پژوهشنامه اقتصاد و کسب و کار
شاپا: ۸۳۹۶-۲۰۰۸
سال پنجم، شماره نهم، (زمستان ۱۳۹۳)، صفحه ۵۱ تا ۶۰

بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نیروی کار مطالعهٔ 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 ازطریق 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 دردسترس طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۵برای ۱۶ کد ISIC چهاررقمی در صنایع غذایی استان تهران به روش داده‌های تلفیقی، الگوهای اقتصادسنجی برآورد شده است. در تابع تولید کاب ـ 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 دههٔ 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 به‌دلیل حضور فراگیر، هزینهٔ 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 مبادلهٔ کالاها و خدمات می‌شود و می‌تواند سرعت عکس‌العمل مؤسسات و بنگاه‌ها را در برابر علائم بازار و ارائهٔ 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 توسعهٔ 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 انجام‌گرفته 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 به‌دنبال داشته است، که نشان می‌دهد کشورهای درحال توسعه ازنظر زیرساخت‌ها تفاوت‌های معناداری با کشورهای توسعه‌یافته دارند؛ و ازنظر پنج متغیر هستهٔ فاوا(ضریب نفوذ تلفن ثابت، همراه، رایانه، اینترنت، و میزبانان اینترنتی)نیز فاصلهٔ زیادی با کشورهای پیشرو دارند(اتحادیهٔ 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 ـواحد 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 فاوا بر بهره‌وری نیروی کار در صنایع غذایی استان تهران براساس طبقه‌بندی چهاررقمی ISIC بررسی شود.

بر این اساس، فرضیهٔ تحقیق عبارت است از اینکه «فناوری اطلاعات و ارتباطات، تأثیر مثبت و معناداری بر بهره‌وری نیروی کار دارد».

۲. مفاهیم اساسی

مفهوم بهره‌وری

بهره‌وری به‌عنوان یکی از شاخص‌های مهم اقتصادی، نشان‌دهندهٔ 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 به‌عنوان یک فرهنگ و نگرش به کار و زندگی مطرح شده، اهمیت اندازه‌گیری کمی بهره‌وری هنوز به قوت خود باقی است. امروزه بهره‌وری به‌عنوان مهم‌ترین شاخص در ارزیابی اقتصادی، کاربرد فراوانی در مطالعات تجربی دارد و از اهمیت به‌سزایی برخوردار است.(شاکری، ۱۳۸۶)

به‌طور کلی مفهوم بهره‌وری برای حصول به زندگی بهتر در گذراندن زندگی، ایجاد آسایش درقبال استفاده از کار و نیروی فکر و ابزار است.(جهانگرد۱۳۸۳)

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

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

ژوزف پروکونپکو[1] در کتاب خود با عنوان مدیریت بهره‌وری، کارآیی را این‌گونه توصیف می‌کند: کارآیی، 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 انجام‌شده، 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 کارآیی.(جهانگرد،۱۳۸۳)

در ادبیات اقتصادی، اقتصاددانان و مؤسسات و سازمان‌های بین‌المللی بهره‌وری را در تعاریف گوناگون بسیاری به‌کار برده‌اند. این واژه نخستین بار در سال ۱۷۶۶ میلادی در مقالهٔ فردی به‌نام کوییزنی[2] ظاهر شد؛ و بعد از یک قرن، فردی به‌نام لیتر[3] بهره‌وری را این‌گونه تعریف کرد: بهره‌وری عبارت است از توانایی و قدرت تولیدکردن.

در سال ۱۹۵۰، تعریف کامل‌تری از بهره‌وری در سازمان همکاری اقتصادی اروپا(OECD[4] ارائه شد: بهره‌وری عبارت است از خارج قسمت بازده به یکی از عوامل تولید.

بدین ترتیب، با توجّه 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، استفادهٔ کارآمد از منابع، ارتقای کیفیت کالاها و خدمات و به عبارت بهتر سیر تعالی ترقی و توسعهٔ اجتماعی است. (شاکری، ۱۳۸۶)

مفهوم فناوری اطلاعات و ارتباطات

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

1. Joseph Prvkvnpkv
2. Quesnay
3. Littre
4. Measuring Productivity, OECD Manual, 2001

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 به‌صورت الکترونیکی از آنها استفاده می‌شود.(جهانگرد،۱۳۸۳)

فناوری اطلاعات و ارتباطات، در تعریفی گسترده، به سرمایه‌گذاری در سخت‌افزار، نرم افزار و خدمات مربوط به کامپیوتر و تجهیزات و ارتباطات از راه دور اطلاق می‌شود.(جورگنسون[1]، لیی، غلامی و تانگ، ۲۰۰۵[2])

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 به‌صورت 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 زمینهٔ ذخیره، دستکاری، انتقال، مدیریت، جابه‌جایی، مبادله، کنترل، سوئیچینگ و پردازش داده‌ها به‌صورت خودکار را امکان‌پذیر می‌سازد.(جهانگرد،۱۳۸۳)

رابرت لوکاس[3]،در کتاب رشد اقتصادی فناوری اطلاعات و ارتباطات را این‌گونه تعریف می‌کند: فناوری اطلاعات و ارتباطات به تمامی انواع فناوری‌های پردازش و دخیرهٔ اطلاعات به‌صورت الکترونیکی اطلاق می‌شود که برای انجام‌دادن آن، از تجهیزاتی نظیر کامپیوتر، تجهیزات ارتباطی و شبکه‌ها، ماشین‌های فکس و هر بستهٔ الکتریکی قابل اداره‌کردن استفاده می‌شود.(عبدالعزیز، ۱۳۸۱)

۳. رابطهٔ فناوری اطلاعات و بهره‌وری

فناوری اطلاعات و ارتباطات(ICT)، ازجمله فناوری‌های نوینی محسوب می‌شود که فضای سازمانی، صنعتی و 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 به‌نظر می‌رسید؛ اما اکنون، با گسترش روزافزون این فناوری، حتی در جامعه‌ای مانند ایران که تا رسیدن به استانداردهای لازم بهره‌گیری از فناوری اطلاعات فاصلهٔ زیادی دارد، مشاهده می‌کنیم که این فناوری وارد زندگی روزانهٔ ما شده است و تأثیرپذیری ما از این فناوری روزبه‌روز افزایش پیدا می‌کند.(میرمعزی، ۱۳۸۷)

در مفهوم کلاسیک، فناوری مجموع دانش تبلوریافته در ابزار و روش‌های تولید است. دربارهٔ تأثیر فناوری بر رشد، از گذشته، از سه نگاه بحث می‌شده است: از نگاهی، تأثیر فناوری درقالب کالاهای سرمایه‌ای تجسم یافته و تحلیل شده که نتیجهٔ 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 زمینهٔ «اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نیروی کار»، در چندین مورد، مطالعات دقیق و مشخصی انجام گرفته است:

برین‌جولفسن و هیت[4] (۱۹۹۶)، با بررسی داده‌های ۵۲۷ بنگاه بزرگ امریکا در دورهٔ زمانی ۱۹۹۴-۱۹۸۷ و روش الگوسازی داده‌های تابلویی[5] درقالب تابع تولید کاب ـ داگلاس، به این نتیجه رسیده‌اند که سرمایه‌گذاری فاوا بر بهره‌وری نیروی کار اثر مثبت و معناداری دارد.

گرینن و همکاران[6] (۲۰۰۱)، با تحلیل داده‌های آماری بنگاه‌های فرانسوی مربوط به سرمایه‌گذاری در بخش فاوا و نیز بهره‌وری، به نتایجی سازگار با مطالعات برین‌جولفسن و هیت رسیده‌اند.

اقیون[7] و هوویت[8] (۱۹۹۲)، در الگوی خود، با بهره‌گیری

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.

از دیدگاه شومپیتر[1]، بر بهبود کیفیت تولید به‌عنوان نشانی از فناوری جدید که بر اثر آن تولیدکنندگان با فناوری قدیم از صحنه خارج می‌شوند، تأکید کردند.

اتروستیک[2] و همکاران(۲۰۰۲)، با بررسی تأثیر فاوا بر بهره‌وری نیروی کار ۶۶۷ بنگاه دانمارکی در دو مقطع زمانی ۱۹۹۵–۱۹۹۷ و ۱۹۹۹–۱۹۹۷، نشان دادند که بهره‌وری نیروی کار بنگاه‌های دارای شبکهٔ ارتباطی کاهش یافته است.

در ایران، غلامی[3] و همکاران(۲۰۰۴) تأثیر فاوا را بر ۲۲ صنعت طی دورهٔ زمانی ۱۹۹۹–۱۹۹۳ بررسی کرده‌اند. برآورد به روش تابلویی نشان می‌دهد که فاوا 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 ـــ که البته بیشتر به رشد اقتصادی تأکید داشته‌اند ـــ تأثیر مثبت و معنادار بر فاوا 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 سرمایهٔ فیزیکی، نیروی کار و موجودی سرمایهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات استفاده می‌شود. برای تخمین کشش نهادهٔ موردنیاز، ابتدا فرم تابع تولید معرفی می‌شود.

$$Y = F(K, N, ICT) \qquad (۱)$$

در این معادله، y تولید سرانهٔ واقعی، K موجودی سرمایهٔ 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 رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\frac{\partial LnY}{\partial LnICT} = \epsilon_{ICT} \qquad (۲)$$

این رابطه نشان می‌دهد که با افزایش یک درصد نهادهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات، تولید چند درصد افزایش می‌یابد.

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

$$F_{ICT} = \epsilon_{ICT}.{}^{Y}/_{ICT} \qquad (۳)$$

برای تخمین کشش‌های نهاده لازم است فرم تابع تولید معرفی شود. مطابق نظر دوان و مین[4] (۱۹۹۷) و نیز هیت و اسنیر[5] (۱۹۹۹)، شکل تابع تولید کاب ـ 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 سادهٔ خود، به کشش جانشینی ثابت و برابر یک بین عوامل محدود است. بنابراین، در اینجا، از توابع تولید کاب ـ داگلاس تعمیم‌یافته 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 ـ داگلاس

شکل تابع تولید کاب – داگلاس، یکی از فرم‌های تابع تولید است که ابتدا در مطالعات مربوط به فناوری اطلاعات برین‌جولفسن و هیت(۱۹۹۵و ۱۹۹۶)، لیختنبرگ[6] (۱۹۹۵) و برخی دیگر به‌کار رفت. ازجمله دلایل به‌کارگیری این فرم تابع تولید، سادگی و سودمندبودن در زمینهٔ کارهای تجربی اقتصادسنجی[مطالعات جورگنسون (۲۰۰۱) و نیز مشخص‌بودن محدودیت‌های این تابع عنوان می‌شود.

فرم جبری این تابع با لحاظ فناوری اطلاعات به‌صورت زیر است:

$$Y = AL^{\beta_1}K^{\beta_2}IT^{\beta_3} \qquad (۴)$$

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 به‌صورت لگاریتمی است. این تابع دارای بازدهی ثابت نسبت به مقیاس است و

1. Joseph Alois Schumpeter
2. Atrostic et al
3. Gholami et al
4. Dewan and Min, 1997
5. Hitt and Snair ,1999
6. Lichtenberg

اگر مجموع ضرایب بزرگ‌تر از یک باشد، بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس است و تابع نه مقعر است نه محدب (هندرسون و کوانت، ۱۳۷۱). در این تابع، توان‌های نهادهٔ 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 همهٔ داده‌های تولیدی به‌طور متناسب تغییر کند، محصول نیز به همان نسبت تغییر خواهد کرد. با افزایش ظرفیت سیستم تولیدی ازطریق افزایش متناسب L، K 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 ـ داگلاس، تنها در ناحیهٔ دوم تولید، منطقه اقتصادی است.

۶. تابع تولید متعالی[1]

این تابع را اولین بار هالتر و دیگران[2] (۱۹۵۷) به‌عنوان پیوندی بین توابع تولید نهایی و نمایی مطرح کردند. بهره‌وری این تابع تولید می‌تواند غیرثابت باشد و هر سه ناحیهٔ تولید را به دلیل مذکور شامل می‌شود. یکی از ویژگی‌های این تابع که تابع تولید کاب ـ داگلاس ساده ندارد، کشش تولید و کشش جانشینی متغیر بین عوامل است؛ لذا انعطاف‌پذیری آن بیشتر از تابع تولید کاب ـ داگلاس است. شکل عمومی این تابع با نهاده به‌صورت زیر است:

$$Y = \alpha_0 \prod_{i=1}^{n} X^{\alpha_i} e^{\beta_i x_i} \qquad (۵)$$

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

Y معرف تولید کل ، x_iمعرف سطوح نهاده، α_iوβ_i پارامترها هستند؛ به‌طوری‌که اگر $\beta_i = 0$ شد، به تابع تولید کاب ـ داگلاس تبدیل می‌شود.

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

$$lny = ln\alpha_0 + \alpha_1 lnk + \alpha_2 lnL +$$

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

$$\varepsilon_{ict} = {MP_{ict}}/{AP_{ict}} = \alpha_3 + \beta_3 ICT \qquad (۷)$$

بنابراین، مطابق نتیجهٔ 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 ـ داگلاس را ندارد.(جهانگرد، ۱۳۸۳)

۷. تابع تولید ترانسلوگ[3]

این تابع را اولین بار کریستنسن و جرگنسون و لائو[4] در سال ۱۹۷۳، با استفاده از تقریب کمتا از تابع CES به‌صورت زیر ارائه کردند. شکل عمومی این تابع با n نهاده به‌صورت زیر است:

$$y = \alpha_0 \prod_{i=1}^{n} X^{\alpha_i} \prod_{i=1}^{n} X_i^{\sum(\beta_{IJ} lnx_j)} \qquad (۸)$$

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

Y معرف تولید کل، X_iوX_j معرف سطوح نهاده‌ها و α_0 پارامتر کارآیی است. با گرفتن لگاریتم از طرفین شکل لگاریتمی تابع به‌صورت زیر می‌شود:

$$LnY = const. + \sum_i (\alpha_i lnX_i X_j) + \sum_I \sum_J (\beta_{IJ} lnX_I X_J) \qquad (۹)$$

کشش تولید نسبت به نهاده از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آید:

$$\varepsilon_{pi} = {\partial lny}/{\partial lnx_i} = \alpha_i + 2\beta ii lnX_i + \sum_{i=1,\beta \neq j} \beta_{ij} lnx_j \qquad (۱۰)$$

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

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

1. Transcendental Production Function
2. Halter & Carter &Hocking
3. Production Function Translog
4. Christenson & Jorgenson & Lau

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 حاصل‌ضرب تقاطعی نهاده‌ها، باعث بروز مشکل هم‌خطی چندگانه می‌شود. حذف جملات مجذور و حاصل‌ضرب تقاطعی که نسبت‌های آماری بی‌معنی دارند و یا اصلاح شکل تابع تولید ازجمله روش‌های حل مشکل است. البته، این قبیل معیارها ممکن است درجهٔ انعطاف‌پذیری الگو را ازبین ببرد. این تابع را به‌عنوان تقریب خوبی درمورد فناوری اطلاعات و مفهوم بهره‌وری دوان و مین[1] (۱۹۹۷) درزمینهٔ ادبیات بهره‌وری معرفی کرده‌اند.(جهانگرد،۱۳۸۳).

۸. محاسبات پژوهش، ارائهٔ مدل و تخمین آن

در مطالعهٔ حاضر، جامعهٔ آماری صنایع غذایی استان تهران براساس طبقه‌بندی کدهای ISIC ۴رقمی درنظر گرفته شده و آمارهای مربوط به متغیرهای نیروی انسانی، ارزش افزوده، فناوری اطلاعات و ارتباطات از مرکز آمار ایران به‌دست آمده است. سرمایهٔ انسانی، همان نیروی کار دیپلم به بالا درنظر 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 دورهٔ زمانی ۱۳۸۹-۱۳۸۵ و مقاطع مربوط به کدهای ISIC ۴رقمی در صنایع غذایی استان تهران است. مدل به روش رگرسیون داده‌های تلفیقی(شامل اثر ثابت و اثر تصادفی) برآورد شده است؛ و متغیر های ارزشی با استفاده از شاخص‌های قیمت تولیدکنندهٔ بانک مرکزی درقالب کدهای مذکور به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ تعدیل شده‌اند.

۹. محاسبهٔ موجودی سرمایه

در این مطالعه، برای محاسبهٔ موجودی سرمایه، از تئوری‌های اصل شتاب انعطاف‌پذیر استفاده شده، که براساس آنها نسبت سرمایه به تولید ثابت است؛ بنابر این:

$$\frac{K_t}{Q_t} = \propto \rightarrow K_t = \alpha Q_t \qquad (۱۱)$$

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:

$$I_t = K_t_(1-\lambda)K_{t-1} \qquad (۱۲)$$

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

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

$$K_t = \alpha Q_t \qquad (۱۳)$$

با جایگزین‌کردن در رابطهٔ ۸ نتیجه می‌شود:

$$I_t = \alpha Q_t + (\lambda - 1)\alpha Q_{t-1} \qquad (۱۴)$$

$$\frac{I_t}{Q_{t-1}} = \alpha\left(\frac{Q_t}{Q_{t-1}}\right) + \alpha(\lambda - 1) \qquad (۱۵)$$

یا:

$$I_t = \alpha Q_t + \lambda\alpha Q_{t-1} - \alpha Q_{t-1} \rightarrow I_t = \alpha(Q_t - Q_{t-1}) + \lambda\alpha Q_{t-1}$$
$$\rightarrow \frac{I_t}{Q_{t-1}} = \alpha\left(\frac{\Delta Q_t}{Q_{t-1}}\right) + \lambda\alpha \qquad (۱۶)$$

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 ۶ درصد در رابطهٔ ۱۶ قرار داده می‌شود:

$$I_t = \alpha Q_t + (0.06 - 1)\alpha Q_{t-1} \rightarrow I_t = \alpha Q_t + (0.94)\alpha Q_{t-1}$$
$$I_t = \alpha(Q_t - 0.94Q_{t-1}) \rightarrow$$
$$\alpha = \frac{I_t}{Q_t - 0.94Q_{t-1}} \qquad (۱۷)$$

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

1. Dewan & Min

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

۱۰. طراحی مدل جهت بررسی‌های تجربی

برای ارزیابی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره وری نیروی کار در این مطالعه، از مدلی استفاده شده که تلفیقی از مدل اتروسینگ[1] و مدل نظری منکیو[2] و همکاران است.

تابع تولید را به‌صورت زیر درنظر می‌گیریم:

$$Q = AK^{\alpha_1}L^{\alpha_2}H^{\alpha_3} \qquad (۱۸)$$

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

$$A = e^{(\beta_0+\beta_1\gamma)} \qquad (۱۹)$$

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

$$Ln\left(\frac{Q}{L}\right) = \beta_0 + \beta_1\gamma + \alpha_1 Ln\left(\frac{K}{L}\right) + (\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3 - 1)Ln(L) + \alpha_3 Ln\left(\frac{H}{L}\right) \qquad (۲۰)$$

لازم به توضیح است که اگر فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس درنظر گرفته شود، جملهٔ زیر حذف خواهد شد:

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

در این تحقیق، به‌جای شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات، از یک متغیر جانشین استفاده شده که به‌هنگام 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 آمارهٔ کای ـ دو محاسبه‌شده، نشان‌دهندهٔ تأیید روش اثر ثابت برای الگو است. درنهایت، مدل منتخب به روش رگرسیون داده‌های تابلویی(پانل)[3] 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.

براساس نتایج به‌دست‌آمده در جدول ۲، آمارهٔ F نشان‌دهندهٔ 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 آمارهٔ مربوط به متغیر نیروی انسانی، ضریب معنادار است، یعنی فرضیهٔ $H_0(\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3=1)$ 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 سرمایهٔ انسانی تأثیر مثبت و معناداری بر ارزش افزوده دارند.

1. Atrostic 2. Mankiw 3. Panel Data

همان‌طور که در جدول ۲ نیز نشان داده شده است، تخمین تابع تولید کاب ـ داگلاس سرمایهٔ انسانی بیشترین کشش را دارد و کمترین کشش به فناوری اطلاعات و ارتباطات مربوط است؛ و این موضوع، بیانگر نقش بالاتر سرمایهٔ 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(۱۳۸۹-۱۳۸۵)

متغیر توضیحی	متغیر وابسته: آزمون ترکیبی			
	مقدار ضریب	خطای معیار	آماره t	prob
شاخص فناوری اطلاعات	۰/۱۴۷۳۶۷	۰/۰۴۵۶۶۵	۳/۲۲۷۱۳۲	۰/۰۰۱۶
موجودی سرمایه	۰/۶۲۶۷۲۷	۰/۰۲۲۱۴۱	۲۸/۳۰۶۱۷۴	۰/۰۰۰۱
نیروی کار	_۰/۳۲۲۵۹	۰/۰۴۳۲۴۵	_۷/۴۵۹۵۹۰	۰/۰۰۰۱
سرمایهٔ انسانی	۰/۷۲۵۱۳۲	۰/۳۳۲۸۲۸	۲/۱۷۸۶۹۸	۰/۰۳۷۹
P-value		۰/۰۰۰۰۰۰		
R^2		۰/۹۶۵۷۲۴		
R^2 تعدیل‌شده		۰/۹۶۲۱۲۸		

مأخذ: یافته‌های تحقیق.

مقایسهٔ خطای معیار عوامل تولید در جدول ۲ نشان می‌دهد که سرمایهٔ 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 سرمایهٔ 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 بالابودن کشش سرمایهٔ انسانی ـــ که نشان‌دهندهٔ توان بالای تولیدی این عامل تولیدی است ـــ خطای بالای سرمایهٔ انسانی نیز بیانگر پراکندگی بالای نیروی کار در بین کدهای ISIC ۴رقمی 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 برازش تابع تولید در این قسمت و ضرایب(کشش) به‌دست‌آمده از نتایج تخمین، ازجمله کشش شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات، به مثبت و معناداربودن اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نیروی کار در صنایع غذایی استان تهران پی برده می‌شود و فرضیهٔ مطرح‌شده در ابتدای تحقیق مبنی بر اینکه رابطهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات و بهره‌وری نیروی کار در صنایع غذایی استان 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 محدودهٔ کاربری آن میان فعالیت‌های صنعتی، نتیجه مطابق انتظار است.

پیشنهادها

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؛ درنتیجه، 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 زمینهٔ به‌کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات بالا برود. از طرفی، دولت می‌تواند در زمینهٔ 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،

برای استفادهٔ مطلوب‌تر و بهتر از این فناوری، از شکل‌گیری انحصارات جدید جلوگیری و فضای رقابتی سالم ایجاد شود و در زمینهٔ استفاده از فاوا فرهنگ‌سازی به‌عمل آید.

مرجع‌ها

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

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

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

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(استانداری‌ها و فرمانداری‌های استان سیستان و بلوچستان)(پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد)، دانشکدهٔ 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»، فصلنامهٔ پژوهشنامهٔ بازرگانی، ش ۳.

میرمعزی، سید حمیدرضا. فروردین ۱۳۸۷. حرکت به‌سمت تحولات آتی با فناوری اطلاعات»، مجلهٔ *تدبیر*، ش ۱۹۱.

شاکری عباس، اقتصاد خرد ۲ نظریه ها وکاربردها،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

هژبر کیانی، کامبیز و بغزیان، آلبرت. بهار ۱۳۷۶. «روشی برای برآورد موجودی سرمایهٔ بخش‌های عمدهٔ اقتصادی ایران»، *نشریهٔ دانشکدهٔ علوم اقتصادی دانشگاه شهید بهشتی*، ش ۶.

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

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.

Branjelfson, E. & Hitt, L. 2000. "Beyond Computation: Information Technology, Organization Transformation and Business Performance", Journal of Economic Perspectives, 14(4), 23-48

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

Dewan, S. and Min, c.1997, "The substitution of Information Tecnology for Other Factors of Production: A Firm _Level Analysis," 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", Ejisdc, Vol. 19, No. 4, PP. 1-19,Available at: www.Ejisdc.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.

2008"،Economic Cooperation and development, 2008.

International Telecomunication 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.

Jones, R. W. & Engerman, S. L.1996. "Trade Theory, Economic History, and Emergence of the Modern World Economy", The American 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