پژوهشنامه‌ی اقتصاد کلان

علمی – پژوهشی

سال دوازدهم، شماره‌ی۲۳، نیمه ی اول۱۳۹۶

بررسی رابطه علی کوتاه مدت و بلند مدت بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی در استان های ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۳۱ تاریخ پذیرش:۱۳۹۶/۱۲/۲۰

یوسف عیسی زاده روشن *

چکیده :

در خصوص رابطه بین توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی اختلاف نظر وجود دارد. یک فرضیه این است که توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث افزایش رشد اقتصادی می گردد و فرضیه دیگر رشد اقتصادی را به عنوان عامل موثر در توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات در نظر می گیرد. علاوه بر این دو فرضیه، فرضیه سومی هم مطرح شده است که بر اساس آن فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی دارای یک رابطه علیت دو طرفه اند.این تحقیق در پی بررسی این موضوع است که رابطه بین توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی در کل استان ها ی ایران چگونه است؟ این مطالعه در چارچوب مدل تصحیح خطای پانل چند متغیره[1] (PECM) و آزمون های هم انباشتگی و علیت پانل[2] به بررسی رابطه بلندمدت و کوتاه مدت بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی در استان های مختلف کشور، طی دوره زمانی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ می پردازد. برآورد ضرایب بلندمدت با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی تعدیل شده کامل[3](FMOLS) و برآورد ضرایب کوتاه مدت و روابط علیت با استفاده از روش گشتاور تعمیم یافته[4] (GMM) انجام شده است. نتایج این تحقیق نشان می دهد که علیت دو طرفه بین رشد اقتصادی و فناوری اطلاعات و ارتباطات (هر سه مولفه شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات) در کوتاه مدت در کل استان های ایران وجود دارد اما در بلند مدت یک رابطه یک طرفه از شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات و مولفه های آن به رشد اقتصادی برقرار است.

طبقه بندی C23; O33; O40:JEL

واژه های کلیدی: فناوری اطلاعات و ارتباطات، رشد اقتصادی، مدل تصحیح خطای پانل، هم انباشتگی پانل

---

* نویسنده مسئول – استادیار گروه اقتصاد بازرگانی دانشگاه مازندران، بابلسر ، ایران

[1]Panel Multivariate Error Correction Model

[2]Co integration and Panel Granger causality

[3]Fully Modified Ordinary Least Square

[4]Generalized method of moment

۱. مقدمه

افزایش تولید و استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق کانال های متعددی به رشد اقتصادی کمک می نماید. به کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث رشد بهره وری کل عوامل تولید و در نتیجه رشد اقتصادی می گردد. کانال تعمیق سرمایه و جذب سطح بالائی از سرمایه به بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث تولید محصولات جدید و افت قیمت تولیدات این بخش میشود. هم چنین افزایش سرمایه گذاری در بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات، باعث افزایش نسبت سرمایه به تعداد کارکنان در این صنعت شده و بالطبع در ارتقای بهره وری کارکنان نیز موثر میباشد(شریف آزاده و همکاران۱۳۹۰). بنابراین اهمیت فناوری اطلاعات و ارتباطات در راستای نیل به هدف رشد اقتصادی کشورها قابل درک بوده و اغلب کشورها تلاش های متعددی را برای بهبود تاثیرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اقتصاد ملی خود انجام داده اند.

با توجه به شواهد تجربی رابطه فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی در بین کشورهای جهان، بررسی جهت علیت این رابطه بستگی به حوزه مورد مطالعه دارد .در بیشتر مطالعات انجام شده داخلی، تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی در سطح ملی (نه رابطه علیت) بررسی شده و تاکنون مطالعه ای در این زمینه به طور خاص در باره استانهای کشور صورت نگرفته و به وضعیت استانها از این منظر نگاه نشده است. لذا در این مطالعه ضمن مقایسه تطبیقی توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات استان ها، رابطه علی بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی در استانهای ایران بررسی شده است تا به این سؤال پاسخ داده شودکه آیا توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث افزایش رشد اقتصادی در استانهای ایران می شود؟ یا بالعکس رشد اقتصادی استانها علت توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات است و یا آنکه بازخوردی[1] بین آنها وجود دارد؟چون در صورت نبود رابطه بین رشد اقتصادی

[1] Feedback

و فناوری اطلاعات و ارتباطات و هم چنین عدم اطمینان در خصوص این ارتباط، سرمایه گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات مانع از استفاده منابع موجود در بخشهای دیگر اقتصادی خواهد شد.

۲. مبانی نظری

۱-۲-جریان از توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات به رشد اقتصادی

به سه روش فناوری ارتباطات و اطلاعات میتواند بر تولید ملی تاثیر بگذارد[۱]: یکی روش مستقیم از طریق تولید کالاها و خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات و به رشد تولید ناخالص داخلی کمک میکند بعبارت دیگر فناوری ارتباطات و اطلاعات بعنوان یک زیر بخش خدمات ، دارای ارزش افزوده اقتصادی است. دوم به کارگیری سرمایه فناوری ارتباطات و اطلاعات بعنوان نهاده در تولید کالاها و خدمات از طریق تعمیق سرمایه باعث ایجاد رشد اقتصادی می گردد . نهایتاً فناوری ارتباطات و اطلاعات باعث افزایش رشد اقتصادی از طریق کمک به پیشرفت های فناوری می گردد . اگر رشد سریع تولید فناوری ارتباطات و اطلاعات بر اساس منافع کارآیی و بهره وری در این فعالیت ها باشد ، باعث افزایش رشد اقتصادی خواهد شد .

تحقیقات زیادی اثر مثبت فناوری ارتباطات و اطلاعات را بر تولید از طریق افزایش بهره وری و کاهش هزینه مبادلاتی تائید می نمایند. دیوان و ریگینز[۲] (۲۰۰۵)، جرگنسون و استیرو[۳] (۲۰۰۰)معتقدند پیشرفت های فناوری، رقابت بیشتر، و کم کردن محدودیتهای تجاری باعث کاهش قیمت کالاها و خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات شده و این امر به نوبه ی خود انگیزه قوی برای جایگزینی سایر اشکال سرمایه و نیروی کار با تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات به وجود آورده است که این مسله برای مصرف کنندگان وتولیدکنندگان منافع ایجاد میکند. تحقیقات اولی نر و

[1] Quah (2003)

[2] Dewan & Riggines

[3] jorgenson & stiroh

سی چل[1] (۲۰۰۳)نشان می دهد که بهره وری از اواسط ۱۹۹۰ در امریکا در اثر افزایش مصرف فناوری ارتباطات و اطلاعات بالا رفت.

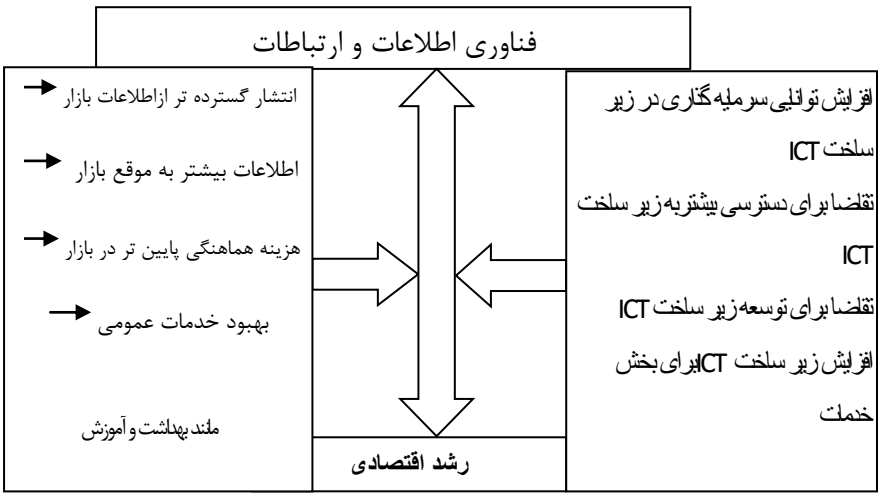
بررسی وریان، لیتان، ایذر و اسکاتر[2] (۲۰۰۲)نشان می دهد که پذیرش فناوری ارتباطات و اطلاعات در کشورهای توسعه یافته از طریق افزایش درآمد و کاهش هزینه بنگاه، بازدهی داشته و سرمایه گذاری در زیر ساخت فناوری ارتباطات و اطلاعات بر عملکرد اقتصاد موثر است. رولر و ویورمن[3] (۲۰۰۱) در بررسی نقش مخابرات بر رشد اقتصادی به این نتیجه رسیدند که یک سطح بحرانی از زیرساخت مخابرات نمی تواند به افزاش بازدهی و رشد منجر شود. طبق این نتیجه کشورهای توسعه یافته که زیرساخت مخابراتی کافی دارند اثرات رشد بالاتری نسبت به کشورهای در حال توسعه دارند.

توسعه و دسترسی فناوری اطلاعات و ارتباطات به چند دلیل برای رشد اقتصادی ضروری به نظر می‌رسد. زیرا اولاً این تکنولوژی سرعت انتقال اطلاعات را افزایش می‌باشد و به این ترتیب اطلاعات بین افراد بیشتری انتشار می یابد. ثانیاً فناوری اطلاعات و ارتباطات هزینه تولید را کاهش می‌دهد، زیرا دسترسی به دانش تولید شده با کمترین هزینه امکان‌پذیر است. هم چنین کاهش هزینه مبادلاتی، درجه ناکارآمدی و نااطمینانی را کاهش می‌دهد. ثالثاً فناوری اطلاعات و ارتباطات بر محدودیت زمانی و مکانی غلبه می‌کند، در نتیجه انتقال اطلاعات بین خریداران و فروشندگان افزایش یافته و فرآیند تولید از حریم ملی می‌گذرد. این تکتولوژی همه افراد را قادر می‌سازد تا در اقتصاد بازار برتری خود را نسبت به دیگران بشناسند که منجر به بازار وسیع‌تر و افزایش سطح دسترسی به عرضه جهانی کالاها می‌شود. رابعاً باعث شفافیت بیشتر بازار

[1] Oliner & sichel
[2] varian ,litan,Andrew, shutter
[3] Roller & waverman

و افزایش تقاضا می‌شود. فناوری اطلاعات و ارتباطات قدرت افراد را در دسترسی به اطلاعات تقویت می‌کند.(رودرا وهمکاران[1]، ۲۰۱۵)

نمودار ۱- رابطه فناوری اطلاعات و ارتباطات با رشد اقتصادی



(منبع: رودرا و همکاران، ۲۰۱۵)

۲-۲-جریان از رشد اقتصادی به توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات

این جریان به منابعی از درآمد ملی که به مشخصه ها ،ویژگی ها و فعالیت های تشکیل دهنده توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات تخصیص می یابد مربوط می شود. رشد درآمد ملی ودر نتیجه افزایش درآمد سرانه بوضوح عامل اصلی توسعه مستقیم فناوری اطلاعات و ارتباطات است.ابته باید در نظر داشت که اثر رشد اقتصادی بر توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات به عوامل و شرایط دیگر جامعه نیز بستگی دارد و به همین علت است که سطح یکسان تولید ناخالص ملی می تواند سطوح توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات مختلفی را بدست دهد.

همانطوریکه در نمودار (۱) ملاحظه می گردد افزایش رشد اقتصادی باعث افزایش توانایی سرمایه گذاری در زیر ساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات ، تقاضا برای

[1] Rudra et.al

دسترسی بیشتربه زیر ساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات ، تقاضا برای توسعه زیر ساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات ، افزایش زیر ساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات برای بخش خدمات میشودکه همه این موارد باعث توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات می گردد.

۳.مروری بر مطالعات تجربی

مطالعات انجام شده در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی به دودسته تقسیم می شوند:دسته اول مطالعاتی که از طریق مدل های رشد و حسابداری رشد به بررسی تاثیر و سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی درکشورهای توسعه یافته و در حال توسعه من جمله ایران پرداختند[۱] . دسته دوم مطالعاتی که به بررسی رابطه علت و معلولی بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی پرداختند که در این تحقیق مورد تاکید قرار می گیرد.

۳-۱.مطالعات خارجی

کرونین و همکاران[۲](۱۹۹۱)، رابطه علت و معلولی بین سرمایه گذاری ارتباطات از راه دور و رشد اقتصادی در امریکا را مورد بررسی قرارداده و نتجه گرفتند که با افزایش سرمایه گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات، رشد اقتصادی افزایش یافته و در مقابل، رشد اقتصادی نیزتقاضا برای سرمایه گذاری در زیر ساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات را افزایش می دهد.

لی و همکاران [۳](۲۰۰۵) با استفاده از تابع تولید کاب داگلاس، رابطه علیت بین تولید ناخالص داخلی و فناوری اطلاعات و ارتباطات و بین جزء اخلال سولو را برای بیست کشور(توسعه یافته و در حال حال توسعه) در دوره زمانی ۱۹۸۰-۲۰۰۰ بررسی

---

[۱] برای آگاهی از این مطالعات به طرح پژوهشی تحت عنوان "نقش فناوری اطلاعات در توسعه اقتصادی" که در سال ۱۳۹۱ در سازمان فناوری اطلاعات ایران توسط محمدرضا فروزنده دوست انجام شده است رجوع گردد.

[2] Cronin et al
[3] Lee et al

کرده اند. نتایج آنها نشان میدهد درکشورهای در حال توسعه بر خلاف کشورهای توسعه یافته و صنعتی رابطه علیت وجود ندارد و این کشور ها ، نمیتوانند از سرمایه گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات در بهبود بهره وری و رشد استفاده نمایند.

شی او و همکاران[1] (۲۰۰۸) به بررسی علی بین توسعه ارتباطات از راه دور و رشد اقتصادی چین و مناطق آن پرداختند. نتیجه آنها نشان می دهد علیت از توسعه ارتباطات راه دور به تولید ناخالص ملی واقعی در استان های با درآمد متوسط و غربی وجود نداشته، اما در استان های با درآمد بالا وجود دارد. همچنین پیشرفت زیرساخت های ارتباطات به تنهایی برای تحریک رشد در استان های مرکزی و غربی کافی نیست. برای دولت چین مهم است که دیگر عوامل مکمل مانند محیط تجاری، شبکه های حمل و نقل، آموزش و آموزش نیروی انسانی را توسعه داده تا بهترین استفاده را از سیستم های مخابراتی در استان های مرکزی و غربی داشته باشند.

حسین و یزدان[2] (۲۰۱۲) رابطه علیت بین رشد اقتصادی و توسعه ارتباطات راه دور را در ایران بررسی نمودند . نتایج آنها یک رابطه علی یک طرفه از رشد اقتصادی به توسعه ارتباطات راه دور در ایران را نشان میدهد.

محمود بلال و همکاران[3] (۲۰۱۳) در مقاله خود ، رابطه بلندمدت سرمایه گذاری در ارتباطات مخابراتی و رشد اقتصادی در ۲۳ کشور آسیایی منتخب طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ را بررسی نمودند. نتایج آنها نشان می دهد که رابطه علیت از سرمایه گذاری در مخابرات به رشد اقتصادی وجود دارد اما عکس آن صادق نیست. بخش مخابراتی توانایی ذاتی برای کمک به رشد اقتصادی را در در دو مرحله دارد. در مرحله اول، به عنوان بخشی از بخش خدمات و در مرحله دوم به عنوان یکی از اعضای دیگر بخش های اقتصاد است.

---

1 Shiu & Pun-Lee Lam
2 Hossein and Yazdan
3 Mehmood, Bilal et al

پرادهان و همکاران[1](۲۰۱۴) به بررسی رابطه علیت بین توسعه زیرساخت های ارتباطات راه دور ، رشد اقتصادی، و چهار شاخص کلیدی عملکرد یک اقتصاد مدرن: تشکیل سرمایه ناخالص، خارجی جریانهای ورودی سرمایه گذاری مستقیم، نرخ شهرنشینی، و درجه باز بودن تجارت در کشورهای گروه بیست در دوره زمانی۱۹۹۱-۲۰۱۲ با استفاده از تکنیک پانل خود رگرسیون برداری[2] پرداخته و نتیجه گرفتند یک شبکه ارتباطات علی بلندمدت بین این متغیرها، من جمله علیت دو طرفه بین زیرساخت های ارتباطات راه دور و رشد اقتصادی وجود دارد .

شهیدوزمان و همکار ان[3] (۲۰۱۴) به بررسی هم انباشتگی و روابط علی بین فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و بازده اقتصادی در استرالیا با استفاده از داده های حدود پنج دهه پرداختند. نتایج آنها اشاره به یک رابطه هم انباشتگی بین سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات و بازده داشته است. همچنین سرمایه فناوری اطلاعات و ارتباطات علت بازده اقتصادی و بهره وری چند عاملی، بوده است.

رودرا و همکارانش[4] (۲۰۱۵) پژوهشی تحت عنوان بررسی روابط علی بین فناوری اطلاعات و ارتباطات ،توسعه مالی ورشد اقتصادی درکشورهای آسیایی طی سالهای(۲۰۱۲ -۲۰۰۱)با استفاده از تکنیک پانل هم انباشتگی انجام دادند. نتایج تجربی آنها نشان می دهد که رابطه علی بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی،توسعه مالی و رشد اقتصادی در کوتاه مدت و بلندمدت وجود دارد.

هازوکی ایشیدا [5](۲۰۱۵)، از طریق دو مدل مختلف چند متغیره یکی مربوط به تابع تولید و دیگری تابع تقاضای انرژی، با لحاظ متغیر فناوری اطلاعات و ارتباطات به برآورد رابطه بلندمدت بین فناوری اطلاعات و ارتباطات، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ژاپن در دوره ۱۹۸۰-۲۰۱۰ با استفاده از تکنیک خود رگرسیون برداری با وقفه

1 Pradhan et al
2 Pannel-Var
3 Shahiduzzaman et al
4 Rudra et al
5 Hazuki Ishida

گسترده (ARDL) پرداخته است. نتایج وی نشان داد یک رابطه پایدار بلندمدت، از هر دو روش (تابع تولید، تابع تقاضای انرژی). بین متغیر ها برقراراست، همچنین نتیجه گرفت سرمایه گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات می تواند با ثابت ماندن سایر شرایط به کاهش متوسط در مصرف انرژی منجر شود ، اما به افزایش در تولید ناخالص داخلی کمک نمی کند.

رونالد راوینش کومار و همکاران[1](۲۰۱۶) در مقاله ای تحت عنوان بررسی اتر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تولید سرانه هر کارگر ، سهم کوتاه مدت و بلندمدت پنج شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) را بر رشد اقتصادی چین طی دوره نمونه سالهای ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۳ از طریق تابع تولید بررسی نمودند. همچنین. نتایج آنها نشان داد علیت دو طرفه بین تلفن همراه، ارتباطات مخابراتی و رشد اقتصادی وجود دارد.

جائه پیو هنگ [2](۲۰۱۷) در مقاله ای رابطه علیت بین تحقیق و توسعه(R & D) ، سرمایه گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی در کره جنوبی را مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند یک رابطه دو طرفه بین تحقیق و توسعه و سرمایه گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی وجود دارد.

۲-۳.مطالعات داخلی

در مطالعات انجام شده داخلی، فناوری اطلاعات و ارتباطات به عنوان عاملی موثر درالگوی رشد درونزا در نظر گرفته شده و یا از طریق حسابداری رشد سهم فناوری اطلاعات و ارتباطات در رشد اقتصادی ایران محاسبه شده است.[3] مطالعه ای که به بررسی رابطه علیت بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی استان های ایران

1 Ronald Ravinesh Kumar et al

2 Jae-pyo Hong

[3] برای مطالعه در این زمینه به تحقیات انجام شده توسط فرجادی ،کلانتری(۱۳۷۹)محمودزاده ،اسدی(۱۳۸۲)مشیری ، جهانگرد(۱۳۸۳) مراجعه گردد.

اختصاص داشته باشد تا کنون انجام نشده است.نزدیک ترین پژوهش در این زمینه در سطح ملی عبارتند از:

- شیری (۱۳۸۵) در مقاله ای تحت عنوان استراتژی فناوری اطلاعات وارتباطات وتوسعه اقتصادی، رابطه بین نوع استراتژی فناوری اطلاعات و ارتباطات و تاثیر آن بر توسعه اقتصادی کشورها را بررسی می کند و از میان انواع استراتژی ها به نقش استراتژی"استفاده داخلی فناوری اطلاعات و ارتباطات" تاکید زیادی دارد و نشان داد که اهمیت آن در توسعه اقتصادی بیشتر از استراتژی "صادرات تولیدات و خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات"است.

- سیداحمد خاتون ابادی و همکاران(۱۳۸۸) در مقاله ای تحت عنوان واکاوی رابطه بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی: تحلیلی بین کشوری با تاکید بر ایران، به کمک رگرسیون خطی چند متغیره و با بکارگیری متغیرهای مجازی به بررسی رابطه بین دسترسی به فناوری اطلاعات و ارتباطات با تولید ناخالص داخلی سرانه درکلیه کشورها پرداختند. نتایج آنها نشان داد که درگروه های سه گانه شامل ۱۵۶ کشور، رابطه خطی مثبت و معنی دار بین دسترسی به فناوری اطلاعات و ارتباطات و متغیر وابسته GDP سرانه وجود دارد.

۴- روش شناسی تحقیق:

این تحقیق در پی بررسی رابطهٔ علیت کوتاه‌مدت و بلندمدت[۱] بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی استان‌های ایران طی دورهٔ زمانی ۱۳۸۹-۱۳۹۴ است که برای این منظور از آزمون علیت گرنجری برای داده‌های پانل[۲] استفاده شده است. در آزمون علیت گرنجری میان متغیرها، مدلی با شیوهٔ تصحیح خطای برداری[۳]، به صورت زیر تصریح شده است:

۱- روابط علیت گرنجری به معنای امکان پیش‌بینی چگونگی تغییر یک متغیر توسط مقادیر سایر متغیرهاست.

2 - Panel Ganger Gausality

3 - Vector Error Correction Mdel

$$\Delta ICT_{it} = \alpha_{1j} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{11iq} \Delta ICT_{it-q} \quad (۱) + \sum_{q=1}^{p} \pi_{12iq} \Delta Lrgdp_{it-q} + \xi_{1i} ETC_{it-1} + \omega_{1it}$$

$$\Delta Lrgdp_{it} = \alpha_{2j} \quad (۲)$$
$$+ \sum_{q=1}^{p} \pi_{21iq} \Delta Lrgdp_{it-q} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{22iq} \Delta ICT_{it-q} + \xi_{2i} ETC_{it-1} + \omega_{2it}$$

به ترتیب شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات(Lrgdp و ICTکه در معادلات مذکور شامل شاخص پیشرفت فناوری اطلاعات[1] و مولفه های دسترسی، استفاده ، مهارت) و p، تفاضل مرتبهٔ اول متغیرها، و Δلگاریتم تولید ناخالص واقعی استان‌های ایران، و ، جملهٔ تصحیح خطا، به صورت زیر است:ETCبیانگر تعداد وقفه‌هاست.

$$ETC_{it} = \Delta Lrgdp_{it} - \hat{\alpha}_{it} - \hat{\alpha}_{2t} ICT_{it} \quad (۳)$$

جمله‌ی تصحیح خطا برای بررسی رابطهٔ علیت بلندمدت میان متغیرهای مورد بررسی در معادلات وارد شده است. برای پیداکردن جملهٔ تصحیح خطا، به تخمین ارتباط بلندمدت بین شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات و لگاریتم تولید ناخالص واقعی نیاز است که به این منظور از روش تخمین FMOLS استفاده شده است.

از آنجا که در معادلات (۱)و (۲) متغیر وابسته به صورت وقفه در طرف راست ظاهر شده است،باعث می شود متغیر وابسته وقفه دار در سمت راست معادله با جمله اخلال همبستگی پیدا کند.بنابراین حتی اگر جمله اخلال خود همبستگی سریالی نداشته باشد باز هم برآوردگرهای حداقل مربعات معمولی (OLS) ناسازگار و تورشدار می باشند و لذا نمی توان از آن برای تخمین مدل استفاده کرد. (هیشائو[2]، ۱۹۸۶؛ آرلانو و باند[3]، ۱۹۹۱؛ بالتاجی، ۱۹۹۵) و باید به روش‌های برآورد حداقل مربعات دو مرحله‌ای (2SLS) (اندرسون و هشیائو)[4] یا گشتاورهای تعمیم یافته(GMM) متوسل

[1] ICT Development Index(IDI)
[2] - Hsiao
[3] - Arrelano and Bonad
[4] - Anderson and Hsiao

شد. در این مقاله برای برآورد معادلات (۱) و (۲) از روش برآورد سیستمی گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) که توسط آرلانو- باور/ بلوندل- باند[1] ارائه شده استفاده شده است. برای ایجاد اطمینان در خصوص مناسب‌بودن متغیرهای ابزاری از آزمون سارگان و برای مشخص‌کردن تعداد وقفه‌های مدل از معیار شوارتز بیزین (SQ) استفاده شده است.

بعد از برآورد مدل (۱) و (۲) و اطمینان از مناسب بودن وقفه‌ها و متغیرهای ابزاری، براساس آزمون‌های معنای والد[2] به بررسی معناداری پارامترهای مورد نظر در معادلات (۱) و (۲) و رابطهٔ علیت بین آنها پرداخته می‌شود. به این صورت که در معادلهٔ (۱) برای اثبات وجود و تعیین جهت در رابطهٔ علیت کوتاه‌مدت از ΔLrgdp به ΔICT رد فرضیهٔ صفر آزمون والد $H_0: \pi_{12iq} = 0$ برای تمامی iq ها و برای اثبات وجود ارتباط بلندمدت نیز رد فرضیهٔ صفر آزمون والد (یا آزمون t) $\xi_{1i} = 0$ الزامی است و در معادلهٔ (۲) برای اثبات وجود و تعیین جهت رابطهٔ علیت کوتاه‌مدت از ΔICT به ΔLrgdp رد فرضیهٔ صفر آزمون والد $H_0: \pi_{22iq} = 0$

برای تمامی iqها و برای اثبات وجود ارتباط بلندمدت نیز رد فرضیهٔ صفر آزمون والد (یا آزمون t) $\xi_{2i} = 0$ الزامی است.

۵- توضیح داده ها و تخمین مدل

۵-۱. توضیح داده ها

برای برآورد مدل(۱) و (۲) به آمار تولید ناخالص واقعی وشاخص های فناوری اطلاعات و ارتباطات در استان‌های ایران نیاز است. آمار تولید ناخالص داخلی اسمی استان‌های ایران از سایت مرکز آمار ایران حساب‌های منطقه‌ای جمع‌آوری شده که با استفاده از شاخص قیمت واقعی شده است.

---

[1] - Arellano-Bover/Blundell-Bond
[2] - Wald Test

یکی از مهم‌ترین موضوعات در تعیین و ارزیابی ارتباط بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی این است که چگونه یک معیار مناسب برای اندازه‌گیری توسعهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات به دست می‌آید. این دشواری در تعیین شاخص، از مفهوم فناوری اطلاعات و ارتباطات نشأت می‌گیرد. شاخص‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات متفاوتی در تحقیقات پیشین مطرح شده است که عبارت‌اند از: مشترکین تلفن ثابت بازای هر۱۰۰نفر[۱]، مشترکین تلفن همراه بازای هر۱۰۰نفر [۲]، کاربران اینترنت بازای هر ۱۰۰نفر [۳]، درصد خانوارهای دارای کامپیوتر [۴]، درصد خانوارهای دارای دسترسی به اینترنت در خانه [۵] که هر کدام از این شاخص ها یک جنبه از فناوری اطلاعات و ارتباطات را نشان می دهند. اما شاخص هایی نیز هستند که ترکیبی بوده و جنبه های مختلف این فناوری را نشان می دهند مانند شاخص فرصت دیجیتالی[۶] شاخص آمادگی الکترونیک[۷] وشاخص پیشرفت فاوری اطلاعات و ارتباطات.

در این تحقیق از شاخص پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات (IDI)که برای اولین بار در نسخه ۲۰۰۹ کتاب اندازه گیری جامعه اطلاعاتی[۸] مطرح شد، استفاده می شود. با استفاده از این شاخص حرکت به سمت جامعه اطلاعاتی با استفاده از سه گام آمادگی ICT[۹]، شدتICT[۱۰] و اثرات ICT [۱۱] توضیح داده می‌شود و به این منظور برای شاخص IDI سه زیر شاخص دسترسی، استفاده و مهارت [۱۲] تعریف شده است.

---

[1] - Fixed-telephone subscriptions per 100 inhabitants
[2] - Mobile-cellular subscriptions per 100 inhabitants
[3] - Percentage of individuals using the Internet
[4] percentage of households with computer
[5] - Percentage of households with Internet access
[6] - Digital Opportunity Index(DOI)
[7] E- readiness
[8] Measuring the Information Society
[9] ICT readiness
[10] ICT intensity
[11] ICT impact

[۱۲] زیر شاخص های آن شامل: الف) دسترسی : مشترکین تلفن ثابت بازای هر۱۰۰نفر ، مشترکین تلفن همراه بازای هر۱۰۰نفر ، درصد خانوارهای دارای کامپیوتر ، درصد خانوارهای دارای دسترسی به اینترنت در خانه ،پهنای باند اینترنت بین المللی به ازای هر کاربر

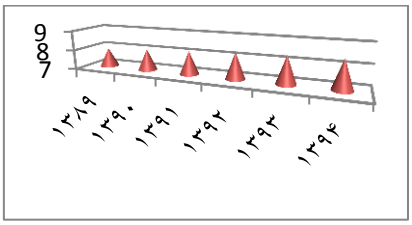
جدول۱- خلاصه ای از آماره های توصیفی متغیرهای تحقیق

	لگاریتم تولید واقعی	شاخص مهارت	شاخص استفاده ICT	شاخص دسترسی به ICT	شاخص پیشرفت ICT
میانگین	۸,۲۲	۶,۵۳	۳,۸۸	۴,۲۵	۳,۹۱
میانه	۸,۱۶	۶,۵۱	۳,۸۹	۴,۲۷	۳,۶۳
ماکزیمم	۹,۱۴	۸,۵۰	۹,۶۰	۹,۲۴	۷,۳۹
مینیمم	۷,۳۵	۴,۳۵	۰,۲۲	۱,۵۸	۲,۱۲
خطای انحراف استاندارد	۰,۴۰	۰,۶۶	۲,۶۴	۱,۰۸	۱,۰۲
مشاهدات	۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴

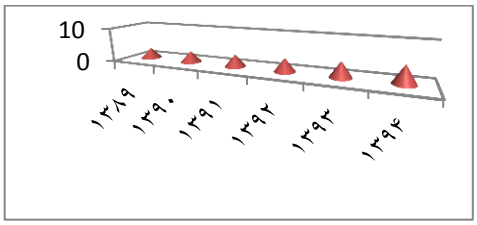
منبع: محاسبات تحقیق

بررسی آماری لگاریتم تولید واقعی و شاخص پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات در کل اقتصاد ایران طی سال های مورد بررسی در نمودار (۲) و (۳) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود لگاریتم تولید واقعی و شاخص‌پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات در استان ها طی سال های مورد بررسی تقریباً از روند افزایشی برخوردار می باشند. در ادامه به بررسی کمی ارتباط بین این دومتغیر در بخشهای مختلف کشور با استفاده از تکنیک های جدید اقتصادسنجی در قالب مدل تصحیح خطا و هم انباشتگی پانل می پردازیم.

نمو دار -۲ روند متوسط لگاریتم تولید واقعی استانها



نمو دار -۳ روند متوسط شاخص‌پیشرفت ICT استانها



ب) استفاده : کاربران اینترنت بازای هر ۱۰۰نفر، مشترکین اینترنت باند پهن ثابت (باسیم) بازای هر ۱۰۰ نفر، مشترکین باند پهن بی سیم بازای هر۱۰۰ نفر

ج) مهارت : نرخ باسوادی بزرگسالان، نسبت نام نویسی در سطح دبیرستان، نسبت نام نویسی در سطح دانشگاه

۳-۵. تخمین مدل

روش برآورد معادلات (۱) و (۲)، روش داده‌های تابلویی پویاست. قبل از برآورد مدل، لازم است که آزمون‌های وابستگی مقطعی و مانایی بررسی شود. آزمون وابستگی مقطعی از این نظر مهم است که براساس آن می‌توان آزمون ریشهٔ واحد انتخاب کرد. برای بررسی مانایی داده‌های پانل می‌توان از آزمون‌های ریشهٔ واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته (ADF)، لوین، لین و چو (LLC)، دیکی فولر تعمیم‌یافتهٔ فیشر (ADFF) و فیلیپس- پرون- فیشر (FPF)، ایم پسران شین (IPS) و بریتانگ و هادری و پسران (۲۰۰۳) استفاده کرد که البته انتخاب آزمون مناسب از بین این آزمون‌ها در گام اول نیازمند بررسی وجود وابستگی مقطعی است (بالتاجی[1]، ۲۰۰۵). نتایج آزمون وابستگی مقطعی پسران برای داده‌های مورد مطالعه در جدول (۲) آورده شده است، فرضیهٔ صفر در این آزمون نبود وابستگی مقطعی در متغیرهای مورد آزمون است که براساس نتایج این جدول فرضیهٔ صفر رد می‌شود و وابستگی مقطعی بین متغیرهای مورد بررسی وجود دارد.

جدول ۲. نتایج آزمون وابستگی مقطعی برای متغیرهای بررسی شده طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۴

آزمون استقلال مقطعی پسران (۲۰۰۴)		
متغیر	مقدار آمارهٔ آزمون پسران	معناداری (Prob)
لگاریتم تولید ناخالص واقعی	۷۰/۹۴	۰/۰۰۰
شاخص پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات	۵/۰۵	۰/۰۰۰
شاخص دسترسی (فناوری اطلاعات و ارتباطات)	۶/۸۰	۰/۰۰۰
شاخص استفاده (فناوری اطلاعات و ارتباطات)	۲/۹۸	۰/۰۰۲
شاخص مهارت (فناوری اطلاعات و ارتباطات)	۵/۳۰	۰/۰۰۰

منبع: محاسبات پژوهش

گام بعدی در این تحقیق بررسی مانایی داده‌هاست. از آنجا که وابستگی مقطعی وجود دارد، برای بررسی آزمون‌های مانایی متغیرها از آزمون پسران (۲۰۰۳) که در آن

[1] - Baltagi

وابستگی مقطعی در نظر گرفته شده استفاده می‌شود. آزمون ریشهٔ واحد پسران به آزمون CADF یا CIPS مشهور است. فرضیه‌ی صفر در این آزمون وجود ریشهٔ واحد است. نتایج آزمون ریشهٔ واحد پسران در جدول (۳) آورده شده است. براساس نتایج این جدول، چنانچه مقدار احتمال (مقادیر داخل پرانتز) کمتر از ۰/۰۵ باشد به این معناست که فرضیهٔ صفر آزمون پسران که وجود ریشهٔ واحد است رد می‌شود و دادهٔ موردنظر ماناست.

جدول ۳. نتایج آزمون ریشهٔ واحد پسران برای متغیرهای مورد مطالعه طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۴
(برای ۳۱ استان ایران)

متغیرها	آزمون با عرض از مبدأ		آزمون با روند و عرض از مبدأ	
	وقفهٔ صفر	وقفهٔ یک	وقفهٔ صفر	وقفهٔ یک
لگاریتم تولید ناخالص واقعی (Lrgdp)	-۲/۰۰ (۰/۰۲۲)	-۱/۴۹ (۰/۰۶۷)	۲/۱۳ (۰/۹۸)	-۱/۲۵ (۰/۱۰۴)
شاخص توسعهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات(IDI)	-۱/۱۱ (۰/۱۳)	-۸/۱۹۵ (۰/۰۰)	-۱/۱۵ (۰/۰۶)	-۷/۰۶ (۰/۰۰)
شاخص دسترسی (فناوری اطلاعات و ارتباطات)access	-۱/۶۲ (۰/۰۶)	-۶/۴۷ (۰/۰۰)	-۲/۷۷ (۰/۰۰)	-۲/۳۱ (۰/۰۰)
شاخص استفاده (فناوری اطلاعات و ارتباطات) use	-۱/۳۳ (۰/۰۹)	-۴/۴۶ (۰/۰۰)	-۰/۳۴ (۰/۶۳)	-۷/۳۲ (۰/۰۰)
شاخص مهارت (فناوری اطلاعات و ارتباطات) Expert	-۱/۷۰ (۰/۰۴)	-۴/۲۰ (۰/۰۰)	-۰/۱۱ (۰/۵۴)	-۱/۱۲ (۰/۱۳)

مقادیر ردیف اول هر متغیر، آمارهٔ Z[t-bar] در آزمون پسران و مقادیر داخل پرانتز مقدار احتمال است.

منبع: محاسبات پژوهش

به دلیل اینکه برخی از متغیرهای مورد بررسی مانا نیستند، امکان رگرسیون جعلی وجود دارد. بنابراین، در گام بعدی باید ارتباط هم‌تجمعی میان متغیرها بررسی شود. آزمون‌های مختلفی برای بررسی ارتباط هم‌تجمعی میان متغیرها در داده‌های پانلی وجود دارد، از جمله آزمون پدرونی (۱۹۹۹ و ۲۰۰۴)[1]، وسترلاند (۲۰۰۷)[2]، کاو[3] (۱۹۹۹) و ... ؛ اما قبل از استفاده از این آزمون‌ها باید دید که در مدل وابستگی مقطعی بین جملات اخلال وجود دارد یا خیر (برای این منظور آزمون وابستگی مقطعی بین

[1] - Pedroni Cointegration test
[2] - Westerlund Cointegration test
[3] - Kao Cointegration test

جملات اخلال هم در مدل اثرات ثابت و هم در مدل اثرات تصادفی آزمون می‌شود). بررسی وجود یا نبود وابستگی مقطعی جملات اخلال توسط آزمون‌های مختلفی (از جمله آزمون استقلال مقطعی پسران[1] (۲۰۰۴) و آزمون وابستگی مقطعی بروش و پاگان[2] (۱۹۸۰) صورت می‌گیرد. تعیین مناسب‌ترین آزمون برای هر تحقیق به تعداد مقطع‌ها و سری‌های زمانی بستگی دارد. اگر تعداد سری‌های زمانی از مقطع‌ها کمتر باشد، آزمون استقلال مقطعی پسران؛ و اگر تعداد سری‌های زمانی از مقطع‌ها بیشتر باشد وابستگی مقطعی بروش و پاگان مناسب است (پسران، ۲۰۰۴).

دورهٔ زمانی این تحقیق از۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ در ۳۱ استان ایران است، بنابراین آزمون استقلال مقطعی پسران (۲۰۰۴) استفاده می‌شود. نتایج آزمون وابستگی مقطعی بین جملات اخلال در جدول‌های ۴تا ۷ آورده شده است، براساس نتایج این جدول وابستگی مقطعی هم در مدل اثرات ثابت و هم در مدل اثرات تصادفی وجود دارد.

جدول ۴. نتایج آزمون وابستگی مقطعی جملات اخلال طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۴ (شاخص توسعهٔ فناوری به اطلاعات و ارتباطات IDI)

آزمون استقلال مقطعی در مدل اثرات ثابت		آزمون استقلال مقطعی در مدل اثرات تصادفی	
مقدار آمارهٔ آزمون	معناداری (Prob)	مقدار آمارهٔ آزمون	معناداری (Prob)
۵۵/۹۹	۰/۰۰۰۰	۵۶/۲۰	۰/۰۰۰۰

جدول ۵. نتایج آزمون وابستگی مقطعی جملات اخلال طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۴ (شاخص دسترسی به فناوری اطلاعات و ارتباطات access)

آزمون استقلال مقطعی در مدل اثرات ثابت		آزمون استقلال مقطعی در مدل اثرات تصادفی	
مقدار آمارهٔ آزمون	معناداری (Prob)	مقدار آمارهٔ آزمون	معناداری (Prob)
۵۵/۶۰	۰/۰۰۰۰	۵۶/۱۰	۰/۰۰۰۰

[1] - Pesaran's Test of Cross Sectional Independence
[2] - Breusch and Pagan's Test of Cross Section Dependence

جدول ۶. نتایج آزمون وابستگی مقطعی جملات اخلال طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۴ (شاخص استفاده فناوری اطلاعات و ارتباطات use)

آزمون استقلال مقطعی در مدل اثرات ثابت		آزمون استقلال مقطعی در مدل اثرات تصادفی	
مقدار آمارهٔ آزمون	معناداری (Prob)	مقدار آمارهٔ آزمون	معناداری (Prob)
۵۴/۲۰	۰/۰۰۰۰	۵۴/۵۰	۰/۰۰۰۰

جدول ۷. نتایج آزمون وابستگی مقطعی جملات اخلال طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۴ (شاخص مهارت فناوری اطلاعات و ارتباطات expert)

آزمون استقلال مقطعی در مدل اثرات ثابت		آزمون استقلال مقطعی در مدل اثرات تصادفی	
مقدار آمارهٔ آزمون	معناداری (Prob)	مقدار آمارهٔ آزمون	معناداری (Prob)
۵۱/۰۵	۰/۰۰۰۰	۵۵/۴۰	۰/۰۰۰۰

از آنجا که وابستگی مقطعی وجود دارد، از آزمون وسترلاند استفاده می‌شود. نتایج آزمون وسترلاند در جدول‌های (۸) تا (۱۱) آورده شده است. فرضیهٔ صفر در آزمون وسترلاند مبنی بر نبود هم‌تجمعی است. آمارهٔ آزمون به آماره‌های پانلی و گروهی تقسیم می‌شود. وسترلاند در این آزمون از روشی تحت عنوان بوت استراپ برای حذف اثرات وابستگی مقطعی بین جملات اخلال استفاده کرده است. براساس نتایج جدول‌های(۸) تا (۱۱) می‌توان نتیجه گرفت که الگو به همراه عرض از مبدأ دارای فرآیند هم‌تجمعی است و بنابراین رابطهٔ بلندمدت بین متغیرها وجود دارد.

جدول ۸. آزمون هم انباشتگی پانل وسترلاند بین رشد و توسعهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات (شاخص IDI) در وقفهٔ صفر و با وجود عرض از مبدأ

آماره	Value	احتمال[1]	احتمال قوی[2]
Pt	-۶/۲۳۶	۰/۸۱۶	۰/۰۰۰
Pa	-۲/۶۱۹	۰/۹۸۶	۰/۰۰۰

جدول ۹. آزمون هم انباشتگی پانل وسترلاند بین رشد و دسترسی به فناوری اطلاعات و ارتباطات (شاخص ACCESS) طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۴ در وقفهٔ صفر و با وجود عرض از مبدأ

آماره	آماره آزمون	احتمال	احتمال قوی
Pt	-۵/۲۳۶	۰/۰۵۶	۰/۰۰۰
Pa	-۴/۵۶۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰

[1] P-value
[2] Robust p-value

جدول ۱۰. آزمون هم انباشتگی پانل وسترلاند بین رشد و استفاده فناوری اطلاعات و ارتباطات (شاخص USE) طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۴ در وقفهٔ صفر و با وجود عرض از مبدأ

آماره	آماره آزمون	احتمال	احتمال قوی
Pt	-۶/۳۳۵	۰/۸۱۶	۰/۰۰۰
Pa	-۲/۵۱۸	۰/۹۸۶	۰/۰۰۰

جدول ۱۱. آزمون هم انباشتگی پانل وسترلاند بین رشد و مهارت فناوری اطلاعات و ارتباطات (شاخص EXPERT) وقفهٔ صفر و با وجود عرض از مبدأ

آماره	آماره آزمون	احتمال	احتمال قوی
Pt	-۵/۹۷۵	۰/۰۶۵	۰/۰۰۰
Pa	-۴/۷۸۰	۰/۰۴۵	۰/۰۰۱

بر اساس نتایج بدست آمده از این آزمون نیز رابطه هم انباشتگی پانل بین متغیرهای مورد بررسی در تحقیق تائید گردید. بنابراین می توان گفت متغیرهای تحقیق گرایش به یک رابطه بلندمدت دارند .برای بررسی رابطهٔ علیت بلندمدت میان متغیرهای مورد بررسی، نیاز به تخمین مدل و به دست‌آوردن جملهٔ تصحیح خطاست[۱]؛ بنابراین مدل زیر برآورده شده است:

$$Lrgdp_{it} = \hat{\alpha}_{1i} ICT_{it} + \epsilon_{it} \qquad (۴)$$

که در آن Lrgdp لگاریتم تولید ناخالص واقعی داخلی و ICT شاخص توسعهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات است که از شاخص IDIو مولفه های آن استفاده می شود. روش تخمین معادلهٔ (۴)، حداقل مربعات اصلاح شده (FMOLS) است که به دلیل مزیت‌هایی همچون تصحیح همبستگی سریالی و تصحیح درون‌زایی نسبت به روش OLS، مناسب‌تر است. نتایج تخمین به روش حداقل مربعات تعدیل‌شده

[۱]- از آنجا که وابستگی مقطعی وجود دارد که سبب وابستگی بین جملات اخلال می‌شود، قبل از برآورد مدل میانگین داده‌های مقطعی هر کدام از متغیرها در هر سال از مقدار آن متغیر کم خواهد شد. وسترلند (۲۰۰۵: ۳۰۵) بیان می‌کند که منفعت این روش این است که در مقابل سایر روش‌هایی که ساختار وابستگی مقطعی را در نظر می‌گیرند کاراتر است.

(FMOLS) با استفاده از داده‌های پانل[1]، ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که در سطح معناداری ۵ درصد بین متغیرهای مورد بررسی رابطه وجود دارد.

جدول ۱۲. نتایج برآورد مدل FMOLS با استفاده از داده‌های پانل طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۴

متغیر وابسته:لگاریتم تولید واقعی

متغیر	ضریب	آماره آزمون	ضریب تعیین
IDI	۰/۳۳	۱۶/۸۰ (۰/۰۰۰)	۰/۹۶
ACCESS	۰/۰۰۰۱	۱/۵۳ (۰/۱۰۶)	۰/۸۸
USE	۰/۰۰۳	۲/۲۱ (۰/۰۲۸)	۰/۸۸
EXPERT	-۰/۲۵۲	۳/۰۳ (۰/۰۰۲)	۰/۸۹

مقادیر داخل پرانتز مقدار احتمال است.

منبع: محاسبات پژوهش

پس از تخمین مدل‌های بلندمدت و به دست‌آوردن جملات خطا، به بررسی رابطهٔ علیت گرنجری میان متغیرهای مورد بررسی با استفاده از مدل تصحیح خطای برداری پرداخته و معادلات زیر برآورد خواهد شد:

$$\Delta Lrgdp_{it} = \alpha_{2j} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{11iq} \Delta Lrgdp_{it-q} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{12iq} \Delta IDI_{it-q} + \xi_{2i} ETC_{it-1} + \omega_{2it} \quad (۵)$$

$$\Delta IDI_{it} = \alpha_{1j} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{21iq} \Delta IDI_{it-q} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{22iq} \Delta Lrgdp_{it-q} + \xi_{2i} ETC_{it-1} + \omega_{1it} \quad (۶)$$

$$\Delta Lrgdp_{it} = \alpha_{2j} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{11iq} \Delta Lrgdp_{it-q} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{12iq} \Delta access_{it-q} + \xi_{2i} ETC_{it-1} + \omega_{2it} \quad (۷)$$

(۸)

$$\Delta access_{it} = \alpha_{1j} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{21iq} \Delta access_{it-q} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{22iq} \Delta Lrgdp_{it-q} + \xi_{2i} ETC_{it-1} + \omega_{1it}$$

(۹)

$$\Delta Lrgdp_{it} = \alpha_{2j} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{11iq} \Delta Lrgdp_{it-q} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{12iq} \Delta USE_{it-q} + \xi_{2i} ETC_{it-1} + \omega_{2it}$$

[1] - Panel Fully Modified OLS (FMOLS)

(۱۰)

$$\Delta USE_{it} = \alpha_{1j} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{21iq} \Delta USE_{it-q} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{22iq} \Delta Lrgdp_{it-q} + \xi_{2i} ETC_{it-1} + \omega_{1it}$$

(۱۱)

$$\Delta Lrgdp_{it} = \alpha_{2j} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{11iq} \Delta Lrgdp_{it-q} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{12iq} \Delta expert_{it-q} + \xi_{2i} ETC_{it-1} + \omega_{2it}$$

(۱۲)

$$\Delta expert_{it} = \alpha_{1j} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{21iq} \Delta expert_{it-q} + \sum_{q=1}^{p} \pi_{22iq} \Delta Lrgdp_{it-q} + \xi_{2i} ETC_{it-1} + \omega_{1it}$$

معادلات ۵ تا ۱۲ با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) و داده‌های پانلی برآورد شده، که وقفه‌های معادلات بر مبنای معیار شوارتز بیزین (SQ) وقفهٔ ۱ برای کلیهٔ معادلات در نظر گرفته شده است. برای ایجاد اطمینان در خصوص مناسب‌بودن روش در مدل‌های GMM از آزمون سارگان استفاده می‌شود. آزمون سارگان برای اثبات شرط اعتبار تشخیص بیش از حد یعنی صحت و اعتبار متغیرهای ابزاری به کار می‌رود که فرضیهٔ صفر این آزمون نشان‌دهندهٔ متغیرهای ابزاری مناسب است. مقدار آزمون سارگان در جدول‌های ۱۳ و ۱۴و۱۵و۱۶ گزارش شده است. براساس نتایج این جدول‌ها، صحت اعتبار نتایج مدل‌های آزمون شده براساس روش GMM تأیید می‌شود.

جدول ۱۳. آزمون سارگان معادلات ۵ و ۶

متغیر وابسته	آماره‌ی سارگان
ΔIDI	۲۳/۳۰ (۱/۰۰۰)
ΔLrgdp	۲۰/۰۸ (۱/۰۰۰)

جدول ۱۴. آزمون سارگان معادلات ۷ و ۸

متغیر وابسته	آماره‌ی سارگان
Δuse	۲۳/۳۰ (۱/۰۰۰)
ΔLrgdp	۲۰/۰۸ (۱/۰۰۰)

جدول ۱۵. آزمون سارگان معادلات ۹ و ۱۰

متغیر وابسته	آماره‌ی سارگان
Δaccess	۲۵/۲۳ (۱/۰۰۰)
ΔLrgdp	۲۳/۵۹ (۱/۰۰۰)

جدول ۱۶. آزمون سارگان معادلات ۱۱ و ۱۲

برای بررسی روابط علیت گرنجری پس از انتخاب وقفه‌های موردنظر برای هر کدام از متغیرهای موجود و تخمین معادلات توسط روش گشتاور تعمیم‌یافته و بعد از اجرای آزمون سارگان و اطمینان از صحت اعتبار نتایج مدل‌های آزمون‌شده براساس روش GMM با اجرای آزمون والد بر روی متغیرهای معادلات (۵) تا (۱۲) به بررسی معناداری ضرایب پرداخته خواهد شد. برای بررسی وجود رابطهٔ علیت گرنجری کوتاه‌مدت، از شاخص توسعهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات، ابتدا فرضیهٔ صفر آزمون والد مبنی بر $\pi_{۱۲iq} = ۰$ بررسی می‌شود و سپس اگر احتمال به دست آمده کمتر از ۰/۰۵ باشد، فرضیهٔ صفر رد شده (در سطح اطمینان ۹۵ درصد) و ارتباط علیت گرنجری کوتاه‌مدت از متغیر توسعهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات به رشد تأیید می‌شود. برای بررسی رابطهٔبلندمدت میان متغیرهای توضیحی با متغیر وابسته نیز فرضیهٔ صفر آزمون والد مبنی بر $\xi_{۱i} = ۰$ بررسی خواهد شد؛ در این آزمون نیز اگر احتمال به دست آمده کمتر از ۰/۰۵ باشد، فرضیهٔ صفر رد و وجود رابطهٔ علیت گرنجری بلندمدت اثبات می‌شود. همچنین، مقدار ضریب ECT نشان‌دهندهٔ سرعت تعدیل در بلندمدت است. همچنین برای بررسی رابطهٔ علیت گرنجری کوتاه‌مدت از رشد به توسعهٔ توسعهٔ فناوری

متغیر وابسته	آماره‌ی سارگان
$\Delta expert$	۲۳/۳۰ (۱/۰۰۰)
$\Delta Lrgdp$	۲۰/۰۸ (۱/۰۰۰)

اطلاعات و ارتباطات ابتدا فرضیهٔ صفر آزمون والد مبنی بر $\pi_{۲۲iq} = ۰$ بررسی می‌شود و سپس اگر احتمال به دست آمده زیر ۰/۰۵ باشد، فرضیهٔ صفر رد شده (در سطح اطمینان ۹۵ درصد) و ارتباط علیت گرنجری کوتاه‌مدت از متغیر رشد به توسعهٔ مالی تأیید می‌شود. برای بررسی رابطهٔ بلندمدت میان متغیرهای توضیحی با متغیر وابسته نیز فرضیهٔ صفر آزمون والد مبنی بر $\xi_{۲i} = ۰$ بررسی خواهد شد و در این آزمون نیز اگر احتمال به دست آمده کمتر از ۰/۰۵ باشد، فرضیهٔ صفر رد و وجود رابطهٔ علیت

گرنجری بلندمدت اثبات می‌شود. برای معادلات ۷ و ۸ نیز به همین ترتیب عمل خواهد شد. در جدول ۱۷ نتایج آزمون والد برای معادلات ۵ تا ۱۲ آورده شده است.

براساس نتایج جدول (۱۷) علیت دوطرفه بین رشد اقتصادی و توسعهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات (و مولفه های دسترسی، استفاده و مهارت) در کوتاه‌مدت وجود دارد.[۱] اما در بلند مدت رابطه علی از توسعهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات (و مولفه های دسترسی، استفاده و مهارت) به رشد اقتصادی وجو دارد.

جدول ۱۷. نتایج آزمون والد برای معادله‌های ۵ تا ۱۲

متغیر وابسته	ΔLrgdp	ΔIDI	Δaccess	Δuse	Δexpert	Ect (-1)	رابطه‌ی علیت کوتاه‌مدت	رابطه‌ی علیت بلندمدت
ΔLrgdp	–	۱۶/۲۲ (۰/۰۰۱)	–	–	–	۵/۱۶ (۰/۰۲۰)	ΔIDI → ΔLrGDP	ΔIDI → ΔLrGDP
ΔIDI	۳۰/۷۴ (۰/۰۰۰)	–	–	–	–	۱/۶۳ (۰/۲۳۷)	ΔLrGDP → ΔIDI	ΔLrGDP → ~~ΔIDI~~
ΔLrgdp	–	–	۲۷/۶۶ (۰/۰۰۰)	–	–	۱۵/۸۲ (۰/۰۰۰)	Δaccess → ΔLrGDP	Δaccess → ΔLrGDP
Δaccess	۳۵/۵۶ (۰/۰۰۰)	–	–	–	–	۶۶۶/۴۶ (۰/۰۰۰)	ΔLrGDP → Δaccess	ΔLrGDP → Δaccess
ΔLrgdp	–	–	–	۶۲/۳۱ (۰/۰۰۰)	–	۳/۵۰ (۰/۰۵۰۰)	Δuse → ΔLrGDP	Δuse → ΔLrGDP
Δuse	۴/۶۵ (۰/۰۳۰)	–	–		–	۰/۹۸ (۰/۳۱۰)	ΔLrGDP → Δuse	ΔLrGDP → ~~Δuse~~
ΔLrgdp	–	–	–	–	۱/۴۴ (۰/۲۲۰)	۶/۴۷ (۰/۰۱۰)	Δexpert → ΔLrGDP	Δexpert → ΔLrGDP
Δexpert	۲۵/۹۸ (۰/۰۰۰)	–	–	–	–	۰/۰۰۳ (۰/۹۵۰)	ΔLrGDP → Δexpert	ΔLrGDP → ~~Δexpert~~

مقادیر داخل پرانتز مقدار احتمال آزمون والد است. منبع: محاسبات دقیق

۱- شایان ذکر است که نتایج آزمون علیت تنها بیان می‌کند که آیا می‌توان براساس مقادیر گذشته یک متغیر قدرت پیش‌بینی مقادیر آینده سایر متغیرها را افزایش داد و به معنای علیت فلسفی نیست.

۶-جمع‌بندی

به طور کلی سه دیدگاه دربارۀ رابطۀ بین رشد اقتصادی و توسعۀ فناوری اطلاعات و ارتباطات وجود دارد. دیدگاه اول دیدگاه رهبری عرضه است که بیان می‌کند فناوری اطلاعات و ارتباطات به چند طریق باعث رشد اقتصادی می گردد.دیدگاه دوم دیدگاه پیروی تقاضاست که بیان می‌کند توسعه در فناوری اطلاعات و ارتباطات در نتیجۀ رشد بخش واقعی اقتصاد به وجود خواهد آمد؛ یعنی رشد اقتصادی علت رشد و موفقیت بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات است. گروه سوم رابطۀ بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی را به صورت همزمان مطرح می‌کند؛ یعنی بین رشد اقتصادی و فناوری اطلاعات و ارتباطات علیت دوطرفه وجود دارد.

پرسش اصلی این تحقیق این است که کدام یک از این دیدگاه‌ها در رابطۀ بین توسعۀ فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی در استان‌های ایران برقرار است؟ برای پاسخگویی به این پرسش از آزمون علیت گرنجری برای داده‌های پانل استفاده و شاخص پیشرفت فناوری اطلاعات و ارتباطات و مولفه های آن به عنوان شاخص توسعۀ فناوری اطلاعات و ارتباطات در نظر گرفته شد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که علیت دوطرفه بین رشد اقتصادی و توسعۀ فناوری اطلاعات و ارتباطات (هر سه مولفه فناوری اطلاعات و ارتباطات) در کوتاه‌مدت در استان‌های ایران وجود دارد؛ یعنی دیدگاه سوم در استان‌های ایران طی دورۀ ۱۳۸۹-۱۳۹۴ برقرار است. اما در بلند مدت رابطه یک طرفه از توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات به رشد اقتصادی بر قرار است.

شایان ذکر است که علت متفاوت بودن نتایج این مطالعه با مطالعات انجام گرفته در ایران از جمله مقالۀ حسین و یزدان (۲۰۱۲)، هازوکی ایشیدا (۲۰۱۵)، و رونالد رونوه کومار و همکاران (۲۰۱۶) تفاوت در حوزه مورد مطالعه ، متفاوت بودن شاخص‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مورد استفاده و همچنین استفاده از تکنیک اقتصادسنجی متفاوت در این مقاله با مقالات قبلی است. هر چند در مطالعات قبلی نیز

به نتیجهٔ واحدی در مورد علیت از رشد به توسعهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات یا از توسعهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات به رشد نرسیده‌اند.

منابع:

- Beil, R.O., Ford, G.S., Jackson, J.D., 2005. On the relationship between telecommunications investment and economic activity in the United States. Int. Econ. J. 19 (1), 3–9.
- Cronin, F.J., Parker, E.B., Colleran, E.K., Gold, M.A., 1991. Telecommunications infrastructure and economic growth: an analysis of causality. Telecommun. Policy 15 (6),529–535.
- Hossein, S.S.M., Yazdan, G.F., 2012. Consideration the causality between information communications technology and economic growth in Iran. J. Econ. Sustain. Dev. 3 (6), 86–92.
- Ishida, H., 2015. The effect of ICT development on economic growth and energy consumption in Japan. Telematics Inform. 32 (1), 79–88.
- Jae-pyo Hong, 2017. Causal relationship between ICT R&D investment and economic growth in Korea. Technological Forecasting and Social Change .Volume 116, March 2017, Pages 70–75
- Jorgenson, Dale W. and Stiroh, Kevin J., 2000, "US Economic Growth and the Industry Level", American Economic Review, 90(2), pp.161-7.
- Khatunabadi,A. and Khalil Moghaddam, B(2009). The Relationship between Information and Communication Technology and Economic Growth: An Intergovernmental Analysis. Sixth International Conference on Information and Communication Technology Management.
- Lee,S.Y.T.,Gholami,R.,&Tong,T.Y.(2005).Time series analysis in the assessment of ICT impact at the aggregate level – lessons and implications for the new economy. Information &Management, 42(7), 1009–1022.
- Mehmood, Bilal; Siddiqui, Wasif.,2013.What Causes What? Panel Cointegration Approach on Investment in Telecommunication and Economic Growth: Case of Asian Countries. Romanian Economic Journal. Vol. 16 Issue 47, p3-16. 14p. 4 Charts.
- Oliner, S.D., & Sichel , D.E. (2003). Information technology and productivity: Where are we now and where are we going . Journal of policy Modeling, 25, 477-503

- Pradhan, R.P., Arvin,M.B., Norman, N.R., Bele, S.K., 2014. Economic growth and the development of telecommunications infrastructure in the G-20 countries: A panel-VAR
- approach. Telecommun. Policy 38 (7), 634–649.
- Rudra P. Prad han , Mak B. Arvin , Neville R. Norman (2014) The dynamics of Information and communications technologies infrastructure, economic growth, And financial development: Evidence from Asian countries.
- Roller, L.-H., & Waverman , L. (2001). Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach. American Economic Review, 91(4), 909-923.
- Ronald Ravinesh Kumar a,b,n, Peter Josef Stauvermann, AristeidisS amitas.2016. The effects of ICT on output per worker :A study of the Chinese economy . Telecommunications Policy.
- Shahiduzzaman, Md.,&Alam,K.(2014). The long-run impact of Information and Communication Technology on economic output: The case of Australia. Telecommunications Policy, 38, 623–633.
- Sharif Azadeh,M. and Jamshidi,Z. (2011). Research on the Influence of Information and Communication Technology (ICT) on Production in the countries of the MENA Region with an Emphasis on Iran. in Applied Economics and Second / Seventh / Winter Issues.
- Shiri,B.(2006).The Strategy of Information and Communication Technology and Economic Development, Tadbir Monthly - 17th Year - 172
- Shiu, A., Lam, P.-L., 2008. Causal relationship between telecommunications and economic
- growth in China and its regions. Reg. Stud. 42 (5), 705–718.
- Varian, H, Litan R.E, Anderew, E, Shutter J, (2002) The Net Impact Study. The projected economic benefits of the Internet in the United Kingdom France Available at http://www.netimpactsudy,com/ .