

فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۴۳، تابستان ۱۳۸۶، ۱۸۴ - ۱۵۳

اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری نیروی کار در اقتصاد ایران

محمود محمودزاده* دکتر فرخنده اسدی**

دریافت: ۸۴/۱۲/۲۲

پذیرش: ۸۶/۳/۳۰

فناوری اطلاعات و ارتباطات / بهره‌وری نیروی کار ایران / سرمایه انسانی / بهره‌وری کل

چکیده

در این مقاله اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری نیروی کار در اقتصاد ایران بررسی می‌شود. به طور کلی روش‌های بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کار، استفاده از تابع تولید گسترش یافته برای موجودی سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات است. در این مطالعه با استفاده از الگوهای نظری و تجربی، تابع بهره‌وری نیروی کار با لحاظ فناوری اطلاعات و ارتباطات و با استفاده از داده‌های سری زمانی ۱۳۵۰-۸۲ و به روش حداقل مربعات معمولی برآورد شد. نتایج برآورد نشان می‌دهد بهره‌وری کل و سرمایه غیرفناوری اطلاعات و ارتباطات بیشترین تأثیر را بر بهره‌وری نیروی کار در اقتصاد ایران دارند. اثر سرمایه انسانی و سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نیروی کار مثبت و معنی‌دار است ولی اثرگذاری آن‌ها در مقایسه با متغیرها کمتر است. نتایج این مطالعه در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات با بیشتر مطالعات تجربی در کشورهای در حال توسعه سازگار است.

طبقه‌بندی JEL: 23، J24.

* دانشجوی دوره دکتری اقتصاد واحد علوم و تحقیقات و عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروزکوه
mah1355@gmail.com
** دکتری مدیریت اطلاعات و عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
asadifar@yahoo.com

مقدمه

فناوری اطلاعات و ارتباطات^۱ (فاوا) نقش دوگانه در اقتصاد دارد؛ نهاده برای صنایع استفاده کننده و ستانده برای استفاده کنندگان فناوری است. انقلاب فناوری با شاخص های بهبود سریع در کیفیت تجهیزات و نرم افزار به همراه کاهش بسیار زیاد قیمت ها معروف است.^۲ بنگاه حداکثرکننده سود با مشاهده قیمت نسبی از طریق جایگزینی تجهیزات، نرم افزار و خدمات نسبت به سایر کالاها و خدمات واکنش نشان می دهند تا بتواند با استفاده از پیشرفت سریع فناوری، زمینه را برای افزایش سهم فاوا در تولید ناخالص داخلی و حجم سرمایه با وجود کاهش شدید قیمت فاوا و در نهایت حداکثر کردن منافع خود فراهم کند. افزایش توان و سرعت پردازش اطلاعات، ارزان شدن نسبی قیمت سخت افزار و نرم افزار و رواج استفاده از سیستم های مکانیزه، باعث بوجود آمدن نظام های اطلاعاتی بهینه و دسترسی سریع و آسان به اطلاعات، امکان انجام محاسبات و مبادله داده ها با سرعت بسیار بالا و در پهنه جغرافیایی وسیع تر و دسترسی مشترک و همزمان به منابع اطلاعاتی شده است. با استفاده از فاوا امکان تولیدات مشابه با هزینه تمام شده کمتر، افزایش سطح تولیدات با هزینه های یکسان و افزایش سرعت در تهیه و تدارک عوامل تولید و نیز عرضه محصولات بدون نیاز به افزایش هزینه ها بوجود می آید.

تأثیر فاوا بر بهره وری نیروی کار از موضوعات مورد بحث در اقتصاد از دهه ۱۹۹۰ به بعد بوده است. از بعد نظری و تجربی مطالعات زیادی در کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه انجام یافته است. با وجود این که بیشتر مطالعات بر تأثیر مثبت فاوا بر بهره وری نیروی کار تأکید دارند ولی در برخی نتایج مطابق با انتظار نبوده و شک و تردید در زمینه پارادوکس بهره وری وجود دارد. بر این اساس برای قضاوت در مورد تأثیر فاوا بر بهره وری نیروی کار به مطالعه تجربی در هر کشوری نیاز وجود دارد.

این مقاله به دنبال بررسی اثرات فاوا بر بهره وری نیروی کار با رویکرد کلان در اقتصاد ایران است. سازماندهی مقاله بدین صورت است: پس از مقدمه، سؤالات و فرضیات تحقیق

1. Information and Communication Technology (ICT).

2. Pohjola (2002).

تیین می‌شود. در بخش‌های بعدی مبانی نظری و تجربی بررسی می‌شود. سپس وضعیت فاوا در ایران ارزیابی شده و نتایج مدل تجربی تحلیل خواهد شد. در قسمت پایانی نیز نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی ارائه می‌شود.

سؤالات زیر برای اقتصاد ایران مطرح است:

- آیا فاوا بر بهره‌وری نیروی کار مؤثر است؟
- تأثیر سرمایه‌گذاری فاوا نسبت به سرمایه‌گذاری غیر فاوا بر بهره‌وری نیروی کار چگونه است؟
- بر اساس سؤالات، فرضیات زیر برای اقتصاد ایران مطرح می‌شوند:
- استفاده از فاوا بر بهره‌وری نیروی کار مؤثر است.
- سرمایه‌گذاری فاوا از سرمایه‌گذاری غیر فاوا تأثیر بیشتری بر بهره‌وری نیروی کار دارد.

۱. مبانی نظری اثرات فاوا بر بهره‌وری نیروی کار

فاوا با سایر فناوری‌ها متفاوت است. اولاً، فاوا یک فناوری با هدف‌مندی عمومی^۱ که قدرت تأثیرگذاری عمیق و هم‌زمان در همه بخش‌های اقتصادی را به همراه می‌آورد، تلقی می‌شود.^۲ پیشرفت‌های فنی فاوا، می‌تواند موجی بسیار قوی در کل اقتصاد به راه اندازد که همه چیز را، از ادغام و تملک در مالیه شرکت‌ها گرفته تا سیستم مدیریت انبارگردانی کارخانه‌ها را تحت تأثیر قرار دهد.^۳ ثانیاً، تولیدات فاوا رفتاری شبیه دانش دارند.^۴ محصولات فاوا تمام ویژگی‌های اقتصادی دانش را دارند: گسترش‌پذیری بی‌نهایت و مهم نبودن فاصله جغرافیایی نیز از ویژگی‌های مهم آن است. در اقتصاد جدید آنچه با ارزش می‌باشد موضوع زنجیره‌های اطلاعاتی است.

1. General Purpose Technology.

۲. هلمن (۱۹۹۸).

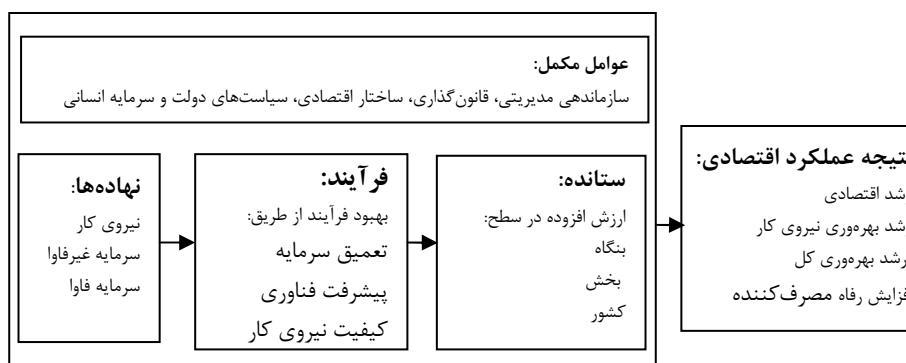
۳. کوا (۲۰۰۲).

۴. منبع پیشین.

مصرف کننده و استفاده کننده نهایی به طور مستقیم به خاطر اثرات متقابل با نمونه‌هایی از نرم افزارهای رایانه‌ای و بهره‌مندشدن از ابزارهای دیجیتالی و یا اطلاعات مشاوره‌ای، بهداشتی و مالی در وب، با استفاده از زیرساخت‌های ارتباطات بی‌سیم برای مبادلات اقتصادی سر و کار دارد. در این اقتصاد ایده‌ها همیشه از آزمایشگاه‌ها و تحقیقات دانشگاهی بدست نمی‌آیند. بنابراین طبق این بحث اقتصاد نوین، کم وزن^۱ و بر محور دانش در عمق و ژرف‌های خود با شکل سنتی اقتصاد دانش محور متفاوت می‌باشد. در اقتصاد سنتی دانش محور، اثر القایی دانش در بهبود بهره‌وری در برخی فرآیندهای صنعتی نمود پیدا می‌کند.^۲

چگونه فاوا در طرف عرضه اقتصاد به رشد و بهره‌وری کمک می‌نماید؟ فرآیند اثرگذاری فاوا در نمودار (۱) ارائه شده است. همان‌گونه که در نمودار مشخص شده فاوا به عنوان نهاد در کنار سایر عوامل تولید باعث بهبود فرآیند تولید، تعمیق سرمایه، پیشرفت فناوری و کیفیت نیروی کار می‌شود. پیامدهای این اثر افزایش ارزش افزوده در سطح بنگاه، بخش و کشور و سرانجام رشد اقتصادی، بهره‌وری و رفاه مصرف کننده است.

نمودار ۱- نحوه اثرگذاری فاوا در طرف عرضه اقتصاد



منبع: ددریک و همکاران (۲۰۰۳) و جرگسون (۲۰۰۰).

1. Weightless.

۲. کوا (۲۰۰۰ و ۲۰۰۱).

چارچوب مفهومی بعدی توسط اتحادیه جهانی مخابرات^۱ (۲۰۰۵) ارائه شده است. در ابتدا لازم است بین تولید فاوا و استفاده فاوا تمیز قائل شود. فاوا ماهیت دوگانه دارد. آنها هم دارایی‌های تولیدی هستند و هم کالاهای مصرفی محسوب می‌شوند. بر این اساس در الگوی مفهومی بر اساس تراکم اطلاعاتی^۲ و کاربری اطلاعاتی^۳ بسط یافته است. در تراکم اطلاعاتی موجودی سرمایه فاوا و نیروی کار فاوا مورد نظر است که دلالت بر ظرفیت‌های تولیدی فاوا دارد. کاربری اطلاعاتی به جریان استفاده از فاوا مرتبط است. به لحاظ فنی می‌توان این دو بخش را جمع نموده و به درجه فاوا-ئی^۴ و یا وضعیت اطلاعاتی^۵ کشور رسید. در این صورت می‌توان تفاوت بین وضعیت اطلاعاتی را شکاف دیجیتالی نامید (نمودار ۲).

نمودار ۲- مفهوم تراکم، کاربری و وضعیت اطلاعاتی

تراکم اطلاعاتی = مجموع موجودی فاوا (سرمایه و نیروی کار)
کاربری اطلاعاتی = جریان استفاده از فاوا در طی زمان
وضعیت اطلاعاتی = مجموع تراکم اطلاعاتی و کاربری اطلاعاتی

منبع: اتحادیه جهانی مخابرات (۲۰۰۵)

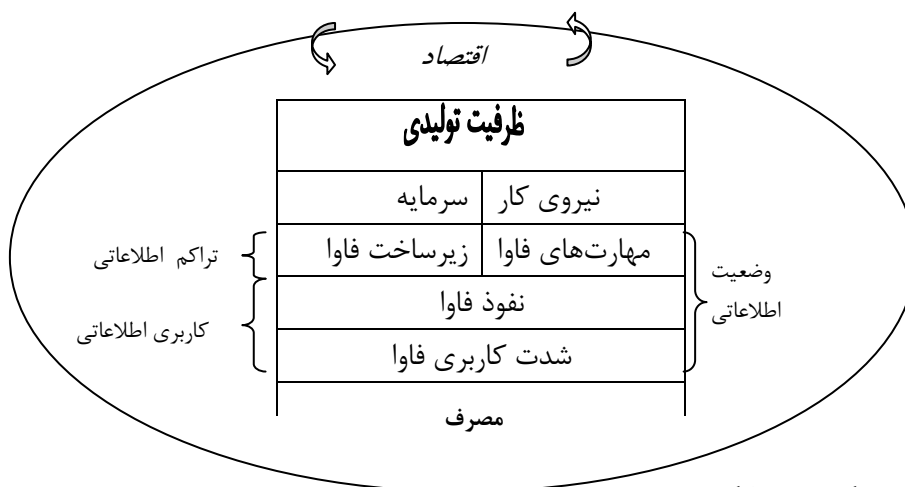
- **تراکم اطلاعاتی:** ظرفیت تولید هر کشور بر اساس کمیت و کیفیت عوامل تولید تعیین می‌شوند. در هر لحظه از زمان، ظرفیت تولید به خاطر ثابت بودن حجم عوامل تولید، فناوری و ترکیب آنها ثابت است ولی در طول زمان عوامل تولید گسترش می‌یابند. رشد نهاده‌ها، رشد فناوری و بهره‌وری ابزارهای توسعه ظرفیت‌های تولیدند که فاوا هر سه مورد را تغییر می‌دهد. موجودی سرمایه فاوا شامل زیرساخت شبکه، ماشین‌ها و تجهیزات فاوا است. نیروی کار فاوا به عنوان مجموع افراد شاغل در این بخش نیست، بلکه مهارت‌های نیروی کار در زمینه فاوا است. تولید تابعی از موجودی فاوا است.

1. International Telecommunication Union (ITU).
2. Info- density.
3. Info- use.
4. ICT-ization.
5. Infostate.

• **کاربری اطلاعاتی:** دسترسی به کالاهای فاوا برای استفاده از خدمات فاوا بسیار ضروری است زیرا ظرفیت تولیدی را تشکیل می‌دهند که مقدمه‌ای برای ایجاد جریان مصرف است. از این نظر تمییز بین جذب فاوا^۱ (کالاهای فاوا) و شدت کاربری فاوا^۲ مهم است.

جذب و تراکم کاربری نیز می‌تواند به سطوح خرد مطلوب تقسیم شود. برای مثال می‌توان تحلیل بخشی، کسب و کاری (اندازه) و دولت (ملی، منطقه‌ای و محلی) و انواع مؤسسه (عمومی، مدارس و سلامت) انجام داد. همچنین طبقه‌بندی افراد و خانوار بر حسب جنس، محل (شهر و روستا)، درآمد و سطح تحصیلات برای درک شکاف دیجیتالی در اقتصاد بسیار مفید و ثمربخش است. شکل زیر شمای چارچوب مفهومی را به خوبی نشان می‌دهد. فرآیند اثرگذاری فاوا در طرف عرضه و تقاضای اقتصاد در نمودار (۳) نمایش داده شده است. مزیت این مدل نسبت به الگوی قبلی این است که از بخش تقاضای فاوا چشم‌پوشی نکرده است و تقسیم‌بندی روشن از لایه‌های تولید، کاربری و مصرف فاوا ارائه می‌دهد.

نمودار ۳- اثرگذاری فاوا در طرف عرضه و تقاضای اقتصاد



1. Uptake ICT.
2. Intensity of use.

در سال‌های اخیر، تعدادی از اقتصاددانان با ارائه الگوهای رشد درون‌زا، سعی در توضیح دانش و فناوری‌های جدید به عنوان عامل رشد برآمدند. تفکیک سرمایه انسانی از فناوری به صورت دانش تجسم یافته باعث شده که فاوا نیز به عنوان یک عامل درون‌زای رشد مطرح شود. برخی مطالعات، فاوا را به صورت تحقیق و توسعه در الگوهای رشد درون‌زا معرفی نمودند که در آن‌ها رشد بلندمدت تابعی از رشد فاوا است. برخی دیگر تمایزی بین سرمایه انسانی و فناوری قائل شدند که در آن‌ها رشد بلندمدت تولید سرانه مانند الگوهای نئو کلاسیکی برابر با رشد فناوری می‌باشد و سرمایه انسانی سطح درآمد سرانه را متأثر می‌سازد.

رومر^۱ و لوکاس^۲ در اوایل دهه ۱۹۸۰ بر اقتصاد اندیشه‌ها و سرمایه انسانی تأکید کردند. پس از این پیشرفت‌های نظری و مطالعات تجربی توسط تعدادی از اقتصاددانان، نظیر برو برای کمی کردن و آزمون نظریه‌های رشد شروع شد.

در الگوی سولو فناوری به صورت برون‌زا فرض می‌شد. اما در اواسط دهه ۱۹۸۰، رومر ارتباط میان رشد اقتصادی و اندیشه‌ها را تنظیم کرد و الگوهای رشد درون‌زا به طوری جدی در سطح اقتصاد مطرح شدند. الگوهای رشد درون‌زا، در صدد تبیین خرد فناوری به عنوان یک عامل درون‌زای مؤثر در تولید و رشد اقتصادی برآمدند. این الگوها اثر فناوری را از راه‌ها و عوامل متفاوت مانند سرمایه انسانی، بهبود کیفیت تولید و گسترش تولیدات متنوع در مدل معرفی کردند.^۳

لوکاس (۱۹۹۸) الگوی رشد درون‌زای خود را از طریق معرفی سرمایه انسانی در مدل رشد نئو کلاسیک ارائه کرد. اقیون و هیوت^۴ (۱۹۹۲) در الگوی خود با بهره‌گیری از دیدگاه شومپتر بر بهبود کیفیت تولید به عنوان نشانی از فناوری جدید که بر اثر آن تولیدکنندگان با فناوری قدیم از صحنه خارج می‌شوند تأکید کرد. گروسمن و هلپ‌من^۵ (۱۹۹۱) نیز با همین عقیده الگوی رشد درون‌زا را ارائه کردند. رومر (۱۹۸۶، ۱۹۹۰) و گروسمن و

-
1. Romer.
 2. Lucas.
 3. Sala-i-Martin (2001).
 4. Aghion and Hiowt.
 5. Grossman and Helpman.

هلمپ من (۱۹۹۱) الگوهای رشد درون‌زا را با ملاحظه فناوری جدید مطرح کردند که به زعم آن‌ها فعالیت‌های تحقیق و توسعه به تولید دانش و نوآوری منجر شده و زمینه‌ساز رشد می‌شود.

از جمله مطالعاتی که اخیراً در زمینه درون‌زا نمودن فناوری در الگوهای رشد انجام یافته، مطالعات کوا^۱ (۲۰۰۳، ۲۰۰۱) و پوجولا (۲۰۰۲، ۲۰۰۳) است. محور این مطالعات بکارگیری فاوا در توابع تولید و رشد اقتصادی است.

برای ارزیابی تأثیر فاوا بر بهره‌وری نیروی کار، از مدل نظری منکیو و همکاران (۱۹۹۲) استفاده می‌شود. آنها تولید را تابعی از موجودی سرمایه، نیروی کار و سرمایه انسانی معرفی نمودند که پوجولا (۲۰۰۱، ۲۰۰۲) و کوا (۲۰۰۲، ۲۰۰۳) با تفکیک موجودی سرمایه به سرمایه فاوا و غیرفاوا این تابع را به صورت زیر ارائه نمودند:

$$Y = A(t)F(K_{ict}, K_0(t), L(t), H(t)) \quad (1)$$

که در آن Y تولید، K_{ict} خدمات سرمایه‌ای فاوا، K_0 سایر خدمات سرمایه‌ای، L خدمات نیروی کار و H ذخیره سرمایه انسانی^۲ است. سطح تکنولوژی در اینجا به صورت خنثی هیکس و به شکل پارامتر A در نظر گرفته می‌شود. تغییر تکنولوژی وقتی خنثی هیکس تعبیر می‌شود که انتقال منحنی تولید یکسان، نرخ نهایی جانشینی فنی را تغییر ندهد و فرض می‌شود بازدهی نسبت به مقیاس ثابت و بازارهای محصول و نهاده رقابتی برقرار باشد.

در این مدل، برای ارزیابی تأثیر فاوا بر بهره‌وری نیروی کار، بهره‌وری نیروی کار را با

$$y(t) = \frac{Y(t)}{L(t)} \quad (2)$$

نشان داده می‌شود. با این تغییرات، معادله ۱ به صورت زیر خواهد بود.

$$y(t) = A(t)F\left(\frac{K_{ict}(t)}{L(t)}, \frac{K_0(t)}{L(t)}, \frac{H(t)}{L(t)}\right) \quad (2)$$

1. Quah.

2. Stock of Human Capital.

۳. برخی اقتصاددانان از قبیل اولینر و سیچل (۲۰۰۲)، استیرو (۲۰۰۰) و جرگنسون (۲۰۰۱) بهره‌وری نیروی کار را به صورت نسبت "نیروی کار به ساعات کاری" معرفی می‌کنند که با توجه به نبود اطلاعات ساعات کاری نیروی کار در ایران، از الگوی نظری منکیو و همکاران (۱۹۹۲) و پوجولا (۲۰۰۰؛ ۲۰۰۱) استفاده می‌شود.

در معادله فرض می شود: ^۱

$$k_{ict} = \frac{K_{ict}(t)}{L(t)}, k_0 = \frac{K_0(t)}{L(t)} \quad h = \frac{H(t)}{L(t)}$$

اگر از طرفین معادله نسبت به زمان دیفرانسیل گرفته شود:

$$\frac{dy}{dt} \cdot \frac{1}{y} = \frac{\partial F}{\partial k_{ict}} \cdot \frac{dk_{ict}}{dt} \cdot \frac{1}{y} + \frac{\partial F}{\partial k_0} \cdot \frac{dk_0}{dt} \cdot \frac{1}{y} + \frac{\partial F}{\partial h} \cdot \frac{dh}{dt} \cdot \frac{1}{y} + \frac{dA}{dt} \cdot \frac{1}{A} \quad (۴)$$

با فرض تکنولوژی خنثی 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:

$$\frac{\partial F}{\partial k_{ict}} \cdot \frac{k_{ict}}{y} = v_{ict}, \quad \frac{\partial F}{\partial k_0} \cdot \frac{k_0}{y} = v_0, \quad \frac{\partial F}{\partial h} \cdot \frac{h}{y} = v_h \quad (۵)$$

$$\frac{dy}{dt} \cdot \frac{1}{y} = d \frac{Ln y}{dt}, \quad \frac{dLn k_{ict}}{dt} = \frac{dk_{ict}}{dt} \cdot \frac{1}{k_{ict}}, \quad \frac{dLn k_0}{dt} = \frac{dk_0}{dt} \cdot \frac{1}{k_0}, \quad \frac{dLn h}{dt} = \frac{dh}{dt} \cdot \frac{1}{h}$$

با جایگزینی روابط ۵ در معادله ۴ خواهیم داشت:

$$dLn y = v_{ict} d \frac{Ln k_{ict}}{dt} + v_0 \frac{dLn k_0}{dt} + v_h \frac{dLn h}{dt} + \dot{g} \quad (۶)$$

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

$$\dot{y} = v_{ict} \dot{k}_{ict} + v_0 \dot{k}_0 + v_h \dot{h} + \dot{g} \quad (۷)$$

$$\dot{k}_{ict} = \frac{Ln k_{ict}}{dt}, \quad \dot{k}_0 = \frac{dLn k_0}{dt}, \quad \dot{h} = \frac{dLn h}{dt}$$

معادله ۷ چهار منبع رشد بهره‌وری نیروی کار را نشان می‌دهد:

- رشد سرمایه سرانه فاوا که انتظار می‌رود با افزایش سرمایه فاوا به ازای هر نفر نیروی

۱. بدون در نظر گرفتن فرض تکنولوژی خنثی هیکس، جمله آخر معادله ۴ برابر با

$$\dot{g} = \frac{\partial F}{\partial A} \cdot \frac{dA}{dt} \cdot \frac{1}{Y} = \frac{F_A \cdot A}{Y} \cdot \frac{dA}{dt} \cdot \frac{1}{A} = \frac{F_A \cdot A}{Y} \cdot \frac{dA}{dt} \cdot \frac{1}{A}$$

کار، بهره‌وری نیروی کار افزایش یابد.

- رشد سرمایه سرانه غیرفاوا که با افزایش سرمایه غیرفاوا به ازای هر نفر نیروی کار، بهره‌وری نیروی کار افزایش یابد و میزان خدماتی که نیروی کار به ازای هر ساعت ارائه می‌کند افزایش خواهد یافت.
- جزء سوم رشد کیفیت نیروی کار است که جانشینی نیروی کار با بهره‌وری نهایی بالاتر را اندازه‌گیری می‌کند. بر اساس مبانی نظری، با افزایش سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی و بهبود کیفیت نیروی کار، میزان خدمات نیروی کار افزایش می‌یابد.
- جزء چهارم پیشرفت کلی در بهره‌وری کل عوامل است که اثرات تغییرات فنی و سایر عواملی که باعث افزایش رشد تولید می‌شوند. بهره‌وری کل از دو جانب نشأت می‌گیرد. بخش اول ناشی از صنعت فاوا بوده و بخش دوم مربوط به سایر بخش‌هاست.

در مفهوم کلاسیک، فناوری مجموع دانش تبلور یافته در ابزار و روش‌های تولید است جونز (۱۹۹۷). تأثیر فناوری بر رشد از قدیم مورد بحث بوده است که به سه دسته قابل تقسیم هستند. از نگاهی، تأثیر فناوری در قالب کالاهای سرمایه‌ای تجسم یافته، تحلیل شده که نتیجه آن افزایش بهره‌وری سرمایه بوده است. در حالت دوم فناوری بهره‌وری نیروی کار را افزایش می‌دهد. در حالت سوم فناوری بهره‌وری کل نه لزوماً بهره‌وری کار یا سرمایه را افزایش می‌دهد که به عنوان فناوری هیکس خنثی تعبیر می‌شود.

سؤال این است که چگونه می‌توان پدیده فاوا را در چارچوب مدل نئوکلاسیکی قرار داد؟ برای پاسخ به این سوال لازم است بین مصرف‌کننده و تولیدکننده فاوا تفاوت قائل شویم. از آنجا که فاوا در صنایع تولیدکننده آن نقش ستاده و در صنایع مصرف‌کننده آن نقش نهاده دارد، بنابراین با دو اثر مواجه هستیم. بهبود کیفیت فاوا منجر به تسریع رشد بهره‌وری در صنایع تولیدکننده فاوا و انباشت سریع‌تر نهاده در صنایع مصرف‌کننده فاوا می‌شود. بدین ترتیب مدل نئوکلاسیکی پیش‌بینی می‌کند که در نتیجه این تعمیق سریع و رشد بهره‌وری نیروی کار در صنایع مصرف‌کننده فاوا، پیشرفت فناوری و رشد بهره‌وری کل در صنایع تولیدکننده فاوا اتفاق می‌افتد.

سرمایه‌گذاری در فاوا از طریق تعمیق سرمایه باعث رشد بهره‌وری کار می‌شود که این حالت از فاوا نشان‌دهنده رشد سریع خدمات سرمایه‌ای است. از آنجا که قیمت نسبی فاوا در چهار دهه اخیر با کاهش همراه بوده است. بنگاه‌ها اقدام به سرمایه‌گذاری شدید در سخت‌افزاری رایانه نموده و سهم نهاده‌های فاوا را افزایش می‌دهند. تحقیقات نشان می‌دهند که انباشت سرمایه به صورت فاوا سهم زیادی در شتاب بخشیدن به رشد بهره‌وری از سال‌های ۱۹۹۵ به بعد در کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه دارد.

این موضوع در انطباق با مدل‌های نئوکلاسیکی است، زیرا رشد سریع فاوا و کاهش قیمت آنها و جانشینی به جای دیگر نهاده‌ها در توابع تولید و انباشت زیاد سرمایه توسط آنها و به وجود آوردن رشد زیاد بهره‌وری در هماهنگی کامل با مدل‌های رشد نئوکلاسیکی است. در دوره‌های قبل به دلیل حجم اندک فاوا روابط فوق برقرار نبوده ولی در اواخر دهه ۱۹۹۰ همراه با رشد سرمایه‌گذاری فاوا و در دسترس قرار گرفتن حجم زیاد نهاده فاوا، اثر زیاد آن بر بهره‌وری را شاهد هستیم. در رابطه با تأثیر فاوا بر بهره‌وری در صنایع مختلف اثرات مختلف (مثبت یا منفی) حاصل شده است. اما در رابطه با بنگاه اثر مثبت حاصل شده و بازدهی برآورد شده فراتر از دیگر سرمایه‌ها بوده است.

علی‌الظاهر بازدهی زیاد فاوا در طی زمان با مدل‌های رشد درون‌زا قابل توجیه است. اما می‌تواند با مدل‌های نئوکلاسیکی نیز در انطباق باشد. در قالب این مدل‌ها، فاوا باید بازدهی نهایی بالایی داشته باشد زیرا آنها خیلی ارزش خود را از دست داده و منسوخ می‌شوند. قیمت خرید رایانه اندک است ولی به دلیل آن که خیلی زود از رده خارج می‌شوند استفاده از آنها گران تمام می‌شود. لذا این مفهوم که پیشرفت فنی در یک صنعت خاص باعث بهره‌وری کل می‌شود، مفهوم جدیدی نیست و با چارچوب کلی نئوکلاسیکی مطابقت دارد. حتی در زمان دومار^۱ (۱۹۶۱) اقتصاددانان اعتقاد داشتند که رشد بهره‌وری کل ناشی از پیشرفت فنی میان صنایع مختلف است. شتاب گرفتن پیشرفت فنی در صنایع کلیدی می‌تواند بهره‌وری کل را از طریق سهم مستقیم بهره‌وری کل و هم انباشت سرمایه القایی همراه با تغییر قیمت‌های نسبی افزایش یابد.

1. Domar

در رابطه با اثر نهاده فاوا بر رشد بهره‌وری در میان صنایع مختلف اثر مختلفی (مثبت یا منفی) حاصل شده است. اما در رابطه با بنگاه اثر مثبت حاصل شده و بازدهی برآورد شده حتی بیشتر از سایر نهاده است^۱.

اما تاکنون علت این که چرا بخش‌هایی مانند بازارهای مالی، بیمه، مسکن و خدمات که به شدت از رایانه استفاه می‌کنند، از رشد بهره‌وری کمتری برخوردارند، روشن نشده است. در این زمینه سه پاسخ ارائه شده است.

- برخی از جمله استیرو (۲۰۰۱) معتقدند که مشکلات مربوط به اندازه‌گیری منجر به این نتیجه (معمای بهره‌وری رایانه) می‌شوند.

- برخی اعتقاد دارند رایانه یک ابزار جدید است و به زمان زیادی احتیاج است تا بتواند در فرآیند تولید تغییراتی بوجود آورده و منجر به رشد شدیدتر بهره‌وری در اقتصاد شود. با این وجود این گزینه قابل قبولی نیست، زیرا رایانه و سرمایه‌گذاری در آن امر جدیدی نیست و اولین خرید تجاری رایانه در آمریکا مربوط به سال ۱۹۵۴ است.

- برخی معتقدند لزوماً رایانه و فاوا در تمام صنایع مولد و کارا نیست. منافع فاوا ابتدا به تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان فاوا تعلق می‌گیرد و در نهایت از طریق اثر سرریز به دیگران می‌رسد.

۲. مطالعات تجربی تأثیر فاوا بر بهره‌وری نیروی کار

مطالعات تجربی در زمینه فاوا بر بهره‌وری کار در سطح بنگاه و کلان طبقه‌بندی می‌شود. ابتدا مطالعات تجربی در سطح بنگاه و سپس کلان بررسی شده‌اند.

۲-۱. مطالعات تجربی در سطح بنگاه و صنعت

برین جولفسن و هیت^۲ (۱۹۹۶) با بررسی داده‌های ۵۲۷ بنگاه بزرگ آمریکا در دوره

۱. استیرو و جرگسون (۲۰۰۰).

2. Brynjolfsson and Hitt.

۱۹۸۷-۱۹۹۴ و روش الگوسازی داده‌های تابلویی^۱ در قالب تابع تولید کاب داگلاس به این نتیجه رسیده‌اند که سرمایه‌گذاری فاوا بر بهره‌وری نیروی کار مؤثر است.

گیرنن و همکاران^۲ (۲۰۰۱) داده‌های آماری بنگاه‌های فرانسوی مربوط به سرمایه‌گذاری در بخش فاوا همچنین بهره‌وری را تحلیل کرده و به نتایج سازگار با مطالعات برین جلفسن و هیت رسیده‌اند.

لال^۳ (۲۰۰۱) ارتباطی ما بین سرمایه‌گذاری فاوا و بهره‌وری در بازارهای پوشاک هندی نیافته است و این مطابق با مطالعات بین کشوری دوان و کرامر^۴ (۲۰۰۰) و پوجولا (۲۰۰۱) است.

پاگانتا^۵ و همکاران (۱۹۹۷) در مطالعه‌ای در خصوص بیش از ۴۰۰۰ بنگاه صنعتی بین ۱۱ تا ۵۰۰ نفر کارکن ایتالیا نشان دادند که فاوا تأثیر مثبت بر فرآیند تولید و محصولات داشته و سرمایه‌گذاری بر نرم‌افزار افزایش بهره‌وری نیروی کار را به دنبال داشته است.

کیم^۶ (۲۰۰۲) تأثیر فاوا را بر بهره‌وری نیروی کار در بنگاه‌های کره‌ای در دوره ۱۹۹۹-۲۰۰۰ تأیید کرده است. آتروستیک و همکاران^۷ (۲۰۰۲) با مطالعه تأثیر فاوا بر بهره‌وری نیروی کار ۶۶۷ بنگاه دانمارکی در دو مقطع زمانی ۹۷-۱۹۹۵ و ۹۹-۱۹۹۷ نشان دادند بهره‌وری نیروی کار بنگاه‌های دارای شبکه ارتباطی کاهش یافته است.

سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (۲۰۰۵) با بررسی نمونه‌ای از بنگاه‌ها در ۱۳ کشور عضو این نشان داد که استفاده از فاوا می‌تواند بنگاه‌ها را در افزایش سهم بازار، افزایش حجم تولید، انطباق بهتر کالاها و خدمات با تقاضا، کاهش موجودی انبار، یکپارچگی فعالیت‌ها در کل اجزای زنجیره یاری نماید.

تحقیقات انجام یافته در سطح بنگاه در کانادا نشان می‌دهد که بنگاه‌ها از یک مرحله کسب و کار الکترونیکی به مراحل دیگر هم پیشرفت دارند و هم پسرفت و بنگاه‌های

-
1. Panel Data.
 2. Gireenan et al.
 3. Lal.
 4. Dewan and Kramer.
 5. Paganetta.
 6. Kim.
 7. Atrostic et al.

بزرگتر تمایل بیشتری در مقایسه با بنگاه‌های کوچک علاقمندی بیشتری به طی مراحل کسب و کار الکترونیکی دارند (آمارهای کانادا^۱ ۲۰۰۶) تحقیقی در کانادا نشان می‌دهد که رایانه ۲۴ درصد بهره‌وری نیروی کار را افزایش می‌دهد و رایانه قابل حمل و نقل ۳۲ درصد و لن^۲ ۱۴ درصد اثرات مثبت دارند^۳. این اثرات میان شرکت‌های جدید بیشتر از شرکت‌های قدیمی است.

مطالعات گسترده در انگلیس اثرات مثبت فاوا را بر بهره‌وری در تمامی بخش‌های اقتصادی آشکار نمود. این اثرات ارتباط قوی با سایر متغیرها از قبیل ساختار سازمانی، مهارت، سن، اندازه و دسترسی به پهن باند دارد^۴.

آنکتاد (۲۰۰۶) یافته‌های کلیدی پدیدار شده از مطالعات در سطح بنگاه را به صورت زیر جمع‌بندی نموده هست:

- در میان فاوا، فناوری شبکه‌ای بیشترین اثر را بر عملکرد بنگاه دارد.
 - اثرات فاوا در طول زمان پدیدار می‌شود.
 - استفاده مؤثر از فاوا کاملاً به نوآوری، مهارت و تغییرات سازمانی بستگی دارد.
- در ایران در زمینه اثرات فاوا بر بهره‌وری نیروی کار چند مطالعه در سطح صنعت انجام یافته است. کیانی (۱۳۸۳) در مطالعه‌ای در زمینه تأثیر فاوا بر بهره‌وری نیروی کار در ۳۹ کارگاه بزرگ در استان تهران، از برخی شاخص‌ها از قبیل نسبت کارگاه‌هایی که یکی از معیارهای تجارت الکترونیکی یعنی، خرید، فروش، خرید یا فروش و خرید و فروش الکترونیکی استفاده می‌کند. این مطالعه نشان می‌دهد که ضرایب برآوردی با وجود اثر مثبت معنادار نیستند. با کاهش نمونه به ۱۴ صنعت فعال در تجارت الکترونیکی، اثر مثبت تجارت الکترونیکی را بر بهره‌وری تأیید کرده است. در این تحقیق از معیار درصد کاربران اینترنت در ۳۹ بنگاه استفاده نموده و اثر مثبت تجارت الکترونیکی را بر بهره‌وری تأیید کرده است ولی تأثیر شاخص نسبت شاغلان استفاده‌کننده از رایانه تأیید نشده است.

1. Statistics Canada.
 2. Local Area Network.
 3. Mariranta & Rouvinan (2004).
 4. Bloom, Sadun and s Van Reenen (2006), Clayton (2006), Crespi, Crisculo and Haskel (2006), Frooqui and, Sadun (2006).

غلامی^۱ و همکاران (۲۰۰۴) تأثیر فاوا را بر ۲۲ صنعت طی دوره ۱۹۹۳-۹۹ در ایران بررسی نموده‌اند. برآورد به روش تابلویی نشان می‌دهد که فاوا اثر مثبت و معنادار بر بهره‌وری صنایع در ایران دارد.

اخوان زنجانی (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای تأثیر فاوا بر اشتغال را در ۵۶ صنعت با کدهای ISIC سه رقمی در استان تهران بررسی نموده است. وی با استفاده از تابع هزینه با کشش جانشینی ثابت، داده‌های مقطعی ۱۳۸۱ و روش حداقل مربعات معمولی، تابع تقاضای نیروی کار را در سطوح مختلف مهارتی ماهر، ساده، تکنیسین و مهندسين برآورد نموده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که ICT بر اشتغال نیروی کل نیروی کار و نیروی کار ساده تأثیر منفی داشته و بر سطوح مهارتی ماهر، تکنیسین و مهندسين بی‌تأثیر بوده است.

جهانگرد (۱۳۸۴) اثر فاوا را بر تولید صنایع کارخانه‌ای به روش داده‌های تابلویی بررسی کرده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که فاوا تأثیر معنادار بر تولید داشته و میزان اثرگذاری در صنایع مختلف متفاوت است. کشش فاوا در صنایع با فناوری میانه از قبیل پتروشیمی و خودروسازی در مقایسه با دیگر فعالیت‌های صنعتی بیشتر است. محمودزاده و اسدی (۱۳۸۴) نشان دادند که فاوا بر اشتغال بخش خدمات در دوره ۱۳۵۰-۸۲ تأثیر مثبت و معنادار دارد.

۲-۲. مطالعات تجربی در سطح کلان

سرمایه‌گذاری فاوا تأثیر عمده‌ای بر بهره‌وری نیروی کار در سطح کلان داشته است. بهره‌وری نیروی کار آمریکا که سالانه ۱/۵ درصد طی دوره ۱۹۷۳-۹۵ رشد کرده بود، در دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۵ سالانه ۳/۱ درصد رشد نمود. شتاب رشد بهره‌وری کار به اثر معنی‌دار و مهم سرمایه‌گذاری فاوا نسبت داده شده است.^۲

بر اساس مطالعه جرگنسون و استیرو (۲۰۰۰) فاوا طی دوره ۱۹۹۵-۱۹۷۳، ۲۷ درصد از ۱/۴ درصدی رشد بهره‌وری نیروی کار را در آمریکا توضیح می‌داد. آن‌ها دریافتند که انباشت موجودی سرمایه مهمترین عامل رشد در دوره ۱۹۷۳-۱۹۹۵ بوده است، در صورتی

1. Gholami et al.

۲. برای مثال مراجعه شود به: Oliner and Sichel (2000); Jorgenson (2000,2001); CEA (2000).

که در دوره ۱۹۹۵-۹۸ افزایش کیفیت سرمایه افزایش یافته و این مبین تغییر در ترکیب سرمایه به سمت دارایی‌های با بهره‌وری نهایی بالاتر یعنی تجهیزات فاوا است. اولین و سیچل (۲۰۰۲) سهم بیشتری را نتیجه گرفتند. شتاب رشد بهره‌وری نیروی کار در طی دوره ۱۹۹۵-۱۹۹۹ مربوط به رشد سریع در سرمایه‌گذاری فاوا بوده و سهم سرمایه‌گذاری فاوا از موجودی کل سرمایه نسبت به دوره‌های پیشین افزایش یافته بود. سچر^۱ (۱۹۹۹) با بررسی هفت کشور صنعتی طی دوره ۱۹۹۶-۱۹۹۰ به این نتیجه رسیده است که فاوا بر بهره‌وری تأثیر مثبت داشته است. داوری^۲ (۲۰۰۰) این موضوع را در ۱۸ کشور عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی توسعه داده و آن را به روز می‌کند. با وجود تفاوت بین این دو مطالعه، فاوا تأثیر مثبت بر بهره‌وری نیروی کار از طریق شدت سرمایه داشته است.

کاردارلی^۳ (۲۰۰۱) نشان داد که تعمیق سرمایه مربوط به فاوا و رشد بهره‌وری کل عوامل نقش مهمی را در شتاب بهره‌وری نیروی کار داشته است؛ و در سال‌های دهه ۱۹۹۰ افزایش بهره‌وری را شتاب بیشتری داده است. وی در مطالعه خود شواهدی مبنی بر وجود ارتباط مثبت بین تعمیق سرمایه و رشد بهره‌وری نیروی کار در بخش‌های اقتصاد استرالیا پیدا کرده است.

اولتون^۴ (۲۰۰۱) و کودرس^۵ (۲۰۰۱) نشان داده‌اند که تعمیق سرمایه مربوط به فاوا و رشد بهره‌وری کل عوامل در تولید فاوا به رشد بهره‌وری نیروی کار در انگلیس در اواخر دهه ۱۹۹۰ کمک کرده است.

لی و کاتری^۶ (۲۰۰۳) نشان دادند که تعمیق سرمایه در بخش فاوا تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر بهره‌وری نیروی کار کشورهای هنگ‌کنگ، سنگاپور، کره جنوبی، کره شمالی، اندونزی، فیلیپین، هند، چین، مالزی، تایلند و تایوان در دهه ۱۹۹۰ داشته و این اثر در نیمه دوم دهه ۹۰ بیشتر شده است.

-
1. Scherer.
 2. Daveri.
 3. Cardarelli.
 4. Oulton.
 5. Kodres.
 6. Lee and Khatri.

در ایران در سطح کلان مطالعه تجربی در زمینه اثرات فاوا بر بهره‌وری نیروی کار انجام نیافته است.^۱ خلاصه مطالعات در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- خلاصه مطالعات تجربی در زمینه تأثیر فاوا بر بهره‌وری کار

نویسنده	کشور	دوره مطالعه	مقیاس	نتیجه
برین جولفسن و هیت	آمریکا	۹۴-۱۹۸۷	بنگاه	+
گیرنن و همکاران (۲۰۰۱)	فرانسه	مقطعی	بنگاه	+
لال (۲۰۰۱)	هند	مقطعی	صنعت	-
کرامر (۲۰۰۰)	بین کشوری	۹۹-۱۹۹۴	بنگاه	-
پوجولا (۲۰۰۱)	بین کشوری	۹۹-۱۹۹۴	بنگاه	-
پاگانتا و همکاران (۱۹۹۷)	ایتالیا	مقطعی	بنگاه	+
کیم (۲۰۰۲) ۲۰۰۰	کره جنوبی	۰۰-۱۹۹۹	بنگاه	+
آتروستیک و همکاران (۲۰۰۲)	دانمارک	۹۹-۹۷	۶۶۷ بنگاه	-
سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (۲۰۰۵)	OECD ۱۳	مقطعی	بنگاه	+
آمارهای کانادا (۲۰۰۶) و ماریانتا و رووینن (۲۰۰۴)	کانادا	مقطعی	بنگاه	+
بلوم، سادون و ونرینن (۲۰۰۶)؛ کلیتون (۲۰۰۶) و سایر مطالعات	انگلیس	مقطعی	صنایع مختلف	+
کیانی (۱۳۸۳)	ایران	مقطعی	۳۹ بنگاه	-+
غلامی و همکاران (۲۰۰۴)	ایران	۹۹-۱۹۹۳	۲۲ صنعت	+
اولینر و سیچل (۲۰۰۰)؛ جرگسون (۲۰۰۱) و سایر مطالعات	آمریکا	۲۰۰۵-۱۹۷۳	کلان	+
سیچر (۱۹۹۹)	۷ کشور صنعتی	۹۶-۱۹۹۰	کلان	+
داوری (۲۰۰۰)	OECD ۱۸	۹۶-۱۹۹۰	کلان	+
کارداریلی (۲۰۰۱)	استرالیا	دهه ۱۹۹۰	کلان	+
اولتون (۲۰۰۱) و کودرس (۲۰۰۱)	انگلیس	دهه ۱۹۹۰	کلان	+
لی و کاتری (۲۰۰۳)	جنوب شرق آسیا	دهه ۱۹۹۰	کلان	+
+ اثر مثبت فاوا بر بهره‌وری کار _ اثر منفی فاوا بر بهره‌وری کار + اثر فاوا بر بهره‌وری کار بسته به شاخص مورد استفاده مثبت یا منفی				

۱. در زمینه اثر فاوا بر رشد اقتصادی و اشتغال مطالعاتی انجام یافته است که به دلیل تمرکز بر بهره‌وری نیروی کار از درج آن‌ها صرف نظر شد.

۳. وضعیت فاوا در ایران

فاوا ماهیت دو گانه دارد. آنها هم دارایی‌های تولیدی هستند و هم کالاهای مصرفی محسوب می‌شوند. بر این اساس لازم است بین تراکم اطلاعاتی^۱ و کاربری اطلاعاتی^۲ تفاوت قائل شود. در تراکم اطلاعاتی موجودی سرمایه فاوا و نیروی کار فاوا مورد نظر است که دلالت بر ظرفیت‌های تولیدی فاوا دارد. کاربری اطلاعاتی به جریان استفاده از فاوا مرتبط است. با جمع این دو بخش می‌توان به درجه فاوایی^۳ و یا وضعیت اطلاعاتی^۴ کشور دست یافت.^۵

در تراکم اطلاعاتی، شاخص‌هایی از قبیل ضریب نفوذ تلفن ثابت، خطوط در انتظار، خطوط دیجیتالی، ضریب نفوذ تلفن همراه، ضریب نفوذ میزبانان اینترنتی، میزبانان اینترنتی، پهن باند بین‌المللی، نرخ باسوادی بزرگسالان، نرخ ثبت نام در مقاطع مختلف مدنظر است. کاربری اطلاعاتی شامل شاخص‌هایی از قبیل تجهیزات تلویزیونی، خطوط تلفن مسکونی، ضریب نفوذ رایانه، ضریب نفوذ اینترنت، کاربران اینترنت، سرانه ارتباط تلفن بین‌المللی (از خارج به داخل و برعکس) و تمامی فعالیت‌هایی که با استفاده از فاوا به صورت‌های مختلف از قبیل بانکداری الکترونیکی، تجارت الکترونیکی و ... انجام می‌شود، است.^۶

از نظر شاخص‌های تراکم اطلاعاتی، ضریب نفوذ تلفن ثابت، تلفن همراه، رایانه و اینترنت در ایران رشد خوبی داشته است. ضریب نفوذ تلفن ثابت و همراه به ترتیب ۲۹/۷۱ و ۱۲/۴۳ درصد تا پایان سال ۱۳۸۴ است و از هر صد نفر حدود ۱۰/۵ دارای رایانه شخصی بوده و ۱۰ نفر از اینترنت استفاده می‌کنند. به ازای هر ۱۰ هزار نفر نیز ۰/۹۵ میزبان اینترنتی وجود دارد. دست کم ۱۴۸ شهر تحت پوشش شبکه تلفن همراه قرار دارد و با ۷۸ کشور برقراری ارتباط رومینگ امکان‌پذیر است و از ۳۴۳۶ کیلومتر فیبر نوری استفاده می‌شود.

1. Info- density.
2. Info- use.
3. ICT-ization.
4. Infostate.

۵. اتحادیه جهانی مخابرات (۲۰۰۵)؛ آنکساد (۲۰۰۶).

۶. ابریکام (۲۰۰۵).

حدود ۶۱۴ شرکت رایانه‌ای خصوصی در زمینه رایانه و فعالیت‌های جانبی فعال هستند. بیش از صد هزار نفر در بخش فاوا فعالیت دارند که حدود ۲ درصد اشتغال بخش خدمات را تشکیل می‌دهد و مخارج فاوا حدود ۲ درصد تولید ناخالص داخلی است (جدول ۲). بر اساس رتبه‌بندی واحد هوشمند اکونومیست (۲۰۰۶)، امتیاز ایران در بسترهای الکترونیکی از ۱۰، ۳/۱۵ می‌باشد که با وجود تفاوت با کشورهای پیشرو، پیشرفت قابل ملاحظه‌ای در سال‌های اخیر داشته است.

از نظر کاربری فاوا، کشور روند رو به رشدی داشته است. افزایش ضریب نفوذ رایانه و اینترنت مؤید این موضوع است. در حال حاضر بیشتر بانک‌ها مجهز به سیستم پایانه، دستگاه‌های خودپرداز و شبکه شتاب هستند و خدمات الکترونیکی از قبیل پرداخت قبوض، خدمات پیام کوتاه، ارائه صورتحساب به مشتریان و افتتاح حساب ارائه می‌نمایند، به گونه‌ای که تراکنش‌های بانک‌ها از طریق شبکه شتاب به بیش از ۱۱۲/۷ میلیون ریال رسیده است. گسترش روزافزون تعداد پایانه‌های فروش، پایانه شعب، کارت‌های بدهی و کارت‌های اعتباری دلیل بر توسعه کاربری در کشور است.

در زمینه دولت الکترونیکی، دستگاه‌های اجرایی اقداماتی را برای بهبود جریان اطلاعات در داخل مجموعه، تسریع فرآیند اطلاع‌رسانی و ارائه برخی خدمات الکترونیکی انجام داده‌اند. پیاده‌سازی سیستم آسیکودا در گمرکات کشور و استفاده از کارت‌های هوشمند در رویه‌های گمرکی و ردیابی محموله‌های ترانزیت، فروش اینترنتی بلیط قطار از دیگر کاربری‌های فاوا در کشور است. با این وجود هنوز دستگاه‌ها در مراحل اولیه دولت الکترونیکی قرار دارند و هنوز به طور کامل از توانمندی‌های فناوری اطلاعات استفاده نمی‌شود^۱.

جدول ۲- وضعیت فاوا در ایران

منبع	آمار	سال	شاخص	ردیف
×	۲۹/۷۱	۱۳۸۴	ضریب نفوذ تلفن ثابت	۱
×	۱۲/۴۳	۱۳۸۴	ضریب نفوذ تلفن همراه	۲

۱. وزارت بازرگانی (۱۳۸۵).

منبع	آمار	سال	شاخص	ردیف
+	۱۰/۵۳	۲۰۰۵	ضریب نفوذ رایانه	۳
+	۱۰/۰۷		ضریب نفوذ اینترنت	۴
+	۰/۹۵	۲۰۰۵	ضریب نفوذ میزبانان اینترنتی	۵
×	۱۴۸	۱۳۸۴	تعداد شهرهای تحت پوشش شبکه تلفن همراه	۶
×	۷۸ کشور	۱۳۸۴	برقراری ارتباط رومینگ بین‌المللی	۷
×	۳۴۳۶ کیلومتر	۱۳۸۴	فیبر نوری	۸
×	۲ درصد (برآورد)	۱۳۸۴	نسبت مخارج فاوا به GDP به قیمت ثابت ۱۳۷۶	۹
××	۰/۸ درصد	۱۳۸۲	نسبت سرمایه‌گذاری فاوا به GDP به قیمت ثابت ۱۳۷۶	۱۰
++	۱۰ از ۳/۱۵	۲۰۰۶	بسترهای الکترونیکی	۱۱
××	۱۰۱۹۳۵ نفر ۱/۱۸ درصد اشتغال بخش خدمات و ۰/۴۵ کل اشتغال	۱۳۸۲	اشتغال فاوا	۱۲
××	۶۱۴	۱۳۸۴	تعداد شرکت‌های خدمات رایانه‌ای خصوصی	۱۳
××	۸۷۶۵ شعبه از ۱۵ بانک	۱۳۸۴	تعداد شعبات متصل به شبکه شتاب	۱۴
××	۱۱۲،۷۴۱،۸۸۲ ریال	۱۳۸۴	تراکنش بانک‌های عضو شبکه شتاب	۱۵
××	۱۳،۵۱۱،۵۲۹	۱۳۸۴	تعداد کارت‌های صادره توسط بانک‌ها	۱۶
××	۴،۴۵۸	۱۳۸۴	تعداد خودپرداز ۱	۱۷
××	۶۸،۵۳۲	۱۳۸۴	تعداد پایانه فروش ۲	۱۸
××	۱۱،۲۶۸	۱۳۸۴	تعداد پایانه شعب	۱۹
× وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات (۱۳۸۵) ×× بانک مرکزی (۱۳۸۵) + اتحادیه جهانی مخابرات (۲۰۰۵) ++ واحد هوشمند اکونومیست (۲۰۰۶)				

۴. تصریح مدل

برای بررسی اثرات فاوا بر بهره‌وری نیروی کار همان‌گونه که در بخش ادبیات نظری توضیح داده شد، از الگوی پوجولا (۲۰۰۱، ۲۰۰۲) و کوا (۲۰۰۲، ۲۰۰۳) استفاده می‌شود. از این الگو در بیشتر مطالعات کاربردی مهم در زمینه تأثیر فاوا بر بهره‌وری نیروی کار از قبیل لی و همکاران (۲۰۰۳) استفاده شده است. مطابق این مدل تابع تولید به صورت زیر معرفی می‌شود.

1 Atomated Teller Mahine (ATM).

2 Point of Sale (POS).

$$Y = A \cdot X(K_0, K_{ict}, H, L) \quad (8)$$

تولید از خدمات سرمایه غیر فاوا (K_0)، خدمات سرمایه فاوا (K_{ict}) و خدمات نیروی کار (L) حاصل می‌شود. بهره‌وری کل عوامل از طریق A اندازه‌گیری می‌شود. با گرفتن لگاریتم از معادله ۸ و استخراج سهم عوامل تولید داریم:

$$\ln Y = \ln A + v_0 \ln K_0 + v_{ict} \ln K_{ict} + v_h \ln H + v_l \ln L \quad (9)$$

با فرض رقابت کامل در بازار عوامل و محصول، مجموع سهم نهاده‌ها برابر واحد است.

$$v_0 + v_{ict} + v_l + v_h = 1 \quad (10)$$

v_i به ترتیب بیانگر سهم عوامل تولید است. بهره‌وری نیروی کار به صورت نسبت محصول به نیروی کار شاغل تعریف می‌شود.

$$y = \frac{Y}{L} \quad (11)$$

با جایگزینی رابطه ۱۱ در معادله ۹ و گرفتن دیفرانسیل مرتبه اول از طرفین (Δ) معادله خواهیم داشت:

$$\Delta \ln y = v_0 \Delta \ln k_0 + v_{ict} \Delta \ln k_{ict} + v_h \Delta \ln h + \Delta \ln A \quad (12)$$

در معادله ۱۲، رشد بهره‌وری نیروی کار به سه عامل ارتباط دارد. عامل اول، سرمایه است که خود به دو بخش فاوا و غیر فاوا تقسیم می‌شود. با افزایش سرمایه سرانه، انتظار می‌رود بهره‌وری نیروی کار افزایش یابد. عامل دوم، رشد کیفیت نیروی کار است که جانشینی نیروی کار با بهره‌وری نهایی بالاتر را اندازه‌گیری می‌کند. عامل سوم، بهره‌وری کل عوامل تولید است که اثرات تغییرات فنی و سایر عواملی که باعث افزایش رشد تولید می‌شوند. بهره‌وری کل از دو جا نشأت می‌گیرد. بخش اول ناشی از صنعت فاوا بوده و سهم آن برابر با $v_{ict} \Delta \ln A_{ict}$ است؛ و بخش دوم مربوط به سایر بخش‌هاست که در معادله ۱۳ نشان داده شده است.

$$\Delta \ln A = v_{ict} \Delta \ln A_{ict} + \Delta \ln A_n \quad (13)$$

برای برآورد $\Delta \ln A$ مطابق الگوی یاد شده از عامل پسماند سولو به صورت زیر استفاده می‌شود.

$$\Delta \ln A = \Delta \ln Y - v_k \ln K - v_l \ln L \quad (۱۴)$$

v_k سهم سرمایه از درآمد ملی را نشان می‌دهد.

در معادله ۹ برای متغیر کیفیت نیروی کار، مطابق مدل‌های کاربردی لی و همکاران (۲۰۰۳) و اولینر و سیچل (۲۰۰۲) از متغیر متوسط سال‌های تحصیل استفاده می‌شود که در نهایت معادله زیر برآورد می‌شود.

$$\Delta \ln y = \beta_1 \Delta \ln k_n + \beta_2 \Delta \ln k_{ict} + \beta_3 \Delta \ln q + \beta_4 \Delta \ln A \quad (۱۵)$$

در معادله فوق برای $y = \frac{Y}{L}$ از نسبت تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت ۱۳۷۶ به اشتغال؛ برای $k_n = \frac{k}{L}$ ، $k_{ict} = \frac{K_{ict}}{L}$ به ترتیب از متغیر موجودی سرمایه غیرفاوا و موجودی سرمایه بخش ارتباطات به قیمت ثابت ۱۳۷۶ نسبت به اشتغال و به جای q از متوسط سال‌های تحصیل که در واقع شاخصی برای اندازه‌گیری میزان انباشت سرمایه انسانی است و انتظار می‌رود با افزایش متوسط سال‌های تحصیل، توانایی نیروی کار برای استفاده از فناوری‌های جدید افزایش و بهره‌وری نیروی کار را بهبود بخشد. برای سرمایه انسانی از متغیر نسبت شاغلان ماهر (کارشناسی و بالاتر) به کل اشتغال نیز استفاده شده است. بالاتر بودن این نسبت به معنای توانایی بیشتر نیروی انسانی ماهر برای بکارگیری فناوری‌های جدید می‌باشد که باعث افزایش بهره‌وری نیروی کار خواهد شد. متغیر $\Delta \ln A$ نیز همانند سایر تحقیقات تجربی از پسماند سولو خواهد بود.

۵. برآورد مدل

داده‌های آماری از مراجع مختلف استفاده شده است. اطلاعات تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت ۱۳۷۶ طبق آمار بانک مرکزی (۱۳۸۴)، آمار موجودی سرمایه فیزیکی و ارتباطات به قیمت ثابت ۱۳۷۶ و اشتغال از آمینی و همکاران (۱۳۸۴) و متوسط سال‌های تحصیل از نیلی (۱۳۸۴) و نسبت شاغلان ماهر از قویدل (۱۳۸۴) استفاده شده است.

متغیرهای تولید ناخالص داخلی، سرمایه فاوا و غیرفاوا به صورت سرانه استفاده شده است. تمامی متغیرها به صورت لگاریتمی استفاده شده است و دوره زمانی برآورد ۸۲-۱۳۵۰ می‌باشد.

با توجه به این که برای آزمون تجربی از داده‌های سری زمانی استفاده می‌شود، لذا بررسی پایایی متغیرها ضروری است. در این مطالعه دو آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته^۱ و فیلیس-پرون^۲ جهت بررسی متغیرها استفاده شد. نتایج آزمون حاکی از آن است که تمامی متغیرها با یک مرتبه تفاضل گیری مرتبه اول مانا می‌شوند. به عبارت دیگر متغیرهای مزبور انباشته از مرتبه اول و یا $I(1)$ می‌باشند.

در مرحله اول به منظور برآورد پسماند سولو، تابع تولید سرانه در قالب کاب-داگلاس به روش یوهانسون-یوسیلیوس به صورت زیر برآورد شد:

$$\ln y = 2/2 + 0/62 \ln k \quad (15)$$

(2/2) (13/2)

y و k به ترتیب تولید سرانه و سرمایه سرانه را به قیمت ثابت ۱۳۷۶ نشان می‌دهد و اعداد داخل پرانتز ضرایب برآورد شده مقادیر t هستند. بر اساس مقادیر برآورد شده، سهم نیروی کار و موجودی سرمایه از تولید به ترتیب ۰/۳۸ و ۰/۶۲ است. بر اساس این نتایج شاخص بهره‌وری کل مطابق با روابط یاد شده قابل محاسبه می‌باشد.

در مرحله بعد مدل بهره‌وری نیروی کار که قبلاً نحوه استخراج و شناسایی آن تشریح شد، برآورد می‌شود. با توجه به این که تمامی متغیرهای مدل رشد بهره‌وری پایا هستند، لذا می‌توان از روش تخمین حداقل مربعات معمولی^۳ استفاده نمود. نتایج برآورد مدل به شرح زیر است:

(۱۶)

$$\Delta \ln y = 0/02 + 0/6 \Delta \ln k_n + 0/02 \Delta \ln k_{ict} + 0/08 \Delta \ln q + 0/99 \Delta \ln A + 0/0006t51 - 0/001t58 + 0/9MA(1)$$

(283/4) (7/8) (6/2) (139/0) (3/2) (-6/5) (23/9)

$$\bar{R}^2 = 0/99 \quad D.W. = 1/54 \quad s = /0003$$

1. Augmented Dickey Fuller.
2. Philips-Perron.
3. OLS.

علائم ضرایب برآوردی با مبانی نظری سازگار بوده و در سطح استاندارد ۵ درصد معنی دار است. ضریب تعیین تعدیل شده ۰/۹۹ است. نتایج نشان می‌دهد که مدل دارای همبستگی پیاپی نبوده و فرم تابع فاقد هر گونه مشکل است. همچنین مدل از نظر نرمال بودن و واریانس ناهمسانی مشکلی ندارد. t58, t51 برای مشاهدات پرت^۱ تعریف شده است، که برای سال‌های مشخص شده کمیت یک و برای سایر سال‌ها کمیت صفر لحاظ می‌شود. این دو متغیر برای از بین بردن تأثیر مشاهدات پرت مطابق با نتایج باقیمانده‌های مدل برآوردشده، به مدل اضافه شده است. متغیر مجازی برای دوره جنگ لحاظ و به دلیل معنادار نبودن از مدل حذف شد. MA(1) برای رفع خودهمبستگی عامل پسماند در مدل لحاظ شده است.

معادله با در نظر گرفتن متغیر نسبت شاغلان ماهر به کل شاغلان (hs) برآورد شد که نتایج به صورت زیر حاصل شد. نکته جالب توجه این است که ضرایب برآوردی از جمله متغیر جانشین سرمایه انسانی اختلاف اندکی با برآوردهای قبلی دارند^۲.

$$\Delta \ln y = 0/04 + 0/6 \Delta \ln k_n + 0/02 \Delta \ln k_{ict} + 0/1 \Delta \ln q + 0/99 \Delta \ln A$$

(283/4) (7/8) (4/2) (139/0) (۱۷)

$$\bar{R}^2 = 0/99 \quad D.W. = 1/4 \quad s = /0002$$

نتایج نشان می‌دهد تمامی ضرایب برآورد شده از نظر آماری در سطح استاندارد ۵ درصد معنی دار هستند و علائم با مبانی نظری سازگار است. رشد بهره‌وری کل، رشد سرمایه سرانه غیرفاوا، رشد سرمایه سرانه فاوا و سرمایه انسانی تأثیر مثبت و معنی دار بر رشد بهره‌وری نیروی کار در اقتصاد ایران دارند. نقش بهره‌وری کل در مقایسه با سایر متغیرها بیشترین تأثیر را بر رشد نیروی کار دارد. پس از بهره‌وری کل رشد سرمایه سرانه غیرفاوا بیشترین تأثیر را بر رشد بهره‌وری نیروی کار دارد. این موضوع نشان‌دهنده اهمیت سرمایه غیرفاوا در اقتصاد ایران است که همچنان نقش اساسی در توضیح بهره‌وری دارد. سرمایه

1. Outlier.

۲. معادله با متغیر کل مخارج آموزش به عنوان متغیر جانشین برای سرمایه انسانی نیز برآورد شد ولی تغییر قابل ملاحظه‌ای در ضریب سرمایه انسانی حاصل نشد.

سراجه فاوا نیز از طریق تعمیق سرمایه نقش مثبت در رشد اقتصادی دارد، ولی میزان اثرگذاری آن در مقایسه با سرمایه غیرفاوا اندک است. این نتیجه با شواهد تجربی در بیشتر کشورها سازگار است. با توجه به حجم پایین سرمایه فاوا از کل سرمایه و توسعه و نفوذ محدود کاربری آن میان فعالان اقتصادی نتیجه مطابق انتظار است. باید توجه داشت که تأثیر فاوا بر رشد بهره‌وری کار بیشتر از مقدار برآورد شده در معادلات ۱۲ و ۱۳ است چون همان‌گونه که در بخش مبانی نظری و تصریح مدل بیان شد، بخشی از رشد بهره‌وری کل نیز ناشی از رشد بهره‌وری در صنایع فاواست ولی به هر حال تأثیر معنی‌دار بر بهره‌وری تأیید می‌شود.

سرمایه انسانی نیز تأثیر مثبت بر رشد بهره‌وری کار داشته ولی اثرگذاری آن کم است. این موضوع ممکن است به خاطر پایین بودن سال‌های تحصیل (به عنوان شاخص سرمایه انسانی) باشد. متوسط سال‌های تحصیل در دوره مطالعه ۴/۲ سال است؛ یعنی کمتر از تعداد سال‌های تحصیل در دوره ابتدایی که فقط مهارت‌های پایه‌ای را برای خواندن، نوشتن و اطلاعات کلی از علوم مختلف فراهم می‌نماید، لذا نمی‌توان انتظار داشت که اثرات قابل ملاحظه‌ای در اقتصاد به دنبال داشته باشد.

این تحلیل برای شاخص نسبت نیروی انسانی ماهر (شاغلان دارای کارشناسی و بالاتر) نیز صادق است. میانگین شاغلان ماهر در دوره مطالعه فقط ۵ درصد است و در سال‌های پایانی به حدود ۱۰ درصد رسیده است. بنابراین مقدار کم اثرگذاری سرمایه انسانی بر رشد بهره‌وری، با شرایط اقتصاد ایران مطابقت دارد. بیشتر مطالعات انجام یافته در زمینه سرمایه انسانی در اقتصاد ایران نیز تأثیر آن را بر بهره‌وری اندک ارزیابی کرده‌اند.^۱

لازمه توسعه کاربری‌های فاوا، نیروی انسانی ماهر است. فاوا ابزاری است که به توانمندی‌ها و سواد دیجیتالی نیاز دارد تا بتواند پیامدهای خود را به صورت اشتغال و بهره‌وری نشان دهد. به همین دلیل تحلیلگران بین خرید تجهیزات فاوا و شدت کاربری آن

۱. در مورد تأثیر سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی و بهره‌وری نیروی کار مراجعه شود به نیلی و نفیسی (۱۳۸۲) و نقد آن توسط هادی زنون (۱۳۸۲). در این مقالات چگونگی اثرات سرمایه بر رشد اقتصادی و بهره‌وری نیروی کار از جنبه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته است.

تفاوت قائل می‌شوند. هر چند تولید تجهیزات فاوا برای توسعه تراکم اطلاعاتی لازم است و کاربری فاوا از تولید آن اهمیت بیشتری دارد. شواهد آماری نشان می‌دهد که برخی کشورها با وجود تراز تجاری منفی در کالاهای فاوا، توانسته‌اند از فاوا در افزایش رشد و بهره‌وری بهره‌مند شوند. یکی از دلایل بروز پارادوکس بهره‌وری، عدم توانایی در استفاده از ابزارهای فاوا است. توسعه فاوا به عوامل مکمل از جمله سرمایه‌گذاری‌های غیرفاوا، نیروی انسانی ماهر، شفاف بودن قوانین و بسترهای مناسب الکترونیکی از جمله آگاهی و آموزش نیاز دارد.

جمع‌بندی و ملاحظات

به‌طور کلی هدف این مقاله، بررسی نقش فاوا بر رشد بهره‌وری نیروی کار در اقتصاد ایران است. در این راستا پس از ارائه کلیات و اهمیت، مبانی نظری اثرگذاری بر بهره‌وری نیروی کار مورد بحث قرار گرفت و این نتیجه حاصل شد که رشد بهره‌وری نیروی کار تابعی از تعمیق سرمایه، رشد کیفیت نیروی کار و بهره‌وری کل عوامل تولید است. در بخش بعدی، مطالعات تجربی در سطح خرد و کلان مرور شد. بر اساس این مطالعات در بیشتر موارد تأثیر مثبت فاوا بر بهره‌وری نیروی کار تایید شده است.

با مروری بر وضعیت فاوا در ایران مدل تجربی و چگونگی برآورد آن مورد بحث قرار گرفت و به یافته‌های زیر منتج شد: بهره‌وری کل بیشترین تأثیر بر رشد بهره‌وری کار دارد؛ پس از بهره‌وری کل، سرمایه غیرفاوا نقش غالب در اقتصاد دارد و سرمایه انسانی و سرمایه فاوا با وجود تأثیر مثبت و معنی‌دار در مقایسه با سرمایه غیرفاوا سهم کمی دارند. بنابراین می‌توان نتایج نهایی در مورد فرضیات مطرح‌شده را به صورت زیر بیان نمود: فرضیه اول تأیید می‌شود، یعنی استفاده از فاوا تأثیر مثبت بر بهره‌وری کار دارد. فرضیه دوم رد می‌شود، زیرا سرمایه فاوا در مقایسه با سرمایه غیر فاوا تأثیر کمی بر بهره‌وری نیروی کار دارد.

با توجه به یافته‌های مقاله، پیشنهادات به شرح زیر ارائه می‌شود:

- تشویق سرمایه‌گذاری در بخش فاوا از طریق منابع داخلی و خارجی تا وضعیت بسترهای الکترونیکی بهبود و زمینه برای بلوغ کاربری فاوا حاصل شود.

- اثرگذاری فاوا بر رشد بهره‌وری، علاوه بر توجه ویژه به این بخش، به سیاست‌های مکمل از جمله افزایش سرمایه‌گذاری غیرفاوا و نیروی انسانی ماهر نیازمند است. کشورهایی از فاوا بیشتر منتفع می‌شوند که نه تنها به بخش تولید فاوا توجه دارند، بلکه به عوامل مکمل توجه ویژه‌ای دارند. این عوامل در انتقال کشور از تولید فاوا به کاربری فاوا نقش محوری دارند.
- تقاضای محصولات فاوا لازمه توسعه این بخش و نفوذ فاوا به فعالیت‌های اقتصادی است. آگاه‌سازی و آموزش باعث افزایش تقاضا برای محصولات فاوا و بروز پیامدهای اقتصادی شود.
- با توجه به اثر مثبت فاوا بر بهره‌وری کار، آموزش کاربران اقتصادی بالاخص در بخش دولتی می‌تواند در افزایش بهره‌وری نیروی کار و تولید مؤثر باشد.
- سیاستگذاری از طرف دولت و ایجاد زمینه فعالیت برای بخش خصوصی می‌تواند در افزایش رقابت و ارتقای کیفیت محصولات فاوا بسیار مؤثر باشد. کاهش تصدی‌گری دولت در بخش زیرساخت‌های ارتباطی می‌تواند پویایی بخش فاوا و افزایش ارزش افزوده این بخش را به دنبال داشته باشد.
- برای اندازه‌گیری و ارزیابی دقیق‌تر آثار واقعی فاوا در اقتصاد ایران، محققان می‌توانند مطالعات تجربی در این زمینه با رویکرد بخشی، صنعت و بنگاه انجام دهند.

منابع

- اخوان زنجانی، شادی (۱۳۸۴)؛ بررسی تأثیر ICT بر اشتغال در صنایع استان تهران، رساله کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.
- امینی، علیرضا و حاجی محمد نشاط (۱۳۸۴)؛ برآورد آمارهای سری زمانی موجودی سرمایه ثابت به تفکیک بخش‌های اقتصادی در دوره زمانی ۸۲-۱۳۳۸، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر کلان، ویرایش دوم.
- امینی، علیرضا، حاجی محمد نشاط و محمدرضا اصلاحچی (۱۳۸۴)؛ برآورد آمارهای سری زمانی جمعیت شاغل به تفکیک بخش‌های اقتصادی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، دفتر کلان، ویرایش پنجم.
- بانک مرکزی ج.ا. ایران (۱۳۸۴). گزارش‌های اقتصادی، قابل دسترس در www.cbiiir
- جهانگرد، اسفندیار (۱۳۸۴)؛ "اثر فناوری اطلاعات بر تولید صنایع کارخانه‌ای در ایران"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، سال هفتم، شماره ۲۵، ص ۸۳-۱۰۷، تهران.
- قویدل، صالح (۱۳۸۵)؛ اثرات جهانی شدن بر اشتغال‌زایی بخش خدمات در ایران، رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران.
- محمودزاده، محمود و فرخنده اسدی (۱۳۸۴)؛ "زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و اشتغال بخش خدمات"، اقتصاد و تجارت نوین، معاونت برنامه‌ریزی و بررسی‌های اقتصادی، تهران.
- نیلی، مسعود (۱۳۸۲)؛ "رابطه سرمایه انسانی و رشد اقتصادی با تأکید بر نقش توزیع تحصیلات نیروی کار (مورد ایران سال‌های ۱۳۴۵-۷۹)"، پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۱۷، ص ۴۷-۵۵.
- نیلی، مسعود و شهاب نفیسی (۱۳۸۲)؛ "رابطه سرمایه انسانی و رشد اقتصادی با تأکید بر نقش توزیع تحصیلات نیروی کار (مورد ایران سال‌های ۱۳۴۵-۷۹)"، پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۱۷، ص ۱-۳۱.

_____ (۱۳۸۴)؛ "تخمین سرمایه انسانی بر مبنای متوسط سال‌های تحصیل نیروی کار برای ایران (۱۳۴۵-۷۹)"، پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۲۵، ص ۱-۲۲.

هادی زنوز، بهروز (۱۳۸۲)؛ "نقدی بر مقاله رابطه سرمایه انسانی و رشد اقتصادی با تأکید بر نقش توزیع تحصیلات نیروی کار (مورد ایران سال‌های ۱۳۴۵-۷۹)"، پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۱۷، ص ۳۳-۴۴.

هژبر کیانی، کامبیز (۱۳۸۳)؛ بررسی کلان اقتصادی پروژه امکان‌سنجی راه‌اندازی تجارت الکترونیکی در ج.ا.ایران، وزارت بازرگانی، تهران.

وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات (۱۳۸۵)؛ وضعیت مخابراتی کشور، قابل دسترس در www.ict.gov.ir

وزارت بازرگانی (۱۳۸۵)؛ گزارش ملی تجارت الکترونیکی در ایران در سال ۱۳۸۴، معاونت برنامه‌ریزی و بررسی‌های اقتصادی، تهران.

Bloom N., Sadan, R., and Van Reenen (2006); "It isn't What You DO; it's the Way that I.T., Testing Explanation of Productivity Growth Using US Transplants", London: Mimeo, Center for Economic Performance, London School of Economics.

Bresnahan, Timothy, Erik Brynjolfsson, and Lorin Hitt (2001); "Information Technology. Work Organizational and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence", *Quarterly Journal of Economics*, in press.

Clayton, T., and Goodridge, P. (2004); "E-business and Labor Productivity in Manufacturing and Services", *Economic Trends*, 609, pp. 47-53.

Council of Economic Advisors (2001); "The Annual of the Council of Economic Advisors", In *The Economic of the President*, Washington D.C.: U.S. Government Printing Office.

Crespi, G., Criscuolo, C., and Haskel, J. (2006); "Information Technology, Organizational Change and Productivity Growth: Evidence from UK Firms", Working Paper, No. 558, Department of Economics, Queen Mary University of London, London.

Dewan, Sanjeev and Kenneth L. Kraemer (2000); "Information Technology and Productivity: Preliminary Evidence from Country-Level Data", *Management*

- Science*, April, 46 (4), pp. 548-562.
- Economist Intelligence Unit EIU (2006); E_readiness ranking 2006 Available at: www.eiu.com.
- Frooqui, S., and Sadun, R. (2006); "Broad Band Availability, Use and Impact on Returns to ICT in UK Firms", Perenstation at the OECD Impact Workshop.
- Gholami, R., Moshiri, S. and Lee, Sang-Yong, S. (2004); "ICT and Productivity of Manufacturing Industries in Iran", *EJISDC*, 19, 4, pp. 1-19, Available at: www.ejisdc.org.
- Greenan, N., Mairesse, Jacques and Bensaid, Agnes Topid (2001); "Information Technology and Research and Development Impact on Productivity and Skills: Looking for Correlation's of French Firm Level Data", *NBER Working Paper*, 8075, Cambridge, MA.
- Hitt, L. and Brynjolfsson, E. (2002); *Information Technology, Organizational Transformation, and Business Performance*.
- International Telecommunication Union (2005); "From the Digital Divide to Digital Opportunities, Measuring the Infostate and Development", Claude-yves Charron Publisher. Available at: www.itu.int.
- International Telecommunication Union (2005); "Key Global Telecom Indicators for the World Telecommunication Service Sector", Available at: www.ITu.int/ITu-d/فارسی/statistics.
- Jorgenson, D. W. (2001); "Information Technology and the US Economy", *American Economic Review*, 91, pp. 1-32.
- Jorgenson, D. W. and Stiroh, K. J. (2000); "Raising the Speed Limit: US Economic Growth in the Information Age", *Brookings Papers on Economic Activity*, pp. 451-476.
- Jorgenson, D. W., Ho, M. S. and Stiroh, K. J. (2002); "Projecting Productivity Growth: Lessons form the U.S. Growth Resurgence", *Journal of Economic Rievew*, Fedral Reserve Bank of Atlanta, pp 1-13.
- Jorgenson, Dale W. and Stiroh, Kevin, J. (2000); "US Economic Growth and the Industry Level", *American Economic Review*, 90 (2), pp. 161-167.
- Kim, Jong-Il (2001); "Information Technology and Firm Performance in Korea", Thirteenth Annual East Asian Seminar on Economics.

- Lal, Kaushalesh (2000); "The Determinants of the Adoption of Information Technology: A Case Study of the Indian Garments Industry", In Matti Pohjola (ed.) *Information Technology, Priductivity, and Economic Growth: International Evidence and Implications for Economic Development*, Oxford: Oxford University Press. pp. 149-174.
- Lee, Frank C., and Dirk Pilat (2001); "Priductivity Growth in IT Producing and IT-Using Industries-A Source of Growth Differentials in the OECD?", *OECD Directorate for Science, Technology, and Industry*, Working Paper No. 3 (Paris: Organization for Economic Cooperation and Development).
- Lee, Il-Houng, and Youngesh Khatri (2003); "Information Technology and Productivity Growth in Asia", Washington: *International Monetary Fund*, wp/03/15.
- Mariranta, M., and Rouvinen, P. (2004); "Information Mobility and Productivity: Finish Evidence", Discussion Paper No. 919, Research Institute of the Finnish Economy, Helsinki.
- Obricom (2005); "From the Digital Divide to Digital Opportunities: Measuring Infostate for Development", Quebec: National Research Council of Canada.
- OECD (2005); *OECD Compendium of Productivity Indicator*, Paris: OECD.
- Oliner, Stephen D., and Danial, E. Sichel (2002); "The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story?", *Journal of Economic Perspectives*, 14 (4), pp. 3-22.
- Oliner, Stephen D., and Danial, E. Sichel (2002); "Information Technology and Productivity: Where Are We Now and Where Are We Going?" Available at: www.nber.org.
- Oulton, Nicholas (2001); "IT and priductivity growth in the United Kingdome", Bank of England. WP.NO.140, London.
- Pohjola, M. (2001); "Information Technology and Economic Growth: A Cross-Country Analysis", In Pohjola, Matti ed., *Information Technology and Economic Development*, Oxford: Oxford University Press, pp. 242-256.
- Pohjola, M. (2002); *The New Economy: Facts, Impacts and Policies*, *Information Economics and Policy*, No.14.
- Quah, D. (2002); "Technology dissemination and economic growth: Some lessons

- for the New Economy," In *Technology and the New Economy*, ed. Chong-En Bai and Chi-Wa Yuen Cambridge: MIT Press chapter 3, pp. 95-156.
- Quah, D. (2003); "Digital Goods and the New Economy", *Centre for Economic Performance*, London School of Economics and Political Science.
- Schreyer, Paul (1999); "The Contribution of Information and Communication Technology to Output Growth", *Statistical Working Party*, 99 (4), Paris: OECD.
- Statistics Canada (2006); "Measuring ICT Impacts of Statistics Canada", Paper Presented by Bryon van Tol at the OECD WPIIS Meeting, Paris.
- Stiroh, K. J. (2001); "What Drives Productivity Growth", *Economic Policy Review*, pp. 37-57.
- UNCTAD (2006); *Information Economy Report: The Development Perspective*, United Nations, New York and Geneva.
- United Nations Conference on Trade and Development (2006); *Information Economy Report: a Development Perspective*, New York and Geneva.
- Waverman, L., Meschi, M., and Fuss, M. (2005); "The Impact of Telecom on Economic Growth in Developing Countries", *Vodafone Policy Papers*, 2, pp. 10-23.