تحقیقات اقتصادی / دوره ۵۲، شمارهٔ ۲، تابستان ۹۶/ ص ۴۲۷-۳۹۷

برآورد آثار مستقیم و سرریز سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید صنایع ایران با تأکید بر نقش سرمایه‌ی انسانی و ظرفیت جذب[۱]

سعید مشیری*

دانشیار، دانشکده‌ی اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران، smoshiri@stmcollege.ca

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۰۹

چکیده

فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان یکی از فناوری‌های با کاربردهای عام، اقتصاد کشورهای جهان را طی دهه‌های اخیر متحول ساخته است. ایران نیز به‌عنوان یک کشور در حال توسعه و نیمه صنعتی، سرمایه‌گذاری‌های نسبتا زیادی برای به کارگیری فاوا در بخش‌های مختلف اقتصادی کشور به ویژه در دهه اخیر انجام داده است، اما وضعیت شاخص‌های سرمایه‌گذاری فاوا درکشور در مقایسه با سایر کشورهای منطقه و جهان، مطلوب نبوده و آثارآن بررشد تولید و بهره‌وری به‌طور دقیق مشخص نیست. هدف این پژوهش، برآورد آثار فاوا برتولید بخش صنعتی ایران است. برای این کار، از یک مدل اقتصادسنجی با داده‌های پنل، شامل داده‌های صنایع کارخانه‌ای با کدهای چهاررقمی در دوره‌ی ۱۳۹۳-۱۳۸۳ استفاده شده است. در مدل به‌کار رفته، آثار عوامل مکمل مانند کیفیت نیروی کار، با استفاده از شاخص‌های مختلف سطح مهارت و آموزش و نوع فعالیت و ظرفیت جذب بنگاه‌ها، با استفاده از متغیر تحقیق و توسعه، نیز برآورد شده‌اند. هم چنین، علاوه بر آثار مستقیم فاوا، آثار غیرمستقیم یا سرریز آن در درون صنایع و بین صنایع نیز تصریح و برآورد شده‌اند. نتایج برآورد نشان می‌دهند که سرمایه‌گذاری فاوا اثر مثبتی بر تولید صنایع کارخانه‌ای ایران داشته و اثرآن در طول زمان افزایش یافته است. افزایش میزان مهارت، سطح تحصیلات و سرمایه‌ی تحقیق و توسعه نیز برمیزان اثرگذاری فاوا افزوده است. هم چنین نتایج به‌دست آمده دلالت بر آثار سرریز سرمایه‌گذاری فاوا درمیان صنایع و بین صنایع دارد.

طبقه بندی JEL: O1, O3, O4

واژه‌های کلیدی: فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا)، صنایع کارخانه‌ای، ایران، نیروی کار، تحقیق و توسعه، سرریز

---

۱. این مقاله بر گرفته از یک طرح پژوهشی است که در شهریور ۱۳۹۵ برای سازمان فناوری و اطلاعات ایران انجام شده است.

*. شماره تماس: ۰۹۱۲۵۱۳۲۵۵۸

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

تحولات چشمگیر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) طی دهه‌های اخیر، وضعیت اقتصادی و اجتماعی کشورهای جهان را به شدت تحت تأثیر قرارداده و موجب پیشرفت اقتصادی کشورهای توسعه یافته و برخی کشورهای درحال توسعه شده است. اقتصاد دیجیتالی هم چنان با سرعت زیادی در جهان در حال گسترش است و امروزه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل محرک نوآوری، رقابت‌پذیری و رشد به ویژه در اقتصادهای نوظهور و در حال توسعه محسوب می‌شود. در حقیقت، تفاوت بین اقتصادهای توسعه یافته و در حال توسعه در دوران اخیر کمتر به سطح منابع طبیعی و یا حتی سرمایه‌ی انسانی بستگی دارد. درحال حاضر، شکاف توسعه یافته‌گی بیشتر مربوط به تفاوت رو به رشد در دسترسی به ظرفیت‌های سازمانی است و اینکه تا چه حد این ظرفیت‌ها فرصت هماهنگی و بهره‌برداری از منابع اطلاعاتی را ایجاد می‌کنند (استیگلیتز، ۲۰۰۲)[1]. ظرفیت‌های سازمانی اغلب به صورت مستقیم به توانایی به‌کارگیری فاوا در میان ساختارهای شبکه‌ای وابسته است که می‌تواند بنگاه‌های اقتصادی را با روش‌های نوین به یکدیگر ارتباط دهد.

ویژگی‌های فاوا، مانند سرعت زیاد پیشرفت و سادگی انتشار آن، این امکان را به کشورهای درحال توسعه می‌دهد تا بتوانند سریع‌تر از قبل فاصله‌های علمی و اقتصادی خود با جهان توسعه یافته را کمتر کنند. برخی از کشورهای درحال توسعه مانند چین و هند، با شناخت مناسب از این فرصت تاریخی، سرمایه‌گذاری‌های لازم در فاوا و بخش‌های زیرساختی و مکمل آن کرده و به رشدهای قابل توجهی دست یافته‌اند. برخی کشورهای کمتر توسعه یافته در آفریقا، آسیا و آمریکای لاتین نیز در این زمینه دست آوردهای مناسبی به‌دست آورده‌اند. ایران نیز با جمعیت نسبتا زیاد با ترکیب سنی جوان و تحصیلات بالا و درآمد سرانه‌ی متوسط، به‌عنوان یکی از کشورهای در حال توسعه و صنعتی شدن در جهان مطرح است، بنابراین، انتظار می‌رود که درآن سرمایه‌گذاری‌های لازم در زمینه نوآوری‌های تکنولوژی متناسب با پیشرفت‌های بین‌المللی صورت پذیرد تا نه تنها از گردونه‌ی رشد اقتصادی و علمی عقب نماند، بلکه بتواند فاصله سنتی خود با استانداردهای زندگی جهانی را با سرعت مناسبی کم کند. هرچند سرمایه‌گذاری‌های نسبتا زیادی در فاوا در بخش‌های مختلف اقتصادی کشور به‌ویژه در دهه اخیر انجام گرفته است، ولی وضعیت شاخص‌های سرمایه‌گذاری فاوا درایران در مقایسه با سایر کشورهای منطقه و جهان مطلوب نبوده و آثار ان بررشد تولید و بهره‌وری به‌طور دقیق مشخص نیست.

1. Stiglitz

Archive of SID

www.SID.ir

داده‌های کلان نشان می‌دهند که ایران طی ده سال اخیر نزدیک به ۳/۵ درصد از تولید ناخالص داخلی اش را صرف سرمایه‌گذاری در فاوا کرده است که نسبت به میانگین جهانی (۶/۵ درصد) بسیار پایین است. هم چنین، متوسط سرمایه‌گذاری فاوا در دوره‌ی اخیر به ازای هر ۱۰۰۰ نفر در ایران برابر با ۴۷۵ هزاردلار بوده است که فاصله زیادی با میانگین جهانی ۱.۵ میلیون دلار دارد (WITSA, 2010). طبق حساب‌های اقماری ICT، ارزش افزوده ICT حدود ۲ درصد کل ارزش افزوده کشور در سال ۱۳۹۱ است که ۱/۵۵ درصد آن به ارتباطات و ۰/۵۸ درصد آن به سایر زیربخش‌های فاوا، یعنی اطلاعات و خدمات رایانه‌ای تعلق دارد (حساب‌های اقماری ICT، ۱۳۹۱).

هدف این پژوهش، برآورد آثار فاوا برتولید بخش صنعتی ایران است. برای این کار، از یک مدل اقتصادسنجی با داده‌های پنل شامل داده‌های صنایع کارخانه‌ای با کدهای چهاررقمی در دوره‌ی ۱۳۹۳-۱۳۸۳ استفاده شده است. نوآوری‌های مقاله شامل چهار مورد زیراست. اول، استفاده از داده‌های با حجم زیاد صنایع با کدهای چهاررقمی در طول ۱۰ سال که دقت بیشتری از ضرایب برآورد شده نسبت به داده‌های تجمیع شده و کلان به دست می‌دهد. دوم، برآورد اثر کیفیت نیروی کار بر بازدهی فاوا درتولید است که برای آن از شاخص‌های مختلف سطح مهارت و آموزش و نوع فعالیت استفاده شده است. سوم، تصریح و برآورد نقش ظرفیت جذب بنگاه‌ها در بازدهی اثرفاوا است که با استفاده از متغیر تحقیق و توسعه انجام شده است. چهارم، در مقاله‌هایی که تاکنون در زمینه‌ی اثرگذاری فاوا در ایران منتشر شده‌اند، تمرکز برآثار مستقیم فاوا بوده است. در این مقاله، علاوه بر اثار مسقتیم فاوا، آثار غیرمستقیم یا سرریز آن در درون صنایع و بین صنایع نیز تصریح و برآورد شده است.

بقیه مقاله به صورت زیر سازماندهی شده است. دربخش ۲، ابعاد نظری مسیرهای اثرگذاری فاوا بر فعالیت‌های اقتصادی و در بخش ۳، مشاهدات تجربی بین‌المللی و ایران بررسی شده‌اند. بخش ۴، شامل تصریح مدل تجربی، داده‌های مورد استفاده در مدل و نتایج برآوردها و تجزیه و تحلیل آن‌هاست. نتیجه‌گیری دربخش ۵ مقاله ارایه شده است.

۲. مسیرهای اثرگذاری فاوا در اقتصاد

مسیر زمانی تأثیرگذاری فاوا بر اقتصاد از قاعده‌ای که توسط شومپیتر[1] برای فرایند اثرگذاری فناوری‌های با کاربردعام[2] ارایه شده است پیروی می‌کند. طبق این قاعده،

1. Shumpeter
2. General Purpose Technology (GPT)

Archive of SID

www.SID.ir

فناوری‌های با کاربردعام، مانند ماشین بخار وبرق در قرن گذشته، در ابتدا ممکن است اثر خنثی و یاحتی منفی بر بهره‌وری و رشد فعالیت‌های اقتصادی داشته باشند، زیرا در شرایط اولیه‌ی توسعه‌ی فناوری، سایر امکانات مکمل آن‌ها هنوز آماده نبوده و ریسک استفاده از آن‌ها برای بنگاه‌ها نیز زیاد است. اگر فناوری از ویژگی سرریز شبکه‌ای نیز برخوردار باشد، با توجه به کوچک بودن اندازه‌ی شبکه در مراحل اولیه، نفع زیادی برای استفاده کنندگان آن وجود نخواهد داشت. پس از طی مرحله‌ی اول، هنگامی که عوامل مکمل اماده و افراد و واحدهای اقتصادی به‌تدریج با ابعاد فناوری جدید آشنا شده مهارت‌های لازم را کسب کردند، بازدهی سرمایه‌گذاری در فناوری افزایش می‌یابد و در نتیجه شاهد گسترش وسیع و سریع آن در بخش‌های مختلف اقتصاد خواهیم بود. در مرحله‌ی سوم، رشد فناوری اشباع شده و اثر بهره‌وری آن به حالت عادی بازخواهد گشت[1]. مطالعات انجام شده در زمینه‌ی اثرگذاری فاوا بر رشد تولید و بهره‌وری کشورهای توسعه یافته، روند شومپیتری توسعه‌ی فناوری در مورد فاوا را تأیید می‌کنند. هر چند بررسی‌های اولیه در اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰ نتوانستند اثر مثبتی برای استفاده از فاوا بر بهره‌وری بنگاه‌ها و کل اقتصاد پیدا کنند، اما با توجه به تحقیقات بسیاری که بعدها در زمینه‌ی اثرگذاری فاوا در سطح بنگاه‌های اقتصادی و اقتصاد کلان در جهان و به ویژه در کشورهای توسعه یافته انجام شد، مشخص شد که سرمایه‌گذاری در فاوا اثر مثبت زیادی بر فعالیت‌های بنگاه های تولیدی و کل اقتصاد به ویژه در نیمه‌ی دوم دهه ۱۹۹۰ داشته است. به‌طور خاص، استفاده از سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطاتی دیجیتال موجب افزایش کارآیی عوامل تولید و کارآیی کل، بهبود کیفیت کالا، تولید محصولات جدید، افزایش سود، افزایش سهم بازار، تحولات ساختار بازار کار، افزایش نوآوری و رقابت‌پذیری در سطح بنگاه‌ها و کل اقتصاد می‌شود[2]. اما این که آیا توسعه‌ی فاوا و میزان اثرگذاری آن بر بهره‌وری به مرحله‌ی اشباع خود رسیده یا نه، هنوز موضوع مورد اختلاف و بحث پژوهشگران است[3].

