سامانه‌های پردازشی و ارتباطی چندرسانه‌ای هوشمند
Intelligent Multimedia Processing and Communication Systems (IMPCS)

Winter, 4 (4), 45-55
DOI: 10.71856/impcs.2024.903666

Received: 21 Oct 2023
Accepted: 21 Nov 2023

مقاله پژوهشی

Investigating the Reaction of Economic Complexity to Information and Communication Technology Shocks in Iran (Using the Vector Auto Regressive Model)

Ashkan Rahimzadeh*

Assistant Professor, Department of Economics, Zanjan Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran.
* *Corresponding Author*, ashkan.rahimzadeh@iauz.ac.ir

Abstract

Introduction: With the characteristics of knowledge, information and communication technology creates spillover effects in production and causes economic complexity. This technology has advantages such as reducing costs, overcoming geographical boundaries, increasing the flow of information, ensuring transactions due to quick access to information and increasing competitiveness.

Method: The statistical data used in this research is from the World Bank and the MIT University website during the years 2000-2020, and Eeviews software was used to estimate the proposed model. In this research, the vector auto regressive model is used, and according to the Schwartz Bayesian criterion, the optimal interval is determined. To perform the cointegration test, Johansen's cointegration test is used. In the inference related to a vector auto regressive model, attention is paid to shock response functions and variance decomposition. A shock response separates the components of the endogenous variables into shocks with mutations to specific variables. We examine the impact of this shock over a 10-year plan.

Results: The time series data of this study are all stationary and based on the Schwartz-Bayesian criterion, the optimal interval is one. The results of the Johansen test indicate the existence of a long-term relationship between the research variables and the estimate shows the positive impact of Internet users and the import of ICT goods on economic complexity in the long term. The F statistic in the estimation of the research model based on vector auto regressive is significant and 87% of the economic complexity changes are explained by the model variables. The impact of the ICT product import shock on economic complexity is positive in all years and this impact is positive for Internet users in all years except the second to third year. Also, the effect of variance analysis of economic complexity shows that the import of ICT goods and Internet users has a positive role in explaining the changes of economic complexity and the share of import of the desired goods is higher.

Discussion: This research states that if the economy can transfer a large amount of knowledge and skills to Internet users in the form of large networks of people, and also the necessary platforms are provided through ICT products, which are important in this field, a diverse set of Knowledge goods are produced and a more complex economy is obtained.

Keywords: information and communication technology, economic complexity, vector auto regressive model.

سامانه‌های پردازشی و ارتباطی چندرسانه‌ای هوشمند
Intelligent Multimedia Processing and Communication Systems (IMPCS)

بررسی عکس‌العمل پیچیدگی اقتصادی به شوک‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در ایران (با استفاده از الگوی خودرگرسیون برداری)

تاریخ دریافت: ۲۹/ ۰۷/ ۱۴۰۲
تاریخ پذیرش: ۰۹/ ۰۹/ ۱۴۰۲

دورهٔ چهارم، زمستان ۱۴۰۲
شمارهٔ چهارم، صص: ۴۵-۵۵

اشکان رحیم‌زاده*

* استادیار، گروه اقتصاد، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران. (نویسنده مسئول) ashkan.rahimzadeh@iauz.ac.ir

چکیده: فناوری اطلاعات و ارتباطات با داشتن ویژگی‌های دانش، آثار سرریز در تولیدات ایجادنموده و موجبات پیچیدگی اقتصادی فراهم‌می‌نماید. هدف این تحقیق بررسی تأثیرپذیری پیچیدگی اقتصادی نسبت به شوک‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در ایران می‌باشد. داده‌های آماری به‌کارگرفته‌شده در این تحقیق از بانک جهانی و وب‌سایت دانشگاه امآی‌تی طی سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۰ بوده و از نرم‌افزار Eviews برای برآورد مدل پیشنهادی استفاده‌شده‌است. داده‌های سری زمانی این مطالعه همگی ایستا بوده و بر اساس معیار شوارتز-بیزین وقفه بهینه یک می‌باشد. نتایج آزمون جوهانسن دلالت بر وجود یک رابطه بلند مدّت بین متغیرهای تحقیق بوده و برآورد، تأثیر مثبت کاربران اینترنت و واردات کالاهای ICT بر پیچیدگی اقتصادی را در بلندمدت نشان‌می‌دهد. آماره F در برآورد مدل تحقیق بر اساس روش خود رگرسیون برداری دلالت بر معنی‌داری آن بوده و ۸۷٪ از تغییرات پیچیدگی اقتصادی توسط متغیرهای مدل تبیین می‌گردد. تأثیر شوک واردات کالاهای ICT بر پیچیدگی اقتصادی در همه سال‌ها مثبت و این تأثیر در مورد کاربران اینترنت در همه سال‌ها به‌غیر از سال دوم الی سوم مثبت می‌باشد. همچنین اثر تجزیه واریانس نشان‌می‌دهد واردات کالاهای ICT و کاربران اینترنت هر دو در تبیین تغییرات پیچیدگی اقتصادی نقش داشته و سهم واردات کالاهای موردنظر بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: فناوری اطلاعات و ارتباطات، پیچیدگی اقتصادی، الگوی خودرگرسیون برداری.

۱. مقدمه

با ظهور فناوری جدید، حرکت از اقتصاد کشاورزی و صنعتی به سمت اقتصاد دانش صورت‌گرفته و می‌توان دانش و فناوری اطلاعات را مکمل سرمایه و به‌عنوان عاملی مهم در جهت پیچیدگی اقتصاد درنظرگرفت. در اقتصاد دانش‌بنیان که نتیجه آن در پیچیدگی اقتصادی خود را بروز-می‌دهد، عامل محرک در اقتصاد، کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات است. مطابق گزارش ۱۹۹۷ کمیسیون علوم و فناوری ملل متحد برای توسعه، ادغام موفقیت‌آمیز فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات و توسعه پایدار کشورهای درحال‌توسعه به‌منظور مشارکت در اقتصاد دانش، مستلزم مداخله جمعی و استراتژیک می‌باشد [۱].

شاخص پیچیدگی اقتصادی که توسط هیدالگو و هاسمن [۲] (۲۰۰۹) به هدف اندازه‌گیری دانش، مهارت، تنوع و فراگیر بودن محصول با استفاده از اطلاعات تجارت خارجی کشورها معرفی و طراحی گردید، کشورها بر اساس تجمیع دانش و ظرفیت‌های تکنولوژیکی رتبه‌بندی می شوند. به‌عبارت‌دیگر این شاخص در بطن خود ظرفیت‌ها، دانش فنی، فناوری، سرمایه انسانی و دانش لازم برای تولید را دارا بوده و تفاوت بسیاری از درآمد کشورها ریشه در فناوری بالاتر نهفته در محصولات آن‌ها می‌باشد که در این زمینه می‌توان به سنگاپور اشاره‌نمود که در قیاس با پاکستان باوجود محصولات مشابه در بخش صادرات از پیچیدگی اقتصادی و درآمد بالاتری برخوردار است [۳]. در اقتصاد پیچیده ارتباطات و تعامل افراد برخوردار از دانش‌های مختلف اعم از طراحی، بازاریابی، تأمین مالی، دانش فنی، مدیریت منابع و حقوق تجاری با یکدیگر باید صورت‌پذیرد تا از این طریق ترکیب دانش برای تولید محصولات صورت‌پذیرد[۴]. در این راستا تنها دانش ذهنی افراد مبنای پیچیدگی واقع‌نمی شود و آن موردی که تعیین‌کننده بوده، تنوع دانش‌های موجود در میان افراد، سازمان‌ها و توانایی آن‌ها در ترکیب این دانش و استفاده از آن از طریق شبکه پیچیده ارتباطات و تعاملات می‌باشد. به عبارتی آن اقتصادهایی پیچیده بوده که می‌توانند حجم زیادی از دانش و مهارت را در قالب شبکه‌های بزرگ افراد با یکدیگر پیونددداده و مجموعه متنوعی از کالاهای دانش بر تولیدنمایند. برعکس در اقتصادهای ساده که شبکه‌های کوچک‌تری از ارتباطات و تعاملات وجوددارد، کالاهای کمتر و ساده‌تری تولیدمی‌گردد [۲]. پیچیدگی اقتصادی تأثیر منفی بر آسیب‌پذیری اقتصادی داشته و با بیشتر شدن آن، آسیب‌پذیری کاهش‌می‌یابد [۵]. برای ساختن این شاخص از دو اصل تنوع و همه‌جایی بودن استفاده‌شده که اصل اول به معنای متمایز بودن تعداد کالاهای یک کشور و اصل دوم به معنای تعداد کشورهای تولیدکننده یک محصول خاص است. کالاهای پیچیده کمتر همه‌جایی بوده و شاخص پیچیدگی یک کشور را نتیجه میزان تنوع تولیدات و میزان همه‌گیری تولیدات آن کالا در میان دیگر کشورها می‌توان درنظرگرفت و به عبارتی بالاتر بودن مقدار آن دلالت بر توانایی آن کشور در تولید کالاهای متنوع و متمایز (کمتر همه‌جایی) دارد[۶].

