بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب جهان

دکتر احمد جعفری صمیمی*
دکتر علیرضا دقیقی اصلی**
مه شاد عرب***

چکیده

در سالیان اخیر، فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بیشترین تأثیر را در زوایای مختلف زندگی انسان داشته است؛ که از آن جمله تأثیر این فناوری بر تمامی بخش های اقتصاد می باشد. به طور خاص فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره وری کل عوامل تولید (TFP) را در بسیاری از کشورهای جهان و به خصوص کشورهای توسعه یافته، از نیمه دوم دهه ۱۹۹۰ افزایش داده است. سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات ویژگی های کالای دانش را داشته؛ بنابراین قادر است نه تنها از طریق تعمیق سرمایه، بلکه توسط اثرات سرریز خود، بهره وری را تحت تأثیر قرار دهد. این مقاله به بررسی و مقایسه تأثیر فناوری اطلاعات بر بهره وری کل عوامل تولید با استفاده از روش داده های تابلویی برای نمونه کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته منتخب، در دوره زمانی (۲۰۰۸-۲۰۰۳) پرداخته است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه خارجی فناوری اطلاعات و ارتباطات و یا همان سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات، هر دو اثر مثبت و معنی داری بر بهره وری کل عوامل تولید هم در نمونه کل کشورهای منتخب و هم در نمونه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه دارند. همچنین اثر سرمایه انسانی نیز بر بهره وری کل عوامل تولید، در هر دو نمونه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه‌ی منتخب، مثبت یافت گردید.

واژه های کلیدی: فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)، سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)، روش داده های تابلویی، سرمایه انسانی.

طبقه بندی JEL: J۲۴؛ D۲۴.

*استاد اقتصاد، عضو هیئت علمی دانشگاه مازندران Jafarisa@yahoo.com
**استادیاردانشکده اقتصاد و حسابداری واحد تهران مرکزی Daghighiasli@gmail.com
***دانشجوی کارشناسی ارشد علوم اقتصادی mahshad.arab@gmail.com

مقدمه

با توسعه و پیشرفت فناوری های نوین در کشورهای مختلف، به خصوص در کشورهای پیشرفته و متعاقب آن انفجار اطلاعات در تمامی بخش های جوامع مختلف، پاسخ‌گویی با شیوه های سنتی دیگر جوابگوی انسان ها در زمینه انتقال سریع اطلاعات نبوده و بنابراین نیاز به شیوه های جدیدتر به شدت احساس می‌شد. با ورود کامپیوتر، دگرگونی عظیمی در امر انتقال و بازیابی اطلاعات به وقوع پیوست. در واقع به کارگیری کامپیوتر را می توان سومین تحول عظیم بعد از پیدایش خط و اختراع چاپ دانست. در چند سال اخیر، رشد شتابان فناوری اطلاعات و به دنبال آن توسعه شبکه های ارتباطی، تحولات چشمگیری را در جای جای زندگی بشر به وجود آورده است. امروزه در همه جا از فناوری اطلاعات و ارتباطات[۴]، عصر دیجیتال، کامپیوتر، موبایل، عصر ماهواره و الکترونیک سخن گفته می شود. اینترنت به عنوان یکی از مظاهر فناوری اطلاعات و ارتباطات، قبل از این که یک منبع اطلاع رسانی باشد؛ یک رسانه تعاملی و فراگیر محسوب می شود که همه‌ی دنیا در آن حضور دارند. رخداد تحولات شگرفی همچون استفاده از کامپیوتر، موبایل، اینترنت و وب سایت ها، از نیمه دوم دهه ۱۹۹۰ سبب ساز بروز «انقلاب اطلاعات و ارتباطات » گردید؛ به گونه‌ای که وقوع این انقلاب، عصر حاضر را با سایر دوران‌ها متفاوت کرده است. در اواسط قرن ۱۹ میلادی راه آهن جدیدترین فناوری به حساب می آمد و موجب تغییر روش‌های کسب و کار شده بود. اما وقوع انقلاب اطلاعات و ارتباطات به طور گسترده‌ای تمام حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی، دولت، امنیت، اشتغال، بهداشت، محیط زیست و بسیاری از حوزه های دیگر را تحت تأثیر قرار داده است؛ به گونه ای که امروزه فناوری اطلاعات و ارتباطات محرک اصلی اقتصاد جهان شده است و توسعه پایدار بدون تکیه بر کاربردهای آن تقریباً غیرممکن می‌باشد. بررسی‌ها حاکی از آن است که در سال ۱۹۶۵ فناوری اطلاعات و ارتباطات حدود ۵ درصد از هزینه‌های سرمایه‌گذاری شرکت ها را به خود اختصاص داده است؛ این رقم در دهه ۱۹۸۰ به ۱۵ درصدد افزایش یافت و در ابتدای دهه ۱۹۹۰ هزینه های سرمایه گذاری شرکت ها به ۲۰ درصد رسید. این میزان در انتهای دهه ۱۹۹۰ به ۵۰ درصد کل هزینه های سرمایه گذاری شرکت ها افزایش یافت که این روند نشان‌دهنده اهمیت فناوری اطلاعات و ارتباطات در کسب و کار شرکت ها می باشد؛ به نحوی که این فناوری بنیان کسب و کار را تغییر داده است و می تواند به مزیت های استراتژیک برای شرکت‌ها تبدیل شود. رابرت سولو[۵] دریافت کننده جایزه نوبل در ۱۹۸۷ به خوبی نقش اصلی فناوری اطلاعات و ارتباطات و تأثیر آن در رشد اقتصادی را تبیین کرده است. بر اساس مدل سولو، چهار پنجم رشد تولید سرانه هر کارگر در ایالات متحده حاصل از فناوری اطلاعات و ارتباطات می باشد. همچنین پارادوکس بهره‌وری بیان شده توسط سولو (۱۹۸۷) که: «ما کامپیوتر را در همه جا می بینیم ولی در آمارهای بهره‌وری نمی‌بینیم»؛ نقطه آغاز مطالعات و پژوهش های جامعی در زمینه تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری را، فراهم نمود. مطالعات مختلفی وجود دارد که حاکی از آن است که فناوری اطلاعات و ارتباطات نقش برجسته‌ای در رشد بهره وری کشورها دارد. برای مثال در ایالات متحده ۳۰ تا ۴۰ درصد از رشد بهره‌وری به دست آمده طی قرن بیستم مربوط به فناوری اطلاعات و ارتباطات است؛ و یا مطالعاتی که بانک مرکزی آمریکا در سال ۲۰۰۴ انجام داده و در آن به نحوه سرمایه گذاری شرکت ها در سرمایه دانش پرداخته شده است. در این مطالعات سرمایه دانش که در کنار سرمایه فیزیکی بنگاه ها قرار می‌گیرد، اشکال گوناگونی دارد؛ از برنامه های نرم افزاری و پایگاه داده ها گرفته تا نتایج تحقیق و توسعه ها. این مطالعات نشان می دهند که بنگاه های آمریکایی بیش از

۱.Information and Communication Technology (ICT)

۲. Robert Solow

یک تریلیون دلار در یک سال، برای سرمایه دانش هزینه کرده اند و یا در واقع سرمایه گذاری نموده اند که برابر با مقداری است که این بنگاه‌ها در مدت مذکور سرمایه‌گذاری فیزیکی انجام داده اند. البته باید اشاره نمود که این روند سرمایه‌گذاری در کالاهای دانش –همانند فناوری اطلاعات و ارتباطات که ویژگی های کالای دانش را دارد– پس از سال ۱۹۹۰ شتاب بیشتری به خود گرفت؛ زیرا در حدود ۸۰ درصد رشد بهره وری آمریکا طی دهه ۱۹۹۰ ناشی از توسعه و به کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات بود. این در حالی بود که پژوهش های اولیه در سال‌های پایانی دهه ۱۹۸۰ و سال های ابتدایی دهه ۱۹۹۰ رابطه ای را میان رشد بهره وری و سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات نشان نمی داد. اما از قرار معلوم با اصلاح روش های اقتصاد سنجی، گسترش حجم داده‌ها، در نظر گرفتن اثر سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات و با توجه به لزوم سرمایه‌گذاری‌های مکمل برای آشکار شدن اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات، رابطه مثبت بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و بهره‌وری به دست آمد. پژوهش های بسیاری در زمینه اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در سطح کلان (کشوری) انجام یافته است؛ که تعداد این پژوهش‌ها در کشورهای توسعه یافته بیشتر از مطالعات به انجام رسیده در کشورهای در حال توسعه می باشد.

نتایج برآمده از این مطالعات نیز حاکی از آن است که اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در غالب موارد مثبت و معنی دار می باشد که این معنی داری در کشورهای توسعه یافته با توجه به زیر ساخت های مناسبی نظیر سرمایه انسانی متخصص و آزادی تجاری– بیشتر از کشورهای در حال توسعه می باشد. هدف این مقاله، بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب جهان می باشد. به منظور آزمون مدل های این مطالعه از روش داده‌های تابلویی بهره جسته و این تحقیق برای نمونه ۴۵ کشور منتخب –۳۰ کشور در حال توسعه و ۱۵ کشور توسعه یافته در دوره زمانی (۲۰۰۸–۲۰۰۳) انجام گرفته است.

مفاهیم فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره وری و بهره وری کل عوامل تولید

مفهوم فناوری اطلاعات و ارتباطات

فناوری اطلاعات و ارتباطات از تلفیق سه حوزه اطلاعات، کامپیوتر و ارتباطات پدید آمده است. هر چند به نظر می‌رسد مفهوم فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) روشن باشد؛ اما در واقع چنین نیست و تعاریف مختلفی از فناوری اطلاعات و ارتباطات توسط سازمان ها و افراد مختلف ارائه شده است. سازمان همکاری‌های اقتصادی[۶]، فناوری اطلاعات و ارتباطات را مجموع صنایع تولیدی و خدماتی که برای نگهداری، انتقال و نمایش داده ها و اطلاعات به صورت الکترونیکی استفاده می شود؛ می‌داند. دبیرخانه شورای عالی انفورماتیک ایران فناوری اطلاعات را مجموعه به هم پیوسته ای از روش‌ها، سخت افزارها، نرم‌افزارها و تجهیزات ارتباطی می داند که اطلاعاتی را در اشکال گوناگون (صدا، تصویر و متن) جمع‌آوری، ذخیره سازی، بازیابی، پردازش، انتقال و یا عرضه می کند. در این رابطه برخی از محققین نیز براساس مطالعاتشان اقدام به تعریف فناوری اطلاعات و ارتباطات کرده‌اند. شفارد[۷] (۱۹۹۷) فناوری اطلاعات را فناوری برتر تلقی نموده و عنوان کرده است که هر چیزی را به طور واقعی تحت تأثیر قرار می‌دهد. بهان و هولمز[۸] (۱۹۹۸) در مطالعه خود فناوری اطلاعات و ارتباطات را اینگونه تعریف کرده‌اند: «اصطلاح فناوری اطلاعات و ارتباطات برای توصیف

---

۱. OECD

۲. Shephard

۳. Behan and Holmz

فناوری هایی به کار می رود که ما را در ضبط، ذخیره‌سازی، پردازش، بازیابی، انتقال و دریافت اطلاعات یاری می‌کند. این اصطلاح، فناوری‌هایی مانند کامپیوتر، انتقال از طریق فاکس، ارتباط از راه دور، تلفن، ماشین حساب، چاپ و حکاکی را نیز در بر می‌گیرد.» کوهن و همکاران[۹] (۲۰۰۰) در این باره با منافع ناشی از بهره وری شروع نموده و سپس فناوری اطلاعات را یک ابزار جدید برای انتقال فعالیت های تجاری و باز نمودن تسهیلات و امکانات نهادی جدید معرفی می‌کنند. در ایران پرویزیان و صارمی (۱۳۸۵) در مطالعه ای با عنوان «بهره وری و فناوری اطلاعات در ایران» بیان کرده‌اند: «فناوری اطلاعات به مجموعه ای از دانش فنی، روش ها، سیستم‌ها، تجهیزات سخت‌افزاری و نرم افزاری و قواعد و مدارکی اطلاق می‌شود که برای تولید، توزیع، انتقال، ذخیره‌سازی و به کارگیری اطلاعات (صوتی، تصویری، متنی، عددی) به کار می رود.» در مجموع می‌توان گفت فناوری اطلاعات و ارتباطات، پدیده ای است که از به کارگیری وسیع سیستم های کامپیوتری در سازمان‌ها، جامعه و تحول عمیق ناشی از این به کارگیری به وجود آمده است. تغییر حاصل از به کارگیری فناوری اطلاعات در محدوده‌های مختلفی از جمله اقتصاد بروز می‌کند و منجر به ظهور اثرات مختلفی در این محدوده می گردد که از جمله این اثرات می توان به تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری اشاره کرد.

مفهوم بهره وری و بهره وری کل عوامل تولید

از ابتدای ورود اصطلاح بهره‌وری به ادبیات اقتصادی بیش از یک قرن می گذرد. با وجود اینکه از آن زمان به بعد، مطالب جدیدی به آن اضافه شده است اما تا کنون تعریف دقیق و جامعی از این واژه توسط

علم اقتصاد مطرح نگردیده است و هنوز در بین اقتصاددانان و علمای جامعه شناسی و مدیریت اتفاق نظر در مورد مفهوم بهره وری حاصل نشده است. واژه بهره وری برای اولین بار در مقاله ای توسط شخصی با نام کوئیزنی[۱۰] (۱۷۶۶) آورده شد. بعد از گذشت بیش از یک قرن در سال ۱۸۸۳ فردی به نام لیتر[۱۱] بهره‌وری را اینگونه تعریف کرد: «قدرت و توانایی تولید کردن. » از اوایل قرن بیستم اقتصاددانان به این واژه مفهوم دقیق‌تری به عنوان رابطه ستانده و عوامل و وسایل به کار رفته برای تولید (نهاده یا داده) دادند. آنتالیون[۱۲] در سال ۱۹۱۱ بیان نمود: «بهره وری به مفهوم رابطه بین حجم تولید و مدتی معین و حجم کل عوامل تولید است» (بخشعلی، ۱۳۷۵،ص ۱۲۹). پرویزیان و صارمی (۱۳۸۴) در مطالعه ای بیان کرده‌اند: «بهره وری عبارتست از نسبت بین کلیه ستانده های محسوس به نهاده های محسوب. » بهره‌وری تقسیم‌بندی‌های متفاوتی داشته از جمله به بهره وری جزئی[۱۳] یا بهره وری عوامل تولید (نیروی کار و سرمایه) و بهره‌وری کل عوامل تولید می توان اشاره کرد. در محاسبات بهره وری علاوه بر بهره‌وری نیروی کار[۱۴] و بهره وری سرمایه[۱۵]، بهره وری چند عاملی نیز مدنظر است که اندازه گیری مناسبتری را نشان می‌دهد. در اینجا آنچه موردنظر می باشد؛ بهره وری کل عوامل تولید[۱۶] (TFP) است. بهره‌وری کل عوامل تولید بیانگر متوسط تولید به ازای هر واحد از کل منابع تولید است که نقش این شاخص در بخش‌های سرمایه بر اقتصاد، همچون بخش صنعت، چشمگیرتر است. علیرضائی، افشاریان و آنالوئی

٤.Cohen et al

١. Quesnay

٢. Littre

٣. Antalion

٤. Partial Productivity

٥. Labor Productivity

٦ Capital Productivity

٧. Total Factor Productivity

(۱۳۸۵) طی مطالعه‌ای اقدام به محاسبه رشد بهره وری کل عوامل تولید به کمک مدل های ناپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها کرده‌اند؛ آنها شاخص بهره وری کل عوامل تولید را نسبت درآمد کل به هزینه کل، در یک واحد تصمیم‌گیرنده دانسته‌اند.

مبانی نظری

تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره وری از موضوعات مورد بحث در اقتصاد از دهه ۱۹۹۰ به بعد بوده است. فناوری اطلاعات و ارتباطات در اقتصاد، هم در طرف عرضه و هم در طرف تقاضا تأثیرگذار است. فناوری اطلاعات و ارتباطات در طرف تقاضا از طریق تابع مطلوبیت بر رفتار اقتصادی مصرف کننده تأثیر می گذارد و در طرف عرضه بر تابع تولید (رفتار تولید کننده) مؤثر است. در این مقاله به دلیل تمرکز بر اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره وری، تنها به طرف عرضه پرداخته شده است. فناوری اطلاعات و ارتباطات سرمایه ای دو جانبه است. فناوری اطلاعات و ارتباطات از یک طرف مانند دیگر شکل‌های سنتی سرمایه، به عنوان تکنولوژی تولید استفاده می شود (ددریک، گورباکسانی و کرامر[۱۷]، ۲۰۰۳)؛ این به معنی است که کاهش قیمت سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات منجر به جایگزینی فناوری اطلاعات و ارتباطات با عوامل دیگر و تعمیق سرمایه می شود و رشد محصول و بهره‌وری نیروی کار را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار می دهد. از طرفی دیگر، ویژگی های فناوری اطلاعات و ارتباطات همانند دانش است؛ زیرا بخشی از سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات به صورت کالای دیجیتالی است (البته به جز بخش های سخت افزاری). کالاهای دیجیتالی ویژگی هایی همانند: غیر رقابتی، گسترش پذیری نامحدود، گسستگی، بی وزنی و بازترکیبی را دارند که این ویژگی‌ها همان ویژگی های کالاهای دانش هستند. بطور کلی هر چیزی را که بتوان در حافظه کامپیوتر ذخیره کرد و از طریق اینترنت قابل انتقال باشد، کالای دیجیتالی گویند. مشترک بودن ویژگی های کالای دانش و کالای فناوری اطلاعات و ارتباطات سه نتیجه را در پی دارد: ۱. شکست بازار، ۲. تلقی فناوری اطلاعات و ارتباطات به عنوان تکنولوژی با هدف عمومی و منبع سرریزها، ۳. تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مطلوبیت مصرف کننده. با توجه به هدف این مقاله، که برآورد اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره وری کل عوامل تولید می باشد؛ پیامد سرریزهای و مزایای خارجی ایجاد شده توسط فناوری اطلاعات و ارتباطات، از میان نتایج فوق مورد نظر می‌باشد. فناوری اطلاعات و ارتباطات به دلیل دارا بودن ویژگی های دانش سرریزهایی را ایجاد می‌کند و این به آن معنی است که دانش تولید شده نمی تواند به طور کامل به وسیله بنگاه ها، صنایع و کشورهای ایجاد کننده آن محفوظ بماند، بلکه به راحتی بین بنگاه ها، صنایع و کشورهای دیگر گسترش می‌یابد (رینکن و وکچی[۱۸]، ۲۰۰۴). اثرات سرریز سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات موجب می شود که فناوری اطلاعات و ارتباطات به طور غیر مستقیم و از طریق رشد بهره وری کل عوامل تولید، بر رشد محصول تأثیر بگذارد. برای بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره وری کل عوامل تولید، روش های گوناگونی وجود دارد. مطالعات نظری که تا کنون برای بررسی نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری در تولید انجام شده شاخص های خود را از توابع تولید ضمنی یا تئوری توزیع و یا از توابع تولید صریح استخراج نموده اند (جهانگرد، ۱۳۸۴، ص۱۰۹)، که از این میان توابع ضمنی تولید بیشترین مورد استفاده را داشته اند. مطالعات کندریک[۱۹] در دهه ۱۹۵۰ که مبتنی بر توابع تولید ضمنی برای برآورد بهره‌وری بود؛ به قابل استفاده نمودن مفهوم بهره وری کل عوامل تولید (TFP) در اقتصاد کمک زیادی نمود. همچنین در این زمینه آبرامویتز[۲۰]

---

۱. Dedrick, Gurbaxani and Kraemer

۱. Rincon and Vecchi

۲.Kendrick

۳. Abromovitz

(۱۹۵۶) نیز باقیمانده ای را برآورد نمود که به نام خود او مشهور است. در مطالعه او باقیمانده عبارت بود از تفاضل رشد ترکیب عوامل تولید، از رشد تولید که به عنوان بهره‌وری معرفی گردید:

$$(dY / Y) - \alpha (dN / N) - \beta (dK / K) = residual \qquad (۱)$$

که در آن α و β سهم سرمایه و نیروی کار، K مبین سرمایه و N نیروی کار می باشد. کندریک در سال ۱۹۶۱ نیز برای برآورد بهره وری کل عوامل تولید از یک تابع تولید ضمنی استفاده نمود و بهره‌وری کل عوامل تولید را از طریق تقسیم تولید واقعی بر میانگین وزنی سهم عوامل تولید به دست آورد. فروض الگوی کندریک عبارت بودند از تابع تولید متجانس و قضیه اولر. کندریک در این الگو، کار را به عنوان کل ساعات کار کارگران و سرمایه را به عنوان دارایی سرمایه معرفی نموده است. بررسی روند تغییر بهره-وری با بستر روش های پارامتریک، اولین بار در سال ۱۹۵۷ توسط تحقیقات مشهور رابرت سولو مطرح شد. او در مطالعات گسترده خود در بررسی رشد بهره وری ایالات متحده آمریکا، رشد بهره‌وری را به پیشرفت در تکنولوژی و دانش فنی نسبت داد. از آن جائی که تحقیقات سولو به صورتی کاملاً بدیع قادر به پاسخ‌گویی و توجیه برخی اتفاقات اقتصادی بود که پیش از این توجیهی برای آن ها وجود نداشت، پایه و اساس تحقیقات بسیاری از دانشمندان قرار گرفت. سولو برای تأثیر فناوری در بهره وری از یک تابع تولید ضمنی و رابطه (۲) با فرض فناوری خنثی- هیکسی استفاده نمود، که روش سولو تا حدود زیادی به پسماند آبراموتیز شباهت دارد. دلیل این شباهت استفاده از تابع تولید همگن درجه اول در هر روش می‌باشد. در روش سولو تابع تولید ضمنی بوده و شکل صریحی ندارد، بنابراین می‌توان فرضیه‌های بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و رقابت کامل را مورد بررسی قرار داد. پسماند سولو به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$t= V\dot{a}it - \sum Sj.it\ \dot{x}j.it \qquad (۲)$$

که $Sj.it$ ارزش افزوده با شاخص سهم هزینه ای، نهاده به عنوان وزن و $V\dot{a}it$ رشد ارزش افزوده و $\dot{x}$ رشد عوامل تولید می باشد. رابطه مثبت بین پسماند سولو و سرمایه گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات منجر به بهبود بهره وری می شود؛ که این رابطه بر مبنای مدل همگن خطی نهاده‌ها و با فرض رقابت کامل می باشد. برای محاسبه پسماند سولو یا همان بهره وری کل عوامل تولید، نیازمند اندازه گیری سهم هزینه ای نهاده ها هستیم. برای متغیرهای جریانی مثل نیروی کار که همان قیمت نهاده ها ضرب در مقدار نهاده ها است، استفاده می شود. اما برای متغیرهای ذخیره مثل سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه غیر فناوری اطلاعات و ارتباطات باید نرخ اجاره محاسبه شود (جهانگرد، ۱۳۸۴، ص۱۱۳). در این روش سهم نهاده ها با فرض رقابت کامل و بازدهی ثابت نسبت به مقیاس، اندازه گیری صحیحی از کشش تابع تولید می دهد که با محاسبه این کشش، نرخ رشد بهره‌وری با کسر افزایش نهاده های مورد استفاده ضرب در کشش تولید از افزایش در محصول به دست می‌آید. یکی دیگر از روش های برآورد اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره وری کل عوامل تولید روش دوگان می باشد. در این روش، در چارچوب حسابداری رشد اولیه از تابع تولید نئوکلاسیکی به شکل تابع تولید کاب- داگلاس استفاده می شود. در روش دوگان که در حقیقت تابع تولید گسترش یافته سولو است و در بیشتر مطالعات تجربی مهم از قبیل مطالعات جرگنسون و همکاران[۲۱] (۲۰۰۶) و آرک و پیاتکوسکی[۲۲] (۲۰۰۶) استفاده شده است و شکل کلی تابع به صورت زیر می باشد، سرمایه به دو قسمت ذخیره سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات و ذخیره سرمایه غیر فناوری اطلاعات و ارتباطات، تقسیم شده است:

$$Y = F (A, K, H, S, T, L) \qquad (۳)$$

---

۱. Jorgenson et al

۲. Ark and Piatkowski

در این تابع، Y,A,L,T,S,H,K به ترتیب نشان دهنده سطح سرمایه غیر فناوری اطلاعات و ارتباطات، سخت افزار، نرم افزار، سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات، نیروی کار، بهره وری کل عوامل تولید و محصول (تولید) است. رشد بهره وری کل عوامل تولید، با فرض اینکه پیشرفت فنی خنثی از نوع هیکس است و پرداخت به عوامل تولید به اندازه تولید نهایی اجتماعی شان باشد، به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\frac{\hat{A}}{A}=\frac{r_k K}{Y}\frac{\hat{r_k}}{r_k}+\frac{r_k S}{Y}\frac{\hat{r_s}}{r_s}+\frac{r_H H}{Y}\frac{\hat{r_H}}{r_H}+\frac{r_T T}{Y}\frac{\hat{r_T}}{r_T}+\frac{wL}{Y}\frac{\hat{w}}{w} \qquad (۴)$$

که در رابطه (۴)، $\hat{}$ نرخ تغییر زمانی و rK, rT, rS, rH قیمت های اجاره ای سخت افزار، نرم‌افزار، سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه غیر فناوری اطلاعات و ارتباطات را نشان می دهد. از این روش می توان به بررسی سهم سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه غیر فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) پرداخت (رحمانی و حیاتی، ۱۳۸۶). روش دیگری که به همین منظور استفاده می گردد روش تابع تولید یا روش اولیه است. در این روش هم، مانند روش قبل شکل تابع تولید به فرم کاب–داگلاس بوده و تولید نسبت به نهاده های سنتی بازدهی ثابت به مقیاس دارد. در این روش با فرض رقابت کامل، کشش محصول نسبت به عوامل، با سهم درآمدی آنها برابر است. در چنین شرایطی می توان شاخصی را برای بهره وری کل عوامل تولید استخراج کرد (به طور مثال تغییرات بهره وری کل عوامل تولید را از تفاوت تغییرات تولید و تغییرات عامل نیروی کار و سرمایه به دست آورد) سپس سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد بهره وری کل عوامل تولید را به کمک معادله زیر به دست آورد:

(۵)

$$\frac{\hat{TFP}}{TFP}=\lambda+\alpha\frac{\hat{K_{ICT}}}{K_{ICT}}+\varepsilon$$

، در این معادله سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات می باشد. α کشش تولید نسبت به سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات است و اثر مازاد سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات را نشان می دهد. از آنجا که یکی از فروض این روش رقابت کامل می باشد بنابراین کشش فناوری اطلاعات و ارتباطات با سهم درآمدی آن برابر است، بنابر همین مسئله:

$$\alpha\frac{\hat{K_{ICT}}}{K_{ICT}}=\frac{\partial Y}{\partial K_{ICT}}\frac{K_{ICT}}{Y}\frac{\hat{K_{ICT}}}{K_{ICT}} \qquad \alpha\frac{\hat{K_{ICT}}}{K_{ICT}}=\sigma\frac{\hat{K_{ICT}}}{Y}$$

، نرخ بازدهی فناوری اطلاعات و ارتباطات است. با این فرض که از استهلاک صرف‌نظر کنیم و آنرا تقریباً نزدیک به صفر در نظر بگیریم، می توانیم سرمایه گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات را به عنوان تقریبی از سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات در نظر بگیریم. در نتیجه می توان به جای استفاده از معادله ۵ برای برآورد سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد بهره وری کل عوامل تولید، از معادله ۶ به صورت زیر استفاده نمود:

$$\frac{\hat{TFP}}{TFP}=\lambda+\sigma\frac{ICT}{Y}+\varepsilon \qquad (۶)$$

ICT در این رابطه معرف سرمایه گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات می باشد و σ بازدهی مازاد تولید نسبت به سرمایه گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات است. بنابراین می توان نتیجه گرفت، فناوری اطلاعات و ارتباطات علاوه بر افزایش رشد تولید و بهره وری نیروی کار از طریق سهم درآمدی خود، به وسیله اثرات مازادی که ایجاد می کند موجب افزایش رشد بهره وری کل عوامل تولید و از آن طریق رشد محصول می گردد. به منظور بررسی اثر مازاد فناوری اطلاعات و ارتباطات، ابتدا باید رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را محاسبه نموده سپس، اثر سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید برآورد شود. در مطالعات تجربی برای بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری علاوه بر تابع تولید کاب–داگلاس (که در این مطالعه برای

محاسبه بهره وری کل عوامل تولید مورد استفاده قرار گرفته است)، از اشکال دیگر تابع تولید نیز استفاده می گردد. از جمله این توابع می توان به تابع تولید متعالی که اولین بار توسط هالتر و همکاران (۱۹۵۷) مطرح شد و نیز تابع تولید ترانسلوگ اشاره نمود؛ که البته کاربرد این توابع بیشتر در برآورد اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره وری نیروی کار بوده؛ بنابراین در اینجا به دلیل تمرکز بر روی بهره وری کل عوامل تولید از تشریح بیشتر این توابع تولید صرف‌نظر می کنیم.

مطالعات تجربی

مطالعات اولیه که در سطح کلان بررسی شده اند و از داده های دهه ۱۹۸۰ استفاده کرده اند، به این نتیجه رسیدند که رابطه منفی بین بهره وری در سطح کلان و فناوری اطلاعات و ارتباطات وجود دارد (راچ[۲۳] (۱۹۹۱، ۱۹۸۹، ۱۹۸۷)، اولینر و سیچل[۲۴] (۱۹۹۴)). همچنین برخی دیگر از برآوردهای اقتصادسنجی در دهه ۱۹۸۰ و اوایل دهه ۱۹۹۰، بر سهم ناچیز فناوری اطلاعات و ارتباطات در بهره‌وری اقتصادی دلالت دارند. مطالعه انجام شده توسط استیرو و جرگنسون[۲۵] (۱۹۹۵) سهم تقریباً متوسطی از فناوری اطلاعات و ارتباطات را بر روی رشد بهره وری طی دوره (۱۹۹۵–۱۹۷۳) گزارش می کند. اکثر مطالعاتی که در زمینه بررسی رابطه بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و بهره وری و رشد اقتصادی طی دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ انجام گرفته اند؛ در آمریکا بوده است که نتیجه غالب این تحقیقات نشان از کاهش رشد بهره‌وری ملی آمریکا داشته است. عده ای این وضعیت را پارادوکس بهره‌وری می-نامیدند. رابرت سولو در سال ۱۹۸۷ نظریه پارادوکس بهره وری را با جمله: شما می توانید کامپیوتر را در همه جا ببینید به جز در آمارهای بهره وری عنوان نمود که این نظریه و مطالعات دهه ۱۹۸۰ که ارتباطی را بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و بهره وری اقتصاد آمریکا نیافته بود؛ تا مدتی موضوع غالب محافل علمی بود. ولی با احیا رشد بهره وری آمریکا در اواسط دهه ۱۹۹۰، مطالعات با محوریت فناوری اطلاعات و ارتباطات سرعت بیشتری پیدا کرد. بر مبنای مطالعات اولینر و سیچل (۲۰۰۰) و جرگنسون و استیرو (۲۰۰۱) شتاب در بهره‌وری و رشد اقتصادی آمریکا در دهه ۱۹۹۰ به اثر معنی دار و مهم سرمایه گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات نسبت داده شده است. دوان و کرامر[۲۶] (۲۰۰۱) با استفاده از روش داده های تابلویی و داده‌های ۳۶ کشور طی دوره (۱۹۹۳–۱۹۸۵) در دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه اقدام به برآورد تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری نمودند و به این نتیجه رسیدند که در کشورهای ثروتمندتر صنعتی، ارتباط زیاد، معنی دار و مثبتی بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد بهره‌وری وجود دارد؛ حال آنکه چنین ارتباطی در کشورهای در حال توسعه معنی دار نمی باشد. مطالعات انجام شده در اواخر دهه ۱۹۹۰ در انگلیس توسط اولتون[۲۷] (۲۰۰۱) و کودرس[۲۸] (۲۰۰۱) نشان از آن دارد که رشد بهره‌وری کل و بهره‌وری نیروی کار، متأثر از تعمیق سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات می باشد. پوجولا[۲۹] (۲۰۰۱) در دوره (۱۹۹۹–۱۹۸۵) و به روش داده های تابلویی، به برآورد اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات برای ۲۴ کشور در حال توسعه و ۲۴ کشور با درآمد بالا پرداخته و نتیجه گرفت که اثر این متغیر در کشورهای با

---

۱. Roach
۲. Oliner and Sitchel
۳. Jorgenson and Stiroh
۱. Dewan and Kraemer
۲. Oulton
۳. Kodres
٤. Pohjola

درآمد بالا معنی دار و مثبت ولی در کشورهای در حال توسعه بی معنی و مثبت است. مطالعه هاکر و مورسینک[۳۰] (۲۰۰۲) در دو مقطع زمانی (۱۹۹۵-۱۹۸۵) و (۲۰۰۰-۱۹۹۶) در بیست کشور صنعتی و اروپایی با استفاده از روش داده های تابلویی نشان می دهد که فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید و رشد اقتصادی تأثیر مثبت داشته است. باسانینی و اسکارپتا[۳۱] (۲۰۰۲) در طی دوره (۲۰۰۰-۱۹۸۰) به بررسی عملکرد رشد و بهره وری در بین کشورهای سازمان همکاری‌های اقتصادی پرداخته‌اند. بر مبنای نتایج آنها، میان سرمایه گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، رابطه مثبتی وجود دارد. داوری[۳۲] (۲۰۰۲) با مقایسه سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد بهره‌وری کل و بهره‌وری نیروی کار در نیمه دوم دهه ۱۹۹۰، نسبت به نیمه اول این دهه در برخی کشورهای اروپایی مانند انگلیس، آلمان، فرانسه، فنلاند، سوئد، ایتالیا، اسپانیا، ایرلند، دانمارک و یونان، نشان داد که این سهم در نیمه دوم نسبت به نیمه اول این دهه، در این کشورها به استثنی یونان و ایرلند افزایش نداشته است. مطابق نتایج این مطالعه، سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد اقتصادی و بهره‌وری در کشورهای بزرگ اروپایی همانند آلمان، فرانسه، ایتالیا و اسپانیا کاهش یافته است. داوری مطرح می‌کند که پارادوکس بهره وری در نبود همبستگی قوی میان سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد بهره وری، در این کشورها شدت پیدا می کند. پاپایونو (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره وری و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته برای دوره (۲۰۰۱-۱۹۹۳) پرداخت و به این نتیجه رسید که فناوری اطلاعات و ارتباطات اثر مثبت و معنی داری بر رشد اقتصادی و بهره وری در کشورهای بررسی شده دارد و حال آنکه این تأثیر در کشورهای در حال توسعه بیشتر است. بررسی نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره-وری کل و رشد اقتصادی کشورهای اروپایی شرقی و مرکزی در مقایسه با ۱۵ کشور اروپایی و آمریکا مطالعه ای است که توسط پیاتکوسکی و آرک (۲۰۰۵) انجام گرفته است. نتایج حاصل از این بررسی نشان از آن دارد که فناوری اطلاعات و ارتباطات نقش بسیار برجسته و مهمی در افزایش بهره‌وری در کشورهای اروپایی شرقی و مرکزی داشته و این موضوع بیشترین تأثیر را بر همگرایی کشورها در دهه ۱۹۹۰ داشته است. جرگنسون و موتوهاشی[۳۳] (۲۰۰۵) با تأکید بر نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات به بررسی منابع رشد اقتصادی ژاپن و آمریکا پرداخته اند؛ که بر طبق نتایج این بررسی سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد و بهره وری کل، پس از (۱۹۹۵) افزایش یافته است. لی، غلامی و تانگ[۳۴] (۲۰۰۵) به بررسی رابطه علی بین سرمایه گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات و بهره وری کل عوامل تولید برای ۲۰ کشور توسعه یافته و در حال توسعه در دوره زمانی (۲۰۰۰-۱۹۸۰) پرداخته اند. نتایج بررسی آنها نشان می‌دهد کشورهایی که همواره به سرمایه گذاری بلند مدت روی فناوری اطلاعات و ارتباطات، بخش‌های زیربنایی، سرمایه گذاری های مکمل در ارتباطات و منابع انسانی بیشتر پرداخته‌اند، به میزان قابل توجه‌تر و بیشتری قادر به جذب منافع ناشی از سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات هستند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً عوامل مکمل فناوری اطلاعات و ارتباطات، در تفاوت بازدهی های حاصل از سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات، در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته، نقش مهمی دارند. هشمتی و شیو[۳۵] (۲۰۰۶) به بررسی رشد بهره وری کل عوامل تولید ناشی از فناوری اطلاعات و ارتباطات در ۳۰ ایالت چین در دوره

---

۵. Haacker and Morsink

٦. Bassanini and Scarpetta

۷. Daveri

۱. Jorgenson and Motohashi

۲. Lee, Gholami and Tong

۳. Shiu and Heshmati

زمانی (۲۰۰۳-۱۹۹۳) با استفاده از روش داده‌های تابلویی پرداخته‌اند. براساس یافته‌های آنها فناوری اطلاعات و ارتباطات اثر مثبت و معنی داری بر رشد تولید و رشد بهره وری کل عوامل دارد اما این اثر کوچک است. در ایران مشیری و جهانگرد (۱۳۸۳) به مطالعه آثار فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد و بهره وری ایران طی سال‌های (۱۳۸۰-۱۳۴۸) پرداخته‌اند. نتایج حاصل از برآورد آنها که البته بیشتر به رشد اقتصادی تأکید داشته اند، تأثیر مثبت و معنی‌دار فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌باشد. رحمانی و حیاتی (۱۳۸۶) اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را با استفاده از روش داده‌های تابلویی برای دوره زمانی(۲۰۰۳-۱۹۹۳)، برای ۶۹ کشور بررسی کرده اند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که سرمایه گذاری داخلی در فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرریزهای بین‌المللی فناوری اطلاعات و ارتباطات هر دو اثر مثبت و معنی داری بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، هم در نمونه کشورهای توسعه یافته و هم در کشورهای در حال توسعه دارند که البته این اثر در کشورهای توسعه یافته بیش از کشورهای در حال توسعه است. محمودزاده (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای اقدام به بررسی اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره وری کل عوامل در کشورهای در حال توسعه منتخب (۲۰۰۳-۱۹۹۵) نموده است. یافته های حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات، سرمایه انسانی، باز بودن اقتصاد و نرخ پس انداز تأثیر مثبت و معنی‌داری بر بهره‌وری کل دارند.

نحوه محاسبه متغیرها، منابع داده ها و روش تحقیق

بهره وری کل عوامل تولید (TFP) همان پسماند سولو است که با استفاده از تابع کاب- داگلاس که در رابطه (۷) نمایش داده شده است؛ به صورت رابطه (۸) تعریف می شود:

$$Y= A\ K\ \alpha\ L\beta \qquad (۷)$$

$$A=Y/\ (K\alpha\ L\beta) \qquad (۸)$$

که در تابع فوق، Y تولید ناخالص داخلی (GDP)، K ذخیره سرمایه کل، L نیروی کار، A بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)، $0 <$ $\alpha < 1$ کشش تولید نسبت به سرمایه و $0 < \beta < 1$ کشش تولید نسبت به نیروی کار را نشان می دهد؛ همچنین در تابع کاب- داگلاس: $\alpha + \beta = 1$می باشد. می‌توان با داشتن داده های تولید ناخالص داخلی، ذخیره سرمایه و نیروی کار، بهره وری کل عوامل تولید را محاسبه نمود.

در بسیاری از مطالعات بین کشوری به انجام رسیده؛ محققین غالباً α را برابر ۰/۳ (سهم درآمدی سرمایه) وβ (سهم درآمدی نیروی کار) را برابر ۰/۷ قرار می دهند (هاکر و مورسینک[۳۶] (۲۰۰۰)، لی و گو (۲۰۰۵) و نیز برای همه کشورها یکسان در نظر می گیرند (لی و گو ۲۰۰۵). در این تحقیق نیز α برای سهم درآمدی سرمایه برابر ۰/۳ و β برای نیروی کار ۰/۷ در نظر گرفته شده و بهره وری کل عوامل تولید (TFP) بر اساس رابطه (۸)، محاسبه شده است.GDP، تولید ناخالص داخلی به دلار آمریکا است که داده های آن از WDI (۲۰۱۰) ، اخذ شده است. L تعداد نیروی کار است که آمارهای مربوط به آن از WDI (۲۰۱۰) گرفته شده است. K ذخیره سرمایه (سرمایه فیزیکی) است. سرمایه فیزیکی موجودی تجهیزات و ابزارهایی است که برای تولید انواع کالاها و خدمات استفاده می شود. داده‌های سرمایه فیزیکی برای کشورهای مورد بررسی در این تحقیق، موجود نمی باشد. بنابراین ابتدا باید به محاسبه سرمایه فیزیکی برای کشورهای مورد نظر پرداخت. یکی از روش های محاسبه سرمایه فیزیکی مشابه آنچه در مطالعات مشیری و نیک پور (۱۳۸۶) و کمیجانی و محمودزاده (۱۳۸۷) مورد استفاده قرار گرفته است؛ که در این مقاله نیز از آن بهره جسته شده؛ استفاده از نسبت تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به تولید ناخالص داخلی به عنوان سرمایه فیزیکی، می باشد. تشکیل سرمایه

۱.Haacker and Morsink

ثابت ناخالص عبارت است از هزینه خریداری (یا ارزش تولید) کالاهای سرمایه ای توسط بخش خصوصی، تولید کنندگان خدمات دولتی و تولیدکنندگان خدمات خصوصی غیر انتفاعی در خدمت خانوارها منهای خالص فروش کالاهای سرمایه‌ای مستهلک در طول یک دوره حسابداری (معمولاًیک سال). بر اساس دیدگاه دیوید هیوم[۳۷]، در سیستم‌های بانکداری و بورس اوراق بهادار، نسبت تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به تولید ناخالص داخلی به عنوان جانشینی برای سرمایه فیزیکی یا نرخ سرمایه گذاری در سرمایه فیزیکی در نظر گرفته شده است. بر اساس این دیدگاه اکثر کشورهایی که موفق شده اند نسبت تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به تولید ناخالص داخلی را افزایش دهند؛ بازار بورس اوراق بهادار گسترده ای بوجود آورده اند. همچنین بسیاری از اقتصاددانان، نسبت تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به تولید ناخالص داخلی (به عنوان جانشین سرمایه فیزیکی) بالاتر از ۳۰٪ را یکی از اصول لازم رشد و توسعه پایدار می دانند. در این مطالعه نیز از این نسبت به عنوان نماینده سرمایه فیزیکی استفاده شده است؛ که داده های مربوط به انباشت سرمایه ثابت ناخالص و تولید ناخالص داخلی به دلار آمریکا، از (۲۰۱۰) WDI گرفته شده است.

تشریح متغیرهای توضیحی مدل

علاوه بر متغیرهای مؤثر بر بهره وری کل عوامل تولید که در بالا معرفی شدند، در اینجا سایر متغیرهایی که در مدل مورد بررسی این تحقیق، استفاده گردیده، تشریح شده است:

سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات:

ICTD سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات است. سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات یک عامل تولید است که در تولید انواع کالاها و خدمات نقش مؤثری دارد. تفکیک کل سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات به فناوری اطلاعات و ارتباطات و غیر فناوری اطلاعات و ارتباطات از دهه ۱۹۹۰ مورد توجه محققین قرار گرفته است. سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات به چهار زیر بخش تفکیک می شود: سرمایه نرم افزار، سخت افزار، خدمات و ارتباطات؛ اما از آنجا که خدمات جزء سرمایه‌گذاری محسوب نمی شود، به پیروی از سچر (۲۰۰۰)[۳۸] و پوجولا[۳۹] (۲۰۰۲) ارقام مربوط به خدمات از سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات حذف می‌گردد. همچنین به علت نبود آمار سایر این زیر بخش‌ها در ایران و برخی از کشورهای دیگر به صورت سری زمانی، در این مطالعه، مانند اکثر تحقیقات صورت گرفته در این زمینه، مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات به عنوان جانشینی برای سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات در نظر گرفته شده است. داده های مربوط به مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات به دلار آمریکا می باشد؛ که این داده ها از WDI(۲۰۱۰) اخذ گردیده است.

سرمایه خارجی فناوری اطلاعات و ارتباطات (سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات)

فناوری اطلاعات و ارتباطات نقش دوگانه ای در اقتصاد نوین دارد. از یک سو محصولات فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کامپیوتر و موبایل به عنوان سرمایه فیزیکی در کنار سایر عوامل تولید در فرآیند تولید شرکت دارند. با توجه به بهبود سریع در کیفیت تجهیزات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات و نیز کاهش بسیار زیاد قیمت در آن ها، تولیدکنندگان حداکثر کننده سود، آن ها را

---

۱. David Hioum

۲. Schreyer

۳. Pohjola

با نهاده‌های دیگر جایگزین می‌کنند که این روند جایگزینی نهاده ها، تعمیق سرمایه[۴۰] نام دارد. نقش دوم فناوری اطلاعات و ارتباطات، تأثیر آن در افزایش بهره وری کل عوامل تولید است. با افزایش سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره وری کل عوامل تولید از طریق تغییر در سازماندهی تولید، ترکیب نیروی کار، مدیریت و برقراری ارتباطات شبکه ای افزایش می یابد که این تأثیر غیر مستقیم را سرریز می‌نامند. مدل های رشد نئوکلاسیک، بر اثر مستقیم نهاده ها شامل فناوری اطلاعات و ارتباطات تأکید دارند، در حالیکه مدل های رشد درونزا، اثر سرریز را نیز به طور جداگانه در نظر می‌گیرند. لازم به ذکر است که مدل مورد بررسی در این تحقیق از نوع مدل های رشد درونزا می باشد. بررسی وجود سرریز توسط آلفرد مارشال و از قرن ۱۹ وارد اقتصاد گردید. سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق تجارت بین‌المللی بین کشورها به جریان می افتد. تجارت بین المللی یک کشور را قادر می‌سازد تا کالاهای واسطه‌ای متنوع تر و تجهیزات سرمایه ای بیشتر را در اختیار بگیرد؛ همچنین سبب ساز ایجاد کانال‌های ارتباطی می‌شود که یادگیری روش های تولید از کشورهای دیگر، طراحی محصولات، روش‌های سازمانی و شرایط بازار را تحریک می کند و در نهایت می تواند با فراهم کردن شرایط تقلید از فناوری‌های دیگران و مهندسی معکوس، امکان توسعه فناوری ها و محصولات جدید را ایجاد کند (کو و همکاران[۴۱]، ۱۹۹۷). بنابراین می توان تجارت بین المللی را مسیری برای انتقال فناوری دانست. برای اندازه‌گیری سرریزهای فناوری اطلاعات و ارتباطات و ارزیابی آثار آن در مدل برآوردی در مقاله از متغیر ICTF که نشان دهنده سرمایه گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشورهای دیگر و یا سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات می باشد؛ استفاده شده است و به منظور احتساب ICTF، بر اساس مطالعه سو و لی[۴۲] (۲۰۰۶) رابطه (۹) مورد استفاده قرار گرفته شده است:

$$ICTFtj = (TITt - ITtj) / (TIt - Itj) \qquad (۹)$$

که در آن ICTFtj اثر سرریز کشور j (هر کشور) در سال t، TITt کل سرمایه گذاری تمامی کشورها در فناوری اطلاعات و ارتباطات در سال t، ITtj سرمایه گذاری کشور j (هر کشور) در فناوری اطلاعات و ارتباطات در سال t، TIt کل سرمایه گذاری داخلی تمامی کشورها در سال t و Itj سرمایه‌گذاری داخلی کشور j (هر کشور) در سال t می باشد. در مقاله حاضر از داده های مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات به عنوان سرمایه گذاری کشورها در فناوری اطلاعات و ارتباطات استفاده شده است و داده‌های کل سرمایه-گذاری کشورها و مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات از WDI (۲۰۱۰) اخذ گردیده است.

سرمایه انسانی

علاوه بر سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات یکی دیگر از عوامل مؤثر بر بهره وری کل عوامل تولید، سرمایه انسانی (EDU) است. سرمایه انسانی شامل مهارت های انباشته شده در طول برنامه‌ها و آموزش‌های رسمی و غیر رسمی در سال های زندگی فرد، اعم از کودکی و بزرگسالی می باشد. آموزش شامل همه آموزش های دوران تحصیل و مهارت های فنی و حرفه ای می شود. علاوه بر آن ویژگی‌های فردی و شخصیتی و مهارت های ذهنی نیز در توانمندی های هر فرد ظاهر می شود و باعث بالا رفتن سطح سرمایه انسانی می شود. بنابراین اندازه گیری سطح سرمایه انسانی مشکل است و معمولاً دچار خطای برآورد می شود، لذا در تحلیل نتایج اثرات سرمایه انسانی می بایست با احتیاط عمل نمود. از نظر مبانی نظری سرمایه انسانی همانند سرمایه فیزیکی، توانمندی های یک کشور را برای تولید کالاها و خدمات افزایش می دهد. اغلب اقتصاددانان معتقدند که سرمایه گذاری در انسان و مخارج صرف شده در

---

۱. Capital Deeping

۲. Coe et al

۱. Seo and Lee

آموزش‌های شغلی و بهداشت نیروی کار، اثر مثبت بر بهره وری دارد و این اثر در بهره وری کل بیشتر است تا اثر بر رشد. در نظر نگرفتن سرمایه انسانی (تغییرات کیفیتی در نیروی کار) موجب می شود که رشد بهره وری کل بیش از حد برآورد شود.

لذا منکیو، رومر و ویل[۴۳] (۱۹۹۲) سرمایه گذاری در سرمایه انسانی را به عنوان یک متغیر در تابع تولید کاب داگلاس وارد کردند. آن ها دستاوردهای آموزشی را به عنوان جانشینی برای انباشت سرمایه در نظر گرفتند. مطالعات بالیامون لتز[۴۴] و محمودزاده (۱۳۸۶)، بر اهمیت سرمایه انسانی برای دستیابی به فناوری اطلاعات و ارتباطات و همچنین توزیع آن تأکید کرده اند. بر اساس این مطالعات، آموزش در دوره‌های راهنمایی و دبیرستان نقش مهمی در پذیرش و پخش فناوری دارد. در این مطالعه نرخ ناخالص ثبت نام در دوره متوسطه، به عنوان جانشینی برای سرمایه انسانی، مورد استفاده قرار گرفته شده است؛ که داده‌های مربوط به آن از WDI(۲۰۱۰) گرفته شده است.

روش تحقیق

این تحقیق به منظور بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید، براساس الگوهای اقتصادسنجی با استفاده از داده های تابلویی برای دوره زمانی (۲۰۰۸-۲۰۰۳) انجام شده است. روش داده های تابلویی می تواند اثرات متغیرهای مستقل را هم در طول زمان و هم در بین کشورها اندازه گیری نماید. مطالعه حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش علی است؛ به این معنی که به دنبال بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره وری کل عوامل تولید می باشد.

نحوه انتخاب کشورها

کشورهای انتخاب شده در این مطالعه بر پایه وجود آمارهای مربوط به فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه انسانی، و ارزیابی داده ها در دوره زمانی(۲۰۰۸-۲۰۰۳) بوده است که شامل ۴۵ کشور -۳۰ کشور در حال توسعه و ۱۵ کشور توسعه یافته- می باشد.

تصریح مدل

همانگونه که در مبانی نظری و مطالعات تجربی این مطالعه بیان گردید، فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید تأثیرگذار می باشد. این اثر هم ناشی از سرمایه گذاری در داخل کشور است و هم سرریزهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در سطح بین المللی و بین کشوری را در بر می‌گیرد. بنابراین متغیرهای ICTD وICTF که به ترتیب سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه خارجی فناوری اطلاعات و ارتباطات یا سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات می باشند؛ در مدل برآوردی وارد می‌شوند. علاوه بر سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات، یکی دیگر از عوامل تأثیرگذار بر بهره‌وری کل عوامل تولید، سرمایه انسانی است. سرمایه انسانی از یک سو به عنوان یکی از زیرساخت‌های لازم برای کسب منافع سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی فناوری اطلاعات و ارتباطات در نظر گرفته می‌شود؛ از سوی دیگر، ادبیات رشد، یکی از عوامل مؤثر بر بهره وری کل عوامل تولید را سرمایه انسانی معرفی می کند (کو، ۱۹۹۷)؛ بنابراین به منظور اطمینان از اثر خالص سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات، متغیر سرمایه انسانی به طور جداگانه وارد مدل می گردد. در این تحقیق، برای ورود سرمایه انسانی در مدل، از دیدگاه نلسون و فلپس (۱۹۹۶) که بر اساس مدل های رشد درونزا است، استفاده شده است. مدل مورد آزمون در این مقاله به صورت زیر تخمین زده شده است:

---

۲. Mankiw, Romer and Weil

۳. Baliamoune Lutz

$$\text{Log TFPit} = \alpha_0 + \beta \log \text{ICTDit} + \delta \log \text{ICTFit} + \gamma \log \text{EDUit} + \varepsilon it \quad (10)$$

که در مدل فوق Log TFPit لگاریتم بهره‌وری کل عوامل تولید، log ICTDit لگاریتم سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات، log ICTFit لگاریتم سرمایه خارجی (سرریز) فناوری اطلاعات و ارتباطات، log EDUit لگاریتم سرمایه انسانی، α_0 عرض از مبدأ، β ضریب لگاریتم سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات، δ ضریب لگاریتم سرمایه خارجی فناوری اطلاعات و ارتباطات، γ ضریب لگاریتم سرمایه انسانی، ε جزء اخلال، $i = 1, \ldots, n$ تعداد کشورها و $t = 1, \ldots, t$ تعداد سال ها می باشند. بر اساس آن چه که در مبانی نظری و مطالعات تجربی مطرح شد، انتظار می‌رود اثر متغیرهای مستقل مدل بر بهره وری کل عوامل تولید، مثبت باشد.

مدل ارائه شده بر پایه وجود آمارهای فناوری اطلاعات و ارتباطات ابتدا برای تمامی ۴۵ کشور منتخب، برای دوره زمانی (۲۰۰۸-۲۰۰۳) برآورد می گردد.

برآورد مدل

برای برآورد مدل از رابطه (۱۰) و روش داده های تابلویی استفاده شده و در ابتدا، معادله برای تمامی ۴۵ کشور مورد مطالعه برآورد شده است. سپس به منظور بررسی تکمیلی، مدل به تفکیک در دو سطح کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته آزمون شده است. در آغاز، به منظور تشخیص نوع مدل دو آزمون F و هاسمن انجام یافت که بر مبنای دو آزمون انجام شده، مدل مورد بررسی از نوع اثرات ثابت می‌باشد. بنابراین، براساس نتایج آزمون F که به منظور انتخاب بین روش حداقل مربعات معمولی و اثرات ثابت انجام شد و نیز بر پایه آزمون هاسمن که برای انتخاب از بین دو روش اثرات ثابت و تصادفی استفاده شد، مدل به روش اثرات ثابت برآورد گردید. نتایج مربوط به برآورد مدل در جدول (۱) گردآوری شده است. متغیر وابسته در مدل مورد آزمون، بهره وری کل عوامل تولید می باشد. متغیرهای مستقل و یا توضیحی مدل نیز عبارتند از: سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات، سرمایه خارجی فناوری اطلاعات و ارتباطات یا سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه انسانی.

جدول (۱) برآورد مدل برای ۴۵ کشور منتخب در دوره زمانی ۲۰۰۸-۲۰۰۳

متغیرهای توضیحی	ضرایب	آماره ی t	Prob
LICTD	۰/۷۰۸۰۴۶	۲۶/۵۴۹۵۲	۰/۰۰۰۰
LICTF	۰/۰۸۹۶۱۰	۶/۵۵۷۵۰۲	۰/۰۰۰۰
EDU	۰/۲۳۱۱۱۵	۳/۳۵۶۷۷۰	۰/۰۰۷۷
$\overline{R^2}$	۰/۹۹		
F_{test}	F= ۱۶۱۲/۲۰۸		
H_{test}	X^2 = ۱۶/۶۶۳		
Prob (F-statistic)	۰/۰۰۰۰۰۰		
روش برآورد	Fixed Effects		
اندازه نمونه	۴۵		
تعداد مشاهدات	۲۷۰		

منبع: محاسبات تحقیق

بر اساس جدول (۱) می توان نتیجه گرفت که تأثیر سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات، سرمایه خارجی فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه انسانی بر بهره وری کل عوامل تولید مثبت و در سطح بالایی معنی دار می باشد. این تأثیر مثبت، از مثبت بودن ضرایب متغیرهای مستقل مدل منتج می‌شود. همچنین با توجه به آماره ی t، می توان پی برد که هر سه متغیر مستقل مدل، معنی دار می‌باشند. براساس جدول (۱)، اگر سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات، یک درصد تغییر کند، بهره وری کل عوامل تولید ۰/۷۱ درصد در همان جهت تغییر می نماید؛ که در این جا می توان گفت، به ازای یک درصد افزایش در سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره وری کل عوامل تولید ۰/۷۱ درصد، افزایش می یابد. همچنین افزایش یک درصدی در سرمایه خارجی فناوری اطلاعات و ارتباطات، منجر به ۰/۰۹ درصد، افزایش در بهره وری کل عوامل تولید می گردد و نیز یک درصد افزایش در سرمایه انسانی، بهره‌وری کل عوامل تولید را ۰/۲۳ درصد، افزایش می دهد. با نگاهی به ستون ضرایب در جدول (۱)، می‌توان پی برد که ضریب اولین متغیر توضیحی (سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات)، بزرگتر از ضرایب دو متغیر توضیحی دیگر می باشد که این موضوع نشان از تأثیر بیشتر این متغیر بر بهره‌وری کل عوامل تولید، نسبت به دو متغیر دیگر دارد. این تأثیر مثبت که با توجه به سطح معنای آن با ۹۹ درصد اطمینان، معنی دار نیز می باشد؛ نتیجه ای است که با بسیاری از مطالب بیان شده در متون نظری و یافته‌های تجربی محققین، هماهنگی و سازگاری دارد. دومین متغیر توضیحی مدل، سرمایه خارجی فناوری اطلاعات و ارتباطات و یا سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات می باشد. همانگونه که انتظار می‌رفت، این متغیر نیز اثر مثبت و معنی داری بر بهره وری کل عوامل تولید می‌گذارد. سومین متغیر مستقل مورد بررسی سرمایه انسانی است و همانگونه که انتظار آن می رفت، اثر این متغیر نیز بر بهره وری کل عوامل تولید مثبت و معنی دار می باشد. بر اساس نظر نلسون و فلپس هرچه سطح تحصیلات بالاتر باشد، نیروی کار توانایی بیشتری در خلق، اجرا و پذیرش فناوری های جدید دارد؛ همچنین بیشتر می‌تواند خود را با فناوری‌های جدید وارداتی هماهنگ کند. در نتیجه باعث افزایش هرچه بیشتر بهره وری کل عوامل تولید می گردد. R۲ مدل برآورد شده برابر ۰/۹۹۶ وR۲ آن

نیز ۰/۹۹۷ می باشد؛ نزدیک بودن مقادیر این دو آماره نشان می دهد که می توان به درستی تصریح مدل، اطمینان بیشتری نمود. همچنین میزانR^2 بیان می‌کند که ۹۹٪ از تغییرات متغیر وابسته بهره وری کل عوامل تولید، توسط متغیرهای مستقل مدل توضیح داده می‌شود. احتمال آماره ی F در این الگو صفر است که نشانگر معنی دار بودن مدل برآورد شده می باشد. در ادامه مدل مورد آزمون، برای هر یک از گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به طور جداگانه و به روش داده های تابلویی برآورد شده است. برای برآورد مدل در کشورهای توسعه یافته و همچنین در حال توسعه منتخب، ابتدا آزمون F به منظور انتخاب بین روش حداقل مربعات معمولی و اثرات ثابت انجام شد؛ که نتایج حاصل از این آزمون برای هر دو گروه از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه نشان داد که مدل ها باید به روش اثرات ثابت برآورد گردند. همچنین نتایج آزمون هاسمن برای هر دو گروه از کشورها نیز ثابت نمود که مدل های مورد بررسی از نوع مدل های با اثرات ثابت می‌باشند.

جدول (۲) برآورد مدل برای کشورهای توسعه یافته منتخب در دوره زمانی ۲۰۰۸-۲۰۰۳

متغیرهای توضیحی	ضرایب	آماره ی t	Prob
LICTD	۰/۸۶۶۳۰۳	۲۷/۸۲۴۹۱	۰/۰۰۰۰
LICTF	۰/۰۴۹۹۶۶	۳/۵۸۳۴۰۴	۰/۰۰۰۷
LEDU	۰/۰۷۳۸۱۲	۲/۲۵۵۹۶۱	۰/۰۰۸۸
$\overline{R^2}$	۰/۹۹		
F_{test}	F= ۵۹۲/۸۲۷		
H_{test}	X^2=۲۴/۵۴۷		
Prob(F-statistic)	۰/۰۰۰۰۰۰		
روش برآورد	Fixed Effects		
اندازه نمونه	۱۵		
تعداد مشاهدات	۹۰		

منبع: محاسبات تحقیق

بر اساس جدول (۲)، که بر مبنای نتایج برآورد مدل (۱۰) برای ۱۵ کشورهای توسعه یافته منتخب در این تحقیق می باشد؛ اثر متغیرهای مستقل سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات، سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه انسانی، بر بهره وری کل عوامل تولید مثبت و با توجه به سطح معنا با ۹۹٪ اطمینان معنی دار است، اما بیشترین اثر به متغیر سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات مربوط می‌باشد. آماره ی R^2 در این مدل برابر۰/۹۹۶ و نزدیک به مقدار آماره ی R^2=۰/۹۹۵ می باشد که این موضوع به درستی نتایج مدل برآوردی برای کشورهای توسعه یافته، اذعان دارد. احتمال آماره ی F نیز معنی دار بودن مدل تصریح شده را تأیید می نماید.

جدول (۳) برآورد مدل برای کشورهای در حال توسعه منتخب در دوره زمانی ۲۰۰۸-۲۰۰۳

متغیرهای توضیحی	ضرایب	آماره ی t	Prob
LICTD	۰/۶۸۸۰۵۸	۲۵/۸۲۳۰۵	۰/۰۰۰۰

LICT	۰/۱۳۱۳۷۹	۷/۰۸۸۱۵۷	۰/۰۰۰۰
LED	۰/۱۰۷۸۳۵	۲/۶۴۲۵۴۱	۰/۰۰۹۶
$\overline{R^2}$	۰/۹۹		
F_{test}	F= ۷۳۱/۸۶۱		
H_{test}	X^2 = ۴/۹۷۷		
Prob(F-statistic)	۰/۰۰۰۰۰۰		
روش برآورد	Fixed Effects		
اندازه نمونه	۳۰		
تعداد مشاهدات	۱۸۰		

منبع: محاسبات تحقیق

نتایج برآورد برای کشورهای در حال توسعه نیز تقریباً مانند کشورهای توسعه یافته می باشد – یعنی سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی در فناوری اطلاعات و ارتباطات و همچنین سرمایه انسانی اثر مثبت و معنی داری بر بهره‌وری نیروی کار دارد. با این تفاوت که تأثیر سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات، بر بهره وری کل عوامل تولید در کشورهای توسعه یافته، بیشتر از تأثیر این متغیر در کشورهای در حال توسعه می باشد؛ چرا که ضریب رشد سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات برای کشورهای توسعه یافته برابر ۰/۸۶۶۳۰۳ می باشد، در حالیکه ضریب این متغیر برای کشورهای در حال توسعه ۰/۶۸۸۰۵۸ برآورد گردیده است. مدل تصریح شده بر اساس نتایج آماره F معنی دار است و نزدیکی مقادیر ۰/۹۹۵ = $\overline{R^2}$ و ۰/۹۹۶= R۲ نیز نشان از آن دارد که می توان به درستی نتایج مدل اطمینان بیشتری نمود.

نتیجه گیری

در این مقاله، در سه سطح نمونه ۴۵ کشور منتخب و سپس تفکیک آن ها به کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، به بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره وری کل عوامل تولید پرداخته شده است. نتایج حاصل از تخمین مدل با استفاده از روش داده های تابلویی، الگوهای نظری و یافته‌های تجربی پژوهشگران دیگر را تأیید می نماید. خلاصه‌ای از نتایج به دست آمده به صورت زیر می باشد:

• ضریب متغیر لگاریتم سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات، برای نمونه ۴۵ کشور ۰/۷۰۸ می‌باشد که بر اساس این یافته، اثر این متغیر توضیحی بر بهره وری کل عوامل تولید، مثبت و معنی‌دار می‌باشد. بنابراین افزایش در متغیر مستقل سرمایه-گذاری داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات، متغیر وابسته‌ی بهره‌وری کل عوامل تولید را در جهت مثبت افزایش می دهد. ضریب متغیر مستقل لگاریتم سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات برای کشورهای توسعه یافته ۰/۸۶۶ برآورد گردیده که باز هم اثر مثبت و معنا دار این ضریب بر بهره وری کل عوامل تولید تأیید می گردد؛ آن هم در سطحی بالاتر از برآورد اثر این متغیر برای تمامی ۴۵ کشور. میزان این ضریب برای کشورهای در حال توسعه و از جمله ایران ۰/۶۸۸ تخمین زده شده است. بنابراین اثر سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای توسعه یافته بیش از کشورهای در حال توسعه است.

توجیهی که در این مورد می‌توان ارائه کرد، نبود زیرساخت های مناسب برای جذب منافع به دست آمده از فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره وری در کشورهای در حال توسعه است.

- اثر متغیر لگاریتم سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره وری کل عوامل تولید با توجه به ضریب این متغیر مستقل در هر سه سطح کشورها، مثبت و معنی دار می باشد. بنابراین افزایش در سرمایه خارجی فناوری اطلاعات و ارتباطات موجبات افزایش در بهره وری کل عوامل تولید را به وجود می‌آورد.
- متغیر توضیحی سوم در این مدل، سرمایه انسانی می باشد. ضریب لگاریتم سرمایه انسانی در هر سه سطح نمونه ۴۵ کشور تحت آزمون، کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته منتخب، مثبت و معنی‌دار برآورد گردیده است.

فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق تعمیق سرمایه می تواند افزایش بهره وری نیروی کار و در نهایت توسعه اقتصادی را به ارمغان آورد. همچنین از طریق سرریزهای خود موجبات رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و رشد تولید را فراهم نماید؛ لذا سرمایه گذاری در این فناوری جدید، در دستیابی به رشد پایدار کشورها تأثیرگذار می باشد. اثر سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشورهای توسعه یافته بیشتر از کشورهای در حال توسعه برآورد گردیده است. این مطلب، بر نبود و یا کمبود زیرساخت‌های لازم (اقتصادی، اجتماعی و اطلاعاتی) برای جذب سودمندی های به دست آمده از سرمایه گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات، تأکید می کند. بنابراین دولت ها در کشورهای در حال توسعه، می بایست با مرور تجارب کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه ی موفق در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات، کشورها را در جذب حداکثر منافع فناوری اطلاعات و ارتباطات یاری رسانند. با توجه به اثر معنی‌دار سرمایه انسانی (سطح تحصیلات) بر افزایش بهره وری کل عوامل تولید، دولت ها باید از حداکثر توان آموزشی و تحقیقاتی برای طراحی برنامه های مناسب در زمینه کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات در آموزش و تربیت نیروی فنی آموزش دیده، متخصص و ماهر استفاده نمایند.

منابع

۱. پرویزیان، کوروش و صارمی، محمود (۱۳۸۴)، بهره وری و فناوری اطلاعات و ارتباطات در ایران: مطالعه سطح صنعت، فصلنامه مدرس علوم انسانی، شماره ۴۶، ص ۱۳۶-۱۰۳.

۲. جهانگرد، اسفندیار (۱۳۸۳)، ارزیابی آثار فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی و بهره‌وری صنایع کارخانه ای ایران، رساله دکتری، دانشگاه علامه طباطبایی، دانشکده اقتصاد.

۳. جهانگرد، اسفندیار (۱۳۸۵)، اقتصاد فناوری اطلاعات و ارتباطات، شرکت چاپ و نشر بازرگانی وابسته به مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، تهران.

۴. رحمانی، تیمور و حیاتی، سارا (۱۳۸۶)، بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره وری کل عوامل تولید؛ مطالعه بین کشوری، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۳۳، ص ۵۱-۲۵.

۵. علیرضایی، محمدرضا و افشاریان، محسن و آنالوئی، بیتا (۱۳۸۶)، محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید به کمک مدل های ناپارامتری تحلیل پوششی داده ها؛ با یک مطالعه موردی در صنعت برق، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۷۸، ص ۲۰۶-۱۷۷.

۶. کمیجانی، اکبر و محمودزاده، محمود (۱۳۸۷)، «نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد اقتصادی ایران (رهیافت حسابداری رشد) »، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۲۹، ص ۱۰۷-۷۵.

۷. کمیجانی، اکبر و محمودزاده، محمود (۱۳۸۷)، اثرات زیرساخت، کاربری و سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی کشورهای در حال توسعه، فصلنامه پژوهشهای بازرگانی، شماره ۴۹، ص ۷۳-۳۱.

۸. محمودزاده، محمود و اسدی، فرخنده (۱۳۸۶)، اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره وری نیروی کار در اقتصاد ایران، فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۴۳، ص ۱۸۴-۱۵۳.

۹. Abramovitz, Moses (۱۹۵۶), "Resource and Output Trends in the United states since ۱۸۷۰." American Economic Review ۴۶(۲): pp. ۵-۲۳.

۱۰. Antalion, G. (۱۹۱۱). "New Economy in Growth and Productivity". Oxford University Press, pp. ۲۴۲-۲۵۶.

۱۰. Ark, Bart Van, Piatkowski. K. (۲۰۰۶), "Measuring Productivity in the New Economy : Towards a European Perspective"; No. ۱, pp. ۸۷-۱۰۵.

۱۱. Baliamoune-Lutz, M.(۲۰۰۳), An Analysis of the Determinants and Effects of ICT Diffusion in The Developing Countries, Information Technology for Development,۱۰, ۱۵۱-۱۶۹.

۱۲. Bassanini, A. and S. Scarpetta, (۲۰۰۲), "Growth Technological Changes, and ICT Diffusion: Recent Evidence from OECD Countries"; Oxford Review of Economic Policy, Vol. ۱۸, No. ۳.

۱۳. Behan, F and Holmz, A. (۱۹۹۸). "The Faces of Information's and Communications Technology"; University of Pennsylvania,WP.

۱۴. Coe, D. and E. Helpman and W. Hoffmaister, (۱۹۹۷), North South R&D Spillovers. The Economic Journal, Vol. ۱۰۷, pp. ۱۳۴-۱۴۹.

۱۵. Cohen, A and Hitt, L. (۲۰۰۰). "New Evidence and Results of IT"; The Institute for Fiscal Studies.

۱۶. Daveri, Francesco, (۲۰۰۲). "Is Growth an Information Technology Story in Europe Too?" Working Paper, Parma, Italy: Universidad Parma.

۱۷. Dedrick , J. Vijay Gurbaxani and Kenneth L. Kraemer. (۲۰۰۳), "Information Technology and Economic Performance: A Critical Review of the Empirical Evidence. "Center for Research on Information Technology and Orgnizations. University of California, Irvine.

۱۸. Dewan, Sanjeev and Kenneth, L. Kraemer, (۲۰۰۱)." Information Technology and Productivity": Preliminary Evidence from Country Level Data" Management science, pp. ۵۴۸-۵۶۲.

۱۹. Haacker, M and Morsink, J. (۲۰۰۲), "You say You Want a Revolution: Information Technology and Growth." IMF WP ۰۲/۷۰.

۲۰. Hiuom, D (۱۹۴۸), "Stock and Banking, the new evidence".

۲۱. Jorgenson, D. W and Stiroh, J.K, (۱۹۹۵). "Raising the Speed Limit U.S Economic Growth in the Information Age"; Brookings Paper on Economic Activity, pp. ۱۲۵-۲۱۱.

۲۲. Jorgenson, Dale W. And Motohashi, K. (۲۰۰۵), "ICT and Growth." Economics Of Innovation and New Technology, ۳۳-۵, pp. ۱۹۶-۲۱۷.

۲۳. Jorgenson, D. W and Vu, K. (۲۰۰۶), " Information Technology and the World Growth Resurgence", National University of Singapore. A.

۲۴. Kendrick, John W. (۱۹۵۶), "Productivity Trends: Capital and Labor." Review of Economics and Statistics, ۳۸, pp.۲۴۸-۲۵۷.

۲۵. Kodres, J (۲۰۰۱), "Productivity Growth in U.K Industries, ۱۹۷۰-۲۰۰۰: Structural Changes and the Role of ICT", Oxford University Press, pp. ۲۴۲-۲۵۶.

۲۶. Lee, S.Y.T,and R. Gholami, and T.Y. Tong (۲۰۰۵), "Time Series Analysis in the Assessment of ICT Impact at the Aggregate Level-Lessons and Implications for the New Economy"; Information & Management ۴۲, pp. ۱۰۰۹-۱۰۲۲.

۲۷. Lee , S.Y.T,and X. J. Guo (۲۰۰۵), " ICT and Soillovers": A Panel Analysis. Departman Of Information System, National University of Singapore.

۲۸. Litter, R. (۱۸۸۳). "Projecting the Economic Impact of the ICT". American Economic Review, pp. ۳۱۳-۳۲۲.

۲۹. Mankiw, Romer, P. Weil, (۲۰۰۲), "Endogenous Technological Changes"; Journal of Political Economy, Vol. ۹۸, No. ۵.

۳۰. OECD (۱۹۹۱). Organization for Economic Co-Operation and Development.

۳۱. Oliner, D.S and Sitchel, D. (۱۹۹۴), "Information Technology and Productivity: Where Are We Now and Where Are We Going?"; Federal Reserve Bank Conference on Technology.

۳۲. Oulton, Nicholas (۲۰۰۱), "Productivity Growth in U.K Industries, ۱۹۷۰-۲۰۰۰: Structural Changes and the Role of ICT", Working Paper No. ۲۵۹, London School of Economics, pp. ۱-۵۶.

۳۳. Pohjola. M, (۲۰۰۱). " Information Technology and Economic Growth: A Cross-Country Analysis"; In Pohjola, Matti Ed., Information Technology and Economic Development, Oxford University Press, pp. ۲۴۲-۲۵۶.

۳۴. Pohjola. M, (۲۰۰۲)," The New Economy: Facts, Impacts and Policies"; Information Economics and Policy, No. ۱۴, pp. ۱۳۳-۱۴۴.

۳۵. Quesnay, L, (۱۷۶۶). Productivity definitions, Economical Researches.

۳۶. Rincon, A and Vecchi, M. (۲۰۰۴). "The Dynamic Impact of ICT Spillovers on Company's Productivity Performance". National Institute of Economic and Research.

۳۷. Roach, Stephen S., (۱۹۹۱). "Services Under Siege: the Restructuring Imperative"; Harvard Business Review, ۳۹۲, pp. ۸۲-۹۲.

۳۸ Schreyer, Paul, (۲۰۰۰),"The Contribution of Information and Communication Technology to Output Growth"; Statistical Working Party, ۹۹:۴.

۳۹. Seo H-J and Lee SL. (۲۰۰۶), "Contribution of Information and Communication Technology to Total Factor Productivity and Externalities Affects", Information Technology For Development. Vol. ۱۲(۲), pp. ۱۵۹-۱۷۳.

۴۰. Shephard, Neil (۱۹۹۷). FBA, Professor of Economist at the University of Oxford.

۴۱. Shiu, A. and A. Heshmati, (۲۰۰۶)," Technical Changes and Total Factor Productivity Growth for Chinese Provinces: A Panel Analysis"; IZA, Discussion Paper No. ۲۱۳۳.

۴۲. Solow, Robert (۱۹۸۷). "We would Better Watch Out"; New York Times Book Review.

۴۳ WDI. (۲۰۱۰), World Development Indicator

The Impact of ICT onTotal Factor Productivity in Selected Countries of The World

Ahmad Jafarisamimi[*]
Alireza daghighiasli[**]
Mah shad Arab[***]

Abstract:

In recent years, Information and Communications Technology has the greatest impact on different aspects of human's life including effect of this technology on all economic sectors. In particular, ICT has increased Total Factor Productivity in many countries of the world especially developed countries from the second half of the ۱۹۹۰s. ICT capital has characteristics of knowledge commodity. Hence, it is able both through capital deepening and by its overflowing effect to affect productivity. This paper investigates ICT impact on TFP using Panel Data Method for the sample of selected developing and developed countries within the time period ۲۰۰۳-۲۰۰۸. Results of this study indicate that ICT internal investment and ICT external capital or the very ICT overflow, both, have positive and significant effect on TFP both in the sample of all the selected developing countries and in the sample of developed countries. In addition, effect of human capital on TFP in both samples of developed countries and selected developing countries was found positive.

Keywords: Information&Communication Technology(ICT),Overflow ICT, Total Factor Productivity (TFP), Panel Data Approach, Human Capital.
JEL Classification: D۲٤; J۲٤.

*Professor Economics Mazandaran university, E.Mail: jafarisa@yahoo.com
**Assistan Professor Azad univesity tehran markaz,E.Mail: daghighiasli@gmail.com
***M.A Student, E.Mail: mahshad.arab@gmail.com