---

1. Agion& Howitt, 1998, Lipsey et al., 2005

۲. خنثی یا منفی بودن اثر فاوا بر کارآیی در مطالعات مربوط به اوایل دهه‌ی ۱۹۹۰، در این جمله معروف سولو، اقتصاددان برجسته MIT، و برنده جایزه نوبل، آشکار است که به‌عنوان "معمای سولو"، شناخته می‌شود. عبارت معروف سولو این بود که کارآیی را در همه جا به جز کامپیوترها می‌توان مشاهده کرد (Moshiri, 2016).
(Baldwin & Sabourin, 2002; Jorgenson, 2012; Bresnahan, 2010; Moshiri & Simpson, 2011; Brynjolfsson & Hitt, 2000; Brynjolfsson & Hitt., 2003)

۳. Robert Gordon، استاد برجسته‌ی دانشگاه North Western آمریکا، به داشتن عقاید بدبینانه نسبت به آینده فاوا معروف است، ولی Erick Brhnjolfsson، استاد دانشگاه MIT، معتقد است که اثر بهره وری فاوا درآینده نیز ادامه خواهد داشت. مشاهده‌ی برای مناظره‌ی این دو به سایت زیر مراجعه فرمایید:
http://blog.ted.com/the-future-of-work-and-innovation-robert-gordon-and-erik-brynjolfsson-debate-at-ted2013/

Archive of SID

www.SID.ir

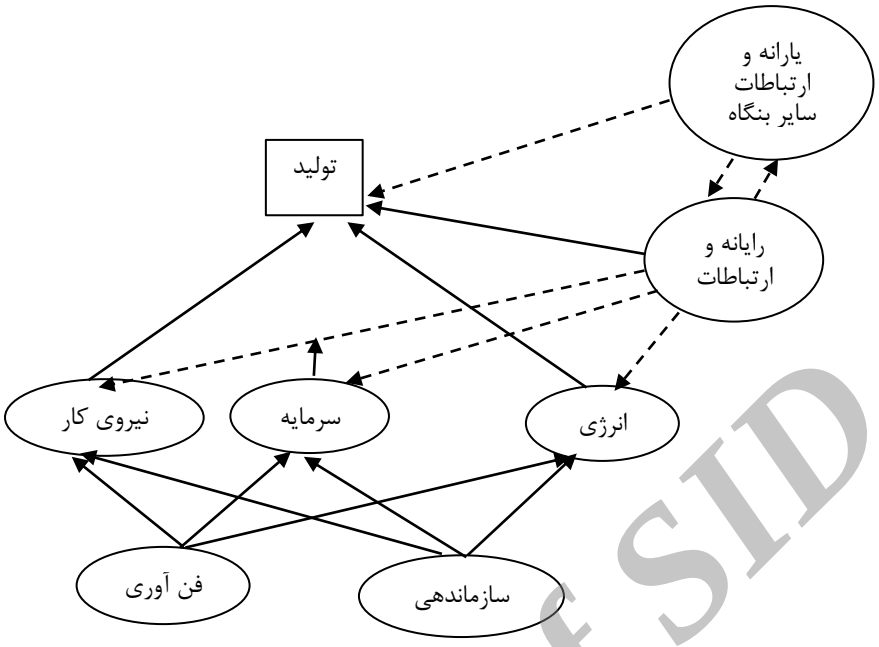
توجه به مراحل اثرگذاری فناوری بر بهره‌وری و رشد اقتصادی اهمیت زیادی دارد، زیرا سیاست‌گذاری‌های متناسب با توسعه‌ی فناوری باید با توجه به تشخیص این مراحل در هر جامعه‌ای باشد. به‌طورمشخص، در مراحل اولیه‌ی توسعه‌ی فناوری، نیاز به حمایت‌های دولت برای جبران ریسک‌های ناشی از ناشناخته بودن آثار فناوری و کوچک بودن اندازه‌ی شبکه وجود دارد. وضع قوانین و مقررات مناسب برای حمایت و تشویق کارآفرینی و رشد فناوری در این مرحله نیز می‌تواند بسیار حایز اهمیت باشد. در مراحل بعدی توسعه‌ی فناوری، با توجه به پذیرش آن در سطح عمومی جامعه و بهره‌مندی مستقیم افراد و بنگاه‌ها از به‌کارگیری آن، دیگر نیازی به حمایت‌های اقتصادی دولت وجود نخواهد داشت.

به‌طور کلی، فاوا از سه طریق بر کارآیی بنگاه‌های تولیدی اثر می‌گذارد. اول، اثر مستقیم که مانند اثر سایر عوامل تولید بر تولید، یعنی تعمیق سرمایه[1] است. افزایش عوامل تولید موجب افزایش تولید می‌شود، ولی با توجه به ویژگی بازدهی نزولی یک عامل تولید با فرض ثبات سایر عوامل تولید در کوتاه‌مدت، عمر این روند پایدار نیست. دوم، اثر غیرمستقیم، یا سرریز داخلی است که به معنی افزایش کارآیی سایر نهاده‌ها به‌علت استفاده از فاوا است. به‌عنوان نمونه، استفاده از رایانه و نرم افزارهای تخصصی موجب افزایش سطح مهارت و کارآیی نیروی کار و سایر سرمایه‌های فیزیکی می‌شود. هم چنین، به کارگیری فن آوری جدید زمینه‌ی ایجاد تغییرات اساسی در سازماندهی تولید شامل سلسله مراتب، انعطاف‌پذیری در ساعات کار، ارتباط عوامل تولید با هم و با خارج از بنگاه را فراهم می‌کند. اثر سوم، اثر سرریز خارجی است، به این ترتیب که استفاده از فاوا در یک بنگاه موجب افزایش کارآیی در سایر بنگاه‌ها می‌شود. این اثر ناشی از ویژگی‌های آثار خارجی کالاهای شبکه‌ای و دانش بنیان است. اثر شبکه‌ای به این معنی است که استفاده از فن‌آوری یا کالای خاص توسط دیگر افراد یا بنگاه‌ها، ارزش و کارآیی آن را برای استفاده کننده‌ی آن افزایش می‌دهد. ویژگی دانش بنیان نیز به این معنی است که ایجاد دانش، به‌عنوان یک کالای عمومی، در یک بنگاه در محدوده‌ی آن بنگاه محصور نمی‌ماند و مورد استفاده‌ی سایر بنگاه‌ها نیز قرار خواهد گرفت. تلفن همراه، اینترنت، یا شبکه‌های مجازی نمونه‌های بارزی از کالاهای شبکه‌ای هستند، به‌طوری که ارزش آن‌ها برای استفاده کنندگان با گسترش حجم شبکه بیشتر می‌شود (مشیری، ۲۰۱۵). همگرایی سریع بنگاه‌ها در استفاده از نوآوری‌ها، دلالت بر انتشار سریع دانش جدید فراتر از مرزهای بنگاه‌های تولید کننده آن دارد. نمودار ۱، مسیرهای اثرگذاری فاوا بر تولید بنگاه را نشان می‌دهد.

1. Capital Deepening

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۱. مسیرهای اثرگذاری فاوا بر تولید بنگاه ها

۳. شواهد تجربی

مطالعات تجربی رابطه‌ی نزدیک بهره‌وری نیروی کار در بنگاه‌ها با میزان استفاده از فاوا در بسیاری از کشورهای جهان را نشان می‌دهند. به‌عنوان نمونه، می‌توان به مطالعات آروانتیس (۲۰۰۵)[1] درکشور سویس، روویـنن و مالیرانتا[2] (۲۰۰۴) در کشور فنلاند[3] همپل و همکاران (۲۰۰۴) در دو کشور آلمان و هلند وبالدوین و همکاران[4] (۲۰۰۴) در کشور کانادا اشاره کرد. برای مثال، بنگاه‌های کانادایی که از فاوا استفاده کرده‌اند، بیشترین بهره‌وری را در بین بنگاه‌ها داشته و درنتیجه سهم بزرگ‌تری از بازار را کسب کرده‌اند. در این میان بعضی از تکنولوژی‌های فاوا مانند تکنولوژی شبکه ارتباطات اهمیت خاصی داشته‌اند (بالدوین و صبورین، ۲۰۰۲)[5]. هم چنین، روویـنن و مالیرانتا[6] (۲۰۰۴) با مطالعه‌ی بنگاه‌های کشور فنلاند بهره‌وری اضافه ایجاد شده از نیروی کار مجهز به فاوا را بین ۸ تا ۱۸ درصد و کشش سرمایه‌ی فاوارا ۵ تا ۶ درصد برآورد می‌کنند. این اثر برای بنگاه‌های جوانتر و بخش تولید فاوا، به ویژه تولید خدمات فاوا، بیشتر است.

1. Arvanitis
2. Maliranta & Rouvinen
3. Hempell
4. Baldwin
5. Baldwin and Sabourin
6. Maliranta & Rouvinen

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی بنگاه‌ها نشان می‌دهد که استفاده از فاوا زمانی در عملکرد اقتصادی تأثیر مثبتی دارد که همراه با عوامل مکملی مانند مهارت و تجربه، نوآوری و تغییرات سازمانی باشد. همچنین، عواملی چون سن بنگاه، اندازه بنگاه و نوع فعالیت بنگاه در میزان تأثیر فاوا بر عملکرد بنگاه‌ها تأثیر گذارند (پیلات، ۲۰۰۵)[1]. برای مثال مطالعه‌ی گرتن[2] و همکاران (۲۰۰۴)، نشان می‌دهد که اثرات مفید استفاده‌ی فاوا در رشد بهره‌وری کل عوامل در استرالیا معمولا در ارتباط مستقیم با سطح سرمایه‌ی انسانی و مهارت در بنگاه‌ها است. همچنین تجربه‌ی بنگاه در اختراع، کاربرد روش‌های پیشرفته‌ی تجارت و شدت تغییرات سازمانی، عوامل مهم دیگر دراثرگذاری فاوا هستند. افزون بر این، این مطالعه نشان می‌دهد که بنگاه‌هایی که با شدت بیشتری از فاوا استفاده می‌کنند معمولا بنگاهای بزرگ‌تر با مدیران و کارگران ماهرتر هستند. مشیری و سیمپسون (۲۰۱۱)[3]، نیز با استفاده از دادهای نظرسنجی کارفرمایان و کارکنان کانادا در طی دوره‌ی ۱۹۹۰-۲۰۰۳، نشان می‌دهند که استفاده از کامپیوتر توسط کارکنان اثر مثبت و معناداری بر بهره‌وری بنگاه‌ها داشته و این اثر زمانی که همراه با سرمایه‌ی انسانی بالاتر باشد، بیشتراست. در مطالعه دیگری، همپل و همکاران (۲۰۰۴)، با استفاده از داده‌های بنگاه‌های آلمان و هلند در بخش خدمات، نشان می‌دهند که اثر تعمیق سرمایه‌ی فاوا زمانی که همراه با ترکیب پایدارتری از استفاده فاوا و اختراعات فناوری در بنگاه باشد، بیشتر است. به عبارت دیگر، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که وقتی بنگاه‌ها خود برای نوآوری تلاش می‌کنند، فاوا با بهره‌وری بالاتری مورد استفاده قرار می‌گیرد.

استفاده از فاوا، علاوه بر آثار مثبتی که بر فرآیند تولید و کارآیی بنگاه‌ها دارد، دارای آثار کلان اقتصادی و اجتماعی نیز هست. به‌عنوان نمونه، فاوا نقش عمده‌ای در رشد اقتصادی و ایجاد اشتغال، به ویژه شغل‌های جدید، ایفا کرده است، به‌طوری که در سال‌های اخیر، نرخ رشد اقتصاد دیجیتالی در اتحادیه‌ی اروپا هفت برابر نرخ رشد بقیه‌ی اقتصاد بوده و حدود نیمی از افزایش بهره‌وری کل در سرمایه‌گذاری فاوا ریشه داشته است (دی ای ا۲۰۱۲)[4]. هم چنین، با وجود کاهش ۲/۹- درصدی اشتغال در تمامی بخش‌های اقتصادی در سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۱۲ در اتحادیه‌ی اروپا، اشتغال در بخش فاوا با نرخی معادل ۲ درصد رشد داشته است (ای وی امو ۲۰۱۳).[5]

1. Pilat et al.
2. Greton
3. Moshiri & Simpson
4. DEA
5. EVM

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به مطالعات بسیاری که در زمینه‌ی آثار صنعت فاوا بر رشد بهروری نیروی کار کشورهای OECD انجام شده، می‌توان نتیجه گرفت که طی دهه ۱۹۹۰، صنعت تولید فاوا بر رشد بهروری نیروی کار تأثیر قابل ملاحظه‌ای داشته است. البته میزان این تأثیر به این که کشورها چه نوع از کالاهای فاوا را به صورت اصلی تولید می‌کنند، بستگی دارد. برای مثال، این اثر در کشورهایی که تجهیزات جانبی تولید می‌کنند کمتر بوده است، زیرا این نوع محصولات پیشرفت فناوری بسیار آهسته‌تری داشته‌اند. در بین کشورهای OECD، بیشترین افزایش رشد بهره‌وری کل ناشی از تولیدات فاوا در فنلاند، ایرلند، ژاپن، کره، سوئد و ایالات متحده آمریکا بوده است (بیاجی، ۲۰۱۳)[1]. ولف و پیلات (۲۰۰۴)[2] نشان می‌دهند که بخش تولید خدمات فاوا (خدمات کامپیوتری و مخابرات) نقش کمتری در رشد بهره‌وری کل بازی کرده‌اند. هرچند که این بخش نیز، تا حدی به واسطه آزادسازی بازار مخابرات و سرعت سریع تغییرات تکنولوژی در این بازار، با پیشرفت سریعی همراه بوده است. این مطالعه نشان می‌دهد که اثر این بخش بر رشد بهره‌وری کل در بسیاری از کشورها طی دهه‌ی ۱۹۹۰، به ویژه در کانادا، فنلاند، فرانسه، آلمان و هلند، افزایش یافته است. مقداری از رشد تولید خدمات فاوا به دلیل ظهور صنعت خدمات کامپیوتر است که در سرریز خدمات فاوا در کشورهای OECD کمک کرده است.

بررسی بخش‌های استفاده کننده‌ی فاوا که به صورت متمرکز از فاوا استفاده می‌کنند (مانند تجارت خرده فروشی و عمده فروشی، خدمات بیمه و تجاری، مالی) طی دهه‌ی ۱۹۹۰ نشان می‌دهد که این بخش‌ها اثر قابل ملاحظه‌ای بر رشد بهره‌وری کل در کشورهایی چون استرالیا، کانادا، ایرلند، مکزیک، انگلستان و آمریکا داشته‌اند. برای مثال در ایالات متحده‌ی آمریکا، رشد بهره‌وری کل عوامل در تجارت خرده فروشی، تجارت عمده فروشی، و امنیت به صورت سالانه به ترتیب از ۰/۲ درصد، ۱/۵ درصد و ۳/۱ درصد در دوره‌ی ۱۹۸۷-۱۹۹۵ به ۲/۹ درصد، ۳/۱ درصد و ۶/۶ درصد در دوره‌ی ۱۹۹۵-۲۰۰۱ افزایش یافته است (بسورث و تریپلت[3]، ۲۰۰۷). مطالعه‌ی تجربی‌ای که توسط ون آرک[4] و دیگران (۲۰۰۳) انجام شده است نشان می‌دهد که رشد بهروری سریعتر در ایالات متحده آمریکا نسبت به اروپا ناشی از سهم بزرگ‌تر نیروی کار در بخش تولید فاوا (به‌خصوص در صنایع کامپیوتری و نیمه رساناها) و رشد بهروری بیشتر در صنایع خدماتی است که درآنها به شدت از فاوا استفاده می‌شود.

1. Biagi
2. Pilat &Wölfl
3. Basworth and Triplett
4. Van Arck

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج تعدادی از محاسبات حسابداری رشد برای برخی از کشورهای در حال توسعه برای دوره‌ی بعد از اواسط ۱۹۹۰ نیز نشان می‌دهد که شتاب سرمایه‌گذاری فاوا سبب اثر مثبت و قابل ملاحظه‌ای در رشد GDP شده است. کشورهای کره جمهوری، کوستا ریکا، شیلی و چین بیشترین بهره‌برداری از سرمایه‌گذاری فاوا را داشته‌اند (حدود ۰/۵ درصد که نزدیک به متوسط کشورهای G7 بوده است). درسایرکشورهای در حال توسعه، اثرفاوا بررشد GDP تا حد ۰/۲۵ درصد بوده است. در بسیاری از کشورهای در حال توسعه‌ی سرمایه‌گذاری فاوا در حد بسیار زیادی در بخش تولید فاوا متمرکز شده است. مطالعات گوناگونی نشان می‌دهند که در بیشتر کشورهای در حال توسعه افزایش زیاد بهره‌وری به‌طور عمده به‌واسطه‌ی خود صنعت تولید فاوا ایجاد شده است(بایومی و هاکر[1]، ۲۰۰۲). در مقیاس جهانی، برخی از کشورهای در حال توسعه موفق به جذب سرمایه‌های خارجی شده سهم بزرگی از خدمات و کالاهای جهانی فاوا را تولید کرده‌اند (انکتاد[2]، ۲۰۰۷).

شواهد نشان می‌دهند که فواید بهره‌وری از فاوا درکشورهایی که فاوا سهم کمی در اقتصاددارد، پایین است. به عبارت دیگر، وقتی نهاده‌های تولید سهم بسیار کوچکی از کل تولید دارند نمی توانند بر GDP اثر بزرگی را ایجاد کنند، حتی اگر سرمایه‌گذاری در این نهاده‌ها با نرخ بالایی در حال افزایش باشد. نمونه این مسأله را می‌توان در نتایجی که از بررسی کشورهای توسعه یافته برای دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰ به‌دست آمده است، مشاهده کرد. این نتایج نشان می‌دهند که سرمایه‌گذاری در تجهیزات کامپیوتری در دهه ۱۹۸۰، تأثیر ناچیزی بر رشد GDP داشته است، به‌عنوان مثال، ۰/۲ درصد برای ایالات متحده آمریکا، در حالی که این اثر در دهه ۱۹۹۰ به ۲/۳ درصد افزایش یافته است. (UNCTAD, 2007). این موضوع برای بسیاری از کشورهای در حال توسعه، اما با تأخیر زمانی، نیز قابل مشاهده است.

مشیری و نیک پور (۲۰۱۰) با مطالعه‌ی ۶۹ کشور طی دوره‌ی ۲۰۰۶-۱۹۹۲ نشان می‌دهند که سرریز فاوا اثرات مثبت بر بهره‌وری در جهان داشته است. علت این امر شاید به ویژگی خاص فاوا یعنی ویژگی شبکه‌ای آن مربوط می‌شود. فاوا این ویژگی خاص را دارد که هر چه بنگاه‌ها و یا مصرف کنندگان بیشتری از آن استفاده می‌کنند، فواید آن برای کلیه استفاده کنندگانش بیشتر می‌شود، بدون آنکه برای استفاده کنندگان جدید هزینه اضافه‌ای ایجاد شود، بنابراین اثرات سرریز فاوا فراتر از بنگاه‌ها و مصرف کنندگان انفرادی می‌رود و هرچه اندازه شبکه بزرگ‌تر باشد فواید خارجی ناشی

1. Bayoumi & Haacker
2. UNCTAD

Archive of SID

www.SID.ir

از آن بیشتر می‌شود. این ویژگی به خصوص در مورد ارتباطات و اینترنت بیشتر صادق است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که اثر سرریز در کشورهای در حال توسعه بسیار ضعیف‌تر از کشورهای توسعه یافته بوده است.

در کشورهای کمتر توسعه یافته عوامل بازدارنده گوناگونی، در استفاده‌ی فاوا توسط بنگاه‌ها و مصرف کنندگان دخیل هستند. برای مثال در کشور تایلند، عواملی چون بالا بودن قیمت‌ها و پایین بودن دانش چگونگی به کارگیری فاوا در بهبود عملکرد تجاری به‌عنوان عامل‌های بازدارنده بنگاه‌ها در استفاده‌ی فاوا شناخته شده‌اند (انکتاد، ۲۰۰۷). هم چنین می‌توان انتظار داشت که آثار خارجی استفاده فاوا در کشورهای کمتر توسعه یافته، به دلیل کوچک‌تر بودن شبکه کمتر باشد. استفاده‌ی گسترده از فاوا به ویژه رایانه و خدمات مربوط به آن نیاز به عوامل مکملی مانند نیروی انسانی تحصیلکرده و ماهر و شرایط سازمانی و مدیریت انعطاف‌پذیر دارد. کمبود این عوامل در کشورهای در حال توسعه یکی از موانع گسترش سریع فاوا در آن‌ها بوده است (مشیری و قره خانلو ۱۳۸۶).

مطالعات نسبتا زیادی در مورد آثار فاوا در ایران طی دهه اخیرانجام شده است. جدول ۱، پیوست فهرست مطالعات انجام شده در مورد آثار فاوا در سطح کلان و خرد را نشان می‌دهد. مطالعات انجام شده در سطح کلان، اثر فاوا را بر سطح تولید کل، رشد اقتصادی، رشد بهره‌وری، اشتغال و صادرات بررسی کرده‌اند. در سطح خرد نیز برخی از مطالعات انجام گرفته اثر فاوا را بر یک صنعت خاص یا مجموعه‌ای از صنایع برآورد کرده‌اند. هم چنین مطالعات اندکی وضعیت فاوا در سطح استان‌ها را ارزیابی کرده‌اند. در بیشتر مطالعات مورد بررسی از روش داده‌های تابلویی (پنل) استفاده شده اما از دیگر روش‌ها همانند سری زمانی، حسابداری رشد، داده‌های پوششی، جدول داده- ستانده و فضا- حالت نیز استفاده شده است.

نتایج اولین مطالعه‌ی علمی در زمینه‌ی اثر سرمایه‌گذاری فاوا در ایران که توسط مشیری و جهانگرد با استفاده از روش پویای فضا-حالت در سال ۱۳۸۳ انجام شده است، اثر مثبت و معنی دار سرمایه‌گذاری فاوا (بین ۰/۰۲ تا ۰/۸) بررشد اقتصادی ایران را نشان می‌دهد. سایر مطالعات مانند کمیجانی و محمودزاده (۱۳۸۷) نیز نتایجی مشابه با این مطالعه به دست آورده‌اند. مطالعه‌ی غلامی، مشیری، و تام لی[1] (۲۰۰۴) در سطح صنایع کارخانه‌ای ایران ضریب فاوا بر بهره‌وری تولید را ۵/۷ درصد گزارش کرده است. همچنین، مشیری و رضوان (۱۳۸۴) نیز نشان داده‌اند که استفاده از فاوا در صنعت هوایی ایران بر کارآیی و سودآوری این صنعت افزوده است. جهانگرد و منصوری (۱۳۸۸)

1. Gholami, Moshiri, Tom Li

Archive of SID

www.SID.ir

نیز با استفاده از جدول داده- ستاده ۱۳۸۷ نشان داده‌اند که ضرایب اثر گذاری فاوا بین ۰/۱ تا ۰/۹ است. مطالعاتی نیز در زمینه‌ی اثر فاوا بر بازار اشتغال انجام شده است که اثر مثبت فاوا بر اشتغال نیروی کار ماهر و اثر منفی بر اشتغال نیروی کار ساده و هم چنین اثر مثبت استفاده از اینترنت بربهره‌وری نیروی کار را نشان می‌دهند (رسولی نژاد و نوری، ۱۳۸۸؛ هژبر کیانی و نعمتی، ۱۳۹۲؛ حسین پور و کریمی جعفری، ۱۳۹۱).

به‌طور کلی، با وجود کمبود داده‌های دقیق خرد و کلان مورد نیار برای ارزیابی اثر فاوا بر فعالیت‌های مختلف اقتصادی در ایران، مطالعات انجام شده حاکی از آن هستند که اثر فاوا بر رشد اقتصادی و بهره‌وری کل و بخشی در ایران مثبت بوده است. هیچ یک از مطالعات انجام شده در ایران در زمینه‌ی آثار فاوا به موضوع سرریز و یا ظرفیت جذب نپرداخته و تنها آثار مستقیم آن را برآورد کرده‌اند.

۴. آثار فاوا بر تولید صنایع کارخانه‌ای کشور

در این بخش، اثر سرمایه‌ی فاوا بر تولید صنایع کارخانه‌ای کشور با استفاده از داده‌های کارگاه‌های صنعتی در سطح کدهای چهاررقمی برآورد می‌شود. داده‌های موجود که شامل ۱۴۱ صنعت در دوره‌ی زمانی ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۹ می‌باشد، امکان بررسی‌های دقیق‌تری نسبت به داده‌های تجمیع شده و یا کلان برای ارزیابی اثر فاوا بر تولید را میسر می‌کند.

