University of Sistan and Baluchestan

Public Management Researches

Print ISSN: 2538 - 3418 Online ISSN: 2676 - 7880

Iranian Academy of Management Sciences

Measuring the Efficiency of Commercialization in Science and Technology Parks of Iran According to Industrial Capacity and Regional Innovation

Reza Fathi [*1], Mohammad Nabi Shahiki Tash[2]

1. Faculty of Humanities, Management Department, University of Meybod, Iran. (Corresponding Author) Email: r.fathi@merc.ac.ir
2. Professor, Department of Management, University of Sistan and Baluchestan, zahedan, Iran.

Extended Abstract

Abstract

Using the input-oriented bootstrap data envelopment analysis approach, using the LSW algorithm, this study estimated the corrected bias efficiency values of the technical, managerial and scale efficiency of technology centers with an emphasis on science and technology parks in Iran. The central question of this article is what is the industrial capacity and regional innovation capacity in each province and what is the matrix of the relationship between the commercialization coefficient and the industrial and innovation coefficient of each region. The results obtained from this study indicate that the super-efficiency score in the technology centers of the country (variable return to scale) is 2.97, the efficiency score is 0.94, and the efficiency score using the bootstrap method is 0.85. Also, the findings of the research show that the most important factor in improving the technical efficiency of science and technology parks in the country is the improvement of managerial efficiency. According to the research findings, only 5 of the 15 science and technology parks with high commercialization efficiency have high innovation, three of them are located in industrial areas and the other two are located in semi-industrial areas. Among the reasons for their success, we can mention the existence of driving industries, the existence of effective communication between universities and research institutions with industry, networking related to innovation, and such things. On the other hand, looking at 4 non-innovative regions that have less commercial efficiency, it is clear that they are located in semi-industrial and weak regions, and among the most important obstacles to their innovation, we can mention the lack of knowledge clusters, emphasis on absolute theoretical skills, lack of necessary coordination between organizations He pointed out specialization and lack of emphasis on innovation.

Introduction

The growth centers of technology units and science and technology parks can play a unique role in the commercialization of knowledge and the growth and development of the regional economy, and from the functional point of view, the parks cultivate and apply knowledge in a targeted manner and in creating knowledge-based employment, the rapid growth of the income of the local community. and creating wealth, increasing the level of specialized competition, creating influential business networks, creating the capacity to access other markets, improving the level of education and market-oriented skills, defending a cooperative and competitive knowledge business culture, and providing creative and innovative public services.

In Iran, like the member states of the European Union, various science and technology parks are active in different provinces of the country. Now the central question is how successful these parks have been in commercializing ideas? Also, another central question is what is the industrial capacity and regional innovation capacity in each province, and what is the matrix of the relationship between the commercialization coefficient and the industrial and innovation coefficient of each region? The answer to each of the above questions can help to examine the state of regional innovation and commercialization development or industrial lock-in and commercialization in each province.

Case Study

Modified bias efficiency of technical, managerial and scale efficiency of technology centers with emphasis on science and technology parks in Iran.

Materials and Methods

In this research, the bootstrap approach has been used. First, he explained the general process of data generation and bootstrap, and then, in the second section, we introduced the method of evaluating the efficiency, i.e. data envelopment analysis, and finally, this section ends with the introduction of algorithms for estimating the data generation process (DGP) in the third part.

Discussion and Results

The Results of the research confirm that among the types of parks and according to the required infrastructure, it is possible to make the country's science and technology parks mission-oriented according to the coordinates of the advanced technology park, innovation and entrepreneurship park, university park, virtual park and business park. The central mission of the parks based on which model is defined requires a detailed analysis of the structure of human capital, the state of universities in each province, the evaluation of the local economy according to the structure of the macro economy, the business environment, analysis of the local, regional and extra-regional market, the structure of investment and sources of supply. Finance depends on the local

economic cycle, local capabilities and talents, entrepreneurial infrastructure, and the state of technology in each province. In this article, the results and achievements of the commercialization of science and technology parks have been examined and quantified.

Conclusion

The regional science and technology park, as a market support institution, together with universities and industry, can create a regional innovation ecosystem. The regional science and technology park should balance local and extra-regional facilities and needs. By examining the institutional structure of science and technology parks in the world, it can be seen that the parks do not have the same structure and countries have adopted different goals and diverse operational models depending on the development goals and university structure and industrial and technology structure according to regional requirements; Therefore, developed and developing countries have followed different development patterns according to their needs.

Keywords: Envelopment analysis of data, bootstrap resampling, technology centers, efficiency

Article Type: Research Article

Cite this article: Fathi, R., & Shahiki Tash, M.N . (2023). Measuring the Efficiency of Commercialization in Science and Technology Parks of Iran According to Industrial Capacity and Regional Innovation . *Public Management Researches*, 15 (58), 149-180. (In Persian)

DOI:10.22111/JMR.2023.42695.5803

Received: 20 Jun. 2022 **Revised:** 04 Nov. 2022 **Accepted**: 25 Jan. 2023

© The Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

پژوهش‌های مدیریت عمومی
شاپا چاپی: ۳۴۱۸-۲۵۳۸ شاپا الکترونیکی: ۷۸۸۰-۲۶۷۶
دانشگاه سیستان و بلوچستان
انجمن علوم مدیریت ایران

سنجش ضریب کارایی تجاری‌سازی در پارک‌های علم و فناوری ایران با توجه به ظرفیت صنعتی و نوآوری منطقه‌ای

رضا فتحی *[1] – محمدنبی شهیکی تاش [2]

۱. نویسنده مسئول، هیات علمی برنامه‌ریزی آموزشی دانشگاه میبد، ایران. r.fathi@merc.ac.ir
۲. استاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

چکیده

این مطالعه با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های بوت‌استرپ نهاده‌محور با استفاده از الگوریتم LSW، به تخمین مقادیر کارایی تورش اصلاح‌شده کارایی فنی، مدیریتی و مقیاس مراکز فناوری با تأکید بر پارک‌های علم و فناوری در ایران پرداخته است. پرسش محوری این مقاله آن است که ظرفیت صنعتی و ظرفیت نوآوری منطقه‌ای در هر استان چگونه بوده و ماتریس ارتباط بین ضریب تجاری‌سازی و ضریب صنعتی و نوآوری هر منطقه به چه صورت است. نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه حاکی از آن است که نمرهٔ اَبَرکارایی در مراکز فناوری کشور (بازده متغییر نسبت به مقیاس) ۲/۹۷، نمرهٔ کارایی ۰/۹۴ و نمرهٔ کارایی با استفاده از روش بوت‌استرپ، ۰/۸۵ است. همچنین یافته‌های تحقیق نشان‌دهندهٔ آن است که مهم‌ترین عامل در ارتقای کارایی فنی پارک‌های علم و فناوری کشور، ارتقای کارآمدی مدیریتی است. براساس یافته‌های تحقیق، تنها ۵ پارک از میان ۱۵ پارک علم و فناوری با کارایی تجاری‌سازی بالا دارای نوآوری بالا هستند که سه مورد از آن‌ها در مناطق صنعتی و دو مورد دیگر در مناطق نیمه‌صنعتی مستقر هستند. ازجمله دلایل موفقیت آن‌ها، می‌توان به وجود صنایع پیشران، وجود ارتباط مؤثر دانشگاه و مؤسسات پژوهشی با صنعت، شبکه‌بندی مرتبط با نوآوری و مواردی از این قبیل اشاره کرد. از سوی دیگر با نگاهی به ۴ منطقهٔ غیرنوآور که کارایی تجاری کمتری دارند، مشخص می‌شود که آن‌ها در مناطق نیمه‌صنعتی و ضعیف مستقر هستند و ازجمله مهم‌ترین موانع نوآوری آن‌ها، می توان به عدم خوشه‌بندی‌های دانشی، تأکید بر مهارت‌های نظری مطلق، عدم‌هماهنگی لازم میان سازمان‌های تخصصی و عدم تأکید بر نوآوری اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، بازنمونه‌گیری بوت‌استرپ، مراکز فناوری، کارایی

استناد: فتحی، رضا؛ شهیکی‌تاش، محمدنبی (۱۴۰۱). سنجش ضریب کارایی تجاری‌سازی در پارک‌های علم و فناوری ایران با توجه به ظرفیت صنعتی و نوآوری منطقه‌ای ، *پژوهش‌های مدیریت عمومی*. ۱۵(۵۸)، ۱۸۰-۱۴۹ .

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۳۰ **تاریخ ویرایش:** ۱۴۰۱/۰۸/۱۳ **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۱۱/۰۵

نوع مقاله: علمی پژوهشی **DOI**:10.22111/JMR. 2023.42695.5803

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

حق مؤلف © نویسندگان

مقدمه

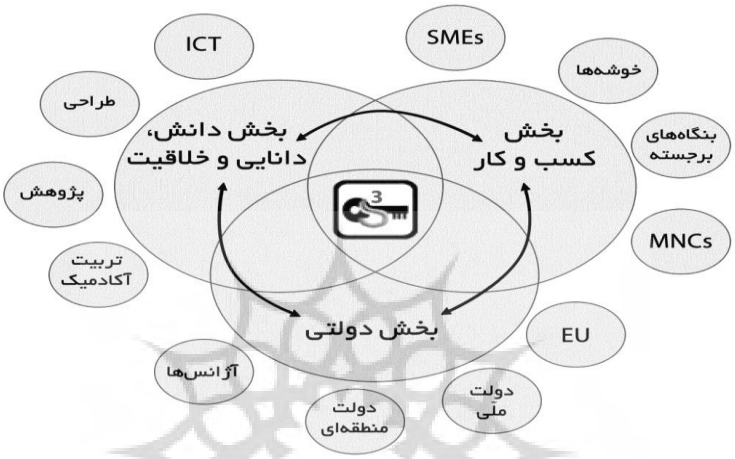
مراکز رشد واحدهای فناور و پارک‌های علم و فناوری می‌توانند نقش بی‌همتایی را در تجاری‌سازی دانش و رشد و توسعهٔ اقتصاد منطقه‌ای ایفا کنند و از دید عملکردی، پارک‌ها به شیوه‌ای هدفمند به پرورش و کاربردی‌کردن دانش پرداخته و در خلق اشتغال دانش‌محور، رشد پرشتاب درآمد جامعهٔ محلی و خلق ثروت، افزایش سطح رقابت تخصص‌گرایانه، ایجاد شبکه‌های پرنفوذ تجاری، ایجاد ظرفیت دسترسی به دیگر بازارها، ارتقای سطح آموزش و مهارت‌های بازارمحور، دفاع از فرهنگ کسب‌وکار دانشی مشارکتی و رقابت‌پذیر و ارائهٔ خدمات عمومی خلاقانه و نوآورانه نقش ایفا کنند.

پارک علم و فناوری به‌عنوان یک اکوسیستم نوآور، شامل مجموعه‌ای متمرکز از شرکت‌های دانش‌محور، مراکز کارآفرینی، شرکت‌های مشاوره‌ای، شرکت‌های با فناوری برتر، سرمایه‌های مخاطره پذیر، امکانات و زیرساخت های فیزیکی و نهادی و سرمایه انسانی است که در یک فضای جغرافیایی و در یک منطقه اقتصادی با مدیریت متمرکز و ساختار حقوقی خاص تشکیل و به تولید محصولات و ارایه خدمات دانش محور می‌پردازد. بدون تردید این نهاد، مکان همجوشی مارپیچ سه‌گانهٔ «دانشگاه»، «کسب و کار »و «دولت» است که برهمکنش این سه گانه می‌تواند پایهٔ دانش محور را در این مناطق استوار نماید.

بدین‌سان، اقتصادهای پیشرفته در سراسر جهان، ارتقای نوآوری منطقه‌ای و سیاست‌های ساختاریافته بر پایهٔ رشد و توسعهٔ مناطق ویژهٔ علم و فناوری را به‌عنوان راهی برای توان‌بخشیدن رقابت‌پذیری ملّی خود برگزیده‌اند؛ برای مثال، اتحادیهٔ اروپا برای بازگشت توان اقتصادی و بهبودی خود در شرایط پسابحران اقتصادی، رشد توأمان پایدار و هوشمند بر پایهٔ مناطق ویژهٔ علم و فناوری را هدف قرار داده است. تمرکز سرمایه‌گذاری بر اساس این راهبرد، متکی بر «پژوهش»، «نوآوری» و «کارآفرینی» است که تمام اعضاء اتحادیهٔ اروپا مجبور به اجرای آن هستند تا پتانسیل نهفته در این قاره شکوفا شود. در یک فراگرد جامع، اخیراً اتحادیه اروپا راهبردهای پژوهش و نوآوری برای تخصص‌گرایی هوشمند را ارائه داده است. تخصص گرایی هوشمند[1] به معنای شناسایی ویژگی‌ها و دارایی‌های منحصر به فرد هر کشور و منطقه‌ی دانش‌محور است تا بتوان مزیت‌های رقابتی هر منطقه‌ی دانایی را

[1]. Smart Specialization

برجسته نموده و ذینفعان منطقه‌ای و منابع را حول چشم‌انداز برخاسته از تعالی گرایی آینده‌ی این مناطق سوق داد. همچنین این به معنای تقویت سامانه‌های نوآوری منطقه‌ای، بزرگنمایی جریان‌های دانایی و گسترش سودمندی‌های نوآوری در سراسر پیکره‌ی اقتصاد منطقه‌ای است.



شکل شماره۱: مارپیچ سه‌گانه سامانه نوآوری منطقه‌ای (RIS)

در ایران نیز همانند کشورهای عضو اتحادیهٔ اروپا، پارک‌های علم و فناوری متنوع در استان‌های مختلف کشور فعال هستند. اکنون پرسش محوری آن است که این پارک‌ها به چه میزان توانسته‌اند در تجاری‌سازی ایده‌ها موفق باشند؟ همچنین پرسش محوری دیگر آن است که ظرفیت صنعتی و ظرفیت نوآوری منطقه‌ای در هر استان چگونه بوده و ماتریس ارتباط بین ضریب تجاری‌سازی با ضریب صنعتی و نوآوری هر منطقه به چه صورت است؟ پاسخ به هر یک از سؤالات فوق می‌تواند کمک کند تا وضعیت توسعهٔ نوآوری و تجاری‌سازی منطقه‌ای یا قفل‌شدگی صنعتی و تجاری‌سازی در هر استان را مورد بررسی قرار داد؛ ازاین‌رو هدف محوری این مقاله، بررسی این زیست‌بوم در کشور ایران است و از نظر تکنیکی از رهیافت بوت‌استرپ استفاده می‌شود.

ادبیات تحقیق

برای توسعه پارک‌های علم و فناوری از نظریه‌هایی استفاده می‌شود که بر اهمیت صنایع دارای فناوری پیشرفته و افراد خلاق در مناطق میزبان تاکید می ورزند و دارای پیش فرض

وجود توانمندی های فناورانـه در منـاطق هسـتند. از ایـن رو نقـاط ضـعف و قـوّت نـواحی کمترتوسعه‌یافته در آن کمتر به حساب می‌آید. لذا می‌بایست ویژگی‌های مرتبط با نوآوری با استفاده از داده های موجود(جغرافیا، آب و هوا، جمعیت، نیروی کار ماهر، مراکز تحقیقـاتی، شرکت ها و سازمان های دولتـی) در نـواحی مختلـف اسـتخراج و رهیافـت مناسـبی بـرای توسعه‌ی پارک های علمی ارائه یابد.

تراکم ناچیز نقش‌آفرینان محلی، نبود مجاورت جغرافیایی جهت بروز ظرفیت‌های ایجـاد تعامل (وجود نظام پراکنده و جزیره‌ای) و پدیده قفل شدگی عموما به عنوان سه مـانع مهـم ایجاد نوآوری در سطح نظام ملی منطقه‌ای شناخته می‌شود. در جـدول ۱ مهتـرین دلایـل و عوامل پایه‌ای در ضعف نوآوری در مناطق مختلف به تفصیل بیان شده است.

جدول شماره ۱: نواحی دارای نوآوری کمتر از حد انتظار و موانع نوآوری منطقه‌ای

عامل کلیدی	نواحی صنعتی	نواحی نیمه صنعتی	نواحی با سازمان صنعتی ضعیف
شرکت‌ها و خوشه‌های محلی	اغلب در صنایع بالغ تخصص دارند. چیرگی شرکت های بزرگ	صنایع متعدد اما اغلب فاقد ویژگی‌های برجسته بوده و خوشه‌های دانشی وجود ندارد.	خوشه‌ها اغلب وجود ندارند یا توسعه ضعیفی دارند و شرکت‌های کوچک و متوسط اندکی فعالیت می کنند
فعالیت‌های نوآوری	پژوهش در دفاتر مرکزی شرکت‌های بزرگ و دارای فناوری پیشرفته. نوآوری محصول و شکل گیری شرکت‌های جدید اغلب کمتر از انتظار.	چیرگی نوآوری فرایندی و جزیی.	تأکید بر نوآوری اندک
ساختار تولید و انتشار دانش	دانشگاه‌ها و موسسات پژوهشی زیاد و با کیفیت که اغلب پیوند ضعیف با صنعت دارند	جهت‌گیری دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی اغلب بر صنایع/فناوری‌های قدیمی است.	دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی کم یا با ویژگی ضعیف.
آموزش بلندمدت/کوتاه‌مدت	تنوع زیاد مدارس آموزش عالی و موسسات آموزشی	اغلب تأکید بر مهارت‌های نظری دارند. مهارت‌های مدیریتی و پیش‌نیازهای جدید نادیده گرفته می‌شود.	تأکید بر پیش‌نیازهای سطوح پایین یا میانی.
انتقال دانش	عموماً این خدمات شدت زیادی دارند، بیشتر تجاری شده‌اند	سازمان‌های زیاد و تخصصی وجود دارند اما هماهنگی ضعیفی دارند، اغلب جهت گیری کمی بر نیازهای شرکت‌ها دارند.	برخی خدمات قابل دسترس‌اند، اما عموما ساختار ضعیفی دارند. عدم وجود خدمات تخصصی تر. اغلب جهت گیری ضعیفی بر نیازهای شرکت دارند.
شبکه‌ها	چیرگی پیوندهای بازار، شبکه بندی مرتبط با نوآوری و خوشه‌ای اغلب کم است	شیکه افقی و عمودی ارتباطاعات ضعیف است	تعداد کم به دلیل خوشه بندی ضعیف و ساختار نازک سازمانی.

منبع: قاضی نوری (۲۰۱۰) و مطالعهٔ جاری

با توجه به جدول فوق در هر ناحیه ترکیبی از موانع مختلف وجود دارد که مراکز رشد و پارک‌های علم و فناوری می‌بایست با در نظر گرفتن فرصت‌ها و تهدیدهای موجود خط مشی و اولویت‌های سیاستگذاری خود را اتخاذ نمایند. مطابق با جدول ۲ در نواحی صنعتی که بزرگترین مانع نوآوری «قفل شدگی» است، معمولاً جهت‌گیری راهبردهای اقتصاد منطقه‌ای به سمت بازسازی اقتصاد منطقه‌ای است و صنعتی سازی مجدد در اولویت قرار می‌گیرد. این مهم نیز با جذب سرمایه گذاری مستقیم خارجی و تشویق همکاری‌های بین‌المللی میسر می‌شود.

در نواحی بزرگ شهری که «گسستگی» مهم‌ترین تهدید تلقی می‌شود، سیاست‌گذاران پارک‌های علم و فناوری این نواحی معمولا تجاری‌سازی نوآوری را هدف پارک قرار می‌دهند. ترغیب و تقویت شبکه‌های محلی، ملی و بین‌المللی دانش و ارتقای تعاملات بین صنعت و دانشگاه از روش‌های موثر در تجاری‌سازی نوآوری هستند. در نواحی جانبی نیز مهم‌ترین مانع در نوآوری «نازکی سازمانی» است. این مانع ایجاب می‌نماید تا پارک‌ها کمک به شکل‌گیری شرکت‌های، توسعه محلی/منطقه‌ای و لزوم اهمیت ویژه به مراکز رشد را در اولویت سیاست‌گذاری‌های خویش قرار دهند.

جدول شماره۲: مقایسه اهداف توسعه و استراتژی‌های پارک‌های علم و فناوری در مناطق دارای نوآوری کمتر از حد انتظار

اهداف و استراتژی‌ها	نواحی صنعتی	نواحی نیمه‌صنعتی	نواحی با سازمان صنعتی ضعیف
اهداف استراتژیک اقتصاد منطقه‌ای	بهبود موقعیت اقتصاد منطقه‌ای در اقتصاد دانش بنیان و غلبه بر سطح پایین یکپارچگی	بازسازی اقتصاد منطقه‌ای و حرکت به سمت تعادل رو به بالا	تقویت و ارتقای اقتصاد منطقه‌ای و تعریف نظم اقتصادی جدید
استراتژی نوآوری	تقویت نوآوری بنیادی و دانش محور، ریسک‌پذیری بهبود تعامل بین صنعت و جریان دانش	تقویت نوآوری در حوزه‌ها/ مسیرهای جدید تقویت نوآوری محصول و فرآیند برای بازارهای جدید	بهبود قابلیت‌های استراتژیک و نوآوری شرکت‌های کوچک و متوسط
هدف از توسعه پارک های علم و فناوری در منطقه	توسعه فناوری ، ایجاد خوشه های فناور، مزیت شبکه ای ، ایجاد مجتمع R&D ، تجاری سازی نتایج تحقیقات و ایجاد شبکه های افقی و عمودی	کسب فناوری و انتشار ان و ایجاد شبکه های افقی و عمودی	انتقال قناوری و توسعه محلی/منطقه‌ای از طریق سرریز دانش در تابع تولید
استراتژی‌ها	ایجاد شبکه بین نقش‌آفرینان کلیدی و تقویت اکوسیستم نوآوری	ترویج ظهور صنایع/فناوری‌های جدید در پی افول صنایع قدیمی	کمک به ایجاد شرکت‌های جدید

منبع: قاضی نوری (۲۰۱۰) و مطالعهٔ جاری

جهت‌گیری راهبردی اقتصاد منطقه و اولویت‌گذاری سیاست‌های پارک‌ها برای نواحی با ضریب نوآوری پایین شامل موارد زیر است:

- تقویت اقتصاد محلی و خط مشی نوآوری
- حمایت در زمینه ارتقاء قابلیت‌های نوآوری در شرکت‌های کوچک
- ایجاد فرهنگ کارآفرینی
- ترویج مهارت‌های سطح متوسط
- ترغیب شبکه‌های محلی بین شرکت‌ها
- ارائه تدابیر محرک کارآفرینی نظیر آموزش کسب مزیت(مدیریت، سازمان، فناوری)
- جذب شعبه‌هایی از سازمان‌های پژوهشی ملی مرتبط با اقتصاد منطقه‌ای
- تشخیص و تقویت خوشه‌ای بالقوه در منطقه

با توجه به موارد گفته شده بهترین مدل در این شرایط برای افزایش ضریب موفقیت پارک‌های علم و فناوری، تمرکز و اهمیت ویژه به مراکز رشد اقماری و تخصصی است.

در مناطقی که ویژگی‌هایی مشابه با نواحی بزرگ شهری که دچار گسستگی شده‌اند، با نبود شبکه‌ها و یادگیری تعاملی به عنوان بزرگترین مانع نوآوری روبه‌رو هستند. بنابراین انتظار می‌رود پارک‌های مستقر در این مناطق توجه خود را به سمت این حوزه‌ها معطوف نمایند:

- تجاری‌سازی نتایج تحقیقات
- ایجاد شبکه بین کارآفرینان کلیدی
- تقویت ریسک پذیری و نوآوری بنیادی در صنایع دانش محور
- جذب سرمایه گذاری مستقیم خارجی
- ترویج مهارت‌های بسیار تخصصی در حوزه‌های فناوری و اقتصادی
- فرهنگ سازی اعتماد و یادگیری متقابل
- ایجاد شبکه‌های نوآوری در سطوح ملی، ملی و بین المللی
- پشتیبانی از شرکت‌های رویشی در صنایع دانش‌محور

در برخی مناطق اغلب تخصصی‌بودن صنایع بالغ باعث ایجاد پیوندهای نفوذناپذیر و قفل‌شدگی و در نتیجه افول نوآوری می‌شود. در چنین شرایطی پارک‌های علم و فناوری علاوه بر تلاش در جهت همگام بودن با خط مشی در حوزه‌های زیر نیز تلاش کند:

- صنعتی‌سازی مجدد
- ترویج مهارت‌های جدید و مرتبط مورد نیاز
- فرهنگ سازی پذیرش تغییر و تنوع
- ترغیب شبکه‌سازی با توجه به صنایع و فناوری‌های جدید در سطوح محلی، ملی و بین‌المللی
- جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با هدف ورود دانش مکمل به خوشه‌های جدید و قدیمی
- ترویج ظهور صنایع/فناوری‌های جدید در پی افول صنایع قدیمی
- تسهیل ایجاد سازمان‌های پژوهشی و دانشگاه‌ها در حوزه‌های مرتبط جدید
- پشتیبانی از شکل‌گیری شرکت‌های جدید

در ادامه ادبیات تحقیق لازم است علاوه بر موارد مفهومی فوق، به مهمترین مطالعات در این حوزه و تکنیک های مرتبط اشاره شود. با توجه به اهمیت ارزیابی کارایی تجاری سازی در مراکز رشد، تابه‌حال با به‌کارگیری روش‌های مختلف در مورد این موضوع انجام شده است. در این قسمت ابتدا به مهم‌ترین مطالعات تجربی خارجی و سپس به مهم‌ترین مطالعات داخلی پرداخته می‌شود.

هاکس و تزریمس (۲۰۱۰) در مطالعه خود با استفاده از رهیافت تحلیل پوششی داده‌های بوت‌استرپ[1] و به‌کارگیری داده‌های مالی به ارزیابی کارایی ۲۳ بخش تولیدی پرداختند؛ در مرحله اول، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که تحلیل حساسیت نمرات کارایی به‌دست‌آمده تورش دار هستند سپس در مرحله دوم با به‌کارگیری تکنیک بوت‌استرپ نتایج به‌دست‌آمده به‌طور قابل‌توجهی بهبود یافتند.

1. Bootstrapping Data Envelopment Analysis (BDEA)

لی و ورسینکتن (۲۰۱۴) در مطالعه خود به‌وسیله داده‌های نمونه‌گیری شده در سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۵ و با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی بوت‌استرپ (دومرحله‌ای)[1] به اندازه‌گیری کارایی فنی خطوط هوایی داخلی و بین‌المللی آمریکا و سایر کشورها پرداختند. نتایج این مطالعه گویای آن است عملکرد خطوط هواپیمایی بین‌المللی غیر اروپایی و آمریکایی به‌ویژه هواپیمایی سنگاپور و به میزان کم‌تری جِی اِی اِل کاتای پاسیفیک در سطحی از کارایی است که می‌توان از آن به‌عنوان معیاری برای سنجش بهبود عملکرد و کارکرد خطوط هواپیمایی آمریکایی و اروپایی که عملکردی ضعیف دارند، استفاده کرد.

ذکریا و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های بوت‌استرپ به بررسی کارایی ۱۲ بانک اسلامی در مالزی پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که به‌صورت کلی استفاده از این روش نسبت به روش سنتی که دارای تورش می‌باشد، دقیق‌تر است.

مورنو و همکاران (۲۰۱۵) با تخمین تابع تولید کاب-داگلاس مرزی تصادفی به ارزیابی کارایی فنی صنعت منسوجات اسپانیایی در سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۰۲ پرداختند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بنگاه‌های بررسی شده طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۵ از سطوح کارایی فنی بالاتری نسبت به سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹ برخوردار بوده‌اند و این نتایج روند رو به زوالی برای بنگاه‌های مورد بررسی نشان می‌دهد.

علاوه بر مطالعات انجام شده در بخش صنعت که در بالا به آن‌ها پرداخته شد، می‌توان به مطالعاتی که با روشی مشابه این تحقیق انجام شده‌اند نیز مانند مطالعات برومر (۲۰۰۱)، گوچت و بالکومب (۲۰۰۶)، دونگ (۲۰۰۶)، بالکومب و همکاران (۲۰۰۸) و ادک (۲۰۰۹) در سایر بخش‌ها اشاره نمود. از مهم‌ترین مطالعات داخلی برای ارزیابی کارایی در بخش صنعت نیز می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد.

زاراءنژاد و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه خود با استفاده از مدل اثرات ناکارایی بتیس وکوئلی میزان کارایی فنی و صنایع کارخانه‌ای ایران را طی سال‌های ۸۶-۱۳۷۵ مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که میانگین کارایی فنی صنایع مورد بررسی ۵۵ درصد است. همچنین صنایع فعال در زمینه تولید محصولات اساسی مسی و

[1]. DEA double bootstrapping model

تولید فراورده‌های نفتی تصفیه شده به ترتیب با سطح کارایی ۸۳ و ۷۸ درصد به طور نسبی از سطح کارایی فنی بالاتری در مقایسه با دیگر فعالیت‌های صنعتی برخوردار هستند. در مقابل صنایع فعال در زمینه تولید آجر، آماده‌سازی و آرد کردن غلات و حبوبات به ترتیب با سطوح کارایی ۲۱ و ۲۳ درصد پایین‌ترین میزان کارایی فنی را به خود اختصاص داده‌اند.

آزادی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه خود با استفاده از رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی عوامل مؤثر در کارایی فنی بخش صنعت استان‌های کشور پرداختند. آن‌ها ابتدا هر کدام از ۲۸ استان کشور را به منزله یک واحد تصمیم‌گیر در نظر گرفتند و سپس به اندازه‌گیری کارایی فنی استان‌های کشور در سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۶ پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که استان‌های مرکزی، بوشهر، کرمان، هرمزگان، تهران و خوزستان در بخش صنعت نسبت به سایر استان‌ها از کارایی فنی بالاتری برخوردارند.

شهیکی تاش و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه خود با رهیافت تابع مرزی تصادفی به ارزیابی ناکارایی فنی صنایع کارخانه‌ای ایران در طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۸پرداختند. نتایج کار آن‌ها نشان می‌دهد که بیش‌ترین ضریب ناکارایی فنی به ترتیب مربوط به صنایع تولید پوشاک و عمل آوردن و رنگ کردن پوست خزدار، انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده و ساخت منسوجات و بازیافت می‌باشد. در مقابل بیش‌ترین کارایی فنی نیز مربوط به صنعت ساخت مواد و محصولات شیمیایی است.

مبانی نظری و روش تحقیق

تا قبل از سال ۱۹۷۸ تحقیقات فراوانی برای محاسبه کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده یک سیستم صورت گرفته بود. عمده این تحقیقات منجر به ایجاد روش‌های پارامتریک گردیدند. این روش‌ها در برخی حالات خاص کارساز بودند؛ ولی در حالت کلی دو مشکل عمده نظری و کاربردی، استفاده از آن‌ها در سطح گسترده را غیرممکن می‌ساخت. این دو مشکل عبارت‌اند از:

الف. روش‌های پارامتریک برای حالت‌های یک یا چند ورودی و تنها یک خروجی مناسب هستند .

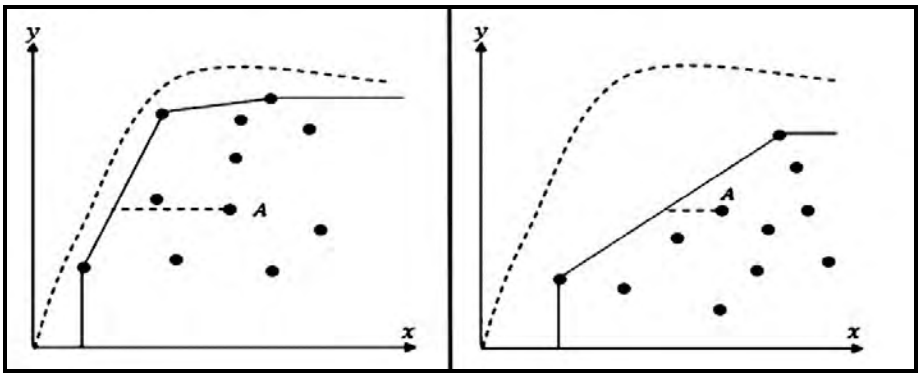
ب. محاسبه پارامترها و تعیین تابع پارامتریک در حالت کلی آسان نیست و نیاز به تصریح فرم تبعی خاص دارد.

در سال ۱۹۵۷ فارل طی مقاله‌ای روش اندازه‌گیری کارایی را بر مبنای تئوری‌های اقتصادی معرفی و کارایی بخش کشاورزی آمریکا را به روش غیر پارامتریک محاسبه نمود. فارل با استناد بر اصول پنج‌گانه، مجموعه‌ای به نام «مجموعه امکانات تولید» ساخت و قسمتی از مرز آن را به‌عنوان تخمینی از تابع تولید در نظر گرفت. در روش فارل هر واحد تصمیم‌گیرنده‌ای که روی این مرز قرار گیرد کارا می‌باشد و در غیر این صورت ناکارا تلقی می‌گردد.

به دلیل مشکلات علمی در اندازه‌گیری و محدودیت‌هایی که در روش فارل مطرح بود، این روش کاربرد عملی چندانی نیافت و سال‌ها مسکوت ماند، تا اینکه در سال ۱۹۷۸ چارنز و همکاران (*CCR*) با جامعیت‌بخشیدن به روش فارل، به‌گونه‌ای که خصوصیت فرایند تولید با چند عامل تولید و محصول را در برگیرد، روش تحلیل پوششی داده‌ها[1] (*DEA*) را معرفی نمودند. در این روش برای تخمین تابع تولید به پیش‌فرض خاصی در مورد شکل تابع نیاز نبوده و کارایی یک بنگاه نسبت به کارایی سایر بنگاه‌ها اندازه‌گیری می‌شود. برای آشنایی با این روش، فرض کنید سیستم تحت ارزیابی شامل n واحد تصمیم‌گیرنده[2] ($DMU_1, DMU_2, \ldots, DMU_n$) باشد که هر DMU_j، m ورودی $X = (x_{1j}, x_{2j}, \ldots, x_{mj})$ را برای تولید s خروجی $Y = (y_{1j}, y_{2j}, \ldots, y_{sj})$ مصرف می‌کند (*Farrel, 1957; Charnes, 1978*). متأسفانه در دنیای واقعی به علت استفاده از نمونه، قادر به محاسبه بیش‌ترین میزان تولیدشده از یک ورودی مشخص نیستیم؛ زیرا ما تنها یک نمونه از یک جامعه ناشناخته را در اختیار داریم و در این صورت مرز کارای تولید جامعه، نامشخص خواهد بود. همان‌طور که در شکل‌های زیر نشان داده شده است، کارایی واحد A در شکل (۲) نسبت به شکل (۳) به‌طور محسوسی تغییر یافته است.

[1]. Data Envelopment Analysis

[2]. Decision Making Units



شکل شماره ۲: نمونهٔ اول (Bahari et al., 2013) **شکل شماره ۳: نمونهٔ دوم (Bahari et al., 2013)**

این تغییر در مقدار کارایی ناشی از طبیعت ناپارامتریک مدل DEA است (Bahari et al., 2013). همان‌طور که مشاهده می‌شود، مرز DEA وابسته به نمونه بوده و به آن حساس می‌باشد، به‌طوری‌که با تغییر نمونه مرز قبلی فرو می‌پاشد؛ البته تمام ضعف این مدل به دلیل ناپارامتری بودن آن نیست؛ بلکه به‌اندازه نمونه نیز بستگی دارد. برای حل مشکل یاد شده، سیمار (۱۹۹۶)، روشی با عنوان تحلیل پوششی داده‌های بوت‌استرپ[1] را برای بررسی تغییرپذیری اندازه کارایی برای هر نمونه‌گیری، طراحی نمود. در این روش از تکنیک بوت‌استرپ برای نشان دادن رتبه‌بندی و حساسیت مقادیر کارایی حاصل از روش تحلیل پوششی داده‌ها، نسبت به تغییرات ترکیب نمونه استفاده می‌شود. بوت‌استرپ یک تکنیک بازنمونه‌گیری[2] است که توسط افرون و تیبشیرانی (۱۹۹۳) ارائه‌شده و برای تخمین خواص توزیع نمونه‌گیری یک تخمین‌زننده (وقتی به دست آوردن آن از طریق روش‌های دیگر مشکل باشد) به‌کاربرده می‌شود. در ساده‌ترین شکل بوت‌استرپ انتخاب تصادفی هزاران نمونه ساختگی[3] با استفاده از نمونه‌گیری ساده تصادفی همراه با جایگذاری از مجموعه داده‌های نمونه مشاهده‌شده (نمونه اصلی) است، که با استفاده از هر یک از نمونه‌های ساختگی یک تخمین ساختگی (مقدار کارایی ساختگی) را به‌دست می‌آوریم (*Simar, 1996; Efron and Tibshirani, 1993*). این هزاران تخمین ساختگی، یک توزیع

[1]. Bootstrap DEA approach

[2]. Resampling

[3]. Pseudo Sample

تجربی را برای تخمین‌زننده تشکیل می‌دهند و از آن به‌عنوان تخمینی از توزیع نمونه‌گیری جامعه اصلی استفاده می‌کنند. با توجه به آنچه که ذکر شد، در ادامه ابتدا به توضیح روند کلی تولید داده و بوت‌استرپ پرداخته و سپس در قسمت دوم این بخش به معرفی روش ارزیابی میزان کارایی، یعنی تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته، و در نهایت این بخش با معرفی الگوریتم‌هایی برای تخمین روند تولید داده[1] (DGP) در قسمت سوم، پایان خواهد یافت.

روند کلی تولید داده (DGP) و بوت‌استرپ

فعالیت یک واحد تولیدی که با p نهاده $\left(x \in R_+^p\right)$، q ستانده $\left(y \in R_+^q\right)$ تولید می‌کند را می‌توان با مجموعه تولید[2] Ψ، که شامل مجموعه امکان‌پذیر و فیزیکی (x, y) است، به‌صورت رابطهٔ (۱) نشان داد.

(۱) **نهاده x می‌تواند ستانده y تولید کند.** $\Psi = \{(x,y) \in R_+^{p+q} | x \to y\}$

این مجموعه را می‌توان به‌صورت دو بخش تشکیل‌دهندهٔ آن که شامل مجموعه نهاده[3] و مجموعهٔ ستانده[4] است، نشان داد؛ به‌طوری‌که مجموعه نهاده‌های تولید را برای $\forall y \in \Psi$ به‌صورت رابطه (۲) و همچنین مجموعه ستانده‌ها را برای $\forall x \in \Psi$، به‌وسیله رابطهٔ (۳) نشان داد.

(۲) $X(y) = \{X \in R_+^p | (x,y) \in \Psi\}$

(۳) $Y(x) = \{Y \in R_+^q | (x,y) \in \Psi\}$

رابطه بین دو مجموعه (۲) و (۳) را می‌توان به‌وسیله مجموعه فروض ارائه‌شده توسط شفار (۱۵) که شامل فرض تحدب[5] $X(y)$ برای تمام yها و فرض تصرف[6] نهاده‌ها و ستانده‌ها و... هستند، توضیح داد. مرز کارای بیان‌شده توسط فارل را می‌توان به‌صورت زیرمجموعه‌ای از $X(y)$ و یا $Y(x)$، که به ترتیب با $\partial X(y)$ و $\partial Y(x)$ نشان داده می‌شوند، به‌صورت روابط (۴) و (۵) نشان داد.

---

1. Data Generation Process
2. Production set
3. Input set
4. Output set
5. Convexity
6. Disposability

$$\partial X(y) = \{x|x \in X(y),\ \theta x \notin X(y), \forall \circ < \theta < 1\} \quad (۴)$$

$$\partial Y(x) = \{y|y \in Y(x),\ \beta y \notin Y(x),\ \forall \beta > 1\} \quad (۵)$$

روابطی که تابه‌حال بیان شدند، را می‌توان برای تعریف شاخص‌های محاسبه کارایی نهاده‌محور[1] و ستانده‌محور[2] برای بنگاه kام (x_k, y_k)، به‌صورت روابط (۶) و (۷) مورد استفاده قرار داد.

$$\theta_k = Min\{\theta|\theta x_k \in X(y_k)\} \quad (۶)$$

$$\beta_k = Min\{\beta|\beta y_k \in Y(x_k)\} \quad (۷)$$

در ادامه روش تحقیق تنها به توضیح مدل نهاده محور می‌پردازیم[3]. درصورتی‌که $\theta_k = ۱$ باشد، بنگاه (x_k, y_k) به‌صورت کارآمد فعالیت می‌نماید؛ اما درصورتی‌که مقدار کارایی کوچک‌تر از یک باشد ($\theta_k < ۱$)، واحد این تولیدی (x_k, y_k) به‌صورت ناکارآمد فعالیت نموده و می‌تواند مقدار y_k را با مقادیر کم‌تری نهاده، تولید نماید. برای تعاریف بعدی بسیار مفید خواهد بود که سطح فعالیت کارای نهاده محور بنگاه kام را در سطح تولید y_k، به‌صورت رابطه زیر تعریف نماییم:

$$X^{\partial}(x_k|y_k) = \theta x_k \quad (۸)$$

باید به این نکته توجه نمود که $X^{\partial}(x_k|y_k)$ محل نقطه تقاطع مرز کارا $\partial X(y)$ و شعاع θx_k بوده و برای محاسبه کارایی نهاده محور، نسبت فاصله شعاعی بنگاه (x_k, y_k) را به نقطه معادل آن بنگاه روی مرز کارای $\partial X(y)$ ($X^{\partial}(x_k|y_k)$) اندازه‌گیری می‌کنیم. با توجه به اینکه مجموعه تولید (Ψ) و در نتیجه مجموعه نهاده‌ها $(X(y))$ و مرز کارای تولید $(\partial X(y))$ جامعه ناشناخته هستند؛ بنابراین مقدار کارایی (θ_k) واحد تولید kام (x_k, y_k) نیز ناشناخته خواهد بود. فرض کنید که با روش تولید داده (DGP)، که با ρ نشان داده می‌شود، بتوانیم یک مجموعه نمونه تصادفی $\chi = \{(x_i, y_i)|i = 1,2,..,n\}$ ساخته و با استفاده از آن به‌وسیله روش M، برآوردی از مجموعه‌های مورد نظر، به شکل $\widehat{\Psi}$، $\widehat{X}(y)$ و

---

1. Input Oriented
2. Output Oriented
3. به‌سادگی می‌توان مطالبی را که برای مدل نهاده‌محور توضیح داده شده است، برای مدل ستانده‌محور نیز بازنویسی کرد.

$\partial\hat{X}(y)$، به دست آوریم؛ بنابراین ما می‌توانیم که کارایی واحد تولیدی (x_k, y_k) را به‌وسیلهٔ رابطه زیر تخمین بزنیم:

$$\hat{\theta}_k = Min\{\theta|\theta x_k \in \partial\hat{X}(y_k)\} \quad (۹)$$

باید توجه کرد که خواص نمونه‌ای[1] $\widehat{\Psi}$، $\widehat{X}(y)$، $\partial\hat{X}(y)$ و به تبع آن $\widehat{\theta}_k$ تماماً بستگی به روش تولید داده ρ که روشی ناشناخته است، دارند. علاوه بر این؛ حتی اگر ρ مشخص بود، به دست آوردن آن‌ها به روش M بسیار مشکل می‌باشد؛ به‌خصوص هنگامی‌که M روشی ناپارامتریک است. در شرایطی مانند شرایط ما که مشخص کردن جزئی و تحلیلی خواص نمونه‌ای تخمین‌زن‌ها بسیار مشکل و یا غیرممکن است، روش بوت‌استرپ ممکن است که مناسب‌ترین و کاربردی‌ترین روش تخمین و تحلیل آن باشد. فرض کنید که ما با روش تولید داده ρ آشنایی داشته و می‌توانیم به‌وسیله نمونه اصلی (χ)، به یک تخمین قابل قبولی از آن مانند $\hat{\rho}$، دست‌یافته و از $\hat{\rho}$ برای تولید مجموعه داده $\chi^* = \{(x_i^*, y_i^*)|i = 1,2,..,n\}$ استفاده کنیم. از این نمونه ساختگی، با روش M، می‌توان مجموعه‌های $\widehat{\Psi}^*$، $\widehat{X}^*(y)$، $\partial\hat{X}^*(y_k)$ متناظر با نمونه ساختگی χ^* را تعریف کرده و در نتیجه مقدار کارایی $\widehat{\theta}_k^*$ بنگاه تحت بررسی kام[2] (x_k, y_k) را به‌صورت رابطه (۱۰) به‌دست آورد (*Simar and Wilson, 1998, 2000*).

$$\hat{\theta}_k^* = Min\{\theta|\theta x_k \in \partial\hat{X}^*(y_k)\} \quad (۱۰)$$

باید توجه داشت که تنها در شرایطی می‌توان از نمونه اصلی χ، توزیع نمونه‌ای تخمین‌زن‌های $\widehat{\Psi}^*$، $\widehat{X}^*(y)$ و $\partial\hat{X}^*(y_k)$ را به‌طور کامل شناخت، که $\hat{\rho}$ شناخته‌شده باشد؛ در این صورت نیز ممکن است که محاسبه تحلیلی آن‌ها مشکل باشد؛ اما با روش مونت‌کارلو به‌راحتی می‌توان، تقریبی از توزیع‌های نمونه‌ای به دست آورد. به‌وسیله $\hat{\rho}$، تعداد B نمونه ساختگی $\chi_b^*(b = 1,2,\dots,B)$، را تولید کرده و سپس به‌وسیله روش M، برای هرکدام از نمونه‌های ساختگی، تخمین‌های ساختگی $\widehat{\Psi}_b^*$، $\widehat{X}^*(y)_b$، $\partial\hat{X}^*(y)_b$،

---

1. Sampling Properties

۲. در این قسمت مانند مرحلهٔ چهارم الگوریتم SW عمل می‌شود. همانطور که در قسمت سوم روش تحقیق خواهید دید، در مرحله چهارم الگوریتم LT ما باید مقدار کارایی ساختگی بنگاه ساختگی (x_k^*, y_k^*) را برای مشخص‌کردن خواص توزیع $\{\hat{\theta}_{k,b}^*\}_{b=1}^{B}$ مورد استفاده قرار دهیم.

$(b = 1,2,\dots,B)$ را مشخص کرده و در نهایت برای هر واحد تحت بررسی (x_k, y_k) مقادیر کارایی $\{\widehat{\theta}^*_{k,b}\}_{b=1}^{B}$ را محاسبه می‌نماییم. تابع چگالی تجربی $\{\widehat{\theta}^*_{k,b}\}_{b=1}^{B}$، تقریب مونت‌کارلو از توزیع $\widehat{\theta}^*_k$، به‌شرط $\widehat{\rho}$ است. روش بوت‌استرپ بر این ایده استوار است که درصورتی‌که $\widehat{\rho}$ تقریب قابل قبولی از ρ باشد، توزیع شناخته‌شده بوت‌استرپ خواهد توانست که توزیع نمونه‌ای تخمین‌زن‌هایی از $\partial X(y),\ X(y),\ \Psi$ و θ_k، که ناشناخته و موردعلاقه ما هستند را شبیه‌سازی کند. پس برای اندازه‌گیری مقدار کارایی θ_k بنگاه $(x_k,\ y_k)$ باید رابطه (۱۱) برقرار باشد.

$$(\hat{\theta}^*_k - \hat{\theta}_k)|\hat{\rho} \sim (\hat{\theta}_k - \theta_k)|\rho \qquad (11)$$

در این رابطه θ_k، $\widehat{\theta}_k$ و $\widehat{\theta}^*_k$ به‌وسیله روابط به ترتیب (۶)، (۹) و (۱۰) تعریف می‌شوند. برای توضیح بیش‌تر در مورد رابطه فوق باید گفت که در صورتی رابطه فوق معتبر و صحیح خواهد بود که $\widehat{\rho}$ تخمینی سازگار از ρ باشد. با توجه به رابطه (۱۱) می‌توانیم میزان تورش $\widehat{\theta}_k$ را از تخمین‌زن اصلی جامعه θ_k را به‌صورت رابطه (۱۲)، به‌دست آوریم:

$$bias_{\rho,k} = E(\hat{\theta}_k) - \theta_k \qquad (12)$$

معادل رابطه فوق در فضای بوت‌استرپ را می‌توان به‌صورت رابطه زیر بیان کرد:

$$bias_{\hat{\rho},k} = E(\hat{\theta}^*_k) - \hat{\theta}_k \qquad (13)$$

مقدار مورد انتظار برای $\widehat{\theta}^*_k$ را می‌توان با تقریب مونت‌کارلو آن به شکل رابطه زیر جایگزین کرد:

$$E(\hat{\theta}^*_k) = \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B} \hat{\theta}^*_{k,b} = \bar{\theta}^*_k \qquad (14)$$

بنابراین

$$\hat{bias}_k = \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B} \hat{\theta}^*_{k,b} - \hat{\theta}_k = \bar{\theta}^*_k - \hat{\theta}_k \qquad (15)$$

با توجه به رابطه (۱۱) می‌توان برآوردی از (۱۲) را با استفاده از (۱۵) به دست آورد؛ بنابراین

$$bias_{\rho,k} \approx \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B} \hat{\theta}^*_{k,b} - \hat{\theta}_k = \bar{\theta}^*_k - \hat{\theta}_k \qquad (16)$$

با اصلاح مقدار تورش از برآوردگر اصلی $(\hat{\theta}_k)$، برآوردگر تورش-اصلاح شده به‌صورت رابطه (۱۷) حاصل می‌شود.

$$\tilde{\theta}_k = \hat{\theta}_k - bias_{\rho,k} \approx \hat{\theta}_k - \left(\frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B}\hat{\theta}^*_{k,b} - \hat{\theta}_k\right) \quad (۱۷)$$

$$\tilde{\theta}_k \approx 2\hat{\theta}_k - \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B}\hat{\theta}^*_{k,b}$$

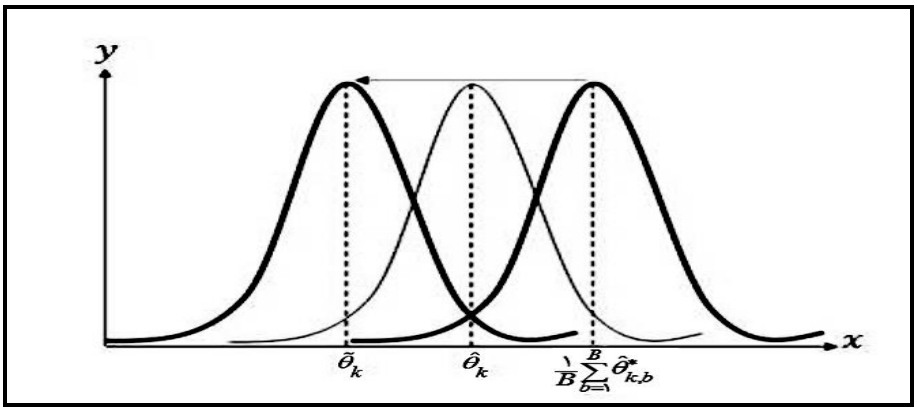
$$\tilde{\theta}_k \approx 2\hat{\theta}_k - \bar{\theta}^*_k$$

عبارت برآوردگر تورش-اصلاح شده را ازاین‌جهت به کار می‌گیریم که مقدار تورش به‌دست‌آمده برای این برآوردگر مقدار دقیق آن نیست؛ بلکه یک مقدار تقریبی از آن است. ازاین‌رو مقدار تورش برآوردگر از بین نمی‌رود و تنها اصلاح می‌شود. انحراف معیار برآوردگر $\widehat{\theta}^*_k$ نیز به‌صورت رابطه (۱۸) نشان داده می‌شود (Simar and Wilson, 1998).

$$se_{\rho,k} = \left\{\frac{1}{B-1}\sum_{b=1}^{B}\left(\hat{\theta}^*_{k,b} - \bar{\theta}^*_k\right)\right\}^{\frac{1}{2}} \quad (۱۸)$$

در پایان این قسمت، پس از اصلاح تورش، فاصله اطمینان θ_k را تعیین کرده و تابع توزیع تجربی $\widehat{\theta}^*_{k,b}$ $(b = 1,2,\ldots,B)$، ارائه خواهد شد. ما به یک تابع توزیع چگالی تجربی اصلاح‌شده به مرکزیت تخمین‌زن تورش اصلاح‌شده $\tilde{\theta}_k$ از θ_k نیاز داریم؛ بنابراین تابع چگالی تجربی $\widehat{\theta}^*_{k,b}$ باید به‌اندازه $2\hat{b}ias_k$ به سمت چپ منتقل می‌کنیم. همان‌طور که شکل زیر نشان می‌دهد، دلیل آن این است که درصورتی‌که به‌اندازه $1\hat{b}ias_k$ به سمت چپ منتقل شود، تابع چگالی تجربی به مرکزیت $\widehat{\theta}_k$ خواهد بود تا $\tilde{\theta}_k$.

پرتال جامع علوم انسانی



شکل شماره۴: اصلاح تورش تابع توزیع (Bahari et al., 2013).

بنابراین می‌توان تابع چگالی تجربی $\hat{\theta}^*_{k,b}$ و سپس فاصله اطمینان θ_k را با سطح پوشش $(1-2\alpha)$ را به‌صورت رابطه به ترتیب (۱۹) و (۲۰) نشان داد.

$$\tilde{\theta}^*_{k,b} = \hat{\theta}^*_{k,b} - 2\hat{b}ias_k \quad (۱۹)$$

$$\left(\hat{\theta}_{k,low}, \hat{\theta}_{k,up}\right) = \left(\tilde{\theta}^{*(\alpha)}_k, \tilde{\theta}^{*(1-\alpha)}_k\right) \quad (۲۰)$$

در رابطه فوق و عبارت $\tilde{\theta}^{*(\alpha)}_k$، مقدار بحرانی α برای تعیین فاصله اطمینان و درنتیجه تابع چگالی تجربی $\tilde{\theta}^*_{k,b}$ $(b = 1,2,\ldots,B)$ به کار گرفته شده است. درصورتی‌که تابع چگالی تجربی $\tilde{\theta}^{*(\alpha)}_k$ نامتوازن باشد، ممکن است ترجیح داده شود که میانه به‌عنوان مرکزیت توزیع $\tilde{\theta}_k$ انتخاب شود. سؤالی که در این قسمت پاسخ داده نشد آن است که چگونه باید $\hat{\rho}$ انتخاب شود. ازآنجایی‌که پاسخ به این سؤال به روش تخمین M بستگی دارد، در قسمت دوم توضیحی مختصر راجع به روش تحلیل پوششی داده‌ها (روش M) ارائه شده و پس‌ازآن در قسمت سوم به انواع الگوریتم‌های انتخاب $\hat{\rho}$ خواهیم پرداخت (*Simar and Wilson, 1998, 2000*).

یافته‌های تحقیق

در این تحقیق در راستای ارزیابی کارایی تجاری‌سازی در پارک‌های فناوری از اطلاعات آمارنامهٔ وزارت علوم، تحقیقات و فناوری در سال ۲۰۱۹ استفاده شده است. در این مطالعه به‌وسیلهٔ الگوریتم LSW که براساس ترکیب الگوریتم‌های LT و SW تعریف می‌شود، مقادیر کارایی تورش اصلاح‌شده و فواصل اطمینان مرتبط با آن‌ها با استفاده از رویکرد

تحلیل پوششی داده‌های نهاده‌محور، با ۱۰۰۰ تکرار (بازنمونه‌گیری $(B = 1000)$)، در فاصلهٔ اطمینان ۹۰ درصد و با فرض بازده ثابت (CRS[1]) و متغیر (VRS[2]) نسبت‌به مقیاس تخمین زده شد و نتایج آن در جداول ۲ و ۳ درج گردید. به دلیل آنکه فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس تنها در مقیاس مناسب فعالیت دارای اعتبار بوده و درصورتی‌که فعالیت بنگاه‌ها در این مقیاس انجام نشود منجر به به‌دست آمدن نمرات کارایی فنی ناخالص می‌گردد، مدل دیگری نیز با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس برای تجزیه کارایی فنی به نمرات کارایی خالص (کارایی مدیریتی) و کارایی مقیاس، تخمین زده شد[3] و درنتیجه علاوه بر به دست آوردن نمرات کارایی مدیریتی، نمرات کارایی مقیاس با استفاده از رابطه (۳۵) محاسبه گردید.

(۳۵) کارایی مقیاس × کارایی مدیریتی = کارایی فنی

با استفاده از آمارنامه منتشر شده توسط وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ایران داده های تحقیق به تفکیک ورودی ها و خروجی‌ها به شرح ذیل در نظر گرفته شده است:

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Constant Return to Scale
2. Variable Return to Scale
۳. مدل VRS با مقید کردن مدل CRS به شرط $\sum_{i=1}^{n} z_i = 1$ به‌دست می‌آید.

شکل شماره ۵: داده‌های تحقیق به تفکیک ورودی‌ها و خروجی‌ها، با استفاده از آمارنامهٔ منتشرشده توسط وزارت علوم، تحقیقات و فناوری ایران

همچنین با استفاد از سطح توسعه منطقه‌ای پارک‌های علم و فناوری و نیز مولفه تعداد ایده هایی که به محصول تبدیل شده‌اند به عنوان معیار ارزیابی نوآوری منطقه ای استفاده شده است.

در این مطالعه به‌وسیله الگوریتم LSW که بر اساس ترکیب الگوریتم‌های LT و SW تعریف می‌شود، مقادیر کارایی تورش اصلاح‌شده و فواصل اطمینان مرتبط با آن‌ها با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های نهاده محور، با ۱۰۰۰ تکرار (بازنمونه‌گیری $(B = ۱۰۰۰)$)، در فاصله اطمینان ۹۰ درصد و با فرض بازده ثابت (CRS[1]) و متغیر(VRS[2]) نسبت به مقیاس تخمین زده شده است.

[1]. Constant Return to Scale
[2]. Variable Return to Scale

پهنای باند مورداستفاده در این مطالعه به‌وسیلهٔ رابطهٔ (۶) که توسط سیلورمن ارائه شده است، مورد محاسبه قرار گرفته و مقدار به‌دست‌آمده آن برای مدل‌های CRS و VRS به ترتیب برابر با ۰/۰۰۰۰۷ و ۰/۰۰۰۰۸ است.

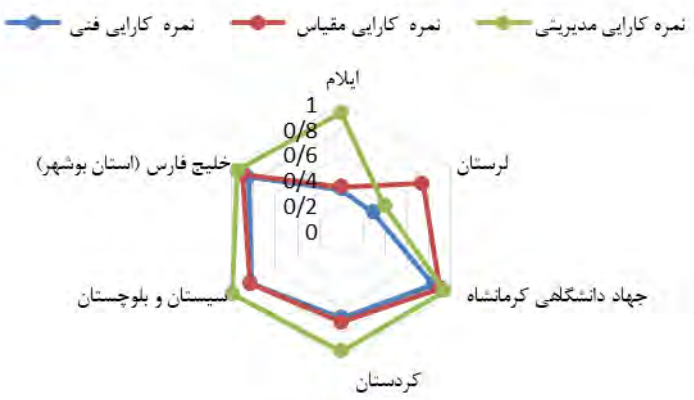
پس از تخمین انواع کارایی تجاری‌سازی مقیاس، مدیریتی و فنی پارک‌های علم و فناوری ایران به منظور جهت‌گیری راهبردی اقتصاد منطقه و اولویت‌گذاری سیاست‌های پارک‌ها بر اساس نواحی مختلف صنعتی و نوآوری، ماتریس ارتباطی ساختار صنعتی و کارایی تجاری‌سازی پارک‌های علم و فناوری و همچنین ماتریس ارتباطی وضعیت نوآوری منطقه‌ای و کارایی تجاری‌سازی پارک‌های علم و فناوری مورد برآورد و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

جدول شماره۱: ماتریس ارتباطی ساختار صنعتی و کارایی تجاری سازی فنی تورش اصلاح شده در پارک-های علم و فن آوری ایران

	مقادیر کارایی فنی تورش اصلاح‌شده		
	$xi < 0/756$	$0/756 < xi < 0/832$	$xi > 0/832$
صنعتی	دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان	شیخ بهائی اصفهان دانشگاه آزاد (تهران) البرز دانشگاه تربیت مدرس (تهران) پردیس (تهران) خراسان رضوی	آذربایجان شرقی چهارمحال و بختیاری فارس قزوین قم مرکزی یزد
نیمه صنعتی	دانشگاه سمنان سمنان گیلان مازندران هرمزگان خلیج فارس (قشم)	آذربایجان غربی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان	اردبیل خراسان جنوبی خراسان شمالی خوزستان گلستان همدان
صنعتی ضعیف	ایلام کردستان لرستان	سیستان و بلوچستان	خلیج فارس (استان بوشهر) جهاد دانشگاهی کرمانشاه

شکل شماره۶: نمودار مقادیر کارایی پارک‌ها در شهرهای صنعتی

شکل شماره ۷: نمودار مقادیر پارک‌ها در شهرهای نیمه‌صنعتی



شکل شماره۸: نمودار مقادیر کارایی تجاری‌سازی پارک‌ها در شهرهای صنعتی ضعیف

براساس جدول ۱، پارک‌های علم و فناوری ایران طبق مشخصه ساختار صنعتی مناطق و مشخصه های عددی مقادیر کارایی؛ در سه منطقه صنعتی، نیمه صنعتی و صنعتی با سازمان ضعیف و برخوردار از کارایی بالا، متوسط و ضعیف تقسیم شده‌اند.

همچنین نمودارهای (۱)، (۲) و (۳)، به تفکیک مناطق از نظر ساختار صنعتی مقادیر مختلف کارایی تجاری‌سازی پارک‌ها به تصویر کشیده شده است. بر اساس جدول و نمودارهای فوق مبرهن است که کارایی تجاری‌سازی پارک های مستقر در شهرهای صنعتی بیشتر از میانگین می باشد اما برای شهرهای نیمه صنعتی و ضعیف، پراکندگی مشاهدات و نوسان آن ها نسبت به شاخص های مرکزی به مراتب بیشتر می باشد. بنابراین می توان براساس این ماتریس ارتباطی؛ رابطه مثبت میان کارایی تجاری سازی پارک های علم و فن آوری ایران و وضعیت توسعه صنعتی تأیید کرد.

همچنین با استفاده از آمار تعداد ایده‌های تبدیل شده به محصول برای هر یک از پارک‌های علم و فناوری به‌عنوان معیار ارزیابی مؤلفه نوآوری منطقه ای و با سطح بندی مقادیر کارایی پارک‌ها براساس شاخص‌های مرکزی؛ آن‌ها را به سه دسته نوآور، در حال گذار و غیر نوآور تقسیم نموده و ماتریس ارتباطی وضعیت نوآوری و کارایی تجاری سازی پارک های علم و فن آوری ایران به شکل زیر ارائه شده است.

جدول شماره۲: ماتریس ارتباطی وضعیت نوآوری و کارایی تجاری‌سازی فنی تورش اصلاح‌شده در پارک-های علم و فناوری ایران

	مقادیر کارایی فنی تورش اصلاح شده		
	$xi < 0/756$	$0/756 < xi < 0/832$	$xi > 0/832$
نوآور	ایلام گیلان خلیج فارس (قشم)	شیخ بهائی اصفهان خراسان رضوی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان	اردبیل خوزستان فارس قزوین یزد
در حال گذار	دانشگاه تحصیلات تکمیلی علوم پایه زنجان سمنان هرمزگان	دانشگاه آزاد اسلامی(تهران)	جهاد دانشگاهی کرمانشاه مرکزی همدان
غیرنوآور	دانشگاه سمنان کردستان لرستان مازندران	آذربایجان غربی البرز دانشگاه تربیت مدرس (تهران) پردیس (تهران) سیستان و بلوچستان	آذربایجان شرقی خلیج فارس (استان بوشهر) چهارمحال و بختیاری خراسان جنوبی خراسان شمالی قم گلستان

شکل شماره ۹: نمودار مقادیر کارایی تجاری‌سازی در پارک‌های علم و فناوری نوآور

شکل شماره ۱۰: نمودار مقادیر کارایی تجاری‌سازی در پارک‌های علم و فناوری غیرنوآور

شکل شماره ۱۱: نمودار مقادیر کارایی تجاری سازی در پارک‌های علم و فناوری در حال گذار

براساس جدول (۲)، تنها ۵ پارک از میان ۱۵ پارک علم و فناوری با کارایی تجاری بالا دارای نوآوری بالا می باشند که سه مورد آن ها در مناطق صنعتی و دو مورد دیگر در مناطق نیمه صنعتی مستقر هستند. از جمله دلایل موفقیت آن ها می توان به به وجود

صنایع پیشران، وجود ارتباط موثر دانشگاه و موسسات پژوهشی با صنعت، شبکه بندی مرتبط با نوآوری و مواردی از این قبیل اشاره نمود. از سوی دیگر با نگاهی به ۴ منطقه غیر نوآور که کارایی تجاری کمتری دارند مشخص می شود که آنها در مناطق نیمه صنعتی و ضعیف مستقر هستند و از جمله مهمترین موانع نوآوری آن ها می توان به عدم خوشه‌بندی‌های دانشی، تاکید بر مهارت های نظری مطلق، عدم هماهنگی لازم میان سازمان های تخصصی و عدم تاکید بر نوآوری اشاره نمود. در یک نگاه کلی، بالاترین مقدار کارایی تجاری سازی در میان پارک های مورد بررسی مربوط به پارک علم و فن آوری قزوین می باشد که هم در ناحیه صنعتی مستقر شده و هم از وضعیت نوآوری قابل قبولی برخوردار می باشد. از سوی دیگر پارک علم و فناوری لرستان ایلام که در منطقه ضعیف صنعتی مستقر شده و در دسته بندی پارک های غیرنوآور قرار گرفته، کمترین مقدار کارایی تجاری سازی فنی به رقم ۰/۲۹۴۹ را دارا می باشد که بخش اعظم پایین بودن این رقم به دلیل پایین بودن قابل توجه نمره کارایی مدیریتی آن است.

پس از آن بدترین جایگاه به پارک علم فن آوری ایلام تعلق می گیرد که علی رغم نوآور بودن و مستقر بودن در منطقه ضعیف صنعتی؛ دارای کارایی تجاری سازی ضعیف ۰/۳۲۵۸ به دلیل پایین بودن شدید کارایی مدیریتی خود می باشد.

نتیجه گیری و پیشنهادهای سیاستی

پارک علم و فناوری منطقه‌ای، به‌عنوان یک نهاد پشتیبان بازار، به همراه دانشگاه‌ها و صنعت، می‌تواند باعث ایجاد اکوسیستم نوآوری منطقه ای شود. پارک علم و فناوری منطقه‌ای می‌باید میان امکانات و نیازهای محلی و فرامنطقه‌ای تعادل برقرار کند. با بررسی ساختار نهادی پارک‌های علم و فناوری در دنیا، مشاهده می‌شود که پارک‌ها از یک ساختار مشابه برخوردار نیستند و کشورها بسته به اهداف توسعه‌ای و ساختار دانشگاهی و ساختار صنعتی و فناوری، اهداف متفاوت و مدل‌های عملیاتی متنوع را با توجه به مقتضیات منطقه‌ای اتخاذ کرده‌اند؛ ازاین‌رو، کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه الگوی‌های متفاوت توسعه‌ای را با توجه به نیازهای خود دنبال کرده‌اند.

یافته‌های تحقیق مؤید آن است که در میان انواع پارک‌ها و با توجه به زیرساخت‌های مورد نیاز، مأموریت گرا نمودن پارک‌های علم و فناوری کشور با توجه به مختصات پارک

فناوری‌های پیشرفته، پارک نوآوری و کارآفرینی، پارک دانشگاهی، پارک مجازی و پارک تجاری میسر است. اینکه مأموریت محوری پارک‌ها براساس استاندارد کدام مدل تعریف شود، مستلزم آنالیز دقیق از ساختار سرمایهٔ انسانی، وضعیت دانشگاه‌های هر استان، ارزیابی اقتصاد محلی با توجه به ساختار اقتصاد کلان، فضای کسب‌وکار، تحلیل بازار محلی، منطقه‌ای و فرامنطقه‌ای، ساختار سرمایه‌گذاری و منابع تأمین مالی در چرخهٔ اقتصاد محلی، قابلیت‌ها و استعدادهای محلی و زیرساخت کارآفرینی و وضعیت فناوری در هر استان بستگی دارد. در این مقاله نتایج و دستاوردهای تجاری‌سازی پارک‌های علم و فناوری بررسی شده و مورد سنجش کمّی قرار گرفته است.

با توجه به نتایج حاصله از روش بوت استرپ و همچنین در نظر گرفتن سطح توسعه صنعتی و وضعیت نوآوری، به نظر می رسد برای پارک های مستقر در نواحی صنعتی که کارایی تجاری سازی بالایی دارند، اما به وضعیت نوآوری مناسب دست نیافته اند؛ به منظور رهایی از تهدید پدیده قفل شدگی و قرار گرفتن در مسیر صنعتی سازی مجدد و غلبه بر سطح پایین یکپارچگی؛ استراتژی جذب سرمایه گذاری مستقیم خارجی و همکاری های بین المللی، ترغیب شبکه سازی با توجه به صنایع و فناوری های جدید در سطوح محلی، ملی و منطقه ای و ترویج ظهور صنایع/ فناوری های جدید در پی افول صنایع قدیمی موثر باشد. همچنین برای پارک هایی که در نواحی نیمه صنعتی و غیر نوآور یا در حال گذار قرار داشته و در عین حال دارای کارایی تجاری سازی بالایی هستند؛ ترویج مهارت بسیار تخصصی در حوزه های فناوری و اقتصادی، پشتیبانی از شرکت‌های زایشی در صنایع دانش محور و بازسازی اقتصاد منطقه ای، ایجاد خوشه های فناور، ایجاد مجتمع R&D و حرکت به سمت تعادل رو به بالا در بهبود نوآوری منطقه ای و توسعه ای آن ها موثر می باشد. برای پارک های علم و فن آوری خلیج فارس (استان بوشهر) و جهاد دانشگاهی کرمانشاه که علی رغم کارایی تجاری سازی بالا در نواحی با سازمان صنعتی ضعیف قرار دارند؛ انتقال فناوری و توسعه محلی/ منطقه ای از طریق سرریز دانش در تابع تولید و تقویت اقتصاد منطقه ای می تواند راهکاری جهت بهبود نظام نوآوری آن ها باشد.

برای پارک های البرز، دانشگاه تربیت مدرس و پردیس تهران که در ناحیه صنعتی مستقر بوده و ضریب کارایی تجاری سازی متوسطی دارد، به کارگیری استراتژی های

نوآوری از جمله تقویت نوآوری بنیادی و دانش‌محور، ریسک‌پذیری و بهبود تعامل میان صنعت و جریان دانش می‌تواند به بهبود کارایی آن‌ها کمک کند. پارک‌های دانشگاه سمنان و مازندران باید با تقویت نوآوری در حوزه‌های جدید و با تقویت نوآوری محصول و فرایند برای بازارهای جدید به بهبود کارایی و سطح توسعه منطقه کمک کنند.

تقویت اقتصاد محلی و خط مشی نوآوری، ترغیب شبکه‌های محلی بین شرکت‌ها و ترویج مهارت های سطح متوسط از جمله استراتژی‌هایست که به بهبود کارایی پارک‌های علم و فن آوری هرمزگان، مرکزی و همدان با توجه به سطح توسعه‌یافتگی صنعتی آن کمک می‌کند.

منابع فارسی

آزادی‌نژاد، ع.، آماده، ح.، امامی میبدی، ع. (۲۰۱۴). بررسی عوامل مؤثر در کارایی فنی بخش صنعت استان‌های کشور با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها. مجله تحقیقات اقتصادی، ۴۹(۱)، ۱۷۳-۱۸۸.

بهاری، ع.، حسینی نهاد، س.، حبیبی‌نیا، ق. (۲۰۱۳). استفاده از فرایند شبیه‌سازی بوت‌استرپ برای برآورد مرز کارای ناپارامتری «بررسی مشکلات موجود در فرآیند ارائه‌شده در مقاله سعید عبادی». مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن، ۱۰(۲)، ۱۳۵-۱۱۳.

دفتر امور فناوری وزارت علوم. (۲۰۱۹). نتایج آمارگیری از دانشگاه ها و پارک های علم و فناوری ایران.

زراءنژاد، م.، خداداد کاشی، ف.، یوسفی، ر. (۲۰۱۲). ارزیابی کارایی فنی صنایع کارخانه‌ای ایران. فصلنامه اقتصاد مقداری، ۹(۲)، ۳۱- ۴۸.

شهیکی تاش، م.، طاهرپور، ج.، شیوایی، ا. (۲۰۱۴). ارزیابی عوامل مؤثر بر ناکارایی فنی صنایع کارخانه‌ای ایران (رهیافت تابع مرزی تصادفی و روش حداکثر درستنمایی). فصلنامهٔ پژوهشنامه اقتصادی، ۱۴(۵۲)، ۴۷-۲۷.

References

Azadinejad, A., Amadeh, H., & Emami Maibodi, A. (2014). Studying Factors Influencing Technical Efficiency of Industrial Sector Among Different Regions (With Data Envelopement Analysis). *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)*, 49(1), 173-188 (In Persian).

Bahari, A., Hosseini-Nahad, S., Habibi-Nia, Gh. (2013). Using the bootstrap simulation process to estimate the non-parametric efficient production frontier, investigating the problems in the process presented in Saeed Ebadi's article. *Journal of Operational Research in its Applications*, 10(2), 113-135 (In Persian).

Balcombe, K., Fraser, I. (2008). An application of the DEA double bootstrap to examine sources of efficiency in Bangladesh rice farming. *Applied Economics*, 40(15), 1919-1925.

Brümmer, B. (2001). Estimating confidence intervals for technical efficiency: the case of private farms in Slovenia. *European review of agricultural economics*, 28(3), 285-306.

Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.

De Jorge-Moreno, J., Rojas Carrasco, O. (2015). Technical efficiency and its determinants factors in Spanish textiles industry (2002-2009). *Journal of Economic Studies*, 42(3).

Dong, F., Featherstone, A. M. (2006). Technical and scale efficiencies for chinese rural credit cooperatives: a bootstrapping approach in data envelopment analysis. *Journal of Chinese Economic and Business Studies*, 4(1), 57-75.

Efron, B., Tibshirani, R. (1993). An introductionto the bootstrap: Monographs on Statistics andApplied Probability. New York and London: Chapman and Hall/CRC.

Farrell, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, Series A (General), 253-290.

Gocht, A., Balcombe, K. (2006). Ranking efficiency units in DEA using bootstrapping an applied analysis for Slovenian farm data. *Agricultural Economics*, 35(2), 223-229.

Halkos, G., Tzeremes, N. (2010). Performance evaluation using bootstrapping DEA techniques: Evidence from industry ratio analysis. MPRA Paper.

Lee, B. L., Worthington, A. C. (2014). Technical efficiency of mainstream airlines and low-cost carriers: new evidence using bootstrap data envelopment analysis truncated regression. *Journal of Air Transport Management*, 38, 15-20.

Odeck, J. (2009). Statistical precision of DEA and Malmquist indices: A bootstrap application to Norwegian grain producers. *Omega*, 37(5), 1007-1017.

Office of Technology Affairs of the Ministry of Science (2019). Statistical results from universities and science and technology parks in Iran (In Persian).

Shahiki Tash, M. N., Taherpoor, J., & Shivaii, E. (2014). Assesment of Factors Affecting Technical Inefficiency of Manufacturing Industries in Iran. *Economics Research*, 14(52), 47-27 (In Persian).

Simar, L. (1996). Aspects of statistical analysis in DEA-type frontier models. *Journal of productivity analysis*, 7(3), 177-185.

Simar, L., Wilson, P.W. (1998). Sensitivity analysis of efficiency scores: How to bootstrap in nonparametric frontier models. *Management science*, 44(1), 49-61.

Simar, L., Wilson, P.W. (2000). A general methodology for bootstrapping in non-parametric frontier models. *Journal of applied statistics*, 27(6), 779-802.

Zakaria, S., Salleh, M.I., & Hassan, S. (2014). A Bootstrap Data Envelopment Analysis (BDEA) approach in Islamic banking sector: A method to strengthen efficiency measurement. In *2014 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management* (pp. 657-661). IEEE.

Zarra-Nezhad, M., Khodadad Kashi, F., & Yousefi Hajiabad, R. (2012). Evaluation of Technical Efficiency in Iranian Manufacturing Sector. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 9(2), 31-48 (In Persian).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی