

فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد بهره‌وری در بلندمدت (شواهدی از صنایع تولیدی ایران)^۱

محمود رضائی سراجی^{*}، محمود محمودزاده^{**}، پروانه سلاطین⁺، مهدی فتح‌آبادی⁺

DOI: 10.30495/ECO.2022.1953248.2632

<p>چکیده</p> <p>هدف این مقاله اندازه‌گیری میانگین سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد بهره‌وری در بلندمدت و شاخص فاوایی در صنایع تولیدی ایران در سطح کدهای دو رقمی (ISIC) است. بدین منظور از الگوی حسابداری رشد گسترش‌یافته در دوره زمانی ۱۳۸۴-۱۳۹۷ استفاده شد. یافته‌ها نشان داد اثرات فاوا بر میانگین رشد بهره‌وری در بلندمدت در صنایع تولیدی ایران مثبت است. سهم فاوا از رشد بهره‌وری در بلندمدت در صنایع تولیدی کک و فراورده‌های وابسته، تجهیزات برقی و مواد شیمیایی و فراورده‌های وابسته بیش از سایر صنایع تولیدی ایران است و با گذشت زمان، این مقدار بهبود یافته است. کم‌ترین سهم فاوا از رشد بهره‌وری در بلندمدت نیز مربوط به مبلمان، پوشاک و ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر است. هم‌چنین، شواهد نشان داد که مقدار میانگین شاخص فاوایی ناچیز و با افزایش شدت کاربری فاوا (فاوایی) آثار آن بر رشدهای بهره‌وری افزایش می‌یابد.</p>	<p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۰۲</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۴</p> <p>طبقه‌بندی JEL: O33, O47, I60</p> <p>واژگان کلیدی: فناوری اطلاعات و ارتباطات/فاوا (ICT)، بهره‌وری، حسابداری رشد، صنایع تولیدی ایران</p>
--	--

^۱ این مقاله مستخرج از رساله دکتری محمود رضائی سراجی به راهنمایی دکتر محمود محمودزاده و دکتر پروانه سلاطین و مشاوره دکتر مهدی فتح‌آبادی در دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه است.

^{*} دانشجوی دکتری اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران، پست الکترونیکی: m.rezaee@cra.ir

^{**} دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: mah1355@gmail.com

⁺ استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران، پست الکترونیکی: P_salatin@iauec.ac.ir, mehdi_fa88@yahoo.com

۱. مقدمه

مفهوم «فناوری اطلاعات و ارتباطات/ فاوا (ICT)» طیف وسیعی از زیرساخت، کاربری و اثرها و پیامدها را پوشش می‌دهد. تعریف هسته فاوا مجموع صنایع سخت‌افزار، نرم‌افزار، ارتباطات و خدمات رایانه‌ای است. این تعریف «محدود»^۲ بوده و تنها به فاوا به‌عنوان یک بخش اقتصادی نگاه می‌کند. بر این اساس، فاوا فناوری‌ای با هدفمندی عمومی است و به‌عنوان «نهاد» در همه بخش‌های اقتصادی استفاده می‌شود و اثرگذار است. از این رهگذر، فاوا دامنه بسیار وسیعی دارد و به‌عنوان «زیرساختی» برای سایر بخش‌های اقتصادی تلقی می‌شود. اندازه‌گیری فاوا و ارزیابی اثرهای آن بر پهنه اقتصاد بسیار دشوار است و از دهه ۱۹۹۰ موضوع بحث‌های بسیاری بوده است. این موضوع آن چنان اهمیت دارد که سازمان‌های بین‌المللی مهم و اثرگذار، توجه جدی بدان دارند و برای اجماع و اتفاق نظر، کنسرسیوم‌های مشترک تشکیل می‌دهند تا قواعد اندازه‌گیری را تدوین و منتشر کنند.

افزایش نرخ رشد بهره‌وری برای پیشرفت کشورهای درحال توسعه بسیار مهم بوده و عامل کلیدی در مهندسی چنین چرخشی، حمایت از پذیرش گسترده فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی است. راه‌های گوناگونی برای اثرگذاری فاوا بر بهره‌وری وجود دارد. فاوا می‌تواند از سه طریق، رشد اقتصادی و به‌طور خاص، بهره‌وری را تحت تأثیر قرار دهد؛ این راه‌ها عبارت است از: (۱) تولید (داخلی/درونی) بخش فاوا؛ زیرا تولید کالاها و خدمات فاوا بخشی از ارزش افزوده اقتصاد است؛ (۲) استفاده از فاوا به‌عنوان ورودی در فرایند تولید؛ زیرا فاوا به‌عنوان نهاد در تولید سایر کالاها و خدمات کاربرد دارد و (۳) اثرهای سرریز فاوا؛ چون، سرمایه فاوا اثرهای خارجی ایجاد می‌کند (محمودزاده، ۱۳۸۸).

براساس گزارش کمیسیون اروپا (۲۰۱۰)، در سال ۲۰۰۷، سهم فاوا از تولید ناخالص داخلی کشورهای عضو اتحادیه اروپا برابر با ۵ درصد بوده است. برآورد دیگری نشان می‌دهد در سال ۲۰۱۱، فاوا در اقتصاد آمریکا سهم ۳/۴ درصدی از تولید ناخالص داخلی^۳ داشته است. در اقتصادهای بزرگ، سهم اینترنت در تولید ناخالص داخلی، ۴/۳ درصد است. طی سال‌های ۲۰۰۶ - ۲۰۱۱، اینترنت به‌تنهایی عامل ۲۱ درصدی رشد تولید ناخالص داخلی در اقتصادهای پیشرو بوده است. برخی مطالعات نشان می‌دهد که به‌ازای هر ده درصد رشد در سهام سرمایه فاوای کشورها، ۰/۴۵ درصد رشد سالانه تولید ناخالص داخلی ایجاد می‌شود. بررسی کارشناسان مجمع جهانی اقتصاد نشان می‌دهد که به‌ازای هر ده درصد دیجیتالی شدن جامعه، ۰/۷۵ درصد سرانه تولید ناخالص داخلی افزایش و ۱/۰۲ درصد از میزان بیکاری کاسته می‌شود (منتظر و بیات، ۱۳۹۵).

برآوردها نشان می‌دهد، در سال ۱۳۹۵ بازار فاوا در ایران حدود ۳۲ هزار میلیارد تومان بوده که حدود ۲/۶ درصد تولید ناخالص داخلی کشور است. در پایان برنامه ششم توسعه کشور مقرر شده است که این میزان به بیش از ۵ درصد و حدود ۱۰۰ هزار میلیارد تومان افزایش یابد. نتایج برآوردها نشان می‌دهد میانگین رشد تولید ناخالص داخلی در ایران طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۹۰ حدود ۳/۸ درصد و سهم بالفعل فاوا از این رشد اقتصادی که بر اساس روش حسابداری رشد به‌دست آمده، حدود ۰/۵ درصد است (امامی، ۱۳۹۷).

در جدول (۱) بر اساس آمارهای موجود در سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی سهم درآمدهای اپراتورهای اصلی بخش فاوا به تولید ناخالص داخلی آمده است.

¹ Information and Communications Technology (ICT)

² Narrow

³ Growth Domestic Product (GDP)

جدول ۱. سهم درآمد بخش فاوا از تولید ناخالص داخلی (درصد)

شرح	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	۱۳۹۴	۱۳۹۵	۱۳۹۶	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۹
شاخص	۱/۸۵	۱/۶۱	۱/۶۶	۱/۷۴	۱/۸۱	۱/۶۴	۱/۳۸	۱/۲۴	۱/۶۵

منبع: یافته‌های پژوهش

بی‌تردید، دامنه نفوذ فاوا در اقتصاد ایران گسترده‌تر و اثرگذاری آن بیشتر می‌شود. بازیگران اقتصادی شامل مردم، بنگاه‌های اقتصادی و دولت به فاوا وابسته هستند و سهم آن‌ها در سبد مصرفی مردم، سرمایه‌گذاری و بودجه دولت نیز بیشتر می‌شود. با افزایش زیرساخت‌ها و بهبود کاربری‌ها، در میان سیاست‌گذاران این پرسش مطرح می‌شود که اثرها و پیامدهای اقتصادی آن چقدر است؟ این سوال، پاسخ سراسر است و بدون مجادله ندارد و با آنکه بیش از دو دهه در این زمینه کنجکاو شده است؛ اما هم‌چنان، پاسخ بسیاری از پرسش‌ها روشن نیست.

هدف اصلی این مقاله، بررسی و برآورد میانگین سهم فاوا از رشد بهره‌وری در بلندمدت و شاخص فاوایی در صنایع تولیدی ایران با استفاده از آمار و اطلاعات در سطح کدهای دو رقمی (طبقه‌بندی بین‌المللی استاندارد صنعتی)^۱ در کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر مستخرج از مرکز ملی آمار ایران طی دوره زمانی ۱۳۹۷-۱۳۸۴ است. برای دستیابی به هدف اصلی، مقاله به این صورت سازماندهی شده است: پس از مقدمه، بخش دوم به مبانی نظری و پیشینه پژوهش، بخش سوم به بیان روش پژوهش، بخش چهارم به یافته‌های پژوهش اختصاص یافته است و در بخش پنجم به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها پرداخته شده است.

۲. مروری بر ادبیات پژوهش

- مبانی نظری

«نوآوری» موجب رقابت اقتصادی و رشد پایدار اقتصادی می‌شود؛ به‌ویژه، ظهور و استفاده گسترده از فاوا - که پیش‌تر، اقتصاد دیجیتال را ایجاد کرده بود - به‌شدت بر فرصت‌ها و کارایی نحوه تولید و ارائه کالاها و خدمات شرکت‌ها تاثیر گذاشته است. اکثر مطالعات نشان می‌دهد تاثیر فاوا بر بهره‌وری مثبت و قابل توجه است (کاردونا، کرچمر و استروبل^۲، ۲۰۱۳).

اثرگذاری فناوری بر رشد از راه سه مجرا امکان‌پذیر است: نخست، تاثیر فناوری در قالب کالاهای سرمایه‌ای تجسم‌یافته که به افزایش نسبت سرمایه به نیروی کار منجر شده که براساس آن، تعمیق سرمایه شکل می‌گیرد و نتیجه آن، افزایش بهره‌وری سرمایه است؛ دوم، فناوری، بهره‌وری نیروی کار را افزایش می‌دهد و سوم، فناوری، بهره‌وری کل و نه لزوماً بهره‌وری نیروی کار و سرمایه را افزایش می‌دهد که به «فناوری خنثی هیکس» تعبیر می‌شود. بهره‌وری کل عوامل تولید نشان‌دهنده افزایش رشد تولید ناشی از عواملی غیر از رشد نیروی کار و رشد موجودی سرمایه است. عواملی چون افزایش در سطح مهارت، تخصص و تحصیلات نیروی کار، اصلاح سازمانی و به‌کارگیری تکنیک‌های

¹ International Standard Industrial Classification (ISIC)

² Cardona, Kretschmer & Strobel

مدیریتی، تکنولوژی و ابداعات جدید و به عبارت دیگر، ارتقای سطح تکنولوژی موجود و فاواست. به عبارتی، رشد تولیدی است که توسط رشد داده‌ها توضیح داده نمی‌شود (کیانی و سرلک، ۱۳۹۶).

در اواسط دهه ۱۹۹۰ بهره‌وری در صنایع تولیدکننده تجهیزات فاوا (سخت‌افزار، نرم‌افزار و ارتباطات از راه دور) منجر به کاهش قیمت نسبی تجهیزات فاوا، افزایش سرمایه‌گذاری در دارایی‌های فاوا و تعمیق سرمایه درون کل اقتصاد شد. در طول همین دهه، فاوا به سرعت گرفتن نرخ رشد تولید ناخالص داخلی و نیز بهره‌وری نیروی کار در تعدادی از کشورهای توسعه‌یافته، به‌ویژه ایالات متحده کمک شایانی کرده است. نتایج پژوهش‌های تجربی بیشتری، تأثیر فاوا بر سطح کلان، صنعت و خرد را به اثبات رسانده‌اند (پیاکوسکی^۱، ۲۰۰۴).

فاوا به عنوان فناوری‌ای با کاربرد عام در دو سطح خرد و کلان بر ابعاد گوناگون اقتصاد اثر می‌گذارد. هرچند بررسی‌های اولیه در اوایل دهه ۱۹۹۰ نتوانست برای استفاده از فاوا اثر مثبتی بر بهره‌وری بنگاه‌ها و کل اقتصاد بیابد؛ اما با توجه به پژوهش‌های بسیاری که در زمینه اثرگذاری فاوا - در سطح بنگاه‌های اقتصادی و اقتصاد کلان در جهان، به‌ویژه در کشورهای توسعه‌یافته - به انجام رسید، روشن شد که سرمایه‌گذاری در فاوا اثر مثبتی بر فعالیت‌های بنگاه‌های تولیدی و کل اقتصاد دارد. به طور خاص، استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطاتی دیجیتال موجب افزایش کارایی عوامل تولید و کارایی کل، بهبود کیفیت کالا، تولید محصولات جدید، افزایش سود، افزایش سهم بازار، تحولات ساختاری بازار کار، افزایش نوآوری و رقابت‌پذیری می‌شود (مشیری، مستقل‌پارسا و داروگر، ۱۳۹۷).

مطالعات اولیه‌ای که در سطح کلان بررسی شده و در آن، از داده‌های دهه ۱۹۸۰ استفاده شده است، نشان داده که رابطه منفی بین بهره‌وری در سطح کلان و فاوا وجود دارد. هم‌چنین، برخی دیگر از برآوردهای اقتصادسنجی در دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰ بر سهم ناچیز فاوا در بهره‌وری اقتصادی دلالت دارد. اکثر مطالعاتی که در زمینه بررسی رابطه فاوا، بهره‌وری و رشد اقتصادی طی دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ به انجام رسیده، در آمریکا بوده است که نتیجه نهایی این پژوهش‌ها نشان‌دهنده کاهش رشد بهره‌وری ملی آمریکا بوده است. عده‌ای این وضعیت را «تضاد بهره‌وری» نامیده‌اند. رابرت سولو در سال ۱۹۸۷ نظریه تضاد بهره‌وری را با این سخن «شما می‌توانید کامپیوترها را در همه‌جا ببینید به‌جز در آمارهای بهره‌وری» مطرح کرد. این نظریه و مطالعات دهه ۱۹۸۰ که ارتباطی بین فاوا و بهره‌وری اقتصادی آمریکا نیافته بود، تاحدی موضوع غالب محافل علمی بود. با احیای رشد بهره‌وری آمریکا در اواسط دهه ۱۹۹۰، مطالعات با محوریت فاوا سرعت بیشتری پیدا کرد.

