فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی
سال هجدهم، شماره ٦٨، بهار ١٣٩٧، صفحات ٧٤-٤٥

آیا افزایش سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از تولید ناخالص داخلی در کشور ایران ضروری است؟[1]

کریم امامی *

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲۵ تاریخ پذیرش ۱۳۹۶/۱۲/۲۱

چکیده

برآوردها و محاسبات نشان می‌دهد در سال ۱۳۹۵ بازار فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشور ایران حدود ۳۲ هزار میلیارد تومان است که حدود ۲/۶ درصد تولید ناخالص داخلی کشور است. در پایان برنامه ششم توسعه اقتصادی اجتماعی کشور مقرر شده است این میزان به بیش از ۵ درصد و حدود ۱۰۰ هزار میلیارد تومان افزایش پیدا کند. در این مقاله به دو سئوال اساسی پاسخ می‌دهیم: ۱- آیا افزایش سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از تولید ناخالص داخلی ضروری است؟ و ۲- با یک درصد افزایش در سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از GDP، سهم این بخش از رشد اقتصادی چقدر تغییر می‌کند؟ جهت پاسخ به این دو سوال، ابتدا سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد اقتصادی ایران را به دو روش سهم بالفعل و سهم بالقوه، محاسبه و سپس مقایسه می‌شوند. نتایج برآوردها نشان می‌دهد میانگین رشد تولید ناخالص داخلی در ایران طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۹۰ حدود ۳/۸ درصد و سهم بالفعل فناوری اطلاعات و ارتباطات از این رشد اقتصادی که به روش حسابداری رشد به‌دست آمده، حدود ۰/۵ درصد است. سهم بالفعل بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد به‌جز سال‌های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۲ همواره بیشتر از سهم بالقوه بوده است. از این رو، افزایش ارزش افزوده بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات، تولید ناخالص داخلی را به‌دلیل اثر سرریز دانش، سرریز بازار و سرریز شبکه بیشتر از مقدار افزایش ارزش افزوده بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات افزایش می‌دهد. بنابراین، افزایش سهم بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات از تولید ناخالص داخلی در اقتصاد ایران طی برنامه ششم توسعه اقتصادی ضروری است. همچنین یک درصد افزایش در سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از GDP، رشد اقتصادی را به میزان ۰/۹۳ درصد افزایش خواهد یافت.

طبقه‌بندی JEL: *O47, G14, L86.*
کلیدواژها: *فناوری اطلاعات و ارتباطات، رشد اقتصادی و حسابداری رشد.*

---

[1] - تحقیق حاضر با استفاده از حمایت مالی سازمان فناوری اطلاعات ایران وابسته به وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و دانشگاه علامه طباطبائی(پژوهشکده علوم اقتصادی) طی قرارداد شماره ۱۶۸۰ مورخ ۱۳۹۴/۰۴/۰۶ انجام گرفته است.

* استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، پست الکترونیکی: karim_emami@yahoo.com

١- مقدمه

در چهار دهه گذشته جهان با تحولات قابل ملاحظه اقتصادی روبه‌رو بوده است؛ این تحولات شامل جهانی شدن اقتصاد و به تبع آن افزایش رقابت در نتیجه بهبود کارایی و بهره‌وری در عرصه اقتصاد و همچنین انتقال اقتصاد صنعتی به اقتصاد مبتنی بر دانش است.[1] تحولات قابل ملاحظه فوق مبتنی بر خلق نوآوری‌ها در تولید محصولات جدید در سیلیکون ولی[2] است. در این مکان شاهد بروز موفقیت‌های بی‌سابقه در ارائه کامپیوترها، نرم‌افزارها، نیمه‌رساناها، تجهیزات ارتباطات از راه دور و انبوه دیگری از نوآوری‌ها هستیم که به‌زعم یورگنسون[3] (٢٠٠١)، گسترش و استقرار آن، عامل اصلی رشد اقتصادی بوده و واژه جادویی اقتصاد مدرن، یعنی سریع‌تر، بهتر و ارزان‌تر، نشان‌دهنده سرعت تحولات فناوری و بهبود وضعیت محصولات در عرصه نیمه‌رساناها و کاهش مداوم و گسترده قیمت آن‌ها است.

از نیمه دوم قرن بیستم میلادی، اقتصاد جهانی وارد مرحله تازه‌ای شد که حرکت پرشتاب علم و فناوری ویژگی مشخصه آن و در حقیقت موتور محرک این تحولات بوده و با عنوان انقلاب فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا)[4] شناخته می‌شود. ویژگی چنین اقتصادی، نقش مهم دانش و فناوری در آن و تاکید بر اهمیت کمّی و کیفی دانش و کاربرد گسترده فناوری اطلاعات و ارتباطات در اقتصاد نوین است.

رشد دانش‌محور، یعنی رشد همراه با اطلاعات، کامپیوتر و ارتباطات از راه دور که حجم قابل ملاحظه‌ای از تمامی مخارج تحقیقات و توسعه را دربرمی‌گیرد. در این راستا نوآوری‌های حاصله، کارایی کل اقتصاد را تحت تاثیر قرار می‌دهد، زیرا ارتباطات برای برقراری هرگونه پیوند میان کل اجزای اقتصاد، جنبه حیاتی داشته و شبکه‌های ارتباطی سرشار از آثار خارجی و فواید جانبی هستند که از ویژگی‌های فرآیند رشد اقتصادی محسوب می‌شوند.

1- Pohjola, 2002

٢- Silicon Valley؛ نام ناحیه‌ای در جنوب شرق سانفرانسیسکو است که شرکت‌های کامپیوتری در آن متمرکز هستند.

3- Jorgenson

4- Information Communication Technology (ICT)

فناوری اطلاعات و ارتباطات را مجموعه‌ای از سخت‌افزارها، نرم‌افزارها و شبکه‌افزارها درنظر می‌گیرند که مطالعه و کاربرد داده و پردازش آن‌ها را در زمینه‌های ذخیره، دستکاری، انتقال، مدیریت، جابه‌جایی، مبادله، کنترل و سوئیچینگ به صورت خودکار امکان‌پذیر می‌سازد و ارتباطات نیز تمام امور پستی و مخابراتی را شامل می‌شود. چنین جریانی از فناوری، فرآیندهای اقتصادی را از جنبه‌های گوناگون و به‌طور همزمان بخش عرضه و تقاضای اقتصاد را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

از یکسو فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان نهاده‌ای برای تولید محسوب شده که منجر به افزایش بهره‌وری و بهبود رشد اقتصادی می‌شود و از سوی دیگر، نوعی کالای نهایی به حساب می‌آید که می‌تواند توسط بهره‌برداران نهایی مصرف شده و از این طریق رفاه اقتصادی را افزایش بخشد.

انقلاب فناوری اطلاعات و ارتباطات امکانات توسعه و اشاعه دانش را از طریق افزایش سرعت انتشار دانش و کاهش هزینه‌های آن گسترش داده است. ارزان شدن نسبی کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات نظیر سخت‌افزارها و نرم‌افزارها و گسترش بیش از پیش سیستم‌های مکانیزه موجب ایجاد نظام‌های اطلاعاتی بهینه و دسترسی با سهولت و سرعت بیشتر به منابع اطلاعاتی و مبادله سریع‌تر این اطلاعات در پهنه‌های وسیع جغرافیایی شده است.

امروزه تقریبا تمامی دانشمندان، صاحب‌نظران و سیاست‌مداران بر نقش مهم فناوری اطلاعات و ارتباطات و اهمیت روزافزون آن در اقتصاد اتفاق نظر دارند. به‌کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات با کاهش هزینه‌ها و افزایش سرعت تدارک عوامل تولید، امکان افزایش تولید بدون نیاز به افزایش هزینه‌ها را فراهم می‌کند. برخورداری از چنین ویژگی موجب شده کاربرد آن در تمامی بخش‌های اقتصادی نظیر صنعت و معدن، خدمات، کشاورزی و دیگر بخش‌های اقتصادی گسترش قابل ملاحظه‌ای پیدا کند. استفاده گسترده از فناوری اطلاعات و ارتباطات موجب شده تولید و اشتغال نیز به طور گسترده‌ای دچار تحول شود. با توجه به اهمیت این مقوله، صاحب‌نظران همواره در تلاش بوده‌اند تاثیر این فناوری را بر جنبه‌های گوناگون اقتصاد در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه مدنظر قرار دهند. در اغلب این مطالعات، تاثیر مثبت فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید، اشتغال، بهره‌وری و سایر متغیرهای مهم اقتصادی تایید شده است.

۲- فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد تولید

فناوری اطلاعات از مسیرهای گوناگونی بر تولید و رشد اقتصادی تاثیرگذار است. شریر[1] و پوجولا (۲۰۰۰) تاکید دارند که فناوری اطلاعات و ارتباطات از سه مسیر بر رشد اقتصادی اثرگذار است:

- اول تولید کالاهای مربوط به این بخش که بخشی از ارزش‌افزوده کل اقتصاد محسوب می‌شود و موجب افزایش تقاضا برای تولیدات سایر بخش‌ها نیز می‌شود.
- مسیر دوم استفاده از آن به عنوان نهاده تولید در کنار سایر عوامل تولید و تعمیق سرمایه است. در این دیدگاه رایانه‌ها و تجهیزات اطلاعاتی نوع خاصی از کالاهای سرمایه‌ای محسوب می‌شوند که بنگاه‌ها در آن به سرمایه‌گذاری می‌پردازند و این کالاها می‌توانند در ترکیب با سایر اشکال سرمایه و نیروی کار، تولید را ایجاد کنند.

میزان سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات به قیمت‌های نسبی و درآمد نهایی مورد انتظار سرمایه‌گذاران بستگی دارد. هنگامی که قیمت کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات نظیر رایانه‌ها نسبت به انواع کالاهای سرمایه‌ای غیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و نیروی کار کاهش یابد، بنگاه‌ها اقدام به جایگزینی کالاهای سرمایه‌ای فناوری اطلاعات و ارتباطات به جای کالاهای سرمایه‌ای غیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و نیروی کار خواهند کرد که در این حالت با ترکیبات جدیدی از این عوامل با سهمی از کالاهای سرمایه‌ای فناوری اطلاعات و ارتباطات که نسبت به قبل افزایش یافته است، تولید انجام خواهد شد. افزون بر این، سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات موجب تعمیق سرمایه شده و با افزایش نسبت نهاده سرمایه به ازای هر نیروی کار موجب افزایش بهره‌وری نیروی کار شده و از این طریق رشد اقتصادی نیز افزایش خواهد یافت.

- سوم بخشی از اثراتی که فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید و کل اقتصاد بر جای می‌گذارد به اثرات جانبی مربوط به آن بازمی‌گردد به طوری که استفاده گسترده از آن موجب بهبود در ترکیب عوامل کار و سرمایه و بهبود سراسری در زنجیره‌ی ارزش شده و افزایش بهره‌وری کل اقتصاد را به همراه خواهد داشت. به‌عنوان مثال، منافع حاصل از تبادلات بازرگانی اینترنتی میان شرکت‌ها به واسطه اتصال بنگاه‌ها به شبکه حاصل می‌شود. در این حالت، هرگونه سرمایه‌گذاری توسط شرکت‌ها نه تنها برای خود آن‌ها، بلکه برای

1- Schreyer

سایر مشارکت‌کنندگان منافع و مزایایی به همراه خواهد داشت. وجود چنین منافع جانبی یا سرریزهایی موجب افزایش بهره‌وری عوامل کل تولید شده است.

مطابق نظر گوردون[1] (۲۰۰۲) در کشورهای توسعه یافته در ابتدا رشد سریع و قابل توجه تولیدات بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات و افزایش تقاضای این بخش برای سایر بخش‌ها منجر به افزایش رشد اقتصادی شده، سپس منافع حاصل از افزایش بهره‌وری به‌واسطه استفاده از محصولات فناوری اطلاعات و ارتباطات در بخش‌های گوناگون اقتصادی، عامل بهبود عملکرد کل اقتصاد و افزایش رشد اقتصادی بوده است.

نیا[2] (۲۰۱۱) توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات را زمینه‌ساز تغییرات فنی در نظر می‌گیرد که موجب افزایش بهره‌وری عوامل کار و سرمایه می‌شود.

سری[3] (۲۰۰۸) معتقد است اثرات جانبی فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق مقیاس اقتصادی ایستا[4] و مقیاس اقتصادی پویا[5] ظهور می‌یابد. مقیاس اقتصادی ایستا به منافع اقتصادی اشاره دارد که نصیب فعالان اقتصادی در بخش‌های تجارت و صنعت می‌شود و به شکل کاهش هزینه‌ها، افزایش انعطاف‌پذیری تولید و تولید محصولات با کیفیت با استفاده از سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات اشاره دارد. مقیاس اقتصادی پویا نیز به شکلی از بازده فزاینده نسبت به مقیاس اشاره دارد که با افزایش و انباشت مهارت تولیدکنندگان طی زمان موجب کاهش هزینه متوسط می‌شود و این وضعیت با تحقیق و توسعه، بازاریابی و آموزش نیز مرتبط است.

مطالعات انجام شده در مورد تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه یافته که در سال‌های اخیر به انجام رسیده است بر تاثیر مثبت این عامل تاکید دارد.

سیسکو[6] (۲۰۰۳) با استفاده از تحلیل سری‌های زمانی، تاثیر سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات را بر رشد اقتصادی انگلستان طی دوره ۲۰۰۰-۱۹۹۲ مورد مطالعه قرار داد و بر

1- Gordon
2- Nia
3- Seri
4- Static Economies of Scale
5- Dynamic Economies of Scale
6- Cisco

اساس نتایج حاصله مشخص شده که فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق تاثیرگذاری بر بازار کار و با سازماندهی سرمایه انسانی موجب افزایش رشد اقتصادی شده است.

چو[1] (۲۰۰۵) در تحلیل خود نشان داده است که منافع حاصل از خدمات بخش فناوری اطلاعات به شکل مثبتی با رشد اقتصادی در ارتباط است.

در مطالعه انجام شده توسط سازمان همکاری‌های اقتصادی در سال ۲۰۰۸ مشخص شده است که نفوذ پهنای باند در ۱۹ کشور تحت مطالعه با رشد اقتصادی رابطه دارد.

تقریبا این اتفاق نظر کلی وجود دارد که در کشورهای توسعه یافته، فناوری اطلاعات و ارتباطات موجب تسهیل و افزایش رشد اقتصادی شده است، اما در نقطه مقابل در مورد کشورهای در حال توسعه، نتایج تحقیقات به این قطعیت نیست.

سوتر[2] (۲۰۰۴) به این نکته اشاره دارد که در کشورهای در حال توسعه به دلیل ساختار اقتصادی متفاوت، نمی‌توان نتایجی مشابه تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته را انتظار داشت. مطابق نظر وی، در کشورهای در حال توسعه با ساختار اقتصاد سنتی که مبتنی بر تولید و صادرات مواد خام و محصولات کشاورزی است، استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات تاثیر چندانی بر رشد اقتصادی ندارد. افزون بر این در کشورهای در حال توسعه به دلیل محدودیت‌های بودجه‌ای، زیرساخت این بخش یا موجود نبوده و یا تکامل یافته نیست و این وضعیت مانع استفاده موثر و ایجاد اثرات سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات در کل اقتصاد می‌شود.

یکی دیگر از مشکلات کشورهای در حال توسعه عدم وجود آموزش‌های کافی و فقدان نیروی کار آموزش دیده به‌منظور استفاده از تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات است. به همین علت در زمینه تاثیر استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات که در کشورهای توسعه یافته به عنوان عامل پیشران رشد اقتصادی محسوب می‌شود در کشورهای در حال توسعه استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات تاثیر قابل توجهی بر رشد اقتصادی بر جای نمی‌گذارد و شواهد اندکی در زمینه اثرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر بهره‌وری و رشد اقتصادی قابل مشاهده است.

1- Chu
2- Souter

در مورد کشورهای در حال توسعه باید منافع حاصل از بخش تولید کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات را نیز مورد توجه قرار داد. در کشورهای در حال توسعه‌ای که فناوری اطلاعات و ارتباطات رشد اقتصادی را تحت تاثیر قرار داده است، منافع حاصله از بخش‌های تولیدکننده کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات حاصل شده است. برخی از کشورهای در حال توسعه‌ای که تمرکز آن‌ها بر تولیدات بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات است با رشدهای اقتصادی قابل توجهی مواجه بوده‌اند که این وضعیت در مورد کشورهای آسیایی و به ویژه کشورهای جنوب‌شرق آسیا قابل مشاهده است.

در کشورهای در حال توسعه به طور معمول تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات به عنوان جایگزینی برای سایر عوامل تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد و اگر به این صورت نباشد به علت آنکه بخش قابل توجهی از اقتصاد از ساختاری سنتی برخوردار است، امکان جذب فناوری اطلاعات و ارتباطات و ایجاد منافع مورد انتظار قابل تصور نیست و یا آنکه این منافع بسیار اندک بوده و مدت زمانی بسیار طولانی‌تر تا هنگام آشکار شدن این منافع به درازا خواهد انجامید. علت این مطلب بیشتر به محدودیت‌های بودجه‌ای نسبت داده می‌شود که موجب خواهد شد در کشورهای درحال‌توسعه، هزینه‌های کمتری صرف استفاده از تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات شود. بنابراین، انجام اقداماتی به منظور گسترش استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشورهای در حال توسعه می‌تواند یکی از منابع محتمل افزایش بهره‌وری در کشورهای مورد نظر باشد. با این وجود، فناوری اطلاعات و ارتباطات از این قابلیت برخوردار است که حتی با وجود موانعی که ناشی از وجود اقتصاد سنتی است، اطلاعات باارزشی را میان بخش‌های سنتی به اشتراک بگذارد که زمینه بهبود رشد اقتصادی، بهداشت و آموزش را فراهم می‌کند و به صورت غیرمستقیم رشد اقتصادی را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

در کشورهای درحال‌توسعه در صورت در نظر گرفتن بخش‌هایی به عنوان بخش‌های پیشرو اقتصاد و ایجاد زیرساخت‌ها، توسعه بخش خصوصی و استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات به عنوان مکمل و نه جانشینی برای این عوامل، رشد اقتصادی با افزایش مواجه خواهد شد.

بر اساس مطالعات انجام شده (۲۰۰۵) توسط سازمان همکاری‌های اقتصادی (OECD)، بهره‌وری و رشد اقتصادی در کشورهای در حال توسعه در نتیجه استفاده از

فناوری اطلاعات و ارتباطات به شیوه‌های توسعه بازار و کاهش هزینه‌های تولید، کاهش قابل ملاحظه در ریسک‌هایی که زمینه‌ساز سرمایه‌گذاری در بخش تولید کالاهای کارخانه‌ای می‌شود، کاهش زیان‌های ناشی از وقوع حوادث طبیعی و افزایش خدمات بهداشتی اضطراری، افزایش توانمندسازی عوامل اقتصادی از طریق تامین نهاده‌هایی نظیر ارتباطات و عرضه آب و انرژی با افزایش مواجه خواهد شد.

افزون بر این، ایجاد زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات با سرعت قابل توجهی، زمینه‌ساز دسترسی سریع به اطلاعات بازار و توسعه بازارها به واسطه کاهش هزینه-ها، کاهش ریسک تولیدکنندگان بخش خصوصی به واسطه برآورد دقیق میزان عرضه و تقاضای بازار با استفاده از امکانات فناوری اطلاعات و ارتباطات، اطلاعات‌رسانی سریع و دقیق در مواقع بروز بحران از طریق رسانه‌های گوناگون و کاهش ریسک‌های مختلف، ترکیب زیرساخت‌های آموزشی و بهداشتی با فناوری اطلاعات و ارتباطات که زمینه‌ساز بهبود وضعیت بهداشتی و آموزشی در اقتصاد می‌شود.

در میان مسیرهایی که فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق آن‌ها رشد اقتصادی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، تاثیر آن از طریق مسیر بهره‌وری بسیار مورد توجه قرار گرفته و تحقیقات زیادی پیرامون آن به انجام رسیده است.