مطابق گزارش چن و داهلمان [۷] اقتصاد دانش‌بنیان مستلزم آن است که یک زیرساخت اطلاعاتی وجودداشته‌باشد که بتواند ارتباط مؤثر و پردازش اطلاعات را تسهیل نموده و سیستم‌های نوآوری که بتوانند به دانش روزافزون جهانی نفوذکنند، آن را با نیازهای محلی تطبیق‌داده و به محصولی با ارزش بازار تبدیل‌کنند. همچنین نیاز به چارچوب اقتصادی و نهادی در جهت ایجاد، انتشار و استفاده مؤثر از دانش و جمعیت تحصیل‌کرده و ماهر در این راستا ضروری است [۸].

جهان با گسترش استفاده از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، شاهد تحول عظیمی است که از آن با عنوان عصر اطلاعات یادمی شود [۹]. فناوری اطلاعات و ارتباطات از طرق مختلفی بر تولید و بهره‌وری اثرگذار است. تولید کالاها و خدمات فناوری ارتباطات و اطلاعات بخشی از ارزش‌افزوده اقتصاد هستند. همچنین به‌کارگیری سرمایه فناوری ارتباطات و اطلاعات به‌عنوان نهاده در تولید کالاها و خدمات باعث ایجاد رشد اقتصادی می‌شود. آخرین کانال آن است که فناوری ارتباطات و اطلاعات موجب افزایش رشد اقتصادی از طریق کمک بخش‌های فناوری ارتباطات و اطلاعات به تغییر فناوری می‌گردد. اگر رشد سریع تولید فناوری ارتباطات و اطلاعات بر اساس منافع کارایی و بهره‌وری در این فعالیت‌ها باشد، باعث افزایش رشد بهره‌وری در سطح کلان اقتصادی نیز خواهد شد [۱۰]. نتایج حاصل از مطالعات مختلف نشان‌داده که نفوذ فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی و بهره‌وری تأثیر مثبت و معناداری دارد [۱۱]. فناوری اطلاعات و ارتباطات علاوه بر تأثیری که بدان پرداخته‌شد، با داشتن ویژگی‌های دانش، ایجاد آثار سرریز به‌طور غیرمستقیم در تولیدات صورت‌گرفته و موجبات پیچیدگی اقتصادی فراهم‌می‌گردد. این فناوری مزایایی نظیر کاهش هزینه‌ها، غلبه بر مرزهای جغرافیایی، افزایش جریان اطلاعات، اطمینان بخشی در معاملات به‌دلیل دستیابی سریع به اطلاعات و افزایش رقابت‌پذیری را دارا است [۱۲]. ازاین‌رو در سال‌های اخیر به‌عنوان ابزاری برای بهبود و رشد اقتصادی و توسعه پایدار معرفی‌شده‌است [۱۳].

در عصر الکترونیک، دسترسی به اطلاعات موجود در شبکه‌های ارتباطی اهمیتی برابر با مبادله مالکیت در عرصه بازار دارد. در چنین اقتصاد شبکه‌ای سود در ایجاد فروش‌های کوچک و خرد به تعداد انبوه بوده و ظاهر شدن اقتصاد نوین با مشخصه پیچیدگی اقتصادی تحت تأثیر این مسأله می‌باشد. در این اقتصاد فعالیت‌های اقتصادی نیز در شکل کالاهای ملموس به‌سوی کالاهای ناملموس نظیر دانش و اطلاعات هدایت‌شده که البته این نوع کالاها قابل‌تجارت و قابل‌مصرف محسوب‌می‌شوند. به عبارتی، فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند در طرح جدید شکل‌های سازمانی مثمرثمر باشد [۱۴]. بانک جهانی این فناوری را ترکیب سخت‌افزار، نرم‌افزار، شبکه و رسانه‌ها به‌منظور دسته‌بندی، ذخیره، پردازش، ارسال و ارائه اطلاعات در اشکال صدا، دیتا، متن و تصاویر از طریق تلفن، فناوری رادیو، تلویزیون و اینترنت تعریف نموده‌است. روند استفاده از تلفن‌های ثابت در سایر کشورها از

سال‌های گذشته کاهش‌داشته که این مسأله را می‌توان به افزایش نفوذ ارتباط از طریق تلفن‌های همراه و اینترنت می‌توان مرتبط‌دانست. تعداد کل مشترکان تلفن ثابت در کشور در فاصله سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۴۰۰ در حال افزایش بوده و از حدود ۵,۲۸ میلیون نفر به حدود ۳۸ میلیون نفر ر سیده‌ا ست. امروزه کارهایی که از طریق اینترنت صورت می‌گیرد موردتوجه اکثر مردم قرارگرفته و سیر تکاملی ارتباطات را دنبال‌می‌کند [۱۵].

با توجه به اینکه در کشـــور اهدافی نظیر رشـــد و توســـعه پایدار، افزایش ا شتغال و کاهش بیکاری در اولویت بوده، تأکید زیاد بر اقت صاد دانش‌بنیان می‌باشـد. در این اقتصـاد، دانایی، خلاقیت و نوآوری محرک ا صلی ر شد می‌با شد. در این را ستا مواردی نظیر نیروی ان سانی ماهر و فناوری اطلاعات و ارتباطات جزو عوامل اثرگذار بوده که می‌تواند در تولید کالاهای پیچیده نقش بـ سزایی ایفانماید (شاه‌آبادی و حـ سینی، ۹۷). مطابق اطلاعات بانک جهانی کاربران اینترنت به صورت در صد در سال ۱۹۹۴ از ۰,۰۰۰۴٪ به ۷۸,۶٪ در سال ۲۰۲۱ افزایش یافتها ست. این در حالی ا ست که متو سط کاربران اینترنت در ک شورهای با درآمد بالا طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ به صورت در صدی از کل جمعیت از رقم ۰/۲۵۲ به ۹۰/۱۰۲٪ افزایش یافته‌اســت. واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌صورت درصدی از واردات کل در کشور ۴/۹۱۹٪ (سال ۲۰۱۸) می‌با شد. این در حالی ا ست که متو سط واردات کالاهای موردنظر به‌صورت درصدی از واردات کل در کشورهای با درآمد بالا طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ برابر ۱۵/۸۵ و ۱۳/۵۸ درصد می‌باشد.

با این اوصاف در این تحقیق متغیرهای مرتبط با فناوری اطلاعات و ارتباطات را برای تجزیه‌وتحلیل روابط آماری با شـــاخص پیچیدگی اقتصـادی که طریقه اندازه‌گیری آن در قســمت بعد مطرح‌می‌شـود را انت خاب‌نموده‌ایم. با تو جه به م با حث و نظرات مختلف که بدان ا شاره‌گردید، در صدد پا سخگویی به این سؤالات ا صلی ه ستیم که با ا ستفاده از رویکرد الگوی خود تو ضیح برداری VAR، متغیرهای مرتبط با فناوری اطلاعات و ارتباطات به همراه شـــوک‌های آنچه تأثیری بر پیچیدگی اقتصادی در ایران دارا می‌باشند.

۲. پیشینه تحقیق

رحیمی و همکاران [۱۶] (۱۴۰۰) به تخمین و تبیین نقش شاخص پیچیدگی اقتصادی در رشد اقتصادی ۱۳ کشور منتخب پرداخته‌اند. نتایج برآورد با استفاده از داده‌های پانل و با بهره‌گیری از مدل گشتاورهای تعمیم‌یافته نشان‌می‌دهد متغیرهای سرمایه انسانی و شاخص پیچیدگی اقتصادی به ترتیب با ضرایب مثبت، اندازه دولت، تشکیل سرمایه فیزیکی و حجم تجارت دارای تأثیر منفی و معنی‌دار بر رشد اقتصادی کشورهای موردمطالعه بوده‌اند.

شاه‌آبادی و حـ سینی [۱۳] (۱۳۹۷) به برر سی مؤلفه‌های اقت صاد دانش بر پیچیدگی اقتصـادی پرداخته‌اند. نتایج با اســـتفاده از روش خودرگر سیون برداری طی دوره ۱۳۹۵-۱۳۵۴ ن شان‌می‌دهد مؤلفه‌های اقتصـــاد دانش بر پیچ یدگی اقتصـــادی تأثیر مث بت و معنی‌داری ایجادمی‌نماید.

آل‌عمران و آل‌عمران [۱۷] (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای به بررســی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر ر شد اقتصادی ک شوهای عضو گروهD8 پرداخته‌اند. در این پژوهش روش اقتصـادســنجی به‌کاررفته پنل دیتا، دامنه ز مانی پژوهش ســال های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۴ و قلمرو مکانی آن ک شورهای ع ضو گروه D8 شامل ک شورهای ایران، اندونزی، بنگلادش، ترکیه، پاک ستان، مالزی، م صر و نیجریه ا ست. طبق یافته‌های پژوهش، اثرگذاری ضـــرایب متغیرها منطبق با مبانی نظری بوده و ازنظر آماری نیز معنادار اســت. فناوری اطلاعات و ارتباطات تأثیر مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی این کشورها دارد.

موســـیر و لیادین [۱۸] (۲۰۲۲) به تحلیل نقش کارایی فنی بر فرایند پیچیدگی اقت صادی در ک شورهای درحال‌تو سعه پرداخته و برای این کار از دو تکنیک مکمل اســـتفاده نمودند. اولین تکنیک به آن‌ها امکان داد که نمره کارایی برای پانلی مت شکل از ۸۱ ک شور تو سعه‌یافته و درحال‌توســعه طی یک دوره زمانی طی ســال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ را محاســـبه کنند. نتایج به‌دســـت‌آمده با روش DEA نشـــان‌می‌دهد که کشـــور های در حال‌توســـعه تنها ۱۶٪ از م قدار خروجی هایی که می‌توانســـتند از م نابع خود تولیدکنند را تولیدنموده، در حالی که کشورهای با درآمد بالا ۵۱٪ تولیدکردند.

مورنو کاســـس و بگاس [۱۹] (۲۰۲۲) به ارتباط میان پیچیدگی و کارایی پویا پرداخته و مفهوم متعارف کارایی مورداســـتفاده در علم اقت صاد را به‌دلیل نا سازگاری با اقت صاد پیچیدگی ازنظر معرفتی مردود دانسته و مفهوم کارایی پویا با توجه به شباهت‌های معرفتی و نظری آن با پیچ یدگی اقتصـــادی به‌عنوان یک تعریف جایگزین از کارایی ارائه‌نمودند. نتایج حاکی از یک رابطه علّی مســـتقیم بین پیچیدگی اقت صادی و کارایی پویا بوده و این رابطه در پرتو کاربردهای اخیر هر دو نظریه کارایی پویا و اقتصـــاد پیچیدگی در مطالعه توســـعه اقتصـــادی تأییدشـــده و پیچیدگی اقتصـــادی و کارایی پویا را می‌توان برای بهبود درک از فرایند توسعه ترکیب‌نمود.

آپیناه - اتو و ســونگ [۲۰] (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررســی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر روی ر شد اقت صادی در مقای سه‌ای بین ک شورهای ثروتمند و فقیر پرداخته‌اند. این پژوهش در اندی شه پا سخ به این سؤال شکل‌گرفته که کدام کشورهای ثروتمند یا کشورهای با درآمد متوســـط و کم‌درآمد، تمایل‌دارند از انقلاب فناوری اطلاعات و ارتباطات سود بیشتری کسب‌کنند؟ با به‌کارگیری پانلی از ۱۲۳ کشور متشکل از ۴۵ کشـــور با درآمد بالا، ۵۸ کشـــور با درآمد متوســـط و ۲۰ کشـــور کم‌درآمد از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۷ و با ایجاد شاخصICT از تلفن همراه، اینترنت و باند پهن ثابت، متوجه‌می‌شـــویم که به‌طورکلی ICT رشـــد اقت صادی را در هر دو ک شور افزایش‌می‌دهد. بااین‌حال، ک شورهای فقیر تمایل دارند که از انقلاب ICT سود بیشتری کسب‌کنند.

فرناندز - پورتیلو و همکاران [۲۱] (۲۰۲۰) به تأثیر توسعه ICT بر رشد اقتصادی به مطالعه کشورهای عضوOECD در اتحادیه اروپا پرداخته‌اند. برای پرداختن به این مطالعه، از حداقل مربعات جزئی (PLS) در بازه سالیانه ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۷ استفاده شده‌است. با استفاده از پایگاه داده‌ای شاخص اقتصاد و جامعه دیجیتال (DESI) و سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD) که امکان تجزیه‌وتحلیل آن کشورهای جامعه اقتصادی اروپا را فراهم ساخته‌است. بر اساس نتایج تجربی و اعمال تکنیک SEM-PLS، این مطالعه نشان‌می‌دهد که پیشرفت در استقرار و استفاده از ICT باعث رشد اقتصادی کشورهایی می‌شود که در چارچوب اقتصادهای پیشرفته اروپا قراردارند.

۳. مدل تحقیق

به‌دنبال نارضایتی‌های موجود در دهه ۱۹۸۰ از مدل رشد سولو مبنی بر پاسخگو نبودن به یک سری سؤالات در ارتباط با تفاوت زیاد رشد سرانه در کشورها، اقتصاددانان دریافتند که تکنولوژی می‌بایست توجیه اقتصادی داشته‌باشد و نوآوری یا پیشرفت تکنولوژی به‌مانند مائده‌ای آسمانی نازل نخواهدشد بلکه حاصل تلاش و تحقیقات سودجویانه بشر است که با توجه به تنوع محدودیت‌ها و انگیزه‌های سیاسی صورت-می‌پذیرد. در این زمینه مدل‌های ریاضی و فنی به‌گونه‌ای طراحی‌شدند که خاصیت درون‌زایی تکنولوژی مورد لحاظ قرارگیرد. برای درون‌زا نمودن تکنولوژی تلاش‌های بسیاری صورت‌پذیرفته‌است. مسأله‌ای که در کلیه این تلاش‌ها وجوددارد این است که چگونه بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس را در چارچوب تعادل عمومی پویا موردبحث قراردهند. به‌طور مثال نوردهاس (۱۹۶۱) و شل (۱۹۷۳) مدل‌های رشدی را طراحی-نمودند که در آن تغییر تکنولوژی درنتیجه انتخاب آگاهانه کارگزار اقتصادی است و هر دو فرض‌می‌کنند که انگیزه تحقیق به‌خاطر رانت انحصاری آن است. ارو (۱۹۶۲) بیان‌می‌کند که رشد تکنولوژی نتیجه تجربه حاصل از تولید کالاهای سرمایه‌ای جدید است. منکیو ۲۴مفهوم وسیع آن‌که شامل سرمایه انسانی و فیزیکی است درنظربگیریم می‌توان تفاوت بین‌المللی در زمینه رشد را تبیین‌نمود. این تلاش‌ها زمینه لازم جهت معرفی مدل‌های رشد درون‌زا را ایجادنمود [۲۲]. به تبعیت از این موضوع کاربران اینترنت و واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات را به‌عنوان متغیرهای مستقل و پیچیدگی اقتصادی را به‌عنوان متغیر وابسته درنظرمی‌گیریم. کاربران اینترنت افرادی هستند که در ۳ ماه گذشته (از هر مکانی) از اینترنت استفاده‌کرده‌اند. اینترنت را می‌توان از طریق کامپیوتر، تلفن همراه، دستیار دیجیتال شخصی، ماشین گیم، تلویزیون دیجیتال و غیره استفاده‌کرد. واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات شامل رایانه و تجهیزات جانبی، تجهیزات ارتباطی، تجهیزات الکترونیکی مصرفی، قطعات الکترونیکی و سایر کالاهای اطلاعاتی و فناوری (متفرقه) است. اطلاعات مربوط به فناوری اطلاعات و ارتباطات از آخرین اطلاعات بانک جهانی طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ استخراج-شده‌است. اطلاعات پیچیدگی اقتصادی را در وب‌سایت دانشگاه ام‌آی‌تی [۲۳] می‌توان مشاهده‌نمود. لازم به ذکر است دیتا یا داده‌های درصد واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات برای سال‌های ۲۰۰۷ الی ۲۰۰۹ و ۲۰۲۰ در دسترس نبود که با استفاده از مدل آریما (ARIMA) از فرمول زیر محاسبه‌گردید.

$$y_t=f(x)+\sum_{i=1}^{p}\varphi_i y_{t-i}\sum_{j=1}^{q}\theta_j\varepsilon_{t-j}+\varepsilon_t \qquad (۱)$$

$$y_t=\Delta^d x_t=(1-L)^d$$

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از الگوی خود توضیح برداری یا Var استفاده شده است که به شرح زیر می‌باشد.

۱،۳. الگوی خود توضیح برداری یا Var

مدل خودرگرسیون برداری (VAR) یکی از مدل‌های پرکاربرد سری زمانی به‌شمارمی‌آید. در این مدل تمام متغیرها درون‌زا درنظرگرفته-می‌شود و هر متغیر بر مقادیر وقفه خود و وقفه سایر متغیرها برآورد می‌شود. تعیین تعداد وقفه بهینه در این مدل‌ها اهمیت زیادی دارد زیرا تعداد وقفه به‌منزله تعیین تعداد متغیر مستقل در مدل است. ساده‌ترین موردی که در زمینه این مدل‌ها وجوددارد مدل خود توضیح برداری دومتغیره است که به‌صورت[۲۴] زیر می‌باشد:

$$\begin{aligned}Y_{1t}&=\beta_{10}+\beta_{11}Y_{1t-1}+\ldots+\beta_{1k}Y_{1t-k}+\alpha_{11}Y_{2t-1}+\ldots+\alpha_{1k}Y_{2t-k}+e_{t1}\\ Y_{2t}&=\beta_{20}+\beta_{21}Y_{2t-1}+\ldots+\beta_{2k}Y_{2t-k}+\alpha_{21}Y_{1t-1}+\ldots+\alpha_{2k}Y_{1t-k}+e_{2t}\end{aligned} \qquad (۲)$$

که در مدل‌های بالا e_{it} جزء اخلال نوفه سفید هستند. همان‌گونه که مشاهده‌می‌شود ویژگی مهم مدل VAR انعطاف‌پذیری و تعمیم آسان آن به g متغیر وابسته است. یکی دیگر از جنبه‌های مفید روش VAR این است که با نماد اقتصادی تشریح‌می‌شود. مثلاً در حالت $K=1$ یعنی هر متغیر تنها به مقدار بی‌واسطه قبلی Y_{1t} و Y_{2t} بعلاوه به یک جزء خطا وابسته است یعنی:

$$\begin{aligned}Y_{1t}&=\beta_{10}+\beta_{11}Y_{1t-1}+\alpha_{11}Y_{2t-1}+e_{t1}\\ Y_{2t}&=\beta_{20}+\beta_{21}Y_{2t-1}+\alpha_{21}Y_{1t-1}+e_{2t}\end{aligned} \qquad (۳)$$

که به زبان ماتریسی عبارت خواهدبود از:

$$\begin{bmatrix}y_{1t}\\ y_{2t}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}\beta_{10}\\ \beta_{20}\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}\beta_{11} & \alpha_{11}\\ \alpha_{21} & \beta_{21}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}y_{1t-1}\\ y_{2t-1}\end{bmatrix}+\begin{bmatrix}e_{1t}\\ e_{2t}\end{bmatrix} \qquad (۴)$$

در روش الگوی خود توضیح برداری یا Var باید ابتدا طول وقفه بهینه انتخاب‌نمود. به این منظور ابتدا لازم است وقفه بهینه برای آزمون مشخص شود. این کار با استفاده از معیارهای آکائیک (AIC)، شوارتز

بیزین (SBC)، حنان کوئین (HQC) و آزمون نسبت راست نمایی (LR) انجام‌می‌گیرد.

۴. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

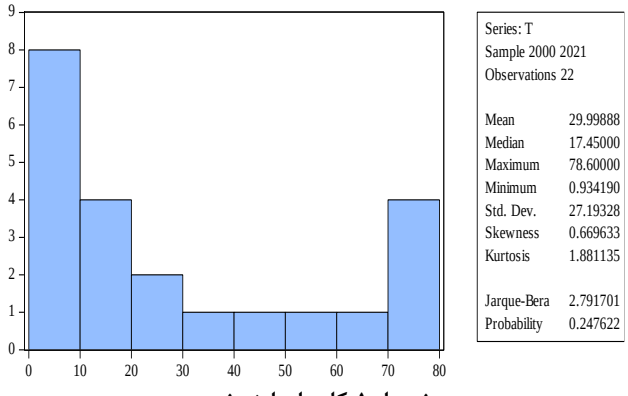
۱،۴. بررسی آمار توصیفی متغیرهای تحقیق

اولین گام در تحلیل آماری، تعیین مشخصات خلاصه‌شده داده‌ها و محاسبه شاخص‌های توصیفی می‌باشد که به این منظور می‌توان از شاخص‌های مرکزی و پراکندگی استفاده‌نمود. لذا در جدول (۱) آورده‌شده در ادامه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی استفاده‌شده به‌ترتیب میانگین و انحراف معیار می‌باشد. اعداد به‌دست‌آمده در جدول (۱) شاخص‌های مرکزی و پراکندگی درصد کاربران، درصد واردات و درصد پیچیدگی اقتصادی را در بازه زمانی ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۰ نشان‌می‌دهد.

جدول ۱: آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

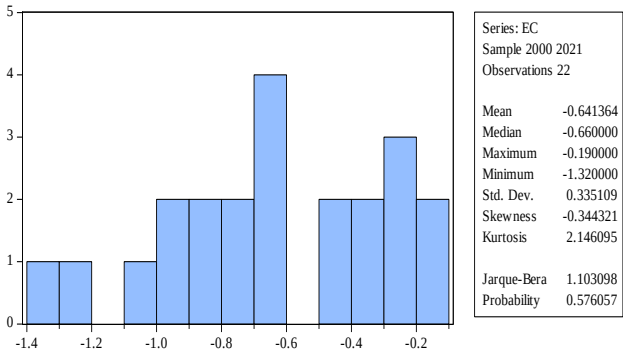
نام متغیرها	تعداد	میانگین	میانه	انحراف معیار	کوچک‌ترین	بزرگ‌ترین	چولگی	کشیدگی	جارک برا	prob
درصد کاربران	۲۲	۲۹/۹۹۸	۱۷/۴۵۰	۲۷/۱۹۳	۰/۹۳۴	۷۸/۶۰۰	۰/۶۶۹	۱/۸۸۱	۲/۷۹۱	۰/۲۴۷
درصد واردات	۲۲	۴/۵۸۵	۴/۵۸۰	۱/۵۰۴	۱/۴۰۶	۷/۰۲۶	-۰/۳۶۶	۲/۸۲۷	۰/۶۹۷	۰/۷۰۵
درصد پیچیدگی	۲۲	-۰/۶۴۱۳	-۰/۶۶۰	۰/۳۳۵	-۱/۳۲۰	-۰/۱۹۰	-۰/۳۴۴	۲/۱۴۶	۱/۱۰۳	۰/۵۷۶

نمودار (۱) برای متغیر کاربران نشـــان‌می‌د هد از توزیع نر مال برخوردار اســـت، مقدار آماره جارک برا برابر با۲/۷۹۱٪ و مقدار prob بیشتر از۰/۲۴۷ ≤۰/۰۵ است.



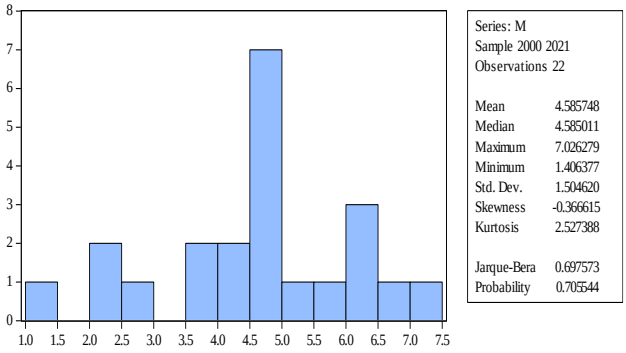
نمودار ۱: کاربران اینترنت

نمودار (۲) برای متغیر پیچیدگی نشـــان‌می‌د هد از توزیع نر مال برخوردار ا ست، مقدار آماره جارک برا برابر ۱/۱۰۳ در صد و مقدار prob بیشتر از۰/۵۷۶ ≤۰/۰۵ است.



نمودار۲: پیچیدگی اقتصادی

نمودار (۳) برای متغیر واردات نشـــان‌می‌دهـد از توزیع نرمـال برخوردار ا ست، مقدار آماره جارک برا برابر ۰/۶۹۷ در صد و مقدار prob بیشتر از۰/۷۰۵۵ ≤۰/۰۵ است.



نمودار ۳: واردات ICT

۲،۴. بررسی مانایی

در تحلیل‌های اقتصادی فرض بر این است که بین متغیرهای مطرح در یک تئوری اقتصادی، ارتباط بلندمدت و تعادلی برقرار است. در تحلیل‌های اقتصادسنجی کاربردی جهت برآورد روابط بلندمدت بین متغیرها، میانگین واریانس آن‌ها در طی زمان ثابت و مستقل از زمان درنظرمی‌گیرند و درنتیجه به‌طور ضمنی ثبات رفتاری را برای آن‌ها فرض‌می‌کنند. باوجوداین در پژوهش‌های کاربردی معلوم‌شده‌است که در بیشتر موارد ثبات رفتاری متغیرهای سری‌های زمانی تحقق پیدانمی‌کنند. به‌کارگیری روش‌های سنتی در اقتصادسنجی مبتنی بر فرض ایستا بودن متغیرها است؛ بنابراین برای جلوگیری از رخدادن پدیده رگرسیون کاذب در هنگام برآورد الگو، ابتدا لازم است که ایستایی متغیرها موردبررسی و آزمون قرارگیرد. با توجه به اینکه فرضیه آزمون نشان‌دهنده وجود ریشه واحد برای هر متغیر است، چنانچه Prob محاسبه‌شده کمتر از ۵٪ باشد، فرضیه وجود ریشه واحد برای آن متغیر

ردّ می‌شود. متغیر ایستا می‌باشد. نتایج ایستایی (مانایی) تمامی متغیرهای پژوهش به شرح جدول زیر می‌باشد:

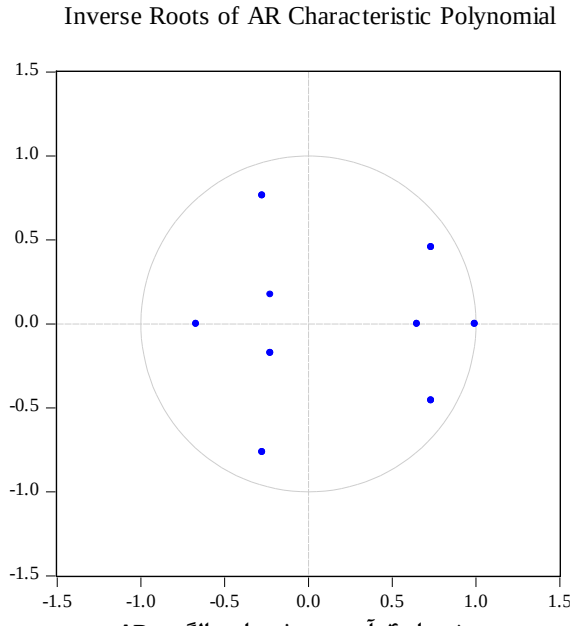
جدول۲: بررسی مانایی (ایستایی) متغیرهای پژوهش

نام متغیر	آماره				Prob	نتیجه
	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۱۰	t-Statistic		
درصد کاربران	-۲/۶۸۵	-۱/۹۵۹	-۱/۶۰۷	-۲/۱۴۸	*۰/۰۳۳۶	مانا در سطح صفر
درصد واردات	-۳/۹۲۰	-۳/۰۶۵۵	-۳/۶۷۳	-۳/۳۶۲	*۰/۰۲۸۹	مانا در سطح صفر
درصد پیچیدگی	-۴/۴۹۸	-۳/۶۵۸	-۳/۲۶۸	-۴/۴۹۸	**۰/۰۰۰۲	مانا در سطح صفر

جدول (۲) نشان‌می‌دهد، متغیرهای پژوهش درصد کاربران، درصد واردات و درصد پیچیدگی در سطح I_0 ایستا یا مانا هستند، چون سطح خطا کمتر از ۰/۰۵ درصد می‌باشد.

۳،۴. آزمون ریشه واحد الگوی VAR

آزمون ریشه واحد الگوی VAR مطابق نمودار (۴) انجام‌گرفت. نشان‌می‌دهد که تمامی ریشه‌ها کوچک‌تر از یک می‌باشند بنابراین مدل از ثبات برخوردار است.



نمودار ۴: آزمون ریشه واحد الگوی AR

۴،۴. تعیین طول وقفه مناسب در مدل

برای تعیین تعداد روابط بلند مدّت با استفاده از روش جوهانسون لازم است تا ابتدا الگوی خود توضیح برداری متناسب با بردارهای متغیر برآورد شود تا با آزمون ریشه‌های مشخص ماتریس ضرایب حاصل تعداد روابط بلندمدّت بین متغیرها تعیین‌شود. اولین مرحله در برآورد الگوی VAR تعیین وقفه بهینه الگو است. به این منظور ابتدا لازم است وقفه بهینه برای آزمون مشخص‌شود. این کار با استفاده از معیارهای (AIC)، شوارتز بیزین (SBC)، حنان کوئین (HQC) و آزمون نسبت راست نمایی (LR) انجام‌گرفت.

جدول۳: تعیین وقفه مدلVAR

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-117.6077	NA	65.51051	12.69555	12.84467	12.72079
1	-60.19735	90.64795*	0.408716	7.599721	8.196209*	7.700671
2	-48.31753	15.00609	0.330217*	7.296582	8.340436	7.473244
3	-38.50343	9.297566	0.386577	7.210888*	8.702107	7.463261*

* indicates lag order selected by the criterion
LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)
FPE: Final prediction error
AIC: Akaike information criterion
SC: Schwarz information criterion
HQ: Hannan-Quinn information criterion

در این تحقیق حداکثر با ۳ وقفه برای تعیین وقفه بهینه آزمون انجام‌گرفت. نتایج جدول (۳) وقفه‌های به‌دست‌آمده برای معیارهای آکائیک (AIC)، شوارتز بیزین (SBC)، حنان کوئین (HQC) و آزمون نسبت راست نمایی (LR) را نشان‌می‌دهد. در این پژوهش از معیار شوارتز بیزین استفاده‌شده‌است که جدول (۳) مطابق معیار شوارتز بیزین (SBC) وقفه بهینه یک را نشان‌می‌دهد. پس نتیجه‌می‌شود بر اساس معیار شوارتز بیزین (SBC) وقفه بهینه یک می‌باشد.

۵،۴. آزمون هم‌انباشتگی مدل

برای انجام آزمون، از آزمون هم‌انباشتگی جوهانسن آماره اثر و حداکثر مقدار ویژه استفاده‌می‌شود. به‌خاطر اینکه در آزمون هم‌انباشتگی انگل-گرانجر، فرض‌می شود یک بردار هم‌انباشتگی وجوددارد، درحالی‌که در یک مدل ممکن است بیش از یک بردار هم انباشتگی وجودداشته‌باشد و این یکی از ضعف اساسی هم انباشتگی انگل-گرنجر است: لذا برای برطرف‌کردن ایرادات روش انگل—گرانجر از روش جوهانسن استفاده‌می‌شود. با توجه به تعیین وقفه بهینه یک نتایج آزمون جوهانسن در جدول (۴) بر اساس آماره اثر و آماره حداکثر مقدار ویژه نشان‌می‌دهد؛ یک رابطه بلندمدّت در سطح ۰,۹۵ بین متغیرهای تحقیق وجوددارد.

جدول ۴: نتایج آزمون تعیین مرتبه همگرایی در مدل

فرض H_0	فرض H_1	مقدار ویژه	آماره اثر trace	مقدار بحرانی سطح ۰,۰۵	Prob
$*R = 0$	$R > 0$	۰/۹۷۳۷	۸۱/۴۶۸۴	۲۹/۷۹۷۰	۰/۰۰۰
$*R = 1$	$R > 1$	۰/۵۴۷۵	۱۵/۹۴۵	۱۵/۴۹۴۷	۰/۰۴۲۸
$R = 2$	$R > 2$	۰/۰۸۸۶	۱/۶۷۰	۳/۸۴۱	۰/۱۹۶
فرض H_0	فرض H_1	مقدار ویژه	آماره حداکثر مقدار ویژه Max-Eigen	مقدار بحرانی سطح ۰,۰۵	Prob
$*R = 0$	$R > 0$	۰/۹۷۳۷	۶۵/۵۲۳	۲۱/۱۳۱۶	۰/۰۰۰
$*R = 1$	$R > 1$	۰/۵۴۷	۱۴/۲۷۴	۱۴/۲۶۴	۰/۰۴۹۸

$*R = 2$	$R > 2$	۰/۹۰۸۷	۳۰۱/۶۲۸۷	۴۰/۰۷۷۵	۰/۰۰۰۱

۶،۴. برآورد رابطه بلندمدت اثر کاربران و واردات بر پیچیدگی بر اساس مدل جوهانسون

رابطه بلندمدت اثر کاربران و واردات بر پیچیدگی اقتصادی که به‌وسیله روش همجمعی جوهانسون موردبررسی قرارگرفت، به شرح جدول (۵) می‌باشد.

نتایج برآورد رابطه بلندمدت دلالت بر تأثیر مثبت دو متغیر کاربران اینترنت و واردات کالاهای ICT دارد به‌طوری‌که با افزایش یک‌در صدی هریک از این دو متغیر، میزان پیچیدگی اقتصادی به ترتیب به میزان ۰/۰۰۶۹۱ و ۰/۰۸۶۹ درصد افزایش می‌یابد.

جدول ۵: برآورد رابطه بلندمدت اثر متغیرها مدت اثر کاربران و واردات بر پیچیدگی بر اساس مدل جوهانسون

نام متغیر	ضرایب متغیرها	انحراف معیار	آمار احتمال t
کاربران	۰/۰۰۶۹۱	۰/۰۰۰۲۸	۲/۴۶۷
واردات	۰/۰۸۶۹	۰/۰۰۵۴	۱۶/۰۹۲

۷،۴. برآورد مدل تحقیق بر اساس روش خودرگرسیون برداری

مدل را با روش خودرگرسیونی برداری با وقفه بهینه یک مورد برازش قرارمی‌دهیم. نتایج و معادله‌های مدل در جدول زیر ارائه‌شده‌است. برای تفسیر نتایج انتظارنمی‌رود که کلیه ضرایب برآورده شده مربوط به وقفه متغیرها ازنظر آماری معنادار بوده؛ اما ممکن‌است که ضرایب درمجموع بر اساس آماره F معنادار باشند. به‌عبارتی در حالت کلی آماره آزمون F معنی‌دار بودن ضرایب را درمجموع تأیید‌می‌کنند. نتایج معادله به‌دست‌آمده بر اساس آزمون خود رگرسیونی (VAR) به شرح جدول (۶) می‌باشد:

جدول ۶: نتایج برآورد الگوی رگرسیون خود برداری VAR

نام متغیر	ضرایب متغیرها	انحراف معیار	آماره t
درصد پیچیدگی در یک دوره گذشته	-۰/۶۴۲	۰/۲۷۳	-۲/۳۴۶
درصد کاربران در یک دوره گذشته	۰/۰۱۷۳	۰/۰۲۸۹	۰/۵۹۷
درصد واردات یک دوره گذشته	۰/۰۲۱۰	۰/۰۶۷۲	۰/۳۱۲
عرض از مبدأ	-۳/۳۹۲	۰/۷۷۶	-۴/۷۵۴
F= ۶/۴۸۱		R^2= ۰/۸۶۶	

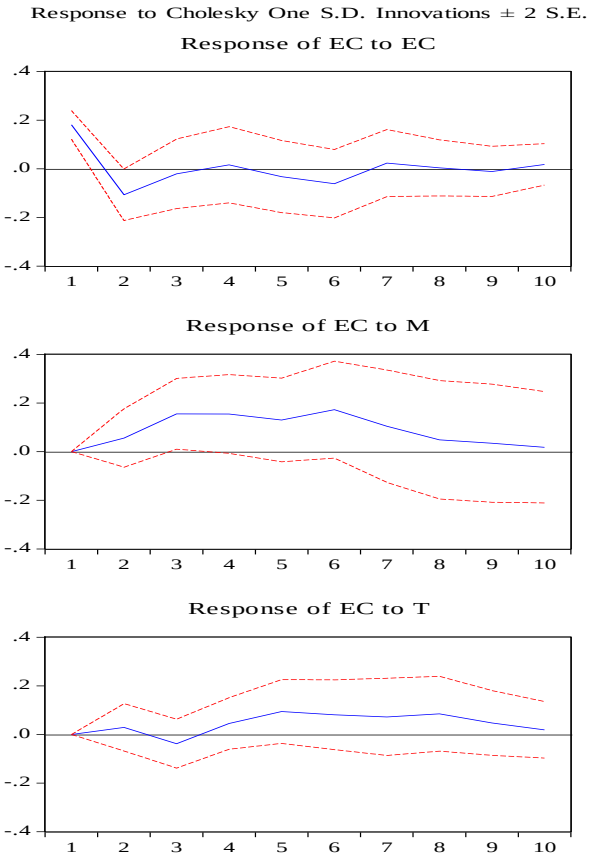
نتایج جدول (۶) نشان‌می‌دهد آماره F که بیانگر معناداری کل رگرسیون بوده دلالت بر معنی‌داری کل رگرسیون است. آماره R^2 که قدرت توضیح‌دهندگی مدل‌ها را بیان‌می‌کند برابر با ۸۶/۶٪ است. به‌عبارتی حدود ۸۷٪ از تغییرات متغیر وابسته (درصد پیچیدگی) به‌وسیله متغیرهای مستقل (درصد پیچیدگی یک دوره گذشته، کاربران اینترنت یک دوره گذشته و واردات کالاهای ICT یک دوره گذشته) توضیح‌داده‌شده‌است.

۸،۴. تحلیل عکس‌العمل نسبت به شوک داده‌ها

معمولاً در استنتاج مربوط به یک الگوی خود رگرسیون برداری، به توابع واکنش ضربه‌ای و تجزیه واریانس توجه‌می‌شود. یک واکنش ضربه‌ای مؤلفه‌های مربوط به متغیرهای درون‌زا را به شوک‌ها با جهش‌هایی که به متغیرهای خاصی وارد می‌شود تفکیک‌می‌کند. ما تأثیر این شوک را طی برنامه ۱۰ ساله موردبررسی قرارمی‌دهیم.

۱،۸،۴. اثر شوک پیچیدگی

نمودار (۵) اثر شوک در مورد متغیر پیچیدگی اقتصادی را نشان‌می‌دهد؛ از سال اول الی سال دوم اثر شوک منفی به‌صورت نزولی در حال کاهش می‌باشد، از سال دوم الی چهارم اثر شوک منفی به‌صورت صعودی، از سال چهارم الی ششم اثر شوک منفی و به‌صورت نزولی، از سال شش الی نهم اثر شوک مثبت و نزولی و سال دهم اثر شوک مثبت است.



نمودار ۵: تحلیل شوک داده‌ها و مدت استهلاک آن‌ها

۲،۸،۴. اثر شوک واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات

نمودار (۵) اثر شوک این نوع واردات را بر پیچیدگی اقتصادی نشان‌می‌دهد؛ از سال اول الی سال سوم اثر شوک مثبت به‌صورت صعودی و در حال افزایش می‌باشد، از سال سوم الی پنجم اثر شوک

مثبت به صورت یکنواخت، از سال پنجم الی ششم اثر شوک مثبت و صعودی، از سال ششم الی دهم اثر شوک مثبت و به‌صورت نزولی است.

۳،۸،۴. اثر شوک کاربران اینترنت

نمودار (۵) اثر این شوک بر پیچیدگی اقتصادی را نشان‌می‌دهد؛ از سال اول الی سال دوم اثر شوک مثبت به‌صورت صعودی و در حال افزایش می‌باشد، از سال دوم الی سوم اثر شوک منفی به‌صورت نزولی، از سال سوم الی سال پنجم الی اثر شوک مثبت و صعودی، از سال پنجم الی هشتم اثر شوک مثبت تقریباً یکنواخت و از سال هشتم الی دهم اثر شوک مثبت و نزولی است.

۹،۴. تجزیه واریانس مدل

تجزیه واریانس، مقوله‌ای است که بعد از واردآمدن شوک مطرح‌می‌شود که یکی از کاربردهای مدل‌های رگرسیون برداری است. در این روش، واریانس خطای پیش‌بینی به عناصری که از شوک‌های هر یک از متغیرها را در بر دارد، تجزیه‌می‌گردد. به‌عبارتی‌دیگر، در این مدل این امر را نشان‌می‌دهد که چند درصد تغییرات متغیر توسط متغیرهای دیگر، توضیح‌داده‌می شود. لذا می‌توان‌گفت که تجزیه واریانس به‌عنوان معیاری بر عملکرد پویایی، قادر است به تعیین بی‌ثباتی هر متغیر در مقابل شوک وارده بر هریک از متغیرهای دیگر بپردازد، بنابراین برای تعیین سهم بی‌ثباتی ایجادشده در هریک از معادلات توسط متغیرها می‌باید از تجزیه واریانس استفاده‌کرد که در جداول زیر آمده‌است. در ستون اول جدول SE که خطای پیش‌بینی متغیرهای مربوطه را طی دوره‌های مختلف (۱۰) ساله نشان‌می‌دهد به‌دلیل اینکه خطای پیش‌بینی هر سال، روی خطای پیش‌بینی سال بعد تأثیرمی‌گذارد، طی دوره زمانی با گذشت زمان، خطای پیش‌بینی در حال افزایش است.

۱،۹،۴. اثر تجزیه واریانس پیچیدگی اقتصادی

جدول (۷) اثر تجزیه واریانس پیچیدگی اقتصادی را نشان‌می‌دهد. در سال اول ۱۰۰٪ تغییرات توسط خود متغیر توضیح‌داده‌می‌شود. در سال‌های دوم۹۱/۷۶٪، سال سوم ۶۰/۰۸۳٪، سال چهارم۴۴/۶۷٪ و... در سال دهم ۲۵/۵۸۱٪ است که رفته‌رفته این تأثیرپذیری از خود متغیر کاهش می‌یابد. در مورد تأثیرپذیری از واردات کالاهای ICT که از دوره دوم شروع‌شده در این سال ۶/۴۸۸٪ می‌باشد. در سال‌های بعدی به‌ترتیب ۳۶/۷۹۶ درصد؛ ۵۱/۰۱۷۷ درصد و در سال آخر ۵۶/۹۰۸٪ تغییرات، توسط واردات کالاهای مربوط به فناوری اطلاعات و ارتباطات توضیح‌داده‌می‌شود. در مورد تأثیرپذیری از کاربران اینترنت که از دوره دوم آغازمی‌گردد، در این سال ۱/۷۵۰٪ بوده و در سال‌های بعد به‌ترتیب ۳/۱۱۹٪؛ ۴/۳۰۶٪ و در سال دهم ۱۷/۵۱۰٪ تغییرات توسط کاربران اینترنت توضیح‌داده‌می‌شود. نتیجه آن است که بیشترین تغییرات درصد پیچیدگی اقتصادی توسط واردات کالاهای ICT توضیح داده‌می‌شود.

جدول۷: تجزیه واریانس

Period	S.E.	EC	M	T
1	0.181025	100.0000	0.000000	0.000000
2	0.219295	91.76140	6.488480	1.750117
3	0.272309	60.08349	36.79666	3.119844
4	0.316749	44.67599	51.01770	4.306311
5	0.356638	36.06344	53.56261	10.37394
6	0.408915	29.68541	58.53093	11.78366
7	0.428803	27.29487	59.16585	13.53929
8	0.439825	25.95093	57.45827	16.59080
9	0.443838	25.54422	57.03547	17.42032
10	0.444960	25.58120	56.90844	17.51036

Cholesky Ordering: EC M T

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

متغیرهای پژوهش کاربران اینترنت، واردات کالاهای ICT و پیچیدگی اقتصادی همگی در سطح ایستا بوده و نتایج برآورد رابطه بلندمدت دلالت بر تأثیر مثبت دو متغیر کاربران اینترنت و واردات کالاهای ICT بر پیچیدگی اقتصادی داشته و این تأثیرپذیری از واردات کالاهای ICT بیشتر می‌باشد. با افزایش یک‌درصدی هریک از این دو متغیر، میزان پیچیدگی اقتصادی به‌ترتیب به میزان ۰/۰۰۶۹۱ و ۰/۰۸۶۹ درصد افزایش می‌یابد. آماره F برآورد مدل تحقیق بر اساس روش خود رگرسیون برداری دلالت بر معنی‌داری آن داشته و ۸۷٪ از تغییرات پیچیدگی اقتصادی توسط متغیرهای این مدل تبیین‌می‌گردد. در تحلیل عکس‌العمل پیچیدگی اقتصادی به شوک‌ها نتایج نشان‌می‌دهد که اثر شوک واردات کالاهای ICT بر پیچیدگی اقتصادی در همه‌سال‌ها مثبت بوده و روند صعودی در سه سال اول و سال پنجم الی ششم مشهود است. در این تحلیل اثر شوک کاربران اینترنت در همه‌سال‌ها به‌غیر از سال دوم الی سوم مثبت می‌باشد. روند صعودی از سال اول الی سال دوم و از سال سوم الی سال پنجم مشاهده‌می‌گردد. همچنین اثر تجزیه واریانس نشان‌می‌دهد که بیشترین تغییرات پیچیدگی اقتصادی توسط واردات کالاهای ICT توضیح داده می‌شود. به‌طوری‌که این تأثیرپذیری از سال دوم با مقدار ۶/۴۸۸ آغازشده و در سال‌های بعد افزایش و در سال آخر به میزان ۵۶/۹۰۸٪ می‌رسد. در مورد تأثیرپذیری از کاربران اینترنت که از دوره دوم نیز آغازمی‌گردد، در این سال ۱/۷۵۰٪ بوده و در سال دهم به مقدار ۱۷/۵۱۰ می‌رسد. در ارتباط با تبیین تغییرات توسط خود متغیر که در سال اول ۱۰۰ درصد بوده رفته‌رفته این تأثیرپذیری از خود متغیر کاهش‌یافته و در سال دهم به مقدار ۲۵/۵۸۱٪ می‌رسد.

با توجه به نتیجه تحقیق مبنی بر تأثیر مثبت فناوری اطلاعات و ارتباطات بر پیچیدگی اقتصادی، ایجاد بسترهای لازم برای توسعه این بخش می‌تواند نتایج مطلوبی را برای اقتصاد ملی در پی داشته‌با شد. با توجه به این تأثیر مثبت، پیشنهادمی شود که برنامه ریزان اقتصادی در کشور با افزایش تخصیص و تضمین منابع مالی لازم برای سرمایه‌گذاری

در فناوری اطلاعات و ارتباطات و ایجاد بسترهای لازم برای توسعه آن، گامی مؤثر در بهبود شاخص پیچیدگی اقتصادی بردارند. در کشور بخش‌های مختلف اقتصادی که با نفوذ ICT می‌توانند متحول‌شوند، بسیار بوده و ازاین‌رو فضا و پتانسیل برای بهبود وضعیت پیچیدگی اقتصادی به‌واسطه فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشور امکان‌پذیر می‌باشد. در جهت تحقق این امر فعالیت و سرمایه‌گذاری بیشتر توسط بخش دولتی و خصوصی، اجرا و پذیرش بیشتر مؤلفه‌های این فناوری در بخش‌های مختلف اقتصادی، افزایش تشکیل سرمایه فیزیکی در جهت ارتقای توسعه انسانی، توسعه زیرساخت‌های فناوری، سیاست‌گذاری در کمیت و کیفیت زیر ساخت‌های دولتی و خصوصی فناوری اطلاعات و ارتباطات، سیاست‌گذاری‌های مناسب در جهت تقویت مؤسسات فعال در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات و توجه ویژه به مقوله تحقیق و توسعه، بهبود ظرفیت جذب دانش، حمایت از سیاست‌های انگیزه ساز و تشویقی برای ورود بخش‌های خصوصی به جهت افزایش بهره‌وری و سرمایه‌گذاری‌های مرتبط با دانش امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

با توجه به نتیجه تحقیق مبنی بر تأثیر مثبت کاربران اینترنت در پیچیدگی اقتصادی، باید در بهره‌گیری از توانمندی‌های این فناوری، اطلاعات و خدمات به هنگام، برقراری ارتباط با شهروندان و نیز آموزش نحوه استفاده از این فناوری‌ها توسط دولت در اولویت قرار گیرد.

با توجه به نتیجه تحقیق مبنی بر تأثیر مثبت واردات کالاهای ICT بر پیچیدگی اقتصادی، سیاست‌گذاران برای تسهیل توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، آزادی تجاری را از طریق کاهش موانع تعرفه‌ای برای این فناوری اعمال‌کنند. قرارگرفتن بخشی از درآمد ارزی حاصل از صادرات نفتی در مسیر تأمین یا واردات کالاهای ICT می‌تواند در جهت بهبود وضعیت پیچیدگی اقتصادی مثمرثمر واقع‌گردد.

References

[1] Flew, T. (2008). New Media: An Introduction (3rd Ed). *New York: Oxford University Press*.

[2] Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the national academy of sciences*, 106(26), 10570- 10575.

[3] Khaki, N., khorsandi, M., Mohammadi, T., Faridzad, A., & Azizi, Z. (2021). The Impact of Economic Complexity Index on Greenhouse Gas Emissions in Selected Oil Exporting Countries: A Panel Gentle Transmission Regression (PSTR) Model Approach. *Iranian Energy Economics*, 39 (10), 99-125. [Persian]

[4] Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., Simoes, A., & Yildirim, M. A. (2014). The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity. Mit Press

[5] Khandoozi, S. E., & Mirnezami, E. (2020). Measuring the effect of economic complexity on the index of vulnerability and resilience of the economy. *Biquarterly Journal of Iran's Economic Essays*, 16 (32), 9-33. [Persian]

[6] Cheshmi, A., & Malek Al-Sadati, S. (2012). Economic complexity index and its relationship with the institutional structure of comparative production of Iran, South Korea and Turkey. *The first conference on sustainable development with the approach of improving the business environment*, Mashhad: Chamber of Commerce for Industries, Mines and Agriculture Khorasan Razavi. [Persian]

[7] Chen, D. H., & Dahlman, C. J. (2005). The knowledge economy, the KAM methodology, and World Bank operations. *World Bank Institute Working Paper*, No. 37256. Washington DC. Available at: Google Scholar

[8] Zabihi, S. M. G., Salimifar, M., Ahmadi Shadmehri, M. T., & Salehnia, N. (2022). Investigation of Information and Communication Technology (Innovation) on Economic Growth and Human Development Index of MENA Countries Using Seemingly Irrelevant Regression (SUR). *Quarterly Iranian Jounal of Applied Economics*, 11 (39), 1-22. [Persian]

[9] Nemat1, M., Doroodi, H., Bazargani. M. (2022). The Relationship between Product Evaluation and Consumer's Acceptance and Intention to Repurchase in E-commerce (Case Study: Digikala). *Intelligent Multimedia Processing and Communication Systems (IMPCS)*, 3 (3), 41-51. [Persian]

[10] Asari Arani, A., & Aghaei Khondabi, M. (2007). the effect of information and communication technology on the economic growth of OPEC member countries. *Quarterly Journal of The Economic Research (Sustainable Growth and Development)*, 8 (2), 63-82. [Persian]

[11] Aghaei, M., Rezagholizadeh, M., & Eisazadeh Roshan, Y. (2016). A Study of the Impact of Information and Communication Technology (ICT), Financial Development and Energy Consumption on International Tourism and Economic Growth Nexus. *RAHBORD Scientific Quarterly*, 26 (2), 75-108. [Persian]

[12] Oliner, S., & Sichel, D. (2003). Information Technology And Productivity: Where Are We Now And Where Are We Going?. *Board o/Governors o/the Federal Reserve System*.

[13] Shahabadi, A., & Hosseini, M. (2019). The Effect of Knowledge Economy Components on Iran's Economic Complexity. *The Journal of Economic Studies and Policies Semi-Annual*, 14 (2), 125- 148. [Persian]

[14] Alizadeh, P., Pourasmail, H., & Khordmandania, S. (2018). Challenges and solutions to boost production in 2018 6. Department of Information and Communication Technology, expert reports. *Islamic Parliament Research Center*. [Persian]

[15] Zand, M. J., & Tahghighi Sharabyan, M. (2020). Improvement of IOT Security in ZigBee Network Using AES256 Algorithm. *Intelligent Multimedia Processing and Communication Systems (IMPCS)*, 1 (2), 51-59. [Persian]

[16] Rahimi, F., sayehmiri, A., Ghasemian, N., & Shayan, A. (2021).The Effect of Economic Complexity Index on Economic Growth in MENAT Countries (2008-2017). *Quarterly Iranian Jounal of Applied Economics*, 11 (36), 1-15. [Persian]

[17] Aleemran, R., & Seyed Ali Aleemran, S. A. (2018). The Effect of Information and Communication Technologies on Economic Growth in Member Countries Department of D8. *Iranian Journal of Information Processing and Management*, 33 (4), 1557-1574. [Persian]

[18] MOUSSIR, C. E., & LIOUAEDDINE, M. (2022). Economic complexity and technical efficiency in developing countries: an empirical analysis. *Repčreset Perspectives Economiques*, 6(1).

[19] Moreno-Casas, V., & Bagus, P. (2022). Dynamic efficiency and economic complexity. *Economic Affairs*, 42(1): 115-134.

[20] Appiah-Otoo, I., Song, N. (2021). The impact of ICT on economic growth-Comparing rich and poor countries. *Telecommunications Policy*.
[21] Fernández-Portillo, A., AlmodóvarGonzález, M., & Hernández-Mogollón, R. (2020). Impact of ICT development on economic growth. A study of OECD European union countries. *Technology in Society*.
[22] Rahimzadeh, A., & Fazlollahi, E. (2011). Economic growth and development. *Mohtasham Publishing*, First Edition. [Persian]
[23] http://atlas media.Mit.eud/ & http://atlas.cid.harvard.eud/
[24] Noferesti, M. (1994). Statistics in economics and business. *Rasa Publishing*. [Persian]