محققان در پژوهش‌های گسترده‌تری، تأثیر فاوا بر رشد بهره‌وری را در برخی کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه بررسی نمودند و به این نتیجه رسیدند که در کشورهای ثروتمندتر صنعتی، ارتباط معنادار و مثبت بین فاوا و رشد بهره‌وری وجود دارد؛ حال آنکه چنین ارتباطی در کشورهای درحال توسعه معنادار نمی‌باشد (جعفری صمیمی، دقیقی اصلی، مه‌شاد و عرب، ۱۳۸۸).

مطالعه سولو - با استفاده از تحقیقات حسابداری رشد برای اندازه‌گیری سهم نسبی منابع بالقوه - راه را برای رشد اقتصادی هموار نمود. پیشرفت فنی توسط میزان رشد باقیمانده، پس از کسر سهم انباشت عوامل (سرمایه و کار) محاسبه می‌شود. فروض نرمال در این روش آن است که بازارها، رقابتی، تکنولوژی خنثی و تابع تولید دارای بازدهی ثابت نسبت به مقیاس است. بر اساس چنین شرایط محدودکننده‌ای، رشد باقیمانده (پسماند) یا رشد ناشی از بهره‌وری

¹ Piatkowski

کل عوامل تولید^۱ می‌تواند معیاری از سهم تغییرات فنی دانسته شود. روش حسابداری رشد پاسخی برای این پرسش فراهم می‌آورد که چه میزان از رشد تجربه‌شده در اقتصاد، ناشی از سهم تکنولوژی‌های نوین بوده است. در این چارچوب، درآمد حقیقی از کاهش در هزینه‌های منابع - که همان افزایش در بهره‌وری چند عاملی است - ناشی می‌شود.

به طور کلی، مطالعات تجربی را از نظر روش‌شناسی می‌توان به سه دسته تقسیم‌بندی کرد:

الف) برخی مطالعات با استفاده از الگوی حسابداری رشد و نیز اطلاعات ملی کشورها یا با بهره‌گیری از برآوردهای اقتصادسنجی، سهم عوامل را از رشد به دست آورده‌اند. این مطالعات از تابع تولید گسترش‌یافته سولو استفاده کرده‌اند. در این پژوهش‌ها، تولید، تابعی از سرمایه فیزیکی، سرمایه فاوا، نیروی کار و تکنولوژی تعریف شده است. بسته به این که چه نوع اطلاعاتی دسترس‌پذیر باشد، سرمایه فاوا به سه زیربخش سخت‌افزار، نرم‌افزار و ارتباطات تقسیم‌بندی شده است.

ب) گروه دوم، مطالعاتی هستند که الگوی نظری آنها را نظریه‌های رشد تشکیل داده و نتایج تجربی آنها بر یافته‌های اقتصادسنجی استوار است. در این نوع مطالعات، علاوه بر متغیرهای اصلی از قبیل سرمایه فاوا، سرمایه غیرفاوا و نیروی کار از برخی متغیرهای محیطی و کنترلی مانند سرمایه انسانی و تورم (که نشان‌دهنده ویژگی‌های کشورهاست) نیز استفاده می‌شود.

ج) گروه سوم، برای ارزیابی فاوا بر رشد از الگوی نظری «رشد در حالت پایدار» استفاده کرده و از روش‌های اقتصادسنجی بهره‌گرفته‌اند.

ونگرونگ، تائوژی و وانگ^۲ (۲۰۲۲) در پژوهش خود به بررسی محرک نوآوری برای بهره‌وری کل عوامل تولید بر اساس داده‌های استانی چین با استفاده از روش رگرسیون تلفیقی پرداختند. نتایج نشان داد که شاخص اقتصاد دیجیتال رابطه غیرخطی مثبتی با بهره‌وری کل عوامل تولید استانی کشور چین دارد.

شهنازی (۲۰۲۱) به بررسی تاثیر سرریزهای فاوا بر بهره‌وری نیروی کار در ۲۸ کشور اتحادیه اروپا در طی سال‌های ۲۰۱۷-۲۰۰۷ پرداخت. نتایج نشان داد سرریزهای فاوا نقش مهمی در بهبود بهره‌وری نیروی کار در کشورهای اروپایی ایفا می‌کند.

لیانگ و ژنگ^۳ (۲۰۲۰) به بررسی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید در صنعت فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) در کشورهای ژاپن، کره، تایوان، چین و ایالات متحده آمریکا و مقایسه میان آنها پرداختند. نتایج نشان داد رشد بهره‌وری کل عوامل تولید از صنعت فاوا در ایالات متحده در مقایسه با چهار کشور دیگر طی سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۸۱ بسیار بالاتر است. هم‌چنین، نتایج نشان داد فاوای چین، کره و تایوان ورودی‌محور است؛ در حالی که ایالات متحده و ژاپن بهره‌وری‌محور (کل عوامل) است.

هوانگ، ژیانوچنگ، هوانگ، تیان و هانگیانگ^۴ (۲۰۱۹) به بررسی فناوری و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در چین با استفاده از مدل آستانه پنل طی دوره ۲۰۱۴-۲۰۰۰ پرداختند. نتایج نشان داد به‌جز صادرات، سرریز فناوری

¹ Total Factor Productivity (TFP)

¹ Wengrong, Tao Xie. & Wang

² Liang, Hejheng

³ Huang, Xiaochen, Huang, Tian, Hongyan

اطلاعات برای رشد بهره‌وری کل عوامل تولید مفید است. هم‌چنین، رفتارهای متفاوت سرریزهای فناوری اطلاعات وابسته به ظرفیت جذب تکنولوژیکی موثر بر عواملی مانند سرمایه انسانی و سرمایه‌گذاری‌ها و تحقیقات محلی است. پیری، وچی و ونتورینی^۱ (۲۰۱۸) به بررسی مدل‌سازی تأثیر مشترک تحقیق و توسعه و فاوا بر بهره‌وری با کاربرد روش تحلیل مرزی پرداختند. با شناسایی چهار کانال انتقال، انباشت ورودی، تغییر تکنولوژی، بهره‌وری فنی و سرریزها، نتایج نشان داد فاوا، به‌ویژه در کاهش ناکارآمدی تولید، تولید نشت بین صنعت، موثر است. هیون - جون، کیونگ - یون و چانگ-هو^۲ (۲۰۱۳) در تحقیقی به این نتیجه رسیدند که فاوا بر رشد بهره‌وری نیروی کار تأثیر مستقیم و بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید تأثیر غیرمستقیم دارد.

مزینی و مرادحاصل (۱۳۹۹) به ارزیابی اثر بهره‌گیری از فضای مجازی بر بهره‌وری و کارایی تولید ملی در ایران با استفاده از روش پارامتری (داده‌های تلفیقی) و ناپارامتری (تحلیل پوششی داده‌ها) پرداختند. نتایج نشان داد فضای مجازی به عنوان یک نهاده تولید ظاهر شده و توسعه و بهبود آن در استان‌ها به ارتقای بهره‌وری و افزایش کارایی تولید منجر شده است.

خوش‌کلام خسروشاهی و صیادی (۱۳۹۸) با استفاده از داده‌های تابلویی، طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۷۴ نشان دادند یک درصد افزایش در فاوا باعث افزایش ۰/۱۳۱ درصدی تولیدات کارخانه‌ای می‌شود. مشیری (۱۳۹۶) در پژوهش خود نشان داد سرمایه‌گذاری فاوا، اثر مثبتی بر تولید صنایع ایران داشته و اثر آن در طول زمان افزایش یافته است. در جدول (۲) برخی از مهم‌ترین مطالعات تجربی داخلی و خارجی آمده است.

جدول ۲. نتایج برخی مطالعات تجربی در کشورهای مختلف با موضوع فاوا و بهره‌وری

پژوهشگران	سال	نتیجه تحقیق
لیانگ و ژنگ	۲۰۲۰	سهم فاوا بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در پنج کشور مورد بررسی تأثیر مثبت داشته است.
هوانگ و همکاران	۲۰۱۹	سرریز فناوری اطلاعات بر رشد بهره‌وری کل عوامل تأثیر مثبت داشته است.
چونگ ^۳	۲۰۱۸	سرمایه‌گذاری فاوا بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید تأثیر مثبت دارد.
ادکوئیست و اریکسون ^۴	۲۰۱۷	در کوتاه‌مدت هیچ ارتباطی بین فاوا و رشد بهره‌وری کل عوامل وجود ندارد. اما با تأخیر ۷ الی ۸ ساله ارتباط مثبت مشاهده گردید.
رین کن و ونتورینی ^۵	۲۰۱۵	سهم فاوا و نقش آن در رشد اقتصادی و بهره‌وری کاهش یافته است.
ونتورینی	۲۰۱۵	بین شدت سرمایه و بهره‌وری نیروی کار در همه صنایع با فناوری اطلاعات رابطه مستقیم و معناداری وجود دارد.
چو و همکاران ^۶	۲۰۱۴	صنعت خدمات فاوا و تغییر مقیاس اثر مثبت بر بهره‌وری کل عوامل دارد.
ماسترومارکو و زاگو ^۷	۲۰۱۲	سرمایه‌گذاری‌های فناوری و سرریز، سرمایه انسانی تأثیر قابل توجهی در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید دارند.

¹ Pieri, Vechi & Venturini

² Hyun-Joon, Kyoung-Youn & Chang-Ho

³ Chung

⁴ Edquist & Henrekson

⁵ Rincon & Venturini

⁶ Chun Chou et al.

⁷ Mastromarco & Zago

نتیجه تحقیق	سال	پژوهشگران
ماشین‌آلات و تجهیزات اثر منفی و مابقی متغیرها اثر مثبت و معنادار بر کارایی فنی دارند.	۱۳۹۶	صوفی مجید پور و عیسی‌زاده
تمامی متغیرها بر بهره‌وری تاثیر مثبت دارند.	۱۳۹۵	حسین‌زاده و فراهانی فرد
سرمایه فیزیکی و نیروی کار غیرماهر نقش غالب در رشد داشته و سهم فناوری اندک است.	۱۳۹۴	محمودزاده و همکاران
فاوا بر رشد بهره‌وری نیروی کار اثر مثبت و معنادار دارد.	۱۳۹۳	آسایش و شکیبایی

منبع: یافته‌های تحقیق

تحلیل کلی مطالعات پیشین نشان می‌دهد که در کشورهای توسعه‌یافته، فاوا بر رشد اقتصادی و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید تاثیر مثبت و معنادار دارد. با وجود این، تاثیر سرمایه فاوا در مقایسه با سرمایه غیرفاوا کمتر است. در برخی موارد این اثرات منفی است. تاثیر مثبت فاوا بر رشد اقتصادی و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در برخی کشورهای درحال توسعه نیز تایید شده، در برخی مواقع، معنادار نبوده و در مواردی اثر منفی داشته است. کشورهایی از فاوا بیشتر بهره‌مند بوده‌اند که از عوامل مکمل از قبیل سرمایه فیزیکی و نیروی انسانی مناسب برخوردار شده‌اند (جلالی و همکاران، ۱۳۸۸).

در سال‌های اخیر، باوجود سرمایه‌گذاری‌های زیادی که در زمینه زیرساخت‌های فاوا خصوصا سرمایه‌گذاری در سخت‌افزارها، نرم‌افزارها و خدمات رایانه‌ای در کشور انجام شده و تقاضا از سوی بنگاه‌های اقتصادی و مصرف‌کنندگان برای استفاده از محصولات فاوا رشد یافته است؛ ایران هنوز فاصله زیادی با کشورهای پیشرو دارد. اثرات فاوا بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای توسعه‌یافته، درحال توسعه و ایران مورد مطالعه و ارزیابی قرار گرفته است. این مطالعات بر تاثیر فاوا در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید تاکید دارد که در برخی مواقع، از وجود تناقض در افزایش بهره‌وری حکایت دارد.

پرسش اصلی این است که با توجه به نتایج تحقیقات پیشین که بر نقش فاوا در کشورهای دیگر تاکید داشته‌اند، آیا می‌توان آنها را بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع تولیدی ایران نیز اثرگذار دانست؟ آیا این تاثیر در صنایع تولیدی ایران متفاوت است؟ اگر آری، تاثیر آن در بلندمدت چگونه است. پاسخ به این پرسش‌های اساسی نیازمند درک درست از رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بلندمدت است؛ از این‌رو، باید ماهیت صنایع تولیدی نیز مورد توجه قرار گیرد. از طرفی، بررسی مطالعات پیشین نشان می‌دهد بیشتر این مطالعات به صورت اقتصادسنجی و تنها برآورد تابع تولید است؛ در حالی که محاسبات این مطالعه از طریق حسابداری رشد انجام پذیرفته است. نوآوری مقاله حاضر این است که افزون بر، بررسی و برآورد میانگین رشد بهره‌وری در بلندمدت ناشی از اثرات فاوا در صنایع تولیدی ایران، شاخص فاوایی نیز برآورد و بررسی می‌گردد. همچنین، متغیرهایی نظیر ضریب نفوذ فاوا، تورم و کیفیت نیروی کار نیز معرفی می‌شود.

۳. روش پژوهش

هدف اصلی مقاله حاضر، برآورد و بررسی اثرات فاوا بر رشد بهره‌وری در بلندمدت در صنایع تولیدی ایران است. از این‌رو، با شرایط پایدار و معادله حسابداری رشد بر اساس الگوی تحقیقات اولینر و سیچل^۱ (۲۰۰۲) و به صورت رابطه (۱) به برآورد و بررسی متغیرها پرداخته است.

$$\dot{Y} - \dot{H} = \left(\frac{\alpha^{kn}}{\alpha^L}\right)(M\dot{F}P_{nit} + \beta_i^{it} M\dot{F}P_{it}) + \dot{q} + M\dot{F}P \quad (1)$$

نسبت بهره‌وری کل عوامل تولید غیرفاوا به بهره‌وری کل عوامل تولید فاوا با نسبت معکوس شاخص قیمت ارتباطات به شاخص قیمت تولیدکننده مربوط برابر است با:

$$\frac{M\dot{F}P_{nit}}{M\dot{F}P_{it}} = \frac{P_{it}}{P_{nit}} \quad (2)$$

پس از لگاریتم و دیفرانسیل از رابطه (۲) داریم:

$$M\dot{F}P_{nit} = M\dot{F}P_{it} + (\dot{P}_{it} - \dot{P}_{nit}) = M\dot{F}P_{it} + \pi \quad (3)$$

$$(\dot{P}_{it} - \dot{P}_{nit}) = \pi \quad \text{تورم: } \pi \quad (4)$$

با جای‌گذاری رابطه (۳) در رابطه (۱) داریم:

$$\dot{Y} - \dot{H} = \left(\frac{\alpha^{kn}}{\alpha^L}\right)(M\dot{F}P_{it} + \pi + \beta_i^{it} M\dot{F}P_{it}) + \dot{q} + M\dot{F}P$$

پس از محاسبات جبری داریم:

$$M\dot{F}P_{it} = \left(\frac{(\dot{Y} - \dot{H}) - (\dot{q} + M\dot{F}P)}{\left(\frac{\alpha^{kn}}{\alpha^L}\right)} - \pi\right) / (1 + \beta_i^{it}) \quad (5)$$

متغیرهای مورد استفاده در معادله (۵) عبارت است از:

MFP رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، \dot{Y} رشد ارزش افزوده، \dot{H} کیفیت نیروی کار، \dot{q} رشد شاغلان، α^L سهم درآمدی نیروی کار، β_i^{it} نسبت سرمایه‌گذاری فاوا به کل سرمایه‌گذاری، π تورم و α^{kn} سهم درآمدی سرمایه غیرفاوا. در این مقاله از داده‌های ۲۳ بخش صنایع تولیدی ایران طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۸۴ و آمار و اطلاعات موجود در وبسایت مرکز ملی آمار ایران و بانک مرکزی ایران استفاده شده است. در زیر نحوه محاسبه شاخص‌هایی که در رابطه (۵) بیان شده، عرضه می‌شود:

- رشد شاخص‌ها

$$\dot{X} = \frac{X_t - X_{t-1}}{X_{t-1}} \quad (6)$$

در رابطه (۶)، X_t و X_{t-1} متغیر واقعی شاخص زمان t و $t-1$ (سال‌های موردنظر و ماقبل) است. برای محاسبه متغیر واقعی شاخص‌ها از رابطه (۷) به صورت زیر استفاده شده که بیانگر متغیر واقعی در مدل است. در این رابطه X_S مقدار اسمی متغیرها و P_t شاخص قیمت کل در سال مورد نظر است.

$$X_t = \frac{X_S}{P_t} \quad (7)$$

¹ Sichel & Oliner

- سهم درآمدی نیروی کار

برای محاسبه سهم درآمدی نیروی کار از رابطه (۸) به شکل زیر استفاده می‌شود.

$$\alpha^l = \frac{WL_t}{Y_s} \quad (8)$$

که در آن، WL_t ارزش جبران خدمات و Y_s ارزش افزوده اسمی در سال مورد نظر بوده و α^l سهم درآمدی نیروی کار در صنایع تولیدی ایران است.

- سهم درآمدی سرمایه فاوا

برای محاسبه سهم درآمدی سرمایه فاوا از رابطه (۹) به صورت زیر استفاده می‌شود.

$$\alpha^{it} = \frac{C_{it}}{Y_s} \quad (9)$$

که در آن، C_{it} پرداختی بابت هزینه ارتباطات و مخابرات و α^{it} سهم درآمدی فاوا در صنایع تولیدی ایران از ارزش افزوده است.

- سهم درآمدی سرمایه غیرفاوا

سهم درآمدی سرمایه غیرفاوا از رابطه (۱۰) که همان تفاضل سهم‌های سرمایه درآمدی فاوا و نیروی کار از سهم سرمایه درآمدی کل (برابر با یک) است، به دست می‌آید.

$$\alpha^{kn} = 1 - \alpha^l - \alpha^{it} \quad (10)$$

- محاسبه موجودی سرمایه

برای محاسبه موجودی سرمایه فاوا یا غیرفاوا از رابطه (۱۱) استفاده می‌شود.

$$K_t = I_t + (1 - \delta) K_{t-1} \quad (11)$$

که در آن، K_t موجودی سرمایه اسمی در سال t و I_t میزان سرمایه‌گذاری در سال t و δ نرخ استهلاک و K_{t-1} موجودی سرمایه اسمی سال قبل است. موجودی سرمایه اولین سال در دوره مورد محاسبه (۱۳۸۴) از رابطه (۱۲) به دست می‌آید.

$$K_0 = \frac{I_0}{(\delta + g)} \quad (12)$$

که در آن، g متوسط رشد سرمایه‌گذاری در دوره مورد نظر است. موجودی سرمایه واقعی فاوا از نسبت موجودی سرمایه اسمی به شاخص قیمتی ارتباطات و موجودی سرمایه واقعی غیرفاوا از نسبت موجودی سرمایه اسمی به شاخص قیمت صنعتی تولیدکننده محاسبه می‌شود. نرخ استهلاک در پژوهش محمودزاده، موسوی و پاک‌نهاد (۱۳۹۴) بر اساس تحقیقات جاوالا و پوجالا (۲۰۰۷) برای سرمایه غیرفاوا ۵ درصد و برای سرمایه فاوا ۱۰ درصد لحاظ شده که این نرخ، بنیان این مقاله را می‌سازد.

- ضریب نفوذ فاوا (β^{it})

ضریب نفوذ فاوا از نسبت سرمایه‌گذاری فاوا به کل سرمایه‌گذاری به دست می‌آید.

$$\beta = \frac{\text{سرمایه گذاری (فاوا)}}{\text{کل سرمایه گذاری}} = \frac{\text{فروش یا انتقال اموال سرمایه ای - ساخت ایجاد و تعمیرات اساسی اموال سرمایه دار توسط کارگاه و دیگران + خرید یا تحصیل (داخلی و خارجی)}}{\text{کل سرمایه گذاری}} \quad (13)$$

فروش یا انتقال اموال سرمایه دار - ساخت ایجاد و تعمیرات اساسی اموال سرمایه ای کارگاه و دیگران + خرید یا تحصیل (داخلی و خارجی) = سرمایه گذاری فاوا

- کیفیت نیروی کار

برای محاسبه \dot{H} (رشد یا کیفیت نیروی کار) باید با استفاده از آمار و اطلاعات موجود در وبسایت مرکز ملی آمار ایران مجموع نیروی کار در صنایع تولیدی ایران در هر سال را که شامل کارگران ماهر، تکنسین‌ها و مهندسان است، محاسبه کرده و آن را بر مبنای رابطه (۶) تحصیل نمود.

- MFP رشد بهره‌وری کل عوامل تولید

با استفاده از الگوی تحقیقات اولینر و سایچل در سال ۲۰۰۲ برای محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید داریم:

$$MFP = \dot{Y} - (\alpha^{kn} \dot{K}_t + \alpha^{it} \dot{K}_{it} + \alpha^L \dot{L}) \quad (14)$$

در پژوهش اولینر و سیچل با توجه به آمار و اطلاعات موجود، سرمایه به دو بخش فاوا شامل (سخت‌افزارها، نرم-افزارها، تجهیزات ارتباطی و نیمه‌هادی‌ها) و بخش غیرفاوا تقسیم شده است. در این مقاله برای محاسبه رشد بهره‌وری در بلندمدت نیاز به محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید داشته که مقدار آن برای هر فعالیت در جدول (۵) آمده است. با توجه به دوره زمانی ۱۳۸۴-۱۳۹۷ و اطلاعات موجود در وبسایت مرکز ملی آمار ایران و بانک مرکزی ایران، سرمایه به دو بخش فاوا و غیرفاوا تقسیم شده است.

- محاسبه شاخص فاوایی برای صنایع تولیدی ایران

برای محاسبه شاخص فاوایی کافی است از نسبت موجودی سرمایه واقعی فاوا به موجودی سرمایه واقعی کل استفاده گردد:

$$IN_t = \frac{k_{it}}{K_t} \quad (15)$$

که در این رابطه k_{it} موجودی سرمایه واقعی فاوا و K_t موجودی سرمایه واقعی کل است.

۴. یافته‌های پژوهش

با استفاده از روابط (۱ - ۱۵) و آمار و اطلاعات موجود در وبسایت مرکز ملی آمار و بانک مرکزی ایران طی سال-های ۱۳۸۴-۱۳۹۷ مقادیر متغیرهای متوسط رشد بهره‌وری بلندمدت و شاخص فاوایی صنایع تولیدی ایران محاسبه می‌شود. جدول (۳) نتایج این محاسبه و نوع فعالیت‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۳. متوسط شاخص فاوایی در صنایع تولیدی ایران

کد	فعالیت	شاخص فاوایی	
		متوسط	رتبه
۱۸	چاپ و تکثیر	۰/۹۲۶	۱
۲۶	محصولات رایانه‌ای، الکترونیکی و نوری	۰/۷۲۸	۲

کد	فعالیت	شاخص فاوایی	
		متوسط	رتبه
۱۶	چوب و فراورده‌های وابسته	۰/۳۵۱	۳
۱۰	محصولات غذایی	۰/۳۳۷	۴
۲۱	محصولات دارویی و فراورده‌های وابسته	۰/۲۴۱	۵
۲۷	تجهیزات برقی	۰/۲۲۷	۶
۲۲	محصولات لاستیک و پلاستیک	۰/۲۱	۷
۱۳	منسوجات	۰/۱۷۷	۸
۳۲	سایر مصنوعات	۰/۱۷۶	۹
۲۰	مواد شیمیایی و فراورده‌های وابسته	۰/۱۷۵	۱۰
۳۱	مبلمان	۰/۱۵۸	۱۱
	کل صنعت	۰/۱۴۳	۱۲
۱۴	پوشاک	۰/۱۳۶	۱۳
۲۵	محصولات فلزی ساخته شده، به جز ماشین‌آلات و تجهیزات	۰/۱۰۹	۱۴
۲۳	سایر محصولات کانی غیرفلزی	۰/۰۹۱	۱۵
۱۱	انواع آشامیدنی‌ها	۰/۰۹	۱۶
۱۲	کاغذ و محصولات کاغذی	۰/۰۷۴	۱۷
۳۰	سایر تجهیزات حمل و نقل	۰/۰۷۳	۱۸
۲۴	فلزات پایه	۰/۰۶۷	۱۹
۲۹	وسایل نقلیه موتوری، تریلر	۰/۰۵۷	۲۰
۱۲	فراورده‌های توتون و تنباکو	۰/۰۵۱	۲۱
۱۵	چرم و محصولات وابسته	۰/۰۳۱	۲۲
۱۹	کک و فراورده‌های وابسته	۰/۰۲	۲۳
۲۸	ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۰/۰۱۸	۲۴

منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج جدول (۳) بیشترین متوسط شاخص فاوایی مربوط به صنایع چاپ و تکثیر، محصولات رایانه‌ای و الکترونیکی و چوب و فراورده‌های وابسته و کمترین نیز مربوط به صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر، کک و فراورده‌های وابسته و چرم و محصولات وابسته است.

جدول ۴: مقایسه متوسط سهم‌های درآمدی نیروی کار، سرمایه‌های فاوا و غیرفاوا در صنایع تولیدی ایران (درصد)

کد	فعالیت	متوسط سهم نیروی کار	متوسط سهم سرمایه فاوا	متوسط سهم سرمایه غیرفاوا
	کل صنعت	۲۳/۸	۰/۱۵	۷۶/۰۵
۱۰	محصولات غذایی	۲۸/۰۴	۰/۲	۷۱/۷۶
۱۱	انواع آشامیدنی‌ها	۲۸/۷۷	۰/۱۹	۷۱/۰۴

کد	فعالیت	متوسط سهم نیروی کار	متوسط سهم سرمایه فاوا	متوسط سهم سرمایه غیر فاوا
۱۲	فراورده‌های توتون و تنباکو	۴۶/۹	۰/۱۴	۵۲/۹۶
۱۳	منسوجات	۴۲/۱۶	۰/۲۲	۵۷/۶۲
۱۴	پوشاک	۴۴/۶۴	۰/۴۵	۵۴/۹۱
۱۵	چرم و محصولات وابسته	۴۱/۰۳	۰/۲۶	۵۸/۷۱
۱۶	چوب و فراورده‌های وابسته	۳۳/۰۵	۰/۲	۶۶/۷۵
۱۷	کاغذ و محصولات کاغذی	۳۲/۴۳	۰/۲۳	۶۷/۳۴
۱۸	چاپ و تکثیر	۴۵/۶۱	۰/۳۶	۵۴/۰۳
۱۹	کُک و فراورده‌های وابسته	۱۰/۴۷	۰/۰۵	۸۹/۴۸
۲۰	مواد شیمیایی و فراورده‌های وابسته	۱۲/۴	۰/۰۹	۸۷/۵۱
۲۱	محصولات دارویی و فراورده‌های وابسته	۲۳/۰۳	۰/۱	۷۶/۸۷
۲۲	محصولات لاستیک و پلاستیک	۳۳/۱۲	۰/۲۴	۶۶/۶۴
۲۳	سایر محصولات کانی غیرفلزی	۲۸/۹۹	۰/۲۶	۷۰/۷۵
۲۴	فلزات پایه	۱۸/۴۴	۰/۰۸	۸۱/۴۸
۲۵	محصولات فلزی ساخته شده، به جز ماشین‌آلات و تجهیزات	۳۶/۰۸	۰/۲۲	۶۳/۷
۲۶	محصولات رایانه‌ای، الکترونیکی و نوری	۳۱/۴۴	۰/۴۲	۶۸/۱۴
۲۷	تجهیزات برقی	۳۲/۳	۰/۳۵	۶۷/۳۵
۲۸	ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۳۲/۹۱	۰/۲۴	۶۶/۸۵
۲۹	وسایل نقلیه موتوری، تریلر	۳۵/۷۳	۰/۱۳	۶۴/۱۴
۳۰	سایر تجهیزات حمل و نقل	۴۰/۳۲	۰/۲۹	۵۹/۳۹
۳۱	مبلمان	۴۶/۵۴	۰/۳۳	۵۳/۷۵
۳۲	سایر مصنوعات	۳۸/۹۴	۰/۲۹	۶۰/۷۷

منبع: یافته‌های پژوهش

در جدول (۴) متوسط سهم سرمایه غیر فاوا بیشتر از متوسط سهم نیروی کار بوده و سهم درآمدی فاوا در همه صنایع مورد بررسی کمتر از یک درصد است. با استفاده از رابطه (۴) میانگین رشد بهره‌وری فاوا در بلندمدت در صنایع تولیدی به شرح جدول (۵) خواهد بود.

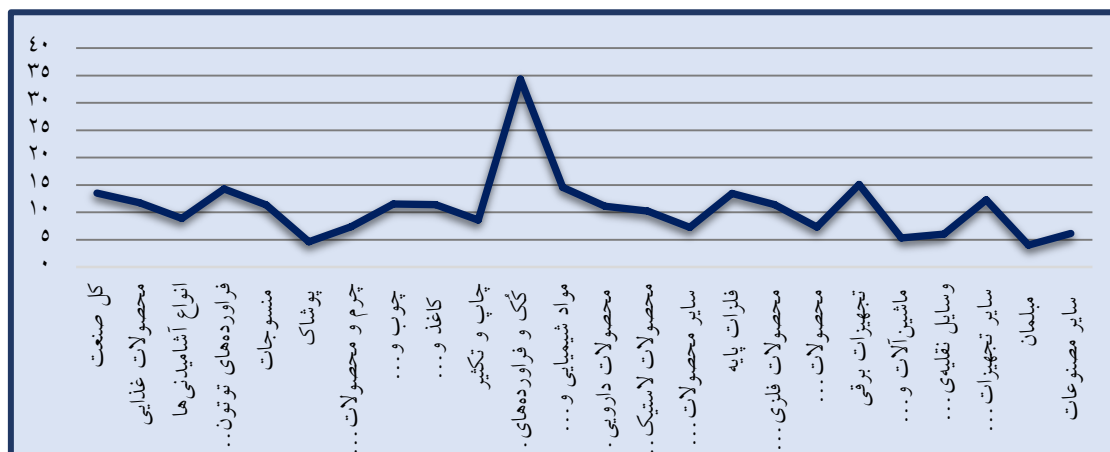
جدول ۵. متوسط رشد بهره‌وری فاوا در بلندمدت در صنایع تولیدی ایران

کد	فعالیت	متوسط رشد بهره‌وری کل عوامل تولید	سهم فاوا از رشد بهره‌وری بلند مدت	
			متوسط	رتبه
۱۹	کُک و فراورده‌های وابسته	-۳	۳۴/۳	۱
۲۷	تجهیزات برقی	۱/۱۳	۱۵/۰۳	۲
۲۰	مواد شیمیایی و فراورده‌های وابسته	۱/۶۳	۱۴/۵	۳

کد	فعالیت	متوسط رشد بهره‌وری کل عوامل تولید	سهم فاوا از رشد بهره‌وری بلند مدت	
			متوسط	رتبه
۱۲	فراورده‌های توتون و تنباکو	۸/۶۵	۱۴/۲۵	۴
	کل صنعت	۵	۱۳/۴۷	۵
۲۴	فلزات پایه	۷/۸۸	۱۳/۴۲	۶
۳۰	سایر تجهیزات حمل و نقل	-۶/۷	۱۲/۲۶	۷
۱۰	محصولات غذایی	۳/۷	۱۱/۷	۸
۱۶	چوب و فراورده‌های وابسته	-۶/۴	۱۱/۴۷	۹
۱۷	کاغذ و محصولات کاغذی	۷/۶۳	۱۱/۳۸	۱۰
۲۵	محصولات فلزی ساخته شده، بجز ماشین‌آلات و تجهیزات	۱/۸۵	۱۱/۳۴	۱۱
۱۳	منسوجات	۲/۱	۱۱/۳۲	۱۲
۲۱	محصولات دارویی و فراورده‌های وابسته	۲/۷	۱۱/۱	۱۳
۲۲	محصولات لاستیک و پلاستیک	۸/۱	۱۰/۱۹	۱۴
۱۱	انواع آشامیدنی‌ها	۷/۲۵	۸/۸۷	۱۵
۱۸	چاپ و تکثیر	-۱/۹	۸/۵۵	۱۶
۱۵	چرم و محصولات وابسته	۴/۶۷	۷/۳	۱۷
۲۶	محصولات رایانه‌ای، الکترونیکی و نوری	-۵/۴۸	۷/۲۵	۱۸
۲۳	سایر محصولات کانی غیرفلزی	۴/۴۳	۷/۲	۱۹
۳۲	سایر مصنوعات	۸/۴۵	۶/۱۱	۲۰
۲۹	وسایل نقلیه موتوری، تریلر	۰/۷۹	۵/۹۷	۲۱
۲۸	ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	۶/۲۸	۵/۳	۲۲
۱۴	پوشاک	۷/۳	۴/۵۵	۲۳
۳۱	مبلمان	۴/۴۱	۳/۹۷	۲۴

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد که بیشترین متوسط رشد بهره‌وری بلندمدت مربوط به صنایع کُک و فراورده‌های وابسته، تجهیزات برقی و مواد شیمیایی و فراورده‌های وابسته و کمترین آن نیز مربوط به مبلمان، پوشاک و ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر است. متوسط رشد بهره‌وری در بلندمدت در همه صنایع تولیدی ایران مثبت است.



نمودار ۱. متوسط سهم فاوا از رشد بهره‌وری بلندمدت در صنایع تولیدی ایران

منبع: یافته‌های پژوهش

۵. نتایج و پیشنهادها

در این مقاله بر اساس محاسبات، طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۸۴ از آمار و اطلاعات کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر در سطح کدهای دورقمی ISIC موجود در وب‌سایت مرکز ملی آمار^۱ و بانک مرکزی^۲ نتایج زیر حاصل شده است.

- نتایج نشان می‌دهد فاوا بر متوسط رشد بهره‌وری کل عوامل تولید تاثیر مثبت دارد. در برخی موارد این اثرها منفی است. با وجود این، تاثیر سرمایه فاوا در مقایسه با سرمایه غیر فاوا کمتر است؛
- بررسی‌ها در بلندمدت نشان می‌دهد که:

الف) پاسخ متوسط رشد بهره‌وری در بلندمدت در همه صنایع تولیدی ایران مثبت است؛

ب) بیشترین متوسط رشد بهره‌وری بلندمدت مربوط به صنایع کک و فراورده‌های وابسته، تجهیزات برقی و مواد شیمیایی و فراورده‌های وابسته و کمترین آن نیز مربوط به صنایع مبلمان، پوشاک و ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر است.

- مقدار شاخص فاوایی که همان موجودی سرمایه فاوا هر بخش بر کل است، طی این دوره در صنایع تولیدی ایران ناچیز است.

- بیشترین متوسط شاخص فاوایی مربوط به صنایع چاپ و تکثیر، محصولات رایانه‌ای و الکترونیکی و چوب و فراورده‌های وابسته و کمترین نیز مربوط به صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر، کک و فراورده‌های وابسته و چرم است؛

- نوسانات و تغییرات زیادی در متوسط رشد بهره‌وری در بلندمدت طی سال‌های مورد بررسی بوده که می‌تواند تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی تاثیرگذار حاکم بر اقتصاد کشور یا عوامل دیگر باشد که مانع از یک نتیجه‌گیری کلی و یکپارچه در این خصوص می‌گردد؛

¹ www.amar.org.ir

² www.cbi.ir

- با اینکه میزان سرمایه‌گذاری فاوا طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۸۴ در صنایع تولیدی ایران بسیار کم بوده؛ ولی اثرگذاری آن در رشد بهره‌وری در بلندمدت مثبت است.
- با توجه به اثر مثبت فاوا بر رشد اقتصادی، بهره‌وری و اشتغال، سرمایه‌گذاری در این بخش و ایجاد بسترهای لازم برای توسعه آن، می‌تواند نتایج مطلوبی برای اقتصاد ملی در پی داشته باشد؛ زیرا هنوز در ایران بخش‌های مختلف اقتصاد که با نفوذ فاوا می‌توانند متحول شوند، بسیارند؛ بنابراین، امکان ارتقای بیشتر رشد اقتصادی و بهره‌وری در کشور به واسطه سرمایه‌گذاری فاوا توسط بخش دولتی به ویژه بخش خصوصی وجود دارد.
- با توجه به نتایج، پیشنهادها عبارتند از:
- پیشنهاد می‌شود صنایع بیش‌فاوا بر در سیاست‌گذاری‌ها در کانون توجه قرار گیرند؛ زیرا می‌تواند آثار اقتصادی مفیدی از قبیل تولید و اشتغال در پی داشته باشد؛
- پیشنهاد می‌شود در ارزیابی اثرهای فاوا، پیامدهای آن در بلندمدت مورد توجه قرار گیرد؛ زیرا ارزیابی آن در کوتاه‌مدت ممکن است گمراه‌کننده باشد و این‌گونه تلقی شود که تضاد بهره‌وری و جاهت دارد؛
- با توجه به تاثیر سرمایه‌گذاری و موجودی سرمایه در فاوا لزوم ایجاد زیرساخت‌های لازم شامل سخت‌افزارها، نرم‌افزارها مثل تجهیزات مخابراتی و غیرمخابراتی، اینترنت پرسرعت و کاهش هزینه‌های دسترسی به اینترنت در صنایع تولیدی ایران ضرورت دارد؛
- یکی از عوامل موثر در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، تحقیق و توسعه و آموزش نیروی انسانی است که این عامل ضرورت ارتباط بین صنایع تولیدی و دانشگاه‌ها را تبیین می‌کند؛
- با توجه به تغییرات سریع تکنولوژی و تخصصی بودن بخش فاوا، به‌روز رسانی، مطابقت سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و استفاده بهینه از نیروهای متخصص در صنایع تولیدی کشور می‌تواند منجر به رشد بهره‌وری گردد.

منابع

- آسایش، فاطمه، شکیبایی، علیرضا (۱۳۹۳). تاثیر فاوا بر بهره‌وری نیروی کار در صنایع ایران با استفاده از کدهای ISIC چهاررقمی. *فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی*، ۳(۹): ۴۹-۹۶.
- جعفری صمیمی، احمد، دقیقی اصلی، علیرضا، مه‌شاد، عرب (۱۳۸۸). بررسی تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب جهان. *فصلنامه علوم اقتصادی*، ۳(۹): ۱-۲۷.
- جلالی و همکاران (۱۳۸۸). مبانی نظری رشد اقتصادی، مدلسازی و ارائه مدل، بخش مطالعات تجربی تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی. پژوهشکده مطالعات راهبردی و اقتصادی - پژوهشگاه ارتباطات و فناوری (مرکز تحقیقات مخابرات): ۱-۴۴.
- حسین‌زاده، محمد، فراهانی‌فرد، سعید (۱۳۹۵). بررسی تاثیر فاوا بر بهره‌وری کل عوامل تولید اقتصادی. دومین کنفرانس بین‌المللی انسانی با رویکرد بومی - اسلامی.
- خوش کلام خسروشاهی، موسی، صبادی، محمد (۱۳۹۷). تاثیر مصرف انرژی، فناوری اطلاعات و ارتباطات و هزینه‌های تحقیق و توسعه در تولید صنایع کارخانه‌ای در ایران. *فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین*، ۱۳(۴): ۸۵ - ۱۰۸.



- عیسی‌زاده، سعید، صوفی مجیدپور، مسعود (۱۳۹۶). رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، پیشرفت تکنولوژی، تغییرات کارایی: شواهد تجربی از صنایع تولیدی ایران. *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی*، ۱۱(۴۰): ۲۹-۴۸.
- محمودزاده، محمود (۱۳۸۸). اثر فناوری اطلاعات بر بهره‌وری نیروی کار در صنایع کارخانه‌ای ایران (۱۳۸۶-۱۳۸۱). *فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین*، ۵(۱۷ و ۱۸): ۱-۲۲.
- محمودزاده، محمود، موسوی، میرحسین، پاک‌نهاد، فرزاد (۱۳۹۴). حسابداری رشد ارزش افزوده در صنایع تولیدی ایران با تاکید بر فناوری اطلاعات، *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی*، ۹(۴): ۴۱-۶۴.
- مشیری، سعید (۱۳۹۶). برآورد آثار مستقیم و سرریز سرمایه‌گذاری در فاوا بر تولید صنایع ایران با تاکید بر نقش سرمایه انسانی و ظرفیت جذب. *مجله تحقیقات اقتصادی*، ۵۲(۲): ۳۹۵-۴۲۶.
- مشیری، سعید، مستقل پارسا، مریم، داروگر، لایلا (۱۳۹۷). بررسی آثار فاوا بر زنجیره تولید کالاها و خدمات ایران با استفاده از جدول داده - ستانده. *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*، ۱۸(۶۸): ۱-۴۴.
- مزینی، امیرحسین، مرادحاصل نیلوفر (۱۳۹۹). ارزیابی اثر بهره‌گیری از فضای مجازی بر بهره‌وری و کارایی تولید ملی در ایران، *مجله توسعه و سرمایه*، ۵(۱): ۲۴-۴۹.
- منتظر، غلامعلی، بیات، ابوالقاسم (۱۳۹۵). تخمین سهم فاوا از GDP در ایران با روش‌های برازش منحنی، آریما و شبکه عصبی مصنوعی، *فصلنامه سیاست علم و فناوری*، ۹(۱): ۱-۱۳.
- امامی، کریم (۱۳۹۷). آیا افزایش سهم فاوا از GDP در کشور ایران ضروری است؟ *پژوهشنامه اقتصادی*، ۶۸(۶۸): ۴۵-۷۴.
- هژیر کیانی، کامبیز، سرلک، احمد (۱۳۹۶). بررسی تاثیر فاوا بر بهره‌وری سرمایه و کل عوامل تولید در ایران (مطالعه موردی: کارگاه‌های بزرگ صنعتی استان یزد). *فصلنامه اقتصاد مالی*، ۱۱(۳۹): ۸۳-۱۰۰.
- Camilla, M., & Angelo, Z. (2012). On modelling the determinants of TFP growth, *Structural Change and Economic Dynamics*: 373-382.
- L., Chi- Yuan, Hejheng, R. (2020). An international comparison on TFP changes in ICT industry among Japan, Korea, Taiwan, China and the United States, measuring economic growth and productivity, *Foundations, KLEMS production Models, and Extensions*: 117-136.
- Pieri, F., Vechi M., & Venturini, F. (2018). Modelling the joint impact of R&D and ICT on productivity: A frontier analysis approach. *Research Policy*, 47(9): 1842-1852.
- Venturini, F. (2015). The modern drivers of productivity. *Research Policy*, 44(2): 357-369.
- Edquist H., & Henrekson, M. (2017). Do R&D and ICT affect total factor productivity growth differently. *Telecommunications Policy*, 41(2): 106-119.
- Chung, H. (2018). ICT investment-specific technological change and productivity growth in Korea: Comparison of 1996-2005 and 2006-2015, *Telecommunications policy*: 78-90.
- Huang, J., Xiaochen, c., Huang, sh., Tian, S. Hongyan I. (2019). Technological factors and total factor productivity in china: Evidence based an a panel threshold model, *China Economic Review*: 271-285.
- Hyun-Joon, J. & Kyoung-Youn, N., & Yoon, Chang-Ho (2013). The role of ICT in Korea's economic growth: Productivity changes across industries since the 1990s, *Telecommunications Policy*, 37(4): 292-310.
- M.Cardona, T. Kretschmer, T. Strobel (2013), ICT and productivity: conclusions from the empiri calliterature, *information Economics and policy*, 25(3), 109-125.

- Piatkowski, Marcin (2004). The impact of ICT on growth in transition economies, TIGER Working Paper Series, No. 59 Transformation, Integration and Globalization Economic Research (TIGER), Warsaw.
- Rincon A.Vecchi & Venturini, M. (2015). ICT as a General purpose technology: Spillovers, absorptive capacity and productivity performance (Discussion paper No 416) London: National Institute of Economic and Social Research.
- Sichel, D. E & Oliner, S. D. (2002). Information technology and productivity: Where are we now and where are we going.
- Shahnazi, R. (2021). Do information and communications technology spillovers affect labor productivity? Structural change and economic dynamic: 342-359.
- Yen-Chun Chou, Benjamin B.M. Shao (2014). Total factor productivity growth in information technology services industries: A multi-theoretical perspective, Decision Support Systems: 106-118,.
- Wengrong, p., tao xie, zh., & wang, l., (2022). Digital economy: An innovation driver for total factor productivity, *Journal of Business Research*: 303- 311.
- www.amar.org.ir
- www.cbi.ir