۳- الگوهای رشد اقتصادی مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات

بعد از مطالعات سولو و تمرکز بر انباشت سرمایه فیزیکی، مطالعات پل رومر و رابرت لوکاس در اواسط دهه ۱۹۸۰ در دانشگاه شیکاگو با تاکید بر اقتصاد اندیشه‌ها و سرمایه انسانی، علاقه اقتصاددانان را به رشد اقتصادی بیشتر کرد. با استفاده از پیشرفت‌های جدید در نظریه رقابت ناقص، رومر اقتصاد فناوری را به اقتصاددانان معرفی کرد. پس از این پیشرفت‌های نظری، مطالعات تجربی از سوی تعدادی از اقتصاددانان، نظیر رابرت برو از دانشگاه هاروارد برای کمی کردن و آزمون نظریه‌های رشد شروع شد و در دهه ۱۹۹۰ مطالعات نظری و تجربی به صورت وسیع‌تری ادامه یافت.

در الگوی سولو، فناوری به صورت برون‌زا فرض شده است، اما در اواسط دهه ۱۹۸۰، پل رومر ارتباط میان رشد اقتصادی و اقتصاد اندیشه‌ها را ارائه کرد و الگوهای رشد درون‌زا را به طوری جدی در سطح اقتصاد کلان مطرح کرد. الگوهای رشد درون‌زا درصدد تبیین

خرد فناوری به‌عنوان یک عامل درون‌زای موثر در تولید و رشد اقتصادی است. این الگوها اثر فناوری را از راه‌ها و عوامل متفاوت مانند سرمایه انسانی، بهبود کیفیت تولید و گسترش تولیدات متنوع در الگو معرفی کردند.

لوکاس، الگوی رشد درون‌زای خود را از طریق معرفی سرمایه انسانی در الگوی رشد نئوکلاسیک ارائه کرد. اقیون و هیوت با بهره‌گیری از دیدگاه شومپیتر در الگوی خود بر بهبود کیفیت تولید به‌عنوان نشانی از فناوری جدید که بر اثر آن تولیدکنندگان با فناوری قدیم از صحنه خارج می‌شوند، تاکید کردند. گروسمن و هلپ‌من نیز با همین عقیده، الگوی رشد درون‌زا را قبلا ارائه کرده بودند.

رومر، گروسمن و هلپ‌من، الگوهای رشد درون‌زا را با ملاحظه فناوری جدید مطرح کردند که به اذعان آن‌ها، فعالیت‌های تحقیق و توسعه به تولید دانش و نوآوری منجر می‌شود که می‌تواند زمینه‌ساز رشد باشد. از جمله مطالعاتی که در زمینه درون‌زا کردن فناوری در الگوهای رشد انجام یافته، مطالعات کوا[1] و پوچولا (۲۰۰۲) است. محور این مطالعات به‌کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات در توابع تولید و رشد اقتصادی به صورت رابطه (۱) است. فرض کنید که تابع تولید کل (Y) به صورت رابطه (۱) باشد.

$$Y = F\left(K, N, \tilde{A}\right) \qquad (۱)$$

که در آن K موجودی سرمایه، N تعداد نیروی کار و $\tilde{A}$ شاخص اولیه برای فناوری است. برای اندازه‌گیری دقیق‌تر، فناوری و توجه ویژه به نقش سرمایه انسانی را به دو جزء تقسیم می‌کنیم؛ h سرمایه انسانی هر نیروی کار و A فناوری. بنابراین، با فرض اینکه نیروی کار می‌تواند به‌عنوان دارایی یک اقتصاد تعیین شود، جزء مشخصه‌های یک اقتصاد به حساب می‌آید. در مقابل، فناوری (A) ماهیت جهانی و فراگیر دارد. همچنین فناوری در قالب نیروی کار نمی‌تواند تجسم پیدا کند. بنابراین فرض می‌کنیم که $\tilde{A} = \left(h, A\right)$ باشد. با جایگزین کردن در رابطه (۱) می‌توانیم دو الگوی مختلف برای سرمایه انسانی را مورد استفاده قرار دهیم. در اولی، h سرمایه انسانی به ازای هر کارگر بدون هیچ محدودیتی افزایش می‌یابد و در دومی h با یک روند پیوسته محدود است. اگر موجودی سرمایه انسانی به موازات سرمایه فیزیکی به‌عنوان یک نهاده سرمایه‌ای عمل کند، یک از دو حالت رابطه (۲) را خواهیم داشت.

1- Quah

$$Y = F\left(K, N \times h \times A\right) \quad \text{یا} \quad Y = F\left(K, N \times h, N \times A\right) \qquad (۲)$$

مطابق نظر کوا، اگر h در نظر گرفته نشود، سبب می‌شود تغییرات $\tilde{A}$ که شامل تغییرات در (h, A) است به اشتباه به‌عنوان تغییرات آشکار در فناوری A تفسیر شود. بنابراین، الگو یا روشی می‌خواهیم که نقش h برای تغییرات فناوری را به طور واضح بیان کند. تفاوت این الگو با الگوهای همانند رومر این است که در الگوی رومر، سرمایه انسانی به‌عنوان یک نهاده برای تحقیق و توسعه و در نتیجه، عامل پیشرفت فناوری بوده که به صورت درون‌زا رشد می‌کند. اما در این الگو، سرمایه انسانی به‌عنوان یک عامل تولیدی ظاهر می‌شود که مطابق الگوی نئوکلاسیک‌ها تنها در سطح درآمد سرانه و نه رشد آن تاثیر دارد. به عبارت دیگر، رشد درآمد سرانه در تعادل بلندمدت همچنان ثابت و برابر نرخ پیشرفت فناوری $\dot{A} / A = \varepsilon$ خواهد بود، اما سرمایه انسانی تنها در افزایش سطح درآمد سرانه و نه رشد آن تاثیر خواهد داشت. بنابراین، عامل اصلی تعیین‌کننده رشد درآمد سرانه در تعادل بلندمدت، همان عامل فناوری بوده که به صورت جهانی است و تعیین نوع آن در الگوسازی اهمیت دارد.

اثر سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی را نیز می‌توان در نظر گرفت. بر این اساس، فناوری اطلاعات و ارتباطات نقش دوگانه‌ای در اقتصاد دارد؛ اول اینکه محصولات فناوری اطلاعات و ارتباطات نظیر کامپیوتر و موبایل به‌عنوان سرمایه فیزیکی در کنار عوامل دیگر تولید در فرآیند تولید شرکت دارند. با توجه به بهبود سریع در کیفیت تجهیزات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات و همچنین کاهش بسیار زیاد در قیمت آن‌ها، تولیدکننده حداکثرکننده سود، آن‌ها را با نهاده‌های دیگر جایگزین می‌کنند. این روند جایگزینی نهاده‌ها، تعمیق سرمایه نام دارد. نقش دوم فناوری اطلاعات و ارتباطات، اثر آن در افزایش بهره‌وری کل تولید است. با افزایش سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره‌وری کل تولید از طریق تغییر در سازماندهی تولید، ترکیب نیروی کار، مدیریت و برقراری ارتباطات شبکه نیز افزایش می‌یابد. این تاثیر غیرمستقیم، سرریز نام دارد.

مدل‌های رشد نئوکلاسیک بر اثر مستقیم نهاده‌ها شامل فناوری اطلاعات و ارتباطات تاکید دارند در حالی‌که مدل‌های رشد درون‌زا، اثر سرریز را به طور جداگانه در نظر می‌گیرند. برای ارزیابی فرآیند تاثیرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید،

بهره‌وری و رشد اقتصاد، می‌توان تابع تولید کل را در چارچوب یک مدل رشد درون‌زا به صورت رابطه (۳) نوشت.

$$Y = C^{a_c}.K^{a_k}.H^{a_h}.(AL)^{1-a_c-a_k-a_h} \qquad (۳)$$

که در آن، Y نشان‌دهنده ارزش افزوده کل، C سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات، K سرمایه فیزیکی، H سرمایه انسانی و L نیروی کار است. فناوری از نوع کارافزا تعریف شده و بازده ثابت نسبت به مقیاس نیز برقرار است.

با فرض تعادل کل که در آن، پس‌انداز کل برابر سرمایه‌گذاری کل و پس‌انداز نسبتی از درآمد کل است ($I = S = sY$)، رابطه تغییرات انواع سرمایه به صورت رابطه (۴) خواهد بود.

$$\begin{aligned}
\frac{dc(t)}{dt} &= s_c y(t) - (g+n+\delta).c(t) \\
\frac{dk(t)}{dt} &= s_k y(t) - (g+n+\delta).k(t) \qquad (۴) \\
\frac{dh(t)}{dt} &= s_h y(t) - (g+n+\delta).h(t)
\end{aligned}$$

در سه معادله رابطه (۴)، k، h و c نشان‌دهنده موجودی انواع سرمایه و y تولید به ازای هر واحد نیروی کار موثر (AL) است. s نمایانگر نرخ پس‌انداز در هر یک از انواع سرمایه و δ نرخ استهلاک است که برای تمام انواع سرمایه یکسان فرض شده است. نهاده نیروی کار و فناوری با نرخ‌های ثابت n و g رشد می‌کنند. با حل مدل بالا، تولید سرانه نیروی کار در شرایط تعادل پایدار به صورت رابطه (۵) خواهد بود.

$$\ln y = a_{\cdot} + \frac{a_c}{1-\beta}.\ln s_c + \frac{a_k}{1-\beta}.\ln s_k + \frac{a_k}{1-\beta}.\ln s_k - \frac{a_c+a_k+a_h}{1-\beta}.\ln Z \qquad (۵)$$

که در آن $Z = g+n+\delta$، $a_{\cdot} = \ln A + g.t$ و $\beta = a_c + a_k + a_h$ است. بنابراین، سطح تولید سرانه نیروی کار یا بهره‌وری نیروی کار در حالت پایدار با نرخ‌های انواع سرمایه‌گذاری از جمله سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات رابطه مثبت دارد.

در مدل بالا، سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان یکی از مظاهر پیشرفت‌های تکنولوژی در عصر حاضر، به‌عنوان یکی از عوامل توضیح‌دهنده رشد

اقتصادی وارد تابع تولید شده است، اما با توجه به اینکه در روش یادشده، تنها آثار مستقیم نهاده‌ها بر تولید برآورد می‌شود، تمام آثار غیرمستقیم نهاده‌ها به ویژه سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات در باقیمانده (u) مستتر خواهد شد. از این رو، برآورد رابطهی رشد بدون در نظر گرفتن اثر سرزیر، اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات را کمتر از اثر کل آن برآورد می‌کند و در نتیجه، برآورد تورش‌داری به دست خواهد داد.

سرریز را می‌توان به سه نوع تقسیم‌بندی کرد: سرریز دانش، سرریز بازار و سرریز شبکه‌ای. سرریز دانش مربوط به دانشی است که برای اولین بار تولید می‌شود و می‌تواند توسط سایرین استفاده شود بدون آنکه جبرانی برای آن صورت گیرد و یا اگر هم جبران شود، کمتر از ارزش خود دانش است. سرریز دانش به طور خاص از مطالعات بنیادی به دست می‌آید، اما علاوه بر آن می‌تواند از مطالعات تجربی و پیشرفت تکنولوژی به دست آید. سرریز بازار زمانی ظاهر می‌شود که عملکرد بازار برای یک محصول جدید یا یک فرآیند جدید به گونه‌ای باشد که باعث شود برخی منافع ایجاد شده به سمت واحدهایی از بازار به غیر از تولیدکنندگان آن جاری شود. به طور مثال، به دلیل عملکرد طبیعی نیروهای بازار، مصرف‌کنندگان از منافع ناشی از محصولات جدید یا روش‌های جدید تولید بدون مشارکت در هزینه‌های آن بهره‌مند می‌شوند. این منفعت اجتماعی در بیشتر موارد، نصیب ابداع‌کنندگان روش‌ها یا محصولات جدید نمی‌شود. سرریز شبکه‌ای زمانی ظاهر می‌شود که ارزش اقتصادی و تجاری یک تکنولوژی جدید، وابستگی شدیدی به توسعه مجموعه‌ای از تکنولوژی‌های مرتبط داشته باشد. در این حالت، ارزش یک شبکه از محصولات یا تکنولوژی‌های مرتبط با هم برای هر یک از کاربران، تابع فزاینده‌ای از تعداد کاربران خواهد بود.

اثر سرریز بر این دلالت دارد که در سطح خرد، بین نرخ بازدهی خصوصی (سودی که نصیب بنگاه تولیدکننده می‌شود) و نرخ بازدهی اجتماعی (سودی که نصیب تمام واحدهای اقتصادی می‌شود) شکاف ایجاد می‌شود. وجود سرریز مثبت، رفاه اجتماعی را (بدون اینکه جبرانی برای سرمایه‌گذاران داشته باشد) افزایش می‌دهد. از آنجا که فناوری اطلاعات و ارتباطات هم به‌عنوان سرمایه متعارف و هم در نقش سرمایه دانش است، می‌تواند از طریق سازوکارهای متفاوتی به سرریز منجر شود. اثر سرریز به طور معمول در

سطح افراد یا بنگاه‌ها بررسی می‌شود ، اما می‌توان آن را به سطح اقتصادها و کشورها نیز تعمیم داد.

سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق تجارت بین‌المللی بین کشورها جریان می‌یابد. تجارت بین‌الملل، یک کشور را قادر می‌کند تا کالاهای واسطه‌ای متنوع‌تر و تجهیزات سرمایه‌ای بیشتری استخدام کند؛ کانال‌های ارتباطی را فراهم کند 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 تکنولوژی‌های دیگران و مهندسی معکوس، امکان توسعه تکنولوژی‌ها و محصولات جدید را ایجاد کند. بنابراین، تجارت بین‌الملل را می‌توان مسیری برای انتقال تکنولوژی دانست.

در مورد فناوری اطلاعات و ارتباطات با توجه به اینکه یک کالای سرمایه‌ای دانش بوده و ویژگی شبکه‌ای دارد، می‌تواند از طریق تجارت از کشورهای تولیدکننده فناوری اطلاعات و ارتباطات به کشورهای دیگر منتقل شود. برای اندازه‌گیری سرریزهای فناوری اطلاعات و ارتباطات و ارزیابی آثار آن در مدل رشد، متغیر ICTF که نشان‌دهنده سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات است با استفاده از رویکرد گوا و همکاران[1] (۲۰۰۵) و کو و هلپ‌من[2] (۱۹۹۵) به صورت رابطه (۶) تعریف می‌شود.

$$ICTF_I = \sum_{j}^{i} \left(Im_{ij} / Im_i \right) ICTD_j \qquad (۶)$$

که در آن، $ICTD_j$ سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات در داخل کشور j، Im_{ij} حجم واردات کشور i از کشور j و Im_i حجم کل واردات کشور i است. بنابراین، Im_{ij} / Im_i سهم واردات کشور i از کشور j است که به‌عنوان وزن در اندازه‌گیری سرریز برای کشور i که از سرمایه‌گذاری‌های انجام شده فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشور ناشی می‌شود، تعریف شده است. به بیان دیگر، سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات برای کشور i ، سهمی از سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشورهای دیگر است که وزن آن توسط سهم واردات کشور i از آن کشورها مشخص می‌شود.

1- Guo *et al.*
2- Coe and Helpman

با توجه به اینکه عدم توجه به نقش سرریز فناوری اطلاعات و ارتباطات در مدل رشد ممکن است به تورش منفی در برآورد اثر نقش سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد بهره‌وری نیروی کار منجر شود، متغیر سرریز را براساس رویکرد ون لویین و وندر ویل به صورت آشکار در رابطه (۶) را به صورت رابطه (۷) دخالت می‌دهیم.

$$\ln\frac{Y(t)}{L(t)}-\ln\frac{Y(.)}{L(.)}=\phi.\ln A=g.t$$

$$=\phi.\frac{a_c}{1-\beta}\ln s_C+\phi.\frac{a_k}{1-\beta}\ln s_k+\phi.\frac{a_h}{1-\beta}\ln s_h \qquad (۷)$$

$$-\phi.\frac{a_c+a_h+a_k}{1-\beta}\ln Z-\phi.\ln\frac{Y(.)}{L(.)}+\varphi\ln ICTF_t$$

بنابراین، رشد بهره‌وری نیروی کار هر کشور نه تنها تابعی از سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات در آن کشور است، بلکه تابعی از سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشورهای دیگر طرف تجاری‌اش نیز خواهد بود.

در مطالعات کاربردی، به‌کارگیری هر کدام از روش‌ها با کمبود آمار و اطلاعات در زمینه موجودی سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات و سهم آن در درآمد ملی مواجه است. به دنبال آن، تحلیلگران مجبورند برای برآورد تاثیر سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات به موجودی سرمایه- به فرض‌های ساده‌سازی و منابع اطلاعات جایگزین- رجوع کنند. موجودی سرمایه با به‌کارگیری الگوهای رشد قابل حصول است. الگوهای رشد نئوکلاسیکی بسط داده شده توسط سولو مشتمل بر بیش از یک نوع سرمایه بوده و می‌توان فرم تابع تولید را به صورت رابطه (۸) درنظر گرفت.

$$Y=K_1^{\alpha_1}K_2^{\alpha_2}H^{\alpha_h}\left(AN\right)^{1-\alpha_1-\alpha_2-\alpha_h} \qquad (۸)$$

که اختلاف آن با الگوی قبل در مورد تغییرات فناوری است. در رابطه (۸) فرض شده که این تغییرات از نوع کارافزا بوده و بازده ثابت نسبت به مقیاس نیز برقرار است. این الگو محدود به سه نوع سرمایه (فیزیکی، فناوری اطلاعات و ارتباطات و انسانی) است. الگوی سولو فرض می‌کند که قسمت ثابتی از تولید در هر یک از انواع سرمایه، سرمایه‌گذاری می‌شود. در این الگو K_1، K_2 و H به ترتیب مبین موجودی سرمایه فیزیکی، فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه انسانی و N نیروی کار است. در این مدل فرض می‌شود

$y = Y / AN$ تولید به ازای هر واحد نیروی کار موثر، $k_۱ = K_۱ / AN$ سرمایه فیزیکی به ازای هر واحد نیروی کار موثر، $k_۲ = K_۲ / AN$ سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات به ازای هر واحد نیروی کار موثر، $h = H / AN$ سرمایه انسانی به ازای هر واحد نیروی کار موثر، $N_t = N_۰e^{nt}$ نیروی کار با نرخ رشد n و $A_t = A_۰e^{gt}$ رشد تکنولوژی در طول زمان با نرخ رشد g است. لازم است معادلات تغییر انواع سرمایه‌ها محاسبه شوند (رابطه (۹)).

$$\begin{aligned}\dot{k}_۱ &= \frac{dk_۱(t)}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{K_۱(t)}{A(t)N(t)}\right)\\ &= \frac{۱}{NL}\frac{dK_۱}{dt} - \left(\frac{K_۱}{(AN)^۲}\frac{d(AN)}{dt}\right)\\ &= \frac{۱}{AL}\frac{dK_۱}{dt} - \frac{K}{(AN)^۲}\left(A\frac{dN}{dt} + N\frac{dA}{dt}\right)\\ &= \frac{۱}{AL}\frac{dK_۱}{dt} - \left(\frac{۱}{N}\frac{dN}{dt} + \frac{۱}{A}\frac{dA}{dt}\right)\frac{K}{AN}\end{aligned} \qquad (۹)$$

فرض می‌شود که سرمایه‌گذاری (تغییر موجودی سرمایه نسبت به زمان) برابر با درصدی از تولید (sY) بوده و میزان استهلاک از سرمایه‌گذاری کسر شود، یعنی $\frac{dk_۱}{dt} = s_۱Y - \delta K_۱$ و در این صورت رابطه (۱۰) را خواهیم داشت.

$$\begin{aligned}\dot{k}_۱ &= \frac{۱}{AL}(s_۱Y - \delta\delta_۱) - \left(\frac{۱}{N}\frac{dN}{dt} + \frac{۱}{A}\frac{dA}{dt}\right)\frac{K_۱}{AN}\\ &= \frac{s_۱Y}{AN} - \left(\frac{۱}{N}\frac{dN}{dt} + \frac{۱}{A}\frac{dA}{dt} + \delta\right)\frac{K_۱}{AN} = s_۱y - (n + g + \delta)k_۱\end{aligned} \qquad (۱۰)$$

که در این رابطه $\frac{۱}{N}\frac{dN}{dt} = n$ و $\frac{۱}{A}\frac{dA}{dt} = g$ است. بر اساس این روش، معادلات رشد سایر سرمایه نیز از طریق رابطه (۱۱) به دست می‌آید.

$$\dot{k}_1 = s_1 y - (n + g + \delta_1) k_1$$
$$\dot{k}_2 = s_2 y - (n + g + \delta_2) k_2 \qquad (11)$$
$$\dot{k}_h = s_h y - (n + g + \delta_h) k_h$$

با استفاده از تابع تولید رابطه (۱۱) می‌توان رابطه (۱۲) را نوشت.

$$Y = K_1^{\alpha_1} K_2^{\alpha_2} H^{\alpha_h} (AN)^{1-\alpha_1-\alpha_2-\alpha_h} \rightarrow y = k_1^{\alpha_1} k_2^{\alpha_2} k_h^{\alpha_h} \qquad (12)$$

در حالت پایدار $\dot{k} = 0$ بوده و می‌توان مقادیر بهینه هر یک از سرمایه‌ها را به صورت رابطه (۱۳) به دست آورد.

$$k_1 = \left(\frac{s_1^{(1-\alpha_2-\alpha_h)} s_2^{\alpha_2} s_h^{\alpha_h}}{n + g + \delta} \right)^{(1-\alpha_1-\alpha_2-\alpha_h)}$$
$$k_2 = \left(\frac{s_2^{(1-\alpha_1-\alpha_h)} s_1^{\alpha_1} s_h^{\alpha_h}}{n + g + \delta} \right)^{(1-\alpha_1-\alpha_2-\alpha_h)} \qquad (13)$$
$$k_h = \left(\frac{s_h^{(1-\alpha_2-\alpha_1)} s_2^{\alpha_2} s_1^{\alpha_1}}{n + g + \delta} \right)^{(1-\alpha_1-\alpha_2-\alpha_h)}$$

با جایگزینی معادلات (۱۳) و حل معادله برحسب $y = \frac{Y}{N}$، رابطه (۱۴) را خواهیم داشت.

$$\ln y_j = \alpha_0 + (\alpha_1 / 1-\beta) \ln s_{1_j} + \left(\frac{\alpha_1}{1} - \beta \right) \ln s_{2_j} + (\alpha_1 / 1-\beta) \ln s_{h_j} - (\alpha_c + \alpha_k + \alpha_h / 1-\beta) \ln (g + n_j + \delta) + e_j \qquad (14)$$

که $\alpha_0 = \ln A(0) + gt$ و $\beta = \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_h$ نرخ استهلاک برای همه انواع موجودی سرمایه δ و همچنین $\beta < 1$ فرض شده است. نتیجه این است که تولید سرانه نیروی کار، با نرخ‌های پس‌انداز انواع سرمایه رابطه مثبت دارد، اما با نرخ رشد جمعیت و استهلاک سرمایه رابطه منفی دارد. در صورتی که آمار نرخ سرمایه‌گذاری (یا پس‌انداز) در هر نوع سرمایه‌ای در دسترس باشد، می‌توان رابطه (۱۴) را برآورد کرد. بنابراین، نیازی به اندازه‌گیری موجودی سرمایه نیست.

در بیشتر تحقیقات تجربی به خاطر محدودیت داده‌های آماری، مجموع رشد فناوری، رشد جمعیت و نرخ استهلاک $(g + n_j + \delta)$ را ۵ درصد در نظر گرفته‌اند.

حداقل سه مساله در خصوص مشخصات الگوی بالا وجود دارد؛ اول اینکه ویژگی تابع تکنولوژی کاب- داگلاس حاکی از این مطلب است که درآمد حاصل شده توسط موجودی سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات سهم ثابتی از درآمد ملی را دربرمی‌گیرد. این مورد در زمان افزایش تطبیق فناوری اطلاعات و ارتباطات صحیح نیست. دوم اینکه استفاده از یک نرخ استهلاک برای همه موجودی‌های سرمایه مشکل‌ساز است، چراکه طول عمر سرمایه‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات نسبت به سایر سرمایه‌ها کمتر است. سوم اینکه این معادله بر مبنای این فرض است که همه کشورها در حالت پایدار هستند. این موضوع که همگرایی به حالت یکنواخت به آرامی انجام می‌شود، غیرواقعی است. دو فرض ساده‌ساز اول را نمی‌توان به آسانی کنار گذاشت. مسئله سوم با الگوسازی همگرایی به حالت پایدار قابل اعمال است.

یکی دیگر از روش‌هایی که به منظور بررسی تاثیر سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی در حالت پایدار ارائه شده، الگوی رشد پاجولا در سال ۲۰۰۰ است. این الگو در حقیقت بسط مدل رشد نئوکلاسیکی منکیو، رومر و ویل[1] (۱۹۹۲) است. در این مدل، علاوه بر سرمایه فیزیکی، مدل پایه سولو به گونه‌ای بسط داده شده که سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی و فناوری اطلاعات نیز در نظر گرفته می‌شود. در حقیقت همان‌گونه که نانمن و وانهوت[2] (۱۹۹۶) نشان داده‌اند، این مدل را به گونه‌ای می‌توان گسترش داد که انواع گوناگون سرمایه تا m نوع سرمایه گوناگون را پوشش دهد. چنین تابعی را در قالب تابع تولید کاب-داگلاس می‌توان به صورت معادله (۱۵) نوشت.

$$Y(t) = K_1(t)^{\alpha_1} \dots K_m(t)^{\alpha_m} \left[A(t)L(t)\right]^{1-\sum_{i=1}^{m}\alpha_i} \qquad (۱۵)$$

٤- فناوری اطلاعات و ارتباطات و حسابداری رشد اقتصادی

به زعم شریر[3] (۲۰۰۰) جهت معرفی چارچوبی که در آن اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی قابل اندازه‌گیری باشد، ابتدا باید تعیین کرد که فناوری اطلاعات و

1- Mankiw, N.G., Romer, D. and weil, D. N.
2- Nonneman and Vanhoudt
3- Schreyer, P

ارتباطات چگونه رشد اقتصادی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در این زمینه سه دیدگاه مطرح شده است:

- دیدگاه اول؛ از طریق تولیدات بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات است. یکی از راه‌های مشخص برای این منظور در نظر گرفتن سهم تولیدات فناوری اطلاعات و ارتباطات در ارزش افزوده کل اقتصاد یا GDP است. چنین روشی بر فرآیند تولید کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات تمرکز دارد. در این روش اگر صنایع تولیدکننده فناوری اطلاعات و ارتباطات از سایر بخش‌های اقصادی رشد سریع‌تری داشته باشند، سهم این بخش‌ها از تولید کل قابل توجه خواهد بود. اگر رشد سریع تولیدات فناوری اطلاعات و ارتباطات به دلیل منافع حاصل از بهره‌وری در این صنایع باشد، این افزایش به منافع بهره‌وری در سطح اقتصاد کلان نسبت داده می‌شود. البته توجه صرف به بخش‌های تولیدکننده فناوری اطلاعات و ارتباطات، اطلاعاتی در مورد استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در تولید به‌دست نخواهد داد. به عبارت دیگر، اهمیت رایانه‌ها و فناوری اطلاعات به عنوان یک نهاده تولید در سایر بخش‌ها و صنایع مشخص نخواهد شد. این در حالی است که در برخی از کشورها ممکن است صنایع تولیدکننده کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات اندک بوده و تولیدات این بخش‌ها نیز ناچیز باشد، اما کالاهای سرمایه‌ای فناوری اطلاعات و ارتباطات که از طریق واردات تامین می‌شوند از نقش مهمی در تولید کالاهای غیر فناوری اطلاعات و ارتباطات برخوردار باشند.

- در دیدگاه دوم؛ فناوری اطلاعات و ارتباطات به عنوان یک کالای سرمایه‌ای در نظر گرفته می‌شود. در این حالت فناوری اطلاعات و ارتباطات به عنوان یک نهاده تولیدی در نظر گرفته می‌شود که در تولید نقش دارد. در این حالت رایانه‌ها و تجهیزات اطلاعاتی به عنوان نوع خاصی از کالاهای سرمایه‌ای در نظر گرفته می‌شوند که بنگاه‌ها در آن‌ها سرمایه‌گذاری می‌کنند و این عوامل در ترکیب با سایر عوامل نظیر کار و سرمایه، تولید محصول را محقق می‌کنند. مقدار سرمایه‌گذاری انجام شده در این حالت به قیمت‌های نسبی و درآمد نهایی مورد انتظار کالاهای سرمایه‌ای بستگی خواهد داشت. هنگامی که قیمت دارایی‌های کامپیوتری در مقایسه با عواملی نظیر کار و سرمایه کاهش می‌یابد، بنگاه‌ها اقدام به جایگزینی آن‌ها به جای کار و سرمایه خواهند کرد. در این روش فرض می‌شود کالاهای سرمایه‌ای فناوری اطلاعات و ارتباطات همانند سایر انواع کالاهای سرمایه‌ای

هستند و فرض دیگر این روش آن است که بنگاه‌ها قادرند تمام یا بخش قابل توجهی از منافع حاصل از سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات را جذب کنند. در مطالعات مربوط به جورگنسون و استیرو[1] (۱۹۹۹) و اولینر و سیچل[2] (۲۰۰۰) چنین فرض‌هایی در نظر گرفته شده است.

- در دیدگاه سوم؛ نهاده سرمایه‌ای فناوری اطلاعات و ارتباطات به عنوان یک نهاده خاص در نظر گرفته می‌شود. در این روش، اثرات جانبی فناوری اطلاعات و ارتباطات مدنظر قرار می‌گیرد. به عنوان مثال، اثرات جانبی شبکه‌ها را در نظر بگیرید. یکی از اثرات مثبت مبادله اینترنتی میان بخش‌های تجاری از آنجا ناشی می‌شود که موجب اتصال بنگاه‌ها به شبکه می‌شود. در این حالت هرگونه سرمایه‌گذاری جدیدی نه تنها برای سرمایه‌گذار سودمند خواهد بود، بلکه برای تمام مشارکت‌کنندگان نیز منافعی به همراه خواهد داشت. چنین اثرات جانبی و یا سرریزی موجب افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید و رشد تولید کل خواهد شد.

سه دیدگاه ارائه شده در فوق در مورد تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی را می‌توان در چارچوب حسابداری رشد مورد توجه قرار داد. به همین منظور تابع تولیدی برای کل اقتصاد را درنظر بگیرید که از بازدهی ثابت نسبت به مقیاس برخوردار بوده و در آن نیروی کار، سرمایه و بهره‌وری کل عوامل، تولید را تحت تاثیر قرار می‌دهند. موجودی سرمایه در این تابع به صورت موجودی سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات و غیر فناوری اطلاعات و ارتباطات در نظر گرفته می‌شود:

اگر تابع تولید نئوکلاسیک را در نظر بگیریم، رشد ارزش افزوده کل یا تولید ناخالص داخلی GDP را می‌توان به سهم نهاده‌های تولید همچون نهاده‌ی موجودی سرمایه‌ی (K)، نهاده‌ی نیروی کار (L) و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (A) تفکیک کرد. بنابراین رابطه (۱۶) خواهیم داشت.

$$\Delta \ln GDP = \overline{v}_K \Delta \ln K + \overline{v}_L \Delta \ln L + \Delta \ln TFP \qquad (۱۶)$$

که در آن $\overline{v}_K$ و $\overline{v}_L$ به ترتیب عبارتند از سهم سرمایه و نیروی کار از GDF اسمی که هر دو آن‌ها نسبت به سال‌های قبل و جاری به صورت میانگین بیان شده‌اند. اگر شرط بازدهی

1- Jorgenson and Stiroh

2- Oliner and Sichel

ثابت به مقیاس، یعنی $\overline{v}_K + \overline{v}_L = 1$ برقرار باشد، آنگاه سهم سرمایه را می‌توان با کسر سهم نیروی کار از ارزش افزوده اسمی به دست آورد. $\Delta \ln K$ عبارت است از نرخ رشد نهاده موجودی سرمایه و $\Delta \ln L$ عبارت است از نرخ رشد نهاده‌ی نیروی کار و $\Delta \ln TFP$ عبارت است از رشد بهره‌وری کل عوامل تولید.

به زعم یورگنسون (۱۹۶۳) موجودی سرمایه و نهاده نیروی کار به صورت مقادیر کلی نمایی لگاریتمی انواع ناهمگنی از نیروی کار و سرمایه اندازه‌گیری می‌شود (رابطه (۱۷))

$$\Delta \ln K = \sum_k \overline{s}_k \Delta \ln K_k \quad , \quad \Delta \ln L = \sum_l \overline{s}_l \Delta \ln L_l \qquad (۱۷)$$

که در آن $\overline{s}_k$ عبارت است از سهم سرمایه k در کل موجودی سرمایه و $\overline{s}_l$ عبارت است از سهم نیروی کار l از کل نیروی کار و به صورت رابطه (۱۸) تعریف می‌شود.

$$\overline{s}_k = \frac{P_{K,k} K_k}{\sum_k P_{K,k} K_k} \quad , \quad \overline{s}_l = \frac{P_{L,l} L_l}{\sum_l P_{L,l} L_l} \qquad (۱۸)$$

که در آن $P_{K,k}$ عبارت است از قیمت اجاره سرمایه k و $P_{L,l}$ عبارت است از قیمت یا نرخ دستمزد نیروی کار l. همچون قبل $\overline{s}$ نشان‌دهنده میانگین دو دوره‌ای سهم این عوامل است. در این پایگاه آماری بین سه نوع نیروی کار بامهارت کم، مهارت متوسط و مهارت عالی و شش نوع دارایی سرمایه‌ای سخت‌افزار کامپیوتری، نرم‌افزار کامپیوتری، تجهیزات ارتباط از راه دور، ساختمان‌ها و تجهیزات حمل‌ونقل و ماشین‌آلات غیر از فناوری اطلاعات و ارتباطات تمایز قائل می‌شویم. دارایی‌های نرم‌افزاری، سخت‌افزاری و تجهیزات ارتباطی به عنوان دارایی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و تمام دارایی‌های دیگر جزء دارای‌های غیرفناوری اطلاعات و ارتباطات قلمداد می‌شوند.

در رابطه (۱۸) نرخ رشد هر یک از کارمندان یا افراد شاغل برحسب سهم پرداخت جبرانی آن‌ها اهمیت پیدا می‌کند به‌گونه‌ای که نشان‌دهنده کمیت و کیفیت یا اثرات ترکیبی، یعنی تفاوت میان گروه‌های مختلف کاری متجلی می‌شود. در این پایگاه آماری بین اثر کمیت (H) و اثر کیفیت تمایز قائل می‌شویم. با جمع زدن گروه‌های کاری مختلف و به دست آوردن نرخ رشد آن‌ها رابطه (۱۹) را خواهیم داشت.

$$\Delta \ln H = \Delta \ln \sum_l L_l \qquad (۱۹)$$

که در آن H عبارت است از کمیت نیروی کار که بر حسب تعداد شاغلین یا ساعات کار اندازه‌گیری می‌شود و از تجمیع انواع مختلف کارگران به‌دست می‌آید. تفاوت میان تجمیع

نرخ رشد نیروی کار و تجمیع در انواع مختلف کارگران، کیفیت نیروی کار یا همان اثر ترکیبی نیروی کار است، زیرا در اینجا خصلت ناهمگنی موجود در نهاده نیروی کار مشخص می‌شود (نگاه کنید به یورگنسن ۲۰۰۱). در اینجا مشارکت نیروی کار به دو مولفه مشارکت کمیت اشتغال (H) و کیفیت نیروی کار (LQ) تفکیک شده و سهم خدمات سرمایه‌ای هم به دو مولفه خدمات سرمایه‌ای فناوری اطلاعات و ارتباطات و خدمات سرمایه‌ای غیرفناوری اطلاعات و ارتباطات تقسیم شده است. بنابراین می‌توان رابطه (۲۰) را نوشت.

$$\Delta \ln GDP = \overline{s}_{k,it}\Delta \ln k_{it} + \overline{s}_{k,nit}\Delta \ln k_{nit} + \overline{s}_{L}\Delta \ln H + \overline{s}_{L}\Delta \ln LQ + \Delta \ln A \qquad (۲۰)$$

اگر نرخ رشد مقدار کار یا H را از آن کم کنیم می‌توان نرخ رشد بهره‌وری نیروی کار را به صورت تعمیق سرمایه و TFP تجزیه کنیم که در این صورت رابطه (۲۱) برقرار خواهد بود و در آن y عبارت است از بهره‌وری نیروی کار در کل اقتصاد که از تفاوت میان رشد تولید ناخالص داخلی و رشد نیروی کار اندازه‌گیری می‌شود. k نیز عبارت است از تعمیق سرمایه که به صورت تفاوت میان رشد خدمات سرمایه‌ای و رشد مقدار نیروی کار اندازه‌گیری می‌شود. در صورت امکان می‌توان از کل ساعات کار برای سنجش مقدار کار استفاده کرد در غیر این صورت L نشان‌دهنده تعداد افراد شاغل خواهد بود.

$$\begin{aligned}\Delta \ln y &= \Delta \ln GDP - \Delta \ln H \\ &= \overline{s}_{k,it}\Delta \ln k_{it} + \overline{s}_{k,nit}\Delta \ln k_{nit} + \overline{s}_{L}\Delta \ln LQ + \Delta \ln A\end{aligned} \qquad (۲۱)$$

رابطه (۲۱) نشان می‌دهد رشد تولید نتیجه رشد خدمات سرمایه‌ای و نیروی کار برحسب سهم هر یک از عوامل تولید و نیز جزء باقی‌مانده که رشد بهره‌وری کل عوامل تولید نام دارد، است. تعامل میان بهره‌وری نیروی کار و بهره‌وری کل عوامل تولید با توجه به رابطه (۲۱) مشخص می‌شود. در اینجا بهره‌وری کل عوامل تولید معیار بهتری برای سنجش بهره‌وری است. این رابطه نشان می‌دهد رشد بهره‌وری نیروی کار در واقع بستگی به سه عامل تقریبی دارد که عبارتند از: تعمیق سرمایه، کیفیت نیروی کار و بهره‌وری کل عوامل تولید. رشد حاصله در تعمیق سرمایه ناشی از افزایش میزان سرمایه موجود به ازای هر کارگر است. بهبود حاصله در کیفیت نیروی کار از طریق افزایش سطح مهارت کارگران و نیز آموزش، تعلیم یا تجربه کاری آن‌ها میسر می‌شود. رشد بهره‌وری کل عوامل تولید به طور معمول نشان‌دهنده تغییرات فنی یا کارایی کل خواهد بود.

اندازه‌گیری دقیق متغیرهای موجود در معادلات بهره‌وری و حسابداری رشد عامل اصلی برای مقایسه و ارزیابی عوامل رشد تولید ناخالص داخلی محسوب می‌شود. در بخش یک به تفصیل درباره نحوه شکل‌گیری تولید ناخالص داخلی و مقدار نیروی کار برحسب ساعات کار و نیز تعداد افراد شاغل توضیح داده شد. اکنون این مساله را بررسی می‌کنیم که چه روش‌هایی برای متغیرهای باقیمانده در رابطه (۲۰)، یعنی خدمات سرمایه‌ای فناوری اطلاعات و ارتباطات و خدمات سرمایه‌ای غیر فناوری اطلاعات و ارتباطات، کیفیت نیروی کار و پرداخت جبرانی نیروی کار به عنوان سهمی از تولید ناخالص داخلی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۵- برآورد سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد تولید

در این مقاله ابتدا سهم بالفعل و بالقوه فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد تولید محاسبه شده، سپس با مقایسه آن‌ها به این پرسش پاسخ داده می‌شود که آیا افزایش سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از تولید ناخالص داخلی در برنامه ششم توسعه اقتصادی ایران ضروری است؟

جهت محاسبه سهم بالفعل فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد اقتصادی باید روش‌های به‌کار گرفته شده جهت تشکیل متغیرهای مندرج در داده‌های آماری را بررسی کرده و سپس به بحث درباره نحوه تشکیل این متغیرها برای دوره زمانی موردنظر پرداخت.

پایگاه آماری مورد استفاده در این مقاله، داده‌های سالیانه ۲۰۱۴-۱۹۹۰ است و شامل تولید ناخالص داخلی (GDP)، جمعیت، اشتغال، ساعات کار، کیفیت کار، خدمات سرمایه‌ای، بهره‌وری نیروی کار و بهره‌وری کل عوامل تولید برای ۱۲۸ کشور جهان از جمله کشور ایران است. این پایگاه در ابتدا از سوی مرکز توسعه و رشد گرونتیگن در هلند در اوایل ۱۹۹۰ ارائه شد و سپس با مشارکت کنفرانسی تکمیل و در سال ۲۰۰۷ از دانشگاه گرونتیگن به هیات اقتصادی آن کنفرانس انتقال یافت.[1] از آن زمان به بعد این پایگاه اطلاعاتی همچنان در حال گسترش بوده و در ژانویه ۲۰۱۰ هیات کنفرانس اقتصادی دامنه این پایگاه اطلاعاتی را با افزودن منابع رشد گسترش داد. این منابع شامل متغیرهای کمیّت و کیفیت نیروی کار، خدمات سرمایه‌ای، اعم از فناوری اطلاعات و ارتباطات ICT و غیرفناوری اطلاعات و ارتباطات و بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) می‌شود و شکل

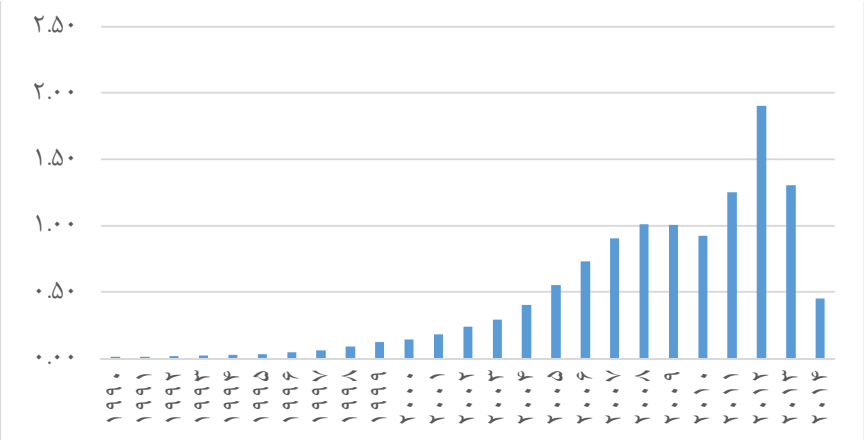
1- https://www.conference-board.org/data/economydatabase/index.cfm?id=27762

گسترش یافته آن با هدف یکپارچه‌سازی دو مجموعه قبلی داده‌ها، یعنی مجموعه داده‌های بهره‌وری اقتصادی در کل جهان که توسط دو پژوهشگر دانشگاه هاروارد ارائه شده و دیگری مجموعه یا پایگاه داده‌های حسابداری رشد اقتصادی کل که در مرکز توسعه و رشد دانشگاه گرونتیگن تهیه شده، ایجاد شده است.

در بخش اول این گزارش روش‌ها و منابع مورد استفاده برای تشکیل متغیرهای اصلی درآمد و بهره‌وری ارائه شده و در بخش دوم توجه معطوف به متغیرهای حسابداری رشد شده است که عبارتند از عوامل اثرگذار بر رشد GDP که براساس روش حسابداری رشد به‌دست می‌آیند.

سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد تولید در این پایگاه آماری برای اقتصاد ایران نیز به روش حسابداری رشد برآورد شده است و در نمودار (۱) نشان داده شده است. این سهم از آنجا که براساس تعاملات موجود در متغیرهای موجود در مدل و همچنین اثرات سرریز دانش، سرریز بازار و سرریز شبکه به‌وجود می‌آید را سهم بالفعل فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد می‌نامیم. میانگین رشد تولید طی سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۹۰ در اقتصاد ۳/۸ درصد (نمودار (۲)) و میانگین سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد تولید ۰/۵ درصد است. بیشترین سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد تولید نیز برای سال ۲۰۱۲ بوده و حدود ۲ درصد از رشد تولید است.

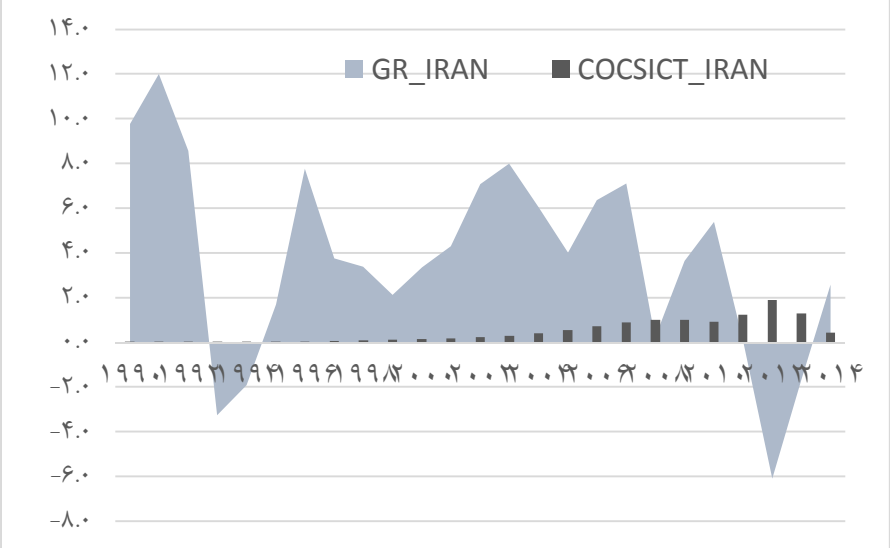
نمودار (۱): سهم سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد اقتصادی کشور ایران



منبع: https://www.conference-board.org/data/economydatabase/index.cfm?id=27762

در راستای پاسخ به سوال دوم، رشد فناوری اطلاعات و ارتباطات با توجه به رشد تولید و سهم آن بخش از تولید نیز در ایران محاسبه شده است. چنانچه هدف کارگزاران اقتصادی دسترسی به سهم ۸ درصدی بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات از تولید با توجه به فرض میانگین رشد تولید ۸ درصدی طی برنامه ششم توسعه اقتصادی باشد و فرض شود این افزایش سهم بخش از ۳/۷ به ۸ درصد تولید ناخالص داخلی به صورت خطی باشد، نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات باید به ترتیب ۴۸، ۳۸، ۳۱، ۲۷ و ۲۴ درصد در سال رشد داشته باشد. این نتایج با توجه به محاسبات مربوط به رشد تولید و همچنین رشد ارزش افزوده بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات برحسب سهم آن بخش از تولید به‌دست آمده است.

نمودار (۲): رشد تولید و سهم سرمایه-ی فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد تولید ایران



منبع: https://www.conference-board.org/data/economydatabase/index.cfm?id=27762

جدول (۱): رشد فناوری اطلاعات و ارتباطات با توجه به رشد تولید و سهم آن بخش از تولید در ایران

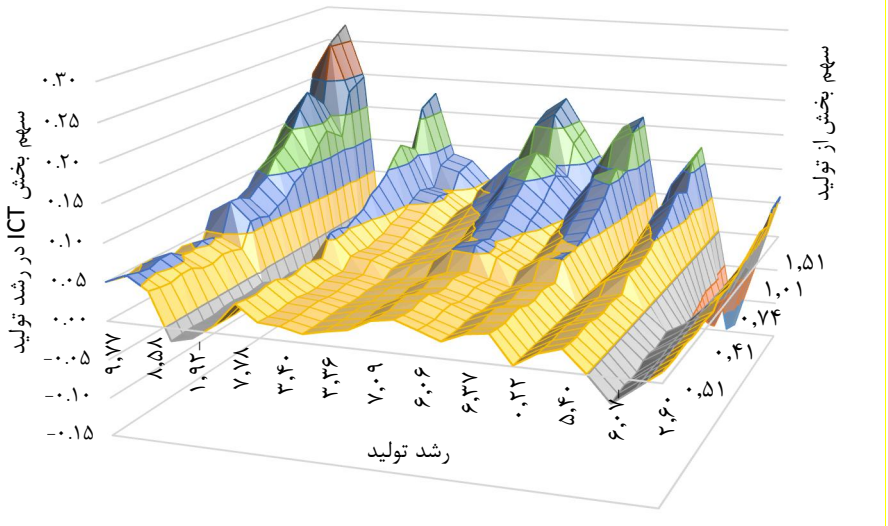
	Growth Rate	Share	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
1990		۰.۵۱۲۵	۹۷۶۴۲	۱۲۰۱۱۱	۸۵۸۱۷	-۲۲۳۴۲	-۱۹۱۸۲	۱۷۰۴۵	۷۷۸۶۰	۲۳۸۴۷	۲۳۰۴۰	۲۰۱۴۴۴	۲۳۶۰۰	۴۲۰۴۸	۷۰۹۳۷	۷۸۹۵۵	۶۰۵۵۸	۴۰۲۶۱۱	۶۲۷۰۵	۷۱۰۸۷	۰.۱۴۴۴	۲۶۴۶۵	۵۲۹۳۸۳	۰.۱۱۳۹	-۶۰۷۴۶	-۱۷۱۱۲	۲۶۰۱۸
1991	۰.۰۵۰۲	۰.۶۴۱۸	۰.۵۸۳۴	۰.۵۴۸۷	۰.۵۴۸۰	۰.۵۴۶۲	۰.۴۹۳۱	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵	۰.۴۹۳۵
1992	۰.۰۴۶۶	۰.۴۴۱	۰.۴۱۰	-۰.۰۱۳۳	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶	۰.۴۹۳۶
1993	۰.۰۵۰۸	۰.۴۳۲	۰.۴۰۲	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸
1994	۰.۰۵۰۷	۰.۴۳۱	۰.۴۰۱	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷
1995	۰.۰۴۷۵	۰.۴۹۸	۰.۴۶۶	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸
1996	۰.۰۴۹۹	۰.۴۶۰	۰.۴۲۷	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳	-۰.۰۱۳۳
1997	۰.۰۴۵۰	۰.۴۶۱	۰.۴۲۶	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵	-۰.۰۱۳۵
1998	۰.۰۴۳۴	۰.۴۴۳	۰.۴۰۹	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷
1999	۰.۰۴۶۵	۰.۴۷۳	۰.۴۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸
2000	۰.۰۴۷۲	۰.۴۷۰	۰.۴۳۶	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸	-۰.۰۱۳۸
2001	۰.۰۴۷۱	۰.۴۷۱	۰.۴۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷
2002	۰.۰۴۶۷	۰.۴۷۱	۰.۴۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷
2003	۰.۰۴۶۳	۰.۴۶۹	۰.۴۳۵	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷
2004	۰.۰۴۶۲	۰.۴۶۸	۰.۴۳۴	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷	-۰.۰۱۳۷

جدول (۱) و نمودار (۳) سهم بالقوه فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد تولید با توجه به رشد تولید و سهم آن بخش از تولید در ایران طی سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۹۰ نشان می‌دهد.

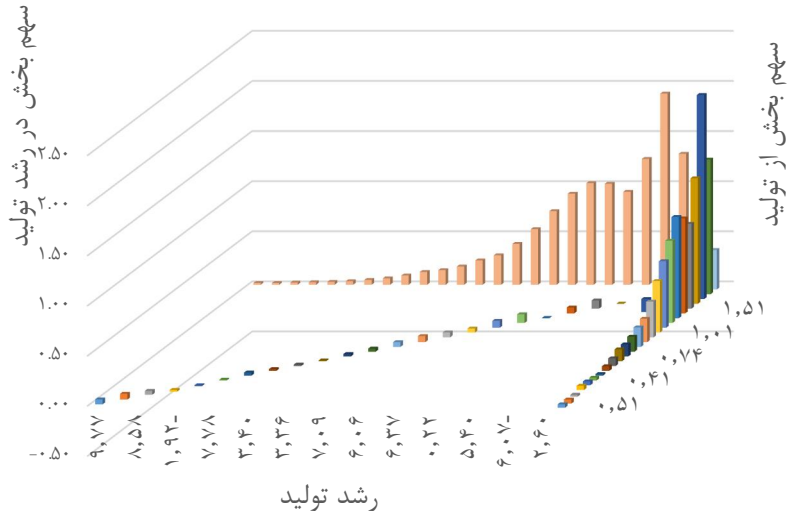
مقایسه سهم بالقوه و سهم بالفعل فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد تولید که از حسابداری رشد به‌دست آمده است، امکان قضاوت درخصوص افزایش سهم بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات از تولید را فراهم می‌سازد. چنانچه سهم بالفعل از سهم بالقوه فناوری اطلاعات و ارتباطات بیشتر باشد، آنگاه افزایش سهم از طریق افزایش ارزش افزوده آن بخش، تولید ناخالص داخلی را بیش از ارزش افزوده آن بخش افزایش می‌دهد و بالعکس. بنابراین، چنانچه نمودار سهم بالفعل فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد تولید در بالای نمودار سهم بالقوه فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد تولید قرار گرفت، آنگاه افزایش سهم بخش از تولید توجیه اقتصادی می‌شود. از مقایسه این دو سهم در نمودار (۴) مشاهده می‌شود که به‌جز سال‌های ۱۹۹۰، ۱۹۹۱ و ۱۹۹۲ در تمام سال‌ها سهم بالفعل فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد تولید از سهم بالقوه بیشتر بوده است و از این رو، افزایش سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از تولید ناخالص داخلی توجیه می‌شود.

همچنین نتایج برآورد در جدول (۲) نشان می‌دهد به ازای یک درصد افزایش در سهم بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات (SICTGDP_IRAN) سهم بالفعل فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد تولید (COCSICT_IRAN) به میزان ۰/۹۳ درصد افزایش خواهد یافت.

نمودار (۳): سهم بالقوه فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد تولید با توجه به سهم آن از تولید در ایران ۲۰۱٤-۱۹۹۰



نمودار (٤): سهم بالقوه و بالفعل فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد تولید با توجه به سهم آن از تولید در ایران طی سال‌های ۲۰۱٤-۱۹۹۰



جدول (۲)

Dependent Variable: COCSICT_IRAN
Method: Least Squares
Date: 08/26/16 Time: 22:21
Sample: 1990 2013
Included observations: 24

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.377721	0.059737	-6.323070	0.0000
SICTGDP_IRAN	0.933942	0.056483	16.53497	0.0000

R-squared	0.925526	Mean dependent var	0.473333
Adjusted R-squared	0.922141	S.D. dependent var	0.532342
S.E. of regression	0.148541	Akaike info criterion	-0.896258
Sum squared resid	0.485416	Schwarz criterion	-0.798087
Log likelihood	12.75510	Hannan-Quinn criter.	-0.870214
F-statistic	273.4053	Durbin-Watson stat	1.724768
Prob(F-statistic)	0.000000		

٦- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در سال ۱۳۹۵ بازار فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشور ایران حدود ۳۲ هزار میلیارد تومان بود که حدود ۲/۶ درصد تولید ناخالص داخلی کشور است. در پایان برنامه ششم توسعه اقتصادی- اجتماعی کشور مقرر شده که این میزان به بیش از ۵ درصد و حدود ۱۰۰ هزار میلیارد تومان افزایش پیدا کند. در این مقاله نشان دادیم که افزایش سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از تولید ناخالص داخلی ضروری است و با یک درصد افزایش در سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از GDP، سهم این بخش از رشد اقتصادی به میزان ۰/۹۳ درصد افزایش خواهد یافت. این نتایج از محاسبه و مقایسه سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد اقتصادی ایران به دو روش سهم بالفعل و سهم بالقوه به‌دست آمده است.

نتایج برآوردها نشان می‌دهد میانگین رشد تولید ناخالص داخلی در ایران طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۹۰ حدود ۳/۸ درصد و سهم بالفعل فناوری اطلاعات و ارتباطات از این رشد اقتصادی که به روش حسابداری رشد به‌دست آمده، حدود ۰/۵ درصد است. همچنین سهم بالفعل بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات از رشد به‌جز سال‌های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۲ همواره بیشتر از سهم بالقوه بوده، بنابراین افزایش ارزش افزوده بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات، تولید ناخالص داخلی را به‌دلیل اثر سرریز دانش، سرریز بازار و سرریز شبکه بیشتر از مقدار افزایش ارزش افزودهی بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات افزایش می‌دهد. بنابراین، افزایش سهم بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات از تولید ناخالص داخلی در اقتصاد ایران طی برنامه ششم توسعه اقتصادی ضروری است.

منابع

ب- انگلیسی

Barro RJ, Sala-i-Martin (1995), *Economic growth*, McGraw-Hill, NewYork.

Barro, Robert J. (1998),"Notes on Growth Accounting", NBER Working Paper 6654.

Chu, Nancy (2005), "ICT and Causality in the New Zealand Economy", Proceedings of the 2005 International Conference on Simulation and Modelling.

Cisco (2003), "ICT and GDP Growth in the United Kingdom: A Sectoral Analysis", Report to Cisco Systems by London Economics.

Dedrick J., V. Gurbaxani and K.L.Kraemer (2003), "Information Technology and Economic Performance: A Critical Review of the Empirical Evidence", *ACM Computing Surveys,* 35 (1), 1–28.

Gordon, R. (2000), "Does the 'New Economy' Measure up to the Great Inventions of the Past?", *Journal of Economic Perspectives*,14, 49–74.

Jorgenson, D.W. (1963), "Capital Theory and Investment Behavior", *American Economic Review*, 53 (2), 247-259.

Jorgenson D (2001), "Information Technology and the U.S. Economy", *American Economic Review*, 91: 1-32

Jorgenson DW and K. J. Stiroh (1995), "Computers and Growth", *Economics of Innovation and New Technology*, 3– 4, pp. 295-316.

Jorgenson, D. W. and K. J. Stiroh (1999), "Information Technology and Growth", AEA Papers and Proceedings.

Lucas, Robert E., Jr. (1988), "On the Mechanics of Development Planning", *Journal of Monetary Economics*, 22.

Mankiw, N.G, D. Romer and D. N weil (1992), "A Contribution to the Empirics of Economic Growth", *Quarterly journal of Economics*, 107: 407-37.

NIA (2011), "Smart Society: IT Issues and Strategies to Realize a Smart Society", Seoul: National Information Society Agency.

ECD (2003b), "ICT and Economic Growth, Evidence from OECD Countries", Industries and Firms, Paris.

Oliner, S, D. and D. E. Sichel (1994), "Computers and Output Growth Revisited: How Big is the Puzzle?", Brookings Papers on Economic Activity, 1994(2): 273-334.

Oliner, S D. and D. E. Sichel (2000), "The Resurgence of Growth in the late 1990s: Is Information Technology the Story?", mimeo, Federal Reserve Board, February.

Pohjola, M.(2000), "Information Technology and Economic Growth: A Cross Country Analysis", UNU/WIDER Working Paper, No. 173.

Pohjola M. (2002), "New Economy in Growth and Development", United Nation University, WIDER (Word Institute for Development Economics Research). Discussion Paper No. 67, A. at: www.wider.unu.edu.

Quah, D, (2002), "Technology Dissemination and Economic Growth: Some Lessons for the New Economy", In Technology and the New Economy,ed Chong-En Bai and Chi-Wa Yuen Cambridge 3, PP 95-156.

Romer P (1986), "Increasing Returns and Long-run Growth", *Journal of Political Economy*, 94: 1002-1037.

Romer P (1990), "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy,* 98: S71-S102.

Romer P (1994), "The Origins of Endogenous Growth", *Journal of Economic Perspectives,* 8: 3-22.

Schreyer, P. (2000), "The Contribution of Information and Communication Technology to Output Growth: a Study of the G7 Countries", STI Working Papers 2000/2, OECD, Paris.

Schreyer, P. (2002), "Computer Price Indices and International Growth and Productivity Comparisons", *Review of Income and Wealth*, 48 (1), pp. 15-31, March.

Seri (2008), "Truth and Falsity on the National Competitiveness", CEO Information, 682.

Souter, D. (2004), "ICT and Economic Growth in Developing Countries", OECD-DAC Network on Poverty Reduction. Paris.

Van Ark, Bart. (2000), "Measuring Productivity in the New Economy: Towards a European Perspective", De Economist (Quarterly Review of the Royal Netherlands Economic Association), No. 148 (1).