

بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در

کشورهای منتخب جهان

دکتر احمد جعفری صمیمی*

دکتر علیرضا دقیقی اصلی**

مه‌شاد 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 بخش‌های اقتصاد می‌باشد. به طور خاص فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره‌وری 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 ویژگی‌های کالای دانش را داشته؛ بنابراین قادر است نه تنها از طریق تعمیق سرمایه، بلکه توسط اثرات سرریز خود، بهره‌وری را تحت تأثیر قرار دهد. این مقاله به بررسی و مقایسه تأثیر فناوری اطلاعات بر بهره‌وری کل عوامل تولید با استفاده از روش داده‌های 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 معنی‌داری بر بهره‌وری 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 بهره‌وری کل عوامل تولید، در هر دو نمونه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه مثبت یافت گردید.

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

طبقه بندی JEL: D24؛ J24.

Jafarisa@yahoo.com

Daghighiasli@gmail.com

mahshad.arab@gmail.com

*استاد اقتصاد، عضو هیئت علمی دانشگاه مازندران

**استادیار دانشکده اقتصاد و حسابداری واحد تهران مرکزی

***دانشجوی کارشناسی ارشد علوم اقتصادی

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، پاسخ گویی با شیوه های سنتی دیگر جوابگوی انسان ها در زمینه انتقال سریع اطلاعات نبوده و بنابراین نیاز به شیوه های جدیدتر به شدت احساس می شود. 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^۱، 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 همه ی 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 گونه ای که وقوع این انقلاب، عصر حاضر را با سایر دوران ها متفاوت کرده است. در اواسط قرن ۱۹ میلادی راه آهن جدیدترین فناوری به حساب می آمد و موجب تغییر روش های کسب و کار شده بود. اما وقوع انقلاب اطلاعات و ارتباطات به طور گسترده ای تمام حوزه های 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 می باشد. بررسی ها حاکی از آن است که در سال ۱۹۶۵ فناوری اطلاعات و ارتباطات حدود ۵ درصد از هزینه های سرمایه گذاری شرکت ها را به خود اختصاص داده است؛ این رقم در دهه ۱۹۸۰ به ۱۵ درصد 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 نشان دهنده 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 شرکت ها تبدیل شود. رابرت سولو^۲ دریافت کننده جایزه نوبل در ۱۹۸۷ به خوبی نقش اصلی فناوری اطلاعات و ارتباطات

1. Information and Communication Technology (ICT)

2. Robert Solow

بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب جهان ۳

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 می‌باشد. همچنین پارادوکس بهره‌وری بیان شده توسط سولو (۱۹۸۷) که: «ما کامپیوتر را در همه جا می‌بینیم ولی در آمارهای بهره‌وری نمی‌بینیم»؛ نقطه آغاز مطالعات و پژوهش‌های 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 بهره‌وری 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 سرمایه‌گذاری شرکت‌ها در سرمایه‌دانش پرداخته شده است. در این مطالعات سرمایه‌دانش که در کنار سرمایه‌فیزیکی بنگاه‌ها قرار می‌گیرد، اشکال گوناگونی دارد؛ از برنامه‌های نرم‌افزاری و پایگاه داده‌ها گرفته تا نتایج تحقیق و توسعه‌ها. این مطالعات نشان می‌دهند که بنگاه‌های آمریکایی بیش از یک تریلیون دلار در یک سال، برای سرمایه‌دانش هزینه کرده‌اند و یا در واقع سرمایه‌گذاری نموده‌اند که برابر با مقداری است که این بنگاه‌ها در مدت مذکور سرمایه‌گذاری فیزیکی انجام داده‌اند. البته باید اشاره نمود که این روند سرمایه‌گذاری در کالاهای دانش - همانند فناوری اطلاعات و ارتباطات که ویژگی‌های کالای دانش را دارد - پس از سال ۱۹۹۰ شتاب بیشتری به خود گرفت؛ زیرا در حدود ۸۰ درصد رشد بهره‌وری آمریکا طی دهه ۱۹۹۰ ناشی از توسعه و به‌کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات بود. این در حالی بود که پژوهش‌های اولیه در سال‌های پایانی دهه ۱۹۸۰ و سال‌های ابتدایی دهه ۱۹۹۰ رابطه‌ای را میان رشد بهره‌وری و سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات نشان نمی‌داد. اما از قرار معلوم با اصلاح روش‌های اقتصادسنجی، 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. پژوهش‌های 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 توسعه‌یافته بیشتر از مطالعات به‌انجام رسیده در کشورهای در حال توسعه می‌باشد.

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 معنی‌دار می‌باشد که این معنی‌داری در کشورهای توسعه‌یافته با توجه به زیرساخت‌های مناسبی نظیر سرمایه‌انسانی متخصص و آزادی تجاری - بیشتر از کشورهای در حال توسعه می‌باشد. هدف این مقاله، بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب جهان می‌باشد. به منظور آزمون مدل‌های 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 (۲۰۰۳-۲۰۰۸) 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 سازمان‌ها و افراد مختلف ارائه شده است. سازمان همکاری‌های اقتصادی^۱، فناوری اطلاعات و ارتباطات را مجموع صنایع تولیدی و خدماتی که برای نگهداری، انتقال و نمایش داده‌ها و اطلاعات به صورت الکترونیکی استفاده می‌شود؛ می‌داند. دبیرخانه شورای عالی انفورماتیک ایران فناوری اطلاعات را مجموعه به هم پیوسته‌ای از روش‌ها، سخت‌افزارها، نرم‌افزارها و تجهیزات ارتباطی می‌داند که اطلاعاتی را در اشکال گوناگون (صدا، تصویر و متن) جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، بازیابی، پردازش، انتقال و یا عرضه می‌کند. در این رابطه برخی از محققین نیز براساس مطالعاتشان اقدام به تعریف فناوری اطلاعات و ارتباطات کرده‌اند. شفارد^۲ (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^۳ (۱۹۹۸) در مطالعه خود فناوری اطلاعات و ارتباطات را اینگونه تعریف کرده‌اند: «اصطلاح فناوری اطلاعات و ارتباطات برای توصیف فناوری‌هایی به کار می‌رود 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^۴ (۲۰۰۰) در این باره با منافع ناشی از بهره‌وری شروع نموده و سپس فناوری اطلاعات را یک ابزار جدید برای انتقال فعالیت‌های تجاری و باز نمودن تسهیلات و امکانات نهادی جدید معرفی می‌کنند. در ایران پرویزیان و صارمی (۱۳۸۵) در مطالعه‌ای با عنوان «بهره‌وری و فناوری اطلاعات در ایران» بیان کرده‌اند: «فناوری اطلاعات به مجموعه‌ای از دانش فنی، روش‌ها، سیستم‌ها، تجهیزات سخت‌افزاری و نرم‌افزاری و قواعد و مدارکی اطلاق می‌شود که برای تولید، توزیع، انتقال، ذخیره‌سازی و به کارگیری

1. OECD
2. Shephard
3. Behan and Holmz
4. Cohen et al

بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب جهان ۵

اطلاعات (صوتی، تصویری، متنی، عددی) به کار می‌رود.» در مجموع می‌توان گفت فناوری اطلاعات و ارتباطات، پدیده‌ای است که از به کارگیری وسیع سیستم‌های 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 می‌گردد که از جمله این اثرات می‌توان به تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری اشاره کرد.

مفهوم بهره‌وری و بهره‌وری کل عوامل تولید

از ابتدای ورود اصطلاح بهره‌وری به ادبیات اقتصادی بیش از یک قرن می‌گذرد. 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 جامعه‌شناسی و مدیریت اتفاق نظر در مورد مفهوم بهره‌وری حاصل نشده است. واژه بهره‌وری برای اولین بار در مقاله‌ای توسط شخصی با نام کوئیزی^۱ (۱۷۶۶) آورده شد. بعد از گذشت بیش از یک قرن در سال ۱۸۸۳ فردی به نام لیتز^۲ 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. آنتالین^۳ در سال ۱۹۱۱ بیان نمود: «بهره‌وری به مفهوم رابطه بین حجم تولید و مدتی معین و حجم کل عوامل تولید است» (بخشعلی، ۱۳۷۵، ص ۱۲۹). پرویزیان و صارمی (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای بیان کرده‌اند: «بهره‌وری عبارتست از نسبت بین کلیه ستانده‌های محسوس به نهاده‌های محسوب.» بهره‌وری تقسیم‌بندی‌های متفاوتی داشته از جمله به بهره‌وری جزئی^۴ یا بهره‌وری عوامل تولید (نیروی کار و سرمایه) و بهره‌وری کل عوامل تولید می‌توان اشاره کرد. در محاسبات بهره‌وری علاوه بر بهره‌وری نیروی کار^۵ و بهره‌وری سرمایه^۶، بهره‌وری چند عاملی نیز مدنظر است که اندازه‌گیری مناسبتری را نشان می‌دهد. در اینجا آنچه موردنظر می‌باشد؛ بهره‌وری کل عوامل تولید^۷ (TFP) است. بهره‌وری کل عوامل تولید بیانگر متوسط تولید به ازای هر واحد از کل منابع تولید است که نقش این شاخص در بخش‌های سرمایه‌بر اقتصاد، همچون بخش صنعت، چشمگیرتر است. علیرضائی، افشاریان و آنالوئی (۱۳۸۵) طی مطالعه‌ای

1. Quesnay
2. Littre
3. Antalio
4. Partial Productivity
5. Labor Productivity
- 6 Capital Productivity
7. Total Factor Productivity

اقدام به محاسبه رشد بهره وری کل عوامل تولید به کمک مدل های ناپارامتری تحلیل پوششی داده ها کرده اند؛ آنها شاخص بهره وری کل عوامل تولید را نسبت درآمد کل به هزینه کل، در یک واحد تصمیم گیرنده دانسته اند.

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 شکل های سنتی سرمایه، به عنوان تکنولوژی تولید استفاده می شود (ددریک، گورباکسانی و کرامر^۱، 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 بهره وری 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 ویژگی ها 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 می باشد. فناوری اطلاعات و ارتباطات به دلیل دارا بودن ویژگی های دانش سرریزهایی را ایجاد می کند و این به آن معنی است که دانش تولید شده نمی تواند به طور کامل به وسیله بنگاه ها، صنایع و کشورهای ایجاد

بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب جهان ۷

کننده آن محفوظ بماند، بلکه به راحتی بین بنگاه‌ها، صنایع و کشورهای دیگر گسترش می‌یابد (رینکن و وکچی^۱، ۲۰۰۴). اثرات سرریز سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات موجب می‌شود که فناوری اطلاعات و ارتباطات به طور غیر مستقیم و از طریق رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، بر رشد محصول تأثیر بگذارد. برای بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید، روش‌های گوناگونی وجود دارد. مطالعات نظری که تا کنون برای بررسی نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری در تولید انجام شده شاخص‌های خود را از توابع تولید ضمنی یا تئوری توزیع و یا از توابع تولید صریح استخراج نموده‌اند (جهانگرد، ۱۳۸۴، ص ۱۰۹)، که از این میان توابع ضمنی تولید بیشترین مورد استفاده را داشته‌اند. مطالعات کندریک^۲ در دهه ۱۹۵۰ که مبتنی بر توابع تولید ضمنی برای برآورد بهره‌وری بود؛ به قابل استفاده نمودن مفهوم بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) در اقتصاد کمک زیادی نمود. همچنین در این زمینه آبراموویتز^۳ (۱۹۵۶) نیز باقیمانده‌ای 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:

$$(dY / Y) - \alpha (dN / N) - \beta (dK / K) = \text{residual} \quad (۱)$$

که در آن α و β سهم سرمایه و نیروی کار، K مبین سرمایه و N نیروی کار می‌باشد. کندریک در سال ۱۹۶۱ نیز برای برآورد بهره‌وری 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 بهره‌وری با بستر روش‌های پارامتریک، اولین بار در سال ۱۹۵۷ توسط تحقیقات مشهور رابرت سولو مطرح شد. او در مطالعات گسترده خود در بررسی رشد بهره‌وری ایالات متحده آمریکا، رشد بهره‌وری را به پیشرفت در تکنولوژی و دانش فنی نسبت داد. از آن جایی که تحقیقات سولو به صورتی کاملاً بدیع قادر به پاسخ‌گویی و توجیه برخی اتفاقات اقتصادی بود که پیش از این توجیهی برای آن‌ها وجود نداشت، پایه و اساس تحقیقات بسیاری از دانشمندان قرار گرفت. سولو برای تأثیر فناوری در بهره‌وری از یک تابع تولید ضمنی و رابطه (۲) با فرض فناوری خنثی - هیکسی استفاده نمود، که روش سولو تا حدود زیادی به پسماند آبراموویتز 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

1. Rincon and Vecchi
2. Kendrick
3. Abromovitz

بازدهی ثابت نسبت به مقیاس و رقابت کامل را مورد بررسی قرار داد. پسماند سولو به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$t = \dot{V}ait - \sum S_{j.it} \dot{x}_{j.it} \quad (2)$$

که $S_{j.it}$ ارزش افزوده با شاخص سهم هزینه ای، \dot{J} به عنوان وزن و $\dot{V}ait$ 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، ص ۱۱۳). 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^۱ (۲۰۰۶) و آرک و پیاتکوسکی^۲ (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:

$$Y = F(A, K, H, S, T, L) \quad (3)$$

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:

$$\frac{\hat{A}}{A} = \frac{r_k K}{Y} \frac{\hat{r}_k}{r_k} + \frac{r_s S}{Y} \frac{\hat{r}_s}{r_s} + \frac{r_H H}{Y} \frac{\hat{r}_H}{r_H} + \frac{r_T T}{Y} \frac{\hat{r}_T}{r_T} + \frac{wL}{Y} \frac{\hat{w}}{w} \quad (4)$$

1. Jorgenson et al
2. Ark and Piatkowski

بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب جهان ۹

که در رابطه (۴)، $\hat{\alpha}$ نرخ تغییر زمانی و rK, rT, rS, rH قیمت‌های اجاره‌ای سخت‌افزار، نرم‌افزار، سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه غیر فناوری اطلاعات و ارتباطات را نشان می‌دهد. از این روش می‌توان 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 می‌گردد 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 نهاده‌های 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 می‌توان شاخصی را برای بهره‌وری کل عوامل تولید استخراج کرد (به طور مثال تغییرات بهره‌وری 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 بهره‌وری کل عوامل تولید را به کمک معادله زیر به دست آورد:

$$\frac{\hat{T F P}}{T F P} = \lambda + \alpha \frac{\hat{K}_{I C T}}{K_{I C T}} + \varepsilon \quad (5)$$

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

$$\alpha \frac{\hat{K}_{I C T}}{K_{I C T}} = \frac{\partial Y}{\partial K_{I C T}} \frac{K_{I C T}}{Y} \frac{\hat{K}_{I C T}}{K_{I C T}} \implies \alpha \frac{\hat{K}_{I C T}}{K_{I C T}} = \sigma \frac{\hat{K}_{I C T}}{Y}$$

$\sigma = \frac{\partial Y}{\partial K}$ ، نرخ بازدهی فناوری اطلاعات و ارتباطات است. با این فرض که از استهلاک صرف‌نظر کنیم و آنرا تقریباً نزدیک به صفر در نظر بگیریم، می‌توانیم سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات را به عنوان تقریبی از سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات در نظر بگیریم. در نتیجه می‌توان به جای استفاده از معادله ۵ برای برآورد سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، از معادله ۶ به صورت زیر استفاده نمود:

$$\frac{\hat{T F P}}{T F P} = \lambda + \sigma \frac{\hat{I C T}}{Y} + \varepsilon \quad (6)$$

ICT در این رابطه معرف سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌باشد و σ بازدهی مازاد تولید نسبت به سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت، فناوری اطلاعات و ارتباطات علاوه بر افزایش رشد تولید و بهره‌وری نیروی کار از طریق سهم درآمدی خود، به وسیله اثرات مازادی که ایجاد می‌کند موجب افزایش رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و از آن طریق

رشد محصول می‌گردد. 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 بهره‌وری کل عوامل تولید مورد استفاده قرار گرفته است)، از اشکال دیگر تابع تولید نیز استفاده می‌گردد. از جمله این توابع می‌توان 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 بهره‌وری نیروی کار بوده؛ بنابراین در اینجا به دلیل تمرکز بر روی بهره‌وری کل عوامل تولید از تشریح بیشتر این توابع تولید صرف‌نظر می‌کنیم.

مطالعات تجربی

مطالعات اولیه که در سطح کلان بررسی شده‌اند و از داده‌های دهه ۱۹۸۰ استفاده کرده‌اند، به این نتیجه رسیدند که رابطه منفی بین بهره‌وری در سطح کلان و فناوری اطلاعات و ارتباطات وجود دارد (راج^۱ (۱۹۹۱، ۱۹۸۹، ۱۹۸۷)، اولینر و سیچل^۲ (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 جرجسون^۳ (۱۹۹۵) سهم تقریباً متوسطی از فناوری اطلاعات و ارتباطات را بر روی رشد بهره‌وری طی دوره (۱۹۷۳-۱۹۹۵) گزارش می‌کند. اکثر مطالعاتی که در زمینه بررسی رابطه بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و بهره‌وری و رشد اقتصادی طی دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰ انجام گرفته‌اند؛ در آمریکا بوده است که نتیجه غالب این تحقیقات نشان از کاهش رشد بهره‌وری ملی آمریکا داشته است. عده‌ای این وضعیت را پارادوکس بهره‌وری می‌نامیدند. رابرت سولو در سال ۱۹۸۷ نظریه پارادوکس بهره‌وری را با جمله: شما می‌توانید کامپیوتر را در همه جا ببینید به جز در آمارهای بهره‌وری عنوان نمود که این نظریه و مطالعات دهه ۱۹۸۰ که ارتباطی را بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و بهره‌وری اقتصاد آمریکا نیافته بود؛ تا مدتی موضوع غالب محافل علمی بود. ولی با احیا رشد بهره‌وری آمریکا در اواسط دهه ۱۹۹۰، مطالعات با محوریت فناوری اطلاعات و ارتباطات سرعت بیشتری پیدا کرد. بر مبنای مطالعات اولینر و سیچل (۲۰۰۰) و جرجسون و استیرو (۲۰۰۱) شتاب در بهره‌وری و رشد اقتصادی آمریکا در دهه ۱۹۹۰ به اثر معنی‌دار و مهم سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و

1. Roach
2. Oliner and Sitchel
3. Jorgenson and Stiroh

بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب جهان ۱۱

ارتباطات نسبت داده شده است. دوان و کرامر^۱ (۲۰۰۱) با استفاده از روش داده‌های تابلویی و داده‌های ۳۶ کشور طی دوره (۱۹۸۵-۱۹۹۳) 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 نمی‌باشد. مطالعات انجام شده در اواخر دهه ۱۹۹۰ در انگلیس توسط اولتون^۲ (۲۰۰۱) و کودرس^۳ (۲۰۰۱) نشان از آن دارد که رشد بهره‌وری کل و بهره‌وری نیروی کار، متأثر از تعمیق سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌باشد. پوجولا^۴ (۲۰۰۱) در دوره (۱۹۸۵-۱۹۹۹) و به روش داده‌های 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 درآمد بالا معنی دار و مثبت ولی در کشورهای در حال توسعه بی معنی و مثبت است. مطالعه هاگر و مورسینک^۵ (۲۰۰۲) در دو مقطع زمانی (۱۹۸۵-۱۹۹۵) و (۱۹۹۶-۲۰۰۰) در بیست کشور صنعتی و اروپایی با استفاده از روش داده‌های تابلویی نشان می‌دهد که فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید و رشد اقتصادی تأثیر مثبت داشته است. باسانینی و اسکارپتا^۶ (۲۰۰۲) در طی دوره (۱۹۸۰-۲۰۰۰) به بررسی عملکرد رشد و بهره‌وری در بین کشورهای سازمان همکاری‌های اقتصادی پرداخته‌اند. بر مبنای نتایج آنها، میان سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، رابطه مثبتی وجود دارد. داوری^۷ (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 استثنای 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 بهره‌وری در نبود همبستگی قوی میان سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد بهره‌وری، در این کشورها شدت پیدا می‌کند. پاپایونو (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای به بررسی

1. Dewan and Kraemer
2. Oulton
3. Kodres
4. Pohjola
5. Haacker and Morsink
6. Bassanini and Scarpetta
7. Daveri

اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری 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 معنی‌داری بر رشد اقتصادی و بهره‌وری در کشورهای بررسی شده دارد و حال آنکه این تأثیر در کشورهای در حال توسعه بیشتر است. بررسی نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل و رشد اقتصادی کشورهای اروپایی شرقی و مرکزی در مقایسه با ۱۵ کشور اروپایی و آمریکا مطالعه‌ای 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. جرجسون و موتوهایشی^۱ (۲۰۰۵) با تأکید بر نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات به بررسی منابع رشد اقتصادی ژاپن و آمریکا پرداخته‌اند؛ که بر طبق نتایج این بررسی سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد و بهره‌وری کل، پس از (۱۹۹۵) افزایش یافته است. لی، غلامی و تانگ^۲ (۲۰۰۵) به بررسی رابطه علی بین سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات و بهره‌وری کل عوامل تولید برای ۲۰ کشور توسعه یافته و در حال توسعه در دوره زمانی (۲۰۰۰-۱۹۸۰) پرداخته‌اند. نتایج بررسی آنها نشان می‌دهد کشورهایی که همواره به سرمایه‌گذاری بلند مدت روی فناوری اطلاعات و ارتباطات، بخش‌های زیربنایی، سرمایه‌گذاری‌های مکمل در ارتباطات و منابع انسانی بیشتر پرداخته‌اند، به میزان قابل توجه‌تر و بیشتری قادر به جذب منافع ناشی از سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات هستند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً عوامل مکمل فناوری اطلاعات و ارتباطات، در تفاوت بازدهی‌های حاصل از سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات، در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته، نقش مهمی دارند. هشمتی و شیو^۳ (۲۰۰۶) به بررسی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید ناشی از فناوری اطلاعات و ارتباطات در ۳۰ ایالت چین در دوره زمانی (۲۰۰۳-۱۹۹۳) با استفاده از روش داده‌های تابلویی پرداخته‌اند. براساس یافته‌های آنها فناوری اطلاعات و ارتباطات اثر مثبت و معنی‌داری بر رشد تولید و رشد بهره‌وری کل عوامل دارد اما این اثر کوچک است. در ایران مشیری و جهانگرد (۱۳۸۳) به مطالعه آثار فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد و بهره‌وری ایران طی سال‌های (۱۳۸۰-۱۳۴۸) پرداخته‌اند. نتایج حاصل از برآورد آنها که البته بیشتر به رشد اقتصادی تأکید داشته‌اند، 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 کرده‌اند. نتایج این

1. Jorgenson and Motohashi
2. Lee, Gholami and Tong
3. Shiu and Heshmati

بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب جهان ۱۳

مطالعه حاکی از آن است که سرمایه‌گذاری داخلی در فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرریزهای بین‌المللی فناوری اطلاعات و ارتباطات هر دو اثر مثبت و معنی‌داری بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، هم در نمونه کشورهای توسعه‌یافته و هم در کشورهای در حال توسعه دارند که البته این اثر در کشورهای توسعه‌یافته بیش از کشورهای در حال توسعه است. محمودزاده (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای اقدام به بررسی اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل در کشورهای در حال توسعه منتخب (۲۰۰۳-۱۹۹۵) نموده است. یافته‌های حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات، سرمایه‌انسانی، باز بودن اقتصاد و نرخ پس‌انداز تأثیر مثبت و معنی‌داری بر بهره‌وری کل دارند.

نحوه محاسبه متغیرها، منابع داده‌ها و روش تحقیق

بهره‌وری 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 می‌شود:

$$Y = A K^\alpha L^\beta \quad (7)$$

$$A = Y / (K^\alpha L^\beta) \quad (8)$$

که در تابع فوق، Y تولید ناخالص داخلی (GDP)، K ذخیره سرمایه کل، L نیروی کار، A بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)، $0 < \alpha < 1$ و $0 < \beta < 1$ کشش تولید نسبت به سرمایه و $\alpha + \beta = 1$ می‌باشد. می‌توان با داشتن داده‌های تولید ناخالص داخلی، ذخیره سرمایه و نیروی کار، بهره‌وری کل عوامل تولید را محاسبه نمود.

در بسیاری از مطالعات بین‌کشوری به انجام رسیده؛ محققین غالباً α را برابر $0/3$ (سهام درآمدی سرمایه) و β (سهام درآمدی نیروی کار) را برابر $0/7$ قرار می‌دهند (هاکر و مورسینک^۱ (۲۰۰۰)، لی و گو (۲۰۰۵) و نیز برای همه کشورهای یکسان در نظر می‌گیرند (لی و گو ۲۰۰۵). در این تحقیق نیز α برای سهم درآمدی سرمایه برابر $0/3$ و β برای نیروی کار $0/7$ در نظر گرفته شده و بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) بر اساس رابطه (۸)، محاسبه شده است. GDP، تولید ناخالص داخلی به دلار آمریکا است که داده‌های آن از WDI (2010)، اخذ شده است. L تعداد نیروی کار است که آمارهای مربوط به آن از WDI (2010) گرفته شده است. K ذخیره سرمایه (سرمایه فیزیکی) است. سرمایه فیزیکی موجودی تجهیزات و ابزارهایی است که برای تولید انواع کالاها و خدمات استفاده می‌شود. داده‌های سرمایه فیزیکی برای کشورهای مورد بررسی در این تحقیق، موجود نمی‌باشد. بنابراین ابتدا باید به محاسبه سرمایه فیزیکی برای کشورهای مورد نظر پرداخت. یکی از روش‌های محاسبه سرمایه فیزیکی

1.Haacker and Morsink

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 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 (معمولاً یک سال). بر اساس دیدگاه دیوید هیوم^۱، 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 (WDI (2010 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 سرمایه گذاری محسوب نمی شود، به پیروی از سچر^۲ (۲۰۰۰) و پوجولا^۳ (۲۰۰۲) ارقام مربوط به خدمات از

1. David Hioum
2. Schreyer
3. Pohjola

بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب جهان ۱۵

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. داده‌های مربوط به مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات به دلار آمریکا می‌باشد؛ که این داده‌ها از (WDI(2010 اخذ گردیده است.

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

فناوری اطلاعات و ارتباطات نقش دوگانه‌ای 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 آن‌ها، تولیدکنندگان حداکثر کننده سود، آن‌ها را با نهاده‌های دیگر جایگزین می‌کنند که این روند جایگزینی نهاده‌ها، تعمیق سرمایه^۱ نام دارد. نقش دوم فناوری اطلاعات و ارتباطات، تأثیر آن در افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید است. با افزایش سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره‌وری کل عوامل تولید از طریق تغییر در سازماندهی تولید، ترکیب نیروی کار، مدیریت و برقراری ارتباطات شبکه‌ای افزایش می‌یابد که این تأثیر غیر مستقیم را سرریز می‌نامند. مدل‌های رشد نئوکلاسیک، بر اثر مستقیم نهاده‌ها شامل فناوری اطلاعات و ارتباطات تأکید دارند، در حالیکه مدل‌های 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 مدل‌های رشد درونزا می‌باشد. 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 می‌افتد. تجارت بین‌المللی یک کشور را قادر می‌سازد تا کالاهای واسطه‌ای متنوع‌تر و تجهیزات سرمایه‌ای بیشتر را در اختیار بگیرد؛ همچنین سبب ساز ایجاد کانال‌های ارتباطی می‌شود که یادگیری روش‌های تولید از کشورهای دیگر، طراحی محصولات، روش‌های سازمانی و شرایط بازار را تحریک می‌کند و در نهایت می‌تواند با فراهم کردن شرایط تقلید از فناوری‌های دیگران و مهندسی معکوس، امکان توسعه فناوری‌ها و محصولات جدید را ایجاد کند (کو و همکاران^۲، ۱۹۹۷). بنابراین می‌توان تجارت بین‌المللی 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 سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشورهای دیگر و یا سرریز فناوری اطلاعات

1. Capital Deeping

2. Coe et al

و ارتباطات می باشد؛ استفاده شده است و به منظور احتساب ICTF، بر اساس مطالعه سو و لی^۱ (۲۰۰۶) رابطه (۹) مورد استفاده قرار گرفته شده است:

$$ICTFt_j = (TITt - ITt_j) / (TIt - It_j) \quad (9)$$

که در آن ICTFt_j اثر سرریز کشور j (هر کشور) در سال t، TITt کل سرمایه گذاری تمامی کشورها در فناوری اطلاعات و ارتباطات در سال t، ITt_j 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 It_j سرمایه گذاری 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 داده های کل سرمایه گذاری کشورها و مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات از (WDI (2010) 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 برنامه ها و آموزش های 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 ویژگی های 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 آموزش های 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^۲ (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^۳ و محمودزاده (۱۳۸۶)، بر اهمیت سرمایه انسانی برای دستیابی به فناوری

1. Seo and Lee
2. Mankiw, Romer and Weil
3. Balamoune Lutz

بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب جهان ۱۷

اطلاعات و ارتباطات و همچنین توزیع آن تأکید کرده‌اند. 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(2010) 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 داده‌های تابلویی برای دوره زمانی (۲۰۰۳-۲۰۰۸) انجام شده است. روش داده‌های تابلویی می‌تواند اثرات متغیرهای مستقل را هم در طول زمان و هم در بین کشورها اندازه‌گیری 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 بهره‌وری کل عوامل تولید می‌باشد.

نحوه انتخاب کشورها

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

تصریح مدل

همانگونه که در مبانی نظری و مطالعات تجربی این مطالعه بیان گردید، فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید تأثیرگذار می‌باشد. این اثر هم ناشی از سرمایه‌گذاری در داخل کشور است و هم سرریزهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در سطح بین‌المللی و بین‌کشوری را در بر می‌گیرد. بنابراین متغیرهای ICTD و ICTF که به ترتیب سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه خارجی فناوری اطلاعات و ارتباطات یا سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌باشند؛ 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 بهره‌وری کل عوامل تولید را سرمایه انسانی معرفی می‌کند (کو، ۱۹۹۷)؛ بنابراین به منظور اطمینان از اثر خالص سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات، متغیر سرمایه

انسانی به طور جداگانه وارد مدل می‌گردد. در این تحقیق، برای ورود سرمایه انسانی در مدل، از دیدگاه نلسون و فلیس (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:

$$\text{Log TFPit} = \alpha 0 + \beta \log \text{ICTDit} + \delta \log \text{ICTFit} + \gamma \log \text{EDUit} + \varepsilon \text{it} \quad (10)$$

که در مدل فوق Log TFPit لگاریتم بهره‌وری کل عوامل تولید، $\log \text{ICTDit}$ لگاریتم سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات، $\log \text{ICTFit}$ لگاریتم سرمایه خارجی (سرریز) فناوری اطلاعات و ارتباطات، $\log \text{EDUit}$ لگاریتم سرمایه انسانی، $\alpha 0$ 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 اخلاص، $i = 1, \dots, n$ تعداد کشورها و $t = 1, \dots, t$ 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 بهره‌وری 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 (۲۰۰۳-۲۰۰۸) برآورد می‌گردد.

برآورد مدل

برای برآورد مدل از رابطه (۱۰) و روش داده‌های 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، بهره‌وری کل عوامل تولید می‌باشد. 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.

بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب جهان ۱۹

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) می‌توان نتیجه گرفت که تأثیر سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات، سرمایه خارجی فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل تولید مثبت و در سطح بالایی معنی دار می‌باشد. این تأثیر مثبت، از مثبت بودن ضرایب متغیرهای مستقل مدل منتج می‌شود. همچنین با توجه به آماره ی t، می‌توان 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، بهره‌وری کل عوامل تولید ۰/۷۱ درصد در همان جهت تغییر می‌نماید؛ که در این جا می‌توان گفت، به ازای یک درصد افزایش در سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره‌وری کل عوامل تولید ۰/۷۱ درصد، افزایش می‌یابد. همچنین افزایش یک درصدی در سرمایه خارجی فناوری اطلاعات و ارتباطات، منجر به ۰/۰۹ درصد، افزایش در بهره‌وری کل عوامل تولید می‌گردد و نیز یک درصد افزایش در سرمایه انسانی، بهره‌وری کل عوامل تولید را ۰/۲۳ درصد، افزایش می‌دهد. 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 می‌باشد 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 بهره‌وری کل عوامل تولید می‌گذارد. سومین متغیر مستقل مورد بررسی سرمایه انسانی است و همانگونه که انتظار آن می‌رفت، اثر این متغیر نیز بر بهره‌وری کل عوامل تولید مثبت و معنی دار می باشد. بر اساس نظر نلسون و فلیس هرچه سطح تحصیلات بالاتر باشد، نیروی کار توانایی بیشتری در خلق، اجرا و پذیرش فناوری‌های جدید دارد؛ همچنین بیشتر می‌تواند خود را با فناوری‌های جدید وارداتی هماهنگ کند. در نتیجه باعث افزایش هرچه بیشتر بهره‌وری کل عوامل تولید می‌گردد. R^2 مدل برآورد شده برابر ۰/۹۹۶ و R^2 آن نیز ۰/۹۹۷ می باشد؛ نزدیک بودن مقادیر این دو آماره نشان می‌دهد که می‌توان به درستی تصریح مدل، اطمینان بیشتری نمود. همچنین میزان R^2 بیان می‌کند که ۹۹٪ از تغییرات متغیر وابسته بهره‌وری کل عوامل تولید، توسط متغیرهای مستقل مدل توضیح داده می‌شود. احتمال آماره 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 داده‌های 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 مدل‌ها باید به روش اثرات ثابت برآورد گردند. همچنین نتایج آزمون هاسمن برای هر دو گروه از کشورها نیز ثابت نمود که مدل‌های مورد بررسی از نوع مدل‌های با اثرات ثابت می‌باشند.

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

متغیرهای توضیحی	ضرایب	آماره 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		

بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب جهان ۲۱

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 می‌باشد؛ اثر متغیرهای مستقل سرمایه داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات، سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه انسانی، بر بهره‌وری 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 R^2 در این مدل برابر ۰/۹۹۶ و نزدیک به مقدار آماره $R^2 = ۰/۹۹۵$ می‌باشد که این موضوع به درستی نتایج مدل برآوردی برای کشورهای توسعه یافته، اذعان دارد. احتمال آماره F نیز معنی دار بودن مدل تصریح شده را تأیید می‌نماید.

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

متغیرهای توضیحی	ضرایب	آماره 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 بهره‌وری 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 $0/۸۶۶۳۰۳$ می باشد، در حالیکه ضریب این متغیر برای کشورهای در حال توسعه $0/۶۸۸۰۵۸$ برآورد گردیده است. مدل تصریح شده بر اساس نتایج آماره F معنی دار است و نزدیکی مقادیر $R^2 = 0/۹۹۵$ و $R2 = 0/۹۹۶$ 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 بهره‌وری 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 $0/۷۰۸$ می‌باشد که بر اساس این یافته، اثر این متغیر توضیحی بر بهره‌وری کل عوامل تولید، مثبت و معنی‌دار می‌باشد. بنابراین افزایش در متغیر مستقل سرمایه‌گذاری 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 $0/۸۶۶$ برآورد گردیده که باز هم اثر مثبت و معنی دار این ضریب بر بهره‌وری 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 $0/۶۸۸$ 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 بهره‌وری در کشورهای در حال توسعه است.

- اثر متغیر لگاریتم سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید با توجه به ضریب این متغیر مستقل در هر سه سطح کشورها، مثبت و معنی دار می باشد. بنابراین افزایش در

بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری کل عوامل تولید در کشورهای منتخب جهان ۲۳

سرمایه خارجی فناوری اطلاعات و ارتباطات موجبات افزایش در بهره‌وری کل عوامل تولید را به وجود می‌آورد.

• متغیر توضیحی سوم در این مدل، سرمایه انسانی می‌باشد. 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 می‌تواند افزایش بهره‌وری 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 سرمایه‌گذاری در این فناوری جدید، در دستیابی به رشد پایدار کشورها تأثیرگذار می‌باشد. 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 سودمندی‌های به دست آمده از سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات، تأکید می‌کند. بنابراین دولت‌ها در کشورهای در حال توسعه، می‌بایست با مرور تجارب کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه‌ی 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 بهره‌وری کل عوامل تولید، دولت‌ها باید از حداکثر توان آموزشی و تحقیقاتی برای طراحی برنامه‌های 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)، بهره‌وری 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 کارخانه‌ای ایران، رساله دکتری، دانشگاه علامه طباطبائی، 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 بهره‌وری کل عوامل تولید؛ مطالعه بین‌کشوری، 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 مدل‌های ناپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها؛ 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 ۳۱-۷۳.
۸. محمودزاده، محمود و اسدی، فرخنده (۱۳۸۶)، اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری نیروی کار در اقتصاد ایران، فصلنامه پژوهش‌نامه بازرگانی، شماره ۴۳، ص ۱۸۴-۱۵۳.

9. Abramovitz, Moses (1956), "Resource and Output Trends in the United States since 1870." *American Economic Review* 46(2): pp. 5-23.

10. Antalio, G. (1911). "New Economy in Growth and Productivity". Oxford University Press, pp. 242-256.

10. Ark, Bart Van, Piatkowski. K. (2006), "Measuring Productivity in the New Economy : Towards a European Perspective"; No. 1, pp. 87-105.

11. Balamoune-Lutz, M.(2003), An Analysis of the Determinants and Effects of ICT Diffusion in The Developing Countries, *Information Technology for Development*,10, 151-169.

12. Bassanini, A. and S. Scarpetta, (2002), "Growth Technological Changes, and ICT Diffusion: Recent Evidence from OECD Countries"; *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 18, No. 3.

13. Behan, F and Holmz, A. (1998). "The Faces of Information's and Communications Technology"; University of Pennsylvania, WP.

14. Coe, D. and E. Helpman and W. Hoffmaister, (1997), North South R&D Spillovers. *The Economic Journal*, Vol. 107, pp. 134-149.

15. Cohen, A and Hitt, L. (2000). "New Evidence and Results of IT"; The Institute for Fiscal Studies.

16. Daveri, Francesco, (2002). "Is Growth an Information Technology Story in Europe Too?" Working Paper, Parma, Italy: Universidad Parma.

17. Dedrick , J. Vijay Gurbaxani and Kenneth L. Kraemer. (2003), "Information Technology and Economic Performance: A Critical Review of the Empirical Evidence. "Center for Research on Information Technology and Organizations. University of California, Irvine.

18. Dewan, Sanjeev and Kenneth, L. Kraemer, (2001)." Information Technology and Productivity": Preliminary Evidence from Country Level Data" *Management science*, pp. 548-562.

19. Haacker, M and Morsink, J. (2002), "You say You Want a Revolution: Information Technology and Growth." *IMF WP 02/70*.

20. Hiuom, D (1948), "Stock and Banking, the new evidence".

21. Jorgenson, D. W and Stiroh, J.K, (1995). "Raising the Speed Limit U.S Economic Growth in the Information Age"; *Brookings Paper on Economic Activity*, pp. 125-211.

22. Jorgenson, Dale W. And Motohashi, K. (2005), "ICT and Growth." *Economics Of Innovation and New Technology*, 33-5, pp. 196-217.

23. Jorgenson, D. W and Vu, K. (2006), " Information Technology and the World Growth Resurgence", National University of Singapore. A.

24. Kendrick, John W. (1956), "Productivity Trends: Capital and Labor." Review of Economics and Statistics, 38, pp.248-257.

25. Kodres, J (2001), "Productivity Growth in U.K Industries, 1970-2000: Structural Changes and the Role of ICT", Oxford University Press, pp. 242-256.

26. Lee, S.Y.T, and R. Gholami, and T.Y. Tong (2005), "Time Series Analysis in the Assessment of ICT Impact at the Aggregate Level-Lessons and Implications for the New Economy"; Information & Management 42, pp. 1009-1022.

27. Lee , S.Y.T, and X. J. Guo (2005), " ICT and Soilovers": A Panel Analysis. Departman Of Information System, National University of Singapore.

28. Litter, R. (1883). "Projecting the Economic Impact of the ICT". American Economic Review, pp. 313-322.

29. Mankiw, Romer, P. Weil, (2002), "Endogenous Technological Changes"; Journal of Political Economy, Vol. 98, No. 5.

30. OECD (1991). Organization for Economic Co-Operation and Development.

31. Oliner, D.S and Sitchel, D. (1994), "Information Technology and Productivity: Where Are We Now and Where Are We Going?"; Federal Reserve Bank Conference on Technology.

32. Oulton, Nicholas (2001), "Productivity Growth in U.K Industries, 1970-2000: Structural Changes and the Role of ICT", Working Paper No. 259, London School of Economics, pp. 1-56.

33. Pohjola. M, (2001). " Information Technology and Economic Growth: A Cross-Country Analysis"; In Pohjola, Matti Ed., Information Technology and Economic Development, Oxford University Press, pp. 242-256.

34. Pohjola. M, (2002)," The New Economy: Facts, Impacts and Policies"; Information Economics and Policy, No. 14, pp. 133-144.

35. Quesnay, L, (1766). Productivity definitions, Economical Researches.

36. Rincon, A and Vecchi, M. (2004). "The Dynamic Impact of ICT Spillovers on Company's Productivity Performance". National Institute of Economic and Research.

37. Roach, Stephen S., (1991). "Services Under Siege: the Restructuring Imperative"; Harvard Business Review, 392, pp. 82-92.

38 Schreyer, Paul, (2000), "The Contribution of Information and Communication Technology to Output Growth"; Statistical Working Party, 99:4.

39. Seo H-J and Lee SL. (2006), "Contribution of Information and Communication Technology to Total Factor Productivity and Externalities Affects", Information Technology For Development. Vol. 12(2), pp. 159-173.

40. Shephard, Neil (1997). FBA, Professor of Economist at the University of Oxford.

41. Shiu, A. and A. Heshmati, (2006), " Technical Changes and Total Factor Productivity Growth for Chinese Provinces: A Panel Analysis"; IZA, Discussion Paper No. 2133.

42. Solow, Robert (1987). "We would Better Watch Out"; New York Times Book Review.

43 WDI. (2010), World Development Indicator