

بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نیروی کار مطالعه موردی: صنایع غذایی استان تهران

فرزانه مرادی^{۱*}؛ دکتر کامبیز هژیر کیانی^۲

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۱/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۱

چکیده

فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند از طریق مجراهای زیرساختی بر بهره‌وری نیروی کار مؤثر باشد. در پژوهش حاضر سعی شده است با استفاده از آمارهای موجود، اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نیروی کار در صنایع غذایی استان تهران بررسی شود. به این منظور، با به‌کارگیری حداکثر داده‌های در دسترس طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۵ برای ۱۶ کد ISIC چهاررقمی در صنایع غذایی استان تهران به روش داده‌های تلفیقی، الگوهای اقتصادسنجی برآورد شده است. در تابع تولید کاب - داگلاس، به‌جای متغیر مستقل فناوری اطلاعات و ارتباطات، از متغیر جانشین تعداد شاغلینی که از کامپیوتر استفاده می‌کنند، استفاده شده است. نتایج برآورد الگو نشان می‌دهد که فناوری اطلاعات و ارتباطات تأثیر مثبت و معناداری بر بهره‌وری نیروی کار دارد.

واژه‌های کلیدی: فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره‌وری نیروی کار، صنایع غذایی، داده‌های تابلویی (پانل).

۱. مقدمه

پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات در دو دهه اخیر و گسترش کاربردهای آن در عرصه‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی، موجب شده است فصل نوینی از روابط متقابل بین افراد، سازمان‌ها، نهادها، شرکت‌ها، و دولت‌ها شکل گیرد. فناوری اطلاعات و ارتباطات به دلیل حضور فراگیر، هزینه دسترسی نسبتاً پایین، سهولت کار، انعطاف‌پذیری و جذابیت، عامل مهمی در تغییر روش‌های سنتی کسب و کار است. این فناوری موجب دگرگونی در روش‌های تولید، توزیع، جست‌وجو و مبادله کالاها و خدمات می‌شود و می‌تواند سرعت عکس‌العمل مؤسسات و بنگاه‌ها را در برابر علائم بازار و ارائه خدمات بهتر به مصرف‌کنندگان بیشتر کند. این جریان در فرایندهای مختلف اقتصادی مؤثر است و همزمان در دو طرف عرضه و تقاضای اقتصاد، به بهبود و رشد اقتصادی و بهره‌وری منجر می‌شود. امروزه بهره‌وری نه یک

انتخاب بلکه یک ضرورت است؛ و بی‌گمان رشد و توسعه اقتصادی امروز جوامع مختلف در نرخ رشد بهره‌وری آنها نهفته است. کوشش برای افزایش نرخ بهره‌وری، تلاش برای زندگی بهتر و رفاه بیشتر برای افراد جامعه است. مطالعات انجام گرفته در سطح کلان، بیشتر بر تأثیر مثبت فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نیروی کار متمرکز است و در سطح صنعت مطالعات اندکی صورت گرفته است. این مطالعات، نتایج مختلفی در کشورهای متفاوت به دنبال داشته است، که نشان می‌دهد کشورهای در حال توسعه از نظر زیرساخت‌ها تفاوت‌های معناداری با کشورهای توسعه یافته دارند؛ و از نظر پنج متغیر هسته فاوا (ضریب نفوذ تلفن ثابت، همراه، رایانه، اینترنت، و میزبانان اینترنتی) نیز فاصله زیادی با کشورهای پیشرو دارند (اتحادیه جهانی مخابرات، ۲۰۰۵). با وجود این، در این کشورها برای بهبود بسترهای زیرساختی فاوا تلاش زیادی

^{۱*} کارشناس ارشد برنامه ریزی و توسعه اقتصادی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم تحقیقات تهران پست الکترونیکی نویسنده اصلی: Sevin.moradi@yahoo.com

^۲ استاد گروه اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی - واحد علوم تحقیقات تهران

صورت گرفته و سرمایه‌گذاری‌های زیادی انجام شده است. در این مقاله سعی شده است تأثیر فوا بر بهره‌وری نیروی کار در صنایع غذایی استان تهران براساس طبقه‌بندی چهاررقمی ISIC بررسی شود. بر این اساس، فرضیه تحقیق عبارت است از اینکه «فناوری اطلاعات و ارتباطات، تأثیر مثبت و معناداری بر بهره‌وری نیروی کار دارد».

۲. مفاهیم اساسی

مفهوم بهره‌وری

بهره‌وری به عنوان یکی از شاخص‌های مهم اقتصادی، نشان‌دهنده کارآمدی بخش‌ها و فعالیت‌های اقتصادی و معیار مناسبی برای ارزیابی عملکرد بنگاه‌ها و سازمان‌ها و تعیین مقدار موفقیت آنها در رسیدن به اهداف خود است. اگرچه امروزه مفهوم بهره‌وری فراتر از یک معیار به عنوان یک فرهنگ و نگرش به کار و زندگی مطرح شده، اهمیت اندازه‌گیری کمی بهره‌وری هنوز به قوت خود باقی است. امروزه بهره‌وری به عنوان مهم‌ترین شاخص در ارزیابی اقتصادی، کاربرد فراوانی در مطالعات تجربی دارد و از اهمیت به سزایی برخوردار است. (شاکری، ۱۳۸۶)

به طور کلی مفهوم بهره‌وری برای حصول به زندگی بهتر در گذراندن زندگی، ایجاد آسایش درقبال استفاده از کار و نیروی فکر و ابزار است. (جهانگرد، ۱۳۸۳)

برای داشتن درک درستی از بهره‌وری، بهتر است مفاهیم کارایی و اثربخشی، بررسی و وجوه تمایز آنها با بهره‌وری مشخص شود.

کارایی یا راندمان است عبارت است از نسبت بازدهی واقعی به دست‌آمده به بازدهی استاندارد و تعیین شده (موردانتظار)، و در واقع نسبت مقدار کار انجام شده به مقدار کاری که باید انجام شود است. (ابطحی، ۱۳۷۵)

ژوزف پروکونپکو^۱ در کتاب خود با عنوان مدیریت بهره‌وری، کارایی را این گونه توصیف می‌کند: کارایی، تولید کالاهایی با کیفیت بالا در کوتاه‌ترین زمان ممکن

است. (جهانگرد، ۱۳۸۳)

اما اثربخشی عبارت است از درجه و میزان نیل به اهداف تعیین شده؛ به بیان دیگر، اثربخشی نشان می‌دهد که با تلاش‌های انجام شده، تا چه میزان نتایج موردنظر حاصل شده است.

با توجه به این توضیحات می‌توان گفت:

بهره‌وری = کارایی + اثربخشی

بهره‌وری = اجرای درست کارها + اجرای کارهای

درست (ابطحی، ۱۳۷۵)

بنابراین می‌توان گفت بهره‌وری عبارت است از برآیند اثربخشی و کارایی. (جهانگرد، ۱۳۸۳)

در ادبیات اقتصادی، اقتصاددانان و مؤسسات و سازمان‌های بین‌المللی بهره‌وری را در تعاریف گوناگون بسیاری به کار برده‌اند. این واژه نخستین بار در سال ۱۷۶۶ میلادی در مقاله فردی به نام کویزنی^۲ ظاهر شد؛ و بعد از یک قرن، فردی به نام لیتز^۳ بهره‌وری را این گونه تعریف کرد: بهره‌وری عبارت است از توانایی و قدرت تولید کردن.

در سال ۱۹۵۰، تعریف کامل‌تری از بهره‌وری در سازمان همکاری اقتصادی اروپا (OECD)^۴ ارائه شد: بهره‌وری عبارت است از خارج قسمت بازده به یکی از عوامل تولید.

بدین ترتیب، با توجه به اینکه بازده در ارتباط با چه مقوله‌ای بررسی می‌شود (سرمایه، سرمایه‌گذاری، مواد خام، یا ...)، می‌توان از بهره‌وری سرمایه، بهره‌وری سرمایه‌گذاری،

بهره‌وری مواد خام، یا ... نام برد. (ابطحی، ۱۳۷۵)

ارتقای بهره‌وری همواره مطلوب بوده و متضمن زمینه‌سازی رفاه عمومی، محور رقابت‌پذیری بین‌المللی، استفاده کارآمد از منابع، ارتقای کیفیت کالاها و خدمات و به عبارت بهتر سیر تعالی ترقی و توسعه اجتماعی است.

(شاکری، ۱۳۸۶)

مفهوم فناوری اطلاعات و ارتباطات

از فناوری اطلاعات و ارتباطات، تعاریف متعددی ارائه شده است:

1. Joseph Prvknpkv
2. Quesnay

3. Littre
4. Measuring Productivity, OECD Manual, 2001

پیرامونی ما را به شدت تحت تأثیر قرار داده است. تا چند دهه پیش، تصور اینکه این فناوری تا چه حد فضای کسب و کار و زندگی پیرامونی ما را تحت تأثیر قرار می‌دهد، کمی دور از ذهن به نظر می‌رسید؛ اما اکنون، با گسترش روزافزون این فناوری، حتی در جامعه‌ای مانند ایران که تا رسیدن به استانداردهای لازم بهره‌گیری از فناوری اطلاعات فاصله زیادی دارد، مشاهده می‌کنیم که این فناوری وارد زندگی روزانه ما شده است و تأثیرپذیری ما از این فناوری روزبه‌روز افزایش پیدا می‌کند. (میرمعزی، ۱۳۸۷)

در مفهوم کلاسیک، فناوری مجموع دانش تبلور یافته در ابزار و روش‌های تولید است. درباره تأثیر فناوری بر رشد، از گذشته، از سه نگاه بحث می‌شده است: از نگاهی، تأثیر فناوری در قالب کالاهای سرمایه‌ای تجسم یافته و تحلیل شده که نتیجه آن افزایش بهره‌وری سرمایه بوده است؛ در نگاه دوم، فناوری بهره‌وری نیروی کار را افزایش می‌دهد؛ و در نگاه سوم، فناوری بهره‌وری کل را بالا می‌برد. (محمودزاده و اسدی، ۱۳۸۶)

۴. مروری بر مطالعات تجربی

در زمینه «اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نیروی کار»، در چندین مورد، مطالعات دقیق و مشخصی انجام گرفته است:

برین جولفسن و هیت^۴ (۱۹۹۶)، با بررسی داده‌های ۵۲۷ بنگاه بزرگ آمریکا در دوره زمانی ۱۹۹۴-۱۹۸۷ و روش الگوسازی داده‌های تابلویی^۵ در قالب تابع تولید کاب - داگلاس، به این نتیجه رسیده‌اند که سرمایه‌گذاری فاوا بر بهره‌وری نیروی کار اثر مثبت و معناداری دارد.

گرین و همکاران^۶ (۲۰۰۱)، با تحلیل داده‌های آماری بنگاه‌های فرانسوی مربوط به سرمایه‌گذاری در بخش فاوا و نیز بهره‌وری، به نتایجی سازگار با مطالعات برین جولفسن و هیت رسیده‌اند.

اقیون^۷ و هوویت^۸ (۱۹۹۲)، در الگوی خود، با بهره‌گیری

اصطلاح فناوری در اقتصاد رشد و توسعه، معنای خاصی دارد. فناوری، روشی است که با استفاده از آن، نهاده‌ها در فرایند تولید به محصول تبدیل می‌شوند. (جونز، ۱۳۷۹)

فناوری اطلاعات و ارتباطات، مجموعه صنایع تولیدی و خدماتی است که برای نگهداری، انتقال و نمایش داده‌ها و اطلاعات به صورت الکترونیکی از آنها استفاده می‌شود. (جهانگرد، ۱۳۸۳)

فناوری اطلاعات و ارتباطات، در تعریفی گسترده، به سرمایه‌گذاری در سخت‌افزار، نرم‌افزار و خدمات مربوط به کامپیوتر و تجهیزات و ارتباطات از راه دور اطلاق می‌شود. (جورگنسون^۱، لیبی، غلامی و تانگ، ۲۰۰۵)

در سازمان همکاری اقتصادی اروپا (OECD) (۲۰۰۲)، فناوری اطلاعات و ارتباطات مجموع صنایع تولیدی و خدماتی تعریف شده است که برای نگهداری، انتقال و نمایش داده‌ها و اطلاعات به صورت الکترونیکی از آنها استفاده می‌شود.

در این تعاریف، فناوری اطلاعات مجموعه‌ای از سخت‌افزارها، نرم‌افزارها و شبکه‌افزارها دانسته شده است که مطالعه و کاربرد داده و پردازش آن در زمینه ذخیره، دستکاری، انتقال، مدیریت، جابه‌جایی، مبادله، کنترل، سوئیچینگ و پردازش داده‌ها به صورت خودکار را امکان‌پذیر می‌سازد. (جهانگرد، ۱۳۸۳)

رابرت لوکاس^۲، در کتاب رشد اقتصادی فناوری اطلاعات و ارتباطات را این گونه تعریف می‌کند: فناوری اطلاعات و ارتباطات به تمامی انواع فناوری‌های پردازش و ذخیره اطلاعات به صورت الکترونیکی اطلاق می‌شود که برای انجام دادن آن، از تجهیزاتی نظیر کامپیوتر، تجهیزات ارتباطی و شبکه‌ها، ماشین‌های فکس و هر بسته الکترونیکی قابل اداره کردن استفاده می‌شود. (عبدالعزیز، ۱۳۸۱)

۳. رابطه فناوری اطلاعات و بهره‌وری

فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)، از جمله فناوری‌های نوینی محسوب می‌شود که فضای سازمانی، صنعتی و

1. Jorgenson, D.

2. Lee, gholami and tong .

3. Lucas

4. Brynjolfsson & Hit

5. panel data

6. Greenan et al

7. Aghion, P.

8. Howitt, P.

تولید نهایی نهاده فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز f_{ict} میزان افزایش ارزش افزوده سالانه ناشی از افزایش در نهاده فناوری اطلاعات و ارتباطات را نشان می‌دهد، که برابر است با:

$$F_{ICT} = \epsilon_{ICT} \cdot Y / ICT \quad (3)$$

برای تخمین کشش‌های نهاده لازم است فرم تابع تولید معرفی شود. مطابق نظر دوان و مین^۴ (۱۹۹۷) و نیز هیت و اسنیر^۵ (۱۹۹۹)، شکل تابع تولید کاب - داگلاس که در ابتدا در مطالعات مربوط به فناوری اطلاعات و ارتباطات هم از آن استفاده شده است، چندان مناسب نیست؛ چرا که این تابع در حالت ساده خود، به کشش جانشینی ثابت و برابر یک بین عوامل محدود است. بنابراین، در اینجا، از توابع تولید کاب - داگلاس تعمیم یافته با فناوری اطلاعات استفاده می‌شود.

برای این منظور، برخی از انواع توابع تولید که در کارهای تجربی مربوط به بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نیروی کار از آنها استفاده می‌شود، در اینجا معرفی می‌شوند.

۵. تابع تولید کاب - داگلاس

شکل تابع تولید کاب - داگلاس، یکی از فرم‌های تابع تولید است که ابتدا در مطالعات مربوط به فناوری اطلاعات برین جولفسن و هیت (۱۹۹۵ و ۱۹۹۶)، لیختنبرگ^۶ (۱۹۹۵) و برخی دیگر به کار رفت. از جمله دلایل به کارگیری این فرم تابع تولید، سادگی و سودمند بودن در زمینه کارهای تجربی اقتصادسنجی [مطالعات جورگنسون (۲۰۰۱) و نیز مشخص بودن محدودیت‌های این تابع عنوان می‌شود.

فرم جبری این تابع با لحاظ فناوری اطلاعات به صورت زیر است:

$$Y = AL^{\beta_1} K^{\beta_2} IT^{\beta_3} \quad (4)$$

که در آن، L نیروی کار شاغل، K موجودی سرمایه غیر از فناوری اطلاعات، Y تولید واقعی، IT فناوری اطلاعات است. فرم‌های برآوردی این تابع معمولاً به صورت لگاریتمی است. این تابع دارای بازدهی ثابت نسبت به مقیاس است و

از دیدگاه شومپتر^۱، بر بهبود کیفیت تولید به عنوان نشانی از فناوری جدید که بر اثر آن تولیدکنندگان با فناوری قدیم از صحنه خارج می‌شوند، تأکید کردند.

اتروستیک^۲ و همکاران (۲۰۰۲)، با بررسی تأثیر فلوا بر بهره‌وری نیروی کار ۶۶۷ بنگاه دانمارکی در دو مقطع زمانی ۱۹۹۵-۱۹۹۷ و ۱۹۹۹-۱۹۹۷، نشان دادند که بهره‌وری نیروی کار بنگاه‌های دارای شبکه ارتباطی کاهش یافته است.

در ایران، غلامی^۳ و همکاران (۲۰۰۴) تأثیر فلوا را بر ۲۲ صنعت طی دوره زمانی ۱۹۹۹-۱۹۹۳ بررسی کرده‌اند. برآورد به روش تابلویی نشان می‌دهد که فلوا اثر مثبت و معناداری بر بهره‌وری صنایع در ایران دارد.

مشیری و جهانگرد (۱۳۸۳)، آثار فناوری اطلاعات و ارتباطات را بر رشد بهره‌وری ایران طی سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۴۸ بررسی کرده‌اند. نتایج حاصل از برآورد آنها — که البته بیشتر به رشد اقتصادی تأکید داشته‌اند — تأثیر مثبت و معنادار بر فلوا است.

۴. مبانی نظری

در این بخش، با معرفی نوع تابع تولید، پارامترهای این تابع برآورد می‌شود که معرف بهره‌وری است. در اینجا از یک تابع با عوامل تولید موجودی سرمایه فیزیکی، نیروی کار و موجودی سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات استفاده می‌شود. برای تخمین کشش نهاده مورد نیاز، ابتدا فرم تابع تولید معرفی می‌شود.

$$Y = F(K, N, ICT) \quad (1)$$

در این معادله، Y تولید سرانه واقعی، K موجودی سرمایه غیرفناوری اطلاعات (فیزیکی)، N نیروی کار شاغل و ICT فناوری اطلاعات و ارتباطات است. کشش تولید هر یک از عوامل مانند فناوری اطلاعات و ارتباطات از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\frac{\partial \ln Y}{\partial \ln ICT} = \epsilon_{ICT} \quad (2)$$

این رابطه نشان می‌دهد که با افزایش یک درصد نهاده

فناوری اطلاعات، تولید یک درصد افزایش می‌یابد.

1. Joseph Alois Schumpeter
2. Atrostic et al

3. Gholami et al
4. Dewan and Min, 1997

5. Hitt and Snair, 1999
6. Lichtenberg

که یک تابع خطی از سطوح نهاده‌ها است و کشش تولید نسبت به یک نهاده همانند فناوری اطلاعات از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\varepsilon_{ict} = MP_{ict} / AP_{ict} = \alpha_3 + \beta_3 ICT \quad (7)$$

بنابراین، مطابق نتیجه مزبور، کشش تولید نسبت به هر نهاده ثابت نیست و تابع خطی از سطح همان نهاده است و محدودیت کشش تولید ثابت مانند تابع تولید کاب - داگلاس را ندارد. (جهانگرد، ۱۳۸۳)

۷. تابع تولید ترانسلوگ^۳

این تابع را اولین بار کریستنسن و جرگسون و لائو^۴ در سال ۱۹۷۳، با استفاده از تقریب کم‌تأثیر از تابع CES به صورت زیر ارائه کردند. شکل عمومی این تابع با π نهاده به صورت زیر است:

$$y = \alpha_0 \prod_{i=1}^n X_i^{\alpha_i} \prod_{i=1}^n X_i^{\sum (\beta_{IJ} \ln x_j)} \quad (8)$$

$$I = 1, 2, 3 \dots n$$

γ معرف تولید کل، X_i معرف سطوح نهاده‌ها و α_0 پارامتر کارایی است. با گرفتن لگاریتم از طرفین شکل لگاریتمی تابع به صورت زیر می‌شود:

$$\ln Y = \text{const.} + \sum_i (\alpha_i \ln X_i) + \sum_I \sum_J (\beta_{IJ} \ln X_I X_J) \quad (9)$$

کشش تولید نسبت به نهاده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\varepsilon_{pi} = \frac{\partial \ln y}{\partial \ln x_i} = \alpha_i + 2\beta_{ii} \ln X_i + \sum_{i=1, \beta \neq j} \beta_{ij} \ln x_j \quad (10)$$

که حاکی از ثابت نبودن کشش تولید و تابعی از سطح نهاده مربوط و دیگر نهاده‌ها است.

در این معادله، دو مشکل تخمین وجود دارد که باید به

اگر مجموع ضرایب بزرگ‌تر از یک باشد، بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس است و تابع نه مقرر است نه محدب (هندرسون و کوانت، ۱۳۷۱). در این تابع، توان‌های نهاده متغیر مبین کشش تولید نسبت به هر یک از نهاده‌ها هستند. نرخ نهایی جانشینی و نیز کشش جانشینی در این تابع ثابت و برابر یک است؛ به عبارت دیگر، اگر همه داده‌های تولیدی به‌طور متناسب تغییر کند، محصول نیز به همان نسبت تغییر خواهد کرد. با افزایش ظرفیت سیستم تولیدی از طریق افزایش متناسب K, L محصول سرانه تغییر نخواهد کرد. تا زمانی که نسبت سرمایه به کار به‌خاطر ویژگی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس ثابت باشد، بهره‌وری نهایی عوامل تولید مثبت و کاهنده خواهد بود (برانسون، ۱۳۷۸). بنابراین، در تابع تولید کاب - داگلاس، تنها در ناحیه دوم تولید، منطقه اقتصادی است.

