فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین، شماره‌های ۱۷ و ۱۸، تابستان و پاییز ۱۳۸۸، صفحات ۱– ۲۲

اثر فناوری اطلاعات بر بهره‌وری نیروی کار در صنایع کارخانه‌ای ایران: ۱۳۸۱-۱۳۸۶

محمود محمودزاده*

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۸/۰۲

چکیده

اثرات فناوری اطلاعات بر بهره‌وری نیروی کار از دهه ۱۹۹۰ مورد توجه جدی اقتصاددانان بوده است. نتایج مطالعات تجربی در زمینه پیامدهای فاوا متفاوت می‌باشد. در این مقاله تأثیر فاوا بر رشد بهره‌وری ۲۳ صنعت تولیدکننده و مصرف‌کننده فناوری اطلاعات در ایران به روش داده‌های تلفیقی در دورهٔ زمانی ۸۶-۱۳۸۱ ارزیابی می‌شود. نتایج نشان می‌دهد تأثیر 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. کشش بهره‌وری نسبت به سرمایه فاوا در فاصله ۰/۰۹۵-۰/۰۳ قرار دارد. با لحاظ نمودن ویژگی‌های انفرادی صنایع و گذشت زمان، اثرگذاری فاوا به مقدار قابل توجه افزایش می‌یابد. بنابراین فاوا بر بهره‌وری صنایع تولیدی در ایران مؤثر بوده و تضاد بهره‌وری مشاهده نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: فناوری اطلاعات، بهره‌وری نیروی کار، صنایع تولیدکننده، صنایع مصرف‌کننده

طبقه‌بندی JEL: I96 ,L60 ,O47

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. مقدمه

اثرات و پیامدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات از دهه ۱۹۹۰ همواره مورد پرسش اقتصاددانان بوده و تحقیقات زیادی در سطوح بنگاه، صنعت، کشور و بین‌کشوری انجام شده است. هنوز ادبیات اقتصاد فاوا نوظهور است و نتایج به همگرایی نرسیده است. برخی اقتصاددانان مطالعات

* پست الکترونیکی: mahmod.ma@yahoo.com

کلان را به‌دلیل خطای تجمیع به چالش کشیده‌اند و بر مطالعات در سطح صنایع تأکید دارند. برخی تحلیل‌گران معتقدند ترکیب صنایع نقش مهمی در شکاف بهره‌وری در امریکا و اروپا داشته است.[1] برخی کاستی‌های اقتصاد اروپا (و برخی مزایای اقتصاد امریکا) بر گروه کوچکی از صنایعی که یا تولیدکننده فاوا هستند و یا به شدت از فاوا بهره‌برداری می‌کنند، متمرکز است. این بخش‌ها شامل عمده‌فروشی، خرده‌فروشی، خدمات مالی، دارایی‌های واقعی و صنایع تولیدی فاوا می‌باشد. این صنایع بخش عمده‌ای از تفاوت رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را در اروپا و امریکا توضیح می‌دهند.[2]

هر چند مطالعات انجام یافته در سطح کلان بر تأثیر مثبت فاوا بر بهره‌وری تأکید دارند ولی در سطح صنعت مطالعات اندکی انجام یافته است. مطالعات سطح کلان از خطای تجمیع برخوردارند و نمی‌توان نتایج به‌دست آمده را به سطح صنعت تعمیم داد. شدت به‌کارگیری فاوا در صنایع نیز متفاوت است بنابراین سنجش دقیق پیامدهای فاوا نیازمند طبقه‌بندی صنایع بر اساس ویژگی‌های مشترک آنهاست. این مقاله به‌دنبال ارزیابی تأثیر فاوا بر بهره‌وری در صنایع تولیدی ایران بر اساس طبقه‌بندی دو رقمی ISIC است. پرسش کلیدی این است که آیا سطح بهره‌وری در صنایع تولیدی و مصرف‌کننده فاوا متفاوت است؟ و آیا شدت فاوابری صنایع می‌تواند بر رشد بهره‌وری مؤثر باشد؟

این مقاله از چند نظر با مطالعات مشابه داخلی متفاوت است. بیشتر مطالعات صورت گرفته در ایران به استثنای مطالعه جهانگرد (۲۰۰۵) در سطح کلان بوده‌اند. این مطالعه علاوه بر این که در سطح صنعت انجام یافته است صنایع را بر مبنای ماهیت تولیدی، مصرفی و شدت فاوابری صورت‌بندی کرده و فرضیات مطرح را آزمون می‌کند. علاوه بر این، مطالعه حاضر با استفاده از مطالعات تجربی مهم موجودی سرمایه فاوا را محاسبه کرده است و روش محاسبه آن متفاوت از سایر مطالعات مشابه می‌باشد. تصریح مدل مقاله نیز متفاوت از تصریح سایر مطالعات بوده و از روش‌های برآورد جدید از قبیل الگوی تلفیقی با گشتاورهای تعمیم یافته بهره‌برداری می‌کند.

در راستای این پرسش‌ها، مقاله به این شرح سازمان‌دهی شده است. پس از مقدمه، ادبیات موضوع با تأکید بر شدت به‌کارگیری فاوا توسط صنایع مرور می‌شود. بخش دوم به شواهد آماری و نفوذ فاوا در صنایع ایران اختصاص دارد. تبیین اثرگذاری فاوا بر رشد بهره‌وری و تصریح مدل بخش بعدی مقاله را شکل می‌دهد. بخش چهارم به نتایج تجربی و یافته‌ها می‌پردازد. در بخش پایانی، نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی ارائه می‌شود.

---

[1] O'Mahony and Ark van (2003) and European Commission (2007)
[2] Van Ark et al (2003) and O'Mahony and Ark Van (2003)

۲. ادبیات موضوع

ادبیات اقتصادی نوین پیشرفت‌های فناورانه را محور رشد اقتصادی می‌داند.[۱] شواهد تاریخی و مباحث نظری از این ایده پشتیبانی می‌کنند که فناوری‌هایی با هدفمندی عمومی[۲] از قبیل ماشین بخار، برق و فاوا نقش محوری در فرآیند رشد اقتصادی ایفا می‌کنند.[۳] برسناهان و تراج‌تنبرگ[۴] (۱۹۹۵) چهار ویژگی کلیدی برای فناوری‌هایی با هدفمندی عمومی ارایه می‌کنند: ۱- در مراحل آغازین اثرات گسترده به وجود می‌آورند؛ ۲- کاربردهای بسیار متنوعی دارد؛ ۳- قابلیت به‌کارگیری در بسیاری از بخش‌های اقتصادی را دارا می‌باشند؛ ۴- فناوری‌های مکمل خلق می‌کنند.

برسناهان و تراج‌تنبرگ (۱۹۹۵) همانند دیوید (۱۹۹۰) معتقدند که فاوا یک فناوری با هدفمندی عمومی است و همه ویژگی‌های آن را داراست. فاوا در مقیاس گسترده در بیشتر بخش‌های اقتصادی استفاده می‌شود و محصولات مکمل بسیاری را از قبیل محصولات نرم‌افزاری، شبکه‌های ارتباطاتی و... ایجاد کرده که بهره‌وری فاوا را گسترده‌تر و وسیع‌تر می‌کنند. برخی ویژگی‌های کلیدی فاوا عبارت است از: الف. کالاها و خدمات با هزینه کمتر مبادله می‌شود و از طریق تخصص‌گرایی، اقتصاد مقیاس و مکملی با سایر نهاده‌ها، بازدهی‌های بسیار زیاد به وجود می‌آورد؛[۵] ب. هزینه‌های پایین مبادله و مدیریت کارآمد اطلاعات باعث تغییرات سازمانی و آموزش‌های مهارتی می‌شود؛ ج. اثرات شبکه‌ای سبب می‌شود که ارزش فاوا با رشد تعداد کاربران افزایش یابد؛ د. شبکه‌های توزیع به‌صورت کارآمد کنترل و هزینه‌های انبارداری کاهش می‌یابد؛ تخصیص مجدد عوامل تولیدی سریع‌تر و کارآمدتر صورت می‌گیرد.

انتظار می‌رود توسعه‌هایی چنین بزرگ در فاوا، بهره‌وری را بهبود بخشیده و رشد اقتصادی را افزایش دهد. شاید دهه‌ها طول بکشد تا پتانسیل‌های فاوا در دنیای واقعی به‌کار گرفته شوند.[۶] بر اساس نظریه شریر[۷] (۲۰۰۰)، فاوا از طریق سه مجرا بر رشد بهره‌وری اثر می‌گذارد: اولین اثر از طریق پیشرفت‌های فناوری در صنایع تولیدی فاوا اتفاق می‌افتد که به‌طور مستقیم بهره‌وری کل صنایع تولیدکننده فاوا را افزایش می‌دهد؛ دومین اثر از طریق کاهش قیمت محصولات فاوا نسبت به سایر کالاها به‌وجود می‌آید که بنگاه‌ها را به جایگزینی فاوا با سایر سرمایه‌ها و نیروی کار تشویق می‌کند. از این طریق افزایش سرمایه‌گذاری‌های فاوا توسط صنایع مصرف‌کننده فاوا

---

[1] Grossman and Helpman (1991) and Aghion and Howitt (1992)
[2] General Purpose Technologies (GPTs)
[3] David (1990)
[4] Bresnahan and Trajtenberg
[5] Harris (1995)
[6] Jorgenson and Stiroh (2000)
[7] Schreyer

باعث تعمیق سرمایه شده و افزایش سرمایه سرانه فاوا به رشد بهره‌وری کمک می‌کند؛ سومین راه اثرگذاری فاوا، از طریق اثرات خارجی سودمند حاصل می‌شود. برای مثال فاوا مبادلات بنگاه با بنگاه را بهبود می‌بخشد. همچنین بسیاری از محققان دیگر بر نقش سرریز فاوا و انباشت سرمایه فاوا تأکید دارند.[1] برخی مطالعات تلاش کرده‌اند رابطه معناداری بین مخارج فاوا و شاخص‌های اندازه‌گیری از قبیل سودآوری برقرار کنند که به رابطه معناداری دست نیافته‌اند.[2]

فرانک[3] (۱۹۸۷) دریافت که استفاده از فاوا به کاهش بهره‌وری سرمایه و نیروی کار می‌انجامد. موریسن و برندت[4] (۱۹۹۰) دریافتند که فاوا تأثیر منفی بر بهره‌وری نیروی کار داشته است و منافع نهایی سرمایه‌گذاری کمتر از هزینه نهایی آن است. در ادبیات اقتصادی آنچه که این مطالعات به آن دست یافته‌اند، به‌عنوان «تضاد بهره‌وری» شناخته می‌شود که توسط سولو[5] (۱۹۵۷)، بر مبنای اثرات سرمایه‌گذاری رایانه بر بهره‌وری بنگاه‌ها بنیان نهاده شد.

مطالعات انجام شده در سطح بنگاه‌ها طی سال‌های اخیر، در مورد آثار فاوا بر بهره‌وری خوشبین بوده‌اند. با گسترش دسترسی به داده‌ها و روش‌های جدید، مطالعات تجربی دریافته‌اند که فاوا باعث بهبود بهره‌وری نیروی کار و رشد اقتصادی می‌شود.

منافع فاوا برای بنگاه‌ها شامل صرفه‌جویی نهاده‌ها، صرفه‌جویی هزینه‌ها، انعطاف‌پذیری و بهبود کیفیت تولید است. فناوری‌های جدید ممکن است باعث کاهش نیروی کار شده و بهبود بهره‌وری نیروی کار ماهر را در پی داشته باشد. برای مثال بهره‌برداری از تجهیزات فاوا می‌تواند باعث کاهش انبارداری و فضای لازم برای ذخیره کالاها شود. همچنین این فناوری‌ها می‌توانند باعث افزایش کیفیت یا توسعه محصولات شده و انعطاف‌پذیری بنگاه‌ها را در فرآیند تولید افزایش داده و بهره‌برداری از اقتصاد مقیاس را فراهم کنند. ویژگی‌های خاص فاوا مربوط به ایجاد شبکه و ارتباطات است. فناوری‌های جدید، هزینه‌های ارتباطات را کاهش می‌دهد و بنگاه‌ها از این فناوری برای تسهیل ارتباطات در میان نیروی کار و کاهش هزینه‌های هماهنگی استفاده می‌کنند، بنابراین استفاده از فاوا بر بهره‌وری بنگاه‌ها اثرات مستقیم دارد.

جرگنسون (۲۰۰۰) معتقد است کاهش قیمت کالاهای فاوا منشأ رشد بهره‌وری است. دلیل کاهش قیمت سرمایه فاوا نیز افزایش قدرت و بهبود فناوری نیمه هادی‌ها می‌باشد. نیمه هادی ارزان باعث گسترش سریع تولید رایانه‌ها و وسایل ارتباطی می‌شوند. بنگاه‌های حداکثر کننده سود به تغییر قیمت‌های نسبی پاسخ داده و تجهیزات و نرم‌افزارهای فاوا را جایگزین سایر داده‌ها

---

[1] Stiroh (2002a) and Basu et al (2003)
[2] Strassmann (1990), Banker and Kauffman (1998) and Dos Santos et al. (1993)
[3] Franke
[4] Morrison and Berndt
[5] Solow

و سرمایه‌ها می‌کنند. در نتیجه هزینه تولید صنایع استفاده کننده از سرمایه فاوا مثل هواپیماسازی، اتومبیل‌سازی و غیره کاهش خواهد یافت.[۱] این شدت استفاده از سرمایه منجر به تعمیق سرمایه و تغییر در سازماندهی تولید سایر کالاها در اقتصاد شده و افزایش رشد و بهره‌وری تولید را به ارمغان می‌آورد.[۲]

بر مبنای این تفسیرها، پس از ۱۹۹۵ ابداع و توسعه فاوا بر رشد بهره‌وری اثرگذار بوده است. شواهد نشان می‌دهد رشد بهره‌وری در صنایع تولیدکننده فاوا و خدمات استفاده‌کننده فاوا در امریکا و کشورهای صنعتی اروپا شتاب یافته است. تفکیک رشد بهره‌وری در بین صنایع اروپا حاکی از رشد شتابان بهره‌وری در صنایع تولیدکننده فاواست. بی‌تردید عوامل زیادی بر بهره‌وری همانند نخستین سرمایه، نرخ دستمزد و آموزش تأثیر دارند. با این وجود انتشار و پخش فناوری بیشترین نقش را ایفا می‌کند. انتشار فاوا در اروپا نسبت به امریکا در نیمه دوم دهۀ ۱۹۹۰ آهسته‌تر بوده است.

شواهد نشان می‌دهد رشد بهره‌وری نیروی کار در صنایع تولیدکننده فاوا و صنایع استفاده‌کننده فاوا در کشورهای اروپایی، پایین‌تر از امریکا می‌باشد. مهم‌ترین دلیل این موضوع کوچکتر بودن اندازه این صنایع در اروپا نسبت به امریکا است. روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری شدت فاوابری وجود دارد: گروه‌بندی صنایع به دو نوع عمده: صنایع تولیدی و مصرفی فاوا، به‌کارگیری اصول حسابداری برای تجزیه رشد و بهره‌برداری از الگوهای اقتصادسنجی از جمله این روش‌ها محسوب می‌شوند.

مطالعات مختلف از مدل استاندارد نئوکلاسیک برای برآورد سهم سرمایه فاوا از رشد بهره‌وری استفاده کرده‌اند. آنها سرمایه فاوا را به‌عنوان متغیر توضیحی وارد مدل حسابداری رشد یا معادله رگرسیونی می‌کنند. با این وجود استیرو[۳] (۲۰۰۲ ب) بیان می‌کند که مدل نئوکلاسیکی اثرات سرریز تولید را در نظر نمی‌گیرد. برای رفع این مشکل استیرو (۲۰۰۲، الف، ب) و آرک و همکاران[۴] (۲۰۰۲) از متغیرهای مجازی استفاده می‌کنند و صنایع را به سه گروه تولیدکننده فاوا (بسیار فاوابر)، صنایع مصرف‌کننده و سایر صنایع تقسیم‌بندی می‌کنند. جوزف و آبراهام[۵] (۲۰۰۷) اثرات فاوا بر بهره‌وری در بخش صنایع کارخانه‌ای هند را مورد بررسی قرار داده‌اند و دریافته‌اند که سطح سرمایه‌گذاری فاوا در بخش صنایع کارخانه‌ای بسیار پایین است ولی این سرمایه‌گذاری اثر مثبت و معنادار بر بهره‌وری کل و بهره‌وری جزیی این بخش دارد.

---

[1] Jalava and Pohjola (2007)
[2] Jahangard (2005)
[3] Stiroh (2002b)
[4] Ark et al.
[5] Joseph and Abraham

کرسپی و همکاران[1] (۲۰۰۷) به‌بررسی رابطه بین رشد بهره‌وری، سرمایه‌گذاری فاوا و تغییرات سازمانی با استفاده از داده‌های مربوط به بنگاه‌های انگلستان پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن است که در صورت نبود تغییرات سازمانی، بازده فاوا تا حد بسیار زیادی کاهش می‌یابد. بنابراین منافع حاصل از فاوا نیاز به سازماندهی مجدد دارند تا سبب افزایش رشد بهره‌وری شوند.

پیاتوسکی[2] (۲۰۰۳) بیان می‌کند، سرمایه‌گذاری عظیم فاوا که در سال ۱۹۹۵- ۲۰۰۰ در لهستان صورت گرفته به‌واسطه کاهش قیمت تولیدات و خدماتی بوده است که شرکت‌ها را تشویق به جایگزینی سرمایه فاوا به‌جای سرمایه غیرفاوا نموده است.

ارک و همکاران[3] (۲۰۰۳) نشان داده‌اند سرمایه‌گذاری فاوا با وجود اینکه در کشورهای اروپایی نسبت به امریکا کمتر بوده ولی اثر مثبت بر رشد بهره‌وری نیروی کار و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید داشته است. آنچه باعث کاهش رشد بهره‌وری در اکثر کشورهای اروپایی شده کاهش بهره‌وری در بخش‌های غیرفاوا است.

پیلات، لی و ون ارک[4] (۲۰۰۲) نیز به‌بررسی شواهد موجود در مورد اثر صنایع تولیدکننده و مصرف‌کننده فاوا بر عملکرد اقتصادی کشورهای سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (OECD)[5] پرداخته‌اند. بر اساس یافته‌های آنها نرخ رشد بهره‌وری در این بخش‌ها بالا است. در کشورهای سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه سهم صنایع کارخانه‌ای فاوا از کل رشد بهره‌وری نیروی کار در طول دهۀ ۱۹۹۰ در حال افزایش بوده است.

بالدوی و سبورین[6] (۲۰۰۲) به بررسی تغییرات ساختاری در بخش صنایع کارخانه‌ای کانادا و رابطۀ آن با تغییر فناوری پرداخته‌اند. آنها با استفاده از داده‌های ترکیبی برای بنگاه‌های کانادا در دوره ۱۹۹۷ - ۱۹۹۸ دریافته‌اند که در بسیاری از بنگاه‌ها کاربرد فاوا با افزایش رشد بهره‌وری و سهم بازاری بنگاه، در طول این دوره همراه بوده است. در حقیقت استفاده از فاوا نقش مهمی در رشد اقتصادی ایفا می‌کند.

محمودزاده و اسدی (۲۰۰۷) اثرات فاوا بر رشد بهره‌وری نیروی کار در اقتصاد ایران را در دوره ۸۲-۱۳۵۰ ارزیابی کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد بهره‌وری کل، سرمایه‌های غیرفاوا، فاوا و انسانی تأثیر مثبت بر بهره‌وری نیروی کار در اقتصاد ایران دارند. جهانگرد (۲۰۰۵) نشان داده

---

[1] Crespi et al.
[2] Piatkowski
[3] Van Ark, Inklaar and McGuckin
[4] Pilat, Lee and van Ark
[5] Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)
[6] Baldwi and Sabourin

که کشش تولیدی فاوا در صنایع با فناوری میانه از قبیل پتروشیمی و خودروسازی در مقایسه با سایر فعالیت‌های صنعتی بیشتر است. نتایج اهم مطالعات در سطح بنگاه و صنعت در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. خلاصه مطالعات تجربی: تأثیر فاوا بر بهره‌وری نیروی کار

مطالعه	نمونه	دوره	تأثیر سرمایه فاوا[1] بر رشد بهره‌وری
ویل (۱۹۹۲)	۳۳	۱۹۸۲-۸۷	+
لوومن (۱۹۹۴)	۶۰	۱۹۷۸-۸۴	×
هیت و برایجلفسون (۱۹۹۶)	۱۱۰۹	۱۹۸۸-۹۲	+
پراساد و هارکر (۱۹۹۷)	۴۷	۱۹۹۳-۹۵	+
شاو و لی (۲۰۰۱)	۱۱۵	۱۹۸۸-۹۲	+
لی و منون (۲۰۰۰)	۱۰۶۴	۱۹۷۶-۹۴	+
منون و همکاران (۲۰۰۰)	۱۰۶۴	۱۹۷۶-۹۴	+
شاو و لین (۲۰۰۱)	۱۱۱۵	۱۹۸۸-۹۲	+
کو و همکاران (۲۰۰۴)	۸۳	۱۹۷۶-۹۴	*
غلامی و همکاران (۲۰۰۴)	۲۲ صنعت	۱۹۹۳-۹۹	+
انگل‌برچت و ژاونگ (۲۰۰۶)	۲۹ صنعت	۱۹۹۸-۰۳	رشد بهره‌وری نیروی کار در صنایع فاوابر بیش از سایر صنایع است.
بدوسکو و همکران (۲۰۰۹)	۳۴۱	۱۹۹۴-۹۸	*
مولهی (۲۰۰۹)	۱۸۲۴	۱۹۹۸-۰۲	+
مندز و همکاران (۲۰۰۹)	۲۲۵۵	۲۰۰۴	+
دیمیلیس و پاپایونو (۲۰۱۱)	۲۶ صنعت در امریکا و ۲۶ صنعت در اتحادیه اروپا	۱۹۸۰-۲۰۰۰	رشد بهره‌وری نیروی کار در صنایع تولیدکننده و بیش فاوابر بیش از سایر صنایع است.
این مقاله	۲۳	۲۰۰۱-۰۶	رشد بهره‌وری کار در صنایع فاوابر بیش از سایر صنایع است.

+، × و * به‌ترتیب بیانگر تأثیر مثبت، بی‌تأثیری و تأثیر مثبت تحت شرایط خاص فاوا بر بهره‌وری است.

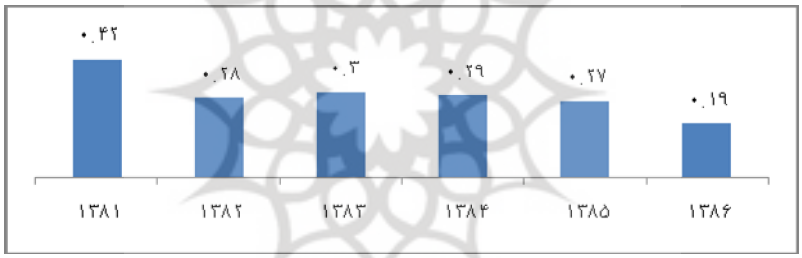
[1] همه مطالعات بسته به هدف مطالعه، از سرمایه‌گذاری فاوا (سخت‌افزار، نرم‌افزار و ارتباطات) یا موجودی سرمایه فاوا استفاده کرده‌اند.

۳. شواهد آماری

در تقسیم‌بندی کلی، صنایع به دو گروه تولیدکننده و مصرف‌کننده فاوا تقسیم می‌شوند. تقسیم‌بندی صنایع تولیدکننده و مصرف‌کننده بر اساس مقالات ارک[1] (۲۰۰۳) و اینکلر[2] (۲۰۰۳) و مک گکان[3] (۲۰۰۳) بوده است. صنایع کدهای ۳۰، ۳۲۱، ۳۲۲ و ۳۳۱ جزء صنایع تولیدکننده و سایر صنایع، مصرف‌کننده محسوب می‌شوند. برای ارزیابی کاربرد فاوا در این صنایع از یک سری شاخص‌ها از قبیل سهم سرمایه‌گذاری فاوا از کل سرمایه‌گذاری استفاده می‌شود.

محاسبه نسبت سرمایه‌گذاری فاوا در کل صنایع به کل سرمایه‌گذاری صنعت برای کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر در سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۸۶ نشان می‌دهد که بیشترین سهم در سال ۱۳۸۱ بوده است پس از سال ۱۳۸۱، تقریباً روند سهم سرمایه‌گذاری نرم‌افزار کاهش یافته است (نمودار ۱).

نمودار ۱. سهم سرمایه‌گذاری نرم‌افزار به کل سرمایه‌گذاری صنایع تولیدی: ۸۶-۱۳۸۱ (درصد)



مأخذ: مرکز آمار و محاسبات محقق

سرمایه‌گذاری فاوا شامل سه بخش عمده سخت‌افزار، نرم‌افزار و ارتباطات می‌باشد. در داده‌های منتشر شده از سوی مرکز آمار ایران در قالب نمونه‌گیری از کارگاه‌های صنعتی، میزان سرمایه‌گذاری در نرم‌افزار به تفکیک صنایع ارایه می‌شود ولی داده‌های سرمایه‌گذاری سخت‌افزار و ارتباطات موجود نیست. نسبت سرمایه‌گذاری فاوا به کل سرمایه‌گذاری در ادبیات اقتصادی به نام تعمیق سرمایه شناخته می‌شود. این شاخص بیانگر شدت فاوابری صنایع است. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود بیشترین سهم سرمایه‌گذاری فاوا به سرمایه‌گذاری کل در بخش صنایع تولیدکننده به «انتشار چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده» و در بخش صنایع

---

[1] Van Ark
[2] Inklaar
[3] McGuckin

تولیدکننده به «تولید فرستنده‌های تلویزیونی و رادیویی و دستگاه‌های مخصوص سیستم‌های ارتباطی و تلگرافی» اختصاص دارد.

بیشترین سهم موجودی سرمایه‌گذاری فاوا به سرمایه‌گذاری کل در بخش صنایع مصرف‌کننده به «تولید کاغذ و محصولات کاغذی»، «وسایل نقلیه موتوری، تریلر و نیمه تریلر» و «انتشار، چاپ و تکثیر رسانه های چاپ شده» و در بخش صنایع تولیدکننده به «تولید وسایل و ابزار پزشکی، وسایل ویژه اندازه‌گیری، کنترل و آزمایش، دریانوردی و منظورهای دیگر به‌جز ابزارهای نوری اختصاص» دارد.

جدول ۲. تعمیق سرمایه فاوا در صنایع تولیدی (۱۳۸۶ و ۱۳۸۱)

کد صنعت	سهم سرمایه‌گذاری فاوا: درصد		سهم موجودی سرمایه فاوا: درصد[1]		نوع صنعت فاوا		
	۱۳۸۱	۱۳۸۶	۱۳۸۱	۱۳۸۶	تولیدکننده	مصرف‌کننده	بیش فاوابر[2]
۱۵	۰/۱۸	۰/۶۲	۰/۰۲۲	۰/۴۶		✓	
۱۶	۰/۰۹	۰	۰/۰۲	۰/۰۲		✓	
۱۸	۰/۱۲	۰/۹۵	۰/۰۳	۰/۸۸		✓	✓
۱۹	۰/۰۳	۰/۲۸	۰	۰/۰۶		✓	✓
۲۰	۰/۱۳	۰/۲۷	۰/۱۱۶	۰/۰۳		✓	
۲۱	۲/۱۱	۰/۴۵	۴/۲۹	۲/۰۵		✓	
۲۲	۰/۸۵	۲/۸	۰/۲۵	۳/۷۵		✓	✓
۲۳	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۱۰		✓	
۲۴	۰/۷۳	۰/۰۷	۰/۸۷	۰/۶۹		✓	✓
۲۶	۰/۱۶	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۲۹		✓	
۲۷	۰/۴۳	۰/۰۶	۱/۲۴	۰/۱۹		✓	
۲۸	۰/۲۶	۰/۲۷	۰/۱۴	۱/۲۳		✓	✓
۳۰	۰/۲۱	۰/۲۹	۰/۱۵	۰/۸۴	✓		✓
۳۱	۰/۰۹	۰/۳۴	۰/۰۴	۰/۵۴		✓	✓
۳۲	۰/۲۹	۰/۱۹	۰/۱	۰/۵۳		✓	✓
۳۳	۰/۳۸	۰/۲۳	۰/۵۷	۰/۴۵		✓	✓
۳۴	۰/۱۱	۰/۰۶	۲/۰۲	۰/۵		✓	
۳۵	۰/۰۹	۰/۵۲	۰/۰۷	۰/۷		✓	

[1] جزئیات چگونگی محاسبه موجودی سرمایه فاوا و کل موجودی سرمایه در بخش سوم (تصریح مدل) آورده شده است.

[2] Ark, Inkalar and Mc Guckin (2002)

ادامهٔ جدول ۲. تعمیق سرمایه فاوا در صنایع تولیدی (۱۳۸۶ و ۱۳۸۱)

کد صنعت	سهم سرمایه‌گذاری فاوا: درصد		سهم موجودی سرمایه فاوا: درصد[1]		نوع صنعت فاوا		
	۱۳۸۱	۱۳۸۶	۱۳۸۱	۱۳۸۶	تولیدکننده	مصرف‌کننده	بیش فاوابر[2]
۳۶	۰/۱۹	۰/۵	۰/۱۷	۰/۰۵		✓	
۳۷	۰	۰	۰/۱۶	۰/۲۱		✓	
۳۲۱	۰/۱۶	۰/۲	۰/۱۸	۰/۰۷	✓		✓
۳۲۲	۰/۴۴	۲/۱	۱/۵۹	۱/۵۲	✓		✓
۳۳۱	۰/۳۹	۰/۲۱	۳/۹۵	۰/۶۳	✓		✓
کل صنعت	۰/۴۲		۰/۷۳	۰/۴	-	-	-

مأخذ: مرکز آمار و محاسبات محقق

۴. تصریح مدل و نتایج تجربی

برای ارزیابی تأثیر فاوا بر بهره‌وری نیروی کار، از مدل منکیو و همکاران[3] (۱۹۹۲) استفاده می‌شود. آنها تولید را تابعی از موجودی سرمایه، نیروی کار و سرمایه انسانی معرفی کردند که پوجولا[4] (۲۰۰۲،۲۰۰۱) و کوا[5] (۲۰۰۲) با تفکیک موجودی سرمایه فاوا و غیرفاوا این تابع را به صورت زیر ارایه نمودند:

$$Y = A(t)F\left(K_{ict}, K_{O}(t), L(t), H(t)\right) \qquad (۱)$$

Y تولید، K_{ict} خدمات سرمایه فاوا، K_{O} سایر خدمات سرمایه‌ای، L خدمات نیروی کار و H ذخیره سرمایه انسانی[6] است. سطح فناوری به صورت خنثی هیکس و به شکل پارامتر A در نظر گرفته می‌شود و فرض می‌شود بازدهی نسبت به مقیاس ثابت و بازارهای محصول و نهاده رقابتی برقرار باشد.

---

[1] جزئیات چگونگی محاسبه موجودی سرمایه فاوا و کل موجودی سرمایه در بخش سوم (تصریح مدل) آورده شده است.

[2] Ark, Inkalar and McGuckin (2002)

[3] Mankiw et al.

[4] Pohjola

[5] Quah

[6] Stock of Human Capital

در این مدل، برای ارزیابی تأثیر فاوا بر بهره‌وری نیروی کار، بهره‌وری نیروی کار با نماد $y(t) = \frac{Y(t)}{L(t)}$ نشان داده می‌شود.[۱] با این تغییرات، معادله ۱:

$$y(t) = A(t)F\left(\frac{K_{ict}(t)}{L(t)}, \frac{K_0(t)}{L(t)}, \frac{H(t)}{L(t)}\right) \quad (۲)$$

در این معادله فرض می‌شود:

$$K_{ict} = \frac{K_{ict}(t)}{L(t)}, K_0 = \frac{K_0(t)}{L(t)} h = \frac{H(t)}{L(t)} \quad (۳)$$

اگر از طرفین معادله نسبت به زمان دیفرانسیل گرفته شود:

$$\frac{dy}{dt}.\frac{1}{y} = \frac{\partial F}{dk_{(ICT)}}.\frac{dk_{(ICT)}}{dt}.\frac{1}{y} + \frac{\partial F}{\partial K_0}.\frac{dK_0}{dt}.\frac{1}{y} + \frac{\partial F}{\partial h}.\frac{dh}{dt}.\frac{1}{y} + \frac{dA}{dt}.\frac{1}{A} \quad (۴)$$

با فرض فناوری خنثای هیکس، $\dot{g} = \frac{dLnA}{dt}$ خواهد بود. اگر به عوامل تولید به اندازه بازدهی نهایی اجتماعی پرداخت شود در این صورت $F_{(ICT)} = r_{(ICT)}, F_0 = r_0, F_H = r_h$ (قیمت اجاره‌ای سرمایه) و $F_L = W$ (نرخ دستمزد) و بنابراین روابط زیر برقرار خواهد بود:

$$\frac{\partial F}{\partial K_{(ICT)}}.\frac{K_{(ICT)}}{y} = V_{(ICT)}, \frac{\partial F}{\partial K_0}.\frac{K_0}{y} = V_0, \frac{\partial F}{\partial h}.\frac{h}{y} = V_h$$

$$\frac{dy}{dt}.\frac{1}{y} = d\frac{Lny}{dt}, \frac{dLnk_{ict}}{dt} = \frac{dk_{ict}}{dt}.\frac{1}{k_{ict}}, \frac{dLnk_0}{dt} = \frac{dk_0}{dt}.\frac{1}{k_0}, \frac{d\ln h}{dt} = \frac{dh}{dt}.\frac{1}{h} \quad (۵)$$

با جایگزینی روابط ۵ در معادله ۴ خواهیم داشت:

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

---

[۱] معمولا بهره‌وری نیروی کار در کشورهای توسعه یافته به‌صورت میزان تولید بر ساعات کاری بیان می‌شود که با توجه به نبود میزان ساعات کاری در ایران، به‌جای آن از تعداد نیروی کار استفاده می‌شود. این شاخص متوسط تولید را به ازای هر نفر نیروی کار در یک سال اندازه‌گیری می‌کند. با توجه به نبود داده‌های ساعات کاری در ایران، این شاخص بهترین معیار برای بهره‌وری نیروی کار محسوب می‌شود. افزون بر این، مهم‌ترین دلیل استفاده از ساعات کاری در تصریح بهره‌وری نیروی کار، لحاظ کردن متغیر کیفیت نیروی کار به‌عنوان یکی از متغیرهای توضیحی است که این متغیر در مقاله افزوده شده است.

$$dLny = V_{(ICT)} d\frac{\ln k_{ict}}{dt} + V_0 \frac{d\ln k_0}{dt} + V_h \frac{d\ln h}{dt} + \dot{g} \quad (۶)$$

با جایگزینی مجدد روابط ۳ در معادله ۶ رابطه ۷ حاصل خواهد شد:

$$\dot{y} = V_{(ICT)} k_{ict} + V_0 k_0 + \dot{V}_h \dot{h} + \dot{g} \quad (۷)$$

$$k_{(ICT)} = \frac{Lnk_{(ICT)}}{dt}, \dot{k} = \frac{dLnk_0}{dt}, \dot{h} = \frac{dLnh}{dt}$$

معادله ۷ چهار منبع رشد بهره‌وری نیروی کار را نشان می‌دهد با افزایش سرمایه فاوا و غیرفاوا به‌ازای هر نفر نیروی کار، بهره‌وری نیروی کار افزایش می‌یابد؛ جزء سوم رشد کیفیت نیروی کار است که جانشینی نیروی کار با بهره‌وری نهایی بالاتر را اندازه‌گیری می‌کند؛ جزء چهارم پیشرفت کلی در بهره‌وری کل عوامل است که اثرات تغییرات فنی و سایر عواملی که باعث افزایش رشد تولید می‌شوند را اندازه‌گیری می‌کند.

مدل مورد استفاده ترکیبی از مدل‌های بادسکو و همکاران[1] (۲۰۰۹) و ارک مک گکان و اینکلر[2] (۲۰۰۳) است. مدل اولی منابع رشد بهره‌وری نیروی کار را بیان می‌کند و مدل دومی تفکیکی بین صنایع تولیدکننده و مصرف‌کننده فاوا و همچنین صنایع «بیش فاوابر و کم فاوابر» ارایه می‌کند.

$$\ln\left(\frac{VA_{it}}{Lit}\right) = \alpha_0 + \alpha_1 \ln\left(\frac{KICT_{it}}{L_{it}}\right) + \alpha_2 \ln\left(\frac{KNICT_{it}}{L_{it}}\right) + \alpha_3 \ln\left(\frac{H_{it}}{L_{it}}\right) + \alpha_4 D_{1it} + \alpha_5 D_{2it} + \mu_i + \lambda_t + \nu_{it} \quad (۸)$$

$\frac{VA}{L}$ این متغیر بیانگر نسبت ارزش افزوده به کل شاغلان در صنایع می‌باشد که به‌عنوان شاخص بهره‌وری نیروی کار در نظر گرفته می‌شود، $\frac{KICT}{L}$ این متغیر موجودی سرمایه فاوا به کل شاغلان را نشان می‌دهد، انتظار می‌رود با افزایش سرمایه‌گذاری فاوا، بهره‌وری نیروی کار افزایش یابد. این اثرگذاری کاملاً به ماهیت صنایع بستگی دارد و ممکن است شاهد تضاد بهره‌وری باشیم، $\frac{KNICT}{L}$این متغیر نسبت موجودی سرمایه غیرفاوا به کل شاغلان را نشان

[1] Badescu
[2] Van Ark and Inklaar and McGuckin

می‌دهد. افزایش سرمایه‌گذاری غیرفاوا بسته به ناحیه تولیدی که بنگاه اقتصادی در آن قرار می‌گیرد می‌تواند مثبت یا منفی باشد. در شرایط معمول انتظار می‌رود اثر موجودی سرمایه فیزیکی بر بهره‌وری نیروی کار مثبت باشد. $\frac{H}{L}$ این متغیر نسبت شاغلان دارای تحصیلات کارشناسی و بیشتر به کل شاغلان را نشان می‌دهد که شاخص برای سرمایه انسانی محسوب می‌شود. انتظار می‌رود با افزایش نیروی کار با مهارت بالا، بهره‌وری نیروی کار افزایش یابد. این مطلب حاکی از آن است که وجود نیروی انسانی با مهارت بالا، کشورها را در جذب منافع ناشی از سرمایهٔ فاوا یاری می‌کند. قابل ذکر است که اگر فروشگاهی به سیستم رایانه‌ای مجهز شود ولی از نیروی کار ساده استفاده کند رایانه‌ها چندان بهره‌ور نخواهند بود ولی ترکیب رایانه‌ها و نیروی کار با مهارت بالا می‌توانند مدیریت کارهای پیچیده را بر عهده گیرند. وقتی کالایی که در آن فناوری جدید نهفته است وارد کشور می‌شود تنها با وجود نیروی انسانی ماهر و تحصیل‌کرده می‌توان از این فناوری برای خلق و ایجاد ایده‌های نو بهره برد و نیروی کار ماهر و متخصص است که توانایی کار و اجرای این فناوری را داراست.[1] D_1 متغیر مجازی است که برای صنایع تولیدکننده فاوا عدد یک و برای سایر صنایع عدد صفر لحاظ شده است. D_2 متغیر مجازی است که برای صنایع فاوابر عدد یک و برای سایر صنایع عدد صفر منظور می‌شود. مبنای تقسیم‌بندی صنایع به فاوابر و کم فاوابر، براساس مقاله ارک و مک گکان، اینکلر بوده است. μ_i اثرات غیرقابل مشاهده مربوط به هر صنعت را نشان می‌دهد که در طول زمان ثابت هستند. λ_t اثرات غیرقابل مشاهده مربوط به زمان را نشان می‌دهد که در طول زمان متغیر هستند، i نشان‌دهنده صنایع مصرف‌کننده و تولیدکننده بر اساس ISIC دو رقمی و سه کد سه رقمی است که شامل ده نفر کارکن و بیشتر می‌باشد، t نماد زمان بوده و در دورهٔ زمانی ۱۳۸۱-۱۳۸۶ را شامل می‌شود و Ln بیانگر لگاریتم است، v_{it} جزء اخلال را نشان می‌دهد.

مدل داده‌های تلفیقی از نوع دو طرفه است که شامل عوامل غیرقابل مشاهده مقطع و زمان است.[2] بسیاری از تحقیقات نشان می‌دهد که ویژگی‌های انفرادی بنگاه‌ها و گذشت زمان نقش مهمی در نمایان شدن اثرات فاوا ایفا می‌کند.

قبل از برآورد لازم است موجودی سرمایه فاوا و غیرفاوا محاسبه شود. در این راستا محاسبات زیر انجام می‌شود.

---

[1] Branjelfson and Hitt (2000)
[2] Baltagi (2005)

محاسبه متوسط سرمایه‌گذاری صنایع در دوره زمانی معین: بر این اساس، سرمایه‌گذاری کل به تعداد کارگاه ده نفر کارکن و بیشتر در سال‌های مختلف تقسیم و متوسط سرمایه‌گذاری ($\bar{I}$) برای صنایع محاسبه می‌شود.

$$\bar{I}_{i,k,t} = \frac{I_{i,k,t}}{N_{i,t}} \qquad (۹)$$

$\bar{I}_{i,t}$ سرمایه‌گذاری صنعت i در سال t و $N_{i,t}$ تعداد کارگاه ده نفر کارکن و بیشتر صنعت i در سال t می‌باشد. $k = 1,2$ نوع سرمایه‌گذاری را نشان می‌دهد که به دو سرمایه‌گذاری فاوا و غیرفاوا تقسیم می‌شوند.

محاسبه موجودی سرمایه اولیه: با استفاده از رابطه (۹)، می‌توان موجودی سرمایه اولیه را بر اساس رابطه ۱۰ محاسبه کرد که در اغلب تحقیقات تجربی از آن استفاده می‌شود.

$$K_{0,k} = \bar{I}_{t,k} \Big/ \delta_k + \gamma_k \qquad (۱۰)$$

$\bar{I}_t$ سرمایه‌گذاری دورهٔ t، K_0 موجودی سرمایه اولیه و δ نرخ استهلاک است، γ_k متوسط رشد سرمایه فاوا و غیرفاواست.

محاسبه موجودی سرمایه به تفکیک ICT و غیر ICT: موجودی سرمایه در سال‌های بعدی به‌صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$K_{t,k} = I_{t,k} + (1-\delta_k)K_{t-1,k} \qquad (۱۱)$$

$K_{t,k}$ موجودی سرمایهٔ نوع kام در دورهٔ tام بوده و $I_{t,k}$ سرمایه‌گذاری نوع kام در دورهٔ t می‌باشد. نرخ استهلاک برای سرمایه غیرفاوا ۵ درصد (جالاوا و پوجولا[1]، ۲۰۰۷) و برای سرمایه فاوا ۱۰ درصد (فرامنی،[2] ۱۹۹۷) لحاظ شده است. سرمایه‌گذاری فاوا فقط شامل سرمایه‌گذاری در نرم‌افزار بوده و سخت‌افزار و ارتباطات را پوشش نمی‌دهد. محاسبه موجودی سرمایه به قیمت ثابت به این صورت می‌باشد، موجودی سرمایه فاوا با شاخص ارتباطات و موجودی سرمایه غیرفاوا و ارزش‌افزوده با شاخص بهای تولیدکننده به قیمت ثابت سال۷۶ تعدیل می‌شوند.

معادله ۸ به روش‌های مختلف داده‌های تلفیقی برآورد می‌شود. ابتدا آزمون F و هاسمن برای تشخیص برآوردگر مناسب از میان حداقل مربعات تلفیقی، اثرات ثابت و اثرات تصادفی انجام یافته است. این آزمون‌ها با در نظر گرفتن اثرات مقطع و زمان (داده‌های تلفیقی دو طرفه) انجام یافته‌اند. نتایج نشان می‌دهد اثر مقطع و زمان معنادار هستند. نتایج در جدول ۴ ارایه شده است.

---

[1] Jalava and Pohjola
[2] Fraumeni

جدول ۴. آزمون اثرات مقطع و زمان

آزمون اثرات	مقدار آماره	درجه آزادی	سطح احتمال
آزمون F: اثر مقطع	۲۹/۱۹	(۲۲، ۵۸)	۰
آزمون کای دو: اثر مقطع	۲۴۶/۸	۲۲	۰
آزمون F: اثر زمان	۱۲/۱	(۴، ۵۸)	۰
آزمون کای دو: اثر زمان	۵۱/۶	۴	۰
آزمون F: اثر مقطع و زمان	۲۶/۴	(۲۶، ۵۸)	۰
آزمون کای دو: اثر مقطع و زمان	۲۵۳/۷	۲۶	۰

با وجود این که بر مبنای آزمون‌های انجام یافته روش برآورد اثرات ثابت مقطع و زمان تأیید می‌شود ولی به دلایلی مدل‌های زیر انجام یافته است.

مطابق سایر مطالعات تجربی، تأثیر ویژگی‌های صنعت و گذشت زمان بر نمایان شدن اثرات فاوا آزمون می‌شود و نتایج به‌دست آمده با نتایج بدون لحاظ این اثرات مقایسه می‌شود؛ همچنین امکان ارزیابی پایداری ضرایب میسر می‌شود. اگر علامت جبری ضرایب برآوردی به برآوردگرهای مختلف (با وجود تورش‌دار بودن) تغییر نکند بیانگر پایداری ضرایب می‌باشد. بنابراین انجام برآوردهای مختلف و تحلیل مقایسه‌ای آنها به آزمون‌های انتخابی و اتکا به یک برآورد مشخص ترجیح داده می‌شود.[1]

مدل به روش گشتاورهای تعمیم یافته نیز برآورد شده است. تحلیل‌گران معتقدند فاوا یک فناوری با هدفمندی عمومی است و ویژگی درون‌زایی قوی دارد بنابراین با جملات خطا همبستگی دارد در این حالت روش گشتاورهای تعمیم یافته به برآوردهای سنتی اثرات ثابت و تصادفی برتری دارد.[2] بنابراین برای رفع این کاستی، مدل به روش گشتاورهای تعمیم یافته نیز برآورد می‌شود. با توجه به این که از دو متغیر مجازی برای تفکیک صنایع استفاده شده است مدل با حضور و بدون حضور این متغیرها نیز برآورد شده است.

با در نظر گرفتن موارد یاد شده، نتایج برآوردهای مختلف در جدول ۵ ارایه شده است. برآوردهای مختلف نشان می‌دهد که اثر سرمایه فیزیکی بر بهره‌وری مثبت و معنادار بوده ولی اندک است. تأثیر سرمایه فاوا بر بهره‌وری مثبت و معنادار می‌باشد. به بیان دیگر، یک درصد افزایش سرمایه سرانه فاوا می‌تواند بهره‌وری را به میزان دست‌کم ۰/۰۹۵ درصد افزایش دهد. با توجه به این که علامت سرمایه فاوا در معادلات مختلف تغییر نمی‌کند می‌توان نتیجه گرفت که تضاد بهره‌وری در صنایع تولیدی مشاهده نمی‌شود و به‌کارگیری فاوا به رشد بهره‌وری در صنایع

---

[1] Baltagi (2005)
[2] Dimelis and Papaioannou (2011)

تولیدی کمک می‌کند.

مهم‌ترین نکته این است که ضریب سرمایه فاوا در همه حالات (با اثرات مقطع و زمان و بدون این اثرات) معنادار است لذا ضریب برآوردی تحت هر شرایطی پایدار و معنادار است. همان‌گونه که در بخش ادبیات تجربی بیان شد برخی مطالعات به این نتیجه رسیده‌اند که تأثیر فاوا بر بهره‌وری فقط در شرایط مشخص (با در نظر گرفتن اثرات مقطع و زمان) معنادار است و این نتیجه‌گیری وجود تضاد بهره‌وری را تقویت می‌کرد.

برآورد مدل با در نظر گرفتن اثرات مقطع و زمان نشان می‌دهد که ویژگی‌های انفرادی صنایع و همچنین عامل زمان نقش مهمی در افزایش اثرگذاری فاوا دارند. به‌گونه‌ای که کشش تولیدی سرمایه فاوا از ۰/۰۷ درصد به ۰/۰۹۵ درصد در حالت اثرات ثابت افزایش می‌یابد. میزان افزایش در حالت اثرات تصادفی و گشتاورهای تعمیم‌یافته بیشتر می‌باشد. فاوا یک فناوری با هدفمندی عمومی به شمار می‌رود بنابراین می‌تواند خاصیت درون‌زایی داشته باشد. نتایج برآورد به روش گشتاورهای تعمیم یافته نشان می‌دهد که کشش تولیدی بین ۰/۰۴ الی ۰/۰۹ به‌دست می‌آید که با برآوردهای اثرات ثابت در حالت لحاظ کردن اثرات مقطع و زمان تفاوت دارد. در معادله ستون آخر، از متغیر با وقفه اول موجودی سرمایه استفاده شده است. منطق این برآورد مربوط به خدمات سرمایه فاوا است. در ادبیات اقتصادی بین موجودی سرمایه و خدمات سرمایه تمایز قایل می‌شوند. خدمات سرمایه عبارت است از میزان خدماتی که هر واحد سرمایه می‌تواند ارایه کند. یکی از روش‌های اندازه‌گیری خدمات سرمایه، استفاده از وقفه موجودی سرمایه است.[1] برخی تحلیل‌گران مانند جرگنسون و استیرو[2] (۲۰۰۰) معتقدند که اثرگذاری فاوا نیازمند زمان است تا نیروی کار چگونگی استفاده از فاوا را یاد بگیرند و از آن در فعالیت‌های اقتصادی استفاده کنند. یافته‌های تجربی این فرضیه را تأیید می‌کند. خدمات سرمایه تأثیر بیشتری در مقایسه با موجودی سرمایه دارد و کشش تولیدی از ۰/۰۷ به ۰/۰۹ افزایش می‌یابد. این نتیجه تأثیر مثبت اثرات زمان بر تولید را که در حالت‌های اثرات ثابت و تلفیقی بیان شد، تقویت می‌کند. متوسط کشش تولیدی سرمایه فاوا بدون اثرات زمان و ویژگی‌های صنایع ۰/۰۷ برآورد می‌شود. متوسط تأثیر ویژگی‌های انفرادی صنایع و زمان ۰/۰۲۵ برآورد می‌شود.

---

[1] Colecchia and Schreyer (2002)
[2] Jorgenson and Stiroh

جدول ۵. نتایج برآورد عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری نیروی کار در صنایع تولیدی ایران

	اثرات ثابت: مقطع و زمان	حداقل مربعات تلفیقی[1]		گشتاورهای تعمیم یافته[2]		
عرض از مبدا	-۴/۵*	-۷/۲*	-۷/۷*	-۸/۵*	-۸/۰*	-۸/۵*
سرمایه فاوا	۰/۰۹۵**	۰/۰۳*	۰/۰۷ **	۰/۰۴*	۰/۰۸*	⊕۰/۰۹*
سرمایه غیرفاوا	۰/۰۳*	۰/۰۷*	۰/۰۵*	۰/۰۵*	۰/۰۱*	۰/۰۱*
سرمایه انسانی	۰/۲۹*	۰/۹۴	۱/۰۸	-۱/۱*	-۱/۲*	-۱/۳*
D1	-	۰/۲۲	-	۰/۲۸	-	-
D2	-	-	۰/۴۳*	-	۰/۴۴*	۰/۴۴*
R^2	۰/۸۷	۰/۶۲	۰/۶۷	۰/۸۳	۰/۸۷	۰/۸۸

* و ** به‌ترتیب معناداری در سطح ۵ و ۱ درصد است. در این معادله موجودی سرمایه با یک وقفه به‌عنوان شاخصی برای خدمات سرمایه فاوا وارد مدل شده است.

تأثیر سرمایه انسانی از نظر آماری معنادار نیست. این موضوع می‌تواند دلایل مختلفی داشته باشد: اولا سهم نیروی کار دارای تحصیلات عالی نسبت به کل نیروی صنایع اندک است؛ همچنین ممکن است این نتیجه به‌دلیل خطاهای اندازه‌گیری برای سرمایه انسانی حاصل شود. افزون بر این، جذب و به‌کارگیری نیروی انسانی ماهر در بخش‌های غیرتخصصی و کم‌بازده نیز می‌تواند دلیلی بر غیرمعنادار بودن ضریب سرمایه انسانی باشد.

نتایج نشان می‌دهد سطح بهره‌وری نیروی کار در صنایع تولیدی بیش از صنایع مصرفی نیست و ضریب متغیر مجازی معنادار نیست. اما ضریب متغیر مجازی مربوط به صنایع بیش‌فاوابر مثبت و معنادار است. به‌نظر می‌رسد صنایعی که وابستگی بیشتری به فاوا دارند از بهره‌وری بیشتری برخوردارند. با توجه به اینکه کشور ما نقش چندانی در تولید تجهیزات فاوا ندارد، نبود تفاوت معنادار میان صنایع تولیدی فاوا با سایر صنایع مطابق انتظار است. اما نتایج نشان می‌دهد صنایع بیش فاوابر رشد بهره‌وری بیشتری را در مقایسه با سایر صنایع تجربه کرده‌اند.

---

[1] برآورد معادله به روش حداقل مربعات تلفیقی، برای آزمون معناداری تفاوت بهره‌وری در صنایع تولیدکننده و مصرف‌کننده فاوا صورت گرفته است. با توجه به اینکه برای این آزمون از متغیرهای مجازی استفاده می‌شود عملاً افزودن متغیر مجازی در روش اثرات ثابت (که عملاً برای ویژگی‌های انفرادی صنایع و زمان از متغیر مجازی استفاده می‌کند.) میسر نیست.

[2] برآورد معادله به روش گشتاورهای تعمیم یافته برای آزمون این فرضیه که فاوا خاصیت درون‌زایی داشته و ممکن است با اجزای اخلال همبستگی داشته باشد و برآورد به روش‌های سنتی سازگار نباشد، انجام یافته است.

یافته‌های این مقاله با نتایج مطالعات غلامی و همکاران (۲۰۰۴) و جهانگرد (۲۰۰۵) همخوانی دارد. غلامی و همکاران و جهانگرد کشش تولیدی سرمایه فاوا را در میان صنایع کارخانه‌ای به‌ترتیب ۰/۰۶ و ۰/۰۲ درصد برآورد کرده‌اند.

۵. نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

در این مقاله تأثیر سرمایه فاوا بر ۲۳ صنعت تولیدی به روش داده‌های تلفیقی در دوره زمانی ۱۳۸۱-۱۳۸۶ تحلیل شد. نتایج نشان داد که تأثیر سرمایه فیزیکی مثبت و معنادار بوده ولی تأثیر سرمایه انسانی معنادار نمی‌باشد. یافته‌ها نشان می‌دهد تأثیر سرمایه فاوا مثبت و معنادار بوده و تحت تأثیر روش برآورد قرار نمی‌گیرد کشش بهره‌وری نسبت به سرمایه سرانه فاوا در دامنه ۰/۰۹۵-۰/۰۳ می‌باشد. بنابراین علامت ضریب سرمایه فاوا در همه حالت‌های برآوردی پایدار و معنادار است.

همچنین اثرات صنعت و اثرات زمان، مورد آزمون قرار گرفتند. اثرات صنعت، تمامی عوامل مشاهده نشده و ثابت در طول زمان را نشان می‌دهد که ارزش افزوده صنایع را تحت تأثیر قرار می‌دهد. در عمل این اثر ناهمگنی صنایع را در نظر می‌گیرد. اما اثر زمانی بیانگر عواملی هست که در طول زمان تغییر می‌کنند و ارزش افزوده صنایع را تحت تأثیر قرار می‌دهند. هیچ اطلاعاتی در مورد اثرات صنعت و اثرات زمان در دسترس نمی‌باشد اما این کاستی‌ها با توانمندی‌های داده‌های تلفیقی رفع می‌شود.

فناوری‌های جدید نیاز به سرمایه انسانی دارند. به بیان دیگر اثرگذاری فاوا به زمان نیاز دارد تا نیروی کار بتوانند از ابزارهای فاوا به صورت عملی استفاده کنند. بنابراین زمانی که نیروی کار قادر به استفاده از فاوا در فعالیت‌های روزمره نباشد اثر سرمایه فاوا در کوتاه‌مدت منفی خواهد بود. یکی از مهم‌ترین نکات در یافته‌های این مقاله این است که وقتی اثرات صنعت و زمان در مدل لحاظ می‌شود کشش بهره‌وری نیروی کار نسبت به سرمایه سرانه فاوا افزایش می‌یابد. می‌توان چنین نتیجه گرفت که ویژگی‌های صنعت و زمان برای یادگیری و به‌کارگیری فاوا در فرآیند تولید بسیار مهم هستند.[1] بی‌تردید هر یک از صنعت‌ها به یک اندازه به سرمایه فاوا وابسته نیستند. بنابراین اجرای سیاست‌های بخشی و تمرکز بر صنایع بیش فاوابر در نمایان شدن اثرات فاوا مؤثرتر خواهد بود. همچنین توصیه می‌شود به‌جای سرمایه‌گذاری برای تولید تجهیزات فاوا به‌منظور رقابت با کشورهای دارای مزیت نسبی در این زمینه، به‌کارگیری آن در صنایع مختلف مورد توجه قرار گیرد.

---

[1] Badescu (2009)

مآخذ

Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60, 323–351.

Ark, B. Van, Inklaar, R., & McGuckin, R. (2002). Changing gear – productivity, ICT and services industries: Europe and the United States, Research Memorandum GD-60, Groningen growth and Development Centre, University of Groningen. Retrieved from http://www.eco.rug.nl/ggdc/pub/online/gd60 (online).pdf.

Badescu, M., & Garces-Ayerbe, C. (2009). The impact of information technologies on firm productivity: Empirical evidence from Spain. *Technovation*, 29, 122-129.

Baily, M. N., & Lawrence, R. Z. (2001). Do we have a new economy? NBER Working Paper, 8243.

Baldwi, J. R., & Sabourin, D. (2002). Advanced technology use and firm performance in Canadian manufacturing in the 1990s. *Industrial and Corporate change*, 11(4), 761-789.

Baltagi, B. H. (2005). *Analysis of panel data*, third ed., Wiley.

Banker, R. D., & Kauffman, R. J. (1988). Strategic contributions of information technology: An empirical study of ATM networks. *Proceedings of the Ninth International Conference on Information Systems*, 141-150.

Basu, S., Fernald, J., Oulton, N., & Srinivasan, S. (2003). The case of the missing productivity growth or, does information technology explains why productivity accelerated in the United States but not the United Kingdom? NBER Working Paper 10010.

Branjelfson, E., & Hitt, L. (2000). Beyond computation: Information technology, organization transformation and business performance, *Journal of Economic Perspectives*, 14 (4), 23-48.

Bresnahan, T., & Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies: Engines of growth?. *Journal of Econometrics*, 65, 83–108.

Colecchia, A., & Schreyer, P. (2002). The contribution of information and communication technology to economic growth in 9 OECD countries. *OECD Economic Studies* 34.

Crespi, G., Criscuolo, C., & Haskel, H. (2007). Information, organizational change and productivity growth. Center for Economic Performance Paper 783.

David, P. (1990). The dynamo and the computer: A historical perspective on the modern productivity paradox. *American Economic Review*, 80, 355–361.

Dimelis, S. P., & Papaioannou S. K. (2011). ICT growth effects at the industry level: A comparison between the US and the EU. *Information Economics and Policy*. 23, 37–50.

Dos Santos, B.L., Peffers, K.G., & Mauer, D. C. (1993). The impact of information technology investment announcements on the market value of the firm. *Information Systems Research*, 4(1), 1-23.

Engelbrecht, H. J., & Xayavong, V. (2006). ICT intensity and New Zealand's productivity malaise: Is the glass half empty or half full? *Information Economics and Policy*, 18, 24–42.

European Commission. (2007). The EU economy: 2007 Review. EU, Brussels.

Fernandez-Menendez, J., Lopez-Sanchez, J. I., Rodriguez-Duarte, A., & Sandulli, F. D. (2009). Technical efficiency and use of information and communication technology in Spanish firms, *Telecommunications Policy*, 33(7), 348-359.

Fraumeni, B. M. (1997). The measurement of depreciation in the U. S. national income and product accounts. *Survey of Current Business*, 75, 7-23.

Franke, H. (1987). Technological revolution and productivity decline: Computer introduction in the financial industry. *Technological Forecasting and Social Change*, 31, 143-54.

Gholami, R., Moshiri S., & Lee, S. Y. T. (2004). ICT and productivity of the manufacturing industries in Iran. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 19 (4), 1-19.

Grossman, G. M., & Helpman, E. (1991). *Innovation and growth in the global economy*. MIT Press, Cambridge.

Harris, R. (1995). Communications costs and trade. *Canadian Journal of Economics*, 28, 46–75.

Jahangard, E. (2005). The effect of IT on the production of manufacturing industries in Iran. *Journal of Iranian Economic Studies*, 7(25), 83-107 (in Persian).

Jalava, J., & Pohjola, M. (2007). ICT as a source of output and productivity growth in Finland. *Telecommunications Policy*, 31, 463–472.

Jorgenson, D., & Stiroh, K. (2000). Raising the speed limit: U. S. economic growth in the information age. *Brookings Papers on Economic Activity*, 261.

Joseph, K., & J. Abraham, V. (2007). Information technology and productivity: Evidence from India's manufacturing sector, Working Paper 389.

Ko, M. & Osei-Bryson, K. M. (2004). The productivity impact of information technology in the healthcare industry: An empirical study using a regression spline-based approach. *Information and Software Technology*, 46, 65-73.

Lee, S. Y., Gholoami, R., & Tong, T. Y. (2005). Time series analysis in the assessment of ICT impact at the aggregate level: Lesson and implications for new economy. *Information & Management*, 42, 1009-1022.

Mahmoodzadeh, M. & Asadi F. (2008). The effect of ICT on labor productivity. *Journal of Commercial Studies*, 43, 153-184(in Persian).

Mankiw, N. G., Romer, D. & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2). 407-437.

Mouelhi, R. B. A. (2009). Impact of the adoption of information and communication technologies on firm efficiency in the Tunisian manufacturing sector. *Economic Modeling*, 26, 961-967.

Morrison, C. J. & Berndt, E. R. (1990). High-tech capital formation and labor composition in U.S. manufacturing industries: An exploratory analysis. *National Bureau of Economic Research Working Papers*. 4010.

O'Mahony, M. & Van Ark, B. (2003a). EU productivity and competitiveness: An industry perspective: Can Europe resume the catching-up process? European Commission.

Piatkowski, M., (2003). The contribution of ICT investment to economic growth and labor productivity in Poland 1995-200. TIGER Working Paper Series 43.

Pilat, D., Lee, F., Van Ark, B. (2002). Production and use of ICT: A sectoral perspective on productivity growth in the OECD area. OECD Economic Studies 35, 47–78.

Pohjola, M., (2002). New economy in growth and development, United Nation University, Word Institute for Development Economics Research, Discussion Paper 67, (http:// www.wider.unu.edu).

Pohjola, M., (2001). Information *technology and economic growth: A cross-country analysis*, In M. Pohjola (ed.), Information Technology and economic development (242-256). Oxford: Oxford University Press.

Quah, D. (2002). *The Weightless New Economy*, Economics Department, LSE.

Schreyer, P. (2000). The contribution of information and communication technology to output growth: A study of the G7 countries, STI Working Paper 2000/2.

Shao, B. B. M., & Lin, W. T. (2001). Measuring the value of information technology in technical efficiency with stochastic production frontier. *Information and Software Technology*, 43, 447-456.

Shu, Wesley S., & Lee, S. (2003). Beyond productivity-productivity and the three types of efficiencies of information technology industries. *Information and Software Technology*, 45, 513-524.

Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function, *Review of Economic and Statistics*, 39(3), 312-320.

Stiroh, K. (2002a). Information technology and the US productivity revival: What do the industry data say? *American Economic Review*, 92 (5), 1559–76.

Stiroh, K. (2002b). Are ICT spillovers driving the new economy? *Review of Income and Wealth*, 48 (1), 33–57.

Strassmann, P. A. (1990). The business value of computers: An executive's guide. Information Economics Press, New Canaan.

Van Ark, B, Inklar, R., & McGuckin, R. H. (2003b). ICT and productivity in Europe and the United states: Where do the differences come from? Economics Program Working Paper Series 03-05.

Van Ark, B., Inklaar, R., & McGuckin, R. (2003a). Changing gear productivity, ICT and service industries: Europe and the United States. RePEc Working Paper 200260.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی