تحقیقات اقتصادی / دوره ۵۳، شمارهٔ ۳، پاییز ۹۷/ ص ۵۶۷-۵۴۳

ارتباطات و بهبود بهره‌وری در ایران: تجزیه و تحلیل بخشی

اسفندیار جهانگرد[۱]، آرین دانشمند[۲]، محمد ستاریفر[۳]

دانشیار اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی دانشکده اقتصاد، گروه اقتصاد نظری،
jahangard@atu.ac.ir

استادیار اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی پژوهشکده علوم اقتصادی گروه اقتصاد،
daneshmand@atu.ac.ir

دانشیار اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی دانشکده اقتصاد، گروه برنامه‌ریزی و توسعه اقتصادی، satarifar@atu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۰۵

چکیده

این پژوهش به بررسی اثرات اقتصادی نفوذ و گسترش ارتباطات بر عملکرد بهره‌وری ۱۹ بخش و کل اقتصاد ایران می‌پردازد. برای این منظور از جداول داده - ستانده سال ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران و مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی استفاده شده است. در این مورد، مطابق با چارچوب مطالعات پترسون (۱۹۷۹) و کورا (۲۰۰۶)، به بررسی رابطه‌ی بین سرمایه‌گذاری در زیرساخت ارتباطات و بهره‌وری کل عوامل پرداخته شده است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهند که ارتباطات به‌عنوان بخشی مهم و اساسی برای رشد بهره‌وری فعالیت‌ها و کل سیستم اقتصادی کشور عمل می‌کند.

طبقه‌بندی JEL: L96 ،D57 ،D24

واژه‌های کلیدی: ارتباطات، بهره‌وری، داده - ستانده، ایران

---

۱. نویسنده مسئول، شماره تماس : ۰۹۱۲۵۱۰۰۸۲۱

۱- مقدمه

ثروت کشورها و شکوفایی اقتصادی آن‌ها در گرو بهبود بهره‌وری است، به‌گونه‌ای که نیروی کار مولدتر دستمزد بیشتری دریافت می‌کند و از استانداردهای بالاتر زندگی برخوردار می‌شود. از این‌رو، تعیین عوامل مؤثر بر بهره‌وری مسئله بسیار مهمی پیش‌روی پژوهشگران و سیاست‌گذاران است. نوآوری به‌عنوان یکی از منابع اصلی بهره‌وری به شمار می‌رود. دست‌کم از زمانی که سولو[1] (۱۹۵۷) به رشد درآمد سرانه‌ی بلندمدت پایدار تأکید کرده است، نظریه‌های نوین رشد اقتصادی به موضوع عوامل مؤثر بر فناوری وارد شده‌اند. (رومر ۱۹۹۰، اقیون و هویت ۱۹۹۲، گروسمن و هلپمن ۱۹۹۱)[2]. نگرش اصلی در ادبیات رشد اقتصادی مبتنی بر استفاده هر چه کارآمدتر منابع در دسترس جهت دستیابی به رشد اقتصادی بلندمدت پایدار در بستر توسعه‌ی فناوری و نوآوری است. در حقیقت نوآوری زاییده تحقیق و توسعه می‌باشد. در دهه‌های اخیر موضوع فناوری در قالب فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا)، فناوری دیجیتال، اینترنت و دیگر موارد مربوطه نمایان شده است. در این‌باره تجزیه و تحلیل‌های کاربردی رشد اقتصادی و بهره‌وری به‌طور معمول سه اثر فاوا را از هم متمایز کرده‌اند. نخست، سرمایه‌گذاری در فاوا به تعمیق سرمایه و در نتیجه افزایش بهره‌وری نیروی کار کمک می‌کند. دوم، پیشرفت مداوم فناوری در تولید کالاها و خدمات فاوا می‌تواند در رشد کارایی سرمایه و نیروی کار و یا بهره‌وری چندعاملی[3] در بخش تولید فاوا سهم معناداری داشته باشد. سوم، استفاده هرچه بیشتر از فاوا در کل اقتصاد به بنگاه‌ها جهت افزایش کارایی کمک می‌کند، که در نهایت به ارتقای بهره‌وری چندعاملی می‌انجامد.

اثرات شبکه از قبیل هزینه‌های مبادله کم‌تر و نوآوری‌های مداوم نیز ازجمله پیامدهای استفاده بیشتر از فاوا است که به‌نوبه خود سبب بهبود بهره‌وری چند عاملی می‌شود. دو عامل مهم در تغییر میزان بهره‌وری یک اقتصاد نقش اساسی ایفا می‌کنند. نخست، تغییرات فناوری است که به دنبال آن در روش‌های تولید تغییراتی ایجاد می‌شود. دیگری تغییر در قیمت‌های نسبی است که سبب جانشینی نهاده‌های ارزان‌تر به‌جای سایر نهاده‌ها می‌شود. رویکرد مقاله حاضر تمرکز بر دومین عامل است، لذا در این مقاله با استفاده از مطالعات پترسون[4] (۱۹۷۹) و کورا[5] (۲۰۰۶) و جداول داده-

1. Solow
2. Romer; Aghion and Howitt; Grossman and Helpman
3. Multifactor productivity
4. Peterson
5. Correa

ستانده ایران نقش ارتباطات در بهبود بهره‌وری بخش‌ها و بهره‌وری کل اقتصاد کشور مورد بررسی قرار می‌گیرد. برای این منظور مقاله به‌صورت زیر سازماندهی شده است. پس از مرور پیشینه تحقیق، چارچوب نظری و مدل تحقیق تبیین می‌شود. در ادامه به معرفی داده‌ها و تجزیه و تحلیل نتایج پرداخته و در آخر نتیجه‌گیری ارائه می‌شود.

۲- پیشینه تحقیق

فناوری اطلاعات و ارتباطات با خلق فرصت‌های هرچه بیشتر سرمایه‌گذاری و رشد، صرفه‌جویی در هزینه‌ها، و بهبود مهارت‌های نیروی کار، بهره‌وری را ارتقاء می‌دهد. شتاب قابل‌توجه در رشد بهره‌وری در کشورهای پیشرفته از اواسط دهه ۱۹۹۰ موضوع مورد بحث بسیاری از مطالعات اقتصادی بوده است. اما آنچه بر اساس آن اتفاق نظر شکل گرفته این است که دست کم بخشی از این رشد می‌تواند ناشی از اثرات انقلاب فاوا باشد (جورگنسون و اشتیرو ۲۰۰۰، اولینر و سیشل ۲۰۰۰)[1]. این اثرات از سه کانال انتقال صورت می‌گیرند. نخست، پیشرفت سریع فناوری در تولید محصولات فاوا رشد بهره‌وری کل عوامل را در صنایع تولیدکننده آن افزایش می‌دهد. دوم، کاهش قیمت‌های محصولات فاوا باعث رونق سرمایه‌گذاری در فاوا می‌شود که به‌نوبه خود به سرمایه در دسترس نیروی کار افزوده و سبب بهره‌وری بیشتر خواهد شد. سوم، فاوا به‌طورکلی یک فناوری همه منظوره فراگیر و با وقفه‌های کوتاه‌مدت زمانی است (دیوید ۱۹۹۰)[2]. فاوا باعث تسهیل معرفی اشکال کارآمدتر سازمانی بنگاه‌ها شده است. بر این اساس رشد بهره‌وری در اقتصاد به‌موجب سازماندهی قابل توجه در فرآیندهای کسب‌وکار حول سرمایه فاوا شکل خواهد گرفت (برایان جولفسون و هیت ۲۰۰۰)[3]. دو اثر نخست شامل رشد بهره‌وری کل عوامل ناشی از تولید فاوا و تعمیق سرمایه فاوا نقش کلیدی در رشد اقتصادی کشورها ایفا می‌کنند. با این حال، پژوهش‌های متعددی به ارائه شواهدی مبنی بر ظهور سومین اثر در صنایع کاربر فاوا به‌ویژه در بخش خدمات از قبیل بخش‌های مالی و توزیع پرداخته‌اند (جورگنسون و همکاران ۲۰۰۵، تریپلت و بوسورت ۲۰۰۴)[4].

در چارچوب حسابداری رشد نئوکلاسیک اثر فاوا از جنبه نظری با افزایش تعمیق سرمایه‌ب آن (به‌طور مثال افزایش سرانه‌ی سرمایه‌گذاری نهاده نیروی کار شاغل) به‌واسطه‌ی کاهش مداوم قیمت‌های فناوری اطلاعات مورد تحلیل قرار گرفته است

1. Jorhenson and Stiroh; Oliner and Sichel
2. David
3. Brynjolfsson and Hitt
4. Jorgenson et al.; Triplett and Bosworth

(کاردونا و همکاران ۲۰۱۳)[1]. جورگنسون (۲۰۰۵) در ارتباط با اثرات سرریز ناشی از فاوا چنین استدلال می‌کند که ظرفیت فاوا به‌عنوان یک فناوری همه منظوره متأثر از کاهش چشمگیر قیمت‌های آن بوده که به جانشینی تجهیزات فاوا به‌جای دارائی‌های با بهره‌وری کم‌تر منجر شده است. جورگنسون و اشتیرو (۱۹۹۹) و اولینر و سیشل (۱۹۹۴، ۲۰۰۰)، ازجمله نخستین افرادی بوده‌اند که فناوری اطلاعات را در مدل‌های رشد وارد کرده‌اند. اولینر و سیشل (۱۹۹۴)، با بسط مدل رشد در چارچوب نئوکلاسیکی به جداسازی تجهیزات محاسباتی از سایر سرمایه‌های فیزیکی پرداخته‌اند. یافته‌های آن‌ها نشان می‌دهد که نرخ رشد محصول بستگی به نرخ رشد تجهیزات محاسباتی، سایر سرمایه‌های فیزیکی، نیروی کار و بهره‌وری چندعاملی دارد.

در پژوهشی دیگر مرتبط با اثرات فاوا، یافته‌های کورا (۲۰۰۶) نشان می‌دهد که صنایع انگلستان از جذب فناوری‌های پیشرفته ارتباطات منفعت کسب کرده‌اند. در حقیقت کاهش قیمت‌های فاوا که ناشی از پیشرفت معنادار در این صنعت بوده، اثرات سرریز در کل اقتصاد انگلستان را به همراه داشته است. به‌طور مثال، کورا نشان داده است که طی دوره ۳۴ سال، کاربرد فناوری‌های ارتباطاتی پیشرفته سبب بهبود بهره‌وری در بخش صنعت به میزان ۳۱ درصد، ساختمان به میزان ۵۹ درصد و بخش مالی به میزان ۴۸۶ درصد شده و بهره‌وری کل اقتصاد را به میزان تقریباً ۱۰۰ درصد افزایش داده است. یافته‌های مطالعه اولینر و سیشل (۲۰۰۰)، در بررسی رابطه‌ی بین فناوری اطلاعات و رشد بهره‌وری نیروی کار نشان می‌دهد که تجهیزات ارتباطاتی، سخت‌افزار و نرم‌افزار سهمی معادل دو سوم در رشد بهره‌وری اقتصاد ایالات متحده در اواخر دهه ۱۹۹۰ داشته‌اند. مطالعات مشابه دیگری نیز برای کشورهای توسعه‌یافته انجام شده است که می‌توان به جورگنسون و موتوهاشی (۲۰۰۵)،[2] برای ژاپن، مارتینز و همکاران (۲۰۰۸)،[3] برای اسپانیا و وو (۲۰۱۳)[4] برای سنگاپور اشاره کرد. با این حال در مورد کشورهای در حال توسعه مطالعات محدودتری انجام گرفته است که ازجمله مهم‌ترین آن‌ها می‌توان مطالعات چاکرابورتی و ناندی (۲۰۰۹)[5] برای ۳۰ کشور درحال توسعه‌ی آسیایی، اروپایی و آمریکای لاتین، چاکرابورتی و ناندی (۲۰۰۳) برای ۱۲ کشور آسیایی،

1. Cardona et al.
2. Jorgenson and Motohashi
3. Martínez et al.
4. Vu
5. Chakraborty and Nandi

سریدهار و سریدهار (۲۰۰۸)[1] برای ۶۳ کشور در حال توسعه و بن (۲۰۰۷)[2] برای کشورهای آفریقایی را نام برد.

بحث در مورد نقش فناوری اطلاعات در ارتقاء بهره‌وری مورد توجه بسیاری قرار گرفته است. به‌طور نمونه، اثر بازدارنده مقررات و مداخلات دولت در حوزه فاوا بر بهره‌وری (شیرازی و همکاران ۲۰۰۹)، اثر سرمایه‌های انسانی و فاوا بر بهره‌وری حاصل از سرمایه‌گذاری فاوا (غلامی و همکاران ۲۰۰۴)، اثر سهم سرمایه‌گذاری بخش ارتباطات بر رشد اقتصادی و بهره‌وری (مشیری و جهانگرد ۱۳۸۳)، اثر اقتصادی نفوذ و گسترش ارتباطات بر رشد بهره‌وری بخش‌ها و کل اقتصاد ایران (جهانگرد و غلامی ۱۳۸۷)، اثر سرمایه فاوا بر بهره‌وری نیروی کار (محمود زاده و اسدی ۱۳۸۶، مشیری و جهانگرد ۲۰۰۷) و اندازه‌گیری رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش‌ها (بزازان ۱۳۹۰) ازجمله مطالعات انجام گرفته در مورد ایران هستند[3]. با این حال، مطالعه‌ی حاضر با رویکرد تعادل عمومی و تمرکز بر اثر قیمتی ناشی از سرمایه‌گذاری در بخش ارتباطات بر بهره‌وری بخش‌های مختلف اقتصادی کشور از دیگر مطالعات داخلی متمایز است. ازاین‌رو سهم مقاله حاضر را می‌توان به نحوه اثرگذاری بخش ارتباطات بر بهره‌وری سایر بخش‌های اقتصاد ایران از طریق کانال قیمتی طی دهه ۱۳۸۰ مرتبط دانست.

۳- چارچوب نظری

در متون اقتصادی دو علت عمده برای تغییر بهره‌وری مطرح است که عبارتند از: تغییر در فناوری که نشان دهنده تغییر در روش‌های تولید است و تغییر در قیمت‌های نسبی، که جانشینی نهاده‌های ارزان را به‌جای دیگر نهاده‌ها نشان می‌دهد. موضوع بررسی تغییر در قیمت‌ها و جانشینی نهاده‌های ارزان و تأثیر آن بر بهره‌وری را می‌توان مطابق مطالعات پترسون (۱۹۷۹) و کورا (۲۰۰۶) برای فناوری اطلاعات و ارتباطات در قالب الگوی داده - ستانده ارائه کرد. در الگوی داده - ستانده، داده‌های واسطه‌ای (AX) و تقاضای نهایی (F) به‌صورت زیر به ستانده (X) تبدیل می‌گردد که به شکل زیر توصیف می‌شود:

---

1. Sridhar and Sridhar
2. Bon
۳. یافته‌های پژوهش ناظم بکایی و بانویی (۱۳۹۰) با استفاده از پنج جدول داده- ستانده سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۷۰، ۱۳۷۵، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵ نشان می‌دهد که اثرات تکنولوژی تولید در تقاضای واسطه ای گروه‌های تولیدی از تغییرات ساختار بامعناتر و قابل توجه‌تری برخوردار بوده است.

$$X = AX + F \implies X = (I - A)^{-1}F \quad (۱)$$

که در آن، X با n مؤلفه بردار ستانده، F بردار تقاضای نهائی و A ماتریس ضرایب فنی است.

رابطه‌ی داده‌های اولیه و ستانده‌ها نیز به شکل زیر قابل ارائه می‌باشد:

$$Z = BX \quad (۲)$$

که در آن Z بردار داده‌های اولیه با m مؤلفه و B ماتریس ضرایب اولیه با ابعاد $m \times n$ است و رابطه‌ی قیمتی در این سیستم، به شکل زیر می‌باشد:

$$P' = P'A + W'B \implies P' = W'B(I - A)^{-1} \quad (۳)$$

که در آن P' شاخص قیمت تولیدکننده در سال پایه و W' با m مؤلفه بردار عمودی شاخص قیمت داده‌ها است. نسخه‌ی قیمتی الگوی لئونتیف به الگوی قیمتی داده-ستانده فشار هزینه[1] معروف است. طبق الگوی قیمتی مذکور تغییر در قیمت کالاهایی که بخش‌ها تولید می‌کنند به فشاری که روی هزینه‌های تولید این بخش‌ها وجود دارد، بستگی دارد. به‌طورکلی، سیستم معادلات قیمتی داده - ستانده بیانگر ترکیب یا ساختار هزینه‌ی تولید یک واحد کالا یا خدمات در بخش‌های مختلف اقتصادی با توجه به ارتباط متقابل و یا ارتباط مستقیم و غیرمستقیم فعالیت‌های تولیدی آن‌ها با یکدیگر است[2].

بهره‌وری کل عوامل تولید به‌صورت تغییر در هر واحد ستانده نهایی بر اثر ترکیب نیروی کار، سرمایه و داده‌های واسطه‌ای بیان می‌شود. رشد بهره‌وری تولید نشان می‌دهد که با داده‌های فعلی یا داده‌های کم‌تر می‌توان تولید بیشتری انجام داد. با چنین چارچوبی، نرخ رشد بهره‌وری کل هیکسی برای اقتصاد یعنی $(d\log\pi)$ می‌تواند درحالی‌که قیمت‌ها ثابت هستند به‌صورت زیر اندازه‌گیری شود.

$$d\log\pi = -(P'F)^{-1}P'(I - A)^{-1}dX - (W'Z)^{-1}W'BdX - (P'F)^{-1}P'dAX - (W'Z)^{-1}W'dBX = -(P'F)^{-1}[P'dA + W'dB]X \quad (۴)$$

هم‌چنین اندازه‌گیری قراردادی رشد بهره‌وری هیکسی برای k امین فعالیت با تغییر در ضرایب داده-ستانده و قیمت‌های داده شده، به‌صورت زیر ارائه می‌شود:

$$d\log\pi_k = -[\sum_i^n p_i da_{ik} + \sum_j^m w_i db_{jk}]{p_k}^{-1} \quad (۵)$$

$d\log\pi_k$ ضریب k امین فعالیت است که نشان می‌دهد در جدول داده-ستانده، تغییر فناوری سبب تغییر ضرایب فنی در هر زمان می‌شود. لذا اگر فناوری تغییر کند،

1. Cost push
2. Oosterhaven (2001)

باید $da_{ik}, db_{jk} \leq 0$ (برای تمام iها) باشد؛ برای فناوری خنثی باید $da_{ik}, db_{jk} = c$ (برای تمام iها) بوده و یک حالت خاص هنگام پیشرفت فناوری باید $da_{ik}, db_{jk} < 0$ (برای تمام iها) باشد. در حقیقت با جابجایی همزمان داده‌ها از دوره‌ای به دوره‌ای دیگر، (برای برخی iها) $da_{ik}, db_{jk} > 0$ می‌شود؛ ولی شرط کافی برای پیشرفت فناوری منفی بودن تغییرات ضرایب فنی واسطه‌ای و اولیه است.

این موضوع نشان می‌دهد که رشد بهره‌روی بر تقاضای نهایی و آن هم بر تقاضای واسطه تأثیر می‌گذارد. پترسون (۱۹۷۹)، برای محاسبه و اندازه‌گیری رشد بهره‌وری در الگوی داده-ستانده در دوره‌هایی که بخش‌ها به شکل (VIS)[1] ادغام شده‌اند، تأکید کرده است. یعنی هر بخش با استفاده از داده‌های اولیه در سیستم تولید، ستانده نهایی تولید می‌کند، لذا می‌توان نوشت:

$$Z = B(I - A)^{-1}F \Longrightarrow \ Z = GF \qquad (۶)$$

و

$$P' = W'B(I - A)^{-1} \Longrightarrow \ P' = W'G \qquad (۷)$$

رابطه‌ی (۴)، از جایگزینی X از $X = (I - A)^{-1}F$ در $Z = BX$ به‌دست می‌آید و G یک ماتریس $m \times n$ است که به‌صورت $G = B(I - A)^{-1}$ تعریف شده است[2]. g_{jk} اعضای ماتریس G، به تعداد داده‌های اولیه j استفاده شده به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم در تولید یک واحد ستانده بخش k اشاره دارد. با کمک روش‌های حسابداری رشد پترسون (۱۹۷۹) و ادغام عمودی، کل بهره‌وری اقتصادی یعنی $(d\log\varphi)$ را می‌توان برآورد کرد که برابر رابطه‌ی زیر است:

$$d\log\varphi = -(P'F)^{-1}[WdGF] \qquad (۸)$$

و بهره‌وری بخشی به‌صورت زیر می‌باشد:

$$d\log\varphi_k = -[\sum_j^m w_j dg_{jk}]{p_k}^{-1} \qquad (۹)$$

بنابراین تغییر در ضرایب ماتریس G از تغییر در ضرایب ماتریس A و B نتیجه شده است. برای ایجاد سازگاری برآورد در روابط (۱) و (۴) به برآورد نسبت تقاضای نهایی فعالیت به کل تقاضای نهایی نیاز است، لذا:

$$d\log\varphi = d\log\pi = \sum_j^m \left(\frac{p_k f_k}{P'F}\right) d\log\varphi_k \qquad (۱۰)$$

مطابق رابطه‌ی بالا با قرار دادن dg در معادله (۹) φ' به‌دست می‌آید:

$$\varphi' = \pi'\hat{P}(I - A)^{-1}\hat{P}^{-1} \qquad (۱۱)$$

---

1. Vertically Integrated Sectors

۲. برای جزئیات بیشتر به پترسون (۱۹۷۹) مراجعه شود.

که در آن، بردار ماتریس اسکالر تغییر شکل داده است و اعضای بردار روی قطر اصلی قرار دارند. φ بردار عناصر $\mathrm{dlog}\varphi_k$ و π بردار عناصر $\mathrm{dlog}\pi_k$ هستند.

برای اندازه‌گیری بهره‌وری سه مرحله آنالیز لازم است که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود. ولی ابتدا لازم است منافع کارایی را مطابق داده‌های فرضیه عامل G بیان شود. در اینجا باید به این موضوع اشاره شود که عامل "فناوری" به مرز تولید و عامل "تکنیک" به انتخاب ضرایب داده-ستانده توسط VIS، به‌منظور بهینه‌سازی بر اساس قیمت‌های داده شده دلالت دارند. لذا می‌توان نوشت:

$$G_1 = G(P_1, {T_1}^{All}, {T_1}^{Dig}) \qquad (۱۲)$$

که در آن G واقعی تابعی از قیمت‌های واقعی (P)، فناوری واقعی تمام فعالیت‌ها به‌جز فعالیت مورد نظر (T^{All}) و فناوری واقعی ارتباطات (T^{Dig}) است، لذا قیمت‌ها برابر:

$$P_1 = P(G_1) \qquad (۱۳)$$

است، که تابعی از ماتریس عامل (G_1) می‌باشد. رابطه‌ی زیر، تعادل ماتریس داده عامل فناوری را در نظر می‌گیرد که در آن علامت (۸) برای شرایط فرضیه و e برای حالت تعادل است:

$$\widehat{G}_{1,e} = G(\widehat{P}_{1,e}, {T_1}^{All}, {T_0}^{Dig}) \qquad (۱۴)$$

به‌گونه‌ای که T^{Dig} به دوره صفر محدود شده است تا به تعادل در قیمت‌ها برسد.

$$\widehat{P}_{1,e} = P(\widehat{G}_{1,e}) \qquad (۱۵)$$

بنابراین در مرحله نخست روشی برای محاسبه شاخص قیمت‌های الگوی داده-ستانده در نظر گرفته شده و الگویی برای به‌کارگیری P_1 و P_1^0 ارائه می‌شود. در مرحله‌ی دوم به جزئی کردن برآورد کشش‌های قیمتی تقاضا $\left(\frac{\partial G}{\partial P}\right)$ اقدام می‌شود و در نهایت در مرحله سوم به فرایند تعدیل جزئیات ماتریس داده- ستانده اختصاص دارد تا بتوان $\widehat{P}_{1,e}$ و $\widehat{G}_{1,e}$ را محاسبه کرد.

مرحله‌ی اول: از رابطه‌ی قیمتی داده- ستانده استفاده می‌شود.

$$P = (I - A)^{-1}B'w = G'w \qquad (۱۶)$$

روابط زیر برای یافتن بردار قیمت‌های p_1 و p_0 در اقتصاد واقعی برای دوره تحلیل مثلاً دوره‌های ۱ و ۰ به‌کار می‌رود:

$$P(G_1) = P_1 = {G_1}'w_1 \qquad (۱۷)$$

$$P(G_0) = P_0 = {M_0}'w_0 \qquad (۱۸)$$

در جدول داده-ستانده در دوره ۱، ضرایب داده‌ها شامل ضرایب اولیه و فناوری در ضرایب دوره صفر ارائه می‌شود. بنابراین G_1^0 ماتریس ضرایب تکنیکی را منعکس می‌کند که در آن داده‌های دوره ۱ جانشین داده‌های دوره صفر بخش ارتباطات شده است، لذا ${A_1}^{Dig}$ و ${B_1}^{Dig}$ با ${A_0}^{Dig}$ و ${B_0}^{Dig}$ نشان داده می‌شوند.

$$P(G_1^0) = P_1^0 = G_1^0 w_1^0 \qquad (۱۹)$$

محاسبه ی رابطه‌ی فوق و مقایسه آن با روابط (۱۷) و (۱۸) تفاوت در قیمت‌های بخشی را نشان می‌دهد، لذا در این رابطه برای تمام بخش‌ها به‌جز بخش مورد نظر، $P_1^0 - P_1$ و برای بخش‌های یاد شده $P_1^0 - P_0$ را نشان می‌دهد. فناوری فعالیت مورد نظر در سطح دوره‌ی صفر محدود شده است، درحالی‌که در سایر فعالیت‌های اقتصاد سطح فناوری مطابق دنیای واقعی در زمان مورد نظر است.

مرحله دوم:کشش‌های قیمتی یعنی $\frac{\partial G}{\partial p}$ برآورد می‌شوند. کشش‌های قیمتی مطابق تابع هزینه کاب-داگلاس به‌صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$CD = K{p_i}^{\beta_i}{p_j}^{\beta_j}{p_k}^{\beta_k} Y \qquad (۲۰)$$

که در آن p_i، p_j وp_k سهم ارزش داده‌ها را در ارزش ستانده‌ها نشان می‌دهند. Y ستانده است و با $Y = A{X_i}^{\beta_i}{X_j}^{\beta_j}{X_k}^{\beta_k}$ نمایش داده می‌شود. با قبول فرض بازدهی ثابت نسبت به قیمت ستانده و ترکیب تناسبی از ضرایب کشش‌های قیمتی به شکل زیر به‌دست می‌آیند:

$$\varepsilon_{ii} = \beta_i - 1 \qquad \varepsilon_{ji} = \beta_i \qquad \varepsilon_{ki} = \beta_i \qquad (۲۱)$$
$$\varepsilon_{ij} = \beta_j \qquad \varepsilon_{jj} = \beta_j - 1 \qquad \varepsilon_{kj} = \beta_j$$
$$\varepsilon_{ik} = \beta_k \qquad \varepsilon_{jk} = \beta_k \qquad \varepsilon_{kk} = \beta_k - 1$$

که به‌طور مستقیم از جدول داده- ستانده قابل محاسبه می‌باشد.

مرحله سوم: کشش‌های محاسبه شده‌ی مرحله دوم به دلیل آن‌که فناوری فعالیت مورد نظر در سطح دوره صفر باقی مانده و بقیه فعالیت‌ها در سطح واقعی خود در دوره یک برای اختلاف قیمتی به‌دست آمده در مرحله اول استفاده می‌شود. تناقض بین داده‌ها و قیمت‌ها در صورت جانشین‌سازی همزمان داده‌ها با مجموعه جدید قیمت‌ها $\widehat{P_1}$ در تمام بخش‌ها به‌وجود می‌آید. برای حل این موضوع از ماتریس اصلاح شده $\widehat{G_1}$ و رابطه‌ی زیر استفاده می‌شود.

$$\widehat{\widehat{G_1}} = \widehat{G_1} + \frac{\partial G}{\partial p}(\widehat{P_1} - P_1^0) \qquad (۲۲)$$

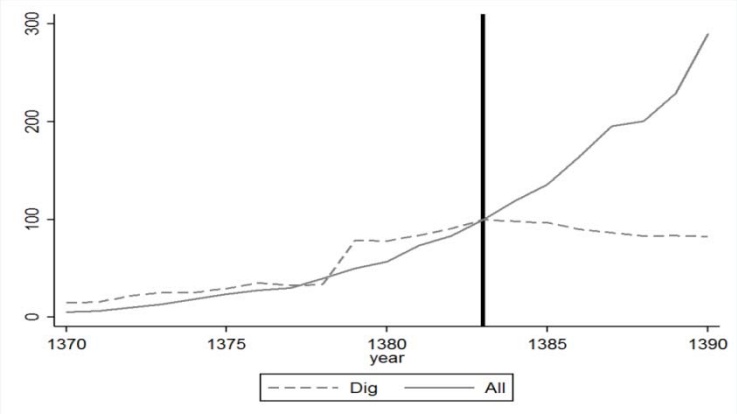
ماتریس داده هر فعالیت با ماتریس داده‌هایی که قیمت‌های جدید $\hat{p}_1$ را دارند ارائه شده است، لذا این نتایج سبب به‌وجود آمدن قیمت‌های جدید می‌شود $\widehat{P_1}$ که باعث جانشین‌سازی داده‌ها توسط فعالیت می‌شود. فرایند تبدیل آن‌قدر تکرار می‌شود تا فرضیه تغییر قیمت‌ها ثابت شده و تمایل به جانشین‌سازی حذف شود. یعنی، $\Delta P \approx 0$ حاصل شود، لذا رابطه‌ی زیر در حالت تعادلی به‌دست می‌آید:

$$\widehat{G}_{1,e} = G\left(\widehat{P}_{1,e}, {T_1}^{All}, {T_0}^{Dig}\right) = {w'}_e B_e [I - A_e]^{-1} \qquad (۲۳)$$

با استفاده از B_e و $[I - A_e]^{-1}$، داده‌های فرضیه تعادل روابط (۱۰) و (۱۱) در سطح فعالیت قابل محاسبه هستند و افزون بر آن در سطح اقتصاد نیز می‌تواند محاسبه شود، به‌گونه‌ای که بتوان فرضیه‌ی تغییر داده‌های مستقیم و غیرمستقیم را در سطح بخشی و ملی ارزیابی کرد.

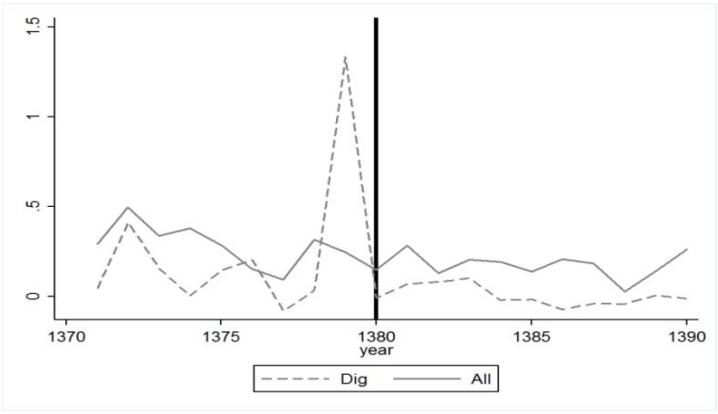
۴- داده‌ها

ازجمله شاخص‌هایی که در عصر جدید بسیار مهم هستند و نقش قابل توجهی در تحول فناوری و وقوع انقلاب اطلاعات داشته‌اند، قیمت‌های ارتباطات می‌باشد. بررسی شاخص‌های کل و شاخص قیمت ارتباطات اقتصاد ایران نشان می‌دهد که از سال ۱۳۸۳ میزان شاخص ارتباطات در اقتصاد ایران کم‌تر از شاخص کل قیمت و از سال مذکور به بعد همواره انحراف آن نیز از شاخص کل قیمت بیشتر شده است. این موضوع در نمودار (۱) نشان داده شده است.



نمودار ۱. روند شاخص قیمت ارتباطات (Dig) و شاخص ضمنی تولید ناخالص داخلی (All) به قیمت ثابت ۱۳۸۳

نکته‌ی دیگری که از بررسی شاخص قیمت‌ها حاصل می‌شود، بررسی تـورم در کـل اقتصاد و روند افزایش قیمت‌ها در ارتباطات است. نمودار (۲)، میزان افزایش شاخص کل قیمت و شاخص قیمت ارتباطات را در اقتصاد ایران نشان می‌دهد. به غیر از سـال ۱۳۷۹ که یک حالت افزایش شدید در قیمت‌های بخش ارتباطـات مشـاهده مـی‌شـود، از سـال ۱۳۸۰ به بعد میزان افزایش قیمت‌ها در این بخش یک روند معنـادار نزولـی‌تـر از رونـد شاخص کل قیمت اقتصاد را به خود می‌گیرد، که یکی از مسائل مهـم اقتصـاد ایـران بـا وقوع انقلاب فناوری دیجیتال در این برهه به وقوع می‌پیوندد. این رونـد مطـابق نمـودار (۲) دقیقاً از سال ۱۳۸۰ شروع می‌شود.



نمودار ۲. نرخ رشد شاخص قیمت ارتباطات (Dig) و شاخص ضمنی تولید ناخالص داخلی (All) به قیمت ثابت ۱۳۸۳

به همین منظور برای بررسی اثر افزایش قیمت‌هـا در ارتباطـات و کـل اقتصـاد بـر بهره‌وری، از دو جدول داده- ستانده در مقاطع سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ به‌عنوان آخرین جداول تهیه شده در اقتصاد ایران توسط مرکز آمار ایران و مرکـز پـژوهش‌هـای مجلـس شورای اسلامی استفاده می‌شود. با استفاده از این دو جدول تأثیر نقش فناوری دیجیتال در کاهش هزینه‌ی تولید فعالیت‌های اقتصادی کشور مورد ردیابی قرار مـی‌گیـرد. بـدین منظور از فناوری سال ۱۳۸۰ بخش ارتباطات با فرض تغییر فنـاوری سـایر فعالیـت‌هـای اقتصادی در سال ۱۳۹۰ اقتصاد ملی استفاده می‌شود و نقش پیشرفت بخـش ارتباطـات در کاهش هزینه‌ی تولید سایر بخش‌هـای اقتصـادی و هـم‌چنـین بـه‌دنبـال آن افـزایش بهره‌وری سایر بخش‌های اقتصادی ایران مورد مطالعه قرار می‌گیرد. بـرای ایـن امـر لازم

است ابتدا جداول داده- ستانده به قیمت ثابت تعدیل و سپس با استفاده از روش مطرح شده در بخش نظری، اثر پیشرفت فناوری بر بهره‌وری کل عوامل تولید برآورد شود.

برای محاسبه‌ی اثر اقتصادی نقش انتشار ارتباطات بر بهره‌وری فعالیت‌های اقتصادی و کل اقتصاد از داده‌هایی با ویژگی زیر استفاده شده است و جداول داده- ستانده به قیمت ثابت تعدیل شده‌اند.

- جداول داده- ستانده سال ۱۳۸۰ مرکز آمار ایران به‌صورت بخش در بخش با فرض فناوری بخش و ۹۹ بخش در بخش

- جدول داده- ستانده سال ۱۳۹۰ مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی که توسط روش RAS از جدول سال ۱۳۸۰ مرکز آمار ایران به روز شده است.

- آمار و اطلاعات مربوط به شاخص‌های قیمت ضمنی هزینه واسطه، ارزش تولید و ارزش افزوده‌ی فعالیت‌های اقتصادی

جدول داده- ستانده سال ۱۳۸۰ از جداول ساخت و جذب سال ۱۳۸۰ که معمولاً به‌صورت بخش در کالا و کالا در بخش تهیه می‌شوند، با روش‌های ریاضی به‌صورت جدول متقارن استفاده شده است. جدول متقارن سال ۱۳۸۰ به‌صورت بخش در بخش و با فرض فناوری بخش می‌باشد. این جدول به‌صورت ۹۹ بخش در ۹۹ بخش تهیه شده است. برای اینکه بتوان چارچوب مدل تحقیق را پیاده کرد، لازم است جدول داده- ستانده سال ۱۳۸۰ با جدول سال ۱۳۹۰ از نظر تعداد بخش‌ها و مفاهیم بخش‌ها یکسان و استاندارد شوند. برای این منظور جدول سال ۱۳۸۰ را به ۱۹ در ۱۹ بخش تجمیع شده است. جدول داده- ستانده سال ۱۳۸۰ به‌گونه‌ای تجمیع شده است که نماینده‌ی فعالیت ارتباطات قابلیت تفکیک داشته باشد. اسامی به‌ترتیب بخش‌های جدول داده- ستانده سال ۱۳۸۰ به شرح زیر است: ۱. کشاورزی ۲. معدن ۳. صنایع غذایی، نوشیدنی‌ها و دخانیات ۴. صنایع تولید منسوجات، پوشاک و چرم ۵. صنایع تولید چوب و محصولات چوبی ۶. صنایع کاغذ، چاپ و انتشار ۷. صنایع تولید و محصولات شیمیایی، لاستیک و پلاستیک ۸. صنایع تولید محصولات معدنی غیرفلزی (به‌جز نفت و ذغال سنگ) ۹. صنایع تولید فلزات اساسی ۱۰. صنایع تولید محصولات، ماشین‌آلات و وسایل فلزی ۱۱. سایر صنایع ۱۲. برق و آب و گاز ۱۳. ساختمان ۱۴. بازرگانی، رستوران و هتل‌داری ۱۵. حمل و نقل و انبارداری ۱۶. ارتباطات ۱۷. خدمات مؤسسات مالی و پولی ۱۸. آموزش و بهداشت ۱۹. سایر خدمات.

ناحیه‌ی ارزش افزوده این جدول هم شامل مؤلفه‌های جبران خدمات کارکنان و مازاد عملیاتی و خالص مالیات بر تولید و واردات است که با اصلاح و تعدیل به‌صورت جدول خدمات کارکنان و مازاد عملیاتی در قالب ۱۹ بخش درآمده است. جدول سال

۱۳۹۰ توسط مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی در سال ۱۳۹۴ به روش غیرآماری براساس جدول سال ۱۳۸۰ مرکز آمار ایران به روز رسانی شده است. این جدول به‌صورت بخش در بخش و با فرض فناوری بخش و به‌صورت ۷۱ در ۷۱ تنظیم و ارائه شده است. این جدول نیز همانند جدول سال ۱۳۸۰ به‌صورت ۱۹ در ۱۹ بخش و متناظر با آن آماده شده است. مؤلفه‌های ناحیه نهاده‌های اولیه جدول سال ۱۳۹۰ نیز به جبران خدمات کارکنان و مازاد عملیاتی با تجمیع عوامل اولیه مورد نظر در جدول اصلی طبقه‌بندی شده است.

همان‌گونه که گفته شد برای به‌کارگیری روش‌شناسی مطرح شده در بخش چارچوب نظری مقاله برای اندازه‌گیری نقش ارتباطات در بهبود بهره‌وری فعالیت‌های اقتصادی و کل اقتصاد باید جداول داده- ستانده به قیمت ثابت تعدیل شوند. بدین منظور با استفاده از داده‌های سری زمانی حساب‌های ملی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران ابتدا شاخص‌های ضمنی قیمت متغیرهای هزینه واسطه بخش‌ها، ارزش تولید بخش‌ها و ارزش افزوده بخش‌ها به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ برای سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ محاسبه شده که نتایج این محاسبات در جدول (۱) آمده است.

در این رابطه برای محاسبه‌ی جداول داده- ستانده به قیمت ثابت می‌توان از دو گزینه استفاده کرد. اول اینکه هر دو جدول را به قیمت سال پایه حساب‌های ملی کشور برآورد کرد و دوم اینکه می‌توان یک جدول را مبنا قرار داد و جدول داده- ستانده دیگر را به قیمت‌های سال جدول مبنا تعدیل کرد. در این مقاله از گزینه دوم استفاده می‌شود. به‌عبارتی با استفاده از تعدیل سال پایه به سال ۱۳۸۰، جدول داده- ستانده سال ۱۳۹۰ به قیمت پایه سال ۱۳۸۰ تعدیل شده است. این روش با توجه به اینکه لازم است بعد از تعدیل جدول داده- ستانده به قیمت ثابت جدول داده- ستانده تراز شود، نسبت به روش اول برای محقق برتر است، چرا که لازم نیست جدول مبنا را به قیمت ثابت تعدیل کرد، بلکه یک جدول بر مبنای جدول دیگر تعدیل می‌شود و لذا لازم نیست جدول مبنا را تراز نمود و خود جدول به قیمت جاری تراز می‌باشد. با این وصف، جدول شاخص‌های قیمت تعدیل شده متغیرهای هزینه‌ی واسطه، ارزش تولید و ارزش افزوده‌ی فعالیت‌های اقتصادی به قیمت ثابت سال ۱۳۸۰ برای سال ۱۳۹۰به شرح جدول (۱) است. جدول سال ۱۳۹۰ به روش تعدیل مضاعف به قیمت ثابت تعدیل و تراز شده است.

جدول ۱. شاخص‌های قیمت تعدیل شده‌ی متغیرهای هزینه واسطه، ارزش تولید و ارزش افزوده‌ی فعالیت‌های اقتصادی سال ۱۳۹۰ به قیمت سال ۱۳۸۰

ردیف	عنوان فعالیت	شاخص تولید	شاخص هزینه واسطه	شاخص ارزش افزوده	ردیف	عنوان فعالیت	شاخص تولید	شاخص هزینه واسطه	شاخص ارزش افزوده
۱	کشاورزی	۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۲۱	۱۱	سایر صنایع	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸
۲	معدن	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۸	۱۲	برق و آب و گاز	۰/۲۷	۰/۳۳	۰/۱۹
۳	صنایع غذایی، نوشیدنی‌ها و دخانیات	۰/۳۴	۰/۳۴	۰/۳۴	۱۳	ساختمان	۰/۲۰	۰/۲۲	۰/۱۸
۴	صنایع تولید منسوجات، پوشاک و چرم	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۱۴	بازرگانی، رستوران و هتلداری	۰/۲۵	۰/۲۴	۰/۲۵
۵	صنایع تولید چوب و محصولات چوبی	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۱۵	حمل و نقل و انبارداری	۰/۲۳	۰/۱۹	۰/۲۶
۶	صنایع کاغذ چاپ و انتشار	۰/۳۸	۰/۳۸	۰/۳۸	۱۶	ارتباطات	۰/۹۲	۰/۹۰	۰/۹۵
۷	صنایع تولید و محصولات شیمیایی، لاستیک و پلاستیک	۰/۳۲	۰/۳۳	۰/۳۲	۱۷	خدمات مؤسسات مالی و پولی	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
۸	صنایع تولید محصولات معدنی غیرفلزی (به‌جز نفت و ذغال سنگ)	۰/۴۰	۰/۴۰	۰/۴۰	۱۸	آموزش و بهداشت	۰/۱۵	۰/۱۵	۰/۱۵
۹	صنایع تولید فلزات اساسی	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۱۹	سایر خدمات	۰/۲۰	۰/۲۱	۰/۲۰
۱۰	صنایع تولید محصولات، ماشین‌آلات و وسایل فلزی	۰/۵۶	۰/۵۶	۰/۵۶					

منبع: محاسبات محقق و بانک مرکزی ج.ا.ا

برای بررسی نقش پیشرفت ارتباطات می‌توان به نقش نهاده‌های تولید برای یک واحد تولید در اقتصاد توجه کرد.

جدول ۲. نهاده‌های واقعی یک واحد تولید ارتباطات

عنوان	۱۳۸۰	۱۳۹۰
نیروی کار*	۱/۴۴	۰/۱۰۶۷
سرمایه**	۷/۰۱۸۳	۰/۵۸۰۹

* آمار اشتغال از سایت دفتر اقتصاد کلان سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استخراج شده است. ** آمار موجودی سرمایه از سایت بانک مرکزی ج.ا.ا دریافت شده است.

آمار و ارقام جدول (۲) نشان می‌دهد که نیروی کار و سرمایه برای یک واحد تولید طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ در بخش ارتباطات کشور کاهش پیدا کرده است، که به نوعی تأکید کننده‌ی اثرگذاری مثبت پیشرفت فناوری بر بهره‌وری کل عوامل تولید است.

۵- تحلیل نتایج

در اقتصاد تغییر در شدت استفاده از فناوری ناشی از: الف- تغییر فناوری که منعکس‌کننده‌ی تغییر در روش‌های تولید است ب- تغییر در قیمت‌ها که سبب جانشینی نهاده‌های ارزان‌تر در تولید می‌شود. جدول (۳) نشان می‌دهد که برای یک واحد تولید نهایی محصولات ارتباطات، نهاده‌های ارتباطات، برق و آب و گاز، بازرگانی، ساختمان در سال ۱۳۸۰ نقش مهم‌تری داشته و در سال ۱۳۹۰ برای تولید نهایی یک واحد در بخش ارتباطات بخش‌های صنایع شیمیایی، ساختمان، صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات، برق و آب و گاز، سایر خدمات و بازرگانی مهم بوده‌اند. بنابراین طی این دو مقطع، برای یک واحد تولید نهایی ارتباطات از نهاده‌های بخش‌های معدن، صنایع کاغذ چاپ و انتشار، حمل و نقل و انبارداری، ارتباطات، خدمات مؤسسات مالی و پولی، خدمات بهداشتی و آموزشی کم شده است. هم‌چنین جدول (۳) نشان می‌دهد که بیشترین افزایش در نهاده‌های یک واحد تولید نهایی فناوری اطلاعات و ارتباطات در بخش‌های صنایع کانی غیرفلزی، صنایع چوب و محصولات چوبی، سایر صنایع، صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات و صنایع شیمیایی و پتروشیمی اتفاق افتاده است.

جدول (۴) نشان می‌دهد که در اثر محدود کردن فناوری تولید بخش ارتباطات سال ۱۳۸۰ برای سال ۱۳۹۰، میزان افزایش هزینه‌ی تولید در بخش‌های مختلف چگونه است. در این مورد بخش‌های خدمات مؤسسات مالی و پولی، ارتباطات، آموزش و بهداشت، صنایع کاغذ و انتشار و چاپ بیشترین افزایش هزینه‌ی تولید را تجربه خواهند کرد و کم‌ترین افزایش هزینه‌ی تولید مربوط به بخش‌های برق و آب و گاز، صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات و صنایع غذایی، نوشیدنی‌ها و دخانیات است. محاسبات نشان می‌دهد که در اثر محدود کردن فناوری تولید بخش ارتباطات میزان افزایش هزینه‌ی تولید فعالیت‌های مختلف متفاوت است و یکسان نمی‌تواند باشد، که این موضوع با توجه به تفاوت سطح کاربرد خدمات این بخش در این فعالیت‌ها می‌باشد.

همان‌طورکه قبلاً توضیح داده شد، تغییرات فنی در چارچوب جدول داده - ستانده در قالب تغییرات در ضرایب فنی در طول زمان قابل پیگیری است. در این مورد پیشرفت فناوری نیازمند تغییرات منفی در تغییرات ضرایب فنی نهاده‌های واسطه‌ای و نهاده‌های اولیه است، به‌عبارت دیگر $da_{ik}, db_{jk} \leq 0$ برای همه‌ی بخش‌های اقتصادی باشد. اگر تغییرات به شکل خنثی هیکسی باشد، لازم است که $da_{ik}, db_{jk} = c$ برای همه‌ی بخش‌های اقتصادی صادق باشد. یک شرط ضروری برای پیشرفت فناوری آن است که $da_{ik}, db_{jk} < 0$ برای برخی بخش‌ها باشد. در واقعیت با جایگزینی برخی نهاده‌ها ممکن است که $da_{ik}, db_{jk} > 0$ برای برخی بخش‌ها شود، اما شرایط پیشرفت فناوری مناسب آن است که میانگین وزنی تغییرات ضرایب فنی منفی باشد.

جدول ۳. مصرف ارتباطات به‌عنوان درصدی از تولید نهایی بخش

ردیف	عنوان فعالیت	۱۳۸۰	۱۳۹۰	درصد	ردیف	عنوان فعالیت	۱۳۸۰	۱۳۹۰	درصد
۱	کشاورزی	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۵۳۱۶	۲۳/۶	۱۱	سایر صنایع	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱۳۶۶	۲۹/۶
۲	معدن	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۱۶۳	-۱۱/۴	۱۲	برق و آب و گاز	۰/۰۲۱۸	۰/۰۴۰۷۱۲	۵/۸
۳	صنایع غذایی، نوشیدنی‌ها و دخانیات	۰/۰۰۰۶	۰/۰۱۱۵۳۷	۳۱/۴	۱۳	ساختمان	۰/۰۰۴۲	۰/۰۵۸۸۷۹	۲۷/۲
۴	صنایع تولید منسوجات، پوشاک و چرم	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۲۸۰۸	۳۸/۶	۱۴	بازرگانی، رستوران و هتلداری	۰/۰۱۷۱	۰/۰۲۲۴۶۱	۲/۵
۵	صنایع تولید چوب و محصولات چوبی	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۸۶۷	۴۲/۲	۱۵	حمل و نقل و انبارداری	۰/۰۱۸۴	۰/۰۰۸۵۵۱	-۶/۷
۶	صنایع کاغذ چاپ و انتشار	۰/۰۰۷۰	۰/۰۰۲۹۹۸	-۷/۵	۱۶	ارتباطات	۰/۱۶۶۸	۰/۰۱۳۱۹۶	-۲۰/۶
۷	صنایع تولید و محصولات شیمیایی، لاستیک و پلاستیک	۰/۰۰۴۴	۰/۰۶۸۷۰۸	۲۸/۳	۱۷	خدمات مؤسسات مالی و پولی	۰/۰۰۸۶	۰/۰۰۴۳۶۳	-۵/۹
۸	صنایع تولید محصولات معدنی غیرفلزی (به‌جز نفت و ذغال سنگ)	۰/۰۰۰۲	۰/۰۲۲۹۷	۵۲/۱	۱۸	آموزش و بهداشت	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۸۴۷	-۰/۱
۹	صنایع تولید فلزات اساسی	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۳۲۵۲	۱۳/۹	۱۹	سایر خدمات	۰/۰۱۰۴	۰/۰۴۳۶۵۴	۱۳/۹
۱۰	صنایع تولید محصولات، ماشین‌آلات و وسایل فلزی	۰/۰۰۳۲	۰/۰۵۲۱۴۳	۲۸/۸					

منبع: محاسبات محقق و جداول تجمیع شده داده-ستانده اقتصاد ایران

جدول ۴. اثر قیمتی محدودیت فنی بخش ارتباطات

ردیف	عنوان فعالیت	درصد	ردیف	عنوان فعالیت	درصد
۱	کشاورزی	۰/۰۴۸۹	۱۱	سایر صنایع	۰/۰۶۹۲
۲	معدن	۰/۰۹۶۷	۱۲	برق و آب و گاز	۰/۰۱۲۵
۳	صنایع غذایی، نوشیدنی‌ها و دخانیات	۰/۰۳۵۷	۱۳	ساختمان	۰/۰۷۱۵
۴	صنایع تولید منسوجات، پوشاک و چرم	۰/۰۵۷۱	۱۴	بازرگانی، رستوران و هتلداری	۰/۰۵۶۴
۵	صنایع تولید چوب و محصولات چوبی	۰/۰۷۴۱	۱۵	حمل و نقل و انبارداری	۰/۰۵۰۲
۶	صنایع کاغذ چاپ و انتشار	۰/۱۰۳۹	۱۶	ارتباطات	۰/۲۰۱۱
۷	صنایع تولید و محصولات شیمیایی، لاستیک و پلاستیک	۰/۰۲۸۲	۱۷	خدمات مؤسسات مالی و پولی	۰/۵۱۹۹
۸	صنایع تولید محصولات معدنی غیرفلزی (به‌جز نفت و ذغال سنگ)	۰/۰۵۴۷	۱۸	آموزش و بهداشت	۰/۱۶۱۵
۹	صنایع تولید فلزات اساسی	۰/۰۸۷۶	۱۹	سایر خدمات	۰/۰۸۸۱
۱۰	صنایع تولید محصولات، ماشین‌آلات و وسایل فلزی	۰/۰۴۰۸			

منبع: محاسبات محقق و جداول داده - ستانده سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰

جدول ۵. شاخص بهره‌وری پترسون (درصد)

ردیف	عنوان فعالیت	شاخص	ردیف	عنوان فعالیت	شاخص
۱	کشاورزی	۰/۰۵	۱۱	سایر صنایع	۰/۰۷
۲	معدن	۰/۱۰	۱۲	برق و آب و گاز	۰/۰۱
۳	صنایع غذایی، نوشیدنی‌ها و دخانیات	۰/۰۴	۱۳	ساختمان	۰/۰۷
۴	صنایع تولید منسوجات، پوشاک و چرم	۰/۰۶	۱۴	بازرگانی، رستوران و هتلداری	۰/۰۶
۵	صنایع تولید چوب و محصولات چوبی	۰/۰۷	۱۵	حمل و نقل و انبارداری	۰/۰۵
۶	صنایع کاغذ چاپ و انتشار	۰/۱۰	۱۶	ارتباطات	۰/۲۰
۷	صنایع تولید و محصولات شیمیایی، لاستیک و پلاستیک	۰/۰۸	۱۷	خدمات مؤسسات مالی و پولی	۰/۵۲
۸	صنایع تولید محصولات معدنی غیرفلزی (به‌جز نفت و ذغال سنگ)	۰/۰۵	۱۸	آموزش و بهداشت	۰/۱۶
۹	صنایع تولید فلزات اساسی	۰/۰۹	۱۹	سایر خدمات	۰/۰۹
۱۰	صنایع تولید محصولات، ماشین‌آلات و وسایل فلزی	۰/۰۴	۲۰	کل اقتصاد	۰/۰۷۹۵

منبع: محاسبات محقق و جداول داده-ستانده سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰

با این وصف نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد که خدمات مؤسسات پولی و مالی، ارتباطات و صنایع کاغذ، چاپ و انتشار بهترین بهره را از پیشرفت فناوری ارتباطات برده و کم‌ترین سود مربوط به بخش‌های برق و آب و گاز، صنایع غذایی، نوشیدنی‌ها و دخانیات و صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات است و در کل سیستم اقتصاد ایران ۰/۰۷۹ درصد از محل پیشرفت فناوری ارتباطات، منافع بهره‌وری کل عوامل تولید حاصل شده است. به‌عنوان مثال، بخش پولی و بانکی، نمونه‌ی خوبی از تأثیرگذاری اقتصاد دیجیتال می‌باشد. فناوری اطلاعات منجر به ارائه‌ی سرویس‌های نوینی همانند بانکداری الکترونیک و دستگاه‌های خودپرداز شده است. برای نمونه، دستگاه‌های خودپرداز امکان دسترسی ۲۴ ساعته و در تمام روزهای هفته را برای مشتریان فراهم آورده و زمان ایستادن آن‌ها در صف بانک‌ها را کاهش داده و یا به صفر رسانده‌اند و سبب بهبود عملکرد اقتصاد ایران شده‌اند.

جدول ۶. سهم بخش‌ها در رشد بهره‌وری کل اقتصاد ناشی از پیشرفت فناوری ارتباطات

ردیف	عنوان فعالیت	شاخص	ردیف	عنوان فعالیت	شاخص
۱	کشاورزی	۰/۰۳	۱۱	سایر صنایع	۰/۰۵
۲	معدن	۰/۰۸	۱۲	برق و آب و گاز	۰/۰۳
۳	صنایع غذایی، نوشیدنی‌ها و دخانیات	۰/۰۱	۱۳	ساختمان	۰/۰۱
۴	صنایع تولید منسوجات، پوشاک و چرم	۰/۰۴	۱۴	بازرگانی، رستوران و هتلداری	۰/۰۶
۵	صنایع تولید چوب و محصولات چوبی	۰/۲۸	۱۵	حمل و نقل و انبارداری	۰/۰۳
۶	صنایع کاغذ چاپ و انتشار	۱/۰۰	۱۶	ارتباطات	۰/۲۴
۷	صنایع تولید و محصولات شیمیایی، لاستیک و پلاستیک	۰/۱۷	۱۷	خدمات مؤسسات مالی و پولی	۱/۴۰
۸	صنایع تولید محصولات معدنی غیرفلزی (به‌جز نفت و ذغال سنگ)	۰/۱۶	۱۸	آموزش و بهداشت	۰/۱۴
۹	صنایع تولید فلزات اساسی	۰/۶۰	۱۹	سایر خدمات	۰/۰۸
۱۰	صنایع تولید محصولات، ماشین‌آلات و وسایل فلزی	۰/۰۳			

منبع: محاسبات محقق و جداول داده- ستانده سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰

جدول (۶) نشان دهنده‌ی سهم هر بخش در رشد بهره‌وری کل اقتصاد در اثر پیشرفت فناوری ارتباطات است. این جدول نشان می‌دهد که بخش‌های خدمات مؤسسات مالی و پولی، صنایع کاغذ چاپ و انتشار، صنایع فلزات اساسی، صنایع چوب و محصولات چوبی و ارتباطات بیشترین نقش و کمک را در رشد بهره‌وری کل اقتصاد داشته و بخش‌هایی هم‌چون ساختمان، صنایع غذایی نوشیدنی‌ها و دخانیات و صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات کم‌ترین نقش را در رشد بهره‌وری کل اقتصاد ایفا کرده‌اند. جدول بالا نشان می‌دهد که سهم غیرمستقیم بخش ارتباطات در پیشرفت اقتصاد به‌مراتب مهم‌تر است و در اثر پیشرفت فناوری ارتباطات بخش‌هایی همچون خدمات مؤسسات مالی و پولی، بخش ارتباطات و صنایع کاغذ، چاپ و انتشار اثرات مثبت و مهمی از پیشرفت فناوری ارتباطات دریافت کرده‌اند.

جدول ۷. تأثیر غیرمستقیم بخش‌های مختلف و بخش ارتباطات در رشد بهره‌وری

ردیف	عنوان فعالیت	اثر غیرمستقیم	ردیف	عنوان فعالیت	اثر غیرمستقیم
۱	کشاورزی	۰/۰۰۲۸	۱۱	سایر صنایع	۰/۰۰۰۲
۲	معدن	۰/۰۰۴۰	۱۲	برق و آب و گاز	۰/۰۲۹۸
۳	صنایع غذایی، نوشیدنی‌ها و دخانیات	۰/۰۰۲۰	۱۳	ساختمان	۰/۰۰۵۱
۴	صنایع تولید منسوجات، پوشاک و چرم	۰/۰۰۰۸	۱۴	بازرگانی، رستوران و هتلداری	۰/۰۲۲۳
۵	صنایع تولید چوب و محصولات چوبی	۰/۰۰۰۲	۱۵	حمل و نقل و انبارداری	۰/۰۲۲۲
۶	صنایع کاغذ چاپ و انتشار	۰/۰۰۹۹	۱۶	ارتباطات	۰/۱۵۲۱
۷	صنایع تولید و محصولات شیمیایی، لاستیک و پلاستیک	۰/۰۱۱۳	۱۷	خدمات مؤسسات مالی و پولی	۰/۰۰۹۸
۸	صنایع تولید محصولات معدنی غیرفلزی (به‌جز نفت و ذغال سنگ)	۰/۰۰۱۵	۱۸	آموزش و بهداشت	۰/۰۰۱۱
۹	صنایع تولید فلزات اساسی	۰/۰۰۵۴	۱۹	سایر خدمات	۰/۰۱۳۸
۱۰	صنایع تولید محصولات، ماشین‌آلات و وسایل فلزی	۰/۰۰۵۰	۲۰	کل اقتصاد	۰/۲۹۹۱

منبع: محاسبات محقق

اگر معادلات اصلی مطرح شده در بخش نظری برای برآورد اثر پیشرفت فناوری بر بهره‌وری تغییر داده شده و از π طرفین معادله کسر شود، خواهیم داشت: $\varphi - \pi = \pi\{[I - A]^{-1} - I\}$.

عناصر بخش دوم سمت راست معادله بیانگر نقش غیرمستقیم مؤلفه‌های مختلف بخش‌ها (بخش ارتباطات) در رشد بهره‌وری در بخش اقتصاد است. مطابق جدول (۷)، به شکل غیرمستقیم بخش ارتباطات حدود ۰/۳ در رشد بهره‌وری بخش مؤثر است، که در این میان بخش‌های ارتباطات، برق و آب و گاز، ساختمان، بازرگانی، سایر خدمات و صنایع شیمیایی و پتروشیمی بیشترین نقش را ایفا می‌کنند.

۶- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر سعی برای ایجاد رابطه‌ی بین بهره‌وری در بخش از کانال قیمت‌ها بر فعالیت اقتصادی و کل اقتصاد در قالب ۱۹ بخش تلاش می‌کند. با استفاده از تکنیک‌هایی متشکل از اقتصاد داده-ستانده و مدل‌سازی اقتصادی، مشاهدات نشان می‌دهند که در طول بازه‌ی ده ساله ۹۰-۸۰، شکاف قیمتی بین سطح قیمت‌های ارتباطات و کل اقتصاد درخور توجه بوده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهند که بخش ارتباطات سهم بسیار قوی را در بهبود عملکرد کل سیستم اقتصادی کشور دارد. به عبارت دیگر، ارتباطات نه‌تنها سهم مؤثری در ارتقای بهره‌وری بخش خود داشته، بلکه بر سایر بخش‌های اقتصادی و کل اقتصاد نیز مؤثر بوده است.

هم‌چنین شواهدی مبنی بر وجود وابستگی متقابل بین بخش ارتباطات و سایر بخش‌های اقتصاد در این مطالعه ارائه شده است. در حقیقت تجزیه و تحلیل انجام شده نشان می‌دهد که بیشتر بخش‌ها از مزیت پیشرفت فناوری ارتباطات برخوردار شده‌اند که می‌تواند ناشی از سیاست‌های مشوق سرمایه‌گذاری در بخش ارتباطات باشند. اما نتایج همچنان نشان می‌دهند که میزان استفاده از مزیت فناوری در بخش‌ها یکسان نیست و در برخی بخش‌ها بیشتر از دیگر بخش‌ها است که بخش‌های خدمات مؤسسات پولی و مالی و بهداشت و آموزش و ارتباطات از دیگر بخش‌های اقتصاد از این نظر بیشتر بهره برده‌اند، لذا پیشنهاد می‌شود با سیاست‌هایی که رقابت‌های پویا را در زیرساخت‌های ارتباطات تشویق می‌کنند بتوان بهره‌وری را از بخش ارتباطات به سایر بخش‌های اقتصاد نیز تسری داد و رشد و توسعه‌ی اقتصادی را تسهیل کرد. یکی از مشکلات تعمیق بخش

ارتباطات و فناوری اطلاعات در کشورهای در حال توسعه گسترش آن به سایر فعالیت های اقتصادی و کاربرد آن جهت کارایی کسب و کارهای اقتصاد است، لذا با توجه به نقش مثبت ارتباطات، گسترش پذیرش فناوری اطلاعات و ارتباطات و تقویت سمت تقاضای آن برای اقتصاد ایران توصیه می‌شود.

منابع

۱. مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی ایران (۱۳۹۴). جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۰ اقتصاد ایران.

۲. مرکز آمار ایران، جدول داده - ستانده سال ۱۳۸۰ اقتصاد ایران

۳. بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، سری زمانی حساب‌های ملی ایران

۴. بزازان، فاطمه (۱۳۹۰). "مقیاس بهره‌وری کل عوامل تولید - رویکرد داده - ستانده". مجله‌ی سیاست‌گذاری اقتصادی، شماره‌ی ۵، ۱۶۸-۱۴۳.

۵. جهانگرد، اسفندیار و سکینه غلامی (۱۳۸۷). "تحلیل اثربخش ارتباطات بر رشد بهره‌وری کل فعالیت‌های اقتصادی ایران". فصلنامه‌ی اقتصاد و تجارت نوین، شماره‌های ۱۵ و ۱۶، ۹۸-۷۷.

۶. محمودزاده، محمود و فرخنده اسدی (۱۳۸۶). "اثرات فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری نیروی کار در اقتصاد ایران". پژوهشنامه‌ی بازرگانی، شماره‌ی ۴۳، ۱۸۴-۱۵۳.

۷. مشیری، سعید و اسفندیار جهانگرد (۱۳۸۳). "فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و رشد اقتصادی ایران". فصلنامه‌ی پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره‌ی ۱۹، ۷۸-۵۵.

۸. ناظم بکایی، محسن و علی اصغر بانویی (۱۳۹۰). "تحلیلی بر منابع رشد و تغییرهای ساختار اقتصاد کشور با استفاده از جداول داده- ستانده (۱۳۶۵-۱۳۸۵)"، دو فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی، شماره‌ی ۱۶، ۲۰۵-۲۳۵.

9. Aghion, P., Howitt, E. (1992). A model of growth through creative destruction. Econometrica, 60 (2), 323–351.

10. Bon, A. (2007). Can the internet in tertiary education in Africa contribute to social and economic development? International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology, 3(3), 122–131.

11. Brynjolfsson, E., Hitt, L.M. (2000). Beyond computation: information technology, organizational transformation and business performance. Journal of Economic Perspectives 14 (4), 23–48.
12. Cardona, M., Kretschmer, T. and Strobel, T. (2013). ICT and productivity: conclusions from the empirical literature. Information Economics and Policy, 25(3), 109-125.
13. Chakraborty, C., & Nandi, B. (2003). Privatization, telecommunications and growth in selected Asian countries: an econometric analysis. Communications and Strategy, 52(4), 31–48.
14. Chakraborty, C., & Nandi, B. (2009). Telecommunications adoption and economic growth in developing countries: do levels of development matter? Journal of Academy of Business and Economics, 9(2), 51–61.
15. Correa, L. (2006). The economic impact of telecommunications diffusion on UK productivity growth. Information Economics and Policy, 18 (4), 385–404.
16. David, P.A. (1990). The dynamo and the computer: an historical perspective on the modern productivity paradox. American Economic Review 80 (2), 355–361.
17. Gholami, R., Moshiri, S., and Lee, S-Y. T. (2004). ICT and technical efficiency of the manufacturing industries in Iran. Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries, 19(4), 1-19.
18. Grossman, G.M., Helpman, E. (1991). Innovation and Growth in the Global Economy. MIT Press, Cambridge.
19. Jorgenson, D.W. (2001). Information technology and the US economy. American Economic Review, 91 (1), 1–32.
20. Jorgenson, D.W., Stiroh, K.J. (1999). Information technology and growth. American Economic Review, 89 (2), 109–115.
21. Jorgenson, D.W., Ho, M.S., Stiroh, K.J. (Eds.) (2005). Productivity – Information Technology and the American Growth Resurgence. MIT Press, Cambridge, MA.
22. Jorgenson, D.W. (2005). Accounting for growth in the information age. In: Aghion, P., Durlauf, S.N. (Eds.), Handbook of Economic Growth, vol. 1A. Elsevier B.V, Amsterdam, 743–815.
23. Jorgenson, D.W., Stiroh, K.J. (2000). Raising the speed limit: US economic growth in the information age. Brookings Papers on Economic Activity, (1), 125–235.
24. Jorgenson, D., & Motohashi, K. (2005). Information technology and the Japanese economy. Journal of the Japanese and International Economies, 19(4), 460–481.
25. Martínez, D., Rodríguez, J., & Torres, J. (2008). The productivity paradox and the new economy: the Spanish case. Journal of Macroeconomics, 30(4), 1569–1586.

26. Moshiri, S., & Jahangard, E. (2007). ICT Impact on the Labor Productivity in the Iranian Manufacturing Industries; a Multilevel Analysis. Iranian Economic Review, 12(18), 121-142.
27. Oliner, S.D., Sichel, D.E., Triplett, J.E., & Gordon, R.J. (1994). Computers and output growth revisited: how big is the puzzle? Brookings Papers on Economic Activity, (2), 273–334.
28. Oliner, S.D., & Sichel, D.E. (2000). The resurgence of growth in the late 1990s: is information technology the story? Journal of Economic Perspectives, 14 (4), 3–22.
29. Peterson, W. (1979). Total factor productivity growth in the UK: a disaggregated analysis. In: Patterson, K., Schott, M. (Eds.), The Measurement of Capital: Theory and Practice. Macmillan, London.
30. Romer, P. (1990). Endogenous technological change. Journal of Political Economy, 98 (5), 71–101.
31. Shirazi, F., Gholami, R., & Higón, D. A. (2009). The impact of information and communication technology (ICT), education and regulation on economic freedom in Islamic Middle Eastern countries. Information & Management, 46(8), 426-433.
32. Sridhar, K. S., & Sridhar, V. (2007). Telecommunications infrastructure and economic growth: evidence from developing countries. Applied Econometrics and International Development, 7(2), 37–61.
33. Solow, R.M. (1957). Technical change and the aggregate production function. Review of Economics and Statistics, 39 (3), 312–320.
34. Triplett, J.E., Bosworth, B.P. (2006). Baumol's disease' has been cured: IT and multifactor productivity in US services industries. In: Jansen, D.W. (Ed.), The New Economy and Beyond: Past, Present, and Future. Edward Elgar, Cheltenham, UK, 34–71.
35. Vu, K. M. (2013). Information and communication technology (ICT) and Singapore's economic growth. Information Economics and Policy, 25(4), 284–300.