۶. تابع تولید متعالی^۱

این تابع را اولین بار هالتر و دیگران^۲ (۱۹۵۷) به عنوان پیوندی بین توابع تولید نهایی و نمایی مطرح کردند. بهره‌وری این تابع تولید می‌تواند غیرثابت باشد و هر سه ناحیه تولید را به دلیل مذکور شامل می‌شود. یکی از ویژگی‌های این تابع که تابع تولید کاب - داگلاس ساده ندارد، کشش تولید و کشش جانشینی متغیر بین عوامل است؛ لذا انعطاف‌پذیری آن بیشتر از تابع تولید کاب - داگلاس است. شکل عمومی این تابع با نهاده به صورت زیر است:

$$Y = \alpha_0 \prod_{i=1}^n X_i^{\alpha_i} e^{\beta_i x_i} \quad (5)$$

$$I = 1, 2, 3 \dots n$$

γ معرف تولید کل، X_i معرف سطوح نهاده، β_i و α_i پارامترها هستند؛ به طوری که اگر $\beta_i = 0$ شد، به تابع تولید کاب - داگلاس تبدیل می‌شود.

شکل لگاریتمی این تابع با توجه به معرفی نهاده فناوری اطلاعات و سرمایه و نیروی کار به صورت زیر است:

$$\ln y = \ln \alpha_0 + \alpha_1 \ln k + \alpha_2 \ln L + \dots \quad (11)$$

1. Transcendental Production Function
2. Halter & Carter & Hocking

3. Production Function Translog
4. Christenson & Jorgenson & Lau

تئوری‌های اصل شتاب انعطاف‌پذیر استفاده شده، که براساس آنها نسبت سرمایه به تولید ثابت است؛ بنابر این:

$$\frac{K_t}{Q_t} = \alpha \rightarrow K_t = \alpha Q_t \quad (11)$$

که در آن، K_t موجودی سرمایه در زمان t ، Q_t ارزش افزوده در زمان t ، α نسبت سرمایه به تولید.

براساس اصل شتاب انعطاف‌پذیری، سرمایه‌گذاری ناخالص عبارت است از:

$$I_t = K_t - (1 - \lambda)K_{t-1} \quad (12)$$

که در آن، K_t نرخ استهلاک و I_t سرمایه‌گذاری ناخالص است.

با توجه به رابطه ۷، با یک دوره وقفه خواهیم داشت:

$$K_t = \alpha Q_t \quad (13)$$

با جایگزین کردن در رابطه ۸ نتیجه می‌شود:

$$I_t = \alpha Q_t + (\lambda - 1)\alpha Q_{t-1} \quad (14)$$

$$\frac{I_t}{Q_{t-1}} = \alpha \left(\frac{Q_t}{Q_{t-1}} \right) + \alpha(\lambda - 1) \quad (15)$$

یا:

$$I_t = \alpha Q_t + \lambda \alpha Q_{t-1} - \alpha Q_{t-1} \rightarrow I_t = \alpha(Q_t - Q_{t-1}) + \lambda \alpha Q_{t-1} \quad (16)$$

$$\rightarrow \frac{I_t}{Q_{t-1}} = \alpha \left(\frac{\Delta Q_t}{Q_{t-1}} \right) + \lambda \alpha$$

فرض می‌شود نرخ استهلاک در اول و آخر سال یعنی در طول سال یکسان است و براساس پژوهش کیانی و بغزیان (۱۳۷۶) در سازمان برنامه و بودجه که نرخ استهلاک را برای صنایع حدود ۶٪ به‌دست آورده‌اند، به‌جای α مقدار ۰٫۰۶ درصد در رابطه ۱۶ قرار داده می‌شود:

$$I_t = \alpha Q_t + (0.06 - 1)\alpha Q_{t-1} \rightarrow I_t = \alpha Q_t + (0.94)\alpha Q_{t-1}$$

$$I_t = \alpha(Q_t - 0.94Q_{t-1}) \rightarrow \alpha = \frac{I_t}{Q_t - 0.94Q_{t-1}} \quad (17)$$

با استفاده از داده‌های سرمایه‌گذاری و ارزش افزوده صنایع دارای کد ISIC ۴ رقمی در صنایع غذایی استان تهران در طی سال‌های ۸۴ و ۸۵، این مقادیر برای سال ۸۵ و

آنها توجه شود: اول اینکه وقتی تعداد نهاده‌ها افزایش می‌یابد، تعداد ضریبی که باید تخمین زده شود به سرعت افزایش می‌یابد؛ دوم اینکه جملات مجذور و حاصل ضرب تقاطعی نهاده‌ها، باعث بروز مشکل هم‌خطی چندگانه می‌شود. حذف جملات مجذور و حاصل ضرب تقاطعی که نسبت‌های آماری بی‌معنی دارند و یا اصلاح شکل تابع تولید از جمله روش‌های حل مشکل است. البته، این قبیل معیارها ممکن است درجه انعطاف‌پذیری الگو را از بین ببرد. این تابع را به‌عنوان تقریب خوبی درمورد فناوری اطلاعات و مفهوم بهره‌وری دوان و مین^۱ (۱۹۹۷) در زمینه ادبیات بهره‌وری معرفی کرده‌اند. (جهانگرد، ۱۳۸۳).

۸. محاسبات پژوهش، ارائه مدل و تخمین آن

در مطالعه حاضر، جامعه آماری صنایع غذایی استان تهران براساس طبقه‌بندی کدهای ISIC ۴ رقمی در نظر گرفته شده و آمارهای مربوط به متغیرهای نیروی انسانی، ارزش افزوده، فناوری اطلاعات و ارتباطات از مرکز آمار ایران به‌دست آمده است. سرمایه انسانی، همان نیروی کار دیپلم به بالا در نظر گرفته شده است؛ اما موجودی سرمایه که ارقام آن در سطح صنایع غذایی استان تهران موجود نیست، باید محاسبه شود.

روش نمونه‌گیری و برآورد موجودی سرمایه

اطلاعات مطالعه از آمار کارگاه‌های صنعتی، ۱۰ نفر از کارکنان مرکز آمار ایران در دوره زمانی ۱۳۸۹-۱۳۸۵ و مقاطع مربوط به کدهای ISIC ۴ رقمی در صنایع غذایی استان تهران است. مدل به روش رگرسیون داده‌های تلفیقی (شامل اثر ثابت و اثر تصادفی) برآورد شده است؛ و متغیرهای ارزشی با استفاده از شاخص‌های قیمت تولیدکننده بانک مرکزی در قالب کدهای مذکور به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ تعدیل شده‌اند.

۹. محاسبه موجودی سرمایه

در این مطالعه، برای محاسبه موجودی سرمایه، از

$$\begin{aligned} \ln\left(\frac{Q}{L}\right) = & \beta_0 + \beta_1\gamma + \alpha_1 \ln\left(\frac{K}{L}\right) \\ & + (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 - 1)\ln(L) \\ & + \alpha_3 \ln\left(\frac{H}{L}\right) \end{aligned} \quad (20)$$

لازم به توضیح است که اگر فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در نظر گرفته شود، جمله زیر حذف خواهد شد:

$$(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 - 1)\ln(L)$$

در این تحقیق، به جای شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات، از یک متغیر جانشین استفاده شده که به هنگام برآورد مدل، جایگزین شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات (γ) شده است؛ و آن متغیر جانشین، تعداد شاغلینی است که از کامپیوتر استفاده می‌کنند.

۱۱. نتایج تجربی

برای برآورد مدل، ابتدا با نتایج حاصل از آزمون‌های F لیمر، برآورد الگو به روش داده‌های تلفیقی رد می‌شود؛ سپس با استفاده از آزمون هاسمن، نتیجه می‌شود آماره کای - دو محاسبه شده، نشان‌دهنده تأیید روش اثر ثابت برای الگو است. در نهایت، مدل منتخب به روش رگرسیون داده‌های تابلویی (پانل) ^۳ برآورد شده است.

نتایج حاصل از بررسی تأثیر فناوری اطلاعات بر بهره‌وری نیروی کار در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱. آزمون F لیمر و آزمون هاسمن				
آماره F	آماره χ^2	P-Value	نتیجه	
آزمون F لیمر	۴۵۱/۷۱	۰/۰۰۰۰	پنل ساده	
آزمون هاسمن	۴۰/۴۱	۰/۰۰۰۰	اثر ثابت	

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

معنادار است، یعنی فرضیه $H_0(\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 1)$ رد می‌شود؛ و از آنجا که ضریب به‌دست‌آمده منفی است، بازدهی کاهنده نسبت به مقیاس پذیرفته می‌شود.

نتایج برآورد نشان می‌دهد که تمامی ضرایب برآوردشده از نظر آماری در سطح ۵ درصد معنادار هستند و شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات، موجودی سرمایه و سرمایه انسانی تأثیر مثبت و معناداری بر ارزش افزوده دارند.

با استفاده از داده‌های سال‌های ۸۵ و ۸۶ برای سال ۸۶ و همین‌طور تا آخر محاسبه می‌شود و سپس α های محاسبه‌شده به هر یک از بنگاه‌ها که در زیرگروه ISIC قرار دارند، نسبت داده می‌شوند و در ادامه با جایگذاری رابطه ۱۶ موجودی سرمایه محاسبه می‌شود.

۱۰. طراحی مدل جهت بررسی‌های تجربی

برای ارزیابی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نیروی کار در این مطالعه، از مدلی استفاده شده که تلفیقی از مدل اتروسینگ^۱ و مدل نظری منکیو^۲ و همکاران است.

تابع تولید را به‌صورت زیر در نظر می‌گیریم:

$$Q = AK^{\alpha_1}L^{\alpha_2}H^{\alpha_3} \quad (18)$$

که در آن، Q ارزش افزوده، K موجودی سرمایه، L نیروی کار و H سرمایه انسانی است که پارامترهای ثابت‌اند و A ضریب فناوری تولید است که به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$A = e^{(\beta_0 + \beta_1\gamma)} \quad (19)$$

در رابطه بالا، γ شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات است که در این مطالعه از یک شاخص استفاده شده است. با جایگذاری رابطه ۱۹ در رابطه ۱۸ و تقسیم طرفین رابطه ۱۸ بر L و گرفتن لگاریتم طبیعی، به مدل نهایی می‌رسیم که به‌صورت زیر است:

براساس نتایج به‌دست‌آمده در جدول ۲، آماره F نشان‌دهنده معناداری کل رگرسیون است. در این الگو، R^2 و R^2 تعدیل‌شده تقریباً برابر ۹۶ درصد به‌دست آمده است که نشان می‌دهد متغیرهای توضیحی موردنظر، حدود ۹۶ درصد از تغییرات متغیر وابسته را توضیح می‌دهند. لذا براساس جدول بالا، نتایج زیر حاصل شده است:

با توجه به آماره مربوط به متغیر نیروی انسانی، ضریب

همان‌طور که در جدول ۲ نیز نشان داده شده است، تخمین تابع تولید کاب - داگلاس سرمایه انسانی بیشترین کشش را دارد و کمترین کشش به فناوری اطلاعات و ارتباطات مربوط است؛ و این موضوع، بیانگر نقش بالاتر سرمایه غیرفناوری اطلاعات و ارتباطات نسبت به فناوری اطلاعات و ارتباطات است که با مطالعات مختلف مطابقت دارد.

جدول ۲. نتایج حاصل از برآورد الگو برای صنایع غذایی استان تهران (۱۳۸۵-۱۳۸۹)

متغیر وابسته				
آزمون ترکیبی				
متغیر توضیحی	مقدار ضریب	خطای معیار	آماره t	prob
شاخص فناوری اطلاعات	۰/۱۴۷۳۶۷	۰/۰۴۵۶۶۵	۳/۲۳۷۱۳۲	۰/۰۰۱۶
موجودی سرمایه	۰/۶۲۶۷۲۷	۰/۰۲۲۱۴۱	۲۸/۳۰۶۱۷۴	۰/۰۰۰۱
نیروی کار	۰/۳۲۲۵۹	۰/۰۴۳۲۴۵	۷/۴۵۹۵۹۰	۰/۰۰۰۱
سرمایه انسانی	۰/۷۲۵۱۳۲	۰/۳۳۲۸۲۸	۲/۱۷۸۶۹۸	۰/۰۳۷۹
P-value		۰/۰۰۰۰۰		
R ²		۰/۹۶۵۷۲۴		
R ² تعدیل شده		۰/۹۶۲۱۲۸		

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

تهران مثبت و معنادار است، تأیید می‌شود. البته تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نیروی کار بسیار ناچیز است. این نتیجه با شواهد تجربی در بیشتر کشورها سازگار است؛ و با توجه به حجم پایین سرمایه از کل سرمایه و توسعه و نفوذ محدوده کاربری آن میان فعالیت‌های صنعتی، نتیجه مطابق انتظار است.

پیشنهادهای

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، فناوری اطلاعات و ارتباطات تأثیر مثبت و معناداری بر بهره‌وری نیروی کار دارد و بنابراین بر استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات تأکید می‌شود. استفاده از کامپیوتر و اینترنت در انجام فعالیت‌های بنگاه، به تخصص و مهارت نیاز دارد؛ در نتیجه، برای بالابردن بهره‌وری نیروی کار باید تلاش‌های لازم صورت گیرد. لذا پیشنهاد می‌شود سطح آگاهی و دانش عمومی برای پیوستن دارندگان کامپیوتر به شبکه‌های اطلاع‌رسانی و اینترنت ارتقا داده شود و به عبارت دیگر، سطح تخصص و مهارت افراد در زمینه به‌کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات بالا برود. از طرفی، دولت می‌تواند در زمینه به‌کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات پیشگام باشد؛ به این صورت که امکانات، قابلیت و زیرساخت‌های ارتباطی کشور افزایش یابد و سرویس‌های آن نهادینه شود. همچنین،

مقایسه خطای معیار عوامل تولید در جدول ۲ نشان می‌دهد که سرمایه انسانی بیشترین خطای معیار و موجودی سرمایه کمترین خطای معیار را داشته و این امر حاکی از آن است که عامل موجودی سرمایه در کارگاه‌های صنعتی همگنی بیشتری نسبت به عامل تولید سرمایه انسانی و فناوری اطلاعات و ارتباطات داشته است.

اما کشش پایین‌تر این عامل تولید نسبت به نیروی کار، بیانگر توان تولیدی کمتر آن است. درواقع، علاوه بر بالابردن کشش سرمایه انسانی — که نشان‌دهنده توان بالای تولیدی این عامل تولیدی است — خطای بالای سرمایه انسانی نیز بیانگر پراکندگی بالای نیروی کار در بین کدهای ISIC ۴ رقیمی صنایع غذایی استان تهران است؛ بنابراین، عوامل تولید سنتی نسبت به عامل تولید فناوری اطلاعات و ارتباطات توان تولیدی بالاتر و ناهمگنی بیشتری در بین کدهای ISIC صنایع غذایی استان تهران دارند. از برآزش تابع تولید در این قسمت و ضرایب (کشش) به‌دست‌آمده از نتایج تخمین، ازجمله کشش شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات، به مثبت و معنادار بودن اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نیروی کار در صنایع غذایی استان تهران پی برده می‌شود و فرضیه مطرح‌شده در ابتدای تحقیق مبنی بر اینکه رابطه فناوری اطلاعات و ارتباطات و بهره‌وری نیروی کار در صنایع غذایی استان

هندرسون، جیمز و ریچارد کوانت (۱۳۷۱)، «تئوری اقتصاد خرد: (تقرب ریاضی)»، ترجمه قره‌باغیان، مرتضی و پژویان، جمشید، تهران: خدمات فرهنگی رسا.

Aghion, P. & Howitt, P. 1992. "A Model of Growth
Atrostic, B. K. & Nguyen, Sang. January 2002.
Computer Network and U. S. Manufacturing
Plant Productivity: New Evidence from the
CNUS Data Center for Economic Studies. U.
S. Census Bureau.

Brnjffson, E. & . 2000. "Byyond
Computation: Information Technology,
Organization Transformation and Business
Prr formnnee,, Journll of Eoonomcc
Perspectives, 14(4), 23-48

Bloom, sadun and Van REENEN (2006)Clyton
(2006)crespi Crisculo and Hasekel
(2006)Frooqui and sadun(2006)

wwwn, .. nnd nnn, .. 1997, "The subssuumon of
Information Tecnology for Other Factors of
Produooooon: A mmmmm_Lvvll Anyyyss,"
Management Sience, Vol. 43, No. 1, pp.
1660_1675

Gholami, Roghayeh, Moshiri, Saeed & Sang-Yong Tom
Lee (2004), "ICT and Productivity of Manu-
facturing Industries in Iran", Ejisd, Vol. 19, No. 4,
PP. 1-19, Available at: www.Ejisd.org.

Grenan, Nathalie. Jaques Mairesse, and Agnes
TopiolBensaid. 2001. Information technology
and research and development impact on
productivity and skills: looking for correlation
on French firm_level data. In Matti Pohjolla
ed. Information Tecnology. Productivity, and
Economic Growth: International Evidence and
Implications for Economic Development.

برای استفاده مطلوب‌تر و بهتر از این فناوری، از شکل‌گیری
انحصارات جدید جلوگیری و فضای رقابتی سالم ایجاد شود
و در زمینه استفاده از فاوا فرهنگ‌سازی به عمل آید.

مرجع‌ها

ابطحی، حسن و کاظمی، بابک. ۱۳۷۵. بهره‌وری. چاپ اول. تهران: نشر
مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.

برانسون، ویلیام اچ. ۱۳۸۷. تئوری و سیاست‌های اقتصاد کلان. چاپ
چهارم. ترجمه عباس شاکری. تهران: نشر نی.

جهانگرد، اسفندیار. ۱۳۸۳. اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر
رشد اقتصادی و بهره‌وری صنایع کارخانه‌ای ایران (رساله
دکتری)، دانشگاه علامه طباطبائی.

رشد اقتصادی، رابرت لوکاس، ترجمه مهدی تقوی، ابراهیم رضائی و
محسن حیدری، انتشارات واحد علوم و تحقیقات، سال ۱۳۸۶.

عبدالعزیز، آبتین. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات
بین‌سازمانی (استانداردها و فرمانداری‌های استان سیستان و
بلوچستان) (پایان‌نامه کارشناسی ارشد)، دانشکده علوم اداری،
دانشگاه شهید بهشتی.

مرکز آمار ایران. سال‌های مختلف. نتایج آمارگیری از کارگاه‌های
صنعتی بالای ده نفر کارکن و بیشتر سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹.

محمودزاده، محمود و اسدی، فرخنده. تابستان ۱۳۸۶. «اثرات فناوری
اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری نیروی کار در اقتصاد
ایران»، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، ش ۳.

میرمعزی، سید حمیدرضا. فروردین ۱۳۸۷. حرکت به سمت تحولات آتی
با فناوری اطلاعات». مجله تدبیر، ش ۱۹۱.

شاکری عباس، اقتصاد خرد ۲ نظریه‌ها و کاربردها، نشر نی، سال ۱۳۸۶
مشیری سعید و جهانگرد، اسفندیار. فناوری اطلاعات و ارتباطات () و رشد
اقتصادی ایران فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران. شماره
۱۹. تابستان ۱۳۸۳. صفحات ۷۸-۵۵

هزبر کیانی، کامبیز و بغزبان، آبرت. بهار ۱۳۷۶. «روشی برای برآورد
موجودی سرمایه بخش‌های عمده اقتصادی ایران»، نشریه
دانشکده علوم اقتصادی دانشگاه شهید بهشتی، ش ۶

برانسون، ویلیام اچ، تئوری و سیاست‌های اقتصاد کلان، ترجمه عباس
شاکری، تهران، نشر نی، چاپ چهارم ۱۳۷۸

- 2008", Economic Cooperation and development, 2008.
- International Telecommunication Union(2005), Information Tecnology, Organizationl Transformation, and Business Performance
- Lee. S. Y., Gholami, R., & Tong, T. Y(2005). Time serirs analysis in thr assessment of ICT impact at the aggregate level: Lesson and and implications for new economy . Information & Management, 42.1009-1022.
- Lichtenberg, Frank R.1995.The Output Contribution Of Computer Equipment and Personnel:A Firm Level Analysis. Economic Innovations and New Tecnology, VOL.3, PP. 201_217
- Lichtenberg, Frank R.1995.The Output Contribution Of Computer Equipment and Personnel:A Firm Level Analysis. Economic Innovations and New Tecnology, VOL.3, PP. 201_217
- Mankiw, N. G.; Romer, D.; Weil, D. N. 1992. "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", The Quarter Journal of Economics 107(2), 407-437.
- Oxford: Oxford University Press. Pp. 119_148.
- Hitt . Lorin M and Eli M. Snir.1999.The Role of Information Tecnology in modern Production; Completment or Substitute to Other Input? . University of Pennsylvania, WP.
- Halter .A.N., Carter and J.G .Hocking (1957), A note on the transental production function.. Journal of farm Economic 39:966-974.
- Jorgenson, D. & Stiroh, K. 2000. "Raising the Speed Limit: U.S. Economic Growth in the Information Age", Brooking Papers on Economic Activity 261.
- Jon,, R. W. & Engrrmnn, .. L.1996. "Trdde Theory, Economic History, and Emergence of hle oo drnn Wordd Eoonomy,, The Amrrnnnn Review 86(2).
- Jones, Charles.I(2002). Introduction to Economic Growth,W.W,Norton &Company Inc.
- Jorgenson, D.w.2001:information tecnolo9gy and the us economy American Economic Revi, 91, pp. 1_32
- OECD Compendium of Productivity Indicators

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی