

فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی  
سال بیست و دوم، شماره ۷۲، زمستان ۱۳۹۳، صفحات ۴۸-۲۳

## اثر صادرات بر کارایی فنی زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی (رویکرد تابع تولید مرز تصادفی و داده‌های تابلویی پویا)

حسین اصغرپور

دانشیار اقتصاد دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول)

asgharpurh@yahoo.com

خلیل جهانگیری

استادیار اقتصاد دانشگاه ارومیه

kh.jahangiri@urmia.ac.ir

حسن عبدی

دانشجوی دکترای اقتصاد دانشگاه تبریز

hassanabdi77@yahoo.com

امروزه با توجه به کمیابی عوامل تولید و نیازهای نامحدود بشر می‌بایست بر استفاده بهینه از منابع موجود و دسترسی به نرخ رشد‌های بالاتر بهره‌وری و کارایی تأکید بیشتری شود تا از این طریق اهداف توسعه ملی عملی گردد. در این ارتباط یکی از عواملی که سبب افزایش کارایی می‌شود ورود به بازارهای خارجی و رونق صادرات است. در این راستا، هدف اصلی این مطالعه بررسی تأثیر صادرات بر کارایی ۱۵ زیربخش صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی در سطح کدهای ۴ رقمی طی دوره (۱۳۷۹-۱۳۸۸) است. در این راستا، ابتدا کارایی فنی زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی به روش تابع تولید مرز تصادفی (SFPF) تخمین زده شد، به طوری که متوسط کارایی فنی در سطح زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی طی این دوره ۰/۷۷ می‌باشد، سپس با استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی پویا (DPD) به تخمین مدل پرداخته شد و نتایج برآورد نشان می‌دهد که صادرات، واردات فناوری خارجی، سرمایه انسانی و اندازه بنگاه تأثیر مثبت و معناداری بر کارایی زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی اقتصاد ایران دارند.

طبقه‌بندی JEL: C10, D24, F14

واژه‌های کلیدی: صادرات، کارایی فنی، صنایع شیمیایی و فلزات اساسی، تابع تولید مرز تصادفی، داده‌های تابلویی پویا.

## ۱. مقدمه

امروزه استراتژی رشد مثبتی بر صادرات طرفداران بسیاری یافته است. تجارت خارجی با افزایش تنوع و کیفیت نهادهای واسطه‌ای، انتقال و گسترش دانش، آثار یادگیری در حین عمل و افزایش اندازه بازارها کارایی و رشد اقتصادی را تحریک می‌کنند. به عبارت دیگر، افزایش صادرات و واردات از طریق باز شدن اقتصاد داخلی بر تجارت خارجی منجر به رقابت بیشتر می‌شود و آثار مثبتی بر سطح کارایی و کیفیت و تنوع محصولات آنها می‌گذارد؛ زیرا با گسترش رقابت نگاه‌های داخلی ترغیب می‌شوند تا با کارایی بیشتری از منابع موجود استفاده کنند و بهره‌وری خود را بهبود می‌بخشند.

کارایی فنی بیانگر این است که یک واحد تصمیم‌گیرنده به چه نحوی از منابع موجود خود در راستای تولید نسبت به بهترین عملکرد ممکن در یک مقطع از زمان استفاده نموده است (پیرس، ۱۹۹۶). به عبارت دیگر، شرط لازم برای کارایی فنی تولید این است که عوامل تولید به‌طور کامل و بهینه مورد استفاده قرار گیرند (عبادی، ۱۳۷۲). مطالعه تولید کشورهای توسعه‌یافته نشان می‌دهد که فعالیت‌های تولیدی وابستگی بسیاری به سطح کارایی فنی دارند و این کشورها در برنامه‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت خود به افزایش سطح کارایی فنی توجه بسیاری دارند. به این دلیل تولید این کشورها حتی بدون افزایش نهادهای تولیدی به‌طور مداوم در حال پیشرفت بوده و این پیشرفت‌ها به‌نوبه خود باعث رشد و توسعه اقتصادی می‌گردند. تجربه این کشورها نشان می‌دهد با توجه به کمیابی منابع و عوامل تولید و نیازهای نامحدود مردم این کشورها تکیه بیشتر می‌بایست در جهت استفاده بهینه از منابع موجود و دسترسی به نرخ‌های رشد بالاتر بهره‌وری و کارایی باشد تا از این طریق بتوانند اهداف توسعه کشورشان را عملی نمایند. در مقابل، در کشورهای در حال توسعه مانند ایران مهم‌ترین مسئله کمبود سرمایه و تولید و رشد اقتصادی اندک است و یکی از ریشه‌ها و دلایل عمده چنین وضعیتی پایین بودن سطح کارایی فنی و بهره‌وری در تولید و عدم استفاده بهینه از عوامل تولید است، به طوری که این کشورها هر ساله مقادیر بسیاری تکنولوژی خارجی وارد می‌کنند و از سویی دارای منابع خدادادی فراوانی هستند، اما در استفاده بهینه از این منابع کمبودهای بسیاری دارند، بنابراین دستیابی به تولید بیشتر و رشد اقتصادی بالاتر بدون افزایش امکانات فیزیکی و مصرف نهاده‌ها از جمله سرمایه تنها از طریق افزایش کارایی فنی و بهبود عملکرد امکان‌پذیر است.

با توجه به گستردگی و میزان اشتغال‌زایی بالا اهمیت و سهم عمده صادرات محصولات شیمیایی و فلزات اساسی در سبد صادرات کالاهای صنعتی در سطح کشور<sup>۱</sup> و با توجه به وفور نسبی عوامل و نهاده‌های تولیدی همچون منابع طبیعی خدادادی، نیروی کار و ... در کشور و نتایج مطالعات اخیر در زمینه مزیت نسبی در صنایع کشور<sup>۲</sup> می‌توان بیان نمود که صنایع محصولات شیمیایی و فلزات اساسی جزء صنایع مزیت‌دار کشور هستند.

با توجه به اهمیت کارایی فنی در زیربخش‌های محصولات شیمیایی و فلزات اساسی کشور در مطالعه حاضر تلاش می‌شود ابتدا کارایی فنی زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی با استفاده از رویکرد تابع تولید مرز تصادفی برآورد گردد، سپس با استفاده از رهیافت داده‌های تابلویی پویا نقش صادرات بر کارایی فنی زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی بر حسب طبقه‌بندی بین‌المللی فعالیت‌های صنعتی (ISIC)<sup>۳</sup> طی دوره (۱۳۷۹-۱۳۸۸) مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد، به این منظور ادامه مقاله به صورت زیر سازماندهی شده است:

در بخش دوم ادبیات تحقیق بررسی شده است و بخش سوم به روش‌شناسی تحقیق شامل معرفی تابع تولید مرز تصادفی و اندازه‌گیری کارایی فنی در سطح زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی و تصریح الگوی کارایی فنی در زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی و معرفی رویکرد داده‌های تابلویی پویا اختصاص یافته است و در بخش چهارم تخمین مدل و تجزیه و تحلیل یافته‌ها بررسی می‌شود. در بخش پایانی نیز نتیجه‌گیری شده و برخی پیشنهادها سیاستی ارائه می‌گردد.

## ۲. ادبیات تحقیق

کارایی در مکاتب اقتصادی جایگاه مهمی دارد و هر یک از مکاتب به گونه‌ای در نظریات خود از این مفهوم استفاده نموده‌اند. در مکتب کلاسیک‌ها و از دیدگاه آدام اسمیت تجارت، بهبود تکنولوژی و آموزش نیروی انسانی که نتیجه تقسیم کار است<sup>۳</sup> عامل تأثیرگذار بر کارایی و بهره‌وری هستند.

۱. بر اساس بررسی‌های آماری صورت گرفته در این مطالعه مجموع صنایع محصولات شیمیایی و فلزات اساسی طی سال‌های (۱۳۷۹-۱۳۸۸) تقریباً به‌طور متوسط ۱۴ درصد اشتغال صنعتی کشور و ۷۰ درصد صادرات کالاهای صنعتی کارگاه‌های ۱۰ نفر کارکن و بیشتر کشور را به خود اختصاص داده است.

۲. به‌عنوان مثال، می‌توان به مطالعات میرجلیلی (۱۳۸۰)، آرمن و کردزنگنه (۱۳۸۶) و نیکواقبال و ولی‌بیگی (۱۳۸۶) اشاره نمود که در مطالعات خود نشان دادند که کشور در صادرات محصولات شیمیایی و فلزات اساسی از مزیت نسبی برخوردار است.

3. International Standard Industrial Classification

ورود به بازارهای صادراتی باعث می‌شود که بنگاه‌ها بیشتر از زمانی که تنها برای نیاز داخلی تولید می‌کردند متخصص شوند و با تولید بیشتر متوسط هزینه تولید کاهش می‌یابد. رقابت در صحنه تجارت بین‌الملل انگیزه لازم برای متخصص شدن، یادگیری بیشتر و تلاش برای کاهش هزینه را به بنگاه‌ها می‌دهد (گیلیس و همکاران، ۱۳۷۹). بر اساس نظریات مطرح شده از سوی ریکاردو، مارکس، روستو، گالبرایت، مکتب نهادگرایی، اقتصاددانان مکتب طرف عرضه و ... برای ارتقای بهره‌وری و کارایی نیازمند ملزومات و مقدماتی مانند تحولات فکری و فرهنگی و انگیزشی هستیم که با فراهم شدن آنها بهبود برخی مؤلفه‌های اقتصادی مانند سرمایه‌گذاری، تکنولوژی، آموزش و تجارت به ارتقای بهره‌وری، کارایی و رشد اقتصادی می‌انجامد.

اقتصاددانان طرفدار استراتژی توسعه صادرات معتقدند که آزادسازی تجاری نه تنها منجر به افزایش سطح تولید می‌گردد، بلکه باعث رشد اقتصادی بالاتر می‌شود. در واقع، تجارت با افزایش تنوع و کیفیت نهاده‌های واسطه‌ای، انتقال و گسترش دانش، افزایش اندازه بازارها کارایی و رشد اقتصادی را تحریک می‌کند. الگوهای مختلفی که در این زمینه توسط نظریه‌پردازان رشد درون‌زا ارائه شد پیش‌بینی می‌کند که آزادسازی تجاری از طریق افزایش رشد بهره‌وری و کارایی آثار مثبتی بر رشد اقتصادی دارد. در واقع، افزایش صادرات به ارزآوری بالاتر منجر می‌شود و صنایع قادر خواهند بود تا فناوری خود را ارتقا دهند و به تبع این امر سطح کارایی خود را بالا ببرند (بالاسا، ۱۹۷۸).

بر اساس مبانی نظری پذیرفته شده واضح است که بازارهای صادراتی کاملاً رقابتی نیستند؛ بلکه رقابتی‌تر از بازارهای داخلی عمل می‌کنند، بنابراین انتظار می‌رود که بنگاه‌های صادراتی کارا تر از رقیبان داخلی باشند. دو دیدگاه در زمینه ادبیات نظری صادرات و کارایی مطرح است که عبارتند از مکانیزیم خود انتخابی<sup>۱</sup> و مکانیزیم تدریجی<sup>۲</sup>.

در بازارهای صادراتی هزینه‌های ورود<sup>۳</sup> به بازار بالا نوسان‌های قیمتی غیرمنتظره و ناطمینانی در تقاضا برای کالای صادراتی بالاتر است، بنابراین بنگاه‌های صادراتی نیاز دارند که سطح بالایی از کارایی را حفظ نمایند و برای ارتقای کارایی تلاش نمایند. وجود هزینه‌های ورود به بازارهای صادراتی به‌عنوان مکانیزیم انتخابی عمل می‌کند، به طوری که بیشتر بنگاه‌های ناکارا از بازار کالاهای صادراتی خارج می‌شوند (دیکسیت، ۱۹۸۸). مدل‌های انتخابی توضیح می‌دهند که بنگاه‌های کارا در بازار کسب و کار ماندگار و بنگاه‌های غیر کارا با علم به ناکارای خود تصمیم می‌گیرند که آیا بازار را ترک نمایند

- 
1. Self-Selection Mechanism
  2. Evolutionary Mechanism
  3. Sunk Entry Costs

یا در بازار بمانند (جوانویس، ۱۹۸۲ و هاپنیان، ۱۹۹۲)، بنابراین مدل‌های انتخابی ادعا می‌کنند که بنگاه‌های صادرکننده کالاهای ساخت داخل کاراترند و همواره برای حفظ و ارتقای سطح کارایی خود تلاش می‌کنند.

مدل‌های تدریجی یا تکاملی بیان می‌کنند که صادرات همراه با یادگیری است، به طوری که فعالیت صادراتی سطح معلومات و آگاهی در بنگاه را افزایش می‌دهد (لیندو و کاتسیکس، ۱۹۹۶). یادگیری زمانی به وجود می‌آید که مشتریان خارجی پیشنهادهای در زمینه تکنولوژی تولید، اطلاعات بازار، کنترل کیفیت و غیره به بنگاه‌های صادراتی ارائه دهند یا با مشاهده عکس‌العمل بنگاه تولیدی از فعالیت خود یا با بحث‌های غیررسمی از طریق ارتباط با دنیایی خارج حاصل می‌شود. وجود رقابت‌پذیری بین‌المللی می‌تواند از طریق صادرات منجر به افزایش کارایی و بهره‌وری بیشتر شود. بنگاهایی که در بازارهای خارجی فعالیت دارند همواره سعی دارند از طریق بازدهی نسبت به مقیاس و کاهش ناکارایی فنی هزینه‌های تولید را پایین بیاورند (وب و فاکلر، ۱۹۹۳).

از آنجا که بنگاه‌های صادراتی در معرض رقابت بین‌المللی قرار دارند برای ماندگاری در فضای رقابتی نیاز دارند از منابع موجود خود به صورت بهینه و کارا استفاده نمایند، برای این منظور مرتب در پی دانش و تجربه جدید در زمینه روش‌های جدید تولید، طرح‌های جدید تولید و غیره هستند. به عبارت دیگر، رابطه مثبت بین بهره‌وری و صادرات به سادگی بیان می‌کند که صادرکنندگان موفق پیش از اینکه وارد بازار صادراتی شوند نسبت به دیگر رقبا سطح کارایی بالاتری داشتند و این کارایی بالاتر منجر به ماندگاری آنها در محیط رقابتی خارجی می‌شود (آو، چانگ و رابرتس، ۲۰۰۰ و کلریدس، لاج و تابیوت، ۱۹۹۸).

مطالعات بسیاری مبنی بر اینکه استراتژی صادرات منجر به افزایش کارایی (بهره‌وری) در سطح داده‌های خرد بنگاه‌های تولیدی می‌شود انجام گرفته است و این نتیجه به دست آمده است که صادرات و کارایی دارای رابطه مثبت و معناداری هستند. در پاسخ به افزایش صادرات منابع به سوی افزایش بهره‌وری در بنگاه تخصیص می‌یابند و به تبع آن صادرات افزایش می‌یابد و برعکس (میلیتز، ۲۰۰۳ و گیرونی و میلیتز، ۲۰۰۵). ورود به بازارهای صادراتی منجر به بهبود عملکرد و ارتقای بهره‌وری در بخش تولید بنگاه می‌شود، به طوری که بنگاه با یادگیری از مصرف‌کنندگان بین‌المللی و با دستیابی به بازارهای بزرگتر به منافع حاصل از نوآوری و فناوری برتر خارجی دست می‌یابد و ادامه این روند به افزایش کارایی و بهره‌وری در سطح بنگاه منجر می‌گردد (بلوم و همکاران، ۲۰۱۲ و واگنر، ۲۰۱۲). به عبارت دیگر، فعالیت صادراتی بنگاه به واسطه بازدهی نسبت به مقیاس و مکانیزیم یادگیری از طریق

واردات فناوری و دانش سرریز خارجی می‌تواند منجر به افزایش کارایی و بهره‌وری شده و در نهایت رشد و توسعه اقتصادی را به همراه آورد (اسیلونت، ۲۰۰۶).

در مطالعات تجربی رابطه بین کارایی و صادرات بیشتر از طریق مدل‌های انتخابی توضیح داده شده است، به طوری که در زمینه تأثیر صادرات و دیگر عوامل تأثیرگذار بر کارایی در داخل و خارج از کشور مطالعات مشابهی صورت گرفته است که در ادامه به اختصار مرور می‌شود.

کلریدیس و همکاران (۱۹۹۸) با استفاده از اطلاعات بنگاه‌های ۳ کشور کلمبیا، مکزیک و مغرب به بررسی رابطه بین بهره‌وری و صادرات پرداختند. آنها نتیجه گرفتند که بین بهره‌وری (کارایی) و صادرات رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.

گرنر (۲۰۰۲) با استفاده از داده‌های بخش صنعت کشور شیلی به بررسی رابطه بین کارایی و صادرات پرداخت و نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بین تغییرات کارایی فنی یا کارایی مقیاس و تغییرات صادرات رابطه معناداری وجود ندارد.

گرنر و آیزکسون (۲۰۰۲) ارتباط بین صادرات و کارایی را در سطح بنگاه‌های کشور کینیا بررسی نمودند. نتایج نشان می‌دهد بنگاه‌های صادرکننده بسیار کارتر از غیرصادرکنندگان هستند و بنگاه‌های نسبتاً کارا از طریق مکانیزیم انتخابی وارد بازار صادراتی می‌شوند. دیگر نتیجه مهم مطالعه نشان داد که بنگاه‌های صادراتی که در بازارهای خارج آفریقا فعالیت دارند کارتر از دیگر رقیبان خود بودند.

میلیتر (۲۰۰۳) در مطالعه خود نشان داد بنگاه‌های کارتر سود و سهم زیادی از بازارهای صادراتی را به دست می‌آورند، در حالی که بنگاه‌های کمتر کارا سود و سهم کمی از بازارهای صادراتی دارند، بنابراین مجبورند با گذشت زمان بازار صادراتی را ترک کنند. نتایج مطالعه وی طبق مدل‌های انتخابی به توضیح رابطه بین کارایی و صادرات پرداخته است.

الوجادی (۲۰۰۴) عوامل تعیین‌کننده کارایی با تأکید بر صادرات و عمر بنگاه‌های پوشاک جاکارتا در اندونزی را بررسی نمود. در این مطالعه ابتدا سطح کارایی بنگاه‌های پوشاک ارزیابی و عوامل تعیین‌کننده کارایی بنگاه‌ها بررسی شد. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که واردات مواد خام مورد نیاز بنگاه، صادرات بنگاه، عمر بنگاه، سرمایه بنگاه، ورود تکنولوژی و سرمایه‌های خارجی به بنگاه اصلاحات اقتصادی و سیاست‌های مفید دولت در خصوص سرمایه‌گذاری خارجی دارای اثر مؤثر بر کارایی و عملکرد بنگاه‌های پوشاک جاکارتا هستند.

سیلونت (۲۰۰۶) در مطالعه خود به بررسی اثر صادرات بر کارایی در سطح بنگاه‌های صنعت مواد غذایی و آشامیدنی کشور انگلستان طی دوره (۲۰۰۲-۱۹۹۵) پرداخت. نتایج تحلیل‌های پارامتری و غیرپارامتری

بیان می‌دارد که در بلندمدت بنگاه‌های صادراتی کاراتر از بنگاه‌های غیرصادراتی هستند، اما این نتایج در کوتاه‌مدت معنادار نبودند، همچنین نتایج نشان می‌داد که یادگیری به‌واسطه فعالیت صادراتی در این صنعت موجب افزایش کارایی و حضور بیشتر در بازارهای صادراتی می‌شود.

چوو و کالی‌راجان (۲۰۱۰) اثر آزادسازی تجاری بر کارایی فنی بخش صنایع کارخانه‌ای کشور ویتنام را به روش داده‌های تابلویی طی دوره (۲۰۰۳-۲۰۰۰) بررسی نمودند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که آزادسازی تجاری از طریق افزایش اشتغال نیروی کار ماهر (سرمایه انسانی) منجر به افزایش سطح عملکرد (کارایی فنی) بنگاه‌های ویتنام می‌شود.

موک و همکاران (۲۰۱۰) اثر صادرات بر کارایی بنگاه‌های پوشاک چین را بررسی نمودند. آنها ابتدا به روش تحلیل پوششی داده‌ها کارایی فنی را برآورد و در قالب رگرسیون اثر صادرات بر کارایی را بررسی نمودند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که صادرات منجر به بهبود کارایی فنی در بنگاه‌های پوشاک چین می‌شود.

لوکر (۲۰۱۱) در مطالعه خود با استفاده از داده‌های صنایع (در سطح بنگاه) بلژیک طی دوره (۲۰۰۲-۱۹۹۴) نشان داد حذف سهمیه وارداتی به‌عنوان سیاستی برای آزادسازی تجاری می‌تواند موجب بهبود عملکرد بهره‌وری فیزیکی صنایع تا میزان ۲ درصد شود.

هو و لیو (۲۰۱۴) در مطالعه خود به بررسی اثر آزادسازی تجاری بر بهره‌وری صنایع چین طی دوره (۲۰۰۶-۲۰۰۰) پرداختند. نتایج مطالعه حاکی از آن بود که طی دوره مورد بررسی آزادسازی تجاری پس از پیوستن چین به WTO موجب افزایش ۰/۹۴ درصدی در بهره‌وری کل عوامل تولید صنایع کارخانه‌ای چین شده است.

میترا و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی اثر صادرات، واردات، R&D و زیرساخت‌ها بر عملکرد بهره‌وری صنایع هند در دوره (۲۰۰۸-۱۹۹۴) پرداختند. نتایج مطالعه آنها نشان داد که زیرساخت‌ها نقش کلیدی در عملکرد بهره‌وری صنایع هند داشتند، همچنین انتقال دانش که از طریق صادرات و واردات انجام می‌گیرد موجب افزایش بهره‌وری در صنایع کارخانه‌ای هند می‌شود.

طیبی و همکاران (۱۳۸۷) تأثیر صادرات صنعتی و سرمایه انسانی بر بهره‌وری عوامل تولید و رشد اقتصادی در کشورهای عضو سازمان کنفرانس اسلامی طی دوره (۲۰۰۵-۱۹۸۰) را بررسی نمودند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که اثر ترکیبی صادرات صنعتی و سرمایه انسانی تأثیر کاملاً مثبت و معناداری بر بهره‌وری تولید این کشورها دارد.

### ۳. روش‌شناسی تحقیق

#### ۳-۱. تابع تولید مرز تصادفی و اندازه‌گیری کارایی فنی

پس از سال ۱۹۵۷ (پس از انتشار مقاله معروف سولو در خصوص رشد اقتصادی) موضوع کارایی میان اقتصاددانان به‌طور جدی مورد بحث و بررسی قرار گرفت و بنیاد روش‌های جدیدی برای مطالعه بهره‌وری و کارایی در سطح خرد در عمل پایه‌ریزی گردید.

تلاش‌های اولیه در خصوص بررسی مفهوم کارایی و اندازه‌گیری آن از دهه ۵۰ میلادی و با کار کوپمنز (۱۹۵۱) و دبرئو (۱۹۵۱) آغاز گردید و هر دو صرفاً کارایی فنی را مورد مطالعه قرار دادند. در پی مطالعه کوپمنز، دبرئو و فارل (۱۹۵۷) با ارائه روشی مبتنی بر حداقل نمودن نهاده‌های تولیدی و با به‌کارگیری منحنی‌های تولید یکسان نخستین کسانی بود که به‌طور تجربی به اندازه‌گیری کارایی پرداختند. آنها برای نخستین بار با انتشار مقاله‌ای تحت عنوان "اندازه‌گیری کارایی تولید" نظریات خود را در خصوص اندازه‌گیری کارایی با الهام از کارهای انجام‌شده توسط دبرئو و کوپمنز ارائه نمودند و در قالب یک کار تجربی مسائل مربوط به اندازه‌گیری کارایی را در بخش کشاورزی کشور آمریکا برای مجموعه‌ای از واحدهای تولیدی مشاهده‌شده مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند.

پس از ارائه چارچوب نظری اندازه‌گیری کارایی از سوی فارل، آیگنر، لاول و اشمیت (۱۹۷۷) در مقاله خود تحت عنوان "تدوین و برآورد مدل‌های تابع تولید مرزی تصادفی" به اندازه‌گیری عملی کارایی برحسب تعریف فارل و با استفاده از روش تابع تولید مرزی تصادفی پرداختند. انگیزه ایجاد این مدل از سوی آنان از این ایده نشأت گرفته بود که انحرافات از تولید مرزی ممکن است تحت کنترل واحدهای تصمیم‌ساز (بنگاه‌های تولیدی) نباشند و می‌بایست آثارشان نیز تخمین زده شود. در واقع، آنها با معرفی جمله خطای ترکیبی در مدل‌های پارامتری (که یک جزء آن بیانگر عدم کارایی و جزء دیگر آن شامل اختلال‌های تصادفی در مدل می‌باشند) امکان انجام استنتاجات آماری گسترده‌ای در خصوص تخمین کارایی و نیز تجزیه و تحلیل موشکافانه‌تری از توابع مرزی را فراهم آوردند.

از سوی دیگر چارنز، کوپر و رودز (۱۹۷۸) ایده جدیدی در خصوص اندازه‌گیری کارایی و روش ناپارامتری (برنامه‌ریزی خطی) مطرح نمودند. آنها با جامعیت بخشیدن به روش فارل به گونه‌ای که خصوصیت فرایند تولید با چند عامل تولیدی و چند ستانده‌ای را نیز در برگیرد روش تحلیل پوششی داده‌ها را که مبتنی بر تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی است به این ادبیات اقتصادی اضافه نمودند. مقاله‌ای که توسط آنها تحت عنوان "اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌ساز" نگاشته شده است همراه با مقاله آیگنر، لاول و اشمیت که به‌عنوان ۲ مقاله اصلی و پایه شناخته شده‌اند و ارائه‌کننده ۲ سبک اصیل و کلاسیک (ناپارامتری و پارامتری) در زمینه روش‌های اندازه‌گیری کارایی هستند و مدل‌های مطرح‌شده در بسیاری از مقالات بعدی عموماً

مبتنی بر یکی از دو سبک ارائه‌شده در ۲ مقاله مذکور بوده است که در ادامه مدل تابع تولید مرز تصادفی به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\begin{aligned} y_i &= f(X_i; \beta) \cdot \exp(v_i - u_i) \\ v_i &\sim N(0, \sigma_v^2), (-\infty < v_i < \infty) \\ u_i &\geq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

که در آن،  $y_i$ : تولید بنگاه نام،  $X_i$ : بردار  $k$  ستونی نهاده‌های بنگاه نام و  $\beta$ : بردار پارامترهای ناشناخته است. انحراف نقاط مشاهده‌شده از تابع تولید مرزی به ۲ بخش  $u$  و  $v$  بستگی دارد که از لحاظ ماهیت با یکدیگر متفاوت هستند.  $u_i$  میزان ناکارایی فنی یا انحراف از مرز تولید است و بنا به تعریف کارایی می‌بایست غیرمنفی و دارای توزیع یک طرفه باشد و مستقل از جزء سایر اختلال‌ها ( $v_i$ ) و متغیرهای توضیحی در مدل است، در نتیجه  $y_i = f(X_i; \beta) \cdot \exp(v_i)$  مرز تولید تصادفی را نشان می‌دهد که در آن متغیر  $v_i$  جمله اختلال معمولی بوده و توضیح‌دهنده عواملی چون شوک‌های تأثیرگذار بیرونی و خارج از کنترل واحد تولیدی، خطاهای اندازه‌گیری یا تأثیر متغیرهای غیرضروری کنار گذاشته‌شده از مدل است. فرض بر این است که جزء اختلال  $v_i$  دارای توزیع مستقل دو طرفه با امید ریاضی صفر و واریانس ثابت  $\sigma_v^2$  است.

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

$$TE_i = \frac{y_i}{f(X_i; \beta) \exp(v_i)} = \exp(-u_i) \quad (2)$$

انتخاب نوع توزیع برای متغیر  $u_i$  از لحاظ روش تخمین مدل مهم می‌باشد. انتقاد عمومی به روش مرزی تصادفی این است که از ابتدا نمی‌توان هیچ فرض مشخصی را در خصوص شکل توزیعی متغیر عدم کارایی فنی داشت. در این رابطه با توجه به یک طرفه بودن جزء عدم کارایی توزیع‌های مختلفی برای آن فرض شده است که متداول‌ترین این فرض عبارتند از فرض توزیع نیمه‌نرمال، فرض توزیع برش داده شده یا منقطع در نقطه صفر و فرض توزیع نمایی. بر اساس این فرض نیز مدل‌های مختلفی در چارچوب روش تابع مرزی تصادفی تدوین شده است. نکته شایان توجه در خصوص روش تابع مرزی این است که جزء  $u_i$  به صورت مستقیم قابل مشاهده نبوده و به این دلیل نیز در مدل‌های اولیه تفکیک جزء عدم کارایی  $u_i$  و جزء اختلال معمولی  $v_i$  در جمله خطای ترکیبی دور از انتظار بود،

بنابراین در تکنیک‌های تخمین اولیه صرفاً جمله ترکیبی برآورد می‌گردد و آنچه از تخمین مدل به دست می‌آید برآوردی از متوسط میزان کارایی تمام بنگاه‌های مورد بررسی بود. به هر حال برای اندازه‌گیری میزان عدم کارایی هر یک از بنگاه‌ها می‌بایست دو جزء عدم کارایی و جمله اختلال معمولی از یکدیگر جدا شوند. منطق اقتصادی تفکیک این دو جزء در مدل این است که این دو جمله قابل تفکیک و دارای خواص متفاوتی هستند. بر این اساس، یک راه‌حل ابتکاری برای انجام این عمل از سوی ژاندرائو، لول و اشمیت (۱۹۸۲) ارائه گردید. آنها یک فرمول صریح برای ارزش مورد انتظار شرطی جزء  $u_i$  به شرط مشاهده جمله اختلال ترکیبی را در دو حالت فرض توزیع نیمه نرمال و توزیع نمایی برای جزء عدم کارایی به صورت زیر پیشنهاد دادند (جاندررو و همکاران، ۱۹۸۲). با فرض توزیع نرمال:

$$u_i = |u_i|, u_i \approx N(0, \sigma_u^2)$$

$$E(u_i | \varepsilon_i = v_i - u_i) = \frac{\sigma\lambda}{(1 + \lambda^2)} \left[ \frac{\varphi(\frac{\varepsilon_i \lambda}{\sigma})}{\Phi(-\frac{\varepsilon_i \lambda}{\sigma})} - \frac{\varepsilon_i \lambda}{\sigma} \right] \quad (۳)$$

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

$$f(u_i) = \theta \exp(-\theta u_i)$$

$$E(u_i | \varepsilon_i = v_i - u_i) = (\varepsilon_i - \theta \sigma_v^2) + \frac{\sigma_v \varphi((\varepsilon_i - \theta \sigma_v^2)/\sigma_v)}{\Phi((\varepsilon_i - \theta \sigma_v^2)/\sigma_v)} \quad (۴)$$

که در آن،  $\theta = 1/\sigma_u$  است. با استفاده از روش حداکثر راستنمایی (ML) و تخمین  $\sigma$ ،  $\lambda$  و  $\varepsilon_i$  از روابط فوق بر حسب فرض موردنظر در خصوص نوع توزیع  $u_i$  و تخمین پارامترهای مدل (۱) می‌توان برآوردها را برای  $v_i$  و  $u_i$  به دست آورد. در نهایت، میزان کارایی فنی (شرطی) هر یک از واحدهای مورد بررسی برابر خواهد شد با:

$$TE_i = \exp(-E(u_i | \varepsilon_i)) \quad (۵)$$

با توجه به منفی بودن مقدار  $u_i$  از رابطه فوق می‌توان دریافت که دامنه تغییرات میزان کارایی فنی یک بنگاه مقداری بین صفر و یک خواهد بود ( $0 \leq TE_i \leq 1 \rightarrow u_i \geq 0$ ). مرز تصادفی هم با فرم تابع کاب-داگلاس و هم با فرم ترانسلوگ سازگار است. برای انتخاب تصریح مناسب از بین دو فرم تبعی مذکور از آزمون نسبت راستنمایی (LR test) با توزیع کای دو و درجه آزادی برابر تعداد محدودیت‌های مدل مقید برای آزمون استفاده شده است. فرضیه صفر در این آزمون به مناسب بودن فرم تبعی کاب-داگلاس اشاره دارد (دشتی و همکاران، ۱۳۹۰). شکل توابع کاب-داگلاس و ترانسلوگ به صورت زیر است.

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^2 \beta_j x_{jit} + \beta_t t + v_{it} - u_{it} \quad (6) \text{ فرم تبعی کاب-داگلاس}$$

$$y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=1}^2 \beta_j x_{jit} + \beta_t t + \sum_{j=1}^2 \sum_{h=1}^2 \beta_{jh} x_{jit} x_{hit} + \beta_{tt} t^2 + \sum_{j=1}^2 \beta_{jt} x_{jit} t + v_{it} - u_{it} \quad (7) \text{ فرم تبعی ترانسلوگ}$$

که در آن،  $z$  و  $h$  نهاده‌های سرمایه و کار<sup>۱</sup> هستند. آزمون نسبت راستنمایی جهت انتخاب فرم تبعی مناسب به صورت زیر است:

$$LR = -2 \ln \lambda = -2(\log H_0 - \log H_1) \quad (8)$$

$\log H_0$  مربوط به فرضیه صفر (مقدار راستنمایی تابع کاب-داگلاس) و  $\log H_1$  (مقدار راستنمایی تابع ترانسلوگ) است. اگر مقدار محاسبه شده بیش از مقدار بحرانی جدول  $\chi^2$  باشد تابع ترانسلوگ انتخاب می‌شود. مقدار آماره آزمون LR برای انتخاب فرم تبعی مناسب برای تابع مرز تصادفی تولید برابر  $46/28$  به دست آمد که حاکی از رد فرضیه صفر بوده است، بنابراین فرم تبعی ترانسلوگ برای برآورد تابع مرز تصادفی استفاده شده است.

۱. موجودی سرمایه زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی به میلیارد ریال و به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ و تعداد شاغلان که اطلاعات آن از پایگاه اطلاعاتی مرکز آمار ایران جمع‌آوری شده است.  
 ۲. آزمون حداکثر راستنمایی در سطح معناداری ۵ درصد مقدار بیشتری از  $\chi^2$  جدول دارد ( $\chi^2(5, 0.05) = 11.08$ )، بنابراین فرضیه صفر فرم تبعی کاب-داگلاس به نفع فرضیه رقیب استفاده از فرم ترانسلوگ رد می‌شود.

در مرحله بعد به بررسی این موضوع می‌پردازیم که آیا لازم است آثار عدم کارایی در مدل لحاظ شود یا خیر؟ به عبارت دیگر، اگر آثار عدم کارایی قابل ملاحظه نباشد در آن صورت نیازی به برآورد مدل مرز تصادفی نخواهد بود، چرا که بنگاه‌ها تقریباً در مرز کارایی فنی خود قرر دارند. نتایج برآورد واریانس عدم کارایی ( $\sigma^2_u$ ) در تشریح کل واریانس ستاده ( $\sigma^2_\varepsilon = \sigma^2_v + \sigma^2_u$ ) با نسبت  $\gamma = \frac{\sigma^2_u}{\sigma^2_\varepsilon} = \frac{\sigma^2_u}{\sigma^2_u + \sigma^2_v}$  نشان داده می‌شود (موسایی و همکاران، ۱۳۸۹)<sup>۱</sup>. فرضیه صفر در این آزمون اشاره به این دارد که آثار سیستماتیک و تصادفی عدم کارایی فنی برابر صفر است ( $\gamma$  مساوی صفر). هر چه مقدار گاما به یک نزدیکتر باشد احتمال انتخاب مدل مرز تصادفی نیز بیشتر خواهد بود. مقدار آماره آزمون  $\gamma$  برابر ۰/۹۰ است که نشان می‌دهد فرضیه صفر رد و مدل مرز تصادفی تولید انتخاب می‌گردد.

جدول (۱) جایگاه ۱۵ زیرگروه صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی را در سطح کدهای ۴رقمی نشان می‌دهد. میزان کارایی فنی هر یک از زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی به روش مدل مرز تصادفی تولید محاسبه شده است که مقداری بین عدد صفر و یک هستند. بر اساس این جدول متوسط کارایی صنعت محصولات شیمیایی و فلزات اساسی طی سال‌های (۱۳۷۹-۱۳۸۸) ۰/۷۷ است و طی دوره مورد بررسی زیرگروه‌های تولید محصولات اساسی مسی، تولید محصولات گرانبها و سایر محصولات اساسی، تولید کود شیمیایی و ترکیبات ازت، تولید مواد شیمیایی اساسی بجز کود و ترکیبات ازت و تولید مواد پلاستیکی به شکل اولیه به‌طور متوسط دارای بیشترین کارایی به ترتیب ۰/۸۲، ۰/۸۰، ۰/۷۹، ۰/۷۹ و ۰/۷۹ هستند.

۱.  $\sigma^2_u$  بیانگر انحراف در میزان ناکارایی و  $\sigma^2_v$  بیانگر تغییرات در جزء اختلال به دلیل عوامل تصادفی است.

جدول ۱. نتایج برآورد کارایی فنی زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی به روش مدل مرز تصادفی تولید

کد فعالیت	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	متوسط دوره
۲۴۱۱	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۷۹	۰/۷۹
۲۴۱۲	۰/۷۸	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۱	۰/۷۹
۲۴۱۳	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۷۹
۲۴۲۱	۰/۷۷	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۸۰	۰/۷۸	۰/۷۸
۲۴۲۲	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۷	۰/۷۵
۲۴۲۳	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۷	۰/۷۷
۲۴۲۴	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۵
۲۴۲۹	۰/۷۲	۰/۷۲	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۴
۲۴۳۰	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۷	۰/۷۷
۲۷۱۰	۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۸	۰/۷۶
۲۷۲۱	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۲	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۲
۲۷۲۲	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۵
۲۷۲۳	۰/۷۹	۰/۷۹	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۰	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۱	۰/۸۰
۲۷۳۱	۰/۷۰	۰/۷۱	۰/۷۱	۰/۷۲	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۳
۲۷۳۲	۰/۷۲	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۷۴	۰/۷۴	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۷	۰/۷۴
متوسط دو صنعت	۰/۷۵	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۶	۰/۷۷	۰/۷۷	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۸	۰/۷۷

مأخذ: نتایج تحقیق.

### ۳-۲. تصریح مدل اقتصادسنجی تحقیق

در مکتب کلاسیک‌ها و در دیدگاه آدام اسمیت تجارت، بهبود تکنولوژی و آموزش نیروی انسانی که نتیجه تقسیم کار است ۳ عامل تأثیرگذار بر کارایی فنی و بهره‌وری هستند. بر اساس مبانی نظری و مطالعات تجربی انجام گرفته در زمینه عوامل تعیین‌کننده کارایی عوامل اساسی تعیین‌کننده سطح کارایی را می‌توان به تجارت خارجی بنگاه، سرمایه‌گذاری در آموزش نیروی انسانی (کیفیت نیروی کار بنگاه)، اندازه بنگاه، عمر بنگاه، نوع مالکیت بنگاه، سرمایه‌گذاری خارجی در بنگاه، تکنولوژی و سرمایه فیزیکی بنگاه و رقابت‌پذیری بنگاه تقسیم‌بندی نمود. بر این اساس و با توجه به مطالعات تجربی صورت گرفته در این زمینه به‌ویژه والوجادی (۲۰۰۴)، سیلونت (۲۰۰۶) و طیسی و همکاران (۱۳۸۷) مدل مورد استفاده در این مطالعه به‌صورت زیر تصریح می‌شود:

$$EF = f(EX, ITECH, HUM, SIZ) \quad (9)$$

EF: شاخص کارایی فنی در زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بالاتر که در بخش ۳-۱ (جدول ۱) برآورد شد که اطلاعات آن از پایگاه اطلاعاتی مرکز آمار ایران و نتایج تحقیق جمع‌آوری شده است، EX: نشان‌دهنده ارزش صادرات محصولات شیمیایی و فلزات اساسی کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر به میلیون ریال و به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ که اطلاعات آن از پایگاه اطلاعاتی مرکز آمار ایران جمع‌آوری شده است، ITECH: واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای به‌عنوان شاخص واردات فناوری خارجی در زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی به میلیارد ریال و به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ که اطلاعات آن از پایگاه اطلاعاتی مرکز آمار ایران جمع‌آوری شده است. فناوری دانش نظری یا فن به‌کارگیری تجربی علم در جهت اهداف اقتصادی است (غنی‌نژاد، ۱۳۸۹) و در مفهوم عام دانش فنی افزایش تولید است که در ماشین متبلور می‌شود (ابونوری، ۱۳۸۱). به مجموع واردات کالاهای سرمایه‌ای<sup>۱</sup> و واسطه‌ای<sup>۲</sup> واردات فناوری اطلاق می‌شود (حسن، ۲۰۰۲ و هال و سکوی، ۲۰۰۶). تحقیق و توسعه در کشورهای صنعتی همواره مورد توجه بوده و اهمیت آن پیوسته در حال فزونی است. با این وجود بنگاه‌های صنعتی کشورهای در حال توسعه قادر به سرمایه‌گذاری بیشتر در تحقیق و توسعه نیستند، بنابراین در مراحل اولیه توسعه علاوه بر تحقیق و توسعه داخلی واردات فناوری خارجی نیز می‌تواند یکی از عوامل تعیین‌کننده سطح کارایی فنی باشد و انتظار می‌رود که دارای اثر مثبتی بر کارایی فنی باشد. ارتقای تکنولوژی در زیربخش‌های صنعتی بهره‌وری بنگاه را افزایش یا هزینه تولید را کاهش و ساختار تولید را بهبود و توسعه می‌بخشد و از این طریق منجر به بهبود کارایی در زیربخش‌های صنعتی می‌گردد (بوستوس، ۲۰۱۱ و آتکسون و بورستین، ۲۰۱۰).

HUM: شاخص سرمایه انسانی در زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر است که اطلاعات آن از پایگاه اطلاعاتی مرکز آمار ایران جمع‌آوری شده است. سرمایه انسانی دارای دو بعد جسمی و فکری است. بعد جسمی با سرمایه‌گذاری در تغذیه، بهداشت و درمان و ورزش ایجاد و بعد فکری در اثر نهادینه شدن دانش (به‌وسیله آموزش و

۱. منظور ارزش اموال سرمایه‌ای است که به‌صورت نو یا مستعمل از خارجیان خریداری می‌شود (مرکز آمار ایران).  
 ۲. عبارتست از مواد خام یا کالاهای نیمه‌ساخته‌ای که به‌منظور به‌کارگیری در عملیات تولید کالا (تکمیل، تغییر شکل و مونتاژ) از خارج کشور وارد می‌شوند (مرکز آمار ایران).

یادگیری تجربی) در انسان حاصل می‌شود (اصغرپور و عبدی، ۱۳۹۳). اشتغال نیروی کار دارای تحصیلات عالی به معنای استخدام نیروی کار با تخصص و با کیفیت بالاتر و به عبارت دیگر به معنای به کارگیری سرمایه انسانی می‌باشد (سوری و مهرگان، ۱۳۸۶). در این مطالعه سرمایه انسانی به طور خلاصه دانش نهاده شده (به وسیله آموزش عالی) در انسان تعریف می‌شود و به منظور یافتن شاخص سرمایه انسانی در زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی کشور آن دسته از شاغلان فنی که از سطح تحصیلات عالی حداقل فوق دیپلم در بخش‌های تولیدی برخوردار بوده و بالقوه عامل تغییر و نوآوری می‌باشند مورد توجه قرار می‌گیرند. بین شاغلان تولیدی با سطح تحصیلات عالی شاغلان فنی به دلیل داشتن تخصص و ارتباط تنگاتنگ تولید با رشته تخصصی این افراد از درجه اهمیت بیشتری برخوردارند و انتظار می‌رود که افزایش سهم این گروه از شاغلان تولیدی بتواند منجر به افزایش بهره‌وری و کارایی فنی گردد.

SIZ: نشان‌دهنده شاخص اندازه بنگاه در زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر است که در این تحقیق از تعداد نیروی کار موجود در هر زیربخش به عنوان شاخص اندازه بنگاه استفاده شده است که اطلاعات آن از پایگاه اطلاعاتی مرکز آمار ایران جمع‌آوری شده است. طبق مبانی نظری موضوع بنگاه‌های بزرگتر کارا تر از بنگاه‌های کوچکترند، به طوری که با بزرگتر شدن مقیاس بنگاه هزینه بنگاه کاهش و کارایی فنی در بنگاه بهبود می‌یابد (جوانویس، ۱۹۸۲).

در این مطالعه به منظور ارزیابی تأثیر صادرات بر کارایی فنی زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی مدل اقتصادسنجی زیر به منظور تخمین مورد استفاده قرار گرفته است:

$$\ln EF_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln EX_{it} + \beta_2 \ln TECH_{it} + \beta_3 \ln HUM_{it} + \beta_4 \ln SIZ_{it} + U_{it} \quad (10)$$

که در آن،  $\ln$  عملگر لگاریتم طبیعی و اندیس‌های  $i$  و  $t$  به ترتیب بیانگر زیرگروه صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی و سال می‌باشند. برای تخمین مدل مذکور از تکنیک داده‌های تابلویی پویا استفاده شده است که در این بخش به صورت اجمالی به معرفی این روش پرداخته می‌شود. روش گشتاور تعمیم یافته (GMM)<sup>۱</sup> یکی از روش‌های برآورد مدل در رویکرد داده‌های تابلویی پویا است که آثار تعدیل پویای متغیر وابسته را در نظر می‌گیرد و نسبت به دیگر روش‌های برآورد ارجحیت دارد (سیائو، ۲۰۰۳). روش GMM داده‌های تابلویی هنگامی به کار برده می‌شود که تعداد

1. Generalized Method of Moments

مقاطع بیشتر از دوره زمانی باشد (بالتاجی، ۲۰۰۵). یکی از روش‌های تخمین داده‌های تابلویی پویا استفاده از روش آرلانو و باند (۱۹۹۱) است. در استفاده از این روش متغیر وابسته با وقفه‌های مشخص به منظور در نظر گرفتن آثار پویا وارد مدل می‌شود. علاوه بر این، ممکن است متغیرهای توضیحی با جملات اختلال دارای همبستگی باشند که برای این منظور آرلانو و باند دو روش را پیشنهاد می‌کنند. یکی از این روش‌ها استفاده از تفاضل مرتبه اول متغیرها بوده و روش دیگر استفاده از رویکرد انحرافات متعامد<sup>۱</sup> می‌باشد. در این مطالعه روش تفاضل مرتبه اول برای از بین بردن آثار ثابت مورد استفاده قرار گرفته و از مقادیر وقفه‌دار متغیر وابسته به عنوان متغیرهای ابزاری استفاده می‌شود. در این حالت با گرفتن تفاضل مرتبه اول از طرفین معادله (۲) خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} LEF_{i,t} - LEF_{i,t-1} = & \beta_1 (LEX_{i,t} - LEX_{i,t-1}) + \beta_2 (LITECH_{i,t} - LITECH_{i,t-1}) + \\ & \beta_3 (LHUM_{i,t} - LHUM_{i,t-1}) + \beta_4 (LSIZ_{i,t} - LSIZ_{i,t-1}) + (U_{i,t} - U_{i,t-1}) \end{aligned} \quad (11)$$

با انتقال مقدار وقفه‌دار متغیر وابسته (کارایی) به سمت راست داریم:

$$\begin{aligned} LEF_{i,t} = & \beta_1 (LEX_{i,t} - LEX_{i,t-1}) + \beta_2 (LITECH_{i,t} - LITECH_{i,t-1}) + \\ & \beta_3 (LHUM_{i,t} - LHUM_{i,t-1}) + \beta_4 (LSIZ_{i,t} - LSIZ_{i,t-1}) + (U_{i,t} - U_{i,t-1}) + LEF_{i,t-1} \end{aligned} \quad (12)$$

در معادله فوق فرض می‌شود  $E(U_{i,t}, U_{i,t-1}) = 0$  برقرار بوده و  $E(X, U_{i,t}) = 0$  می‌باشد که در آن بردار  $X$  بردار متغیرهای توضیحی مدل مذکور است، به این معنا که کواریانس بین جملات اختلال در دو دوره متوالی صفر بوده و کواریانس متغیرهای توضیحی با جملات اختلال نیز صفر است (آرلانو و باند، ۱۹۹۱). در این روش از ماتریس متغیرهای ابزاری برای ایجاد تخمین‌زننده‌های سازگار استفاده شده است و آماره آزمون سارگان برای تعیین مشخص بودن معادله مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این آزمون اگر فرض صفر رد نشود بیانگر این است که متغیرهای ابزاری تعریف شده در مدل معتبر بوده<sup>۲</sup> و مدل نیاز به به تعریف متغیرهای ابزاری بیشتر ندارد، بنابراین می‌بایست از مقادیر وقفه‌دار متغیر وابسته به عنوان متغیرهای ابزاری برای رفع همبستگی بین متغیرهای توضیحی و جملات اختلال استفاده نمود. آزمون سارگان (۱۹۵۸) به صورت مجانبی دارای توزیع  $\chi^2$  بوده که به صورت زیر تعریف می‌شود:

### 1. Orthogonal Deviation

۲. منظور از معتبر بودن متغیرهای ابزاری این است که متغیرهای ابزاری تعریف شده می‌بایست دارای همبستگی بالایی با متغیر وقفه‌دار مرتبه اول متغیر وابسته باشد، اما دارای همبستگی با جملات اختلال نباشد.

$$S = \hat{\varepsilon}'z \left( \sum_{i=1} z_i' H_i z_i \right)^{-1} z' \hat{\varepsilon} \quad (13)$$

که در آن،  $\hat{\varepsilon} = Y - X\hat{\delta}$ ، ماتریس  $k \times 1$  از ضرایب برآورد شده،  $z$ : ماتریس متغیرهای ابزاری و  $H$ : ماتریس مربع با ابعاد  $(T-q-1)$  است که در آن  $T$ : تعداد مشاهدات و  $q$ : تعداد متغیرهای توضیحی مدل می‌باشد (بالتاجی، ۲۰۰۵). علاوه بر این، با توجه به اینکه در استفاده از روش تفاضل‌گیری مرتبه اول، جملات اختلال از فرایند خودرگرسیون مرتبه اول پیروی می‌کنند. برای اینکه روش آرلانو و باند منجر به تخمین‌زننده‌های سازگار شود لازم است مرتبه خودرگرسیونی جملات اختلال مورد آزمون قرار گیرد. لازم به ذکر است که روش آرلانو و باند در صورتی به تخمین‌زننده‌های سازگار می‌انجامد که مرتبه خودرگرسیونی جمله اختلال از مرتبه ۲ نباشد.

#### ۴. یافته‌های تجربی و تجزیه و تحلیل آنها

در این بخش به برآورد مدل کارایی فنی بر اساس روش آرلانو و باند (۱۹۹۱) می‌پردازیم. در این روش به منظور حذف آثار ثابت از تفاضل‌گیری مرتبه اول استفاده می‌شود. پیش از تخمین مدل می‌بایست مشخص بودن معادله مورد آزمون قرار گیرد. برای این منظور از آماره آزمون سارگان<sup>۱</sup> استفاده می‌شود. نتایج آزمون سارگان در جدول (۲) ارائه شده است:

جدول ۲. نتایج آزمون سارگان برای بررسی معتبر بودن متغیرهای ابزاری	
مقدار آماره $\chi^2$	ارزش احتمال (prob)
۱۲/۰۴۸	۰/۷۹۷

مأخذ: نتایج تحقیق.

با توجه به نتایج جدول (۲) ملاحظه می‌شود فرضیه صفر مبنی بر مشخص بودن معادله رد نمی‌شود، بنابراین استفاده از متغیرهای ابزاری برای کنترل همبستگی بین متغیرهای توضیحی و جملات اختلال در مدل ضروری می‌باشد؛ یعنی ابزارهای استفاده‌شده در مدل دارای اعتبار بوده و مدل ایرادی ندارد. برای تعریف متغیرهای ابزاری در این مطالعه از مقادیر وقفه‌دار متغیر وابسته و با در نظر گرفتن یک وقفه استفاده خواهد شد. در ادامه، به تخمین مدل با در نظر گرفتن متغیرهای ابزاری پرداخته می‌شود. نتایج به صورت جدول زیر می‌باشد:

#### 1. Sargan Test

جدول ۳. نتایج تخمین مدل به روش آرلانو و باند (متغیر وابسته LEF)

متغیر وابسته با وقفه و متغیرهای توضیحی	ضریب	ارزش احتمال (prob)
LEF <sub>t-1</sub>	۹/۴۶۷	۰/۰۰۰
ΔLEX	۰/۰۶۵	۰/۰۰۲
ΔLITECH	۰/۰۴۰	۰/۰۰۰
ΔLHUM	۰/۱۰۹	۰/۰۸۳
ΔLSIZ	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰
تعداد مشاهدات	۱۰۷	

مأخذ: نتایج تحقیق.

نتایج به دست آمده در جدول (۳) نشان می‌دهد که علامت ضرایب مربوط به متغیرهای توضیحی صادرات، واردات فناوری، سرمایه انسانی و اندازه بنگاه با تئوری‌های اقتصادی سازگار بوده و به لحاظ آماری تمام ضرایب مطرح شده معنادار می‌باشند. بر اساس نتایج به دست آمده به ازای یک درصد افزایش در میزان نرخ رشد صادرات با فرض ثبات سایر شرایط نرخ رشد کارایی فنی در زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی ۰/۰۶۵ درصد افزایش خواهد یافت. در واقع، صادرات در این زیربخش‌های صنعتی سبب افزایش عملکرد بنگاه شده و یکی از عوامل مهم ارتقای کارایی زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی است.

متغیر واردات فناوری خارجی بر کارایی فنی دارای اثر مثبت و معنادار است، به طوری که یک درصد افزایش در نرخ رشد واردات فناوری در زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی منجر به ۰/۰۴ درصد افزایش در نرخ رشد کارایی فنی خواهد شد. اثر واردات فناوری بر کارایی زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی در تخمین‌های فوق را می‌توان این گونه تحلیل نمود که ورود تکنولوژی خارجی شرایط نوآوری و کاهش هزینه‌های تولید را فراهم می‌سازد و از این طریق می‌تواند منجر به ارتقای بهره‌وری و افزایش کارایی شود، همچنین اثر متغیر سرمایه انسانی بر کارایی مثبت و معنادار بوده، به گونه‌ای که با افزایش یک درصد نرخ رشد سرمایه انسانی (تعداد شاغلان فنی) میزان نرخ رشد کارایی در زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی ۰/۱۰۹ درصد افزایش خواهد یافت. در واقع، افزایش تعداد شاغلان فنی سبب انباشت سرمایه انسانی گردیده و منجر به افزایش مهارت و توانایی در سطح بنگاه می‌شود که یکی از عوامل اساسی ارتقای کارایی فنی بنگاه است.

بر اساس نتایج جدول فوق متغیر اندازه بنگاه (تعداد نیروی کار شاغل) دارای علامت مثبت و در سطح یک درصد معنادار می‌باشد، به طوری که با افزایش یک درصد در میزان نرخ رشد شاخص اندازه بنگاه

میزان نرخ رشد کارایی فنی زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی ۰/۰۰۰۱ درصد افزایش خواهد یافت. با توجه به اینکه تعداد نیروی کار شاغل در زیربخش‌های مورد نظر به‌عنوان شاخص اندازه‌بناگاه در نظر گرفته شده است بزرگی مقیاس بناگاه یکی از دلایل افزایش کارایی فنی بناگاه است. در ادامه، به‌منظور تعیین مرتبه خودهمبستگی جملات اختلال از آماره آزمون آرلانو و باند استفاده شده است که نتایج در جدول (۴) آمده است.

جدول ۴. نتایج آزمون آرلانو و باند برای تعیین مرتبه خودهمبستگی جملات اختلال

وقفه	مقدار آماره Z	ارزش احتمال (prob)
اول	-۰/۲۴۰	۰/۸۰۹
دوم	۰/۷۸۲	۰/۴۳۳

مأخذ: نتایج تحقیق.

بر اساس نتایج جدول (۴) ملاحظه می‌شود که فرضیه صفر مبنی بر عدم خودهمبستگی در جملات اختلال تفاضل‌گیری شده رد نمی‌شود، بنابراین روش آرلانو و باند برای برآورد پارامترهای مدل و حذف آثار ثابت مناسب است. به عبارت دیگر، با یک مرتبه تفاضل‌گیری از جملات اختلال همبستگی سریالی بین اجزای جملات اختلال رفع شده و جملات اختلال تفاضل‌گیری شده دارای خودهمبستگی مرتبه اول و دوم نیستند.

در مرحله بعد به‌منظور بررسی استحکام نتایج مدل اولیه اولاً متغیر تحقیق و توسعه داخلی (RD)<sup>۱</sup> به‌جای متغیر واردات فناوری (ITECH) وارد مدل می‌گردد و ثانیاً این دو متغیر به‌همراه هم وارد مدل می‌گردند و انتظار بر این است که این متغیر جدید دارای تأثیر مثبتی بر کارایی فنی زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی باشد. نتایج آزمون سارگان تخمین مدل و بررسی مرتبه خودرگرسیون جملات اختلال به ترتیب در جداول (۱۰) - (۵) ارائه شده است.

۱. مخارج تحقیقات و آزمایشگاه‌ها به‌عنوان شاخص تحقیق و توسعه داخلی در زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی به میلیون ریال و به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ در نظر گرفته شده است (مرکز آمار ایران).

جدول ۵. نتایج آزمون سارگان برای بررسی معتبر بودن متغیرهای ابزاری با وجود متغیر RD

مقداره آماره $\chi^2$	ارزش احتمال (prob)
۱۲/۲۷۸	۰/۷۸۳

مأخذ: نتایج تحقیق.

جدول ۶. نتایج تخمین مدل (متغیر وابسته  $LEF_t$ ) با وجود متغیر RD

متغیر وابسته با وقفه و متغیرهای توضیحی	ضریب	ارزش احتمال (prob)
$LEF_{t-1}$	۹/۴۶۷	۰/۰۰۰
$\Delta LEX$	۰/۰۷۱	۰/۰۰۰
$\Delta LRD$	-۰/۰۴۸	۰/۰۱۲
$\Delta LHUM$	۰/۱۵۶	۰/۰۰۴
$\Delta LSIZ$	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰
تعداد مشاهدات	۱۰۷	

مأخذ: نتایج تحقیق.

جدول ۷. نتایج آزمون آرلانو و باند برای تعیین مرتبه خودهمبستگی جملات اختلال با وجود متغیر RD

وقفه	مقدار آماره Z	ارزش احتمال (prob)
اول	-۰/۴۲۴	۰/۶۷۰
دوم	۰/۴۰۲	۰/۶۸۷

مأخذ: نتایج تحقیق.

جدول ۸. نتایج آزمون سارگان برای بررسی معتبر بودن متغیرهای ابزاری با وجود متغیرهای RD و ITECH

مقداره آماره $\chi^2$	ارزش احتمال (prob)
۱۱/۹۸۸	۰/۸۰۰

مأخذ: نتایج تحقیق.

جدول ۹. نتایج تخمین مدل (متغیر وابسته  $LEF_{t-1}$ ) با وجود متغیرهای RD و ITECH

متغیر وابسته با وقفه و متغیرهای توضیحی	ضریب	ارزش احتمال (prob)
$LEF_{t-1}$	۹/۴۶۷	۰/۰۰۰
$\Delta LEX$	۰/۰۷۹	۰/۰۰۰
$\Delta LITECH$	۰/۰۲۶	۰/۰۰۰
$\Delta LRD$	-۰/۰۳۲	۰/۱۰۲
$\Delta LHUM$	۰/۱۵۰	۰/۰۲۳
$\Delta LSIZ$	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰
تعداد مشاهدات	۱۰۷	

مأخذ: نتایج تحقیق.

جدول ۱۰. نتایج آزمون آرانو و باند برای تعیین مرتبه خودهمبستگی جملات اختلال با وجود متغیرهای RD و ITECH

وقفه	مقدار آماره Z	ارزش احتمال (prob)
اول	-۰/۵۲۱	۰/۶۰۲
دوم	۰/۴۹۹	۰/۶۷۵

مأخذ: نتایج تحقیق.

با توجه به نتایج جداول (۵) و (۸) ملاحظه می‌شود فرضیه صفر مبنی بر مشخص بودن معادله رد نمی‌شود و استفاده از متغیرهای ابزاری برای کنترل همبستگی بین متغیرهای توضیحی و جملات اختلال در مدل‌ها ضروری می‌باشد؛ یعنی ابزارهای استفاده‌شده در مدل دارای اعتبار بوده و مدل ایرادی ندارد، همچنین مانند قبل برای تعریف متغیرهای ابزاری از مقادیر وقفه‌دار متغیر وابسته و با در نظر گرفتن یک وقفه استفاده خواهد شد.

با توجه به نتایج جداول (۶) و (۹) می‌توان بیان نمود که متغیرهای صادرات، واردات فناوری، سرمایه انسانی و اندازه بنگاه اثر مثبت و معناداری بر کارایی داشته و متغیر شاخص تحقیق و توسعه اثر منفی و معناداری بر کارایی داشته است که نشان می‌دهد افزایش مخارج اختصاص یافته به فعالیت‌های تحقیق و توسعه منجر به کاهش سطح کارایی در زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی می‌گردد. همخوانی این نتایج از لحاظ معناداری و ضرایب با نتایج نشان داده شده در مدل اولیه بیانگر استحکام نتایج مبنی بر نقش و اهمیت صادرات در افزایش کارایی فنی در این بنگاه‌ها می‌باشد.

وجود خودرگرسیونی جملات اختلال برای دو مدل فوق مورد آزمون قرار می‌گیرد که در جداول (۷) و (۱۰) نشان داده شده است. بر اساس نتایج ملاحظه می‌شود که فرضیه صفر مبنی بر عدم خودهمبستگی در جملات اختلال تفاضل‌گیری شده رد نمی‌شود، بنابراین روش آرانو و باند برای برآورد پارامترهای

مدل‌های مذکور و حذف آثار ثابت مناسب است. به عبارت دیگر، با یک مرتبه تفاضل‌گیری از جملات اختلال همبستگی سریالی بین اجزای جملات اختلال رفع شده و جملات اختلال تفاضل‌گیری شده دارای خودهمبستگی مرتبه اول و دوم نیستند.

صادرات زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی و ورود به بازارهای جهانی منجر به فراهم شدن امکان استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته خارجی و صرفه‌های ناشی از مقیاس شده و زمینه ارتقای کارایی فنی را فراهم می‌آورد. صادرات همراه با یادگیری است به طوری که فعالیت صادراتی سطح آگاهی در بنگاه را افزایش می‌دهد و بنگاه‌های صادراتی چون در معرض رقابت بین‌المللی قرار دارند برای ماندگاری نیاز دارند که از امکانات موجود خود به صورت بهینه و کارا استفاده کنند. به این منظور، مرتب در پی دانش و تجربه جدید در زمینه روش‌های جدید تولید، طرح‌های جدید تولید و غیره هستند.

سرمایه انسانی و واردات فناوری خارجی در زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی موجب افزایش نوآوری، ابداعات و خلاقیت‌ها در فرایند تولید شده و منجر به بهبود عملکرد و کارایی می‌شود. در واقع، سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی و ورود فناوری خارجی توانایی‌های بنگاه‌ها را افزایش می‌دهد. با افزایش میزان شاغلان فنی در بنگاه فرایند یادگیری مسائل پیچیده فنی و حرفه‌ای با دقت و سهولت بیشتری میسر می‌گردد، بنابراین استفاده از مهارت‌ها و تخصص‌های فنی در کنار ورود فناوری خارجی نه تنها سبب استفاده کارا تر از منابع داخلی، جذب فناوری جدید خارجی و خلق فناوری جدید می‌شود، بلکه روش‌های جدیدی برای به کارگیری عوامل تولید ایجاد می‌کند و از این طریق کارایی فنی و سطح عملکرد بنگاه را افزایش می‌دهد و رشد و توسعه اقتصادی را برای بنگاه به وجود می‌آورد.

##### ۵. نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

هدف اصلی این مطالعه بررسی تأثیر صادرات بر کارایی ۱۵ زیربخش صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی در سطح کدهای ۴ رقمی طی دوره (۱۳۸۸-۱۳۷۹) است. در این راستا، میزان کارایی فنی هر یک از زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی به روش تابع تولید مرز تصادفی محاسبه شده است که مقداری بین صفر و یک است. بر اساس نتایج به دست آمده متوسط کارایی صنایع محصولات شیمیایی و فلزات اساسی طی سال‌های (۱۳۸۸-۱۳۷۹)، ۰/۷۷ است و طی دوره مورد بررسی زیرگروه‌های تولید محصولات اساسی مسی (۰/۸۲)، تولید محصولات گرانبها و سایر محصولات اساسی (۰/۸۰)، تولید کود شیمیایی و ترکیبات ازت (۰/۷۹)، تولید مواد شیمیایی اساسی بجز کود و ترکیبات ازت (۰/۷۹) و تولید مواد پلاستیکی به شکل اولیه (۰/۷۹) به طور متوسط

دارای بیشترین کارایی هستند، سپس با استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی پویا مدل برآورد می‌شود و نتایج برآورد نشان می‌دهد که صادرات زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی و ورود به بازارهای جهانی منجر به فراهم شدن امکان استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته خارجی و صرفه‌های ناشی از مقیاس شده و زمینه ارتقای کارایی را فراهم می‌آورد، همچنین سرمایه انسانی و ورود فناوری خارجی در زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی موجب افزایش نوآوری، ابداعات و خلاقیت‌ها در فرایند تولید شده و منجر به بهبود عملکرد و کارایی فنی می‌شود. با افزایش میزان شاغلان فنی در بنگاه فرایند یادگیری مسائل پیچیده فنی و حرفه‌ای با دقت و سهولت بیشتری میسر می‌گردد، بنابراین استفاده از مهارت‌ها و تخصص‌های فنی در کنار ورود فناوری خارجی سبب استفاده کارآتر از منابع داخلی، جذب فناوری جدید خارجی و خلق فناوری جدید می‌شود.

با توجه به اینکه سرمایه انسانی و فناوری خارجی دارای اثر مثبت و معناداری بر کارایی هستند ضروری است از طریق به‌کارگیری شاغلان فنی (سرمایه انسانی) و تسهیل ورود فناوری خارجی زمینه‌های ایجاد نوآوری و بهبود کارایی در زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی فراهم آید، همچنین صادرات تأثیر مثبت و معناداری بر کارایی دارد، بنابراین توصیه می‌شود اقدامات مناسبی برای افزایش صادرات این صنایع انجام شود که در این راستا لازم است از طریق تشویق صادرات، تسهیل فرایند صادراتی، ارائه مشاوره به صادرکنندگان یا شناسایی بازارهای جهانی جدید این مهم عملی شود. همچنین تعامل با اقتصاد جهانی از طریق ورود به بازارهای جهانی سطح معلومات و آگاهی در بنگاه را افزایش می‌دهد و از آنجا که بنگاه‌های صادراتی در معرض رقابت بین‌المللی قرار دارند برای ماندگاری نیاز دارند از منابع موجود خود به‌صورت بهینه و کارا استفاده نمایند. برای این منظور، مرتب در پی دانش و تجربه جدید در زمینه روش‌های جدید تولید، طرح‌های جدید تولید و غیره هستند. به این وسیله موجبات بهبود کارایی فنی در زیربخش‌های صنعتی محصولات شیمیایی و فلزات اساسی کشور شده و زمینه را برای توسعه هر چه بیشتر صادرات در این زیربخش‌ها فراهم می‌آورد.

## منابع

- ابونوری، عباسعلی (۱۳۸۱)، *اقتصاد خرد*، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، جلد اول، چاپ اول.
- آرمن، سیدعزیز و ناهید کوردزنگنه (۱۳۸۶)، "ارزیابی مزیت نسبی و دخالت دولت در فعالیت‌های صنعتی: مورد منطقه خوزستان"، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، شماره ۳۰، صص ۹۳-۱۱۸.
- اصغرپور، حسین و حسن عبدی (۱۳۹۳)، "اثر واردات فناوری و شاغلان آموزش عالی بر صادرات مواد غذایی و آشامیدنی ایران"، *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی*، شماره ۲ (پیاپی ۲۶)، صص ۳۷-۵۵.
- سوری، علی و نادر مهرگان (۱۳۸۶)، "نقش سرمایه اجتماعی در تشکیل سرمایه انسانی"، *فصلنامه پژوهش‌نامه بازرگانی*، شماره ۴۲، صص ۲۰۷-۲۱۹.
- دشتی، قادر، یآوری، سمیه، پیش‌بهار، اسماعیل و باب‌اله حیاتی (۱۳۹۰)، "عوامل مؤثر بر کارایی تکنیکی واحدهای مرغداری گوشتی شهرستان سنقر و کلیایی"، *نشریه پژوهش‌های علوم دامی*، جلد ۲۱، شماره ۳.
- طیعی، سیدکمیل، عمادزاده، مصطفی و آرزیتا شیخ‌بهایی (۱۳۸۷)، "تأثیر صادرات صنعتی و سرمایه انسانی بر بهره‌وری عوامل تولید و رشد اقتصادی در کشورهای عضو OIC"، *فصلنامه اقتصاد مقصداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)*، دوره ۵، شماره ۲، صص ۸۵-۱۰۶.
- عبادی، جعفر (۱۳۷۲)، *مباحثی در اقتصاد خرد (بازارها، تعادل عمومی و اقتصاد رفاه)*، سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها.
- غنی‌نژاد، موسی (۱۳۸۹)، *تجددطلبی و توسعه در ایران معاصر*، تهران: نشر مرکز، چاپ ۴.
- فتحی، یحیی (۱۳۸۱)، "تجزیه و تحلیل مزیت نسبی صادراتی گروه‌های مختلف صنایع غذایی ایران"، *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، سال ۱۰، شماره ۳۸، صص ۱۵۲-۱۲۹.
- گیلیس، مالکوم، دی. اچ. پرکینز، ام. رومر و دی. آر. اسنودگراس (۱۳۷۹)، *اقتصاد توسعه*، ترجمه غلامرضا آزاد (ارمکی)، تهران: نشر نی.
- مرکز آمار ایران (۱۳۷۹-۱۳۸۵)، *نتایج آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر*، سایت مرکز آمار ایران.
- میرجلیلی، سیدحسن (۱۳۸۰)، *نظریه، سیاست استراتژیک و کاربرد آن در توسعه صادرات صنعتی ایران*، پایان‌نامه دکترای علوم اقتصادی.
- موسایی، میثم، مهرگان، نادر و رضا رنجبرداغیان (۱۳۸۹)، "بررسی کارایی فنی نسبت به مقیاس به روش تابع مرزی تصادفی (مطالعه موردی شعب بانک رفاه)"، *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، سال ۱۸، شماره ۵۶، صص ۲۷-۵۲.
- نیکوآقبال، علی‌اکبر و حسن ولی‌بیگی (۱۳۸۶)، "رقابت‌پذیری صنایع ایران در روند الحاق به سازمان تجارت جهانی"، *تحقیقات اقتصادی*، سال ۷۹، صص ۱۹۳-۲۱۱.

Aigner, D. J. Lovell, C. A. K. & P. Schmidt (1977), "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models", *Journal of Econometrics*, Vol. 6, PP. 21-37.

Arrelano, M. & S. Bond (1991), "Some Tests of Specification in Panel data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations", *Review of Economics and Statistics*, No. 58, PP. 277-297.

- Atkeson, A. & A. T. Burstein** (2010), "Innovation, Firm Dynamics and International Trade", *Journal of Political Economy*, No. 118, No. 3, PP. 433-448.
- Aw Bee-Yan, Sukkyn Chung & Mark J. Roberts** (2000), "Productivity and Turnover in the Export Market: Micro-Level Evidence from the Republic of Korea and Taiwan", *The World Bank Economic Review*, Vol. 14, No. 1, PP. 65-90.
- Aw, B. Y. & A. R. Hwang** (1995), "Productivity and the Export Market: A Firm-Level Analysis", *Journal of Development Economics*, XLVII, PP. 313-332.
- Balassa, B.** (1978), "Exports and Economic Growth: Further Evidence", *Journal of Development Economics*, Vol. 5, PP. 9-181.
- Baltagi, B.** (2005), *Econometrics Analysis of Panel Data*, Third Edition, John Wiley and sons Ltd, USA.
- Becchetti, L. & M. I. Santoro** (2001), "The Determinants of Small and Medium-Sized Firm Internationalization and Its Relationship with Productive Efficiency", *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 137, No. 2, PP. 297-319.
- Bernard, A. B. & J. B. Jensen** (1999), "Exceptional Exporter Performance: Cause, Effect or Both?", *Journal of International Economics*, Vol. 47, No. 1, PP. 1-25.
- Bloom, N., Draca, M. & J. Reenen** (2012), "Trade Induced Technical Change? The Impact of Chinese Imports on Innovation", IT and Productivity, Working Paper.
- Bustos, P.** (2011), "Trade Liberalization, Exports and Technology Upgrading: Evidence on the Impact of Mercosur on Argentinean Firms", *American Economic Review*, Vol. 101, No. 1, PP. 304-340.
- Castellani** (2002), "Export Behavior and Productivity Growth: Evidence from Italian Manufacturing Firms", *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 138, No. 4, PP. 605-628.
- Charnes, A., Cooper W. W. & E. Rhodes**, (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, PP. 429-444.
- Chu, S. N. & K. Kalirajan** (2010), "Impact of Trade Liberalization on Technical Efficiency of Vietnamese Manufacturing Firms", Paper for Presentation at the Conference on Frontier Issues in Technology, Development and Environment organized by the Madras School of Economics and the Forum for Global Knowledge Sharing at the Madras School of Economics.
- Chung, S. & M. Roberts** (2000), "Productivity and Turnover in the Export Market: Micro-Level Evidence from the Republic of Korea and Taiwan (China)", *World Bank Economic Review*, Vol. 14, PP. 65-90.
- Clerides, S. K., Lach, S. & J. R. Tybout** (1998), "Is Learning by Exporting Important? Micro-Dynamic Evidence from Colombia, Mexico and Morocco", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 113, No. 3, PP. 903-948.
- Dixit, A.** (1988), "Exit and Entry Decisions under Uncertainty", *Journal of Political Economy*, Vol. 98, PP. 38-620.
- Debreu, G.** (1951), "The Coefficient of Resource Utilization", *Econometrica*, Vol. 19, No. 3, PP. 273-292.
- Djankov, S. & P. Murrell** (2002), "Enterprise Restructuring in Transition: A Quantitative Survey", *Journal of Economic Literature*, XL PP. 739-792.
- Farrell, M. J.** (1957), "The Measurement of Production Efficiency", *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 120, No. 3, PP. 253-290.
- Ghironi, F. & M. Melitz** (2005), "International Trade and Macroeconomics Dynamics with Heterogeneous Firms", *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 120, PP. 865-915.

- Graner, M.** (2002), "Export-Led Efficiency or Efficiency-led Exports: Evidence from the Chilean Manufacturing Sector", Essay II in Essays on Trade and Productivity: Case Studies of Manufacturing in Chile and Kenya, PhD diss., Göteborg University.
- Graner, M. & A. Isaksson** (2002), "Export Performance in Structure and Performance of Manufacturing in Kenya", Ed. A. Bigsten and P. Kimuyu, London: Palgrave.
- Grossman, G. & E. Helpman** (1991), "Innovation and Growth in the Global Economy", Cambridge, Mass: MIT Press.
- Hall, J. & G. M. Scobie** (2006), "The Role of R&D in Productivity Growth: The Case of Agriculture in New Zealand (1927-2001)", New Zealand Treasury Working Paper, No. 06/01.
- Hasan, R.** (2002), "The Impact of Imported and Domestic Technologies on the Productivity of Firms: Panel Data Evidence from Indian Manufacturing Firms", *Journal of Development Economics*, Vol. 69, PP. 23-49.
- Hsiao, C.** (2003), *Analysis of Panel Data*, 2nd Edition, Cambridge University Press.
- Hopenhayn, H.** (1992), "Entry, Exit and Firm Dynamics in the Long-run Equilibrium", *Econometrica*, Vol. 60, PP. 50-1127.
- Hu, A. G. & Z. Liu** (2014), "Trade Liberalization and Firm Productivity: Evidence from Chinese Manufacturing Industries Review of International Economics", *Article First Published Online*, 9 APR.
- Jondrow, J., Lovell, C. A. K. & P. Schmit** (1982), "On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model", *Journal of Econometrics*, Vol. 19, PP. 233-238.
- Jovanovic, B.** (1982), "Selection and the Evolution of Industry", *Econometrica*, Vol. 50, No. 3, PP. 70-649.
- Koopmans, T.** (1951), *Activity Analysis of Production and Allocation*, John Wiley & Sons, New York.
- Leonidou, L. & C. Katsikeas** (1996), "The Export Development Process: An Integrative Review of Empirical Models", *Journal of International Business Studies*, Vol. 27, No. 3, PP. 517-551.
- Loecker, Jan De** (2011), "Product Differentiation, Multiproduct Firms and Estimating the Impact of Trade Liberalization on Productivity", *Econometrica*, Vol. 79, No. 5, PP. 1407-1451.
- Melitz, M. J.** (2003), "The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity", *Econometrica*, Vol. 71, No. 6, PP. 1695-1725.
- Mitra, A., Sharma, C. & M. A. Végonzónès-Varoudakis** (2014), "Trade Liberalization, Technology Transfer, and Firms Productive Performance: The Case of Indian Manufacturing", *Journal of Asian Economics*, PP. 33, 1-15.
- Mok, V., Godfrey, Y., Zhaozhou, H. & L. Zongzhang** (2010), "Export Orientation and Technical Efficiency: Clothing Firms in China", *Managerial and Decision Economics*, Vol. 31, No. 7, PP. 453-463.
- Pierce, E.** (1996), "Efficiency Progress in the Newsouthwale Government", Internet: [www.treesury.nsw.gov.edu](http://www.treesury.nsw.gov.edu).
- Silvente, F. R.** (2006), "Exports and Firm-Level Efficiency in the UK Food and Drink Industry", *Trabajo Enviado al XXXI Simposio Analisis Economico*, Valencia, Spain.
- Wagner, J.** (2012). "International Trade and Firm Performance: A Survey of Empirical Studies Since 2006", *Review of World Economics*, Vol. 148, No. 2, PP. 235-267.
- Walujadi, D.** (2004), "Age, Export Orientation and Technical Efficiency: Evidence from Garment Firms in DKI Jakarta", *Makara, Sosial Humaniora*, Vol. 8, No.3, PP. 97-104.
- Webb, M. & J. Fackler** (1993), "Learning and the Time Interdependence of Costa Rican Exports", *Journal of Development Economics*, Vol. 40, No. 2, PP. 311-29.