



بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری سرمایه و کل عوامل تولید در ایران (مطالعه موردی: کارگاه‌های بزرگ صنعتی استان یزد)

کامبیز هژبر کیانی^۱
احمد سرلک^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۲۵

چکیده

این مقاله با استفاده از تحلیل داده‌های تابلویی به بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) بر بهره‌وری سرمایه و بهره‌وری کل عوامل، در در کارگاه‌های بزرگ صنعتی استان یزد پرداخته است. به این منظور تحلیل با استفاده از اطلاعات آمارگیری کارگاه‌های بزرگ صنعتی مرکز آمار ایران با بکارگیری مدل داده‌های تابلویی در سطح بنگاه و بر اساس آخرین اطلاعات منتشر شده (۱۳۹۳ - ۱۳۸۵) انجام شده است. در این مطالعه در ابتدا و با استفاده از اصل شتاب موجودی سرمایه کارگاه‌های بزرگ صنعتی استان برآورد شده است. در ادامه و در قالب تابع گسترش یافته کاب داگلاس تأثیر شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری سرمایه و بهره‌وری کل عوامل، آزمون شده است. نتایج نشان می‌دهد که شاخص بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات تأثیر معنادار بر بهره‌وری سرمایه و بهره‌وری کل عوامل، در در کارگاه‌های بزرگ صنعتی استان یزد دارد.

واژه‌های کلیدی: حسابداری رشد، داده‌های تابلویی، کارگاه‌های بزرگ صنعتی، فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره‌وری کل عوامل تولید.

طبقه بندی JEL: Q57, O47, E23

۱- استاد گروه اقتصاد، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران، (نویسنده مسئول) khkiani@yahoo.com

۲- استادیار گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران. a-sarlak@iau-arak.ac.ir

۱- مقدمه

مقایسه تحولات سه دهه اخیر حاکی از آن است که این تحولات نسبت به گذشته تفاوت اساسی دارد. علت اصلی این اختلافها مربوط به انقلابی است که در این دهه‌ها رخ داده است. وقوع انقلاب اطلاعات و ارتباطات در این دهه‌ها باعث شده است که عصر حاضر نیز به نام عصر اطلاعات و ارتباطات نامیده شود. عاملی که باعث به وجود آمدن چنین عصری شده است، « فناوری اطلاعات و ارتباطات^۱ » است. روندهای اقتصادی کشورها حاکی از اهمیت فاوا در کسب و کار شرکت هاست، به طوری که این فناوری بنیان کسب و کار را تغییر داده است و می‌تواند به مزیت‌های استراتژیک برای شرکت‌ها تبدیل شود. فاوا نه تنها مانند اشکال سنتی دیگر سرمایه به عنوان تکنولوژی تولید استفاده می‌شود بلکه از طریق ترکیب با سایر نهاده‌ها منجر به رشد تولید و افزایش بهره‌وری عوامل تولید می‌شود.

براساس تئوری‌های رشد اقتصادی، بدیهی است که افزایش تولید از دو مجرا قابلیت تحقق دارد. مجرای اول، افزایش کمی نهاده‌ها می‌باشد که تحقق آن در پرتوی افزایش میزان اشتغال و سرمایه‌های فیزیکی میسر است و مجرای دوم، ارتقای بهره‌وری کل عوامل^۲ (TFP) می‌باشد که با بهره‌گیری مطلوب و کارا تر از ظرفیت‌های موجود در قالب بهبود کیفیت نهاده‌های تولید و اصلاح ساختارها و نهادهای ذیربط امکان‌پذیر می‌باشد.

تأثیر فناوری بر رشد از سه مجرا انجام می‌شود. اول تأثیر فناوری در قالب کالاهای سرمایه‌ای تجسم یافته که منجر به افزایش نسبت سرمایه به نیروی کار شده و تعمیق سرمایه شکل می‌گیرد که نتیجه آن افزایش بهره‌وری سرمایه است. دوم، فناوری بهره‌وری نیروی کار را افزایش می‌دهد، سوم فناوری بهره‌وری کل و نه لزوماً بهره‌وری کار یا سرمایه را افزایش می‌دهد که به عنوان فناوری خنثی هیکس تعبیر می‌شود. بهره‌وری کل عوامل تولید نشان دهنده افزایش در رشد تولید ناشی از عواملی غیر از رشد نیروی کار و رشد موجودی سرمایه است، عواملی چون افزایش در سطح مهارت، تخصص و تحصیلات نیروی کار، اصلاح سازمانی و به کارگیری تکنیک‌های مدیریتی، تکنولوژی و ابداعات جدید و به عبارتی ارتقای سطح تکنولوژی موجود و فناوری اطلاعات و ارتباطات. به عبارتی رشد تولیدی است که توسط رشد داده‌ها توضیح داده نمی‌شوند. با توجه به مباحث فوق، تحقیق حاضر در صدد بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل، نیروی کار و سرمایه در بخش صنعت استان یزد است. در این مقاله ابتدا به مبانی نظری فناوری اطلاعات و ارتباطات و بهره‌وری پرداخته شده است و در ادامه پیشینه تحقیق معرفی شده و پس از بیان داده‌های تحقیق و مدل تجربی، قسمت پایانی مقاله به نتیجه‌گیری اختصاص می‌یابد.

۲- مبانی نظری

فاوا به عنوان تکنولوژی تولید مورد استفاده بوده و باعث رشد سریع محصول و افزایش بهره‌وری می‌شود. فاوا از کلیدی ترین مفاهیم در رشد و توسعه تمام کشورهای جهان است. فاوا مجموعه ای از سخت افزار، نرم افزار و فکر افزارهاست که گردش و بهره برداری از اطلاعات را امکان پذیر می سازد. (هژبر کیانی، ۱۳۸۳).

گسترش سریع این فناوری اقشار مختلف جامعه از جمله صاحبان صنایع را بر آن داشته که برای بهبود کمیت و کیفیت تولید و افزایش بهره‌وری از آن استفاده نمایند. استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در این زمینه، امکان انجام محاسبات و مبادله داده‌ها را با سرعت بسیار بالا در پهنه جغرافیایی وسیع تر و دسترسی مشترک و همزمان به منابع اطلاعاتی را فراهم می‌کند و بدین ترتیب امکان مدیریت منابع و مدیریت تولید از طریق امکان تولیدات مشابه با هزینه تمام شده کمتر، افزایش سطح تولید و عرضه سریعتر محصولات بدون نیاز به افزایش هزینه‌ها را بوجود می‌آورد.