۱.۴. تصریح مدل تجربی

مدل مورد استفاده در این بخش، یک تابع تولید لگاریتمی کاب داگلاس به صورت زیر است که سرمایه‌ی مورد استفاده در آن به دو بخش سرمایه‌ی غیرفاوا و سرمایه‌ی فاوا تجزیه شده است.

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln k_{it} + \beta_2 \ln c_{it} + \beta_3 l + \alpha_i + \mu_t + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$
$$i = 1, \dots, n, t = 1, \dots, T$$

که در آن y نماینگر تولید، k سرمایه‌ی غیرفاوا، c سرمایه‌ی فاوا و l نیروی کار هستند. i و t به ترتیب صنعت و زمان را نشان می‌دهند. α_i متغیر اثرثابت است که اثر ناهمگونی غیرقابل مشاهده بین صنایع را کنترل می‌کند و μ_t اثر ثابت زمان است که اثر غیرقابل مشاهده و خاص هر دوره را مشخص می‌کند. ε_{it} متغیر تصادفی پسماند است که فرض می‌شود توزیعی مستقل و همانند (iid[1]) دارد. $\ln$ علامت لگاریتم را نشان می‌دهد.

1. Identical and independently distributed

Archive of SID

www.SID.ir

مدل فوق را می‌توان با توجه به نکات خاصی که در مورد اثر فاوا بر تولید وجود دارد تعمیم داد. در این جا، به‌طور مشخص پنج نکته‌ی عمده در نظر گرفته می‌شود. اول، با توجه به بحث مربوط به اثرگذاری متفاوت فاوا به‌عنوان یک فناوری فراگیر در طول زمان که در بخش ۲ مطرح شد، متغیر روند و تعامل آن با سرمایه‌ی فاوا به مدل اضافه می‌شود تا میزان اثرگذاری فاوا در طول زمان برآورد شود. بنابراین، مدل به صورت معادله ۲ خواهد بود.

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln k_{it} + \beta_2 \ln c_{it} + \beta_3 l + \beta_4 \ln c_{it} * t + \alpha_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (۲)$$

که در آن $\ln c_{it} * t$ متغیر تعامل زمان و سرمایه‌ی فاوا را نشان می‌دهد و ضریب آن (β_4) مشخص می‌کند که چگونه اثر فاوا در طی زمان تغییر کرده است. دوم، اثر سرمایه‌گذاری فاوا در بخش‌های مختلف اقتصادی بستگی به ظرفیت جذب[1] بخش‌ها دارد. به‌طور مشخص، هر چه ظرفیت جذب یک بنگاه یا صنعت بالا باشد، انتظار می‌رود که سرمایه‌گذاری فاوا اثر بیشتری بر تولید آن بنگاه یا صنعت داشته باشد. منظور از ظرفیت جذب، شرایطی است که بنگاه برای پذیرش فناوری‌های نو و اوضاع جدید بازار به وجود می‌آورد. متاسفانه ظرفیت جذب به‌طور مستقیم قابل مشاهده و اندازه‌گیری نیست ولی می‌توان آن را با سایر متغیرهای مربوط به توان نوآوری‌های بنگاه مانند سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه اندازه‌گیری کرد (مارش[2] و دیگران، ۲۰۱۶). به عبارت دیگر، فرض می‌شود که بنگاه‌ها با سرمایه‌گذاری در بخش تحقیق و توسعه شان ظرفیت‌های جذب بیشتری کسب می‌کنند. بنابراین در مدل فوق، متغیر سرمایه‌ی تحقیق و توسعه هم به صورت مستقل و هم به صورت متعامل با سرمایه‌ی فاوا به‌صورت زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln k_{it} + \beta_2 \ln c_{it} + \beta_3 l + \beta_4 \ln RD_{it} + \beta_5 \ln RD_{it} * \ln c_{it} + \alpha_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (۳)$$

که در آن RD سرمایه‌ی تحقیق و توسعه و $\ln RD_{it} * \ln c_{it}$ تعامل دو سرمایه‌ی فاوا و تحقیق و توسعه را نشان می‌دهد. تغییر سوم، مربوط به ویژگی‌های نیروی کار و اثر آن بر میزان اثرگذاری فاوا بر تولید است. همان گونه که در بخش مقدماتی این مطالعه مطرح شد، یکی از مسایلی که در مورد اثرگذاری فاوا بر تولید بنگاه‌ها می‌تواند مؤثر باشد، کیفیت نیروی کار است. سرمایه‌گذاری فاوا اگر در محیطی انجام شود که نیروی کار ماهر و تحصیلکرده و کارآفرین وجود داشته باشد، تأثیر به مراتب بیشتری بر تولید خواهد گذاشت. هم چنین سرمایه‌گذاری فاوا اثر سرریز بر کیفیت نیروی کار

1. Absorptive Capacity
2. Marsh

Archive of SID

www.SID.ir

موجود دارد و موجب می‌شود تا سطح آموزش و مهارت نیروی کار افزایش یابد. در این جا، برای در نظرگرفتن کیفیت نیروی کار، از متغیرهای مختلفی مانند درجه مهارت، نوع کار و میزان تحصیلات نیروی کار در مدل استفاده می‌شود، بنابراین مدل به صورت معادله ۴ خواهد بود.

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln k_{it} + \beta_2 \ln c_{it} + \beta_3 l + \beta_4 \ln H_{it} + \beta_5 \ln H_{it} * \ln c_{it} + \alpha_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (۴)$$

که در آن H سرمایه‌ی انسانی و $\ln H_{it} * \ln c_{it}$ تعامل سرمایه‌ی انسانی و سرمایه‌ی فاوا را نشان می‌دهد. چهارم، با وجود این که در روش برآورد مدل به صورت پنل با اثر ثابت، اثر شرایط ویژه و غیرقابل مشاهده هر صنعت توسط پارامتر α_i کنترل می‌شود، ضریب فاوا (β_2) میانگین اثر فاوا بر تولید صنایع مختلف را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، در مدل فوق فرض شده است که اثر سرمایه‌ی فاوا در تمامی صنایع یکسان است، درحالی که با توجه به شرایط مختلف صنایع از نظر ساختار تولید و ترکیب نهاده‌ها، انتظار می‌رود که اثر فاوا در هر صنعت با دیگری تفاوت داشته باشد. برای برآورد اثر فاوا در هر صنعت به‌طور مجزا، یک متغیر مجازی که نماینده هر صنعت با کد دو رقمی است به صورت متعامل با سرمایه‌ی فاوا وارد مدل می‌شود. به این ترتیب، به جای یک ضریب متوسط برای اثر سرمایه‌ی فاوا بر تولید، ۲۲ ضریب جداگانه برای هر یک از صنایع برآورد خواهد شد.

$$\ln y_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln k_{it} + \beta_2 \ln c_{it} + \beta_3 l + \sum_j \beta_j \ln ict_{it} * Ind_j + \alpha_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (۵)$$

که در آن Ind_j نمایانگر صنایع با کدهای دو رقمی است. آخرین تغییردر مدل، مربوط به اثر سرریز سرمایه‌گذاری فاوا است. بیشترمدل‌هایی که اثر فاوا بر تولید و بهره‌وری را برآورد کرده‌اند، صرفا به اثر مستقیم آن یعنی (β_2) اکتفا کرده‌اند، در حالی که طبق مباحثی که در بخش ۲ مطرح شد، یکی از تفاوت‌های مهم سرمایه‌ی فاوا با سایر نهاده‌ها اثر سرریز آن بر سایر نهاده‌ها و تولید سایر بنگاه‌ها یا صنایع است (مشیری، ۲۰۱۶، مشیری و سیمپسون[1]، ۲۰۱۱). در این مطالعه، اثر سرریز به دو صورت تعریف می‌شود: اول، اثر سرریز درون صنعت است که به صورت اثر سرمایه‌گذاری فاوا دریک صنعت با کد دورقمی بر تولید صنایع با کدچهاررقمی درون آن صنعت مشخص می‌شود. به عبارت دیگر، سرریز فاوا برای صنعت j با کد چهاررقمی که عضو گروه صنعتی با کد دورقمی k است به صورت زیر خواهد بود:

$$sp_{intra_{jk}} = \sum_i^N ict_{ik},\ i \neq j,\ i = 1, \dots, N_k \text{ and } k = 1, \dots, K \quad (۶)$$

1. Moshiri and Simpson

Archive of SID

www.SID.ir

که در آن N_k تعداد صنایع در گروه صنعتی k است و تعداد کل صنایع دو رقمی برابر با K است. سرریز دوم، سرریز فاوای بین صنعت است که برای یک صنعت با کد دو رقمی به صورت مجموع سرمایه‌گذاری فاوا در سایر صنایع دو رقمی به صورت زیر خواهد بود:

$$sp_{inter_{jh}} = \sum_{k}^{K}\sum_{i}^{Nk} ict_{ik}, k \neq h,\ i = 1, \dots,\ N_k \text{ and } k = 1, \dots, K \qquad (۷)$$

که سرریز برای صنعت j از گروه صنعتی h را نشان می‌دهد و برای همه صنایع درون یک گروه صنعتی یکسان خواهد بود.

۲.۴. داده‌های آماری و اندازه‌گیری متغیرها

متغیرهای موجود در داده‌ها شامل مقدار تولید، سرمایه‌های فیزیکی غیر فاوا، سرمایه‌ی فاوا، هزینه‌های تحقیق وتوسعه، و نیروی کار با ویژگی‌های مختلف آن (درجه مهارت، نوع شغل و میزان تحصیلات) هستند. همه متغیرهای اسمی با استفاده از شاخص قیمت‌های تولید کننده (۱۳۸۳=۱۰۰) حقیقی شده‌اند. داده‌های انباشت سرمایه در سطح صنایع کشور وجود ندارند و بنابراین باید برآورد شوند. ما برای برآورد انباشت سرمایه‌های غیرفاوا و فاوا از روش PIM[1] با استفاده از الگوریتم StockCapi در نرم افزار استتا[2] برآورد شده‌اند. متغیر تحقیق و توسعه نیز به صورت هزینه‌ی سالانه گزارش شده است، ولی با توجه به این که هزینه‌های تحقیق و توسعه مانند سرمایه‌گذاری فیزیکی به صورت سالانه مستهلک نمی‌شوند و دانش ایجاد شده در بنگاه یا صنعت به صورت انباشته مورد استفاده قرار می‌گیرد (مارش و دیگران،۲۰۱۶)، این متغیر نیز به صورت سرمایه با فرض نرخ استهلاک صفر تبدیل شده است. همه متغیرها در سطح صنایع با کدهای استاندارد صنعتی بین المللی چهار رقمی[3] هستند که تقسیم بندی کلی‌تر آن‌ها با کدهای دو رقمی در پیوست نشان داده شده است. جدول ۱ خلاصه آماری متغیرهای مورد استفاده در مدل را نشان می‌دهد. کلیه محاسبات، برنامه‌نویسی‌ها، و برآوردها با نرم افزار استاتا، نسخه ۱۳، انجام شده‌اند.

1. Perpetual Inventory Method
2. Stata Statistical Software
3. 4-digit ISIC (International Standard for Industrial Classification)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. خلاصه ویژگی‌های آماری داده‌های استفاده شده در مدل

متغیر	تعداد مشاهدات	میانگین	انحراف معیار
مقدارتولید	۱۹۸۰	۱۱/۴۰	۲/۵۳
سرمایه غیر فاوا	۱۹۸۴	۱۰/۷۳	۲/۵۶
سرمایه فاوا	۱۸۹۸	۹/۱۸	۱/۷۰
تحقیق و توسعه	۱۶۲۹	۹/۹۲	۲/۳۱
نیروی کار	۲۰۲۰	۸/۶۰	۱/۷۲
نیروی کار غیرماهر	۲۰۱۴	۷/۲۸	۱/۷۷
نیروی کار ماهر	۲۰۱۸	۷/۴۹	۱/۷۶
نیروی کار با تحصیلات			
بی سواد	۱۹۳۷	۴/۵۷	۸۶۱
زیر دیپلم	۲۰۱۴	۷/۷۳	۱/۷۷
دیپلم	۲۰۲۰	۷/۴۸	۱/۷۹
فوق دیپلم	۱۹۸۴	۵/۸۹	۱/۷۴
لیسانس	۲۰۰۳	۶/۲۹	۱/۴۷
فوق لیسانس	۱۹۰۶	۴/۱۵	۱/۴۸
دکتری	۱۷۲۷	۲/۳۳	۱/۴۰
شاخص قیمت تولید کننده	۲۰۷۰	۱۰۰/۴	۵۰/۳۲

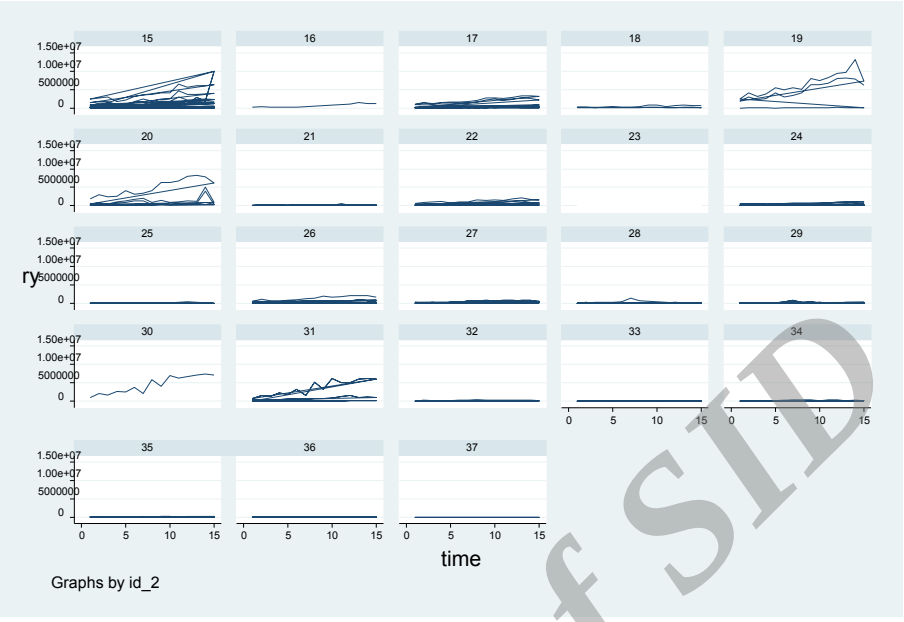
توضیحات: داده‌ها ی آماری متوسط ۱۴۱ صنعت با کدهای ۴ رقمی در دوره‌ی ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۹ هستند. همه متغیرها بر حسب لگاریتم طبیعی گزارش شده‌اند. مقادیر تولید و سرمایه به ریال و نیروی کار و ویژگی‌های آن برحسب تعداد هستند. سرمایه‌ی غیرفاوا، سرمایه‌ی فاوا، و سرمایه‌ی تحقیق و پژوهش با استفاده از روش PIM و داده‌های سرمایه گذاری برآورد شده‌اند.

منبع: مرکز آمار ایران، بانک اطلاعات داده‌های سری زمانی بانک مرکزی، محاسبات نویسنده

نمودارهای ۲ و ۳ به ترتیب روند تغییرات تولید حقیقی و سرمایه‌ی فاوا در صنایع مختلف را نشان می‌دهند.

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۲. روند تولید حقیقی صنایع کارخانه ای ایران (۱۳۸۹-۱۳۷۶)

*فهرست صنایع با کدهای دو رقمی در جدول پیوست آمده است.

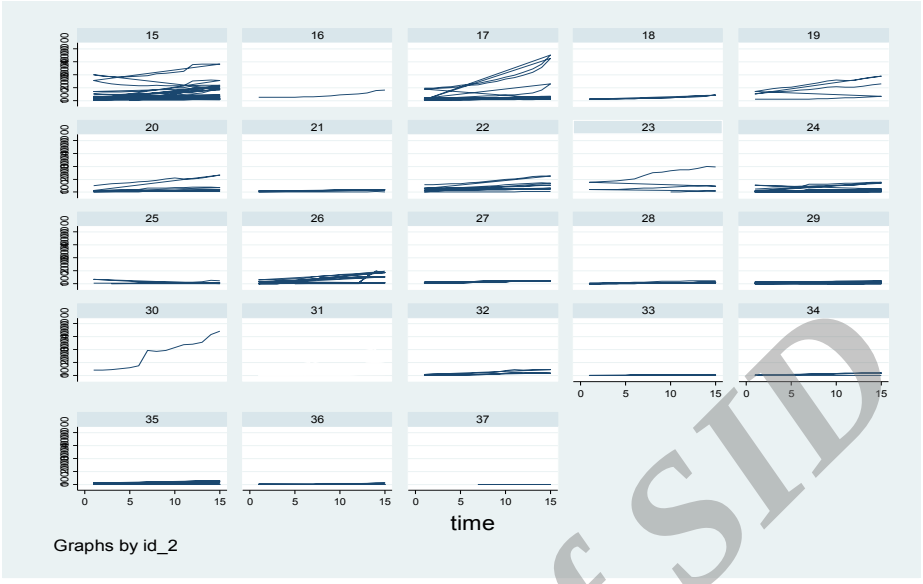
جدول ۲ . نتایج مدل پایه با داده‌های صنایع کارخانه ای درسطح کدهای ۴ رقمی (۱۳۷۶-۱۳۸۹)

	مدل (۱)		مدل (۲)		مدل (۳)	
متغیر	ضریب براورد شده	انحراف معیار	ضریب براورد شده	انحراف معیار	ضریب براورد شده	انحراف معیار
سرمایه‌ی غیر فاوا	۰/۰۱	۰/۰۳	۰/۰۰۸	۰/۰۳۰	۰/۰۰۸	۰/۰۳۱
سرمایه‌ی فاوا	۰/۳۳*	۰/۰۵۸	۰/۲۳*	۰/۰۶۷	۰/۲۴*	۰/۰۶۷
نیروی کار	۰/۸۵*	۰/۰۸۱	۰/۷۷*	۰/۰۸۷	۰/۷۳*	۰/۰۸۸
متغیر روند			۰/۰۲۴*	۰/۰۰۷		
عرض از مبدا	-۳/۵۱*	۰/۶۴	-۱/۹۸*	۰/۸۰	-۱/۴۹*	۰/۸۵
اثرثابت صنعت	بله		بله		بله	
اثرثابت زمان	خیر		خیر		بله	
ضریب تعیین کلی (R^2)	۰/۸۰		۰/۸۰		۰/۸۰	
تعداد مشاهدات	۱۸۸۱		۱۸۸۱		۱۸۸۱	

توضیحات: متغیر وابسته تولید حقیقی است. همه متغیرها به صورت لگاریتم طبیعی هستند. روش برآورد، روش اثر ثابت با داده‌های پانل است. انحراف معیارها نسبت به واریانس ناهمسانی تصحیح شده‌اند. نتیجه آزمون‌هاسمن (ch2=172.13, p-value=0.000) فرضیه درونزایی را رد کرده و برآورد مدل با اثر ثابت را تایید می‌کند. علامت‌های *، **، و *** به ترتیب به معنای معناداربودن ضریب در سطوح ۱و ۵ و ۱۰ درصد هستند.

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۳. روند سرمایه فاوا در صنایع کارخانه ای ایران (۱۳۷۶-۱۳۸۹)

*فهرست صنایع با کدهای دورقمی در جدول پیوست آمده است.

نمودار ۲، نشان می‌دهد که تولید حقیقی طی سال‌های مورد بررسی در صنایع مواد غذایی و آشامیدنی (۱۵)، دباغی و چرم (۱۹)، چوب و محصولات چوبی (۲۰)، تولید ماشین آلات اداری و حسابگر(۳۰)، و تولید ماشین آلات مولد برق و انتقال برق (۳۱) افزایش نسبتا زیادی داشته است، اما روند تولید در صنایع منسوجات (۱۷)، انتشار و چاپ (۲۲) و تولید محصولات کانی غیر فلزی (۲۶) با سرعت کمتری افزایش یافته و در سایر صنایع تقریبا ایستا بوده است. نمودار ۳ نیز نشان می‌دهد که سرمایه‌ی فاوا در صنایع موادغذایی و آشامیدنی (۱۵)، تولید منسوجات (۱۷)، دباغی و تولید چرم (۱۹)، تولید چوب و محصولات چوبی (۲۰)، انتشار و چاپ (۲۲)، پالایشگاه‌ها (۲۳) و تولید ماشین‌های حسابگر و اداری (۳۰) افزایش نسبتا زیادی داشته، ولی در سایر صنایع رشد چندانی نکرده است.

نمودار ۴، رابطه‌ی متوسط تولید حقیقی و سرمایه‌ی فاوا در صنایع کارخانه‌ای را نشان می‌دهد که حاکی از ارتباط مثبت این دو متغیر به‌طور متوسط می‌باشد. همان گونه که در نمودار پیداست، تعداد زیادی از صنایع در گوشه چپ نمودار جمع شده‌اند که به معنی تولید و سرمایه‌ی فاوای کم در آن‌ها می‌باشد. بنگاه‌هایی که سرمایه‌ی فاوای آن‌ها زیاد است، تولید بیشتری نیز داشته‌اند، ولی پراکندگی زیادی در آن‌ها مشاهده می‌شود.

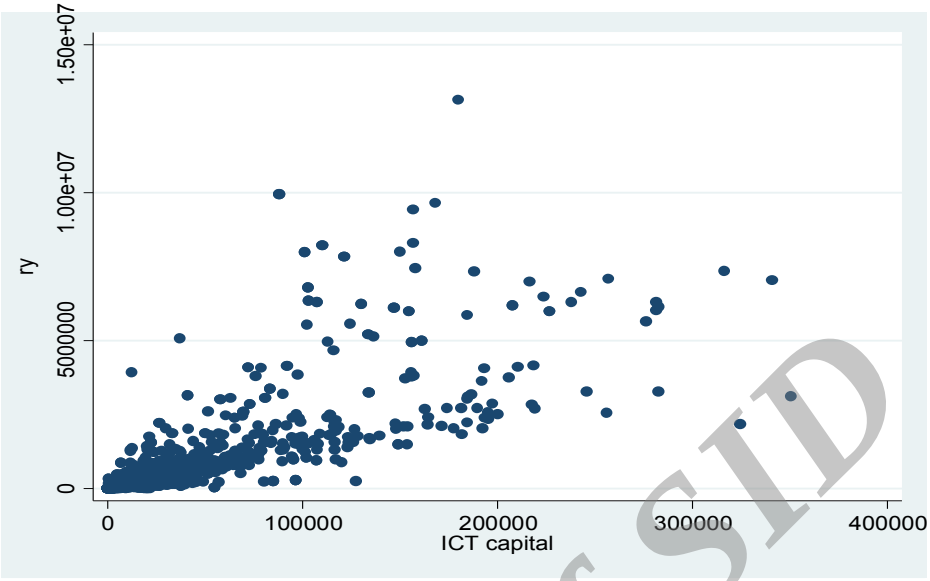
Archive of SID

www.SID.ir

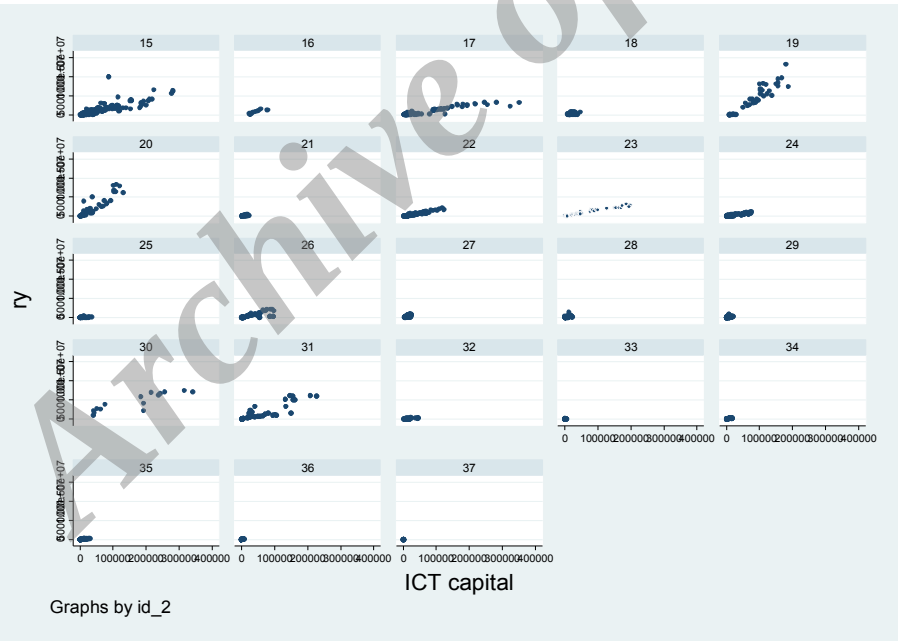
نمودار ۵، رابطه‌ی بین سرمایه‌گذاری فاوا و تولید حقیقی را به تفکیک صنایع نشان می‌دهد. طبق این نمودار، رابطه‌ی مثبتی بین سرمایه‌ی فاوا و تولید در بیشتر صنایع وجود دارد، ولی شدت رابطه در آن‌ها یکسا ن نیست. باید توجه کرد که این نمودار، تنها رابطه‌ی دوگانه‌ی سرمایه‌ی فاوا و تولید را نشان می‌دهد و دلالتی مبنی بر رابطه‌ی علی بین این دو ندارد. نتایج مدل اقتصاد سنجی که در آن نقش سایر متغیرهای مؤثر بر تولید نیز در نظرگرفته شده‌اند، می‌تواند تصویرواقع بینانه‌تری نسبت به اثرسرمایه‌ی فاوا بر تولید ارایه دهد. نمودارهای۱ و ۲، پیوست روند ویژگی‌های نیروی کار در صنایع کشور را نشان می‌دهند. در نمودار ۱ پیوست، ترکیب نیروی کار ساده و ماهر به تفکیک صنایع و در نمودار ۲ پیوست، ساختار نیروی کار صنایع از نظر سطح تحصیلات نمایش داده شده است. در بیشتر صنایع، به استثنای صنایع تولید محصولات از توتون و تنباکو (۱۶)، منسوجات (۱۷) و تولید پوشاک (۱۸)، تعداد نیروی کار ماهر از غیرماهر بیشتر و یا برابر با هم هستند. بیشترین تفاوت در بین تعداد نیروی کار ماهر و غیر ماهر مربوط به صنعت تولید ماشین‌های حسابگر و اداری (۳۰) می‌باشد که در حقیقت بخش مهمی از صنعت فاوا می‌باشد. نمودار ۲ پیوست نشان می‌دهد که ترکیب نیروی کار از نظر میزان تحصیلات در صنایع مختلف، متفاوت است، ولی به‌طور کلی می‌توان مشاهده کرد که در بیشتر صنایع، تعداد نیروی کار با تحصیلات زیردیپلم نسبت به نیروی کار با سایر سطوح تحصیلات بیشتر است. هم چنین نسبت نیروی کار با تحصیلات لیسانس و بالاتر در صنایعی مانند تولید ماشین‌های حسابگر واداری (۳۰) و تولید ماشین آلات مولد و انتقال برق (۳۱) در مقایسه با سایر صنایع بیشتر است.

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۴. سرمایه‌ی فاوا و تولید صنایع کارخانه ای (۱۳۸۹-۱۳۷۶)



نمودار ۵. رابطه سرمایه‌ی فاوا و تولید حقیقی به تفکیک صنایع (۱۳۸۹-۱۳۷۶)

Archive of SID

www.SID.ir

۴.۳. نتایج برآورد مدل

نتایج مدل‌های برآورد شده به ترتیب مدل پایه و مدل‌های تعمیم یافته گزارش می‌شوند. قبل از برآورد مدل، مجموعه‌ای از آزمون‌های مربوط به تصریح مدل و روش برآورد انجام شده است. نتیجه‌ی آزمون همگون بودن صنایع (ضرایب ثابت یکسان در تابع تولید) نشان می‌دهد که باید اثرمتمایز هر صنعت در رگرسیون در نظر گرفته شود (F=۱۸/۵ , Prob=۰/۰۰۰). نتیجه‌ی آزمون اثرثابت و تصادفی صنایع (آزمون هاسمن) نیز دلالت بر اثرثابت دارد (Chi۲=۱۷۲/۱۳ , Prob=۰/۰۰۰). هم چنین طبق نتیجه آزمون وو وهاسمن[1]، فرضیه درون زا بودن فاوا رد می‌شود، بنابراین، مدل رگرسیون با روش پنل با اثر ثابت برآورد می‌شود. با توجه به پراکندگی نسبتا زیاد متغیرها در صنایع مختلف و رد نکردن فرضیه واریانس همسانی، برای کارآ بودن ضرایب برآورد شده، ناهمسانی واریانس در برآوردها تصحیح شده‌اند. جدول ۲، نتایج اولین مدل که در آن تولید تابعی از سرمایه‌های غیرفاوا و فاوا و نیروی کار درنظر گرفته شده است را نشان می‌دهد. در ستون‌های اول و دوم اثرثابت صنعت وجود دارد، ولی اثر ثابت زمان کنترل نشده است. در ستون دوم، اثر روند به صورت مستقل در مدل وارد شده است و درستون آخر، هردو اثر ثابت صنعت و زمان کنترل شده‌اند. در هر سه حالت، اثر سرمایه‌ی غیرفاوا، مثبت، ولی از نظر آماری معنادار نیست. اثر فاوا و نیروی کار هر دو مثبت و معنادار است، ولی مقدار ضرایب آنها با دخالت اثر زمان تعدیل شده است. در ستون سوم، که مدل مبنای ما خواهد بود، ضریب فاوا ۰/۲۳ است، که به معنی افزایش ۰/۲۳ درصدی تولید به‌طور متوسط در اثر افزایش یک درصد در سرمایه‌ی فاوا می‌باشد.

در جدول ۳، نتایج مدل با درنظرگرفتن سرمایه‌ی تحقیق و توسعه و کیفیت نیروی کار گزارش شده‌اند. نتایج مدل (۴) در ستون اول نشان می‌دهد که تحقیق و توسعه اثر مثبت بر تولید دارد، ولی اثرآن از نظر آماری معنادار نیست. اثر فاوا در این مدل به ۰/۲۷ افزایش یافته است، که شاید علت آن ورود تحقیق و توسعه و ارتباط آن با فاوا باشد. نتایج مدل (۵) در ستون‌های دوم نشان می‌دهد که نیروی کار ماهر و غیرماهر تأثیر مثبت و معناداری بر تولید دارند، ولی اثر نیروی کارماهر به‌اندازه ۰/۰۴ بیشتر است. مدل (۶)، در ستون سوم نیز اثر نیروی کار تکنسین و مهندسان را نشان می‌دهد که اولی، منفی، ولی از لحاظ آماری معنادار نیست و دومی مثبت و معنادار است. قابل توجه است در هر دو حالتی که متغیرهای مربوط به کیفیت نیروی کار وارد مدل می‌شوند، اثر سرمایه‌ی فاوا در تولید افزایش می‌یابد.

1. Woo and Hausman

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. نتایج رگرسیون با داده‌های صنایع کارخانه ای با تحقیق و توسعه و تفکیک نیروی کار (۱۳۷۶-۱۳۸۹)

	مدل (۴)		مدل (۵)		مدل (۶)	
متغیر	ضریب براورد شده	انحراف معیار	ضریب براورد شده	انحراف معیار	ضریب براورد شده	انحراف معیار
سرمایه غیر فاوا	۰/۰۱۱	۰/۰۳۲	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۵۱***	۰/۰۳۱
سرمایه فاوا	۰/۲۷*	۰/۰۸۹	۰/۳۰*	۰/۰۸۹	۰/۳۸*	۰/۰۹۰
نیروی کار	۰/۷۵*	۰/۰۹۸				
نیروی کار غیرماهر			۰/۲۵*	۰/۰۶۷		
نیروی کار ماهر			۰/۲۹*	۰/۰۸۹		
نیروی کار تکنسین					-۰/۰۰۶	۰/۰۷۶
نیروی کار مهندس					۰/۲۰*	۰/۰۷۶
تحقیق و توسعه	۰/۰۷۷	۰/۱۲	۰/۰۹۶	۰/۱۲	۰/۰۸۵*	۰/۱۱
عرض از مبدا	-۲/۷۵*	۴۹/۱	۰/۸۸	۱/۵۳	۱/۲۷	۱/۳۵
اثرثابت صنعت	بله		بله			بله
اثرثابت زمان	بله		بله			بله
ضریب تعیین کلی (R^2)	۰/۸۱		۰/۸۰			۰/۷۹
تعداد مشاهدات	۱۵۹۸		۱۵۹۸			۱۵۹۲

توضیحات: متغیر وابسته تولید حقیقی است. همه متغیرها به صورت لگاریتم طبیعی هستند. متغیر تحقیق و توسعه به‌صورت سرمایه انباشته شده و با روش PIM محاسبه شده است. روش برآورد، روش اثر ثابت با داده‌های پانل است. انحراف معیارها نسبت به واریانس ناهمسانی تصحیح شده‌اند. علامت‌های *، **، و *** به‌ترتیب به‌معنای معنادار بودن ضریب در سطوح ۱و ۵ و ۱۰ درصد هستند.

در مدل‌های (۱) تا (۶)، اثرسرمایه‌ی فاوا بر تولید درطول زمان و برای همه‌ی صنایع، یکسان فرض شده است. در جدول (۴)، با درنظر گرفتن تعامل سرمایه‌ی فاوا و متغیرزمان و هم چنین تعریف متغیرهای مجازی برای هر صنعت و تعامل آن‌ها با سرمایه‌ی فاوا، امکان برآورد اثر فاوا در طول زمان و هم چنین اثر مجزای سرمایه‌ی فاوا در هر صنعت فراهم شده است. نتایج مدل (۷) در ستون اول، نشان می‌دهد که اثرفاوا بر تولید، در طی ۱۵ سال مورد بررسی، به‌طور متوسط ۰/۱۳ درصد در سال افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

یافته است. در مدل (۸)، صنایع به سه گروه تقسیم شده‌اند: گروه اول (صنعت ۱) شامل صنایع موادغذایی و پوشاک و محصولات چرمی، گروه دوم (صنعت ۲) شامل صنایع کانی و فلزی و شیمایی و چوبی و گروه سوم (صنعت ۳)، شامل صنایع تولید ماشین آلات و ابزارهای مختلف. نتایج ستون دوم نشان می‌دهد که سرمایه‌ی فاوا تقریبا به صورت یکسانی در هرسه صنعت اثر مثبت و معناداری داشته است. برای بررسی دقیق تر، تعامل سرمایه‌ی فاوا با صنایع با کدهای دو رقمی که شامل ۲۳ صنعت است در مدل وارد شده است. طبق نتایج به‌دست آمده، میزان اثرگذاری فاوا بر تولید صنایع مختلف یکسان نیست و تفاوت نسبتازیادی بین آن‌ها وجود دارد. به‌عنوان مثال، اثر سرمایه‌ی فاوا بر تولید در ۱۶ صنعت مثبت و معنادار بوده، ولی در ۶ صنعت (صنایع تولید ذغال کک، محصولات پلاستیکی و شیمیایی، تولید فلزات اساسی، تولید رادیو وتلویزیون و تولید مبلمان) اثرمعناداری از نظر آماری نداشته است. بیشترین تأثیر سرمایه‌ی فاوا به ترتیب در صنایع بازیافت، تولید ابزار پزشکی و اپتیکی، صنایع غذایی و آشامیدنی، صنایع تولید وسایل نقلیه‌ی موتوری، تولید محصولات چرمی، توتون وتنباکو، منسوجات، پوشاک، انتشارات، محصولات چوبی، محصولات فلزی فابریکی، کانی غیرفلزی، ماشین آلات مولد و انتقال برق و ماشین‌های حسابگر بوده است. نکته‌ی قابل توجه در نتایج فوق این است که سرمایه‌ی فاوا تأثیر کمتری بر تولید بخش‌های تولید کننده‌ی سرمایه‌ی فاوا یعنی صنعت تولید ماشین آلات حسابگر و اداری، انتشارو چاپ و تکثیر، تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌های ارتباطی نسبت به سایر صنایع داشته است. این مساله، اهمیت سرمایه‌ی فاوا در تولید و بهره‌وری سایر صنایع که استفاده کننده‌ی فاوا محسوب می‌شوند را نشان می‌دهد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. نتایج برآورد مدل با روند و اثر متمایز صنایع (۱۳۷۶-۱۳۸۹)

	مدل (۷)		مدل (۸)		مدل (۹)	
متغیر	ضریب براورد شده	انحراف معیار	ضریب براورد شده	انحراف معیار	ضریب براورد شده	انحراف معیار
سرمایه‌ی غیر فاوا	۰/۰۰۰۵	۰/۰۳۰	-۰/۰۰۶	۰/۳۱	۰/۰۲۳	۰/۰۲۵
سرمایه‌ی فاوا	۰/۱۶ ***	۰/۰۹۲				
سرمایه‌ی فاوا X زمان	۰/۱۳*	۰/۰۰۶				
سرمایه‌ی فاوا در						
صنعت ۱			۰/۰۱۶ *	۰/۰۰۶		
صنعت ۲			۰/۰۱۴*	۰/۰۰۶		
صنعت ۳			۰/۰۱۳ *	۰/۰۰۶		
صنعت ۱۵					۰/۹۰*	۰/۲۶
صنعت ۱۶					۰/۶۷ *	۰/۰۷
صنعت ۱۷					۰/۵۷*	۰/۰۹
صنعت ۱۸					۰/۴۰*	۰/۸۹
صنعت ۱۹					۰/۶۶ *	۰/۱۶
صنعت ۲۰					۰/۳۲*	۰/۰۶
صنعت ۲۱					۰/۱۰	۰/۰۶
صنعت ۲۲					۰/۳۶ *	۰/۰۹
صنعت ۲۳					-۰/۰۴	۰/۲۶
صنعت ۲۴					۰/۲۸	۰/۲۴
صنعت ۲۵					-۱/۱۹	۰/۹۱
صنعت ۲۶					۰/۳۱*	۰/۰۳
صنعت ۲۷					۰/۱۹	۰/۲۸
صنعت ۲۸					۰/۳۶ *	۰/۰۸
صنعت ۲۹					۰/۵۰ *	۰/۰۷
صنعت ۳۰					۰/۱۳ *	۰/۰۵
صنعت ۳۱					۰/۲۶ **	۰/۱۲
صنعت ۳۲					۰/۰۰۶	۰/۱۶
صنعت ۳۳					۱/۵۲ *	۰/۳۳
صنعت ۳۴					۰/۶۹ *	۰/۰۳

Archive of SID

www.SID.ir

	مدل (۷)		مدل (۸)		مدل (۹)	
صنعت ۳۵					۰/۰۱	-۰/۴۴**
صنعت ۳۶					۰/۷۱	۰/۱۹
صنعت ۳۷					۰/۳۰	۳/۳۴*
نیروی کار	۰/۷۳*	۰/۱۰۳	۰/۸۰*	۰/۰۳۱	۰/۰۹۰	۰/۷۹*
تحقیق و توسعه	۰/۱۵	۰/۱۱	۰/۲۴**	۰/۱۲	۰/۰۱۷	۰/۰۷۱*
عرض از مبدا	۲/۸۵**	۱/۳۲	۴/۴۴**	۱/۶۸	۰/۷۲	-۴/۰۵
اثرثابت صنعت	بله		بله			بله
اثرثابت زمان	بله		بله			بله
ضریب تعیین کلی (R^2)	۰/۸۱		۰/۸۱			۰/۸۱
تعداد مشاهدات	۱۵۹۸		۱۵۹۸			۱۸۲۵

توضیحات: متغیر وابسته تولید حقیقی است. همه متغیرها به صورت لگاریتم طبیعی هستند. روش برآورد، روش اثر ثابت با داده‌های پانل است. انحراف معیارها نسبت به واریانس ناهمسانی تصحیح شده‌اند. صنعت ۱ شامل صنایع موادغذایی و پوشاک و محصولات چرمی، صنعت ۲ شامل صنایع کانی و فلزی و شیمایی و چوبی، صنعت ۳ شامل صنایع تولید ماشین آلات و ابزارهای مختلف است. تعریف صنایع با کدهای دو رقمی در پیوست آمده است. علامت‌های *، **، و *** به ترتیب به معنای معناداربودن ضریب در سطوح ۱و ۵ و ۱۰ درصد هستند.

جدول (۵)، نتایج مدل با در نظرگرفتن آثار متقابل سرمایه‌ی فاوا با مجموعه‌ای از سایر متغیرهای مدل مانند سرمایه‌ی تحقیق و پژوهش به‌عنوان معیاری از ظرفیت جذب و شاخص‌های مختلفی از کیفیت نیروی کار را گزارش می‌کند. نتایج مدل (۱۰) در ستون اول، اثر سرمایه‌ی تحقیق و پژوهش بر میزان اثرگذاری سرمایه‌ی فاوا بر تولید را نشان می‌دهد. در این مدل، اثرمتوسط سرمایه‌ی فاوا بر تولید از نظر آماری معنادار نیست، ولی صنایعی که تحقیق و توسعه‌ی بیشتری دارند، از سرمایه‌ی فاوا در جهت افزایش تولید بهره‌ی بیشتری نیز برده‌اند. به‌طورمشخص، افزایش یک درصدی سرمایه‌ی تحقیق و توسعه، اثرگذاری فاوا بر تولید را به‌طور متوسط به میزان تقریبا ۰/۰۳ درصد افزایش می‌دهد. این نتیجه، فرضیه‌ی ظرفیت جذب و اثر آن بر بهره‌وری سرمایه‌ی فاوا راتأیید می‌کند. به‌عبارت دیگر، صنایعی که با افزایش سرمایه‌ی تحقیق و توسعه ظرفیت جذب بیشتری کسب کنند، موفق خواهند شد تا از سرمایه‌ی فاوا به‌صورت کارآتری بهره‌برداری کنند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. نتایج رگرسیون با متغیرهای متعامل سرمایه فاوا، تحقیق و پژوهش و کیفیت نیروی کار (۱۳۸۹-۱۳۷۶)

	مدل (۱۰)		مدل (۱۱)		مدل (۱۲)		مدل (۱۳)	
متغیر	ضریب براورد شده	انحراف معیار	ضریب براورد شده	انحراف معیار	ضریب براورد شده	انحراف معیار	ضریب براورد شده	انحراف معیار
سرمایه غیر فاوا	۰/۰۰۲	۰/۰۳	۰/۰۱۱	۰/۳۲	۰/۰۱۷	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۳
سرمایه فاوا	-۰/۳۰	۰/۱۷	**۰/۲۳	۰/۱۳	**۰/۳۳	۰/۱۴	-۰/۶۶	۰/۴۲
سرمایه فاواx تحقیق و پژوهش	**۰/۰۲۷	۰/۱۲						
نیروی کار	*۰/۷۳	۰/۱۰	*۰/۶۹	۰/۱۶	* ۰/۸۳	۰/۱۵	*۰/۶۷	۰/۱۳
سرمایه فاوا x نیروی کار ماهر			۰/۰۰۶	۰/۱۲				
سرمایه فاوا x نیروی کار تکنسین					-۰/۰۰۸	۰/۰۰۷		
سرمایه فاوا x نیروی کار مهندس					-۰/۰۰۲	۰/۰۱۲		
سرمایه فاوا x سطح تحصیلات ۱							*۰.۷۹	۰/۳۸
سرمایه فاوا x سطح تحصیلات ۲							**۰/۸۸	۰/۴۲
سرمایه فاوا x سطح تحصیلات ۳							*۱/۱۳	۰/۵۲
سرمایه فاوا x سطح تحصیلات ۴							۰/۲۱	۰/۵۵
سرمایه فاوا x سطح تحصیلات۵							*۴/۹۶	۴/۰۴
سرمایه فاوا x سطح تحصیلات۶							۲/۳۷	۴/۲۹
تحقیق و توسعه			۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۰۶۹	۰/۱۱	۰/۱۵	۰/۲۳
عرض از مبدا	۱/۰۸	-۱/۷۷	-۲/۴۰	۱/۷۰	-۳/۴۰	۲/۴۰	-۰/۶۱	۰/۹۹
اثرثابت صنعت		بله	بله		بله		بله	
اثرثابت زمان		بله	بله		بله		بله	
ضریب تعیین کلی (R^2)		۰/۸۱	۰/۸۱		۰/۸۰		۰/۷۸	
تعداد مشاهدات		۱۵۹۸	۱۵۹۸		۱۵۹۲		۱۸۷۶	

توضیحات: متغیر وابسته تولید حقیقی است. همه متغیرها به صورت لگاریتم طبیعی هستند. متغیر تحقیق و توسعه به صورت سرمایه انباشته شده محاسبه شده است. روش برآورد، روش اثر ثابت با داده‌های پانل است. انحراف معیارها نسبت به واریانس ناهمسانی تصحیح شده‌اند.سطح تحصیلات ۱ نشانگر زیردیپلم، ۲ دیپلم، ۳ فوق دیپلم، ۴ کارشناسی، ۵ کارشناسی ارشد، و ۶ دکتری است. علامت‌های *، **، و *** به ترتیب به معنای معناداربودن ضریب در سطوح ۱و ۵ و ۱۰ درصد هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

مدل‌های (۱۱) و (۱۲) در ستون‌های دوم و سوم، اثر نیروی کار ماهر و انواع شغل‌ها در تعامل با سرمایه‌ی فاوا را نشان می‌دهند. طبق این نتایج، به ازای یک درصد افزایش در تعداد نیروی کار ماهر، میزان اثرگذاری فاوا بر تولید به مقدار ۰/۰۰۶ درصد افزایش می‌یابد که مقداری غیرقابل توجه بوده و از نظر آماری معنی‌دار نیست. اثر تعداد تکنسین‌ها و مهندسان تأثیر مستقیمی برمیزان اثرگذاری سرمایه‌ی فاوا بر تولید ندارد، اما ضریب فاوا بر تولید را به میزان ۰/۱ درصد افزایش می‌دهد. در مدل (۱۳)، اثر متعامل سرمایه‌ی فاوا با سطح تحصیلات نیروی کار برآورد شده است. طبق این نتایج، به‌طور کلی سطح تحصیلات بیشتر نیروی کار، به مقدار قابل توجهی میزان اثرگذاری مثبت سرمایه‌ی فاوا بر تولید را افزایش داده است. به‌طور مشخص، به ازای هر یک درصد افزایش در تعداد نیروی کار با تحصیلات زیردیپلم، اثرگذاری فاوا بر تولید به‌میزان ۰/۷۹ درصد افزایش می‌یابد. این افزایش برای نیروی کار با تحصیلات دیپلم، فوق دیپلم و کارشناسی به ترتیب برابر با ۰/۸۸، ۱/۱۳ و ۰/۲۱ درصد است. بیشترین اثرسطح تحصیلات در مقطع کارشناسی ارشد است که افزایش یک درصد تعداد نیروی کار در این مقطع تحصیلی، اثرگذاری سرمایه‌ی فاوا بر تولید را به میزان تقریبا ۵ درصد افزایش می‌دهد. سطح تحصیلات مقطع دکتری نیز اثر مثبت و قابل توجهی بر میزان بهره‌وری سرمایه‌ی فاوا دارد، ولی با توجه به پراکندگی زیاد آن در صنایع مختلف، اثر متوسط آن از نظر آماری معنادار نیست.

در آخرین مرحله، اثر سرریز سرمایه‌ی فاوا به مدل اضافه می‌شود تا علاوه بر اثر مستقیم فاوا در صنایع، اثر غیرمستقیم آن بر تولید نیز برآورد شود. با توجه به داده‌های مورد استفاده در این مطالعه، اثر سرریز به دو صورت درون صنعت و بین صنعت تعریف می‌شود. نتایج برآورد در جدول (۶) ارایه شده‌اند. ضرایب برآورد شده‌ی مدل (۱۴) در ستون اول نشان می‌دهند که سرمایه‌ی فاوا علاوه بر اثر مستقیم بر تولید به میزان ۰.۲۵، اثر غیرمستقیم به صورت سرریزدرون صنعت تقریبا به مقدار ۰/۱ نیز دارد. به عبارت دیگر، در صورت افزایش یک درصدی سرمایه‌ی فاوا در هر یک از صنایع با کدهای دورقمی، تولید بنگاه‌های درون آن صنعت به‌طور متوسط به میزان ۰/۱ درصد افزایش می‌یابد. نتایج مدل (۱۵) در ستون دوم نیز نشان می‌دهد که سرمایه‌ی فاوا اثر سرریز بین صنعت نیز دارد، ولی این اثر از نظر آماری معنادار نیست. باید توجه شود که ورود متغیر سرریز بین صنعت در مدل، ضریب سرمایه‌ی فاوا را به میزان ۰/۰۶ درصد افزایش می‌دهد و موجب معنادارشدن ضریب متغیر تحقیق و توسعه نیز می‌شود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که هرچه صنایع از نظر استانداردهای طبقه‌بندی صنایع به هم نزدیک‌تر باشند، اثرسرریز سرمایه‌ی فاوا در آنها بیشتر خواهد بود. با توجه به این

Archive of SID

www.SID.ir

که سرمایه‌گذاری فاوا در یک صنعت موجب تغییر در شرایط کاری، سازماندهی و ارتباطات آن صنعت می‌شود و صنایع نزدیک به هم معمولا از نرم افزارها و یا شبکه‌های ارتباطی مشابه استفاده می‌کنند، اثر معنی دار سرریز سرمایه‌گذاری فاوا در میان صنایع یک گروه صنعتی قابل توضیح است.

جدول ۶. نتایج مدل با آثار سرریزسرمایه فاوا ۱۳۸۴-۱۳۷۶)

	مدل (۱۴)		مدل (۱۵)	
متغیر	ضریب براورد شده	انحراف معیار	ضریب براورد شده	انحراف معیار
سرمایه غیر فاوا	۰/۰۰۸	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳
سرمایه فاوا	٭۰/۲۵	۰/۰۸۶	٭۰/۳۱	۰/۰۸۷
نیروی کار	٭۰/۷۱	۰/۰۹	٭۰/۷۱	۰/۰۸۷
سرریز فاوا درون صنعت	٭۰/۰۹۵	۰/۰۳۵		
سرریز فاوا بین صنعت			۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
تحقیق و توسعه	۰/۱۰۴	۰/۱۰۷	٭۰/۱۸	۰/۰۵
عرض از مبدا	٭-۶/۱۸	۱/۹۷	٭۴/۷۸	۰/۷۱
اثرثابت صنعت	بله		نه	
اثرثابت زمان	بله		بله	
ضریب تعیین کلی (R^2)	۰/۸۱		۰/۸۲	
تعداد مشاهدات	۱۵۹۸		۱۵۹۸	

توضیحات: متغیر وابسته تولید حقیقی است. همه متغیرها به صورت لگاریتم طبیعی هستند. متغیر تحقیق و توسعه به صورت سرمایه انباشته شده و متغیرهای سرریز طبق روابط (۶) و (۷) محاسبه شده‌اند. روش برآورد، روش اثر ثابت با داده‌های پانل است. انحراف معیارها نسبت به واریانس ناهمسانی تصحیح شده‌اند. علامت‌های *، **، و *** به ترتیب به معنای معناداربودن ضریب در سطوح ۱و ۵ و ۱۰ درصد هستند.

۵. نتیجه‌گیری

برآوردهای مدل اقتصاد سنجی با داده‌های صنایع کارخانه‌ای با کدهای چهاررقمی طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۷۶ نشان می‌دهند که سرمایه‌ی فاوا به‌طور متوسط اثر مثبت و معناداری بر تولید صنایع ایران دارد و این اثر در طول زمان افزایش یافته است و می‌تواند دلالت بر بلوغ تدریجی صنعت فاوا در اقتصاد کشور داشته باشد. تجزیه و تحلیل‌های جزیی‌تر نشان می‌دهد که میزان اثرگذاری فاوا بر تولید با افزایش ظرفیت جذب صنایع که با سرمایه‌ی تحقیق و توسعه اندازه‌گیری شده است، افزایش می‌یابد.

Archive of SID

www.SID.ir

افزون بر این، کیفیت بالای نیروی انسانی از نظر سطح مهارت و تحصیلات نیز میزان اثرگذاری فاوا بر تولید را افزایش می‌دهد.

بیشترین تأثیر سرمایه‌ی فاوا به ترتیب در صنایع بازیافت، تولید ابزار پزشکی و اپتیکی، صنایع غذایی و آشامیدنی، صنایع تولید وسایل نقلیه‌ی موتوری، تولید محصولات چرمی، توتون و تنباکو، منسوجات، پوشاک، انتشارات، محصولات چوبی، محصولات فلزی فابریکی، کانی غیرفلزی، ماشین آلات مولد و انتقال برق و ماشین‌های حسابگر بوده است. نکته‌ی مهم دیگر در سرمایه‌گذاری فاوا، اثر غیرمستقیم آن بر تولید سایر صنایع است که با متغیرهای سرریز درون صنعت و بین صنعت اندازه‌گیری شده است. نتایج برآوردها دلالت بر این دارند که سرمایه‌ی فاوا در یک صنعت علاوه بر اثر مستقیم بر تولید آن صنعت، موجب افزایش تولید سایر صنایع درون آن گروه صنعتی نیز شده است. به‌طور مشخص، افزایش یک درصد در سرمایه‌گذاری فاوا در یک صنعت، به‌طور متوسط منجر به افزایش حدود ۰/۱ درصد در تولید سایر صنایع در یک گروه صنعتی می‌شود. هم چنین، سرمایه‌ی فاوا در یک گروه صنعتی، تولید سایر گروه‌های صنعتی را نیز افزایش می‌دهد، ولی این اثر نسبت به اثر اولی کمتر است.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که افزایش کیفیت نیروی کار علاوه بر تأثیرمستقیم بر تولید، اثر غیرمستقیمی بر کارآیی سرمایه‌گذاری فاوا دارد. هم چنین، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه علاوه بر این که می‌تواند به ایجاد نوآوری منجر شود، کارآیی سرمایه‌گذاری فاوا را نیز افزایش می‌دهد. با توجه به ضعف صنایع کارخانه‌ای ایران در زمینه‌ی عوامل مکمل فوق، سرمایه‌گذاری در آن‌ها در کنار سرمایه‌گذاری فاوا می‌تواند تولید و بهره‌وری صنایع را به نحو مطلوب‌تری افزایش دهد.

منابع

۱. جهانگرد، اسفندیار و منصوری، حبیبه (۱۳۸۸). تأثیر تقاضای نهایی بر تولید فعالیت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران: رویکرد ضرایب فزاینده با ریشه‌های مشخص، فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره‌ی ۳۹، صص ۲۸-۱.

۲. کمیجانی، اکبر و محمودزاده، محمود (۱۳۸۷). نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد اقتصادی ایران (رهیافت حسابداری رشد)، فصلنامه‌ی پژوهشنامه‌ی اقتصادی، دوره‌ی ۸، شماره‌ی ۲، صص ۱۰۷-۷۵.

۳. رسولی‌نژاد، احسان و نوری، مهدی (۱۳۸۸). اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال ایران، مجله‌ی تحقیقات اقتصادی، شماره‌ی ۸۹، صص ۱۰۷-۸۷.

۴. مرکز آمار (۱۳۹۴). حساب‌های اقماری سال ۱۳۹۱، گزارش دوم و سوم.

Archive of SID

www.SID.ir

۵. مشیری، سعید و جهانگرد، اسفندیار (۱۳۸۳). فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و رشد اقتصادی ایران، فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره‌ی ۱۹، صص ۵۵-۷۸.
۶. مشیری، سعید و رضوان، مهدی (۱۳۸۴). اثر به کارگیری فن‌آوری ارتباطات و اطلاعات در کارایی صنعت خدمات هوایی ایران، فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره‌ی ۲۶، صص۲۴-۱.
۷. هژبر کیانی، کامبیز و نعمتی، صدیقه (۱۳۹۲). اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال در صنایع کارخانه‌ای استان تهران، فصلنامه‌ی مدل‌سازی اقتصادی، شماره‌ی ۲۱، صص ۵۰-۳۹.
8. Agion, P., & Howitt, P. (1998). Endogenous Growth Theory. *Cambridge, MA, MIT Press*.
9. Arvanitis, S. (2005). Computerization, Workplace Organization, Skilled Labour and Firm Productivitiy: Evidence for the Swiss Business Sector. *Economic Innovation and New Technology, 14*(4), 225-249.
10. Baldwin, J. R., & Diverty, B. (1995). Advanced technology use in Canadian manufacturing establishments. *Statistics Canada Working Paper, 85*.
11. Baldwin, J. R., & Sabourin, D. (2002). Impact of the Adoption of Advanced Information and Communication Technologies on Firm Performance in the Canadian Manufacturing Sector.
12. Baldwin, J. R., Sabourin, D., & Smith, D. (2004). Firm Performance in the Canadian Food Processing Sector: the Interaction between ICT Advanced Technology Use and Human Resource Competencies. *The economic impact of ICT: Measurement, evidence and implications*, 153-81.
13. Bayoumi, T., & Haacker, M. (2002). It's not what you make, it's how you use IT: measuring the welfare benefits of the IT revolution across countries. No. 2-117. International Monetary Fund.
14. Biagi, F. (2013). ICT and Productivity: A Review of the Literature. European Commission.
15. Bosworth, B. P., & Triplett, J. E. (2007). Services Productivity in the United States: Griliches. *Hard-to-measure goods and services: Essays in honor of Zvi Griliches, University of Chicago Press*, 413-447.
16. Brynjolfsson, E., & Hitt, L. (2000). Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance. *Journal of Economic Perspectives, 14*, 23-48.
17. Brynjolfsson, E., & Hitt., L. M. (2003). Beyond computation: information technology, organizational transformation, and business performance. *Inventing the organizations of the 21st century. MIT Press. Cambridge, MA–London*, 71-99.
18. DEA. (2012). Digital Agenda for Europe, Scoreboard 2012. *European Commission*, June 2012.

Archive of SID

www.SID.ir

19. Dervojeda, K., Verzijl, D., Nagtegaal, F., Lengton, M., & Rouwmaat, E. (2013). *Big Data: Artificial Inteligence.* Business Innovation Observatory - European Commission.
20. EVM. (2013). European Vacancy Monitor. November 2013.
21. globalwebindex. (2014). *GWI Social Summery.*
22. Gholami, R., Moshiri, S..and Sang-Yong ،T. L. (2004). ICT And Productivity of the Manufacturing Industries in Iran, EJISDC, No 19, P 1-19.
23. Gretton, P., Gali, J., & Parham, D. (2004). The effects of ICTs and complementary innovations on Australian productivity growth. *The economic impact of ICT: Measurement, evidence and implications*, 105-30.
24. Hempell, T., Leeuwen, G. V., & Wiel, H. V. (2004). ICT, innovation and business performance in services: Evidence for Germany and the Netherlands. *ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper*, 04-06.
25. Jorgenson, D. W. (2012). Information Technology and U.S. Productivity Growth. (M. M. Stehrer, Ed.) *Industrial Productivity in Europe*, 35-64.
26. Lipsey, R., Carlaw, K., & Bekar, C. (2005). Economic Transformations: General Purpose Technologies and Long-term Economic Growth. *Oxford, UK, Oxford University Press*.
27. Moshiri, Saeed (2016). "The Spillovers Effects of ICT Investment in Canada, Provincial and Industry Analysis, *Journal of Economic Innovation and New Technology*, Vol. 25, No.8.
28. Moshiri, S. and E. Jahangard (2007). ICT Impact on the Labor Productivity in the Iranian Manufacturing Industries; a Multilevel Analysis, Iranian Economic Review, 12 (1), 121-142.
29. Moshiri, Saeed, and Somaieh Nikpour (2010). International ICT Spillover, in *"ICTs and Sustainable Solutions for the Digital Divide: Theory and Perspectives,"* edited by Jacques Steyn, and Graeme Johanson, Information Science Reference, U.S.
30. Moshiri, S., & Simpson, W. (2011). Information Technology and the Changing Workplace in
31. OECD. (2011). *An overview of growing income inequalities in OECD countries: Main findings.* Paris, France: Divided We Stand—Why Inequality Keeps Rising. In: OECD Publishing.
32. Oliner, S., & Sichel, D. (2000). The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story? *Journal of Economic Perspectives, 14*(4), 3-22.
33. O'Mahony, M., Robinson, C., & Vecchi, M. (2008). The impact of ICT on the demand for skilled labour: a cross-country comparison. *Labour economics, 16*(5), 1435-1450.
34. Pilat, D. (2005). The economic impacts of ICT–Lessons learned and new challenges. *Eurostat Conference Knowledge Economy–Challenges for Measurement.*
35. Pilat, D., & Lee, F. (2001). Productivity Growth in ICT-producing and ICT-using Industries: A Source of Growth Differentials in the OECD?

Archive of SID

www.SID.ir

*OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2001/04,*OECD Publishing, Paris. DOI: http://dx.doi.org/10.1787/774576300121.
36. Pilat, D., & Wölfl, A. (2004). ICT Production and ICT Use: What Role in Aggregate Productivity Growth? In OECD, *The Economic Impact of ICT – Measurement, Evidence and Implications* (pp. 85-104). Paris: OECD2014.
37. Stiglitz, J. E. (2002). *Globalization and its Discontents* (Vol. 500). New York: Norton.
38. UNCTAD. (2007). Infromation Economy Report 2007-2008: Science and technology for development: the new paradigm of ICT. New York and Geneva: United Nations.
39. UNCTADStat. (2016). Retrieved from http://unctadstat.unctad.org/wds/Report Folders/report Folders.aspx?sCS_ChosenLang=en.
40. Van Ark, B., Inklaar, R., & McGuckin, R. H. (2003). Changing Gear: Productivity, ICT and Service Industries in Europe and the United States. *The industrial dynamics of the new digital economy, Edward Elgar*, 56-99.
41. WITSA. (2010). *Digital Plantet 2010.* World Information Technology and Service Alliance (WITSA).
42. WITSA. (2010). *World Information Technology And Services Alliance*.

Archive of SID

www.SID.ir