Archive of SID

نشریه علمی سیاست‌گذاری اقتصادی
مقاله پژوهشی/ سال سیزدهم، شماره بیست و پنجم، بهار و تابستان ۱۴۰۰

ارائه چارچوبی برای برآورد سهم‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد بهره‌وری: شواهدی از صنایع تولیدی ایران

محمود رضائی سراجی[۱]
محمود محمودزاده[۲]
پروانه سلاطین[۳]
مهدی فتح آبادی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۲۱

چکیده

تأثیر فاوا بر توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها طی سه دهه گذشته توسط بسیاری از محققان با استفاده از روش‌ها و داده‌های مختلف در دوره‌های زمانی متفاوت و در سطح کشور یا کشورها انجام شده است. مطالعات نشان می‌دهد فاوا در سطح کلان بر بهره‌وری و رشد اقتصادی اثرگذار بوده است.

هدف مطالعه حاضر، برآورد رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، رشد بهره‌وری کوتاه مدت، سهم‌های مستقیم، غیر مستقیم و مجموع فاوا، میانگین سهم‌های فاوا و غیر فاوا از رشد بهره‌وری است. بدین منظور از نتایج آمارگیری کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر در سطح کدهای دو رقمی مرکز آمار ایران در دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۵ در قالب حسابداری رشد با الگوی تحقیقات اولینر و سایچل استفاده گردید.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد: سهم فاوا در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و رشد بهره‌وری کوتاه مدت بر حسب نوع صنعت متفاوت می‌باشد. این سهم در برخی از سال‌ها و بخش‌های اقتصادی بسیار ناچیز و حتی منفی بوده است. رشد بهره‌وری کل عوامل تولید ۶ صنعت از ۲۳ صنعت و رشد بهره‌وری کوتاه مدت ۱۵ صنعت از ۲۳ صنعت مثبت بوده است. میانگین سهم‌های مستقیم، غیر مستقیم و مجموع فاوا ناچیز می‌باشد. همچنین سهم غیر مستقیم از سهم مستقیم کمتر می‌باشد. میانگین سهم سرمایه غیر فاوا بیشتر از میانگین سهم نیروی کار و سرمایه فاوا طی دوره مذکور بوده و این اختلاف در مورد میانگین سهم سرمایه فاوا، معنادار نیز می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا)، بهره‌وری کل عوامل تولید، صنایع تولیدی ایران.

Keywords: ICT, Total Productivity of Production Factors, Iranian Manufacturing Industries.

JEL Classification: O33, O47, L60.

[۱]. دانشجوی دکترای علوم اقتصادی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه (نویسنده مسئول) m.rezaee793@gmail.com
[۲]. دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه mah1355@gmail.com
[۳]. استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه p_salatin@iauec.ac.ir
[۴]. استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه mehdi_fa88@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

در چارچوب «روند جهانی‌سازی»[1] و «ادغام اقتصادی»[2]، هدف سیاست‌های اقتصادی هر کشور تقویت رقابت ملی است؛ از این رو، کشورها برای دست‌یابی به توسعه اقتصادی، نیازمند یافتن گزینه‌های جدید (به عنوان محرّک) هستند. از میان عوامل گوناگون، «بهره‌وری»[3] مهم‌ترین معیاری است که سطح رقابت را منعکس می‌کند (سوما و همکاران[4]، ۲۰۰۹؛ ماشیولیتی- آنیوکیانه و گایل- سارکانه[5]، ۲۰۱۴).

شواهد تجربی نشان می‌دهد به کارگیری فزاینده فاوا، به ویژه تکنولوژی‌هایی که بنیان «انقلاب نظام تولید بعدی»[6] (یعنی، هوش مصنوعی، اینترنت اشیا[7،8] و رباتیک)[9] قرار می‌گیرند و می‌توانند تغییرات سترگی در نهادها بر جای بگذارند؛ یکی از مولفه‌های اصلی رفع عقب‌ماندگی بهره‌وری در اروپاست.[10] بدین معنا، فاوا، فناوری‌ای با اهداف کلی و عمومی است که صورت‌بندی جدیدی از نظام‌های تولید و توزیع را همراه با تاثیرات گسترده بر کل اقتصاد عرضه می‌کند (دی اتکینسون، ۲۰۱۸).[11]

فاوا از طریق سه فراگرد شناخته شده می‌تواند رشد بهره‌وری را افزایش دهد؛ نخست، افزایش سریع پیشرفت فنی در صنایع تولیدکننده فاوا می‌تواند سهم قابل ملاحظه‌ای در رشد داشته باشد؛

---

1. Globalization/ Globalisation
2. Economic Integration
3. Productivity
4. Souma (2009)
5. Mačiulytė-Šniukienėa & Gaile-Sarkane (2014)
6. Next Production Revolution
7. Internet of Things

۸. اتحادیه بین‌المللی مخابرات، اینترنت چیزها را «زیرساختی جهانی برای جامعه اطلاعاتی که بر اساس فناوری‌های ارتباطی و اطلاعاتی دارای قابلیت تعامل‌پذیری از قبل موجود و رو به رشد از طریق اتصال (فیزیکی و مجازی) اشیاء خدمات پیشرفته‌ای را ممکن می‌سازد» تعریف کرده است. طبق رهنمودهای اتحادیه بین‌المللی مخابرات «چیز» در عبارت اینترنت چیزها یا به یک شی از جهان فیزیکی (اشیاء فیزیکی) یا جهان اطلاعات (اشیاء مجازی) اشاره دارد که قابلیت شناسایی شدن و یکپارچه گشتن با شبکه‌های ارتباطی را دارا است ((ITU-T Y. 2060 (06/2012)).

9 .Artificial Intelligence (AI), Robotics, and the Internet of Things (IOT)

۱۰. از زمان بحران مالی، بهره‌وری شغلی در ۲۸ کشور عضو اتحادیه اروپا سالیانه تنها ۰/۷ درصد رشد داشته است. به اعتقاد دی اتکینسون (۲۰۱۸) با این نرخ، یک قرن طول می‌کشد تا درآمد سرانه اروپا دو برابر شود. محققانی چون دی اتکینسون، بهره‌گیری فراگیر و همه‌جانبه فاوا توسط همه نهادها در سراسر اروپا را برای برون رفت از بحران‌های اخیر، به‌ویژه، راه‌حل بهره‌وری، تجویز می‌کنند.

1 . D. Atkinson (2018)

www.SID.ir

Archive of SID

دوم، استفاده از فاوا در فرایند تولید می‌تواند محرک نیروی کار باشد و قیمت پایین برای کالاها و خدمات فاوا، استفاده از آن را ترغیب می‌کند که به تعمیق سرمایه منجر شده و بهره‌وری نیروی کار را افزایش می‌دهد و سوم، از طریق اشاعه فناوری یا شبکه استفاده از فاوا، بهره‌وری بالاتر می‌رود. اثرات اشاعه وقتی پدیدار می‌شود که بازدهی اجتماعی سرمایه‌گذاری، بیش از بازده خصوصی آن باشد (کیانی، ۱۳۹۰ به نقل از محمودزاده و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۵۷-۱۵۶ و گاسپار[1]، ۲۰۰۳).

تجربه کشورهای توسعه‌یافته بر نقش مهم و تاثیرگذار فاوا بر رشد اقتصادی تاکید دارد؛ بر این اساس، در سال‌های اخیر، مطالعات زیادی به ارزیابی سهم فاوا بر ارکان مهم بخش‌های اقتصادی کشور پرداخته‌اند. با توجه به برجستگی تاثیر فاوا، در کشور نیز سرمایه‌گذاری‌های زیادی، در زمینه زیرساخت‌های فاوا (ارتباطات، سخت‌افزار، نرم‌افزار و خدمات یارانه‌ای) انجام شده و تقاضا از سوی بنگاه‌های اقتصادی و مصرف‌کنندگان برای استفاده از محصولات فاوا رشد یافته است؛ از این منظر، ارزیابی پیامدهای فاوا بر رشد اقتصادی کشور مهم می‌باشد. از این رو، این مقاله به دنبال برآورد سهم فاوا در رشد بهره‌وری در صنایع تولیدی ایران بر اساس کدهای طبقه‌بندی دو رقمی (ISIC) می‌باشد. برای داشتن درک درست از رشد بهره‌وری کل عوامل در سطح کلان لازم است ماهیت صنایع تولیدی مورد توجه قرار گیرد. از طرفی عمده مطالعات به صورت اقتصادسنجی و صرفاً برآورد تابع تولید بوده است. در حالی که این مطالعه از طریق حسابداری رشد می‌باشد. نوآوری مقاله این است که سهم فاوا را از رشد بهره‌وری صنایع برآورد می‌کند. این سهم دارای دو جزء مستقیم و غیر مستقیم است. بخش مستقیم ناشی از پرداختی بابت هزینه ارتباطات و مخابرات، سرمایه‌گذاری، نرخ استهلاک و موجودی سرمایه سال قبل و بخش غیر مستقیم ناشی از نفوذ فاوا (β)، رشد بهره‌وری کوتاه مدت، متغیر $\theta + 1$ و نسبت موجودی سرمایه فاوا به کل موجودی سرمایه بخش می‌باشد.

برای دست‌یابی به هدف، این پژوهش به صورت زیر سازمان‌دهی می‌شود: پس از مقدمه، در بخش دوم، ادبیات موضوع (نظری و تجربی) عرضه می‌شود؛ قسمت سوم به روش پژوهش اختصاص دارد؛ در فصل چهارم، یافته‌ها ارائه شده و بخش پنجم، در نهایت به نتیجه‌گیری و پیشنهادها می‌پردازد.

www.SID.ir

[1]. Gáspár (2003)

Archive of SID

۲- مروری بر ادبیات موضوع

۲-۱- مبانی نظری

سهم سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در بخش فاوا به طور چشمگیری در دهه‌های اخیر افزایش یافته است. بر اساس مطالعات انجام شده، در بین سال‌های ۱۹۴۵ تا ۲۰۰۰ سهم سرمایه‌گذاری‌های انجام شده در بخش فاوا از ۰/۱ درصد به ۲/۳ درصد افزایش یافته است که سطح افزایش سهم سرمایه‌گذاری‌ها موجب ارتقای بهره‌وری نیروی کار شده است. همچنین مشخص شده است که فاوا به عنوان محرک‌های رشد بهره‌وری نیروی کار در آمریکا بین سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۹۵ بوده است (هایدر و همکاران، ۲۰۲۰).[1]

در نظریه نئوکلاسیک‌ها، پیش‌بینی می‌شود کاهش سریع قیمت خدمات فاوا، تاثیر مستقیم بر سرمایه‌گذاری، جایگزینی نهاده‌ها و تعمیق سرمایه دارد. این به معنای تاثیر مستقیم بر ارزش افزوده بهره‌وری نیروی کار است. صنایعی که سرمایه‌گذاری بیشتری در بخش فاوا انجام می‌دهند دارای نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بالاتری هستند زیرا موجب بهبود مدیریت اطلاعات، تسهیل تبادل داده و انتشار سریع‌تر اطلاعات می‌شوند. تحقیق و توسعه و فاوا به طور مستقیم و غیر مستقیم بر ارزش افزوده و رشد بهره‌وری تاثیر دارد. این تاثیر مستقیم با انباشت سرمایه ارتباط دارد و قابل اندازه‌گیری از طریق حسابداری رشد است که منجر به ارزیابی سهم ورودی‌های مختلف برای ارزش افزوده می‌شود. مطالعات در سطح خرد اغلب اثرات غیر مستقیم فاوا بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را شناسایی کرده است در حالی که شناسایی چنین مواردی بر صنعت یا در سطح کلان دشوارتر می‌باشد (ادکوئیست و اریکسون، ۲۰۱۷).[2]

در دهه ۱۹۸۰، بیش‌تر مطالعات، رابطه منفی بین بهره‌وری در سطح اقتصاد و نیروی کار بخش فناوری اطلاعات را گزارش کردند؛ اما، در دهه ۱۹۹۰، یافته‌های بیش‌تر مطالعات، بر اثر مثبت و معنادار فاوا بر بهره‌وری و رشد اقتصادی تاکید کرده‌اند. بنابراین، اثرات و پیامدهای فاوا، از دهه ۱۹۹۰ محل بحث و تفحص محققان قرار گرفته است.

وجود ابهام در بهره‌وری فاوا برای اولین بار توسط رابرت سولو[3] در سال ۱۹۸۷ مطرح شد. به همین دلیل به «ابهام سولو»[1] نیز معروف است. او بیان کرده است که «کامپیوترها را در همه‌جا می‌بینیم

1. Haider (2020)
2. Edquista & Henrekson (2017)
3. Robert Solow

www.SID.ir

Archive of SID

بجز آمار مربوط به بهره‌وری». او هم‌چنین بیان می‌کند که ورود فناوری اطلاعات به اقتصاد قبل از این‌که موجب ارتقای بهره‌وری شود؛ به دلایلی چون هزینه‌بر بودن آموزش، زمان‌بر بودن توسعه زیرساخت‌ها و بیکاری موقت به علت سازگاری مجدد نیروی انسانی با فناوری اطلاعات جدید، می‌تواند بهره‌وری را کاهش دهد[۲](بارانی بیرانوند، ۱۳۹۱).

بر اساس نظریات سولو، بخش عمده‌ای از رشد اقتصادی کشورها ناشی از عوامل اصلی تولید (سرمایه و نیروی کار) نیست بلکه ناشی از عامل "تغییر فنی (A)" یا همان "بهره‌وری کل عوامل تولید" است که خود در بردارنده تمام عواملی است که انتقال تابع تولید را به دنبال دارند. از این رو بررسی عوامل تاثیرگذار بر بهره‌وری کل عوامل تولید به واسطه نقش مهم آن در رشد اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (جعفری و همکاران، ۱۳۹۹).

با استفاده از تابع تولید گسترش یافته سولو می‌توان تولید را تابعی به شکل ذیل در نظر گرفت:

$$Y(t) = F[K(t)،L(t)،A(t)]$$

در این رابطه Y(t) تولید نهایی، K(t) انباشت سرمایه فیزیکی اقتصاد، L(t) نیروی کار (ساعت اشتغال یا تعداد کارکنان)، A(t) تکنولوژی و t نیز متغیر مستقل زمان می‌باشد. فرض می‌شود تولید نهایی پیوسته، کاهنده، مشتق‌پذیر، مثبت و نسبت به مقیاس دارای بازده ثابت و زمان نیز پیوسته باشد. تغییرات نسبی تولید را می‌توان با استفاده از تغییرات نسبی سرمایه، نیروی کار و بهره‌وری

---

[۱]. ابهام/ تضاد/پارادوکس در این اصطلاح به مغایرت میان نتایج دو دسته پژوهشی گفته می‌شود که محققان در مساعی خود به آن نائل آمده‌اند. پارادوکس بهره‌وری از ۱۹۸۰ - ۱۹۷۰ به عنوان "اختلاف بین اقدامات سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و اندازه‌گیری‌های تولید در سطح ملی" تعریف شده است. محمودزاده و همکاران (۱۳۹۴: ۴۳) در پژوهش خود با ذکر شواهد تجربی آورده‌اند که: برخی مطالعات تلاش کرده‌اند رابطه معنادار بین مخارج فاوا و شاخص‌های اندازه‌گیری از قبیل سودآوری برقرار کنند که به رابطه معناداری دست نیافته‌اند (برای مثال، استرسمن، ۱۹۹۰؛ بانکر و همکاران، ۱۹۹۳؛ دوس سانتوس و همکاران، ۱۹۹۳؛ پارسونس و همکاران، ۱۹۹۳). فرانک (۱۹۸۷) دریافت که استفاده از فاوا به افزایش بهره‌وری سرمایه و نیروی کار و در نتیجه رشد اقتصادی می‌انجامد. موریسن و برندت (۱۹۹۰) همچنین دریافتند که فاوا تأثیر منفی بر بهره‌وری نیروی کار داشته است و برآورد کردند که منافع نهائی سرمایه‌گذاری کمتر از هزینه نهائی آن است. آن‌چه که این مطالعات به آن دست یافته‌اند در ادبیات اقتصادی به عنوان "تضاد بهره‌وری" یاد می‌شود.

[2]. Robert Solow, "We'd Better Watch Out", New York Times Book Review, July 12, 1987, page 36. "You Can See the Computer Age Everywhere but in the Productivity Statistics".

www.SID.ir

Archive of SID

کل عوامل تولید توضیح داد. پس از دیفرانسیل و تقسیم طرفین رابطه بر Y داریم (بهبودی و منتظری شورکچالی، ۱۳۹۰- ضمیمه ۱):

$$M\dot{F}P = \dot{y} - \alpha_k \dot{k} - \alpha_l \dot{l}$$

یکی از چارچوب‌های مفهومی در زمینه اثرات فاوا بر متغیرهای کلان اقتصادی توسط ددریک و همکاران[1] در سال ۲۰۰۳ ارائه شد. آن‌ها بیان کردند که نهاده‌های مختلف (نیروی کار، سرمایه فاوا و غیر فاوا) در کنار سایر عوامل تولید باعث بهبود فرایند تولید از طریق تعمیق سرمایه، پیشرفت فناوری و کیفیت نیروی کار می‌شوند. پیامدهای این اثر، افزایش ارزش افزوده در سطح بنگاه، بخش (صنعت)، کشور و سرانجام رشد اقتصادی، بهره‌وری نیروی کار، سودآوری و رفاه مصرف‌کننده است. در قالب این الگو، سرمایه فاوا، به طور مشخص، سه بهبود را در فرایند تولید ایجاد می‌کند: تعمیق سرمایه، بهبود بهره‌وری نیروی کار و پیشرفت فناوری. پیشرفت فنی در فرایند تولید، می‌تواند سطح تولید را بدون افزایش نهاده‌ها، افزایش دهد که این پدیده به «بهره‌وری چند عاملی[2] یا «بهره‌وری کل عوامل تولید[3]» معروف است. این افزایش به این معناست که با ثابت بودن نهاده‌ها، بنگاه، صنعت و کشور به سطح بالاتری از تولید دست می‌یابند. این شکل از بهبود فناوری بسیار مهم است؛ زیرا منافع ساختاری را در پی خواهد داشت که دائمی است. ارزیابی علت و تأثیر توسعه فناوری، اقتصادی و اجتماعی کار آسانی نیست تا بتوان اثبات کرد که فاوا عامل افزایش اقتصادی کارآیی، بهره‌وری و رشد است (ماشیولیتی- آنیوکیانا و گایل- سارکانه، ۲۰۱۴).

عوامل گوناگونی می‌توانند موجب افزایش بهره‌وری شوند؛ اما، عامل اصلی، بهره‌برداری بیش‌تر و بهتر از «ابزار[4]» توسط تولیدکنندگان است. به عبارت دیگر، نکته یاد شده به معنای کاربرد بیش‌تر و بهتر از ماشین‌آلات، تجهیزات و نرم‌افزارهاست. در همین راستا، در «اقتصاد دانش‌بنیان[5]» امروزی، ابزارهای مبتنی بر فاوا، رایج‌ترین و موثرترین ابزارها برای افزایش بهره‌وری دانسته می‌شوند. در عین حال، این ابزارهای دیجیتالی چیزی بیش از اینترنت صرف هستند که این مساله به سهم خود، موجب رشد می‌شود (دی. اتکینسون و همکاران[6] ۲۰۱۰). این ابزارها شامل سخت‌افزار، نرم‌افزار و

1. Dedrick (2003)
2. Multifactor Productivity (MFP)
3. Total Factor Productivity (TFP)
4. Tools
5. Knowledge-Based Economy
6. D. Atkinson (2010)

www.SID.ir

Archive of SID

شبکه‌های ارتباط از راه دور (مخابراتی) و نیز ابزارهایی هستند که ترکیبی از مولفه‌های گوناگون می‌باشند؛ مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا و ربات‌ها.

در واقع، فاوا توانسته است انبوهی از ابزارها را برای تولید، انجام کارهای گوناگون با حفظ مهارت، سازمان‌دهی کردن، انتقال دادن، ذخیره کردن و عمل بر اطلاعات با روش‌های جدید الکترونیکی و با طراحی و سازمان‌دهی جدید امکان‌پذیر کند. این توانایی‌ها و کاربردها از دامنه گسترده کاربردی برخوردار می‌باشد؛ زیرا تقریبا در همه بخش‌ها از کشاورزی، تولیدی، خدماتی و دولتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از سوی دیگر، فاوا، عامل پیشران اصلی بهره‌وری است؛ زیرا فاوا از ماهیتی برخوردار است که به زبان اقتصاددانان «فناوری با هدف عمومی (GPT)»[1] نامیده می‌شود.

این فناوری‌ها از ویژگی‌های متنوعی برخوردار هستند. آن‌ها معمولا به صورت خام و ابتدایی تنها برای یک منظور یا اهدافی اندک به کار گرفته می‌شوند؛ اما، بعد از مدتی با پراکندگی در سراسر اقتصاد، پیچیدگی و توانایی آن‌ها برای انجام اهداف متنوع افزایش می‌یابد. آن‌ها باعث ایجاد سرریزهای گسترده در صورت و شکل ساختارهای بیرونی و پیشرفت و به تکامل رساندن فناوری و نیز انتشار در طول دهه‌ها می‌شوند. افزون بر این، این فناوری‌ها خیلی سریع، دچار کاهش قیمت و نیز بهبود عملکرد می‌شوند؛ هم‌چنین، سریع، فراگیر شده و به بخش جدایی‌ناپذیر بیش‌تر صنایع، محصولات و عملکردها تبدیل می‌شوند و جریانی از نوآوری‌ها را در محصولات، فرایندها، مدل‌های تجاری و سازمان‌های تجاری جاری می‌سازند (دی. اتکینسون، ۲۰۱۸: ۱۱).

۲-۲- پیشینه تحقیق

تحلیل کلی پژوهش‌های انجام شده در سطح جهان، به ویژه، اروپا و آمریکا، اثرات سودمند فاوا را بر بهره‌وری در سطوح و بخش‌های مختلف اقتصادی، از بنگاه‌ها گرفته تا صنایع و نیز به عبارت روشن‌تر، در کل اقتصاد و هم‌چنین، صنایع تولیدکننده کالا و خدمات تایید می‌کند (تریپلت و بورثورث[2]، ۲۰۰۳).

به طور کلی، تأثیر فاوا بر توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها طی سه دهه گذشته توسط بسیاری از محققان با استفاده از روش‌ها و داده‌های مختلف در دوره‌های زمانی متفاوت و در سطح کشور و یا در سطح کشورها بررسی شده است. بیش‌تر نتایج مطالعات تجربی بیان کرده‌اند که افزایش

[1]. General-Purpose Technology (GPT)
[2]. Triplett & Bosworth (2003)

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از فاوا می‌تواند منجر به رشد تولید ناخالص داخلی، بهره‌وری و اشتغال شود (تودر و همکاران[1] ۲۰۱۸).

طبق پژوهش کیانگ و همکاران[2](۲۰۰۳) سه کانال وجود دارد که فاوا از طریق آن‌ها می‌تواند بر بهره‌وری نیروی کار و رشد اقتصادی تأثیر بگذارد: ۱) رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش فاوا؛ ۲) افزایش سرمایه و ۳) رشد بهره‌وری کل عوامل تولید از طریق سازماندهی مجدد و استفاده از فاوا.

نتایج تحقیق ون آرک و همکاران[3](۲۰۰۳) و لی و کاتری[4](۲۰۰۳) نشان می‌دهد که بخش تولیدکننده فاوا اثر مثبت قابل ملاحظه بر رشد بهره‌وری در کشورهای اروپایی و آسیای شرقی و ایرلند داشته و کانون پیشرفت‌های فناورانه بوده است و منافع و عواید تولید فاوا بیش‌تر از کاربری آن است.

بررسی ادبیات مرتبط نشان می‌دهد برخی از مطالعات تجربی در مورد بررسی تأثیر فاوا بر رشد اقتصادی متمرکز شده‌اند و دریافته‌اند بخش فاوا یکی از عوامل اصلی رشد اقتصادی است و سایر مطالعات تأثیر بخش فاوا بر رشد اقتصادی را با کنترل سایر عوامل تعیین‌کننده رشد ارزیابی نموده‌اند و نشان داده‌اند توسعه بخش فاوا یکی از عوامل اصلی رشد اقتصادی است. دسته دیگری از مطالعات با هدف تحلیل میزان رابطه علیت بین فاوا و رشد اقتصادی انجام شده است. درباره مورد اخیر، بیش‌تر محققان نتیجه گرفته‌اند که فاوا هم علت و هم معلول رشد اقتصادی است (لین و لین[5] ۲۰۰۷؛ استویکا و همکاران[6] ۲۰۱۵ و گیتا و همکاران[7] ۲۰۱۶).

بیاتی و سائنز[8](۲۰۱۷) در پژوهش خود نتیجه گرفته‌اند که در اروپا، گسترش فاوا با سطح بهره‌وری در عمده‌فروشی وخرده‌فروشی و نیز حمل و نقل ارتباط مثبت دارد. آن‌ها بیان کرده‌اند که این سودمندی حاصل از بهره‌وری، در کشورهایی رخ داده است که به میزانی بسیار گسترده از فاوا در عرصه‌های اقتصادی خود بهره برده‌اند. بنابراین، به اعتقاد آن‌ها، میزان بهره‌برداری در کسب بهره‌وری در قسمت‌های مختلف اقتصادی می‌تواند شاخص ارزیابی باشد.

1. Toader (2018)
2. Qiang (2003)
3. Van Ark (2003)
4. Lee & Khatri (2003)
5. Lin & Lin (2007)
6. Stoica (2015)
7. Ghita (2016)
8. Buiatti & Sáenz (2017)

www.SID.ir

Archive of SID

دیملیس و پاپایوانو[1](۲۰۱۷) در پژوهش خود شواهدی در تایید تاثیر مثبت فاوا بیش از هزینه‌های مرتبط با آن عرضه کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد فاوا هم بر تعمیق بیش‌تر سرمایه و هم بر رشد بیش‌تر بهره‌وری نیروی کار اثر دارد.

دیرمیر و ژوئک[2](۲۰۱۷) نشان دادند که به محض این که شرکت‌ها از فاوا بهره‌برداری کنند و بهره‌وری رو به افزایش گذارد، تاثیر بر بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) حتی در سطح کلان آشکار می‌شود.

به طور کلی، مطالعات در سطح شرکت‌ها و بنگاه‌ها نیز نشان داده است که شرکت‌ها و یا بنگاه‌هایی که از سطح بالایی از فاوا بهره می‌برند، احتمال بیش‌تری دارد که راه توسعه و رشد را بپیمایند و برعکس، بنگاه‌ها و شرکت‌هایی که از سطح کمتر فاوا بهره می‌برند، محتمل‌تر است که از چرخه فعالیت خارج شوند (ون رینون و همکاران[3] ۲۰۰۶).

هوانگ‌جی و همکاران[4](۲۰۱۹) نشان دادند که سرمایه‌گذاری‌ها و نیز تحقیق و توسعه محلی نقش اصلی در ارتقای بهره‌وری کل عوامل تولید دارد. هم‌چنین، سرریز فاوا برای رشد بهره‌وری کل عوامل تولید سودمند است.

لیانگ و جی‌هنگ[5](۲۰۲۰) با مقایسه تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید در صنعت فاوا میان ژاپن، کره، تایوان، چین و ایالات متحده آمریکا دریافته‌اند رشد بهره‌وری کل عوامل از صنعت فاوا در ایالات متحده در مقایسه با چهار کشور دیگر طی سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۸۱ بسیار بالاتر بوده است و نیز آمریکا و ژاپن طی دوره مورد بررسی، در صنعت فاوا، خروجی‌محور (TFP محور[6]) و کره و تایوان ورودی‌محور (INPUT محور[7]) بوده‌اند.

محمودزاده (۱۳۸۹) در تحقیق خود اثرات فاوا بر بهره‌وری کل را با استفاده از شاخص‌های ساده و ترکیبی (ابعاد زیرساخت، کاربری و سرریز) در ۳۴ کشور همگن با استفاده از روش داده‌های تلفیقی طی دوره زمانی ۲۰۰۳ – ۱۹۹۵ ارزیابی کرده است. نتایج نشان داد سرمایه فاوا، سرمایه انسانی، باز بودن اقتصاد و نرخ پس‌انداز تاثیر مثبت و معنادار بر بهره‌وری کل دارند. متوسط کشش بهره‌وری نسبت به سرمایه انسانی، نرخ پس‌انداز و باز بودن اقتصاد به ترتیب، ۰/۰۳، ۰/۰۱ و ۰/۰۳

1. Dimelis & Papaioannou (2017)
2. Diermeier & Goecke (2017)
3. Van Reenen (2006)
4. Huang J (2019)
5. Liang & Jheng (2020)
6. TFP-Driven
7. INPUT-Driven

www.SID.ir

Archive of SID

است. هم‌چنین، یافته‌ها نشان داد انباشت سرمایه فاوا باعث افزایش بهره‌وری کل می‌شود؛ یک درصد افزایش سرمایه فاوا نسبت به کل سرمایه، بهره‌وری کل را ۱۵ درصد افزایش می‌دهد. فاوا از نظر زیرساخت، کاربری و سرریز داخلی بر بهره‌وری کل تاثیر مثبت دارد. متوسط کشش بهره‌وری کل نسبت به زیرساخت و کاربری به ترتیب، ۰/۰۶۵ و ۰/۰۲۵ بوده و معنادار است. در مجموع، یک درصد بهبود زیرساخت و کاربری می‌تواند بهره‌وری کل را بیش از ۰/۰۹ درصد افزایش دهد.

محمودزاده (۱۳۹۰) در پژوهش دیگر خود تاثیر فاوا بر ۲۳ صنعت تولیدکننده و مصرف‌کننده فاوا را در ایران طی ۱۳۸۶-۱۳۸۱ با استفاده از داده‌های تلفیقی ارزیابی می‌کند. نتایج نشان داد تاثیر فاوا بر رشد بهره‌وری در صنایع تولیدکننده و مصرف‌کننده فاوا از نظر آماری معنادار نیست؛ ولی اثرات فاوا بر بهره‌وری نیروی کار در صنایع بیش فاوابر بیش‌تر از سایر صنایع است. همچنین با لحاظ نمودن ویژگی‌های انفرادی صنایع و گذشت زمان، اثرگذاری فاوا به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد. پس فاوا بر بهره‌وری صنایع تولیدی موثر و تضاد بهره‌وری مشاهده نمی‌شود.

نتیجه بررسی بزازان (۱۳۹۰) حاکی است که رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در اقتصاد ایران برای تامین رشد اقتصادی در اهداف برنامه‌های توسعه کافی نبوده و ایران با یک اقتصاد بهره‌ور فاصله زیادی دارد. در حالی که نتایج گواه بر هم جهت بودن رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و رشد بهره‌وری نیروی کار است اما سرمایه جایگاه با اهمیتی در تولید و رشد بهره‌وری کل نداشته است.

محمودزاده و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی سهم سرمایه فیزیکی، سرمایه فاوا و سهم بهره‌وری کل از ارزش افزوده صنایع کارخانه‌ای ایران را مبتنی بر کدهای دو رقمی استاندارد (ISIC) مرکز آمار ایران طی سال‌های ۱۳۸۶- ۱۳۷۹ با استفاده از الگوی حسابداری رشد برآورد کردند. نتایج نشان داد سهم فناوری نسبت به سهم‌های یاد شده دیگر، بسیار اندک (۳ درصد) از رشد بوده است.

هم‌چنین، محمودزاده و فتح‌آبادی (۱۳۹۵) عوامل پیشران بهره‌وری کل عوامل تولید (شامل پیشرفت تکنولوژیکی، کارایی فنی، کارایی تخصیصی و اثرات مقیاس) را در صنایع تولیدی ایران (۲۱ صنعت تولیدی) با استفاده از الگوی حسابداری رشد طی دوره زمانی۱۳۹۰-۱۳۷۹ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد فقط ۸ صنعت از ۲۱ صنعت، رشد بهره‌وری را تجربه کرده‌اند. به باور آن‌ها، اگرچه پیشرفت تکنولوژیکی (به عنوان عامل پیشران) سبب بهبود وضعیت بهره‌وری کل شده است؛ اما، تغییرات کارایی فنّی، اثرات مقیاس و کارایی تخصیصی اثرات آن را خنثی کرده‌اند.

www.SID.ir

Archive of SID

هژبر کیانی و سرلک (۱۳۹۶) با مطالعه کارگاه‌های بزرگ صنعتی استان یزد نشان دادند شاخص به کارگیری فاوا تأثیر معناداری بر بهره‌وری سرمایه و بهره‌وری کل عوامل تولید دارد.
مشیری و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهش خود نشان دادند که یک واحد افزایش در تقاضای نهایی فناوری اطلاعات منجر به افزایش تولید کل به مقدار ۱/۶۳ واحد و یک واحد افزایش در تقاضای نهایی فناوری ارتباطات منجر به افزایش تولید کل به میزان ۲/۱۸ واحد خواهد شد.

۳- روش تحقیق

این پژوهش، کاربردی و از نظر ماهیت و روش چگونگی به دست آوردن داده‌های مورد نظر، از نوع توصیفی و تحلیلی است. به بیان دیگر، این پژوهش، به دنبال یافتن کشف روابط میان فاوا با رشدهای بهره‌وری کل عوامل تولید و کوتاه‌مدت در بخش‌های اقتصادی می‌باشد.
این تحقیق با استفاده از حسابداری رشد و الگوی تحقیقات اولینر و سایچل[1](۲۰۰۲) به ارزیابی، مقایسه و تحلیل متغیرها پرداخته است. در این مقاله از داده‌های ۲۳ بخش اقتصادی ایران طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۸۵ و از آمار و اطلاعات موجود در سایت مرکز ملی آمار و بانک مرکزی ایران استفاده شده است.
بررسی تاریخی اندازه‌گیری صحیح سهم نهاده‌ها در تولید نشان می‌دهد که ابزارها و روش‌های پیچیده‌ای در این ارتباط وجود دارد که یکی از آن‌ها حسابداری رشد است. با استفاده از حسابداری رشد می‌توان سهم تکنولوژی یا رشد فناوری در پیشرفت را که برابر با رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بوده و معروف به «پسماند سولو[2]» است، محاسبه کرد. پسماند سولو همان سهم بهره‌وری در تولید ناخالص داخلی است که از تفاضل رشد نیروی کار و سرمایه از رشد محصول بر اساس پژوهش بهبودی و منتظری شورکچالی (۱۳۹۰) به دست می‌آید.

۳-۱- تصریح مدل

به طور کلی، برآورد اثرات فاوا بر بهره‌وری کل به دو روش حسابداری رشد و مدل‌های رگرسیونی توضیح‌دهنده رشد بهره‌وری صورت می‌گیرد. بر اساس الگوی حسابداری رشد، بهره‌وری کل عبارت است از ما به‌التفاوت نرخ رشد محصول و نهاده‌ها. بهره‌وری کل از دو منبع نشات می‌گیرد: ۱) صنعت فاوا و ۲) سایر بخش‌ها.

[1]. Oliner & Sichel
[2]. Solo Waste

www.SID.ir

«سرمایه فاوا» یک عامل تولید است که در تولید انواع کالاها و خدمات نقش برجسته‌ای ایفا می‌کند. تفکیک کل سرمایه به فاوا و غیر فاوا از دهه ۱۹۹۰ مورد توجه قرار گرفته است. سرمایه فاوا از بازدهی بالایی برخوردار است و انتظار می‌رود با تعمیق سرمایه، به بهره‌وری کل کمک کند. پیشرفت زیرساخت‌های فاوا باعث افزایش بهره‌وری کل در این بخش و به تبع آن بهره‌وری کل می‌شود (محمودزاده، ۱۳۸۸: ۱۱۷).

۳-۲- مدل‌سازی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید

در مقاله اولینر و سایچل رشد بهره‌وری کل عوامل تولید تحت تاثیر انباشت سرمایه، کیفیت نیروی کار و پیشرفت‌های تکنولوژی یا رشد فناوری به شرح ذیل است.

$$\dot{Y} - \dot{H} = \propto_C^K (\dot{K_c} - \dot{H}) + \propto_{sw}^K (\dot{K_{sw}} - \dot{H}) + \propto_M^K (\dot{K_m} - \dot{H}) + \propto_O^K (\dot{K_O} - \dot{H}) + \propto^L \dot{q} + MF\dot{P} = \sum_{j=1}^{4} \propto_j^k (\dot{K_J} - \dot{H}) + \propto^L \dot{q} + MF\dot{P} \quad (۱)$$

در رابطه (۱)، $\dot{Y}$ تولید نهایی، $\dot{H}$ تولید ساعات کاری، $\dot{q}$ کیفیت نیروی کار، $MF\dot{P}$ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، α سهم‌های درآمدی (به طوری که حاصل جمع سهم‌ها برابر یک باشد) و $\dot{K}$ رشد سرمایه کل است.

در مقاله فوق سرمایه به دو بخش فاوا شامل سخت افزارها، نرم‌افزارها، تجهیزات ارتباطی و نیمه هادی‌ها و بخش غیر فاوا تقسیم شده است. لیکن در مقاله حاضر با توجه به دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۵ اطلاعات در سایت مرکز ملی آمار ایران در دو بخش فاوا شامل سخت‌افزار و نرم‌افزار به صورت یک‌جا و غیر فاوا ارائه گردید. بنابراین، داریم:

$$\dot{Y} - \dot{H} = \sum_{j=1}^{4} \propto_j^k (\dot{K_J} - \dot{H}) + \propto^L \dot{q} + MF\dot{P} \quad (۲)$$

۳-۳- رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و سهم مستقیم فاوا

در ادامه، روش محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، متغیرها، سهم‌های سرمایه فاوا، غیر فاوا و نیز مستقیم فاوا عرضه می‌شود.

$$\dot{Y} = \propto^{kn} \dot{k}_n + \propto^{it} \dot{k}_{it} + \alpha^L \dot{L} + MF\dot{P} \quad (۳)$$

$$MF\dot{P} = \dot{Y} - (\propto^{kn} \dot{k}_n + \propto^{it} \dot{k}_{it} + \alpha^L \dot{L}) \quad (۴)$$

www.SID.ir

Archive of SID

$\dot{MFP}$ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، $\dot{Y}$ رشد ارزش افزوده، $\dot{k}_n$ رشد موجودی سرمایه غیر فاوا، $\dot{L}$ رشد شاغلان، α^L سهم نیروی کار، $\propto^{\mathrm{it}}$ سهم سرمایه فاوا، $\dot{\mathrm{K}}$ رشد سرمایه کل، $\dot{\mathrm{k}}_{\mathrm{it}}$ رشد موجودی سرمایه فاوا، $\propto^{\mathrm{kn}}$ سهم سرمایه غیر فاوا، t و t-1 زمان (سال‌های مورد نظر و قبل) و هم‌چنین، $\propto^{it}\ \dot{k}_{it}$ سهم مستقیم فاوا از بهره‌وری کل عوامل می‌باشد.

۳-۴- اندازه‌گیری رشد شاخص‌ها

برای محاسبه رشد شاخص‌ها از رابطه (۴) خواهیم داشت.

$$\dot{\mathrm{Y}} = \frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} \qquad (۵)$$

Y_t و Y_{t-1} متغیر واقعی شاخص در زمان t و t-1 می‌باشد. برای محاسبه متغیر واقعی شاخص از رابطه (۵) داریم:

$$\mathrm{Y_t} = \frac{\mathrm{Y_s}}{\mathrm{P_t}} \qquad (۶)$$

که در آن، Y_s ارزش افزوده اسمی و P_t شاخص قیمتی کل در سال مورد نظر می‌باشد.

سهم نیروی کار

$$\alpha^l = \frac{X_{\mathrm{t}}}{Y_{\mathrm{s}}} \qquad (۷)$$

که در آن، $\mathrm{X_t}$ ارزش جبران خدمات و $\mathrm{Y_s}$ ارزش افزوده اسمی در سال مورد نظر می‌باشد.

سهم سرمایه فاوا

$$\propto^{it} = \frac{\mathrm{C_{it}}}{\mathrm{Y_s}} \qquad (۸)$$

که در آن، $\mathrm{C_{it}}$ پرداختی بابت هزینه ارتباطات و مخابرات می‌باشد.

سهم سرمایه غیر فاوا

سهم سرمایه غیر فاوا از تفاضل سهم‌های سرمایه فاوا و نیروی کار از سهم سرمایه (برابر یک) به دست می‌آید.

www.SID.ir

$$\propto^{kn}= 1 - \alpha^{L} - \propto^{it} \quad (۹)$$

موجودی سرمایه

برای محاسبه موجودی سرمایه فاوا یا غیر فاوا از صورت‌بندی (۱۰) استفاده می‌شود.

$$I_t=K_t+ (1 - \delta)\ I_{t-1} \quad (۱۰)$$

که در آن، I_t موجودی سرمایه اسمی در سال مورد نظر و K_t میزان سرمایه‌گذاری در سال مورد نظر و δ نرخ استهلاک و I_{t-1} موجودی سرمایه اسمی سال قبل می‌باشد. موجودی سرمایه اولین سال در دوره مورد محاسبه از رابطه (۱۱) به دست می‌آید.

$$I_0=\frac{k_0}{(\delta+\Gamma)} \quad (۱۱)$$

که در آن، Γ میانگین حسابی رشد سرمایه‌گذاری در دوره مورد نظر می‌باشد. موجودی سرمایه واقعی فاوا از نسبت موجودی سرمایه اسمی به شاخص قیمتی ارتباطات و مخابرات و موجودی سرمایه واقعی غیر فاوا از نسبت موجودی سرمایه اسمی به شاخص قیمتی صنعتی تولیدکننده محاسبه می‌شود.

در این پژوهش، بر اساس تحقیق محمودزاده و همکاران (۱۳۹۴) نرخ استهلاک برای سرمایه غیر فاوا ۵ درصد و برای سرمایه فاوا ۱۰ درصد لحاظ شده است.

۳-۵- محاسبات رشد بهره‌وری کوتاه‌مدت و سهم غیر مستقیم و مجموع فاوا

در این بخش روابط، متغیرها و تعاریف بر اساس مقاله اولینر و سایچل (۲۰۰۲) و الگوی ارائه شده در آن می‌باشد. برای محاسبه رشد بهره‌وری کوتاه‌مدت و نحوه محاسبه سهم غیر مستقیم فاوا داریم:

$$\dot{MFP} =\sum_{i=1}^{4} \mu_i\ \dot{MFP_i} +\mu_s\ MFP_S \quad (۱۲)$$

با توجه به گزارش‌های آماری در کشور، رشد بهره‌وری کوتاه‌مدت ناشی از رشد بهره‌وری کوتاه‌مدت در دو بخش فاوا و غیر فاوا به صورت زیر می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

$$M\dot{F}P = \mu_{nit}\, M\dot{F}P_{nit} + \mu_{it}\, M\dot{F}P_{it} \quad (۱۳)$$

با استفاده از الگوی اولینر و سایچل، رشد بهره‌وری کوتاه‌مدت از مجموع سهم‌های غیر مستقیم فاوا و غیر فاوا به صورت زیر محاسبه می‌گردد.

$$M\dot{F}P = \mu_{nit}[\, M\dot{F}P_{nit} + \beta_i^{it}(1+\theta)\, M\dot{F}P_{it}] \quad (۱۴)$$

$$\mu_{nit}\, M\dot{F}P_{nit} \quad \text{سهم غیر مستقیم غیر فاوا از بهره‌وری کوتاه‌مدت} \quad (۱۵)$$

$$\beta_i^{it}(1+\theta)\, M\dot{F}P_{it}\ (\mu_{nit}) \quad \text{سهم غیر مستقیم فاوا از بهره‌وری کوتاه‌مدت} \quad (۱۶)$$

$$\beta = \frac{\text{سرمایه گذاری (فاوا)}}{\text{کل سرمایه گذاری}} = \frac{\text{فروش یا انتقال اموال سرمایه ای–ساخت ایجاد و تعمیرات اساسی اموال سرمایه دارتوسط کارگاه و دیگران+خرید یا تحصیل(داخلی و خارجی)}}{\text{کل سرمایه گذاری}} \quad (۱۷)$$

$$1+\theta = \frac{\text{(نرم افزار+سخت افزار) ساخت یا ایجاد وتعمیرات اساسی اموال سرمایه ای توسط کارگاه}}{\text{سرمایه گذاری فاوا}} \quad (۱۸)$$

+ خرید یا تحصیل (داخلی و خارجی)= سرمایه‌گذاری فاوا

فروش یا انتقال اموال سرمایه دار – ساخت ایجاد و تعمیرات اساسی اموال سرمایه ای کارگاه ودیگران

μ_{it} : نسبت موجودی سرمایه واقعی فاوا به کل موجودی سرمایه بخش

μ_{nit} : نسبت موجودی سرمایه واقعی غیر فاوا به کل موجودی سرمایه بخش

ارتباط بین μ_{nit} و μ_{it} از رابطه (۱۹) به دست می‌آید.

$$\mu_{nit} = 1 - \mu_{it} \quad (۱۹)$$

هم‌چنین، نسبت بهره‌وری کوتاه‌مدت غیر فاوا به بهره‌وری کوتاه‌مدت فاوا با نسبت معکوس شاخص قیمتی ارتباطات به شاخص قیمتی تولیدکننده برابر است.

$$\frac{MFP_{nit}}{MFP_{it}} = \frac{P_{it}}{P_{nit}} \quad (۲۰)$$

پس از لگاریتم و دیفرانسیل از رابطه (۲۰) داریم:

$$M\dot{F}P_{nit} = M\dot{F}P_{it} + (\dot{P_{it}} - \dot{P_{nit}}) = M\dot{F}P_{it} + \pi \quad ، \quad \pi = \text{تورم} \quad (۲۱)$$

www.SID.ir

Archive of SID

پس از جای‌گذاری رابطه (۲۱) معادله به شکل زیر صورت‌بندی می‌شود.

$$\dot{MFP} = \mu_{nit}[\dot{MFP}_{nit} + \beta_i^{it}(1+\theta)\dot{MFP}_{it}] = \mu_{nit}[\dot{MFP}_{it} + \pi + \beta_i^{it}(1+\theta)\dot{MFP}_{it}]$$

پس از محاسبات و ساده کردن خواهیم داشت:

$$\frac{\dot{MFP}}{\mu_{nit}} - \pi = (1+\beta_i^{it}(1+\theta))\dot{MFP}_{it} \quad (۲۲)$$

$$\dot{MFP}_{it} = \frac{(\frac{\dot{MFP}}{\mu_{nit}} - \pi)}{(1+\beta_i^{it}(1+\theta))} \quad (۲۳)$$

که تورم (π) همان تفاضل رشد قیمتی تولیدکننده از رشد شاخص قیمتی ارتباطات است.
هم‌چنین، مجموع سهم فاوا برابر است با جمع سهم‌های مستقیم و غیر مستقیم فاوا.

$$\dot{k}_{it} \propto^{it} + (\beta_i^{it}(1+\theta)\dot{MFP}_{it})\ \mu_{nit} \quad (۲۴)$$

۴- یافته‌های پژوهش

ابتدا با استفاده از اطلاعات موجود در سایت مرکز ملی آمار ارزش افزوده اسمی، جبران خدمات و تعداد شاغلان و با استفاده از اطلاعات موجود در بانک مرکزی، شاخص قیمتی کل به تفکیک سال‌ها استخراج و با استفاده از رابطه (۶) ارزش افزوده واقعی و به کمک رابطه (۵) رشد ارزش افزوده واقعی و رشد شاغلان و با استفاده از رابطه (۷) سهم نیروی کار نیز محاسبه می‌شود، سپس اطلاعات پرداختی هزینه ارتباطات و مخابرات از سایت بانک مرکزی استخراج و با استفاده از رابطه (۸) سهم فاوا و رابطه (۹) سهم غیر فاوا محاسبه و با استفاده از اطلاعات موجود در سایت مرکز ملی آمار سرمایه‌گذاری کل و فاوا استخراج و با استفاده از روابط (۱۰) و (۱۱) و توضیحات بخش موجودی سرمایه، رشد موجودی سرمایه واقعی فاوا و غیر فاوا محاسبه می‌شود. اکنون رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را به تفکیک سال‌های تحقیق محاسبه می‌نماییم. از روابط (۱۴) و (۲۳-۱۷) و توضیحات بخش محاسبات رشد بهره‌وری کوتاه‌مدت، رشد بهره‌وری کوتاه‌مدت را به تفکیک سال‌های تحقیق محاسبه می‌نماییم. با توجه به نتایج بدست آمده، جدول میانگین رشدهای بهره‌وری کل عوامل تولید و بهره‌وری کوتاه‌مدت فاوا و رتبه‌های آنان بر حسب نوع صنعت و نمودارهای مربوطه به شرح جدول ۱ آمده است:

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱: مقایسه شاخص‌های مطرح شده طی دوره ۱۳۹۵- ۱۳۸۵

کد	فعالیت	رشد بهره‌وری کل عوامل تولید		رشد بهره‌وری کوتاه مدت فاوا	
		میانگین	رتبه	میانگین	رتبه
۱۵	مواد غذایی و آشامیدنی	.۰۷۳۸	۲	۰.۲۶۱۰	۱
۱۶	توتون و تنباکو	-.۵۷۲۳	۲۴	-.۴۴۳۲	۲۳
۱۷	منسوجات	.۰۰۱۷	۷	۰.۱۲۴۲	۸
۱۸	پوشاک	.۰۵۵۴	۳	۰.۲۲۷۰	۲
۱۹	چرم و کیف	.۰۵۳۱	۴	۰.۱۹۱۱	۳
۲۰	چوب	-.۰۹	۱۹	۰.۰۲۸۹	۱۶
۲۱	کاغذ	.۰۱۲۵	۶	۰.۱۴۹۷	۶
۲۲	چاپ	-.۱۲	۲۲	-۰.۵۸۱۶	۲۴
۲۳	ذغال کک	-.۱۰۴	۲۰	-۰.۱۵۹۲	۱۹
۲۴	مواد شیمیایی	-.۱۱۵	۲۱	-۰.۳۶۰۴	۲۲
۲۵	مواد پلاستیکی	-.۰۱۵۴	۱۰	۰.۱۳۸۱	۷
۲۶	سایر مواد معدنی غیر فلزی	-.۰۴۳۹	۱۳	۰.۰۷۲۰	۱۲
۲۷	فلزات اساسی	-.۰۷۵	۱۸	۰.۰۶۶۱	۱۴
۲۸	فلزی فابریکی	-.۰۰۸۴	۹	۰.۱۱۸۷	۹
۲۹	سایر ماشین‌آلات طبقه‌بندی نشده	-.۰۴۸۸	۱۵	۰.۰۵۵۲	۱۵
۳۰	ماشین‌آلات اداری	-.۰۶۸۷	۱۷	-۰.۳۴۶۷	۲۱
۳۱	برق	-.۰۴۸۷	۱۴	۰.۰۹۷۳	۱۰
۳۲	رادیو و تلویزیون	-.۰۰۴۶	۸	-۰.۰۰۴۰	۱۷
۳۳	پزشکی	.۰۸۵۷	۱	۰.۱۷۹۴	۵
۳۴	موتوری	-.۰۱۸۶	۱۲	۰.۰۷۳۶	۱۱
۳۵	سایر حمل و نقل	-.۰۵۷۷	۱۶	۰.۰۶۸۹	۱۳
۳۶	مبلمان	-.۱۹۸۲	۲۳	-۰.۰۶۱۳	۱۸
۳۷	بازیافت	-.۰۱۶۲	۱۱	-۰.۲۹۱۸	۲۰
۳۸	کل صنعت	.۰۲۸۳	۵	۰.۱۹۰۲	۴

منبع: یافته‌های محقق

www.SID.ir

Archive of SID

منبع: یافته‌های محقق

نمودار ۱: میانگین رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بر حسب بخش‌های اقتصادی

منبع: یافته‌های محقق

نمودار۲: میانگین رشد بهره‌وری کوتاه مدت بر حسب بخش‌های اقتصادی

با استفاده از نتایج بدست آمده از مطالب، جدول و نمودارهای فوق می‌توان این‌گونه بیان کرد که: رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و رشد بهره‌وری کوتاه‌مدت در بخش‌های اقتصادی کشور ناشی از سرمایه فاوا مثبت بوده است. هرچند در برخی از سال‌ها و در بعضی از بخش‌های اقتصادی، رشد این متغیرها بسیار ناچیز و حتی منفی می‌باشد. محاسبات گویای آن است که فقط ۶ صنعت از ۲۳ صنعت، رشد بهره‌وری کل عوامل را تجربه کرده‌اند. بیشترین رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع پزشکی، مواد غذایی و آشامیدنی، پوشاک، چرم و کیف، کاغذ و کمترین آن نیز مربوط به دخانیات، مبلمان، چاپ، مواد شیمیایی و ذغال ککک می‌باشد.

هم‌چنین محاسبات گویای آن است که ۱۵ صنعت از ۲۳ صنعت، رشد بهره‌وری کوتاه‌مدت را تجربه کرده‌اند. این امر گویای آن است که پاسخ بیشتر بخش‌های اقتصادی به فاوا در کوتاه‌مدت

www.SID.ir

Archive of SID

مثبت می‌باشد. بیشترین رشد بهره‌وری کوتاه‌مدت مربوط به صنایع مواد غذایی و آشامیدنی، پوشاک، چرم و کیف، پزشکی و کاغذ و کمترین مربوط به صنایع چاپ، توتون، تنباکو و سیگار، مواد شیمیایی، ماشین‌آلات اداری و بازیافت می‌باشد.

با استفاده از رابطه $\alpha^{it}\,\dot{k}_{it}$ سهم مستقیم فاوا، رابطه (۱۶) سهم غیر مستقیم فاوا و رابطه (۲۴) مجموع سهم‌های فاوا محاسبه می‌شود. در جدول ۲ میانگین سهم مستقیم، غیر مستقیم و مجموع فاوا به تفکیک سال‌ها و نوع صنعت مورد مقایسه قرار گرفته‌اند:

جدول ۲: مقایسه میانگین سهم‌های فاوا طی دوره ۱۳۹۵-۱۳۸۵

کد	فعالیت	میانگین سهم فاوا از بهره‌وری کل عوامل		
		مستقیم	غیر مستقیم	جمع
۱۵	مواد غذایی و آشامیدنی	۰.۰۰۲۱	۰.۰۰۰۰۱۷	۰,۰۰۲۱۱۷
۱۶	توتون و تنباکو	۰.۰۳۰۳	۰.۰۰۰۰۰۰	۰,۰۳۰۳
۱۷	منسوجات	۰.۰۰۳۱	۰.۰۰۰۰۰۰	۰,۰۰۳۱
۱۸	پوشاک	۰.۰۰۲۳	-۰.۰۰۰۰۰۲	۰,۰۰۲۲۹۸
۱۹	چرم و کیف	۰.۰۰۱۵	۰.۰۰۰۰۰۱	۰,۰۰۱۵۰۱
۲۰	چوب	۰.۰۰۴۴	-۰.۰۰۰۰۶۷	۰,۰۰۴۳۳۳
۲۱	کاغذ	۰.۰۰۱۷	۰.۰۰۰۰۱	۰,۰۰۱۷۲
۲۲	چاپ	۰.۲۱۹۲	-۰.۰۰۰۰۱۲	۰,۲۱۹۱۸۸
۲۳	ذغال کک	۰.۰۰۰۲	۰.۰۰۰۰۳۵	۰,۰۰۰۲۳۵
۲۴	مواد شیمیایی	۰.۰۰۱۴	۰.۰۰۰۰۱۷	۰.۰۰۱۴۱۷
۲۵	مواد پلاستیکی	۰.۰۰۱۲	۰.۰۰۰۰۴۱	۰.۰۰۱۲۴۱
۲۶	سایر مواد معدنی غیر فلزی	۰.۰۰۷۵	۰.۰۰۰۰۰۲	۰,۰۰۷۵۰۲
۲۷	فلزات اساسی	۰.۰۰۰۵	-۰.۰۰۰۰۰۳	۰,۰۰۰۴۹۷
۲۸	فلزی فابریکی	۰.۰۰۰۴	۰.۰۰۰۰۳۲	۰,۰۰۰۴۳۲
۲۹	سایر ماشین‌آلات طبقه‌بندی نشده	۰.۰۰۲۳	۰۰.۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۲۳
۳۰	ماشین‌آلات اداری	۰.۱۴۲۳	-۰.۰۰۰۷۱۱	۰.۱۴۱۵۸۹
۳۱	برق	۰.۰۰۱۰	۰.۰۰۰۰۶۲	۰.۰۰۱۰۶۲
۳۲	رادیو و تلویزیون	۰.۰۰۱۸	-۰.۰۰۰۰۴۱	۰.۰۰۱۷۵۹
۳۳	پزشکی	۰.۰۱۷۴	۰.۰۰۰۰۰۶	۰.۰۱۷۴۰۶
۳۴	موتوری	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۰۲۱	۰.۰۰۰۱۲۱
۳۵	سایر حمل و نقل	۰.۰۰۰۶	۰۰.۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۰۶
۳۶	مبلمان	۰.۰۰۲۱	-۰.۰۰۰۰۷۹	۰.۰۰۲۰۲۱
۳۷	بازیافت	۰.۰۰۵	.۰۰۰۰۰۰۰	۰.۰۰۵
۳۸	کل صنعت	۰.۰۰۰۶	۰.۰۰۰۰۱	۰,۰۰۰۶۱

منبع: یافته‌های محقق

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲ نشان می‌دهد که میانگین سهم‌های مستقیم، غیر مستقیم و مجموع فاوا از رشد بهره‌وری ناچیز می‌باشد. همچنین سهم غیر مستقیم از سهم مستقیم کمتر می‌باشد.

در جدول ۳ میانگین سهم‌های نیروی کار، سرمایه فاوا و سرمایه غیر فاوا بر حسب نوع صنعت مورد مقایسه قرار گرفته‌اند:

جدول ۳: مقایسه میانگین سهم‌های نیروی کار، سرمایه فاوا و سرمایه غیر فاوا طی دوره ۱۳۹۵-۱۳۸۵

کد	فعالیت	میانگین سهم نیروی کار	میانگین سهم سرمایه فاوا	میانگین سهم سرمایه غیر فاوا
۱۵	مواد غذایی و آشامیدنی	.۲۸۳۱	.۰۰۲۱	.۷۱۴۸
۱۶	توتون و تنباکو	.۵۳۱۳	.۰۰۱۵	.۴۶۷۲
۱۷	منسوجات	.۴۰۸۶	.۰۰۲	.۵۸۹۴
۱۸	پوشاک	.۴۳۳۴	.۰۰۶۷	.۵۵۹۹
۱۹	چرم و کیف	.۳۶۹۰	.۰۰۲۷	.۶۲۸۳
۲۰	چوب	.۳۲۱۳	.۰۰۱۹	.۶۷۶۸
۲۱	کاغذ	.۳۶۹۳	.۰۰۲۸	.۶۲۷۹
۲۲	چاپ	.۴۸۱۷	.۰۰۴۳	.۵۱۴۰
۲۳	ذغال کک	.۱۰۷۷	.۰۰۰۵	.۸۹۱۸
۲۴	مواد شیمیایی	.۱۲۸۳	.۰۰۰۹	.۸۷۰۸
۲۵	مواد پلاستیکی	.۳۲۲۷	.۰۰۲۳	.۶۷۵۰
۲۶	سایر مواد معدنی غیر فلزی	.۲۷۷۴	.۰۰۲۱۷	.۷۲۰۴
۲۷	فلزات اساسی	.۱۹۱۹	.۰۰۰۸	.۸۰۷۳
۲۸	فلزی فابریکی	.۳۵۶۶	.۰۰۲۱۹	.۶۴۱۲۱
۲۹	سایر ماشین‌آلات طبقه‌بندی نشده	.۳۳۴۹	.۰۰۲۴	.۶۶۲۷
۳۰	ماشین‌آلات اداری	.۴۹۱	.۰۰۷	.۵۰۲
۳۱	برق	.۳۰۴	.۰۰۱۹	.۶۹۴۱
۳۲	رادیو و تلویزیون	.۲۷۵۵	.۰۰۲۳	.۷۲۲۲
۳۳	پزشکی	.۳۰۹۳	.۰۰۲۳	.۶۸۸۴
۳۴	موتوری	.۳۱۲۹	.۰۰۱۴	.۶۸۵۷
۳۵	سایر حمل و نقل	.۴۲۵۳	.۰۰۲۳	.۵۷۲۴
۳۶	مبلمان	.۴۹۵۴	.۰۰۳۶	.۵۰۱
۳۷	بازیافت	.۶۱۶	.۰۰۵۳	.۳۷۸۷
۳۸	کل صنعت	.۲۲۸۳	.۰۰۱۴	.۷۷۰۳

منبع: یافته‌های محقق

در جدول ۳ میانگین سهم سرمایه غیر فاوا بیشتر از میانگین سهم نیروی کار و سرمایه فاوا طی دوره مورد بررسی بوده و این اختلاف در مورد میانگین سهم سرمایه فاوا، معنادار نیز می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

۵- بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق، علاوه بر برآورد رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، رشد بهره‌وری کوتاه‌مدت، میانگین سهم‌های فاوا و غیر فاوا و سهم‌های مستقیم، غیر مستقیم و مجموع فاوا نیز در بخش‌های اقتصادی ایران با استفاده از نتایج آمارگیری کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر در سطح کدهای دو رقمی مرکز آمار ایران در دوره‌های زمانی ۱۳۹۵-۱۳۸۵ در قالب حسابداری رشد با استفاده از الگوی تحقیقات اولینر و سایچل (۲۰۰۲) مورد محاسبه قرار گرفت. در این راستا موارد ذیل نتیجه‌گیری و پیشنهاد می‌گردد:

۱) سهم فاوا در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و رشد بهره‌وری کوتاه‌مدت بر حسب نوع صنعت متفاوت می‌باشد. نوسانات و تغییرات زیادی در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و رشد بهره‌وری کوتاه‌مدت بوده که می‌تواند تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی اثرگذار حاکم بر اقتصاد کشور یا عوامل دیگر باشد که مانع از یک نتیجه‌گیری کلی و یکپارچه در این خصوص می‌گردد.

۲) با این‌که میزان سرمایه‌گذاری فاوا طی دوره ۱۳۹۵-۱۳۸۵ بسیار کم بوده لیکن پاسخ آن در رشد بهره‌وری برای کل صنعت مثبت می‌باشد.

۳) با توجه به تاثیر سرمایه‌گذاری و موجودی سرمایه در سهم‌های مستقیم و غیر مستقیم فاوا لزوم ایجاد زیرساخت‌های لازم شامل سخت‌افزارها، نرم‌افزارها همچون تجهیزات مخابراتی و غیر مخابراتی، اینترنت پرسرعت و کاهش هزینه‌های دسترسی به اینترنت در صنایع تولیدی ایران ضرورت دارد.

۴) یکی از عوامل موثر در بهره‌وری کل عوامل تولید، تحقیق و توسعه و آموزش نیروی انسانی می‌باشد که ارتباط بین صنایع تولیدی و دانشگاه‌ها ضروری است.

۵) با توجه به تغییرات سریع تکنولوژی در بخش فاوا، به روز رسانی و مطابقت سخت‌افزاری و نرم‌افزاری صنایع تولیدی کشور ضروری است.

۶) با توجه به تغییرات سریع تکنولوژی و تخصصی بودن بخش فاوا، استفاده بهینه از نیروهای متخصص در صنایع تولیدی کشور می‌تواند منجر به رشد بهره‌وری گردد.

۷) استفاده از فاوا به همراه عوامل مکمل سرمایه فیزیکی و نیروی انسانی مناسب ممکن است به رشد مثبت و معنادار بهره‌وری منجر گردد که آن نیز نیازمند مطالعات بیشتر می‌باشد.

۸) با توجه به رابطه (۲۳) رشد بهره‌وری کوتاه‌مدت تحت تاثیر عوامل مختلفی مثل تورم (تفاضل رشد قیمتی تولیدکننده از رشد شاخص قیمتی ارتباطات)، نسبت موجودی سرمایه فاوا به کل

www.SID.ir

Archive of SID

موجودی سرمایه بخش، رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، نفوذ فاوا (β)، متغیر $\theta + 1$ می‌باشد. که این نیازمند مطالعات بیشتر در مقالات دیگر است.

به طورکلی ارتقاء رشد اقتصادی از طریق توسعه زیرساخت‌های فاوا با تشویق افزایش سرمایه‌گذاری در بخش فاوا باید اولویت سیاست‌های دولتی قرار گیرد. با توجه به این‌که در دوران پسا کرونا می‌باشیم، لازم است سیاست‌های کشور به سمت توسعه و ارتقاء فاوا قرار گیرد. به عبارتی توسعه اقتصادی در دوران کرونا و پسا کرونا وابسته به توسعه پیشرفت‌های فاوا می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

References

Barani Beiranvand, M. S. (2011). *The Impact of Information Technology on Productivity in Mehr Financial and Credit Institution (Case Study of Lorestan branches)*, Shahid Beheshti University.

Bazzazan, F. (2013). "Measurement of Total Factor Productivity Using anInput-Output Approach". The Journal of Economic Policy **3**(5): 143-168.

Behboudi, D. & Montazeri Shoorekchali, J. (2011). "The Investigation of TFP in Iranian Economy (1966-2007) (Growth Accounting Approach)". Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research **1**(3): 70-49.

Buiatti, C. Duarte, J.B. & Sáenz, L.F. (2017). "Why Is Europe Falling Behind Structural Transformation and Services' Productivity Differences Between Europe and the U.S.". Working Paper, Cambridge Working Papers in Economics: 1708, University of Cambridge, 36.

D. Atkinson, R. (2018). "How ICT Can Restore Lagging European Productivity Growth". Journal of Information Technology and Innovation Foundation. Available at the following site: https://espas.secure.europarl.europa.eu/orbis/node/1352.

D. Atkinson, R. Ezell, S. Andes, S.M. & Castro, D. (2010). "The Internet Economy 25 Years After. Com". (Information Technology and Innovation Foundation), http://www.itif.org/publications/internet-economy-25-years-after-com; Matthieu Pélissié du Rausas et al., "Internet Matters: The Net's Sweeping Impact on Growth, Jobs, and Prosperity" (McKinsey Global Institute, May 2011).

Dedrick, J. Gurbaxani, V. & Kraemer, K. (2003). "Information Technology and Economic Performance: A Critical Review of the Empirical Evidence". ACM Computing Surveys **35**(1): 1-28.

Diermeier, M. & Goecke, H. (2017). "Productivity, Technology Diffusion and Digitization". Wirtschaftsforschung an der Universität München, München **18**: 26-32.

Dimelis, S.P. & Papaioannou. S.K. (2017). "Does Upstream Regulation Matter When Measuring the Efficiency Impact of Information Technology? Evidence across EU and US Industries". Information Economics and Policy **41**: 67-80.

Draca, M. Sadun, R. & Reenen, J. V. (2006). "Productivity and ICTs: A Review of the Evidence". CEP Discussion Paper No 749. DOI: 10.1093/oxfordhb/ 9780199548798.003.0005. Source: ePEc. https://www.researchgate.net/publication/5001176.

Edquista, H. & Henrekson. M. (2017). "Do R & D and ICT Affect Total Factor Productivity Growth Differently?". Telecommunications Policy **41**: 106-119.

www.SID.ir

Gaspar, P. (2003). "ICT and its Impact on Productivity and Economic Growth in Candidate Countries". Retrievable at the following site: www.gasparalapitvany.eu › docs › 97.

Ghita-Mitrescu, S. & Duhnea, C. (2016). "Internet Banking in Romania at a Glance". Ovidius Univ. Ann. Econ. Sci. Ser. **16**: 508-514.

Haider, F. Kunst, R. & Wirl, F. (2020). "Total Factor Productivity, Its Components and Drivers". Empirica https://doi.org.

Huang, J. Xiaochen, C. Huang, S. Tian, S. & Lei, H. (2019). "Technological Factors and Total Factor Productivity in China: Evidence based on a Panel Threshold Model". China Economic Review **54**(C): 271-285.

Jafari, S. Esfandiari, M. & Pahlavani, M. (2020). "Investigating the Role of Factors Affecting the Total Factor Productivity in Iran with an Emphasis on Human Capital and Renewable and Non-Renewable Types of Energy". The Journal of Economic Policy **12**(23): 321-344.

Kiani, K. & Sarlak, A. (2017). "Investigating the Impact of Information and Communication Technology on Capital Productivity and Total Production Factors in Iran". Journal of Financial Economics **11**(39): 83-100.

Lee, H. & Khatri, Y. (2003). "IT and Productivity Growth in Asia". IMF Working Paper WO/03/13.

Liang, C. & 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.

Lin, H.J. & Lin, W.T. (2007). "International E-banking: ICT Investments and the Basel Accord". J. Comp. Int. Manag. **10**: 23-39.

Mačiulytė-Šniukienėa, A. & Gaile-Sarkane, E. (2014). "Impact of Information and Telecommunication Technologies Development on Labour Productivity". Procedia - Social and Behavioral Sciences **110**: 1271-1282.

Mahmoodzadeh, M. & Fathabadi, M. (2017). "Driving Factors of Total Factor Productivity in Iranian Manufacturing Industries". Journal of Economic Modeling Research **7**(26): 141-165.

Mahmoodzadeh, M. Ghavidel Doostkouyi, S. & Chavooshi, S. F. (2019). "Factors Affecting Expansion of E-Commerce in Iran". Economics Research **19**(74): 201-230.

Mahmoodzadeh, M. Mousavi, M. & Paknahad, F. (2016). "Accounting the Growth of in Iran Manufacturing Sector by Emphasizing on ICT". Economic Modeling **9**(32): 41-64.

Mahmoudzadeh, M. (2009). "The Effect of Information Technology on Labor Productivity in the Iranian Manufacturing Industries: 2002-2007". Journal of New Economy and Commerce **5**(17): 1-22.

www.SID.ir

Archive of SID

Mahmoudzadeh, M. (2010). "The Effects of Information and Communication Technology (ICT) on the Total Factor Productivity (TFP) in Iran". Journal of Executive Management **1**(36): 107-130.

Mahmoudzadeh, M. (2011). "The Effects of Information and Communication Technology (ICT) on the Total Factor Productivity (TFP) in Selected Developing Countries". Iranian Journal of Trade Studies **15**(57): 29-64.

Moshiri, S. Parsa, M. & Darougar, L. (2018). "Effects of Information Technology on Production Chain in Iran: An Input-Output Approach". Economics Research **18**(68): 1-44.

Oliner, S. D. & Sichel, D. E. (2002). "Information Technology and Productivity: Where Are We Now and Where Are We Going?" Finance and Economics Discussion Series 2002-29, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.), Revised 2002.

Solow. R. (1987). "We'd Better Watch Out". New York Times Book Review

Souma, W. Ikeda, Y. Iyetomi, H. & Fujiwara, Y. (2009). "Distribution of Labour Productivity in Japan over the Period 1996–2006". Economics The Open-Access, Open-Assessment E-Journal, **14**(3). http://dx.doi.org/10.5018/ economics-ejournal. ja. 2009-14.

Stoica, O. Mehdian, S. & Sargu, A. (2015). "The Impact of Internet Banking on the Performance of Romanian Banks: DEA and PCA Approach". Procedia Econ. Financ 20: 610-622.

Toader, E. Firtescu, B. N. Roman, A. & Anton, S. G. (2018). "Impact of Information and Communication Technology Infrastructure on Economic Growth: An Empirical Assessment for the EU Countries". Sustainability 10: 3750.

Triplett, J. E. & Bosworth, B.P. (2003). "Productivity Measurement Issues in Services Industries: 'Baumol's Disease' has Been Cured". FRBNY Economic Policy Review **9**(3): 23-33.

Van Ark, B. Melka, J. Mulder, N. Timmer, M. & Ypma, G. (2003) "ICT Investments and Growth Accounts for the European Union, Final Report on "ICT and Growth Accounting" for the DG Economics and Finance of the European Commission". Research Memorandum GD-56, Groningen Growth and Development Centre.

www.amar.org.ir

www.cbi.ir

www.ITU.int

Zhen-Wei Qiang, Ch. Pitt, A. & Ayers, S. (2003). "Contribution of Information and Communication Technologies to Growth". Warld Bank Working Paper No. 24. http://dx.doi. org/10.1596/0-8213-5722-0.

www.SID.ir

Archive of SID

ضمیمه ۱ حسابداری رشد

با استفاده از تابع تولید گسترش یافته سولو می‌توان تولید را تابعی به شکل زیر در نظر گرفت:

$$Y(t) = F[K(t)،L(t)،A(t)] \quad (۱)$$

در این رابطه $Y(t)$ تولید نهایی، $K(t)$ انباشت سرمایه فیزیکی اقتصاد، $L(t)$ نیروی کار (ساعت اشتغال یا تعداد کارکنان)، $A(t)$ تکنولوژی و t نیز متغیر مستقل زمان می‌باشد. فرض می‌شود تولید نهایی پیوسته، کاهنده، مشتق‌پذیر، مثبت و نسبت به مقیاس دارای بازده ثابت و زمان نیز پیوسته باشد. تغییرات نسبی تولید را می‌توان با استفاده از تغییرات نسبی سرمایه، نیروی کار و بهره‌وری کل عوامل تولید توضیح داد. برای محاسبه تغییرات نسبی در تولید از رابطه (۱) نسبت به t دیفرانسیل می‌گیریم:

$$\frac{\partial Y}{\partial t} = \frac{\partial Y}{\partial K}\frac{\partial K}{\partial t} + \frac{\partial Y}{\partial L}\frac{\partial L}{\partial t} + \frac{\partial Y}{\partial A}\frac{\partial A}{\partial t} \quad (۲)$$

طرفین رابطه بر Y تقسیم و بر هر یک از متغیرهای مستقل همان جمله ضرب و تقسیم می‌شود:

$$\frac{1}{Y}\frac{\partial Y}{\partial t} = \frac{\partial Y}{\partial K}\frac{\partial K}{\partial t}\frac{1}{Y}\frac{K}{K} + \frac{\partial Y}{\partial L}\frac{\partial L}{\partial t}\frac{1}{Y}\frac{L}{L} + \frac{\partial Y}{\partial A}\frac{\partial A}{\partial t}\frac{1}{Y}\frac{A}{A} \quad (۳)$$

$$\frac{\partial Y/\partial t}{Y} = \left(\frac{\partial Y}{\partial K}\frac{K}{Y}\right)\left(\frac{\partial K/\partial t}{K}\right) + \left(\frac{\partial Y}{\partial L}\frac{L}{Y}\right)\left(\frac{\partial L/\partial t}{L}\right) + \left(\frac{\partial Y}{\partial A}\frac{A}{Y}\right)\left(\frac{\partial A/\partial t}{A}\right) \quad (۴)$$

$$\dot{y} = \frac{\partial Y/\partial t}{Y}\text{،}\dot{k} = \left(\frac{\frac{\partial K}{\partial t}}{K}\right)\text{،}\dot{l} = \left(\frac{\frac{\partial L}{\partial t}}{L}\right)\text{،}M\dot{F}P = \left(\frac{\partial Y}{\partial A}\frac{A}{Y}\right)\left(\frac{\frac{\partial A}{\partial t}}{A}\right)\text{،}\alpha_k = \frac{\partial Y}{\partial K}\frac{K}{Y}\text{،}\alpha_l = \frac{\partial Y}{\partial L}\frac{L}{Y} \quad (۵)$$

$$\dot{y} = \alpha_k\dot{k} + \alpha_l\dot{l} + M\dot{F}P \quad (۶)$$

$$M\dot{F}P = \dot{y} - \alpha_k\dot{k} - \alpha_l\dot{l} \quad (۷)$$

www.SID.ir

Archive of SID

Original Research Article

Providing a framework to estimate ICT contributions to the growth of productivity: Evidence from the Iranian manufacturing industry[1]

Mahmoud Rezaee Seraji[2]
Mahmoud Mahmoudzadeh[3]*
Parvaneh Salatin[4]
Mehdi Fathabadi[5]

Received: 27-12-2020 Accepted: 11-03-2021

Introduction: The impact of ICT on the economic and social development of countries has been studied over the past three decades using different methods and data in different time periods and at national or international levels. Studies show ICT, at the macro level of productivity and economic growth, has been impressive. The ambiguity of ICT productivity was first raised by Robert Solo in 1987. For this reason, it is also known as "solo ambiguity". "We see computers everywhere except in productivity statistics", he said. In the 1980s, most studies reported a negative relationship between productivity at the economy level and the IT workforce. However, in the 1990s, further research findings highlighted the positive and significant effect of ICT on productivity and economic growth. Therefore, the effects and consequences of ICT have been discussed by researchers since the 1990s. The purpose of this study is to examine the productivity growth in all production factors, short-term productivity growth, direct, indirect and total ICT shares as well as the average ICT and non-ICT shares of productivity growth.

Methodology: This research is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in terms of data collection. The study aims to explore the relationship between ICT and the productivity growth of all the factors of production. A historical study of the correct measurement of the share of

[1] . The article is extracted from a doctoral thesis.

[2] . PhD Student in Economics, Firoozkooh Branch, Islamic Azad University
Email: m.rezaee793@gmail.com
[3] . Associate Professor of Economics, Firoozkooh Branch, Islamic Azad University
[4] . Assistant Professor of Economics, Firoozkooh Branch, Islamic Azad University
[5] . Assistant Professor of Economics, Firoozkooh Branch, Islamic Azad University

www.SID.ir

Archive of SID

inputs in production shows that there are complex tools and methods in this regard, one of which is growth accounting. Using it, one can calculate the share of technology or the growth of technology in progress, which is equal to the growth of productivity in all the factors of production and is known as "solo waste". Solo waste is the share of productivity in GDP obtained by the difference of the growth of labor and capital from the growth of output. This study evaluates, compares, and analyzes the variables considering growth accounting and the research model of Oliner and Seichel (2002). For this purpose, application is made of the survey results of the industrial workshops of more than ten employees at the level of two-digit codes of the Statistics Center of Iran in the period 2006-2016. The following equations are used to calculate the total productivity growth of the short-term factors of production:

$$\dot{MFP} = \dot{Y} - (\propto^{kn} \dot{k}_{n} + \propto^{it} \dot{k}_{it} + \alpha^{L} \dot{L})$$

$$\dot{MFP}_{it} = \frac{(\frac{\dot{MFP}}{\mu_{nit}} - \pi)}{(1 + \beta_{i}^{it}(1+\theta))}$$

Also, to calculate the direct and indirect ICT shares, the following equations is used: $\propto^{it} \dot{k}_{it}$, $\beta_{i}^{it}(1+\theta)\, \dot{MFP}_{it}(\mu_{nit})$

The variables and formulas are fully explained in the text of the article.

First, using the data available on the website of the National Statistics Center of Iran, the nominal value added, the compensation of services and the number of employees, the total price index is extracted by years. Also, using relation (6) the real value added is estimated, and relation (5) calculates the growth of the real value added and the employees. Equation (7) serves to calculate the share of labor force, and then the data on the payment of communications and telecommunications costs are extracted from the site of the Central Bank. Equations (8) and (9) calculate the ICT share and relationship as well as the share of non-ICT, respectively. Equation (9) also extracts the data from the website of the National Center for Total Investment and ICT Statistics. Relations (10) and (11) along with the explanations of the capital inventory section calculate the growth of real capital inventory of ICT and non-ICT. We now calculate the productivity growth of all the factors of production in the studied years. From Equations (14) and 17-13 and the explanations of the short-term productivity growth, we calculate the short-term productivity growth separately in the studied years. This paper presents the table of the average productivity growth for the total factors of production, the short-term productivity of ICT and their ranks in terms of the type of industry as well as the corresponding charts.

Results and Discussion: Calculations show that only 6 out of 23 industries have experienced total factor productivity growth. The highest productivity growth of the total production factors is in medical, food and beverage, clothing, leather and bags, and in the paper industry, while the lowest is

www.SID.ir

Archive of SID

related to tobacco, furniture, printing, chemicals and coke. Calculations also show that 15 out of 23 industries have experienced short-term productivity growth. This shows that the response of most economic sectors to ICT is positive in the short term. The most growth of short-term productivity is related to food and beverage industries, clothing, leather and bags, medicine and paper, but the lowest occurs in the printing, tobacco, tobacco and chemical industries, chemicals, office machinery and recycling. The equation $\dot{k}_{it} \propto^{it}$ calculates the direct share of ICT, Equation (16) the indirect share of ICT and Equation (24) the sum of ICT shares. Then, the tables of the average direct, indirect and total ICT shares by years and types of industry are compared. At the end, the table of the average shares of labor force, ICT capital and non-ICT capital are compared according to the type of industry.

Conclusion: The share of ICT in the productivity growth of all the factors of production and short-term productivity growth varies according to the type of industry. This share has been very small and even negative in some years and in some economic sectors. The averages of the direct and indirect shares as well as the total ICT are negligible. Moreover, the indirect share is less than the direct share. The average share of the non-ICT capital is higher than that of labor and the ICT capital during the mentioned period. The difference is significant regarding the average share of the ICT capital.

Keywords: ICT, Total productivity of production factors, Economic sectors of Iran.

JEL classification: O33, O47, L60.

www.SID.ir