهد که ضریب همبستگی رتبه‌ای بین کارایی و بهره‌وری در صنایع مختلف نشان‌دهنده بالا بودن این نسبت و معنی دار بودن آن از نظر آماری است. این نتایج نشان‌دهنده وجود مشکلات جدی در صنایع کارخانه‌ای ایران است که باعث پایین آمدن بهره‌وری و سطح نازل کارایی در صنایع مختلف کارخانه‌ای شده است. به عبارت دیگر، کارایی و بهره‌وری در یک جهت حرکت کرده و بین آن‌ها همبستگی وجود دارد (هیلبراند^۱، ۱۹۸۴). پایین بودن سطح کارایی فنی، مبین عدم وجود فناوری، استفاده از فناوری‌های مستهلک و قدیمی و ضعف تکنولوژیکی صنایع تولیدی است. در حالی که ضعف کارایی تخصیصی بیشتر ناشی از بالا بودن هزینه تولید، شامل هزینه نیروی کار و سرمایه، بی‌ثباتی‌های پولی و ارزی و مشکلات مربوط به تحریم‌های بین‌المللی و دشواری تامین کالاهای واسطه‌ای است که موجب ناکارآمدی صنایع شده است. این مشکلات موجب کمی استفاده از ظرفیت تولیدی و بروز عارضه رکود تورمی در صنایع و کاهش سطح بهره‌وری عوامل تولید شده است.

۶-۳- تحلیل بازدهی نسبت به مقیاس صنایع کارخانه‌ای

بر اساس جدول (۴) میانگین میزان کارایی فنی صنایع با بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب ۰/۳۰ و ۰/۸۱ هستند. صنایعی که میزان کارایی فنی آن‌ها در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس پایین تر از متوسط کل کارایی فنی موجود صنایع است؛ شامل صنایع منسوجات، دباغی و عمل آوردن چرم، تولید کاغذ و محصولات کاغذی،

انتشار چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده، صنایع تولید زغال کک- پالایشگاه‌های نفت، تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی، تولید محصولات فلزی و فابریکی بجز آهن، تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده، تولید وسایل نقلیه موتوری و تجهیزات حمل و نقل است. فعالیت در بازده ثابت نسبت به مقیاس نشانگر فعالیت در مقیاس بهینه بلندمدت است.

در مدل بازده متغیر نسبت به مقیاس که به عنوان هدف کوتاه مدت می‌توان در نظر گرفت صنایعی که میزان کارایی فنی آن‌ها در حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس بالاتر از متوسط کل کارایی فنی موجود صنایع است، شامل: صنعت دباغی و عمل آوردن چرم، تولید کاغذ و محصولات کاغذی، انتشار چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده، صنایع تولید زغال کک- پالایشگاه‌های نفت، تولید مواد و محصولات شیمیایی، تولید فلزات اساسی، تولید محصولات فلزی و فابریکی بجز آهن، تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده، تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی، تولید سایر وسایل حمل و نقل.

اکثر صنایع مختلف کارخانه‌ای ایران در بازدهی کاهشی نسبت به مقیاس فعالیت دارند به طوری که اگر فعالیت‌های خود را با افزایش استفاده از نهاده‌ها توسعه دهند، کارایی آن‌ها کاهش خواهد داشت و در نتیجه توسعه و گسترش خدمات صنایع مختلف برای این گروه از صنایع تنها با سیاست گسترش استفاده از نهاده‌ها، سیاست کارایی نخواهد بود. در مقایسه با صنایع مختلف در وضعیت مطلوب، اکثر صنایع ناکارا در شرایط بازده افزایشی نسبت به مقیاس با توسعه و گسترش خدمات صنایع با به‌کارگیری نهاده‌ها بیشتر، می‌توانند تاثیر مثبتی بر میزان کارایی خود به جای گذارند. در مجموع اکثریت صنایع مورد بررسی در مدل بازده متغیر به مقیاس در وضعیت موجود و مطلوب ناکارا هستند و آن‌ها باید برای استفاده از نهاده‌های موجود در برنامه‌های تولیدی خود تجدید نظر کنند.

هر ۲۱ صنایع کارخانه‌ای ایران در حالت بازده نسبت به مقیاس نزولی عمل می‌کنند. همچنین صنایع در وضعیت مطلوب که در شرایط بازده نسبت به مقیاس فعالیت می‌کنند باید سطح تولید خود را افزایش دهند. به عبارت دیگر، پس از تعدیل بهینه تمامی نهاده‌ها، هزینه متوسط هر واحد تولید می‌تواند به وسیله افزایش اندازه بنگاه کاهش یابد به طوری که در حالت بازده فزاینده نسبت به مقیاس، نسبت افزایش در محصول، بیشتر از افزایش در نهاده‌ها است. با فرض ثابت بودن قیمت تمامی عوامل تولید، این امر باعث حرکت روی

منحنی هزینه متوسط خواهد شد. به عبارت دیگر، هزینه واحد تولیدی، پس از تعدیل تمامی نهاده‌ها می‌تواند به وسیله افزایش اندازه واحد تولیدی کاهش یابد. عوامل تکنولوژیکی و عامل تخصص و تقسیم کار به تولیدکنندگان امکان می‌دهد که از طریق بسط مقیاس تولید، هزینه واحد تولید را کاهش دهند. افزایش و گسترش سطح تولید توجیه اقتصادی همراه است. صناعی که در شرایط بازده نزولی نسبت به مقیاس فعالیت می‌کنند باید برای بهبود وضعیت خود سطح فعالیت خود را کاهش دهند.

جدول ۴- مقایسه متوسط کارایی فنی و بازدهی نسبت به مقیاس در وضعیت موجود و مطلوب صنایع

کارخانه‌ای طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۷۴

نسبت کارایی فنی موجود به مطلوب در CRS	نوع بازدهی	کارایی مقیاس-مطلوب	کارایی فنی مطلوب VRS	کارایی فنی مطلوب CRS	نوع بازدهی	کارایی مقیاس-موجود	کارایی فنی موجود VRS	کارایی فنی موجود CRS	شاخص / کد صنعتی
۶۳	صعودی	۰/۵۷	۰/۹۵	۰/۵۴	نزولی	۰/۴۴	۰/۷۸	۰/۳۴	۱۵
۴۸	صعودی	۰/۶۲	۰/۹۷	۰/۶۰	نزولی	۰/۳۹	۰/۷۵	۰/۲۹	۱۷
۵۳	صعودی	۰/۶۰	۰/۹۶	۰/۵۸	نزولی	۰/۴۴	۰/۷۱	۰/۳۱	۱۸
۴۳	صعودی	۰/۵۷	۰/۹۸	۰/۵۶	نزولی	۰/۲۸	۰/۸۷	۰/۲۴	۱۹
۵۰	صعودی	۰/۶۳	۰/۹۵	۰/۶۰	نزولی	۰/۳۸	۰/۷۸	۰/۳۰	۲۰
۵۶	صعودی	۰/۵۶	۰/۹۰	۰/۵۰	نزولی	۰/۳۲	۰/۸۸	۰/۲۸	۲۱
۴۳	صعودی	۰/۶۵	۰/۹۳	۰/۶۰	نزولی	۰/۳۰	۰/۸۷	۰/۲۶	۲۲
۴۵	صعودی	۰/۵۳	۰/۹۶	۰/۵۱	نزولی	۰/۲۷	۰/۸۹	۰/۲۳	۲۳
۵۸	صعودی	۰/۵۵	۰/۹۷	۰/۵۳	نزولی	۰/۴۰	۰/۸۶	۰/۳۱	۲۴
۵۰	صعودی	۰/۵۸	۰/۹۶	۰/۵۲	نزولی	۰/۳۳	۰/۷۸	۰/۲۶	۲۵
۵۲	صعودی	۰/۵۹	۰/۸۹	۰/۵۸	نزولی	۰/۳۴	۰/۷۸	۰/۳۰	۲۶
۶۰	صعودی	۰/۶۳	۰/۹۸	۰/۶۱	نزولی	۰/۴۳	۰/۸۹	۰/۳۷	۲۷

ادامه جدول ۴-

نسبت کارایی فنی موجود به مطلوب در CRS	نوع بازدهی	کارایی مقیاس-مطلوب	VRS کارایی فنی مطلوب	CRS کارایی فنی مطلوب	نوع بازدهی	کارایی مقیاس-موجود	VRS کارایی فنی موجود	CRS کارایی فنی موجود	شاخص / کد صنعتی
۴۵	صعودی	۰/۶۲	۰/۹۷	۰/۶۰	نزولی	۰/۳۳	۰/۸۷	۰/۲۷	۲۸
۴۹	صعودی	۰/۵۸	۰/۹۷	۰/۵۱	نزولی	۰/۳۲	۰/۸۳	۰/۲۵	۲۹
۴۳	صعودی	۰/۷۹	۰/۸۸	۰/۶۹	نزولی	۰/۳۹	۰/۷۸	۰/۳۰	۳۰
۷۶	صعودی	۰/۵۹	۰/۸۷	۰/۵۵	نزولی	۰/۵۴	۰/۷۶	۰/۴۲	۳۱
۵۸	صعودی	۰/۶۱	۰/۹۴	۰/۶۰	نزولی	۰/۴۰	۰/۷۸	۰/۳۵	۳۲
۶۲	صعودی	۰/۵۲	۰/۹۸	۰/۵۰	نزولی	۰/۳۹	۰/۸۷	۰/۳۱	۳۳
۴۳	صعودی	۰/۶۹	۰/۹۷	۰/۶۳	نزولی	۰/۳۳	۰/۷۹	۰/۲۷	۳۴
۵۴	صعودی	۰/۶۳	۰/۹۱	۰/۵۹	نزولی	۰/۴۶	۰/۸۳	۰/۳۲	۳۵
۵۹	صعودی	۰/۶۰	۰/۹۳	۰/۵۶	نزولی	۰/۴۱	۰/۷۰	۰/۳۳	۳۶
۵۳	صعودی	۰/۶۱	۰/۹۴	۰/۵۷	نزولی	۰/۳۷	۰/۸۱	۰/۳۰	میانگین

ماخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج به دست آمده، کارایی فنی موجود ۲۱ صنایع کارخانه‌ای مورد بررسی، بیشتر از ۷۰ درصد و کمتر از ۹۰ درصد بوده است. بیشترین درصد صنایع در فاصله کارایی تخصیصی موجود ۷۰-۵۰ درصد است. بیشترین درصد صنایع در فاصله کارایی کل موجود ۵۰-۰ درصد و در کارایی فنی مطلوب، بیشترین درصد صنایع در فاصله ۹۰-۷۰ درصد است. بیشترین درصد نسبت کارایی فنی موجود به کارایی فنی مطلوب صنایع در فاصله ۷۰-۵۰ درصد و کمترین درصد صنایع در فاصله ۱۰۰-۹۰ درصد است.

جدول ۵- توزیع فراوانی صنایع کارخانه‌ای در سطوح مختلف کارایی موجود و مطلوب

سطوح کارایی (درصد)						
۹۰-۱۰۰	۷۰-۹۰	۵۰-۷۰	۰-۵۰			
۰	۱۴	۶۷	۱۹	درصد	EE	نسبت کارایی (۱/۲)
۰	۳	۱۴	۴	تعداد		
۲۸	۷۱	۰	۰	درصد	TE	
۶	۱۵	۰	۰	تعداد		
۰	۵۲	۴۳	۵	درصد	AE	
۰	۱۱	۹	۱	تعداد		
۹	۶۲	۲۸	۰	درصد	EE	کارایی مطلوب (۲)
۲	۱۳	۶	۰	تعداد		
۸۶	۱۴	۰	۰	درصد	TE	
۱۸	۳	۰	۰	تعداد		
۵	۷۶	۱۹	۰	درصد	AE	
۱	۱۶	۴	۰	تعداد		
۰	۰	۲۴	۷۶	درصد	EE	کارایی موجود (۱)
۰	۰	۵	۱۶	تعداد		
۰	۱۰۰	۰	۰	درصد	TE	
۰	۲۱	۰	۰	تعداد		
۰	۵	۵۷	۳۸	درصد	AE	
۰	۱	۱۲	۸	تعداد		

ماخذ: یافته‌های پژوهش

۶-۴- محاسبه سهم عوامل موثر بر نسبت کارایی موجود به مطلوب

در این مطالعه از تبدیلات کاکس و باکس^۱ برای متغیرهای توضیحی استفاده شده است. برای از بین بردن فاصله داده‌ها در متغیرهای مستقل و نرمال‌سازی آن‌ها از مدل نیمه‌لگاریتمی از نوع خطی-لگاریتمی استفاده شده است که در رابطه (۲۵) بیان می‌شود.

$$Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 \ln X_{it} + u_{it} \quad (25)$$

1- Box-Cox Transformation

در رابطه (۲۵)، ضریب زاویه، تغییر مطلق در متغیر وابسته را به ازای یک تغییر نسبی در متغیر توضیحی اندازه‌گیری می‌کند و با فرض ثابت بودن سایر متغیرها، ضریب زاویه به دست آمده برای یک متغیر خاص X_i نشان‌دهنده تغییر یک درصدی در مقدار X_i باعث به وجود آمدن تغییری به مقدار درصد $(\frac{1}{y} \times \beta_i)$ و به طور نسبی در متغیر وابسته خواهد شد (گجراتی، ۱۳۸۸). i نشانگر صنایع مختلف و t سال را نشان می‌دهد. از روش رگرسیون سانسور^۱ شده جهت تعیین رابطه ریاضی بین متغیرهای مستقل و وابسته در مطالعه حاضر استفاده شده است تا از طریق آن بتوان کمیت متغیری مجهول را با استفاده از متغیر معلوم تعیین کرد. به عبارت دیگر، از طریق رگرسیون سانسور شده به تعیین عوامل موثر بر کارایی کل پرداخته شده است. در این فرآیند برای متغیر وابسته، شرط کارایی (EF) که به صورت رابطه $1 \leq EF \leq 0$ را اعمال خواهیم کرد. مدل ارائه شده در رابطه (۵) با استفاده از مدل داده‌های ترکیبی برآورد می‌شود. قبل از تخمین مدل ترکیبی از آزمون مانایی استفاده شده که تمام متغیرها در سطح صفر مانا هستند. در داده‌های ترکیبی از آزمون F لیمر برای انتخاب بین روش‌های داده‌های تابلویی و داده‌های تلفیقی استفاده می‌شود. اگر F لیمر محاسبه شده از F لیمر جدول کوچک‌تر باشد از داده‌های تابلویی و در غیر این صورت از داده‌های تلفیقی استفاده خواهد شد و برای تعیین اینکه آیا عرض از مبدا داده‌های تابلویی به صورت اثرهای ثابت یا اینکه به صورت تصادفی عمل می‌کند از آزمون هاسمن استفاده می‌شود. در بررسی رابطه بین متغیرها مطالعه حاضر به برآورد رابطه (۲۵) که یک مدل رگرسیونی چند متغیره است، پرداخته شد. متغیر مستقل در این مدل ارزش افزوده، نیروی کار، سرمایه و متغیر وابسته نیز کارایی کل است.

در جدول (۶) نتایج آزمون F لیمر نشان داد که داده‌های مدل از نوع تابلویی هستند و مقدار این آماره $12/87$ است که کمتر از مقدار F مربوط به جدول است. همچنین مقدار احتمال مربوطه به این آماره صفر است. بنابراین، فرض صفر آزمون مبنی بر تلفیقی بودن داده‌ها رد می‌شود. بنابراین، داده‌ها از نوع تابلویی با اثر تصادفی است.

جدول ۶- آزمون F لیمر

آماره	مقدار	P-value
F لیمر	۱۲/۸۷	۰/۰۰۰

ماخذ: یافته‌های پژوهش

در جدول (۷) نتایج برآورد مدل توییت با داده‌های پانل نشان داده است. نتایج نشان می‌دهد که تاثیر سه عامل تشکیل سرمایه، ارزش سوخت مصرفی و ارزش افزوده در نسبت کارایی کل موجود و مطلوب صنایع مختلف ایران مثبت و معنی‌دار است. به عبارت دیگر، افزایش هر کدام از سه عامل (با فرض ثابت بودن سایر متغیرها) باعث افزایش در نسبت کارایی کل موجود و مطلوب متناسب با اندازه مقادیر به دست آمده برای ضرائب رگرسیونی است. در حالی که اثر نیروی کار در نسبت کارایی کل موجود و مطلوب منفی است. به عبارت دیگر، کاهش نیروی کار (با فرض ثابت بودن سایر متغیرها) باعث کاهش در نسبت کارایی کل موجود و مطلوب متناسب با اندازه مقادیر بدست آمده برای ضرائب رگرسیونی است.

جدول ۷- نتایج تخمین مدل رگرسیون توییت با استفاده از روش داده‌های تابلویی توییت با اثر تصادفی

متغیر	ضرائب	آماره Z	p-value
عرض از مبدا	۰/۸۹	-۵/۶۵	۰/۰۰۰
لگاریتم نیروی کار	-۰/۹۸	-۱/۵۴	۰/۰۰۶
لگاریتم سرمایه	۱/۰۶	-۳/۷۶	۰/۰۰۷
لگاریتم ارزش سوخت مصرفی	۰/۷۹	-۲/۵۶	۰/۰۰۳
لگاریتم ارزش افزوده	۱/۸۳	۲/۳۴	۰/۰۰۱
آماره والد			
احتمال آماره والد			
آماره لگاریتم درستمایی			
۵۶/۹۸			
۰/۰۰۰			
۴۳۵/۷۶			

ماخذ: یافته‌های پژوهش

در جدول (۷) برای محاسبه حساسیت و کشش می‌توان با تقسیم ضرائب بر میزان میانگین متغیر وابسته برابر ۵۳ در صد محاسبه کرد. از بیشترین به کمترین سهم تاثیر از میان متغیرهای ورودی به ترتیب نیروی کار، ارزش افزوده، ارزش سوخت و تشکیل سرمایه

است که با فرض ثابت بودن سایر متغیرها با افزایش یک درصدی در مقدار متغیرهای ارزش افزوده، ارزش سوخت و تشکیل سرمایه باعث افزایش نسبی نرخ کارایی به ترتیب به میزان ۰/۰۳، ۰/۰۱، ۰/۰۲، ۰/۰ در صد است. همچنین کمترین سهم تاثیرگذار نیروی کار بر نرخ کارایی است که با فرض ثابت بودن سایر متغیرها، افزایش یک درصدی در مقدار این متغیر به ترتیب باعث کاهش نسبی نرخ کارایی به میزان ۰/۰۲ درصد است.

۷- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

هدف این تحقیق برآورد و ارزیابی میزان کارایی موجود با مطلوب و بهره‌وری موجود با مطلوب در صنایع کارخانه‌ای ایران بوده است. برای این منظور با استفاده از داده‌های سری زمانی کدهای ISIC صنایع کارخانه‌ای ایران با کمک مدل تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم کوئیست طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۷۴ برآورد شد. همچنین به بررسی عوامل موثر بر نسبت کارایی موجود و مطلوب با استفاده از روش توییت با داده‌های تابلویی پرداخته شده است.

نتایج مطالعه نشان می‌دهد میانگین کارایی کل صنایع کارخانه‌ای ایران برابر با ۰/۴۲ و در مقایسه با میانگین کارایی کشورهای توسعه یافته که به‌عنوان کارایی مطلوب در نظر گرفته شده بسیار پایین است به طوری که میانگین کارایی کل صنایع نسبت به سطح مطلوب در بهترین حالت ۵۹ درصد بوده است. بیشتر عدم کارایی ناشی از عدم کارایی تخصیص (۰/۵۲) بوده است.

از نظر کارایی تخصیصی دباغی و عمل آوردن چرم، تولید کاغذ و محصولات کاغذی و صنعت مبلمان با میزان ناکارایی‌های تخصیصی ۶۶، ۵۸ و ۷۰ درصد در وضعیت نامناسبی در تخصیصی نهاده‌های خود با توجه به قیمت آن‌ها قرار دارند.

بیشترین و کمترین کارایی فنی موجود به ترتیب مربوط به صنایع تولید سایر وسایل حمل و نقل و مبلمان به میزان ۰/۵۶ و ۰/۲۱ است.

در این تحقیق مشخص شد که پایین بودن کارایی فنی و تخصیصی با پایین بودن بهره‌وری عوامل تولید کاملاً منطبق است، چراکه میانگین بهره‌وری عوامل تولید (۰/۶۹) بسیار پایین بوده به طوری که نسبت بهره‌وری کل عوامل تولید موجود به سطح بهره‌وری عوامل تولید مطلوب ۵۸ درصد بوده است. بالاترین نسبت بهره‌وری کل عوامل تولید به

ترتیب مربوط به صنایع ابزار پزشکی و اپتیکی (۰/۸۳)، صنایع شیمیایی (۰/۸۱) و ماشین‌آلات اداری و محاسباتی (۰/۷۹) و ماشین‌آلات مولد برق (۰/۷۷) بوده که گویای آن است که نسبت بهره‌وری کل عوامل تولید موجود به مطلوب ۶۲/۵ درصد، ۶۹/۵ درصد، ۶۲/۵ درصد و ۶۳/۵ درصد هستند. صنایعی که در این رابطه ضعیف‌ترین عملکرد را داشته‌اند، عبارتند از: صنایع پوشاک (۰/۳۷)، مبل‌ساز (۰/۵۱)، منسوجات (۰/۵۳) و تولید دباغی و عمل آوردن چرم (۰/۵۸).

نسبت بهره‌وری مطلوب به موجود در صنایع یاد شده به ترتیب ۳۰، ۲۷/۵، ۴۵ و ۵۰ درصد بوده است که بر آن دلالت می‌کند که این صنایع در سطح پایینی از سطح بهره‌وری عوامل تولید قرار دارند.

در این تحقیق همچنین برای نشان دادن اینکه آیا صنایعی که کارایی پایین داشته‌اند با پایین بودن سطح بهره‌وری همراه بوده است یا خیر از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شده است.

نتیجه مطالعه فرضیه تحقیق را مبنی بر همبستگی بین پایین بودن کارایی و بهره‌وری در صنایع کارخانه‌ای ایران وجود داشته و این همبستگی از نظر آماری معنی دار بوده است (۹۵ درصد). تاثیر سه عامل تشکیل سرمایه، ارزش سوخت مصرفی و ارزش افزوده در نسبت کارایی کل موجود و مطلوب صنایع مختلف ایران اثر مثبت و معنی دار است در حالی که اثر نیروی کار در نسبت کارایی کل موجود و مطلوب منفی است.

مشخص شد که میزان حساسیت و کشش از بیشترین به کمترین سهم تاثیر از میان متغیرهای ورودی به ترتیب نیروی کار، ارزش افزوده، ارزش سوخت و تشکیل سرمایه است که با فرض ثابت بودن سایر متغیرها با افزایش یک درصدی در مقدار متغیرهای ارزش افزوده، ارزش سوخت و تشکیل سرمایه باعث افزایش نسبی نرخ کارایی به ترتیب به میزان ۰/۰۳، ۰/۰۱، ۰/۰۲، ۰/۰۰ در صد است. همچنین کمترین سهم تاثیرگذار نیروی کار بر نرخ کارایی است که با فرض ثابت بودن سایر متغیرها، افزایش یک درصدی در مقدار این متغیر به ترتیب باعث کاهش نسبی نرخ کارایی به میزان ۰/۰۲ درصد است.

یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد پایین بودن کارایی و بهره‌وری در صنایع کارخانه‌ای ایران به عنوان یک عامل تضعیف‌کننده توان رقابت‌مندی تولیدات داخلی در مقابل محصولات مشابه خارجی از یک طرف بوده و باعث افزایش هزینه و قیمت در بازار داخلی

از طرف دیگر می‌شود. در نتیجه ارتقای کارایی و بهره‌وری صنایع کارخانه‌ای ایران امری اجتناب‌ناپذیر بوده و لازم است برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران به این مساله توجه خاصی معطوف کنند.

شواهد نشان می‌دهد رشد بهره‌وری در صنایع ایران با مشکل جدی همراه است. استفاده از فناوری‌های قدیمی و دسترسی دشوار به فناوری‌های جدید، پسرقت فناوری را برای صنایع تولیدی در پی داشته است.

شواهد نشان می‌دهد صنایع تولیدی حتی بدون در نظر گرفتن هزینه‌های عوامل تولید نیز از نظر فنی و استفاده بهینه از عوامل تولید (کارایی فنی) با مشکل روبه‌رو هستند. به نظر می‌رسد به دلیل به روز نبودن فناوری‌ها، امکان بهره‌برداری کامل از منابع تولید میسر نمی‌شود. افزون بر این، صنایع تولیدی در ایران از مزیت اقتصاد مقیاس نیز برخوردار نیستند و نتوانسته‌اند از اندازه صنایع سودمند شوند.

با توجه به هزینه‌های نیروی کار و اجاره سرمایه در کشور، انحراف از کارایی تخصیصی کاملاً آشکار است. افزایش هزینه‌های نیروی به پیروی از تورم و همچنین هزینه بالای تامین سرمایه در کشور در ناکارآمدی صنایع اثرگذار بوده است. بر این اساس، فراهم کردن زمینه برای تامین کالاهای واسطه‌ای سرمایه‌ای، همکاری با شرکت‌های بین‌المللی، کاهش هزینه تامین سرمایه با کنترل نرخ تورم و هدایت سرمایه‌ها به سمت تولید، انعطاف‌پذیری بازار کار و افزایش مهارت‌های نیروی انسانی و تمرکز بر صنایع کوچک و متوسط در افزایش کارایی بنگاه‌های اقتصادی موثر واقع خواهد شد.

منابع

- احمدی، اسمعیل، زاینده رودی، محسن، ریسپور، علی، شکیبایی، علیرضا (۱۳۹۶). بررسی کارایی نظام مالیاتی استان‌های کشور به تفکیک پایه‌های مالیاتی با رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، دوره ۲۲، شماره ۷۳، ۱۰۶-۸۳.
- اسدی مهماندوست، الهه، بزازان، فاطمه، موسوی، میرحسین (۱۳۹۷). محاسبه بهره‌وری و کشف جانشینی بخش صنعت اقتصاد ایران، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، دوره ۲۳، شماره ۷۴، ۳۲-۱.
- آذر، عادل و مومنی، منصور (۱۳۹۸). آمار و کاربرد آن در مدیریت، چاپ ۲۴، تهران، انتشارات سمت.
- آزادی نژاد، علی (۱۳۹۳). بررسی عواملی موثر بر در کارایی فنی بخش صنعت استان‌های کشور با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها. *فصلنامه تحقیقات اقتصادی*، شماره ۳، ۱۸۸-۱۷۳.
- امامی میبدی، علی (۱۳۷۹). *اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری*. موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.
- رضایی، مهدی، ولدبگی، حسن و عقوبی منطری، پریسا (۱۳۹۳). بهره‌وری بنگاه‌های منتخب تولید فولاد ایران: رویکرد مالم کوئیست، *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، شماره ۱۲، ۳۱۱-۳۳۰.
- زارعی، حیدر، یوسفی، ساموئل و محمودی، محمود (۱۳۹۶). اندازه‌گیری کارایی فنی کارگاه‌های صنعتی بیشتر از ده نفر کارکن در ایران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، *فصلنامه تحقیق در عملیات در کاربردهای آن*، سال چهاردهم، شماره ۲، ۱۸-۱.
- شهیکی تاش، محمدنبی، طاهرپور، جواد و شیوایی، الهام (۱۳۹۳). ارزیابی عوامل موثر بر ناکارایی فنی صنایع کارخانه‌ای ایران (رهیافت تابع مرزی تصادفی و روش حداکثر درست‌نمایی)، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، شماره ۵۲، ۴۷-۲۷.
- شهیکی تاش، محمد نبی و یعقوبی، نورمحمد (۱۳۹۲). ارزیابی کارایی فنی صنایع کارخانه‌ای ایران با استفاده از تابع حداکثر درست‌نمایی (MLE). *مجله پژوهش‌های مدیریت در ایران*، دوره ۲، شماره ۱۸، ۱۲۵-۱۰۱.
- علی‌پور، محمد صادق و هژبر کیانی، کامبیز (۱۳۹۱). اندازه‌گیری و تحلیل شاخص مالم کوئیست برای صنایع فلزات اساسی ایران، *مجله علوم اقتصادی*، شماره ۲۰، ۱۴۶-۱۲۷.

- غفاری، وحید (۱۳۹۶). مقایسه کارایی و بهره‌وری در صنایع کارخانه‌ای ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده اقتصاد علامه طباطبائی.
- گجراتی، دامور (۱۳۸۸). *مبانی اقتصاد سنجی* (جلد اول و دوم)، ترجمه دکتر حمید ابریشمی، موسسه انتشارات دانشگاه تهران.
- مرکز آمار ایران، نتایج آمارگیری از کارگاه‌های بزرگ صنعتی کشور، نشریات سالهای ۹۴-۱۳۷۰.
- گلی، یونس، دل‌انگیزان، سهراب و فلاحتی، علی (۱۳۹۸). برآورد کارایی تولید و عوامل موثر بر آن در استان‌های ایران. *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران* شماره ۸۷، ۲۲۱-۱۹۵.
- یوسفی، محمدقلی (۱۳۸۲). *اقتصاد صنعتی*، تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی. چاپ اول، ۳۰۴-۲۵۷.
- یوسفی، محمدقلی (۱۳۹۶). *خطاهای فکری در علم اقتصاد*، تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی، ۲۰-۱۵.
- یوسفی، حاجی آباد (۱۳۹۵). ارزیابی بهره‌وری صنایع کارخانه‌ای ایران، *مجله علمی-پژوهشی سیاست‌گذاری اقتصادی*، شماره ۱۵، ۱۷۴-۱۵۳.
- Ark, B. and D. Pilat (1993). Productivity Levels in Germany, Japan, and the United States: Differences and Causes, *Brookings Papers: Microeconomics*, 1993(2), 1-69
- Asid, R. (2010). The technical efficiency analyses of manufacturing sector in Malaysia: Evidence from the First Industrial Master Plan. *Journal of Asian Social Science*. 6(2), 99.
- Barasa, L.; P. Vermeulen, J. Knobon, B. Kinyanjui and P. Kimuyu (2019). Innovation inputs and efficiency: Manufacturing firms in Sub Saharan Africa, *European Journal of Innovation Management*, 22, 1, 59-83.
- Banker, R. D; A. Charnes and W.W. Cooper (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science Journal*, 30(9), 1078-1092.
- Charnes, A; W. W. Cooper and E. Rhodes, (1978), Measuring the efficiency of decision making Units, *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429- 444.
- Deb, A. and S. Ray (2013). Economics reforms and total factor productivity growth of Indian manufacturing : An Inter-state analysis, *Working Paper* ,University of Connecticut, 1.
- Farrel, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 253- 281.
- Fuentes, J; H. Fuente-Mella and V. Leiva, V. (2019). Econometric modeling of productivity and technical efficiency in the Chilean manufacturing industry. *Computers & Industrial Engineering*, S0360- 8352(19)30209-8.
- Hillebrandt, P. (1984). Productivity and efficiency of manpower. *Journal of Analysis*

of the British Construction Industry, 221-237 .

Nasir, M and H. Sofyan, (2018). The efficiency of manufacturing sector: Empirical evidence from Aceh Province Indonesia. *Indonesian Journal of Business and Entrepreneurship*, 4(1), 55-55.

Neil Baily, M, and H. Gersbach (1995). Efficiency in manufacturing and the need for global completion, Brokking Paper: *Microeconomics*, 307- 358.

World Bank. (2017). World Development Indicators, Washington.Dc.

World Bank. (2018). World Development Indicators, Washington.Dc.