فاوا سرمایه ای دو جانبه است که از یک طرف مانند دیگر شکل های سنتی سرمایه، به عنوان تکنولوژی تولید استفاده می شود. این به معنی است که کاهش قیمت سرمایه فاوا، منجر به جایگزینی آن با عوامل دیگر و تعمیق سرمایه می شود و رشد محصول و بهره وری نیروی کار را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار می دهد. فاوا علاوه بر افزایش رشد تولید و بهره وری نیروی کار از طریق سهم درآمدی خود، به وسیله اثرات مازادی که ایجاد می کند موجب افزایش رشد بهره وری کل عوامل تولید و از آن طریق رشد محصول می گردد. به منظور بررسی اثر مازاد فاوا، ابتدا باید رشد بهره وری کل عوامل تولید را محاسبه نموده سپس، اثر سرمایه فاوا بر رشد بهره وری کل عوامل تولید برآورد شود. از طرفی دیگر، ویژگی های فاوا همانند دانش است، زیرا بخشی از سرمایه فاوا به صورت کالای دیجیتال است (البته به جز بخش های سخت افزاری). اثرات سرریز سرمایه فاوا موجب می شود که فاوا به طور غیر مستقیم و از طریق رشد بهره وری کل عوامل تولید، بر رشد محصول تأثیر بگذارد. در مفهوم کلاسیک، فناوری مجموع دانش تبلور یافته در ابزار و روش های تولید است. درباره تأثیر فناوری بر رشد، از گذشته، از سه نگاه بحث می شده است: از نگاهی، تأثیر فناوری در قالب کالاهای سرمایه ای تجسم یافته و تحلیل شده که نتیجه آن افزایش بهره وری سرمایه بوده است؛ در نگاه دوم، فناوری بهره وری نیروی کار را افزایش می دهد؛ و در نگاه سوم، فناوری بهره وری کل را بالا می برد.

۳- مروری بر مطالعات تجربی

هژبر کیانی (۱۳۸۳) در بررسی تأثیر تجارت الکترونیک بر متغیرهای کلان اقتصادی به این نتیجه می‌رسد که در بیش تر موارد، رابطه مثبت (منفی) بین اشتغال (بیکاری) و جانشین‌های سنجش نوآوری‌های تولید مشاهده می‌شود و ارتقاء فناوری در بخش صنعت، منجر به افزایش تقاضا برای نیروی کار ماهر و کاهش تقاضا برای نیروی کار غیرماهر می‌شود. شاه‌آبادی (۱۳۹۰) به ارزیابی نقش انباشت تحقیق و توسعه داخلی و خارجی (از کانال فاوا) بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۸۷ - ۱۳۳۸ می‌پردازد. نتیجه‌ای این تحقیق بیان می‌دارد که سرمایه انسانی و انباشت سرمایه تحقیق و توسعه خارجی، به ترتیب، دارای بیشترین تأثیر مثبت بر رشد بهره‌وری کل عوامل بخش صنعت هستند. همچنین، اثر متقابل انباشت تحقیق و توسعه خارجی با سرمایه انسانی، تأثیر مثبت و معناداری بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت اقتصاد ایران دارد.

محمودزاده و رزاقی (۱۳۹۰) به بررسی اثر سرریز فاوا بر رشد بهره‌وری کل عوامل کشورهای درحال توسعه منتخب طی دوره ۲۰۰۶-۱۹۹۶ پرداخته‌اند. نتایج حاکی از آن است که رشد تولید ناخالص داخلی بیشترین اثر را بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید دارد. اثر سرمایه‌گذاری داخلی و سرریز فاوا مثبت و معنادار است. رشد سرمایه انسانی اثر مثبت داشته ولی از نظر آماری معنادار نیست. همچنین سرمایه‌گذاری داخلی در زمینه فاوا در جذب اثرهای سرریز خارجی مؤثر است. سرمایه انسانی توانمند، از عوامل مؤثر جذب سرریز فاوا است.

مبارک (۱۳۹۰) به بررسی نقش عوامل تعیین‌کننده بهره‌وری در صنایع ایران در کنار ساختار شاخص‌های نهادی (مالکیت، فساد، مالکیت و ثبات و شفافیت قانون) که به صورت مجزا و کلی در افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع مختلف، به وسیله شدت تأثیرپذیری از هزینه‌های فاوا و تحقیق و توسعه در فعالیت‌های صنعتی کدهای دو رقمی ISIC می‌باشد، می‌پردازد. نتایج حاکی از آن است که موجودی سرمایه، مقدار صادرات و در نهایت هزینه‌های فاوا و انباشت دانش و تحقیق و توسعه با یک درجه وقفه تأثیر مثبت بر بهره‌وری کل عوامل تولید دارد و متغیر مربع اندازه بنگاه‌های تولیدی در گروه‌های صنعتی مختلف بر روی بهره‌وری با افزایش اندازه بنگاه‌های تولیدی تا حد مشخصی بر روی بهره‌وری تأثیر دارد، و از مقدار معینی به بعد کاهش پیدا خواهد کرد.

سرلک (۱۳۹۰) در مقاله تأثیر فاوا بر اشتغال در بخش صنعت استان مرکزی با استفاده از الگوهای نظری و تجربی و با استفاده از داده‌ها پانلی به این نتیجه رسیده است که فاوا بر کل اشتغال بخش صنعت استان مرکزی و همچنین اشتغال نیروی کار ماهر، نیروی کار تکنسین و نیروی کار مهندس دارای اثر مثبت و بر اشتغال نیروی کار ساده اثر منفی داشته است.

فیض پور و نایب (۱۳۹۲) به بررسی تأثیر اندازه‌ی بنگاه و فاوا بر بهره‌وری در صنایع تولیدی ایران با تأکید بر صنعت تولید محصولات کانی غیر فلزی (کد ۲۶) می‌پردازد که یکی از محوری‌ترین صنایع تولیدی ایران است. در این مطالعه بهره‌وری با شاخص مالم کوئیسست محاسبه و رابطه‌ی آن با اندازه‌ی بنگاه و فاوا به روش رگرسیون داده‌های ترکیبی تخمین زده شده است. نتایج این تخمین نه تنها نشان‌دهنده‌ی آن است که در کل صنایع، صنایع با اندازه‌ی بزرگتر بهره‌وری بالاتری داشته‌اند، بلکه این رابطه در قریب به اتفاق گروه‌های این صنعت نیز برقرار است.

جکسون^۳ (۲۰۱۱) در مطالعه بهره‌وری، فن آوری و تکنولوژی و رشد اقتصاد سبز در صنایع برجسته اروپا و مقایسه آن با کشور آمریکا، نتیجه گرفت که رشد بهره‌وری با رشد تولید همراه نبوده است. وی علل این عدم همراهی را در دو عامل خلاصه می‌کند. گسترش بکارگیری نیروی کار غیر متخصص در واحدهای تولیدی کار بر وعدم استفاده از تکنولوژی سبز توسط سرمایه‌گذاران خارجی.

السدیگ^۴ (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای به این نتیجه رسید که سرمایه‌گذاری در فاوا بیشترین اثر را در بهره‌وری و رشد کشورهای آسیای شرقی را دارد که سرمایه‌گذاری در این گونه فعالیت‌ها و صنایع منجر به کاهش شکاف تکنولوژی و بهره‌وری می‌شود. این امر از میزان نیروی کار غیرماهر خواهد کاست و با افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه و آموزش در بین صنایع مختلف کشورها، نیروی کار غیرماهر را به نیروی کار ماهر و متخصص تبدیل کرده و بهره‌وری و سودآوری صنایع مختلف را بین کشورهای مختلف افزایش می‌دهد.

رین کن^۵ (۲۰۱۳) نشان داد که سهم فاوا و نقش آن در بهره‌وری کل و بهره‌وری کار و رشد اقتصادی آمریکا افزایش یافته است. مطابق نتایج این مطالعه، سهم فاوا از رشد اقتصادی و بهره‌وری کاهش یافته است. وی مطرح می‌کند که در نبود همبستگی قوی بین سرمایه‌گذاری فاوا و رشد بهره‌وری، "تناقض بهره‌وری" شدت می‌یابد.

وان ارک^۶ (۲۰۱۴) در تحقیقی که تأکید ویژه بر بهره‌وری کل داشت به بررسی بهره‌وری در صنایع الومینوم و مقایسه آن با بهره‌وری این صنایع در آمریکا یا سایر صنایع پرداخته است. ایشان به این نتیجه رسید که برای بهبود بهره‌وری این صنایع باید در حمل و نقل، عمل‌آوری، فن‌آوری اطلاعات و انبارداری تغییراتی ایجاد گردد که از این میان عامل انسانی را به عنوان مهمترین عامل در کنار فاوا در بهره‌وری ذکر نموده است.

مطالعه و نتورینی^۷ (۲۰۱۵) به بررسی عامل مؤثر بر بهره‌وری در صنایع فلزی کشورهای سازمان همکاری و توسعه پرداخت. مهمترین نتیجه تحقیق وی عبارتست از، اینکه بین شدت سرمایه و بهره‌وری نیروی کار در همه صنایع با فناوری اطلاعات رابطه مستقیم و معنی‌داری دارد.

روگرس^۸ (۲۰۱۵) به بررسی رابطه تحقیق و توسعه و بهره‌وری با تاکید بر تکنولوژی در کشور انگلستان پرداخت. در این مطالعه متغیرهای تحقیق و توسعه، باز بودن تجارت و دسترسی به تکنولوژی فن اوری اطلاعات نقش مهم در بهره‌وری دارد. در تحلیل رگرسیونی متغیرهای نسبت سرمایه‌گذاری حقیقی، سهم مخارج فاوا از تولید ناخالص داخلی حقیقی و همچنین سطح اولیه تولید ناخالص داخلی نیز استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد همبستگی مثبت و معنی‌دار بین رشد تولید ناخالص داخلی، تکنولوژی فن اوری اطلاعات، آموزش، باز بودن تجارت و زیرساخت‌های ارتباطاتی وجود دارد.

۴- تصریح مدل

روش‌های موجود در ادبیات اقتصاد به منظور بررسی تأثیر فاوا بر تولید و بهره‌وری کل عوامل شامل حسابداری رشد، تئوری رشد پایدار و برآورد تابع تولید گسترش یافته سولو می‌باشد. در این مطالعه از روش حسابداری رشد استفاده می‌شود. در رویکرد حسابداری رشد از تابع نئوکلاسیکی زیر استفاده می‌شود.^۹

$$Y = AL^\alpha K^\beta \quad (1)$$

$$\ln Y = \ln A + \alpha \ln L + \beta \ln K$$

که در تابع فوق Y ارزش افزوده، L نیروی کار و K موجودی سرمایه است. با لگاریتم‌گیری از طرفین، نرخ رشد تولید برابر با نرخ رشد A بعلاوه نرخ رشد نیروی کار و سرمایه با توجه به ضریب α و β مربوطه می‌باشد. A پیشرفت فنی است که باعث انتقال تابع تولید می‌شود و تابعی از میزان استفاده از شبکه‌های الکترونیکی / رایانه‌ای برای انجام فعالیت‌های بنگاه، کسب و یا ارائه اطلاعات بوده است.

$$A = \exp(\delta_0 + \delta_1 \text{Activity}) \quad (2)$$

با لگاریتم‌گیری و تبدیل متغیرها در معادله (3) به متغیرهای سرانه، معادله به صورت زیر در خواهد آمد:

$$\ln\left(\frac{Y}{L}\right) = \sigma_0 + \sigma_1 \text{Activity} + \alpha \ln\left(\frac{k}{L}\right) - (\alpha + \beta - 1) \ln L + U \quad (3)$$

در رابطه (3)، $(\alpha + \beta - 1) \ln L$ به منظور آزمون اثرات بازدهی نسبت به مقیاس در نظر گرفته شده و α و β سهم عوامل تولید می‌باشند. $\ln\left(\frac{Y}{L}\right)$ لگاریتم تولید سرانه بنگاه و $\ln\left(\frac{k}{L}\right)$ لگاریتم

موجودی سرمایه سرانه بنگاه است.

بهره‌وری کل عوامل یا پسماند سولو در واقع اجزای اختلال در برآورد تابع تولید کاب- داگلاس می‌باشد:

$$\ln A = \ln TFP = \ln Y - \alpha \ln L - \beta \ln K \quad (۴)$$

در روش سولو (۱۹۵۷)، تغییر تکنولوژیکی عبارت از تغییرات تولید کل منهای مجموع سهم وزنی نهاده‌های کار و سرمایه است. نظریه‌پردازان، پسماندهای برآوردی سولو را بعنوان معیاری از پیشرفت تکنولوژیکی مورد استفاده قرار داده‌اند. چون هیچ راه مستقیمی برای اندازه‌گیری A وجود ندارد لذا آن را بعنوان پسماند برآورد می‌کنند. داده‌های مربوط به تولید و نهاده کار و سرمایه معمولاً در دسترس می‌باشند. تخمین‌های α و β را می‌توان از داده‌های موجود بدست آورد.

۵- اطلاعات آماری و محاسبه متغیرهای مدل

در این پژوهش کلیه واحدهای صنعتی استان یزد به تفکیک صنایع بیست گانه که دارای ده نفر کارکن و بیشتر هستند مورد بررسی قرار گرفته است. در گردآوری اطلاعات کلیه متغیرها، از نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی دارای ۱۰ نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران، برای سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۳ استفاده شده است. از آنجایی که داده‌های مربوط به موجودی سرمایه مستقیماً قابل دستیابی نیست، موجودی سرمایه در سطح بنگاه‌های صنعتی محاسبه شده است. به این منظور با استفاده از اصل شتاب نسبت موجودی سرمایه به تولید به روش محاسباتی که در ادامه توضیح داده می‌شود، برای هر یک از کدهای ۴ رقمی ISIC محاسبه شده و از این طریق موجودی سرمایه هر یک از بنگاه‌های صنعتی برآورد شده است. روش تجزیه و تحلیل در این تحقیق و یافته‌ها روش توصیفی و تحلیلی می‌باشد. جهت همگنی بیشتر در اطلاعات، شاخص‌های سنجش بهره‌وری بر حسب معیار ارزشی (ارزش افزوده) بر حسب قیمت‌های حقیقی سال ۱۳۹۰ استفاده شده است.

طبق اصل شتاب فرض بر این است که نسبت سرمایه مطلوب جاری به تولید در صنایع مورد نظر استان ثابت بوده و رابطه زیر برقرار می‌باشد:

$$\alpha = \frac{K_t^*}{Y_t} \quad (۵)$$

$$K_t^* = \alpha Y_t \quad (۶)$$

و برای دوره قبل:

$$K_{t-1}^* = \alpha Y_{t-1} \quad (۷)$$

سرمایه گذاری خالص در زمان جاری (I_{nt}) برابر با تفاوت موجودی سرمایه واقعی دوره قبل (K_{t-1}) و موجودی سرمایه مطلوب جاری (K_t^*) می‌باشد:

$$I_{nt} = K_t^* - K_{t-1} = \Delta K_t \quad (۸)$$

اگر سرمایه گذاری خالص موجب تغییر حجم سرمایه به سمت سطح سرمایه مطلوب شود و به عبارتی موجودی سرمایه واقعی در هر دوره برابر با ذخیره مطلوب سرمایه باشد:

$$K_{t-1}^* = K_{t-1} = \alpha Y_{t-1} \quad (۹)$$

و از رابطه سرمایه گذاری خالص می‌توان نتیجه زیر را به دست آورد:

$$I_{nt} = \alpha Y_t - \alpha Y_{t-1} = \alpha \Delta Y \quad (۱۰)$$

با فرض وجود استهلاک و معادله شتاب داریم:

$$I_t = (K_t^* - K_{t-1}) + \lambda K_{t-1} \quad (۱۱)$$

$$I_t = \alpha Y_t - \alpha Y_{t-1} + \lambda \alpha Y_{t-1} \quad (۱۲)$$

$$I_t = \alpha Y_t + (\lambda - 1) \alpha Y_{t-1} \quad (۱۳)$$

با تقسیم طرفین رابطه (13) بر Y_{t-1} نتیجه می‌شود:

$$\frac{I_t}{Y_{t-1}} = \alpha \left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}} \right) + \alpha (\lambda - 1) \quad (۱۴)$$

با تغییر جزئی در رابطه (۱۴) خواهیم داشت:

$$I_t = \alpha Y_t + \lambda \alpha Y_{t-1} - \alpha Y_{t-1} \Rightarrow I = \alpha(Y_t - Y_{t-1}) + \alpha \lambda Y_{t-1} \quad (15)$$

و یا با تقسیم طرفین رابطه (۱۵) بر Y_{t-1} خواهیم داشت:

$$\Rightarrow \frac{I_t}{Y_{t-1}} = \alpha \left(\frac{\Delta Y_t}{Y_{t-1}} \right) + \lambda \alpha \quad (16)$$

روابط آخر نسبت به پارامترها غیر خطی می‌باشند و بنابراین برآورد آنها از روش حداقل مربعات معمولی نمی‌تواند نتایج قابل اعتمادی برای α نتیجه دهد و ممکن است حتی علامت ضرائب خلاف انتظار باشد. لذا می‌بایست از روش حداقل مربعات غیر خطی استفاده شود. بدین منظور برا ساس کار هژبر کیانی و بغزیان (۱۳۷۶) و کار امینی، نهایندی و صفاری پور (۱۳۷۷) در سازمان برنامه و بودجه میزان استهلاك تقریبی ۶ درصد در نظر گرفتیم و به جای λ قرار دادیم که نتیجه به صورت زیر حاصل می‌شود.

$$I_t = \alpha Y_t + (0.06 - 1)\alpha Y_{t-1}$$

$$I_t = \alpha Y_t - \alpha(0.94)\alpha Y_{t-1} \quad (17)$$

$$I_t = \alpha(Y_t - 0.94Y_{t-1})$$

برای برآورد رابطه (۱۷) می‌بایست به روش غیر خطی از روشی مشابه جستجوی شبکه‌ای برای میزان استهلاك استفاده نمود. با این تفاوت که جستجو برای مقدار λ صورت نمی‌گیرد و از منابع ذکر شده قبلی استفاده می‌شود و مقدار آن ۶ درصد جایگزین می‌گردد.

در این روش α محاسباتی α متوسط برای تمامی دوره می‌باشد می‌توان با در نظر گرفتن این فرض که موجودی سرمایه مطلوب در ابتداء و انتهای دوره یکسان است برای هر سال در صنایع مورد نظر استان α جداگانه محاسبه و در نهایت موجودی سرمایه صنایع مورد نظر را بطور سالیانه برآورد نمود.

برای محاسبه‌ی بهره‌وری کل عوامل تولید از روش غیرمستقیم محاسبه‌ی مانده سولو استفاده شده است و برای سهم نسبی عوامل تولید همانند در گروه‌های مختلف تابع کاب - داگلاس با استفاده از روش پانل دیتا برآورده شده است.

یکی از منابع اطلاعاتی برای داده‌های مربوط به کارگیری فاوا سوالاتی است که از سال ۱۳۸۵ در

برخی از طرح‌های آمارگیری مرکز آمار ایران از جمله آمارگیری از بنگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر و بیشتر کارکن گنجانده شده است. سوالاتی از قبیل تعداد استفاده‌کنندگان از رایانه و اینترنت، نحوه دسترسی به اینترنت و علت استفاده از رایانه و اینترنت جزء سوالات مذکور است که در واقع متغیرهای مربوط به شاخص فاوا در صنایع استان یزد از اطلاعات فوق استخراج شده است. در این تحقیق به جای شاخص فاوا از سه متغیر جانشین استفاده شده است که جایگزین شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات گردیده‌اند. این جانشین‌ها عبارتند از:

الف) PCLR نسبت استفاده‌کنندگان از کامپیوتر به کل نیروی کار در صنعت

ب) INILR نسبت استفاده‌کنندگان از اینترنت به کل نیروی کار در صنعت

ج) INTR نسبت کارگاه‌هایی که از شبکه اینترنت استفاده می‌کنند به کل کارگاهها

۶- تخمین مدل

مدل مورد بررسی با رهیافت پنل دیتا برای بنگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر و بیشتر کارکن استان یزد طی سال‌های (۱۳۹۳-۱۳۸۵) برآورد شده است. در تحقیق حاضر تأثیر ۳ شاخص فاوا بر بهره‌وری نیروی کار، بهره‌وری سرمایه و بهره‌وری کل عوامل تولید مورد بررسی قرار گرفته است. در این مرحله به منظور تخمین مدل می‌بایست بین روش‌های ترکیبی و تلفیقی با استفاده از آماره F لیمر انتخاب صورت پذیرد که فرض صفر این آماره بیانگر انتخاب روش‌های ترکیبی در مقابل تلفیقی است. پس از انتخاب بین این دو روش آزمون هاسمن به منظور انتخاب روش تصادفی و روش اثرات ثابت، انجام می‌گیرد که فرض صفر این آزمون بیانگر انتخاب روش اثر تصادفی است.

۶-۱- تأثیر بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید بنگاه

در تمام مدل‌های مورد بررسی با توجه به آماره F بدست آمده از آزمون لیمر و آماره آزمون هاسمن مدل مورد استفاده مدل پنل دیتا با آثار ثابت می‌باشد که نتایج آزمون‌های F و هاسمن در جداول (۱) و (۲) و نتایج برآورد مدل اثرات ثابت در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۱- آزمون F و هاسمن مدل تأثیر بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید سرانه

نتیجه	Chi2	F	مدل
داده‌های تابلویی / اثرات ثابت	۲۵/۸۳	۳۳/۸۱	PCLR
داده‌های تابلویی / اثرات ثابت	۲۶/۸۳	۳۳/۷۷	INILR
داده‌های تابلویی / اثرات ثابت	۲۵/۳۲	۳۳/۶۹	INTR

منبع: یافته‌های پژوهشگر

جدول ۲- نتایج برآورد مدل تأثیر بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید سرانه

متغیر وابسته: لگاریتم تولید سرانه	PCLR	INILR	INTR
	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳
جز ثابت	۲/۰۲	۱/۵۹	۲/۰۲
آماره آزمون t	۲۹/۵۹	۳۹/۱	۲۹/۲۷
لگاریتم موجودی سرمایه سرانه	۰/۸۱	۰/۸۹	۰/۸۱
آماره آزمون t	۵۸/۴	۱۰۸	۵۸/۱
شاخص فاوا	۰/۰۶۵	۰/۳۷۲	۰/۰۰۰۵
آماره آزمون t	۰/۴۷	۱۹/۶	۰/۲۹
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۹۱	۰/۹۸	۰/۸۱
دروبین واتسون	۱/۸۵	۱/۹۶	۱/۷۴

منبع: یافته‌های پژوهشگر

مدل‌های فوق بر اساس قبولی بازدهی ناشی از مقیاس برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد که اکثر ضرایب از نظر آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد به بالا معنی‌دار می‌باشند همچنین علائم با مبانی نظری سازگار می‌باشد. موجودی سرمایه سرانه در هر سه مدل برآوردی اثر مثبت و معنادار را نشان می‌دهد. شاخص بکارگیری فاوا نشان می‌دهد که این شاخص تنها در مدل دوم معنادار می‌باشد به عبارتی نسبت استفاده کنندگان از اینترنت به کل نیروی کار در کارگاه‌های صنعتی استان یزد تأثیر معنادار و به اندازه ۰/۳۷۲ بر تولید سرانه داشته است. همچنین نتایج گویای این امر است که در کنار شاخص‌های فاوا، موجودی سرمایه کماکان تأثیر بالا و معنی‌داری بر تولید بنگاه‌های صنعتی دارد.

۶-۲- نتایج برآورد تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری سرمایه

نتایج حاصل از بررسی تأثیر فاوا بر بهره‌وری سرمایه با استفاده از متغیر جانشین فاوا بصورت زیر است.

جدول ۳- آزمون F و هاسمن تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری سرمایه

نتیجه	Chi2	F	مدل
داده‌های تابلویی / اثرات ثابت	۷۲/۶	۶۶/۸۵	PCLR
داده‌های تابلویی / اثرات ثابت	۶۲/۶	۶۶/۸۲	INILR
داده‌های تابلویی / اثرات ثابت	۴۲/۸۸	۶۶/۶۹	INTR

منبع: یافته‌های پژوهشگر

جدول ۴- نتایج برآورد مدل تجربی تأثیر بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری سرمایه

متغیر وابسته: بهره‌وری سرمایه	PCLR	INLR	INTR
	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳
جز ثابت	۱/۰۷	۱/۱	۱/۰۷
آماره آزمون t	۱۴۹/۲	۱۹۹/۶	۱۵۶/۱۴
لگاریتم موجودی سرمایه سرانه	۰/۷۶	۰/۷۸	۰/۷۸
آماره آزمون t	۱۵/۰۵	۱۱/۹	۱۵/۶
شاخص فاوا	۰/۰۰۰۲	۰/۲۷	۰/۰۰۵
آماره آزمون t	۱/۶۶	۲۳/۱۴	۰/۳۸
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۸۷	۰/۹۷	۰/۸۷
دروبین واتسون	۱/۷۶	۱/۸	۱/۷۵

منبع: یافته‌های پژوهشگر

موجودی سرمایه سرانه در هر سه مدل برآوردی اثر مثبت و معنادار را نشان می‌دهد. شاخص بکارگیری فاوا نشان می‌دهد که این شاخص در مدل دوم معنادار می‌باشد این شاخص به اندازه ۰/۲۷ بر بهره‌وری سرمایه موثر است. در مدل اول و سوم ضریب شاخص بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشد و این شاخص در این سطح از اطمینان نمی‌تواند تأثیر معنی‌داری بر بهره‌وری سرمایه داشته باشد.

۳-۶- تأثیر بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید

برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید نیاز به تخمین ضرایب بدست آمده از تابع تولید می‌باشیم که بر اساس برآوردهای انجام شده تابع کاب داگلاس با داشتن محدودیت‌های بیشتر در مقایسه با سایر توابع تولید بر اساس معیارهای اساسی پذیرش رگرسیون، رفتار بخش صنعت استان یزد را بهتر بیان می‌دارد.

بر اساس آنچه در مبنای نظری بیان گردید در ابتداء و با استفاده از روش پسماند سولو و با بکارگیری یک تابع کاب داگلاس ضرایب مربوط به کشش تولید نسبت به عوامل تولید در صنایع استان یزد برآورد گردید. قبل از انجام تخمین ابتدا باید آزمون‌های مختلفی برای تعیین وجود عرض از مبداء و نوع آن در تخمین صورت گیرد.

جدول ۵- آزمون F و هاسمن مربوط به تابع کاب داگلاس

احتمال	درجه آزادی	آماره	
0.0000	(88,710)	48.608477	F
0.0000	2	37.077608	کای اسکور

منبع: یافته‌های پژوهشگر

جدول ۶- تخمین ضرایب مربوط به تابع کاب داگلاس

احتمال	آماره t	انحراف معیار	ضرایب	متغیر
0.0000	23.80939	0.078403	1.866722	عرض از مبدا
0.0000	6.349699	0.017276	0.109699	لگاریتم نیروی کار
0.0000	70.54419	0.012242	0.863609	لگاریتم سرمایه

منبع: یافته‌های پژوهشگر

$$F = 820/3$$

$$R^2 = 0/98$$

$$\bar{R}^2 = 0/97$$

$$D.W = 1/87$$

معادله رگرسیونی

$$\ln Y = 1/87 + 0/11 \ln L + 0/86 \ln K$$

در تابع تولید کاب-داگلاس، ضرایب نیروی کار و سرمایه معرف کشش نیروی کار و سرمایه است برآورد فوق نشان می‌دهد با یک درصد تغییر در نیروی کار و سرمایه تولید به ترتیب به اندازه ۰/۱۱ و ۰/۸۶ تغییر می‌کند که نشان می‌دهد کشش تولید به عوامل تولید در صنایع استان یزد نسبت به عامل سرمایه بیش از کشش تولید نسبت به نیروی کار است.

این نتایج بیانگر کشش پذیری تولیدات صنایع یزد به موجودی سرمایه است، بنابراین می‌توان استدلال کرد که توسعه صنایع استان نیازمند سرمایه‌گذاری‌های بیشتر می‌باشد. به عبارت دیگر، کمبود سرمایه نسبت به نهاده‌های دیگر تولید محسوس تر است. به همین دلیل و بر اساس مبانی اقتصاد خرد، کمتر بودن نهاده سرمایه در مقایسه با سایر نهاده به مفهوم بازدهی بالاتر موجودی سرمایه می‌باشد و این امر سبب کشش پذیری بیشتر تولید نسبت به موجودی سرمایه می‌باشد که بیانگر کمیابی نسبی سرمایه در مقایسه با نیروی کار و مواد اولیه در استان یزد می‌باشد.

بر اساس ادبیات و تئوری‌های اقتصادی هرگاه کشش نهاده‌ای مثبت اما کوچکتر از یک باشد، این امر بیانگر آن است که بهره‌وری نهایی آن کوچکتر از بهره‌وری متوسط است و لذا، با فرض عدم

تغییر در عوامل دیگر، آن نهاد در ناحیه دوم تولید قرار دارد؛ یعنی آن صنعت، از نهاد مذکور به طور اقتصادی استفاده کرده است. نتایج فوق نشان می‌دهد که، با فرض عدم تغییر در عوامل دیگر، نهادهای تولید در ناحیه اقتصادی تولید قرار دارند.

معادله برآوردی فوق همان برآورد لگاریتمی رابطه ۱ است که براساس این برآورد و با بکارگیری ضرایب برآوردی مدل و استفاده از آنها در رابطه ۴، بهره‌وری کل عوامل یا پسماند سولو که در واقع اجزای اختلال در برآورد تابع تولید کاب-داگلاس می‌باشد را بدست آوردیم. بعد از انجام محاسبات فوق به بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل خواهیم پرداخت.

جدول ۷- آزمون F لیمر و هاسمن مربوط به مدل بهره‌وری کل عوامل تولید

نتیجه	Chi2	F	مدل
داده‌های تابلویی / اثرات ثابت	۶۵/۰۹	۴۱/۱۶	PCLR
داده‌های تابلویی / اثرات ثابت	۶۸/۷	۴۱/۱۵	INILR
داده‌های تابلویی / اثرات ثابت	۴۷	۴۱/۰۶	INTR

منبع: یافته‌های پژوهشگر

جدول ۸- نتایج برآورد مدل تجربی تأثیر بکارگیری فاوا بر بهره‌وری کل عوامل تولید

متغیر وابسته: بهره‌وری کل عوامل تولید	PCLR	INILR	INTR
	مدل ۱	مدل ۲	مدل ۳
جز ثابت	۱/۸۵	۱/۸۱	۱/۸۵
آماره آزمون t	۲۳۹	۱۳۴	۲۴۹
شاخص فاوا	۰/۰۰۰۰۵	۰/۳۲	۰/۰۰۰۰۵
آماره آزمون t	۰/۰۴۳	۱۰/۷۴	۰/۳۱
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۸۲	۰/۸۱	۰/۸۱
دروبین واتسون	۱/۸	۱/۸	۱/۷۸

منبع: یافته‌های پژوهشگر

شاخص بکارگیری فاوا نشان می‌دهد که این شاخص تنها در مدل دوم معنادار و به اندازه ۰/۳۲ بر بهره‌وری کل عوامل تولید دارد.

پیشرفت و تغییرات تکنولوژی منجر به انتقال تابع تولید به سمت بالا با فرض عدم تغییر در مجموعه عوامل تولید و همین‌طور تغییر در مکان تابع هزینه به سمت پایین با فرض ثابت بودن

سطح تولید و قیمت نهادها می‌شود. در برآورد فوق اگر تغییر در فاوا را به عنوان یک تغییر تکنولوژیکی مؤثر بدانیم منجر به انتقال تابع تولید بنگاه‌های صنعتی استان یزد به سمت بالا شده و بهره‌وری کل عوامل تولید را افزایش داده است. به واسطه تغییر موقعیت تابع تولید، متوسط‌های تولید و بهره‌وری عوامل تولید نیز تغییر نموده و به عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع تغییر در بهره‌وری کل عوامل تولید تغییرات تکنولوژیکی و بالاخص تغییر در فناوری اطلاعات است. ضریب تأثیرگذاری شاخص فاوا بر بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع استان یزد از نظر علامت و شدت تأثیرگذاری مرتبط با مبانی نظری بوده و از طرفی شدت مناسب تأثیرگذاری این شاخص بر بهره‌وری کل عوامل تولید را نیز نشان می‌دهد.

بطور کلی تغییر در بهره‌وری کل عوامل تولید که می‌توان آن را شامل اثرات تغییر در مقیاس تولید و تغییر در راندمان دانست. بدین معنا که چنانچه مقیاس تولید در طی زمان ثابت بماند و یا در بین واحدهای تولیدی در یک زمان ثابت باشد و همچنین عدم کارایی در تولید وجود نداشته باشد و یا لاقط میزان عدم کارایی در طول زمان ثابت بماند. آنگاه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید به عنوان معیار تغییر تکنولوژی در نظر گرفته می‌شود. بهبود بهره‌وری ایجاد شده تا اندازه قابل توجه تحت تأثیر تغییرات تکنولوژیک بوده است. تغییرات تکنولوژیکی منجر به تولید یک واحد محصول باقیمت پایین تر نسبت به قبل می‌شود و به همانند آن می‌باشد که از مقیاس تولید به نحو شایسته تری استفاده شده است. بدین ترتیب نتیجه بهبود تکنولوژی و بهبود استفاده از مقیاس‌های تولید بصورت تغییر مثبت در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در صنعت استان یزد نمایان گردیده است. بهره‌وری کل عوامل تولید که با ضریب مناسبی از شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات در صنایع استان یزد تأثیر پذیرفته است بیان‌کننده میزان کارایی و اثر بخشی مناسب در استفاده از عوامل تولید که بطور مشترک برای تولید کالاها مورد بهره برداری قرار می‌گیرد را نشان می‌دهد. شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید و تأثیر پذیری آن از شاخص فاوا بیان‌کننده تأثیر پذیری تغییرات کیفی، نیروی کار، سرمایه، شدت تقاضا، تغییرات ساختاری ایجاد شده، گسترش تخصص‌گرایی در صنایع استان یزد از شاخص فاوا در دوره مورد بررسی است.

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج نشان می‌دهد که در کلیه معادلات برآورد شده علائم ضرایب با مبانی نظری سازگار می‌باشد. موجودی سرمایه سرانه در هر سه مدل برآوردی اثر مثبت و معنادار را نشان می‌دهد. شاخص بکارگیری فاوا معنادار می‌باشد که تأثیر آن به اندازه ۰/۳۹ بر تولید سرانه ۰/۱۷۴ بر بهره‌وری سرمایه و ۰/۳۲ بر بهره‌وری کل عوامل تولید می‌باشد. همچنین نتایج گویای این امر است که

در کنار شاخص‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، موجودی سرمایه کماکان تأثیر بالا و معنی‌داری بر تولید بنگاه‌های صنعتی دارد.

بهره‌وری کل عوامل تولید که با ضریب مناسبی از شاخص فاوا در صنایع استان یزد تأثیر پذیرفته است بیان‌کننده میزان کارایی و اثر بخشی مناسب در استفاده از عوامل تولید که بطور مشترک برای تولید کالاها مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد را نشان می‌دهد. شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید و تأثیر پذیری آن از شاخص فاوا بیان‌کننده تأثیر پذیری تغییرات کیفی، نیروی کار، سرمایه، شدت تقاضا، تغییرات ساختاری ایجاد شده در صنایع استان یزد از شاخص فاوا در دوره مورد بررسی است.

از آنجا که بر اساس یافته‌های این تحقیق فاوا می‌تواند به عنوان یک ابزار منجر به افزایش بهره‌وری نیروی کار، بهره‌وری سرمایه و بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع استان یزد شود، پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد.

✓ آماده سازی زیرساخت های نرم افزاری وسخت افزاری لازم در اقتصاد نوین ودیجیتال همچون افزایش سرعت پهنای باند اینترنت و کاهش هزینه های دسترسی به اینترنت برای صنایع استان

✓ با توجه به گسترش روز افزون کاربرد کامپیوتر در فعالیت های روزمره و پررنگ تر شدن نقش فاوا جهت بهبود اثر بخشی آن در تولید وبهره‌وری عوامل تولید در استان یزد باید با سرعت و کیفیت بیشتر و بهتری در زمینه کسب تجارب و آشنایی با آخرین دستاوردهای کاربرد اطلاعات گام اساسی در صنایع استان برداشته شود.

✓ با توجه به نقش مهم و با اهمیت فاوا در بهره‌وری صنایع استان یزد بایستی توجه به هدایت دقیق سرمایه‌ها از ابعاد کمی و کیفی در ساختارهای زیر بنایی فاوا مورد نیاز صنایع استان شکل گیرد و با پرهیز از هرز دادن سرمایه واحدهای تولیدی در پویایی اقتصاد و صنعت استان، تلاش‌های لازم صورت پذیرد.

✓ ارتباط بین بخش تولید (صنعت) استان با بخش تحقیق و توسعه (دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و...) جهت آنکه این دو به هم نزدیک‌تر باشند. آن‌گاه تبادل اطلاعاتی بین این دو بخش می‌تواند در بکارگیری حجم و مقیاس اندازه فاوا در جهت بهبود بهره‌وری عوامل تولید صنایع استان مفید واقع شود گسترش پارک های فناوری ومراکز رشد می‌تواند در این زمینه بسیار مفید باشد.

✓ -افزایش تولید متاثر از دو بعد کمی و کیفی عوامل تولید است، با توجه به محدودیت‌های بکارگیری کمیت عوامل تولید در شرایط کنونی اقتصاد و بخصوص بخش صنعت در کشور

بطور عام و در صنعت استان بطور خاص، به نظر می‌رسد توجه به بعد کیفی عوامل تولید که متاثر از بکارگیری فاوا است می‌تواند بسیار کار آمد باشد و محدودیت بکارگیری عوامل تولید بخصوص سرمایه را تا حدودی زیادی برطرف نماید.

✓ اثر گذاری فاوا بر بهره وری نیرو کار به عوامل مکمل از جمله سرمایه گذاری در بخش غیر از فن آور اطلاعات و ارتباطات و نیرو انسانی ماهر نیازمند است. بنگاه هایی که از فاوا بیشتر منتفع می شوند که نه تنها به بخش فاوا توجه دارند، بلکه به عوامل مکمل توجه ویژه ای داشته باشند.

✓ تشخیص اینکه فاوا در چه بخشی از یک بنگاه مفید است و موجب افزایش بهره وری نیرو کار و سرمایه می گردد نیز یکی از موضوعاتی است که صاحب بنگاه می بایست بدان توجه ویژه ای داشته باشد.

✓ یکی از ویژگی های فاوا آن است که با سرعت بسیار زیاد در حال تغییر و دگرگونی است، نتیجه اینکه تکنولوژی مورد استفاده در بنگاه‌ها به سرعت قدیمی و عقب افتاده می شود. از این رو برای بنگاهی که از فاوا استفاده می کند بسیار مهم است که خود را با تغییرات سریع این نوع تکنولوژی وفق دهد وگرنه استفاده از همان سخت افزار ها و نرم افزارها قدیمی نه تنها موجب افزایش بهره وری نیرو کار نمی شود بلکه در خیلی مواقع به دلیل عدم مطابقت امکانات ، با سایر فن آوری ها موجود موجب پایین آمدن بهره وری نیرو کار می شود.

✓ استفاده از نیرو کار متخصص و سپردن جایگاه شغلی متناسب با آن تخصص، یکی از ملزوماتی است که منجر به افزایش بهره وری نیرو کار می شود، پس می توان نتیجه گرفت که سرمایه انسانی بخش فاوا زمانی تاثیر مثبت بر تولید و بهره وری نیرو کار دارد که شغلی متناسب با تخصص آن به او سپرده شده باشد.

فهرست منابع

- ۱) سرلک، احمد (۱۳۹۱) "بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اشتغال در بخش صنعت استان مرکزی" فصلنامه اقتصاد کاربردی، دوره ۳ شماره ۱
- ۲) شاه‌آبادی، ابوالفضل، (۱۳۹۰) "تأثیر بهره‌وری بر رقابت‌پذیری"، فصلنامه نامه مفید، شماره ۶،
- ۳) مبارک، اصغر، (۱۳۹۰)، بررسی عوامل اثرات فاکتورهای نهادی بر بهره‌وری در صنعت ایران، نشریه‌ی راهبرد توسعه، شماره‌ی ۲۷.
- ۴) مرکز آمار ایران، نتایج طرح آمارگیری از کارگاه‌های صنعتی ۱۰ نفر کارکن و بیشتر (۹۳ - ۱۳۸۵)
- ۵) محمودزاده، محمود؛ (۱۳۹۰) "اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری نیروی کار در اقتصاد ایران". فصل‌نامه پژوهش‌نامه بازرگانی، شماره ۴۳.
- ۶) هژبر کیانی، کامبیز و باقری قادیکلانی، مهیار (۱۳۸۳)، تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری و دستمزد نیروی کار در صنایع استان تهران. پیک نور سال دوم شماره ۴
- 7) Elsadig, M.A. (2012) Green TFP Intensity Impact on Sustainable East Asian Productivity Growth. *Economic Analysis & Policy*, Vol. 42 no. 1
- 8) Jackson, T, Victor, P. (2011) Productivity and work in the 'green economy' Some theoretical reflections and empirical tests. *Environmental Innovation and Societal Transitions*
- 9) Jorgenson D.W., Motohashi, K. (2005). "Information Technology And The Japanese Economy", NBER Working Paper
- 10) Rincon, A., Vecchi, M., & Venturini, F. (2015). ICT as a General purpose technology: Spillovers, absorptive capacity and productivity performance (Discussion Paper No. 416) London: National Institute of Economic and Social Research.
- 11) van Ark, B. (2014). Total factor productivity: Lessons from the past and directions for the future (Research Working Paper No. 271) Brussels: National Bank of Belgium.
- 12) Venturini, F. (2015). The modern drivers of productivity. *Research Policy*, 44, 357-369

یادداشت‌ها

¹ Information and Communication Technology

² Total Factor Productivity

³ Jackson

⁴ Elsadig

⁵ Rincon

⁶ Van Ark

⁷ Venturini

⁸ Rogers