

# The Effect of Innovation and Technology on the Total Factor Productivity of Industrial Sector: Panel Spatial Dependence Approach

Samaneh Norani Azad <sup>1✉</sup> 

1. Assistant professor of Economics, University of Payame Noor, Tehran, Iran (Corresponding Author).  
[noraniazad@pnu.ac.ir](mailto:noraniazad@pnu.ac.ir)

| Article Info                                                                                                                | ABSTRACT                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Article type:</b><br>Research Article                                                                                    | This study examines the impact of innovation and technology on total factor productivity (TFP) growth within Iran's manufacturing industries during the period from 2002 to 2010. Utilizing panel data from 31 provinces and employing the non-parametric Data Envelopment Analysis (DEA) method, TFP growth rates were computed. Given the spatial dependence among provinces, spatial spillover effects methods were employed to estimate the empirical model. The findings reveal that while innovation and technology exhibit a positive influence on TFP growth in both the focal and neighboring provinces, this effect is statistically insignificant. This outcome can be attributed to structural impediments, managerial inefficiencies, and the relatively low level of research and development (R&D) investment in Iran's manufacturing sector. Furthermore, the results indicate that variables such as the degree of industrial development, scale efficiency, and industry sales size exert a direct and significant impact on provincial TFP growth. Moreover, the spatial spillover effects of these variables on neighboring provinces are substantial, with scale efficiency demonstrating the most pronounced influence. Conversely, the expansion of hardware and software services within the manufacturing sector has failed to induce significant changes in TFP growth due to the sluggish pace of information and communications technology (ICT) adoption and penetration, coupled with a mismatch between the workforce's skills and emerging technologies. |
| <b>Article history:</b>                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Received:</b> 22 July 2024                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Received in revised form:</b><br>27 July 2024                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Accepted:</b> 10 August 2024                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Published online:</b><br>21 September 2024                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Keywords:</b> Spatial Spillover, Innovation and Technology, Total Factor Productivity Growth, Data Envelopment Analysis. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

**Cite this article:** Norani Azad, Samaneh. (2024). The Effect of Innovation and Technology on the Total Factor Productivity of Industrial Sector: Panel Spatial Dependence Approach. *Journal of Innovation Economic Ecosystem Studies*, 4 (2), 19-40. DOI: <http://doi.org/10.22111/innoeco.2024.49712.1114>



© The Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

## اثر ضریب نوآوری و فناوری بر رشد بهره‌وری عوامل تولید بخش صنعت: رویکرد وابستگی فضایی پنلی

سمانه نورانی آزاد<sup>۱</sup> ✉

۱. استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) رایانامه: [noraniazad@pnu.ac.ir](mailto:noraniazad@pnu.ac.ir)

| اطلاعات مقاله                                                                                                                                                                                                                                                                                               | چکیده                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>نوع مقاله:</b> مقاله پژوهشی</p> <p><b>تاریخ دریافت:</b> ۱۴۰۳/۰۴/۰۲</p> <p><b>تاریخ ویرایش:</b> ۱۴۰۳/۰۵/۰۶</p> <p><b>تاریخ پذیرش:</b> ۱۴۰۳/۰۵/۲۰</p> <p><b>تاریخ انتشار:</b> ۱۴۰۳/۰۶/۳۱</p> <p><b>واژه‌های کلیدی:</b> سرریز فضایی، نوآوری و تکنولوژی، رشد بهره‌وری عوامل تولید، تحلیل پوشش داده‌ها</p> | <p>هدف اصلی این پژوهشی بررسی تأثیر ضریب نوآوری و فناوری بر رشد بهره‌وری عوامل تولید در صنایع کارخانه‌ای استان‌های ایران است. بدین منظور از داده‌های ۳۱ استان کشور در بخش صنعت طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۹ استفاده شد. ابتدا نرخ رشد بهره‌وری عوامل تولید با بهره‌گیری از روش ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) محاسبه و آنگاه با عنایت به وابستگی فضایی بخش صنعت استان‌های ایران پس از انجام آزمون‌های لازم از روش دوربین فضایی و اقتصادسنجی داده‌های پنلی برای برآورد مدل تجربی تحقیق استفاده شد. نتایج پژوهش بیانگر آن است که هرچند ضریب نوآوری و فناوری در صنایع کارخانه‌ای ایران اثر مثبت بر رشد بهره‌وری عوامل تولید هر استان و استان‌های همجوار دارد؛ اما معناداری آن تأیید نمی‌شود که دلیل آن را می‌توان به موانع ساختاری، ناکارایی مدیریتی و سطح پایین شدت مخارج تحقیق و توسعه در بخش صنعت ایران نسبت داد. علاوه‌براین متغیرهای درجه توسعه صنعتی، کارایی مقیاس و اندازه فروش صنعت اثر مستقیم و معناداری بر نرخ رشد بهره‌وری عوامل تولید هر استان داشته‌اند و اثرات کل و سرریزهای فضایی متغیرهای مذکور بر استان‌ها همجوار تغییرات معناداری را در نرخ رشد بهره‌وری عوامل تولید ایجاد نمودند که در بین این عوامل کارایی مقیاس بیشترین اثرگذاری را داشته است. همچنین، با توسعه خدمات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری در بخش صنعت به‌علت کندی سرعت جذب و نفوذ فناوری اطلاعات و ارتباطات و عدم تطابق مهارت کارگران با فناوری‌های جدید و برنامه‌های کامپیوتری نتوانسته است که تغییرات چشمگیری در رشد بهره‌وری عوامل تولید ایجاد کند.</p> |

**استناد:** نورانی آزاد، سمانه. (۱۴۰۳). اثر ضریب نوآوری و فناوری بر رشد بهره‌وری عوامل تولید بخش صنعت: رویکرد وابستگی فضایی پنلی. *مطالعات زیست بوم اقتصاد نوآوری*، ۴ (۲)، ۴۰-۱۹.

DOI: <http://doi.org/10.22111/innoeeco.2024.49712.1114>

## ۱- مقدمه

توسعه دانش و فناوری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری عوامل تولید و توسعه اقتصادی محسوب می‌شود. ظهور نوآوری و انقلاب در مفهوم دانش، همراه با گسترش فعالیت‌های دانش‌محور، زمینه‌ساز مرحله جدیدی از توسعه شده که می‌تواند ماهیت فعالیت‌های اقتصادی و رقابت در عرصه داخلی و بین‌المللی را متحول سازد. این تحولات به‌قدری تأثیرگذار بوده‌اند که اقتصادهای پیشرفته امروز به‌عنوان اقتصادهای مبتنی بر نوآوری و فناوری شناخته می‌شوند. در اقتصاد مبتنی بر دانش، توسعه این فرایند باعث می‌شوند که بازار در سیطره بنگاه‌هایی قرار گیرد که ضمن استفاده بهینه‌تر از منابع، فناوری نوآورانه را الگوی سیاستی راهبردی خود قرار دهند؛ به عبارت دیگر صنایع و زیربخش‌های اقتصادی از کانال نوآوری، برتری و تسلط خود بر بازار را حفظ نموده و باعث افزایش بازدهی در محیط کسب‌وکار می‌شوند. در حقیقت، نوآوری مفهومی گسترده‌تر از صرفاً کشف محصولات یا فرآیندهای تولیدی جدید است و اغلب همراه با تغییرات تکنولوژیک، مراحل لازم برای عرضه یک محصول جدید به بازار را توصیف می‌کند (گریناگری و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۲).

از آنجایی که کشورهای نوظهور با کمبود منابع اقتصادی، ضعف آموزش، کمبود نیروی کار ماهر، عدم دسترسی به نوآوری و فناوری مواجه‌اند سطح بهره‌وری نسبتاً پایینی را تجربه می‌کنند؛ از این‌رو فرآیند تبادل دانش فنی، توسعه یادگیری، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و ارتقا نوآوری با ایجاد نرخ رشد بهره‌وری بالاتر عوامل می‌تواند نقش حیاتی برای فائق آمدن این معضلات ایفا کند. اهمیت این موضوع به حدی است که در اقتصاد ایران نیز قانون‌گذار بر این مسأله واقف بوده است و در برنامه‌های مختلف توسعه اقتصادی، سیاست کلی علم و فناوری و سند چشم‌انداز به افزایش سهم مخارج تحقیق و توسعه اشاره می‌کند؛ به‌طوری‌که در برنامه پنجم توسعه به افزایش ۵/۰ درصدی سهم تحقیق و توسعه از تولید ناخالص داخلی و دستیابی ۲ درصدی آن در برنامه چهارم تأکید شده است.

با عنایت براینکه سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه یکی از پیش‌نیازهای اساسی توسعه فناوری و نوآوری در کشورهای مختلف است؛ توجهی ویژه می‌طلبد. گزارش جهانی پیش‌بینی تأمین مالی تحقیق و توسعه<sup>۲</sup> (۲۰۲۲) نشان می‌دهد که ایالات متحده با ۶۷۹.۴ میلیارد دلار بیشترین هزینه‌کرد ناخالص در این حوزه را داشته است. پس از آن، کشورهای چین، ژاپن، آلمان، کره جنوبی و هند قرار دارند. براساس این گزارش ایران از نظر میزان هزینه‌کرد ناخالص تحقیق و توسعه با ۹/۳ میلیارد دلار در رده ۲۹ جهان قرار گرفته است. علاوه براین، سهم تحقیق و توسعه آمریکا از تولید ناخالص داخلی ۳/۰۷ درصد و سهم ایران ۰/۸۵ درصد است. این آمارها نشان می‌دهند این آمارها نشان می‌دهند که میانگین شدت تحقیق و توسعه جهانی در سال ۲۰۲۱ بیش از ۴.۳ برابر شدت تحقیق و توسعه ایران بوده است.

از این‌رو بااستناد آمار فوق مشاهده می‌شود که تفاوت فاحشی بین وضعیت نوآوری و پیشرفت تکنولوژیکی ایران و دیگر کشورها وجود دارد. بنابراین هدف محوری پژوهش بررسی اثر سرریز ضریب نوآوری و فناوری صنایع تولیدی بر رشد بهره‌وری عوامل در بخش صنعت استان‌های ایران است. در واقع پژوهش حاضر تلاش دارد تا به این سوال محوری پاسخ دهد که آیا ضریب نوآوری و فناوری صنایع تأثیر معناداری بر رشد بهره‌وری عوامل در بخش صنعت استان‌های

<sup>1</sup> Greenacre et. al

<sup>2</sup> The Report of Global R&D Funding Forecast

ایران داشته است؟ بدین منظور با استفاده از داده‌های ۳۱ استان کشور اثرات سرریزهای فضایی شاخص نوآوری طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۹۹ بر بهره‌وری عوامل تولید بخش صنعت ایران بررسی می‌شود.

این پژوهش از سه جنبه دارای نوآوری است: اول، بررسی تاثیرات فضایی شاخص نوآوری و فناوری صنایع بر بهره‌وری کل عوامل در بخش صنعت استان‌های کشور که در مطالعات قبلی با این جزئیات پرداخته نشده است؛ دوم، تحلیل اثر فناوری بر بهره‌وری صنایع به تفکیک استان‌ها، که امکان در نظر گرفتن برخی ویژگی‌های مکانی-فضایی غیرقابل مشاهده را فراهم می‌کند؛ و سوم، تمرکز بر بخش صنعت در بررسی اثرات فضایی فناوری بر بهره‌وری، در حالی که در مطالعات پیشین بیشتر بر بهره‌وری کل جامعه تأکید شده است.

در ادامه سازماندهی مقاله به شرح زیر است. پس از مقدمه، در بخش دوم به ادبیات تحقیق شامل مبانی نظری و پیشینه تحقیق پرداخته می‌شود؛ بخش سوم به روش‌شناسی تحقیق، شامل معرفی مدل تجربی، متغیرهای تحقیق و روش برآورد مدل اختصاص دارد. در بخش چهارم یافته‌های تحقیق ارائه می‌شوند؛ در نهایت، بخش پایانی به بحث و نتیجه‌گیری اختصاص داده شده است.

## ۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

نوآوری و توسعه فناوری را می‌توان به ارائه محصول یا دانش جدید، بکارگیری روش‌ها و فرایندهای نوین تولیدی و انتقال فرایندهای نوین به بازار تعریف نمود؛ پیشرفت دانش و نوآوری که از فرایند تحقیق و توسعه حاصل شده به‌عنوان مهم‌ترین عامل محرک بهره‌وری بلندمدت و رشد اقتصادی شناسایی می‌شود (گریناکری و همکاران، ۲۰۱۲) برخی از پژوهشگران اشاره می‌کنند که نوآوری ممکن است بسته به منشأ فرایند ایجاد آن و منسوخ شدن فناوری فعلی به‌عنوان فرایندی افزایشی، رادیکال یا مخرب طبقه‌بندی شوند (اسلید و باوئن<sup>۳</sup>، ۲۰۰۹). در نتیجه، فرایند نوآوری و شناسایی اقدامات لازم برای تأثیرگذاری بر تغییرات تکنولوژیکی همواره مورد توجه کسب‌وکارها، دولت‌ها و دانشگاهیان است. علاوه بر این نوآوری پایدار به‌طور فزاینده برای مقابله با اثرات جانبی منفی بهره‌وری و رشد اقتصادی امری حیاتی است (هکرت و نگرو<sup>۴</sup>، ۲۰۰۹). کایسر<sup>۵</sup> (۲۰۰۲) عوامل تعیین‌کننده نوآوری و بهره‌وری عوامل تولید را به سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه، فناوری اطلاعات و ارتباطات، آموزش نوآوری، دانش خارجی و سرریز دانش نسبت می‌دهد.

به‌طور کلی ادبیات نوآوری و بهره‌وری عوامل تولید را می‌توان در سه دسته طبقه‌بندی کرد؛ دسته اول که به بازدهی مخارج تحقیق و توسعه و سهم آن در بهره‌وری عوامل تولید می‌پردازند؛ معتقدند جمع‌آوری وجوه خارجی برای سرمایه‌گذاری‌های نوآورانه با ریسک و مخاطره همراه است از این‌رو شرکت‌ها عمدتاً متکی به منابع مالی داخلی هستند و این محدودیت تامین مالی می‌تواند منجر به خنثی کردن فرصت‌های سرمایه‌گذاری سودآور تحقیق و توسعه، شکست بازار برای مشارکت در فعالیت نوآورانه و بهبود بهره‌وری عوامل تولید شود (هال و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۱۶). دسته دوم، نوآوری

<sup>3</sup> Slade & Bauen

<sup>4</sup> Hekkert & Negro

<sup>5</sup> Kaiser

<sup>6</sup> Hall et al

را به بهره‌وری و استفاده از مدل CDM<sup>۷</sup> پیشنهادی کریپون و همکاران (۱۹۹۸) مرتبط می‌کنند و به پتنت‌ها و مکانیزم محافظت از مالکیت فکری تأکید دارند؛ در این مطالعات بنگاه‌ها با استفاده از روش‌های قانونی و غیرقانونی بدنال حفظ بازدهی نوآوری هستند و براین باورند که پتنت‌ها مهم‌ترین مکانیزم محافظت از مالکیت فکری بنگاه نخواهند بود در حالیکه رازداری و تقدم زمانی نقش اساسی در این خصوص ایفا می‌کنند (هال و سنا<sup>۸</sup>، ۲۰۱۷). دسته سوم نوآوری و بهره‌وری شرکت را به استراتژی‌های تحقیقی متقابل مثل همکاری با موسسات تحقیقاتی، مشتریان، تامین‌کنندگان، دانشگاه‌های گروه سازمانی و ادارات دولتی (بونکن و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۱۸) و روابط غیرمتقابل، مانند سرریزها (اودریچ و بلیتسکی<sup>۱۰</sup>، ۲۰۲۰) مرتبط می‌کند.

شومپتر نیز از پیشگامان ایده فرآیند توسعه نوآوری، معتقد است که سود اقتصادی از ارزش افزوده ذاتی ایجاد شده در اثر فعالیت‌های فناورانه بدست می‌آید. شومپتر کارایی پویا<sup>۱۱</sup> را به‌عنوان فرایند تخریب خلاق<sup>۱۲</sup> توصیف می‌کند. براساس این دیدگاه انحصارگر به‌منظور حداکثرسازی سود در جهت تحقیق و توسعه اقدام می‌کند که این امر منجر به کاهش هزینه تولید، افزایش کارایی شرکت‌ها، تقویت بهره‌وری و بازدهی اقتصادی می‌شود (ریکارد<sup>۱۳</sup>، ۲۰۰۶). گالبرایت<sup>۱۴</sup> به پیروی از شومپتر نیز براین باور است که شرکت‌های بزرگ در مقایسه با شرکت‌های کوچک تمایل بیشتری برای انجام فعالیت‌های نوآورانه و افزایش بهره‌وری دارند. وی بیان می‌کند که تنها شرکت‌های دارای منابع کارا، توانایی پذیرفتن فعالیت‌های با ریسک بالا و حداقل کردن هزینه‌های مرتبط با نوآوری را دارند و می‌توانند از نتایج این فعالیت‌ها به‌طور کامل بهره‌برداری نماید. به اعتقاد وی شرکت‌های کوچک به‌دلیل هزینه‌بری و ریسک بالای پروژه‌های تحقیق و توسعه تمایلی برای مشارکت در این فعالیت‌ها از خود نشان نمی‌دهند (گالبرایت، ۱۹۵۲).

دیگر ادبیات نظری که به بررسی اثرات نوآوری را بر بهره‌وری عوامل تولید می‌پردازند می‌توان به مدل‌های رشد درون‌زا و برون‌زا اشاره نمود. سولو براساس تئوری مبتنی بر رشد برون‌زا با بهره‌مندی از فرض ثبات نهاده‌های تولیدی بیان نمود که نوآوری ماحصل پسماند سولو است؛ به عبارت دیگر چارچوب نظریه سولو، بهره‌وری کل عوامل تولید را به بخشی از رشد تولید که به مانده سولو مرتبط است نسبت می‌دهند. از طرفی ناتوانی مدل‌های نئوکلاسیکی در تبیین دقیق مانده سولو راه برای مدل‌های رشد درون‌زا که بر تحلیل منابع رشد بهره‌وری متمرکز است باز نمود. در این مدل‌ها بهبود بهره‌وری را به تغییرات نوآوری تبلور یافته در نهاده‌های تولیدی نسبت می‌دهند. به اعتقاد آنها تغییرات فناوری تبلور یافته در نهاده‌ها باعث افزایش ظرفیت اقتصاد برای جذب تکنولوژی و فرایندهای جدید تولیدی می‌شوند (رومر<sup>۱۵</sup>، ۱۹۹۰؛ نلسون و فلیپس<sup>۱۶</sup>، ۱۹۶۶).

<sup>7</sup> Crepon *et al*

<sup>8</sup> Hall & Sena

<sup>9</sup> Bouncken *et al*

<sup>10</sup> Audretsch & Belitski

<sup>11</sup> Dynamic Efficiency

<sup>12</sup> Creative Destruction

<sup>13</sup> Rickard

<sup>14</sup> Galbraith

<sup>15</sup> Romer

<sup>16</sup> Nelson & Phelps

لی و همکاران<sup>۱۷</sup> (۲۰۲۳) نوآوری و فعالیت‌های فناورانه از دو کانال مستقیم و غیرمستقیم را به‌عنوان محرک رشد بهره‌وری عوامل تولید می‌دانند. آنها معتقدند که اثرات مستقیم در سه سطح بنگاه، صنعت و دولت می‌توانند بر رشد بهره‌وری عوامل تولید مؤثر باشند به اعتقاد آنها در سطح بنگاه، سرمایه انسانی مبتنی بر نوآوری، سرمایه فیزیکی و غیره، از طریق هزینه‌های تحقیق و توسعه و معرفی محصولات و فرآیندهای جدید باعث بهبود ارزش افزوده محصولات و کاهش هزینه‌ها می‌شوند تا رشد بهره‌وری را ارتقا دهند. در سطح صنعت نیز نوآوری از طریق زنجیره‌های صنعتی بالا و پایین‌دستی مبتنی بر روابط داده-ستانده منجر به ارتقای ساختار صنعتی شده و بهبود در بهره‌وری عوامل تولید را ترویج می‌دهد. در سطح دولت، اثرات جایگزینی عوامل، جبران نوآوری و انتقال منابع می‌توانند به‌طور مشترک بهره‌وری را تحت تأثیر قرار دهند و اثر ناهمگنی بر بهره‌وری عوامل تولید در صنایع مختلف داشته باشند. وی معتقد است که در شرایط یکپارچگی، ادغام منطقه‌ای و تعامل فضایی اثر غیرمستقیم نوآوری بر رشد بهره‌وری عوامل اهمیت بیشتری دارد. به‌گونه‌ای که هر منطقه نقش دوگانه‌ای در نوآوری ایفا می‌کند و از طریق سرمایه انسانی، همکاری تحقیق و توسعه و هماهنگی سیاست‌ها می‌تواند سرریز دانش را ترویج دهند. علاوه‌براین نه تنها نهاده نوآوری می‌تواند از طریق سرریز فضایی بر کارایی و بهره‌وری مناطق همسایه اثر بگذارد، بلکه جریان فرامحیطی محصولات جدید در امتداد زنجیره صنعتی نیز باعث سرریز دانش و نوآوری تبلور یافته می‌شود. همچنین با عمیق‌تر شدن تمایز عملکردی و تقسیم صنعتی اثر سرریزها قوی‌تر خواهد شد؛ به‌عبارت دیگر اندازه اثر سرریز اغلب به ظرفیت جذب منطقه هدف بستگی دارد و هرچه ظرفیت جذب فناوری قوی‌تر باشد اثر سرریز نوآوری بر بهره‌وری عوامل تولید نیز قوی‌تر خواهد بود.

البته برخی پژوهشگران تفاوت‌های موجود در تخصیص عوامل، فرآیند بازاریابی، سرمایه انسانی و سیاست‌های نهادی بین مناطق مختلف را بر انتشار و توسعه نوآوری هر منطقه مؤثر می‌دانند. از آنجایی که محیط‌های نهادی دارای قوانین و مقررات محلی، مکانیسم‌های نظارت و مکانیسم‌های مالکیت حقوقی ناهمگنی هستند؛ بنابراین مناطق با محیط نهادی ضعیف کمتر در فعالیت‌های نوآورانه مشارکت می‌کنند و به تبع آن بهره‌وری عوامل تولید نیز پایین خواهد بود. نوشتارهای اخیر نیز براین باورند که دستاوردهای فناورانه از یادگیری ضمن انجام کار<sup>۱۸</sup> یعنی تکرار برخی فعالیت‌های تولیدی مولد نشأت می‌گیرد؛ یعنی این فرایند به بنگاه‌ها و صنایع اجازه می‌دهد راهکارهای جدید و بهتری برای انجام کار و فعالیت پیدا کنند و به تولید محصولات با فناوری پیشرفته بپردازند. در حالی که برخی دیگر از مطالعات بر نقش تحقیق و توسعه یعنی سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های نوآورانه و کشف فناوری جدید متمرکز است. سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه می‌تواند منافع گسترده یا مزایای مناسبی برای سرمایه‌گذاران ایجاد کند که در صورت انتشار، منافع آن ممکن است بین بنگاه‌های یک صنعت، بین صنایع یک کشور، یا فراتر از مرزهای ملی تحقق یابد. به‌طور کلی دو فرایند یادگیری تولیدی<sup>۱۹</sup> و یادگیری ناشی از تجربه<sup>۲۰</sup> در رشد بهره‌وری و توسعه اقتصادی متداول‌تر است. در حقیقت، در این دو فرایند بنگاه هزینه ایجاد دانش را شناسایی و آن را با مزایای بالقوه یک محصول جدید یا بهبود یافته مقایسه

<sup>17</sup> Li et. al

<sup>18</sup> Learning by Doing

<sup>19</sup> Learning by Product

<sup>20</sup> Learning by Experience

می‌کند و در جایی که منافع حاصل از تجربه در بین بنگاه‌ها انتشار یابد تکامل فناوری در بهره‌وری عوامل انعکاس می‌یابد (گروسمن و هلپمن<sup>۲۱</sup>، ۱۹۹۵؛ راپر و هویت‌دوندا<sup>۲۲</sup>، ۲۰۱۵).

در ادامه این بخش پس از بیان مبانی و دیدگاه‌های تئوریک مربوط به موضوع تحقیق مطالعات داخلی و خارجی متناسب با اهمیت موضوع و مسئله تحقیق به‌طور اجمالی مرور می‌گردد.

برنینی و گالی<sup>۲۳</sup> (۲۰۲۳) در مقاله‌ای به بررسی منابع نوآوری داخلی و خارجی که در تعیین عملکرد اقتصادی هتل‌های ایتالیا سهمیم هستند، پرداختند. بدین‌منظور از داده‌های جغرافیایی تلفیقی هتل‌های ایتالیایی در دوره ۲۰۱۱-۲۰۱۹ استفاده کرده و یک مدل مرزی تصادفی فضایی را برآورد نمودند. آنها در مطالعه خود دریافتند که عملکرد هتل‌های ایتالیایی عمدتاً با نیروی کار ماهر و منابع انسانی واجد شرایط به‌عنوان عوامل داخلی تقویت می‌شود. از سوی دیگر، آنها دریافتند که فعالیت نوآورانه انجام شده توسط هتل‌های مجاور در فضایی که هم اثرات تجمعی و هم اثرات رقابت را ایجاد می‌کند، منتشر می‌شود. یافته‌های این پژوهش برای سیاست‌گذاران و مدیران اقامتگاه‌ها که درصددند با بهره‌گیری از شیوه‌های نوآورانه و تعاملات فضایی، فرآیندهای تولید هتل‌ها را بهبود بخشند مفید خواهد بود.

لی و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای اثر سرریز فضایی نوآوری شهری در رشد بهره‌وری عوامل تولید برای ۱۰۸ شهر در کمربند اقتصادی رودخانه یانگ تسه از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۲۰ را بررسی نمودند آنها در مطالعه خود دریافتند که همبستگی فضایی و ناهمگونی بین نوآوری شهری و بهره‌وری کل عوامل تولید در شهرهای این منطقه قابل توجه است؛ نوآوری شهری تأثیر مثبت قابل توجهی بر بهره‌وری کل عوامل تولید دارد و اثر سرریز آن بر شهرهای اطراف نیز مثبت است و تأثیر نوآوری شهری بر بهره‌وری کل عوامل تولید با زمان و منطقه متفاوت است. علاوه بر این نتایج پژوهش مؤید آن است که انباشتگی استعداد به‌طور قابل توجهی تأثیر مثبت نوآوری شهری بر بهره‌وری عوامل تولید را ارتقا می‌دهد، در حالی که اثر سرریز ناچیز است.

اسپیت‌هون و مرلوید<sup>۲۴</sup> (۲۰۲۳) در مقاله‌ای اثرات سرریز تحقیق و توسعه و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر بهره‌وری عوامل تولید را تحلیل می‌کنند. در این مطالعه از ترکیب دو ادبیات اثرات سرریزهای منطقه‌ای و ارتباطات درون‌صنعتی و بین‌صنعتی به این مهم پرداخته شد آنها در مطالعه خود دریافتند که تحقیق و توسعه یا سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نقش‌های متنوعی در مناطق ایفا می‌کنند و با تمرکز بر اثرات سرریز بهره‌وری بر شرکت‌های داخلی غیرفعال در تحقیق و توسعه در سه منطقه در بلژیک طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ به این نتیجه رسیدند که سرریز تحقیق و توسعه معمولاً بیشتر از سرریزهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی است و با تمرکز بر دو منبع سرریز، این مقاله تصویری دقیق‌تر از تحول صنعتی و توسعه مسیر منطقه‌ای ارائه می‌دهد. علاوه بر این، تحلیل‌های منطقه‌ای نشان می‌دهند که اثرات تحقیق و توسعه بر بهره‌وری شرکت‌های داخلی غیرفعال از منابع مختلف سرریز نشأت می‌گیرند. ارتباط شرکت‌های فعال در R&D یا شرکت‌های خارجی با شرکت‌های داخلی غیرفعال در R&D، تأثیر ناهمگنی بر بهره‌وری آنها دارند.

<sup>21</sup> Grossman & Helpman

<sup>22</sup> Roper & Hewitt-Dundas

<sup>23</sup> Bernini & Galli

<sup>24</sup> Spithoven & Merlevede

از این رو برای دستیابی به مسیرهای توسعه منطقه لازم است به اثر سرریزهای فضایی خاص منطقه بر بهره‌وری توجه ویژه داشت.

سیلر و همکاران<sup>۲۵</sup> (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای نقش ویژگی‌های منطقه‌ای، به‌ویژه سرریزهای دانش منطقه‌ای به عنوان محرک‌های رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در ۱۹۰ منطقه اروپایی را تجزیه و تحلیل می‌کنند. آنها از یک رویکرد مدل‌سازی جدید برای سرریزهای دانش که متفاوت از ماتریس‌های همسایگی رایج است، استفاده نمودند. یافته‌های پژوهش بیانگر اثر مستقیم و قوی سرریزهای رشد بهره‌وری عوامل تولید در کنار عواملی از قبیل هزینه‌های تحقیق و توسعه، ارزش‌های فرهنگی و کیفیت درک شده حکمرانی می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که باز بودن جامعه برای پیشرفت منطقه پیش نیاز استفاده موثر از دانش موجود است.

اودریچ و بلیتسکی (۲۰۲۰) در مقاله‌ای به نقش سرریز دانش و تحقیق و توسعه در میزان تکمیل نوآوری و بهره‌وری ۹۲۱۳ شرکت بریتانیایی طی سال‌های ۲۰۰۲-۲۰۱۴ پرداختند. در این مطالعه رویکرد تعمیم‌یافته سرریز دانش مدل CDM تحقیق و توسعه، نوآوری و بهره‌وری برآورد گردید تا مشخص شود که مکمل‌های بین تحقیق و توسعه و سرریز دانش به‌جای نوآوری شرکت، به شدت با بهره‌وری شرکت مرتبط است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری داخلی تحقیق و توسعه و سرریزهای دانش در افزایش بهره‌وری نیروی کار شرکت مکمل یکدیگرند و در دسترس بودن سرریزهای دانش، شدت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه داخلی را افزایش می‌دهد. علاوه بر این، بین تحقیق و توسعه و سرریزهای دانش در رابطه با استراتژی‌های نوآوری مکملی وجود ندارد و شرکت‌هایی که قصد خرید یا تقلید از نوآوری را دارند در مناطق یا صنایع با سرریز زیاد دانش، کمتر در تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری می‌کنند.

کشاورز و بخشی (۱۴۰۳) در مطالعه‌ای رابطه نوآوری و بهره‌وری کشورهای در حال توسعه برای دوره زمانی ۲۰۱۱-۲۰۱۹ با روش داده‌های پنلی بررسی نمودند در این مطالعه از متغیرهای نوآوری، بهره‌وری، شاخص آمادگی فناوری مرزی، هزینه‌های عمومی آموزش و شاخص ظرفیت‌های تولیدی و تولید ناخالص داخلی استفاده شد. آنها در مطالعه خود دریافتند که نوآوری با بهره‌وری رابطه مثبت و معناداری دارد. و با یک درصد افزایش در نوآوری منجر به افزایش ۰/۱۶ درصدی بهره‌وری می‌شود. همچنین شاخص آمادگی فناوری اثر مثبت و معنادار بر بهره‌وری دارد یعنی آمادگی فناوری موجب ایجاد رفاه و موقعیت‌های شغلی جدید و افزایش رقابت‌پذیری صنایع در عرصه داخلی و بین‌المللی می‌شود.

شاه‌آبادی و همکاران (۱۴۰۲) به بررسی اثر متقابل جهانی‌شدن و نوآوری بر فقر در کشورهای منتخب تولیدکننده علم با درآمد سرانه بالای ۲۰ هزار دلار و پایین ۲۰ هزار دلار طی بازه زمانی ۲۰۱۱-۲۰۱۹ با استفاده از تکنیک‌های پانل دیتا و روش گشتاور تعمیم‌یافته پرداختند. نتایج پژوهش حاکی از اثرگذاری منفی و معنادار اثر متقابل ابعاد جهانی‌شدن و نوآوری بر فقر در هر دو گروه از کشورهای منتخب طی دوره مورد مطالعه است. علاوه بر آن تاثیر متغیرهای کنترلی فلاکت و نابرابری بر فقر در هر دو گروه از کشورهای منتخب مثبت و معنادار است.

حکم‌اللهی و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی آزادسازی تجاری و تغییرات ساختاری بر بهره‌وری کل کشورهای منتخب با نقش میانجی‌گر کیفیت نهادها در بازه زمانی ۲۰۰۰-۲۰۱۸ پرداختند. در این پژوهش، برای لحاظ کردن

مهم‌ترین جنبه‌های تغییر ساختاری، با استفاده از روش مولفه‌ی اصلی شاخصی ترکیبی برای تغییر ساختاری ایجاد شد و سپس با استفاده از روش میانگین‌گیری بیزی با متغیر ابزاری اثر مستقیم آزادسازی تجاری، تغییر ساختاری و کیفیت نهادها بر بهره‌وری کل عوامل ارزیابی شد. نتایج حاکی از این است که تغییر ساختاری، آزادی کسب‌وکار و رانت منابع طبیعی، مهم‌ترین متغیرها در توضیح تفاوت‌های مشاهده‌شده در شاخص بهره‌وری کل عوامل می‌باشند. تغییر ساختاری با احتمال شمول (PIP) ۰/۷۴ مهم‌ترین متغیر توضیحی جهت تبیین تفاوت‌های مشاهده‌شده در سطح بهره‌وری کل عوامل است. افزایش شاخص ترکیبی تغییر ساختاری با ضریب پسینی ۰/۱۴ اثر منفی بر بهره‌وری کل عوامل دارد. همچنین باثبات سایر شرایط، به‌طور میانگین، هر یک واحد افزایش در شاخص آزادی کسب‌وکار و رانت منابع طبیعی به ترتیب منجر به ۰/۳۹ و ۰/۲۲ واحد افزایش شاخص بهره‌وری کل عوامل می‌شود. آزادسازی تجاری با احتمال شمول ۰/۴۵ اثر مثبت بر بهره‌وری کل عوامل داشته است. همچنین آزمون علیت گرنجری نشان می‌دهد، آزادسازی تجاری علت تغییر ساختاری است، لذا آزادسازی تجاری در این پژوهش سبب تغییرات ساختاری کاهنده بهره‌وری شده است.

شاه‌آبادی و همکاران (۱۴۰۱) تأثیر متقابل جهانی شدن و نوآوری بر بهره‌وری کل عوامل در دو گروه از کشورهای منتخب تولیدکننده علم با درآمدسرانه بالای ۲۰ هزار دلار و کشورهای منتخب تولیدکننده علم با درآمدسرانه پایین ۲۰ هزار دلار، طی دوره ۲۰۱۹-۲۰۱۱ را بررسی نمودند. نتایج پژوهش آنها بیانگر تأثیر مثبت و معنی‌داری اثر متقابل جهانی شدن و نوآوری با ضرایب تخمینی متفاوت بر بهره‌وری کل عوامل در هر دو گروه از کشورهای منتخب است. ضرایب تخمینی متغیرهای کنترل مشوق‌های اقتصادی، رژیم نهادی، آموزش و توسعه منابع انسانی در هر دو گروه از کشورهای منتخب مثبت و معنی‌دار است، در حالی که ضریب تخمینی متغیر کنترل آزادی اقتصادی در کشورهای با درآمدسرانه بالا، مثبت و در کشورهای با درآمدسرانه پایین، منفی و معنی‌دار است؛ بنابراین جهانی شدن به‌خودی خود نمی‌تواند عامل ارتقاء بهره‌وری عوامل محسوب شود. بلکه بهره‌گیری هدفمند از ظرفیت سرمایه‌انسانی در بستر کیفیت نهادی مناسب می‌تواند موجب بهره‌مندی از مزایای مثبت جهانی شدن و آزادی اقتصادی در جهت ارتقاء بهره‌وری کل عوامل شود.

مصلی و همکاران (۱۴۰۰) به شناخت حد آستانه‌ای اثر تحصیلات بر بهره‌وری کل عوامل و بررسی رابطه غیرخطی دو متغیر طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۶۵ با استفاده از الگوی رگرسیون انتقال ملایم (STR) پرداختند. در این مطالعه برای آموزش از شاخص متوسط سال‌های تحصیل استفاده شده است. نتایج حاصل از اجرای الگوی STR ضمن تأیید فرضیه اثرگذاری غیرخطی تحصیلات بر بهره‌وری کل عوامل، نشان داد که شاخص کمیت تحصیلات در یک ساختار دو رژیمی با حد آستانه ۸۱/۸۶ (معادل متوسط سال‌های تحصیل ۷/۸۲ سال) بر بهره‌وری کل عوامل اثر معناداری دارد. با توجه به اینکه اقتصاد ایران از سال ۱۳۹۰ از حد آستانه‌ای عبور کرده است و افزایش کمیت تحصیلات تأثیر منفی بر بهره‌وری دارد، از این رو، اولویت دادن به ارتقای سطح کیفی آموزش اولویت بیشتری نسبت به گذشته دارد.

امینی و همکاران (۱۳۹۳) اثر نوآوری در ارتقای بهره‌وری کل عوامل تولید کشورهای منتخب در حال توسعه با درآمد متوسط را طی سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۰۷ بررسی نمودند در این مطالعه بهره‌وری کل عوامل تابعی از سرمایه انسانی، درجه باز بودن اقتصاد و متغیرهای جایگزین نوآوری از قبیل تعداد اختراعات ثبت شده در یک میلیون نفر جمعیت،

هزینه تحقیق و توسعه از تولید ناخالص داخلی و تعداد پژوهشگران در یک میلیون نفر جمعیت استفاده شد. آنها در نمونه مطالعاتی خود دریافتند که متغیرهای مورد بررسی با بهره‌وری کل عوامل تولید رابطه مثبت و معناداری دارند.

### ۳- روش‌شناسی و داده‌های تحقیق

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نوع پژوهش‌های تحلیلی-توصیفی است؛ در دسته تحلیل مدل‌های رگرسیون فضایی قرار می‌گیرد. مبانی نظری و تجربی مطالعه با استفاده از روش کتابخانه‌ای تدوین شده و داده‌های مورد نیاز از بانک‌های اطلاعاتی داده مرکز آمار ایران برای صنایع کارخانه‌ای استان‌های کشور در سطح کدهای چهاررقمی ISIC Rev 4.0 استخراج شده‌اند. از این‌رو جامعه آماری پژوهش با توجه به عدم دسترسی کلیه اطلاعات بخش صنعت شامل ۳۱ استان در بازه زمانی ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۹ می‌باشد.

### ۱.۳ معرفی مدل تجربی و متغیرهای تحقیق

با توجه به هدف محوری پژوهش که بدنبال ارزیابی اثرات سرریز فضایی نوآوری و ضریب فناوری بر بهره‌وری عوامل تولید بخش صنعت در ۳۱ استان کشور می‌باشد به مدل مستدلی نیاز است تا بتواند اثرات ضریب نوآوری و فناوری را در بهره‌وری صنایع کارخانه‌ای کشور بررسی نماید. بدین منظور با استفاده از مبانی نظری و مدل برگرفته از الگوی لی و همکاران (۲۰۲۳)، الگوی تجربی که بیانگر عوامل موثر بر رشد بهره‌وری عوامل تولید صنایع کارخانه‌ای استان‌های ایران است به شرح زیر خواهد بود.

$$TFP_{it} = f(Inov_{it}, ICT_{it}, Size_{it}, Edu_{it}, Av_{it}, Sech_{it}) \quad (1)$$

به‌طوری‌که در رابطه (۱)،  $i, t$  بیانگر زمان و مقطع (استان)،  $TFP_{it}$  بهره‌وری عوامل تولید،  $Inov_{it}$  ضریب فازی نوآوری،  $ICT_{it}$  زیرساخت فناوری،  $Size_{it}$  اندازه،  $Edu_{it}$  سطح آموزش،  $Av_{it}$  درجه توسعه و  $Sech_{it}$  کارایی مقیاس در بخش صنعت می‌باشند.

در این پژوهش بهره‌وری از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در چارچوب الگوی ستاده محور (شامل: ارزش محصولات تولید شده به‌عنوان ستانده و سه نهاده نیروی کار، موجودی سرمایه و مواد اولیه و وسطه‌ای) برای صنایع کارخانه‌ای هر استان به تفکیک طی سال‌های مطالعه محاسبه شده است. متغیر ضریب نوآوری نیز از رهیافت فازی به صورت فرمول زیر شامل میانگین حسابی مخارج تحقیقات و آزمایشگاهی و نیروی کار متخصص بخش صنعت در هریک از استان‌ها است.

$$T = \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{R\&D_j^{max} - R\&D_j^i}{R\&D_j^{max} - R\&D_j^{min}} \right) + \left( \frac{L_j^{max} - L_j^i}{L_j^{max} - L_j^{min}} \right) \right] \quad (2)$$

از آنجایی‌که در محاسبه بهره‌وری متغیر موجودی سرمایه لازم است و این متغیر برای صنایع در دسترس نبوده و در تارنمای مرکز آمار ایران تنها میزان سرمایه‌گذاری هر استان‌ها در سطح کدهای ISIC ویرایش چهارم گزارش

شده‌اند؛ بنابراین جهت برآورد موجودی سرمایه فیزیکی از روش موجودی دائمی<sup>۲۶</sup> که روشی متداول برای سنجش این متغیر است، استفاده شد. در این روش موجودی فیزیکی سرمایه حاصل انباشت جریان سرمایه گذاری‌های گذشته به صورت زیر خواهد بود.

$$K_t = I_t + (1 - \delta)K_0 \quad (۳)$$

به طوری که  $K_t$  بیانگر موجودی سرمایه فیزیکی در زمان  $t$ ،  $\delta$  نرخ استهلاک موجودی سرمایه،  $K_0$  موجودی سرمایه فیزیکی اول دوره و  $I_t$  سرمایه گذاری در دوره  $t$  می‌باشند. ضمناً برای محاسبه موجودی اولیه سرمایه فیزیکی از روش پارک<sup>۲۷</sup> (۱۹۹۵) به صورت زیر استفاده می‌شود.

$$K_0 = \frac{I_0(1 + g)}{\delta + g} \quad (۴)$$

در رابطه (۴)  $g$  میانگین نرخ رشد سرمایه گذاری و  $\delta$  استهلاک سرمایه است (اودر<sup>۲۸</sup>، ۲۰۱۰: ۶۰۲). در این پژوهش میزان استهلاک سرمایه فیزیکی در بخش صنعت به طور متوسط  $\delta = ۰/۰۴۵$  در نظر گرفته شده است.

علاوه بر این، کارایی مقیاس ( $Sech_{it}$ ) یکی از مولفه‌های موثر در رشد بهره‌وری است که بیان می‌کند با افزایش در مقیاس تولیدی در صورت ثبات در نهاده‌ها تا چه میزان امکان کاهش هزینه و افزایش بهره‌وری عوامل تولید وجود دارد. همچنین از حاصل تقسیم موجودی سرمایه سخت افزار و نرم افزار کامپیوتری به تعداد کارگاه‌های صنعتی ( $ICT_{it}$ ) برای متغیر زیرساخت فناوریانه، لگاریتم اندازه فروش ( $Size_{it}$ ) به عنوان متغیر اندازه صنعت، تعداد نیروی کار با مدرک فوق دیپلم به بالا به کل نیروی کار ( $Edu_{it}$ ) برای سطح آموزش و لگاریتم سرانه ارزش افزوده ( $AV_{it}$ ) به منظور تعیین توسعه صنعتی در هر صنعت، به عنوان مناسب ترین متغیرهای جایگزین استفاده شده است؛ لازم به ذکر است که کلیه متغیرهای تحقیق با استفاده از شاخص قیمت تولیدات صنعتی به قیمت ثابت سال پایه ۱۳۹۵ واقعی شده‌اند. علاوه بر این کلیه آمار و اطلاعات مربوط به بخش صنعت از نتایج طرح آمارگیری کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر که در پایگاه اطلاعات و آمارهای مرکز آمار ایران در سطح استانی نمایه شده استخراج گردیده است.

### ۲.۳ معرفی روش برآورد مدل

با توجه به اینکه مطالعه سربزه‌های فضایی ضریب فازی نوآوری بخش صنعت استان‌های کشور مستلزم بررسی الگوهای فضایی مبتنی بر داده‌های علوم منطقه‌ای و اثر تقاطعی آن‌ها است با مراجعه به مکان‌های تعیین شده در فضا می‌توان به این سربزه‌ها دست یافت. در حقیقت، یکی از عناصر مهم و اثرگذار در یک منطقه، سربیز دیگر مناطق جغرافیایی است و معمولاً در مناطق با فاصله جغرافیایی و اقتصادی کمتر شدت این سربیزها بیشتر خواهد بود (براتا<sup>۲۹</sup>، ۲۰۰۹). از این رو در برآورد داده‌های دارای جزء مکانی تکنیک اقتصادسنجی فضایی مناسب‌تر از اقتصادسنجی سنتی است؛

<sup>26</sup> Perpetual Inventory Method

<sup>27</sup> Park

<sup>28</sup> Oduor

<sup>29</sup> Brata

زیرا در داده‌های با بعد مکان اولاً وابستگی فضایی بین مشاهدات رخ می‌دهد. ثانیاً، ناهمسانی فضایی بین مکان‌ها ایجاد می‌شود (کارلسون و همکاران<sup>۳۰</sup>، ۲۰۱۵: ۲۳؛ لسیج<sup>۳۱</sup>، ۲۰۰۸؛ لی و یو<sup>۳۲</sup>، ۲۰۱۰: ۱).

بنابراین در برآورد الگوهای فضایی از تصریح کلی مدل عمومی آشیانه‌ای فضایی<sup>۳۳</sup> (GNSM) که تمام اثرات فضایی را به‌طور جامع در بردارد به صورت زیر استفاده می‌شود.

$$y_{it} = \alpha + \tau y_{it-1} + \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} y_{jt} + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{itk} + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{jtk} \theta_k + \mu_i + \gamma_t + \vartheta_{it} \quad (5)$$

$$\vartheta_{it} = \lambda \sum_{j=1}^n w_{ij} \vartheta_{jt} + \varepsilon_{it} \quad i = 1, \dots, n \quad t = 1, \dots, T$$

$$Y = \rho wY + \beta X + wX\theta + \lambda wv + \varepsilon \quad (6)$$

در رابطه (۵) و (۶)،  $y_{it}$  و  $x_{it}$  به ترتیب متغیرهای وابسته و مستقل مدل،  $w_{ij}$  ماتریس وزنی فضایی، متغیرهای  $wY$  اثرات متقابل درون‌زای متغیر وابسته<sup>۳۴</sup>  $wX$ ، اثرات متقابل برون‌زای متغیر مستقل<sup>۳۵</sup>  $wv$  اثرات متقابل اجزای خطا در واحدهای فضایی مختلف است،  $\alpha, \beta_k, \rho, \tau, \theta_k, \lambda$  پارامترهای مدل،  $\varepsilon_{it}, v_{it}$  جزء اختلال و  $\mu_i, \gamma_t$  اثرات زمان و مقطع در مدل هستند. با عنایت به رابطه فوق تعیین برآوردهای مختلف فضایی بستگی به معناداری ضرایب  $(\theta, \lambda, \rho)$  خواهد داشت؛ سه مدل اصلی در اقتصادسنجی فضایی مورد استفاده قرار می‌گیرد که شامل مدل وقفه فضایی<sup>۳۶</sup>  $(\theta = 0, \lambda = 0)$ ، مدل خطای فضایی<sup>۳۷</sup>  $(\theta = 0, \rho = 0)$  و مدل دوربین فضایی<sup>۳۸</sup>  $(\lambda = 0)$  هستند که ساختار آنها بستگی به قرار گرفتن ماتریس وزنی فضایی جهت رفع همبستگی فضایی است. علاوه بر این مدل چهارمی که به الگوی مختلط<sup>۳۹</sup>  $(\theta = 0)$  معروف است اثرات فضایی را با وجود همزمان وقفه و خطای فضایی در نظر می‌گیرد (بلوتی و همکاران<sup>۴۰</sup>، ۲۰۱۳؛ الهورست<sup>۴۱</sup>، ۲۰۰۳). تفاوت اساسی مدل دوربین فضایی با سایر مدل‌ها وارد کردن همزمان وقفه فضایی متغیر وابسته و مستقل به عنوان متغیرهای توضیحی جدید در مدل است. در حقیقت، در مدل دوربین فضایی با تغییر متغیر توضیحی در یک واحد یا مکان مشخص فضایی نه تنها متغیر وابسته همان واحد یا مکان تغییر می‌کند بلکه متغیر وابسته واحدهای همجوار نیز تغییر خواهد کرد؛ بنابراین اولین جزء را اثرات مستقیم و دومین به عنوان اثرات غیرمستقیم شناخته می‌شوند که جزء غیرمستقیم همان سرریزهای فضایی و محور تمرکز مطالعات اقتصادسنجی فضایی می‌باشند (الهورست، ۲۰۱۴).

<sup>30</sup> Karlsoon, et al

<sup>31</sup> LeSage

<sup>32</sup> Lee and Yu

<sup>33</sup> General Nesting Spatial Model

<sup>34</sup> Endogenous Interaction Effects

<sup>35</sup> Exogenous Interaction Effects

<sup>36</sup> Spatial Lag Model

<sup>37</sup> Spatial Error Model

<sup>38</sup> Spatial Durbin Model

<sup>39</sup> Spatial Autocorrelation Model

<sup>40</sup> Belotti, et.al

<sup>41</sup> Elhorest

همان‌طوری که قبلاً هم اشاره شد برای برآورد مدل در ابتدا لازم است که آزمون‌های تشخیصی وابستگی و ناهمسانی فضایی جهت تعیین ارجحیت الگوی فضایی بر الگوی غیرفضایی انجام شود که عموماً برای همبستگی فضایی از آزمون‌های موران I، جری جیسی و آزمون ضریب لاگرانژ و برای ناهمسانی فضایی از آماره Rho و Lambda استفاده می‌شود فرضیه صفر در این آزمون‌ها عدم وابستگی فضایی و عدم ناهمسانی فضایی است.

همچنین برای انتخاب یکی از مدل‌های داده تابلویی با اثرات ثابت و تصادفی از آزمون هاسمن استفاده می‌شود. فرضیه صفر آزمون هاسمن برتری مدل پانل با اثرات تصادفی در مقابل اثرات ثابت را نشان می‌دهد. از طرفی به‌منظور واردکردن عنصر مکان در مدل‌های فضایی ساخت ماتریس‌های فضایی<sup>۴۲</sup> لازم است و معمولاً این ماتریس روش مبتنی بر مجاورت و یا فاصله مکان‌ها وزن‌دار می‌شود. در روش مجاورت، اثرات فضایی فقط به مناطق همسایه (مناطق هم مرز) محدود می‌شوند که دارای کنش بین منطقه‌ای می‌باشد و بین مناطقی که نسبت به یکدیگر هم مرز نیستند کنشی در نظر گرفته نمی‌شود، در اینصورت نقاط غیر هم مرز در ماتریس وزنی فضایی مقادیر صفر را اختیار می‌کند. به این ترتیب این روش تفاوتی بین مناطقی که نسبت به یکدیگر دور می‌باشند در نظر نمی‌گیرد. این در حالی است که فاصله بین این مناطق بر اثر تعاملی بین آنها مؤثر است (پرتریج و همکاران<sup>۴۳</sup>، ۲۰۱۲).

بنابراین جهت رفع این مشکل از ماتریس وزنی فضایی مبتنی بر طول و عرض جغرافیایی (فاصله بین مناطق) استفاده می‌شود. در واقع، در ماتریس مبتنی بر فاصله تمامی مکان‌ها به نوعی با هم همسایه تلقی می‌شوند؛ بنابراین عامل فاصله شدت اثرگذاری نقاط بر هم را تعیین می‌کند بنابراین مشاهداتی که به هم نزدیک‌ترند نسبت به مشاهداتی که از هم دورتر هستند وابستگی فضایی بالاتری را نشان می‌دهند. در ماتریس مبتنی بر فاصله هر یک از عناصر ماتریس از فاصله اقلیدسی بین دو استان  $i$  و  $j$  با فرمول زیر تعیین می‌شود.

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (۶)$$

به‌طوری که  $x_i, y_i$  طول و عرض جغرافیایی استان  $i$  و  $x_j, y_j$  طول و عرض جغرافیایی استان  $j$  هستند. در این هر یک از عناصر ماتریس، معکوس فاصله بین مناطق یا استان‌های کشور است که با رابطه  $\frac{1}{d_{ij}}$  ساخته و سپس براساس سطر نرمال می‌شود (گتیس<sup>۴۴</sup>، ۲۰۰۹، برنت و همکاران<sup>۴۵</sup>، ۲۰۰۵، سوریواتی و همکاران<sup>۴۶</sup>، ۲۰۱۸).

#### ۴- تجزیه و تحلیل نتایج

##### ۱.۴ آزمون‌های الگو

قبل از برآورد الگوی تجربی معرفی شده در بخش قبلی برای اطمینان از کاذب نبودن رگرسیون، باید مانایی متغیرها مورد بررسی قرار گیرد. در این تحقیق برای جلوگیری از وجود رگرسیون ساختگی و دستیابی به نتایج دقیق‌تر ابتدا از

<sup>42</sup> Spatial Matrices

<sup>43</sup> Partaridge, et al

<sup>44</sup> Getis

<sup>45</sup> Bornet, et al

<sup>46</sup> Suryowati, et al

آزمون‌های وابستگی مقطعی با فرضیه صفر مبنی بر عدم وابستگی مقاطع و آزمون دیکی‌فولر تعمیم‌یافته پسران (CADF)<sup>۴۷</sup> با فرضیه صفر مبنی بر عدم ایستایی متغیرها استفاده شد؛ زیرا در صورت تأیید وابستگی بین مقاطع آزمون‌های ایستایی نسل اول اعتبار و صحت لازم را ندارد و بایستی آزمون ایستایی نسل دوم (دیکی‌فولر تعمیم‌یافته پسران) استفاده شود که نتایج آن در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱. آزمون وابستگی مقطعی و ایستایی پسران

| متغیر                                        | آماره وابستگی مقطعی<br>(CD) پسران | آماره دیکی‌فولر<br>تعمیم‌یافته پسران<br>(CIPS) | درجه<br>انباشتگی |
|----------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|------------------|
| نرخ رشد بهره‌وری عوامل تولید $TFP_{it}$      | ۱۷/۴۵۳ (۰/۰۰۰)                    | -۴/۴۹۳ (۰/۰۰۰)                                 | I (0)            |
| ضریب فازی نوآوری $Inov_{it}$                 | ۸۶/۶۷۹ (۰/۰۰۰)                    | -۲/۷۴۶ (۰/۰۰۰)                                 | I (0)            |
| زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات $ICT_{it}$ | ۵۳/۵۵۵ (۰/۰۰۰)                    | -۱/۶۶۸ (۰/۶۳۲)                                 | I (1)            |
| سطح آموزش بخش صنعت $Edu_{it}$                | ۸۹/۵۹۵ (۰/۰۰۰)                    | -۳/۱۴۹ (۰/۰۰۰)                                 | I (0)            |
| لگاریتم اندازه فروش صنعت $Size_{it}$         | ۳۷/۸۵۸ (۰/۰۰۰)                    | -۲/۲۱۱ (۰/۰۰۰)                                 | I (0)            |
| کارایی مقیاس $Sech_{it}$                     | ۳۰/۸۸۹ (۰/۰۰۰)                    | -۴/۶۶۰ (۰/۰۰۰)                                 | I (0)            |
| درجه توسعه صنعتی $Av_{it}$                   | ۳۵/۵۲۲ (۰/۰۰۰)                    | -۲/۶۴۸ (۰/۰۰۰)                                 | I (0)            |

مقادیر داخل پرانتز سطح احتمال معناداری ضرایب در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد

مأخذ: محاسبات پژوهش

براساس نتایج جدول (۱) آزمون وابستگی مقطعی متغیرها در سطح احتمال ۵٪ پذیرفته شد؛ علاوه بر این نتایج آزمون ایستایی دیکی‌فولر تعمیم‌یافته پسران دلالت بر آن دارد که اکثریت متغیرها در سطح ایستا هستند و تنها متغیر زیرساخت فناوری ارتباطات با یکبار تفاضل‌گیری ایستا می‌شود یعنی متغیرها انباشته از مرتبه صفر می‌شوند. از طرفی برای اطمینان از عدم وجود مشکل رگرسیون ساختگی (کاذب) آزمون هم‌انباشتگی پدرونی انجام و نتایج در جدول (۲) ارائه شد.

جدول ۲. آزمون هم‌انباشتگی و وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها

| آزمون هم‌انباشتگی پدرونی          | مقدار آماره $t$ | سطح معناداری |
|-----------------------------------|-----------------|--------------|
| آماره $t$ فیلیپس-پرون تعمیم‌یافته | ۲/۴۴            | (۰/۰۰۷)      |
| آماره $t$ فیلیپس-پرون             | -۱۱/۱۰          | (۰/۰۰۰)      |
| آماره $t$ دیکی-فولر تعمیم‌یافته   | -۱۳/۳۷          | (۰/۰۰۰)      |

مأخذ: محاسبات پژوهش

با توجه به آماره  $t$  ارائه شده در جدول (۲) ملاحظه می‌شود که فرضیه صفر مبنی بر عدم هم‌انباشتگی بین متغیرها رد شده یعنی رابطه بلندمدت بین متغیرهای تحقیق تأیید می‌گردد؛ بنابراین بدون نگرانی می‌توان نسبت به ضرایب تخمین و تفسیر آن‌ها اقدام نمود.

<sup>47</sup> Cross-sectionally Augmented Dicky-Fuller test of Pesaran

## ۲.۴ یافته‌های پژوهش

به‌منظور بررسی اثر شاخص نوآوری و توسعه فناوری بر بهره‌وری در بخش صنعت استان‌های کشور برای انتخاب مدل مناسب در پنل فضایی طبق مطالعات بلوتی و همکاران سه نوع آزمون لازم است انجام شود. آزمون نوع اول به آماره‌های پانل فضایی مربوط می‌شود، به‌طوری‌که با استفاده از این آماره‌ها مشخص شود کدامیک از الگوهای فضایی یا غیر فضایی مناسب‌تر است. آزمون‌های نوع دوم به انتخاب نوع مدل پانل فضایی مربوط می‌شود، به‌گونه‌ای که قبل از برآورد رگرسیون باید مشخص گردد که کدامیک از مدل‌های فضایی بهترین نتایج را به‌همراه خواهد داشت. آزمون نوع سوم به انتخاب اثرات ثابت یا تصادفی در برآورد مدل پانل فضایی در صورت وجود این اثرات، مربوط می‌شود (بلوتی و همکاران<sup>۴۸</sup>، ۲۰۱۷: ۱۵۵-۱۵۸). در آزمون نوع اول وابستگی فضایی و ناهمسانی فضایی مورد آزمون قرار گرفته است که نتایج این آزمون‌ها در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳. آزمون بررسی وجود وابستگی فضایی و ناهمسانی فضایی در رشد بهره‌وری حاصل از نوآوری

| آزمون وابستگی فضایی  |                       |              |                    | نوع آزمون                              |
|----------------------|-----------------------|--------------|--------------------|----------------------------------------|
| و سطح معناداری       |                       | مقدار آماره  |                    |                                        |
| (۰/۰۰۰)              |                       | ۵۲/۳۳۲       |                    | آزمون خطای موران <sup>۴۹</sup>         |
| (۰/۰۰۶)              |                       | ۰/۰۳۴        |                    | آزمون موران عمومی <sup>۵۰</sup>        |
| (۰/۰۳۰)              |                       | ۰/۶۷۲        |                    | آزمون جری جیسی عمومی <sup>۵۱</sup>     |
| (۰/۰۰۵)              |                       | -۰/۰۰۲       |                    | آزمون گتیس اورد گو عمومی <sup>۵۲</sup> |
| بررسی ناهمسانی فضایی |                       |              |                    | مدل فضایی                              |
| سطح معناداری         | مقدار آماره<br>lambda | سطح معناداری | مقدار آماره<br>Roh |                                        |
| -                    | -                     | (۰/۰۳۲)      | ۰/۲۴۱              | SDM                                    |
| -                    | -                     | (۰/۰۰۰)      | ۰/۳۵۱              | SAR                                    |
| (۰/۰۰۰)              | ۰/۴۵۳                 | -            | -                  | SEM                                    |
| (۰/۰۰۰)              | ۰/۵۸۵                 | (۰/۲۶۴)      | -۰/۳۱۲             | SAC                                    |

مقادیر داخل پرانتز سطح احتمال معناداری ضرایب در سطح احتمال ۵ درصد را نشان می‌دهد

مأخذ: محاسبات پژوهش

نتایج جدول (۳) با توجه به مقدار آماره‌های موران، جری جیسی، گتیس اورد گو و سطح معناداری آنها فرضیه وجود وابستگی فضایی بین متغیرها را تأیید می‌کند؛ علاوه بر این در بخش دوم جدول با استفاده از آماره‌های Rho و Lambda فرضیه ناهمسانی فضایی مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج این آزمون‌ها نیز دلالت بر وجود ناهمسانی

<sup>48</sup> Belotti, et.al

<sup>49</sup> Moran MI Error Test

<sup>50</sup> Global Moran MI

<sup>51</sup> Global Geary GC

<sup>52</sup> Global Getis-Ords GO

فضایی در انواع الگوهای فضایی خواهد داشت؛ از این‌رو معناداری آماره‌های فضایی لزوم برآورد مدل با استفاده از الگوی فضایی را نشان می‌دهد در غیر این صورت نتایج مدل تورش‌دار خواهد بود.

در ادامه لازم است با استفاده از آزمون والد مدل بهینه برای تخمین الگو از بین مدل‌های متداول اقتصادسنجی فضایی (SDM, SAR, SEM) انتخاب شود. در این آزمون ابتدا مدل SDM برآورد شده و سپس آزمون فرضیه-های  $\theta = 0, \rho \neq 0, \theta = -\beta\rho$  مورد بررسی قرار می‌گیرد که در صورت رد فرضیه‌های مذکور مدل SDM مناسب خواهد بود؛ در غیر این صورت مدل‌های SAR یا SEM بر مدل SDM ارجحیت دارند. سرانجام با توجه به اینکه مدل‌های SDM و SAC مدل‌های غیرآشیا‌نه‌ای<sup>۵۳</sup> هستند با بهره‌گیری از کمترین مقدار معیارهای شواتز بیزین و آکاییک در این دو الگو می‌توان مناسب‌ترین مدل را انتخاب نمود؛ آماره‌ها و نتایج این آزمون جهت انتخاب مناسب‌ترین مدل در جدول (۴) آورده شده است.

جدول ۴. آزمون انتخاب مناسب‌ترین مدل پنل فضایی

| آزمون                           | مقدار آماره $\chi^2$ | سطح معناداری |
|---------------------------------|----------------------|--------------|
| فرضیه $\theta = 0, \rho \neq 0$ | ۲۸/۶۵                | (۰/۰۰۰)      |
| فرضیه $\theta = -\beta\rho$     | ۱۶/۳۸                | (۰/۰۱۲)      |
| انتخاب مناسب‌ترین مدل           | آماره شواتز بیزین    | آماره آکاییک |
| SDM                             | ۳۵/۳۲۱               | -۴/۰۸۵       |
| SAC                             | ۶۷/۲۱۳               | ۵/۹۱۵        |

علامت \* بیانگر معناداری آماره در سطح احتمال ۵٪ است

مأخذ: محاسبات پژوهش

نتایج جدول (۴) با توجه به آزمون‌های والد و معناداری آماره  $\chi^2$  در سطح احتمال ۵٪ و همچنین کمترین مقدار آماره‌های شواتز بیزین و آکاییک نشان می‌دهند که برای تخمین الگوی نهایی مدل SDM یا دوربین فضایی مدلی بهینه است که بر تمامی مدل‌های فضایی ارجحیت دارد. در مرحله بعد بایستی انتخاب بین مدل داده‌های تابلویی فضایی با اثرات ثابت یا تصادفی انجام شود که بدین منظور از آزمون هاسمن استفاده شده است. فرضیه صفر این آزمون بیانگر وجود اثرات تصادفی (عدم همبستگی جزء اخلاص و متغیرهای توضیحی است) و فرض مقابل عدم وجود اثرات تصادفی را نشان می‌دهد که نتایج این آزمون نیز برای دو سناریوی متفاوت در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول ۵. آزمون هاسمن و انتخاب مدل با اثر ثابت یا تصادفی

| آزمون هاسمن | آماره $\chi^2$ | سطح معناداری | نتیجه                                   |
|-------------|----------------|--------------|-----------------------------------------|
|             | ۲۸/۹۳          | (۰/۰۰۷)      | رد فرضیه صفر و ارجحیت مدل با اثرات ثابت |

مأخذ: محاسبات پژوهش

براساس نتایج جدول (۵) مشاهده می‌شود که فرضیه صفر آزمون مبنی بر معناداری اثرات تصادفی رد و مدل با اثرات ثابت انتخاب می‌شود. در نهایت به منظور تکمیل بحث و بررسی اثر ضریب فازی فناوری و نوآوری با استفاده از

رهیافت اقتصادسنجی فضایی، مدل دوربین فضایی با اثرات ثابت تخمین زده شد که مقدار مثبت و معناداری آماره Roh بیانگر آن است که اثر سرریز نوآوری و فناوری صنعتی یک استان بر دیگر استان‌ها به لحاظ آماری اهمیت معنادار و قابل توجهی دارد. از آنجایی که متغیرهای هر استان با دیگر استان‌های کشور مرتبط هستند؛ بنابراین ماتریس فضایی در این پژوهش براساس فاصله مرکز هر استان با دیگر استان‌ها برحسب کیلومتر سنجیده و سپس دارایی‌های ماتریس از نسبت معکوس فاصله جغرافیایی بین مراکز استانی بدست آمده است.

الهورست (۲۰۱۴) در خصوص برآورد مدل بیان نمود که ضرایب برآوردی در مدل فضایی قابل تفسیر نمی‌باشد؛ بنابراین لازم است برای تفسیر ضرایب متغیرهای مدل، اثرات مستقیم، غیر مستقیم و کل اثرات بهره‌وری عوامل تولید صنایع کارخانه‌ای ایران با مدل SDM برآورد شود که نتایج آن در جدول (۶) ارائه شده است. در واقع، اثرات مستقیم یک متغیر بیانگر آن است که با تغییر آن متغیر در یک منطقه، به‌طور متوسط نرخ رشد بهره‌وری عوامل تولید آن منطقه به چه صورت خواهد بود. اثرات غیرمستقیم یا همان اثرات سرریز نشان می‌دهد که با تغییر یک متغیر در منطقه به‌طور متوسط چه اثراتی بر نرخ رشد بهره‌وری عوامل تولید سایر مناطق خواهد گذاشت و اثر کل نیز مؤید آن است که با تغییر متغیر در یک منطقه، نرخ رشد بهره‌وری عوامل تولید صنعتی کل مناطق (همان منطقه و سایر مناطق) به‌طور متوسط به چه میزان تغییر می‌کند.

جدول ۶. ضرایب برآوردی اثرات مستقیم، غیرمستقیم و اثرکل

| نام متغیر                                           | اثر مستقیم | اثر سرریز | اثرکل    |
|-----------------------------------------------------|------------|-----------|----------|
| Inov <sub>it</sub> ضریب فازی نوآوری                 | ۰/۰۱۵      | ۰/۲۶۰     | ۰/۲۷۵    |
| Edu <sub>it</sub> سطح آموزش بخش صنعت                | -۰/۶۳۶**   | ۰/۶۳۷     | ۰/۰۰۱*   |
| ISize <sub>it</sub> لگاریم اندازه فروش صنعت         | ۰/۱۱۹**    | -۰/۰۵۹    | ۰/۰۶۰**  |
| Sech <sub>it</sub> کارایی مقیاس                     | ۰/۳۰۰**    | -۰/۴۷۴**  | -۰/۱۷۵** |
| Av <sub>it</sub> درجه توسعه صنعتی                   | ۰/۰۰۶**    | ۰/۰۱۰**   | ۰/۰۱۶**  |
| ICT <sub>it</sub> زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات | -۰/۰۰۷     | ۰/۰۱۷*    | ۰/۰۱۰    |

علامت \*\* و \* معناداری در سطح احتمال ۵٪ و ۱۰٪ است

مأخذ: محاسبات پژوهش

باستناد نتایج مندرج در جدول (۵) ملاحظه می‌شود که با توسعه نوآوری در بخش صنعت، تأثیرپذیری نرخ رشد بهره‌وری عوامل تولید در همان استان و مناطق همجوار به میزان ۰/۰۱۵ و ۰/۲۶۰ تأیید شده اما از نظر آماری معنادار نیست. از نظر تئوریک انتظار می‌رود که نوآوری و مشارکت در فعالیت‌های فناورانه باعث تولید محصولات با کیفیت بالاتر و استفاده کارآمدتر از سرمایه‌های فیزیکی و انسانی شود؛ به‌طوری که در مدل‌های رشد، نوآوری به‌صورت توسعه دانش نهاده‌ای شده در عوامل تولید یا از طریق گسترش تجربه باعث افزایش بهره‌وری عوامل تولید می‌شود؛ اما با عنایت بر اینکه در بخش صنعت از یک‌طرف به نوآوری، دانش نهاده‌ای شده در عوامل تولید و کارایی مدیریتی در لایه‌های مختلف صنایع کارخانه‌ای از طریق توسعه دانش و یادگیری کمتر توجه شده است و از طرفی دیگر به دلیل آنکه نسبت مخارج تحقیق و توسعه و فعالیت‌های آزمایشگاهی به فروش به‌شدت در بخش صنعت اندک است و به‌غیر از چند صنعت بزرگ کشور که دارای آزمایشگاه‌های تخصصی برای بررسی کیفیت محصول هستند؛ بقیه صنایع درصد کمی از درآمد

فروش را به فعالیت تحقیق و توسعه و مشارکت در فعالیت نوآورانه صرف می‌کنند؛ عدم معناداری این متغیر دور از انتظار نیست.

علاوه بر این متغیرهای درجه توسعه صنعتی، کارایی مقیاس و اندازه فروش صنعت اثر مستقیم و معناداری بر نرخ رشد بهره‌وری عوامل تولید هر استان داشته‌اند؛ به‌طوری‌که افزایش هریک از متغیرها به ترتیب نرخ رشد بهره‌وری عوامل تولید را به میزان ۰/۰۰۶، ۰/۳۰۰ و ۰/۱۱۹ واحد افزایش می‌دهند؛ در حالیکه اثرات فضایی نشأت گرفته از کارایی مقیاس و اندازه فروش باعث کاهش ۰/۴۷۴ و ۰/۰۵۹ واحد بهره‌وری عوامل تولید شده است. زیرا در هر استان افزایش حجم تولید در نتیجه کارایی مقیاس و اندازه صنعت تا قبل از سطح مقیاس بهینه می‌تواند باعث کاهش هزینه هر واحد تولید، افزایش سودآوری و بهره‌وری عوامل تولید شود؛ اما این رابطه همواره مثبت نبوده و ممکن است نرخ رشد بهره‌وری عوامل تولید در استان‌های همجوار یا برخی از بخش‌های دیگر اقتصادی کاهش یابد؛ که دلیل آن را می‌توان به شکل‌گیری انحصار، کاهش نوآوری، افزایش هزینه‌های تراکنش و پیچیدگی هماهنگی بین واحدهای مختلف تولید و توزیع، عدم انعطاف‌پذیری تطابق با تغییرات نوآورانه و بازار در صنایع ایران و ایجاد نابرابری منطقه‌ای حاصل از رشد برخی صنایع در استان خاص و سرریز سرمایه‌گذاری به سمت آن استان نسبت داد؛ از این‌رو اثر منفی سرریزهای فضایی در نتیجه افزایش اندازه فروش و کارایی مقیاس نیز قابل توجیه است.

از طرفی، تاثیر منفی ۰/۶۳۶ توسعه سطح آموزش بر بهره‌وری عوامل تولید در استان‌های کشور به عدم تناسب دستمزد نیروی کار با سطح مهارت و عدم تطابق آموزش با تغییر سریع نوآوری و فناوری صنایع ایران مرتبط است که باعث می‌شود کارگران مجبور به انجام مشاغل با بهره‌وری پایین‌تر شوند یا زمان زیادی را به یادگیری و مهارت‌های جدید تخصیص دهند؛ حال اگر آموزش نیروی کار که منجر به افزایش انتظارات دستمزد کارگران می‌شود با افزایش بهره‌وری عوامل تولید همراه نباشد، می‌تواند هزینه‌های تولید را افزایش و تابع آن به کاهش رقابت‌پذیری و بهره‌وری عوامل منجر شود. البته تاثیر مثبت سرریز فضایی و اثر کل آموزش در استان‌های همجوار بر نرخ رشد بهره‌وری، بر این باور مبتنی است که کارگران ماهر و تحصیل‌کرده‌تر توانایی بیشتری در خلق، اجرا و پذیرش فناوری جدید دارند و بیشتر می‌توانند خود را با فناوری و تکنیک‌های جدید هماهنگ سازند و نرخ رشد بهره‌وری را افزایش دهند.

نکته تأمل برانگیز دیگر آنکه هرچند توسعه زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات فرصت‌های جدیدی را برای توسعه بهره‌وری عوامل در اختیار صنایع قرار می‌دهد؛ اما به دلیل وجود مشکلات و موانع ساختاری در ایران سرعت جذب و نفوذ فناوری اطلاعات و ارتباطات در بین صنایع کندتر و کاهش رشد بهره‌وری عوامل تولید را در پی داشته است؛ علاوه بر این با توجه به ساختار اقتصادی و کاربر بودن تولیدات کشور، اثرات اشتغال‌زدایی ناشی از توسعه زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در برخی صنایع نیز می‌تواند مزید بر علت باشد.

## ۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی

از آنجایی‌که پژوهش حاضر تلاش دارد که اثر سرریزهای شاخص نوآوری صنایع کارخانه‌ای استان‌های کشور را بر بهره‌وری عوامل تولید در بخش صنعت بررسی کند توجه به اثرات فضایی از اهمیت بالایی برخوردار است؛ زیرا ایجاد یک شوک اقتصادی در هر استان علاوه بر بهره‌وری عوامل تولید آن استان، در دیگر مناطق و استان‌های همجوار نیز

بی‌تأثیر نخواهد بود. از این‌رو به‌منظور در نظر گرفتن اثرپذیری بهره‌وری عوامل تولید در هر استان و سرریزهای مناطق همجوار توجه به وابستگی فضایی امری لازم و ضروری است؛ بنابراین در این تحقیق با استفاده از داده‌های ۳۱ استان کشور در بخش صنایع کارخانه‌ای ایران طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۸۱ به این مهم پرداخته شد.

نتایج پژوهش پس از انجام آزمون‌های مدل فضایی، ارجحیت مدل دوربین فضایی با اثرات ثابت را تأیید نمود. علاوه بر این برآورد الگو تجربی، دلالت بر آن دارد که هرچند ضریب نوآوری و فناوری صنایع کارخانه‌ای هر استان تأثیر مستقیم و سرریز فضایی مثبتی بر رشد بهره‌وری عوامل در بخش صنعت کشور داشته است؛ اما به‌دلیل سطح پایین نسبت مخارج تحقیق و توسعه به فروش و توجه کمتر به کارایی مدیریتی در لایه‌های مختلف صنایع از طریق توسعه دانش و یادگیری این اثرگذاری معنادار نبوده است؛ به عبارت دیگر توسعه نوآوری و فناوری در صنایع استان‌های کشور نتوانسته نقش چشمگیری در رشد بهره‌وری عوامل تولید بخش صنعت ایفا نماید. نتایج پژوهش با توجه به درجه توسعه صنعتی گویای آن است که سرانه ارزش افزوده در هر استان ضمن افزایش تولید و اشتغال در منطقه باعث تسهیل سرریز دانش و توسعه نوآوری در مناطق همجوار شده است و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را ایجاد کرده است.

در حقیقت، شواهد تئوریک گویای آن است که افزایش توسعه صنعتی باعث گسترش شهرنشینی، تخصص نیروی کار و تمرکز فعالیت‌ها در یک منطقه می‌شود؛ از این‌رو زمانی که صنایع و بنگاه‌های مشابه در مجاورت یکدیگر مستقر باشند سرریزهای دانش و فناوری بین آنها افزایش می‌یابد زیرا ایده‌های نوآور به‌ندرت می‌توانند مخفی نگه داشته شوند به‌خصوص زمانی که کارکنان در یک صنعت بتوانند با یکدیگر ارتباط داشته باشند؛ بنابراین سرریز دانش بین صنایع و بنگاه‌ها موجب افزایش تولید و نرخ رشد بهره‌وری عوامل می‌شود (هریس و اودنیس<sup>۵۴</sup>، ۲۰۰۰).

از طرفی واقعیت‌های مشهود در اقتصاد ایران نشان داده است که عدم تناسب دستمزد نیروی کار با سطح مهارت و عدم تطابق آموزش با تغییر سریع نوآوری و فناوری صنایع ایران، ساختار اقتصادی و کاربر بودن تولیدات کشور، وجود مشکلات و موانع ساختاری در خصوص جذب و نفوذ فناوری در صنایع کارخانه‌ای، ساختار غیررقابتی و شکل‌گیری انحصار در بخش صنعت، پایین بودن نرخ مخارج تحقیق و توسعه به فروش و سطح نوآوری، پیچیدگی هماهنگی بین واحدهای تولید و توزیع، ایجاد نابرابری منطقه‌ای و عدم تطابق سریع صنایع با هرگونه تغییرات فناورانه و تکنولوژی مدرن باعث شده است که اثرات مستقیم یا سرریز فضایی متغیرهای اندازه فروش، کارایی مقیاس و سطح آموزش قادر به تعیین سطح بهینه نرخ رشد بهره‌وری عوامل تولید در بخش صنعت نبوده و در مقایسه با کشورهای پیشرفته صنعتی نقش چشمگیری در رشد بهره‌وری عوامل تولید داشته باشند. از این‌رو باستناد نتایج پژوهش پیشنهادات زیر ارائه می‌شود.

از آنجایی که با توسعه زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات اثر کل بهره‌وری عوامل تولید بخش صنعت افزایش یافته است به برنامه‌ریزان توسعه صنعتی آماده‌سازی زیرساخت‌های کامپیوتری لازم برای اقتصاد نوین و دیجیتالی شدن هر چه بیشتر بخش صنعت از طریق گسترش دسترسی به برنامه‌های سخت افزار و نرم‌افزاری و کاهش هزینه‌های دسترسی به شبکه‌های اینترنتی توصیه می‌شود.

از آنجایی که توسعه کارایی مقیاس تهدیدی برای بهره‌وری عوامل تولید شناخته شده است. به صاحبان صنایع افزایش تنوع، تقسیم‌کار، تخصص‌گرایی و کاهش پیچیدگی بین واحدهای تولید و توزیع به‌منظور کاهش هزینه‌های

تولید، بهره‌برداری هر چه بیشتر از صرفه‌های مقیاس و فعالیت در سطح بهینه یا حداقل مقیاس تولیدی پیشنهاد می‌شود.

با توجه به اینکه توسعه نوآوری اثر معناداری بر بهره‌وری بخش صنعت نداشته است به‌منظور تشویق و ارتقای فرهنگ نوآوری و افزایش توان رقابت در میان شرکت‌ها و صنایع متکی بر علم و دانش، توسعه پارک و علم و فناوری و شرکت‌های دانش بنیان پیشنهاد می‌شود.

به صاحب‌نظران و برنامه‌ریزان اقتصادی توصیه می‌شود که با ایجاد انگیزش و مدیریت جریان دانش و فناوری در میان دانشگاه‌ها، مراکز پژوهش و توسعه، شرکت‌های خصوصی و بازار در جهت افزایش کارایی مدیریتی در زیربخش‌ها و لایه‌های مختلف صنعت تلاش نموده و بهره‌وری عوامل تولید را تا حد امکان افزایش دهد.

به دولتمردان حمایت مادی و معنوی از کارآفرینان نوین و فعالان در زمینه توسعه خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات صنایع کارخانه‌ای و افزایش تخصص نیروی کار در این خصوص به‌منظور مشارکت بیشتر بخش صنعت در عرصه بین‌المللی پیشنهاد می‌شود.

به دولتمردان پیشنهاد می‌شود که با تخصیص و تضمین سرمایه‌گذاری در آموزش آکادمیک نیروی کار، ایجاد دوره‌های ضمن خدمت و آشنایی نیروی کار با یارانه و اینترنت زمینه تغییر شیوه تولید سنتی و توسعه زیرساخت‌های فناورانه را فراهم نماید.

## منابع

- امینی، علیرضا؛ خسروی نژاد، علی اکبر، روحانی، شادی. (۱۳۹۳). اثر نوآوری در ارتقای بهره‌وری کل عوامل تولید: مطالعه موردی کشورهای منتخب در حال توسعه با درآمد متوسط. پژوهشنامه اقتصادی. ۱۴ (۵۴) ۱۷۵-۲۱۲.
- حکم‌اللهی، یاسمن؛ علی، طیب نیا، محسن، مهر آرا. (۱۴۰۱). بررسی اثر آزادسازی تجاری و تغییرات ساختاری بر بهره‌وری کل عوامل در کشورهای منتخب. (۲۰۱۸-۲۰۲۰). پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی. ۱۲ (۴۸)، ۱۵-۲۸.
- شاه آبادی، ابوالفضل؛ پوران، رقیه، گلی، پریسا. (۱۴۰۱). تأثیر متقابل جهانی‌شدن و نوآوری بر بهره‌وری کل عوامل در کشورهای منتخب تولیدکننده علم. تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی. ۱۳ (۴۸)، ۱-۴۲.
- شاه آبادی، ابوالفضل؛ امیدی، وحید، شفقت، شادی. (۱۴۰۲). تأثیر متقابل جهانی‌شدن و نوآوری بر فقر. پژوهشنامه اقتصاد کلان. ۱۸ (۳۹)، ۵۲-۳۱.
- کشاوری، هادی؛ بخشی، رضا. (۱۴۰۳). اثر نوآوری بر بهره‌وری: مطالعه موردی کشورهای در حال توسعه. فصلنامه مطالعات زیست بوم اقتصاد نوآوری. ۳ (۳)، ۱-۱۶.
- مصلی، شهرام؛ امینی، علیرضا، گرابی نژاد، غلامرضا، خسروی نژاد، علی اکبر. (۱۴۰۰). تأثیر آستانه‌ای و غیرخطی تحولات بر بهره‌وری کل عوامل در اقتصاد ایران: رویکرد رگرسیون انتقال ملایم. پژوهشنامه اقتصادی. ۲۱ (۸۳)، ۳۷-۷۳.

## References:

- Audretsch, D. B., & Belitski, M. (2020). The role of R&D and knowledge spillovers in innovation and productivity. *European economic review*, 123, 103391.
- Boarnet, M. G., Chalermpong, S., & Geho, E. (2005). Specification issues in models of population and employment growth. *Papers in regional Science*, 84(1), 21-46.
- Bouncken, R. B., Fredrich, V., Ritala, P., & Kraus, S. (2018). Coopetition in new product development alliances: advantages and tensions for incremental and radical innovation. *British Journal of management*, 29(3), 391-410.
- Belotti, F., Hughes, G., & Mortari, A. P. (2013). XSMLE-A command to estimate spatial panel models in Stata. CEIS, University of Rome Tor Vergat School of Economics, University of Edinburg.
- Belotti, F., Hughes, G., & Mortari, A. P. (2017). Spatial panel-data models using Stata. *The Stata Journal*, 17(1), 139-180.
- Bernini, C., & Galli, F. (2023). Innovation, productivity and spillover effects in the Italian accommodation industry. *Economic Modelling*, 119, 106145.
- Brata, A. G. (2009). Spatial concentration of the informal small and cottage industry in Indonesia. *ASEAN Economic Bulletin*, 215-226.
- Elhorst, J. P. (2003). Specification and estimation of spatial panel data models. *International regional science review*, 26(3), 244-268.
- Elhorst, J. P. (2014). Spatial panel data models. *Spatial econometrics: From cross-sectional data to spatial panels*, (Vol. 479): Springer, 37-93.
- Crepon, B., Duguet, E., & Mairesse, J. (1998). Research, innovation, and productivity.
- Galbraith, J. K. (1952). *American Capitalism, The Concept of Countervailing Power*. Houghton Mifflin Company. Boston.
- Getis, A. (2009). Spatial weights matrices. *Geographical Analysis*, 41(4), 404-410.

- Greenacre, P., Gross, R., & Speirs, J. (2012). Innovation Theory: A review of the literature. Imperial College Centre for Energy Policy and Technology, London.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1995). Rent dissipation, free riding, and trade policy. Working paper, No. 31-95.
- Hall, B. H., Moncada-Paternò-Castello, P., Montresor, S., & Vezzani, A. (2016). Financing constraints, R&D investments and innovative performances: new empirical evidence at the firm level for Europe. In (Vol. 25, pp. 183-196): Taylor & Francis.
- Hall, B. H., & Sena, V. (2017). Appropriability mechanisms, innovation, and productivity: evidence from the UK. *Economics of Innovation and New Technology*, 26(1-2), 42-62.
- Harris, T. F., & Ioannides, Y. M. (2000). Productivity and metropolitan density.
- Hekkert, M. P., & Negro, S. O. (2009). Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change: Empirical evidence for earlier claims. *Technological forecasting and social change*, 76(4), 584-594.
- Kaiser, U. (2002). Measuring knowledge spillovers in manufacturing and services: an empirical assessment of alternative approaches. *Research policy*, 31(1), 125-144.
- Karlsson, C., Andersson, M., & Norman, T. (2015). Handbook of research methods and applications in economic geography: Edward Elgar Publishing.
- Lee, L.-f., & Yu, J. (2010). Estimation of spatial autoregressive panel data models with fixed effects. *Journal of econometrics*, 154(2), 165-185.
- LeSage, J. P. (2008). An introduction to spatial econometrics. *Revue d'économie industrielle* (123), 19-44.
- Oduor, J. (2010). Are prior restrictions on factor shares appropriate in growth accounting estimations? *Economic Modelling*, 27(2), 595-604.
- Li, Z., Chai, Z., & Ren, L. (2023). Spatial spillover effects of urban innovation on productivity growth: A case study of 108 cities in the Yangtze River Economic Belt. *Plos one*, 18(12), e0294997.
- Nelson, R. R., & Phelps, E. S. (1966). Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *The American economic review*, 56(1/2), 69-75.
- Partridge, M. D., Boarnet, M., Brakman, S., & Ottaviano, G. (2012). Introduction: whither spatial econometrics? *Journal of Regional Science*, 52(2), 167-171.
- Rickard, S. (2006). The economics of organizations and strategy: McGraw-Hill Education.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of political Economy*, 98(5, Part 2), S71-S102.
- Roper, S., & Hewitt-Dundas, N. (2015). Knowledge stocks, knowledge flows and innovation: Evidence from matched patents and innovation panel data. *Research Policy*, 44(7), 1327-1340.
- Siller, M., Schatzer, T., Walde, J., & Tappeiner, G. (2021). What drives total factor productivity growth? An examination of spillover effects. *Regional Studies*, 55(6), 1129-1139.
- Slade, R., & Bauen, A. (2009). Lignocellulosic ethanol: the path to market. 17th European Biomass Conference and Exhibition,
- Spithoven, A., & Merlevede, B. (2023). The productivity impact of R&D and FDI spillovers: characterising regional path development. *The Journal of Technology Transfer*, 48(2), 560-590.