

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, Zanzan Branch, Islamic Azad University, Zanzan, 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 Eviews 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.

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

دوره چهارم، زمستان ۱۴۰۲
شماره چهارم، صص: ۴۵-۵۵

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

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 ایجاد نموده و موجبات پیچیدگی اقتصادی فراهم می‌نماید. هدف این تحقیق بررسی تأثیرپذیری پیچیدگی اقتصادی نسبت به شوک‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در ایران می‌باشد. داده‌های آماری به کار گرفته شده در این تحقیق از بانک جهانی و وبسایت دانشگاه ام‌آی‌تی طی سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۰ بوده و از نرم‌افزار Eviews برای برآورد مدل پیشنهادی استفاده شده است. 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 بلندمدت بین متغیرهای تحقیق بوده و برآورد، تأثیر مثبت کاربران اینترنت و واردات کالاهای ICT بر پیچیدگی اقتصادی را در بلندمدت نشان می‌دهد. 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 نشان می‌دهد 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 صورت گرفته و می‌توان دانش و فناوری اطلاعات را مکمل سرمایه و به‌عنوان عاملی مهم در جهت پیچیدگی اقتصاد در نظر گرفت. 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 فناوری اطلاعات و ارتباطات و توسعه پایدار کشورهای در حال توسعه 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 می‌شوند. 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 اشاره نمود 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 واقع نمی‌شود 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 اقده‌صدهایی پیچیده بوده که می‌توانند حجم زیادی از دانش و مهارت را در قالب شبکه‌های بزرگ افراد با یکدیگر پیوند داده و مجموعه متنوعی از کالاهای دانش بر تولید نمایند. برعکس در اقده‌صدهای ساده که شبکه‌های کوچک‌تری از ارتباطات و تعاملات وجود دارد، کالاهای کمتر و ساده‌تری تولید می‌گردد [۲]. پیچیدگی اقتصادی تأثیر منفی بر آسیب‌پذیری اقتصادی داشته و با بیشتر شدن آن، آسیب‌پذیری کاهش می‌یابد [۵]. برای ساختن این شاخص از دو اصل تنوع و همه‌جایی بودن استفاده شده 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 در نظر گرفت 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 وجود داشته‌باشد که بتواند ارتباط مؤثر و پردازش اطلاعات را تسهیل نموده و سیستم‌های نوآوری که بتوانند به دانش روزافزون جهانی نفوذ کنند، آن را با نیازهای محلی تطبیق داده و به محصولی با ارزش بازار تبدیل کنند. همچنین نیاز به چارچوب اقتصادی و نهادی در جهت ایجاد، انتشار و استفاده مؤثر از دانش و جمعیت تحصیل کرده 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 یاد می‌شود [۹]. فناوری اطلاعات و ارتباطات از طرق مختلفی بر تولید و بهره‌وری اثرگذار است. تولید کالاها و خدمات فناوری ارتباطات و اطلاعات بخشی از ارزش افزوده 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 نشان داده 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 فراهم می‌گردد. 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]. از این‌رو در سال‌های اخیر به‌عنوان ابزاری برای بهبود و رشد اقتصادی و توسعه پایدار معرفی شده است [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 مسئله می‌باشد. در این اقتصاد فعالیت‌های اقتصادی نیز در شکل کالاهای ملموس به‌سوی کالاهای ناملموس نظیر دانش و اطلاعات هدایت شده که البته این نوع کالاها قابل تجارت و قابل مصرف محسوب می‌شوند. به عبارتی، فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند در طرح جدید شکل‌های سازمانی متمرکز با شد [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 نموده است. روند استفاده از تلفن‌های ثابت در سایر کشورها از

سال‌های گذشته کاهش داشته که این مسأله را می‌توان به افزایش نفوذ ارتباط از طریق تلفن‌های همراه و اینترنت می‌توان مرتبط دانست. 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 رسیده است. امروزه کارهایی که از طریق اینترنت صورت می‌گیرد مورد توجه اکثر مردم قرار گرفته و سیر تکاملی ارتباطات را دنبال می‌کند [۱۵].

با توجه به اینکه در کشور اهدافی نظیر رشد و توسعه پایدار، افزایش اشتغال و کاهش بیکاری در اولویت بوده، تأکید زیاد بر اقتصاد دانش‌بنیان می‌باشد. در این اقتصاد، دانایی، خلاقیت و نوآوری محرک اصلی رشد می‌باشد. در این راستا مواردی نظیر نیروی انسانی ماهر و فناوری اطلاعات و ارتباطات جزو عوامل اثرگذار بوده که می‌تواند در تولید کالاهای پیچیده نقش بسزایی ایفا نماید (شاه‌آبادی و حسینی، ۹۷). مطابق اطلاعات بانک جهانی اینترنت به صورت در صد در سال ۱۹۹۴ از ۰,۰۰۰۴٪ به ۷۸,۶٪ در سال ۲۰۲۱ افزایش یافته است. این در حالی است که متوسط کاربران اینترنت در کشورهای با درآمد بالا طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ به صورت در صدی از کل جمعیت از رقم ۰/۲۵۲ به ۹۰/۱۰۲٪ افزایش یافته است. واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات به صورت در صدی از واردات کل در کشور ۴/۹۱۹٪ (سال ۲۰۱۸) می‌باشد. این در حالی است که متوسط واردات کالاهای مورد نظر به صورت در صدی 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 تجزیه و تحلیل روابط آماری با شاخص پیچیدگی اقتصادی که طریقه اندازه‌گیری آن در قسمت بعد مطرح می‌شود را انتخاب نموده‌ایم. با توجه به مباحث و نظرات مختلف که بدان اشاره گردید، در صدد پاسخگویی به این سؤالات اصلی هستیم که با استفاده از رویکرد الگوی خود توضیح برداری VAR، متغیرهای مرتبط با فناوری اطلاعات و ارتباطات به همراه شوک‌های 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 نشان می‌دهد 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 مورد مطالعه بوده‌اند.

شاه‌آبادی و حسینی [۱۳] (۱۳۹۷) به بررسی مؤلفه‌های اقتصاد دانش بر پیچیدگی اقتصادی پرداخته‌اند. نتایج با استفاده از روش خردگر سیون برداری طی دوره ۱۳۹۵-۱۳۵۴ نشان می‌دهد مؤلفه‌های

اقتصاد دانش بر پیچیدگی اقتصادی تأثیر مثبت و معنی‌داری ایجاد می‌نماید.

آل عمران و آل عمران [۱۷] (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد اقتصادی کشورهای عضو گروه D8 پرداخته‌اند. در این پژوهش روش اقتصادسنجی به کاررفته پنل دیتا، دامنه زمانی پژوهش سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۴ و قلمرو مکانی آن کشورهای عضو گروه D8 شامل کشورهای ایران، اندونزی، بنگلادش، ترکیه، پاکستان، مالزی، مصر و نیجریه است. طبق یافته‌های پژوهش، اثرگذاری ضرایب متغیرها منطبق با مبانی نظری بوده و از نظر آماری نیز معنادار است. فناوری اطلاعات و ارتباطات تأثیر مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی این کشورها دارد.

موسییر و لیداین [۱۸] (۲۰۲۲) به تحلیل نقش کارایی فنی بر فرایند پیچیدگی اقتصادی در کشورهای در حال توسعه پرداخته و برای این کار از دو تکنیک مکمل استفاده نمودند. اولین تکنیک به آن‌ها امکان داد که نمره کارایی برای پانلی متشکل از ۸۱ کشور توسعه یافته و در حال توسعه طی یک دوره زمانی طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ را محاسبه کنند. نتایج به دست آمده با روش DEA نشان می‌دهد که کشورهای در حال توسعه تنها ۱۶٪ از مقدار خروجی‌هایی که می‌توانستند از منابع خود تولید کنند را تولید نموده، در حالی که کشورهای با درآمد بالا ۵۱٪ تولید کردند.

مورنو کاسس و بگاس [۱۹] (۲۰۲۲) به ارتباط میان پیچیدگی و کارایی پویا پرداخته و مفهوم متعارف کارایی مورد استفاده در علم اقتصاد را به دلیل ناسازگاری با اقتصاد پیچیدگی از نظر معرفتی مردود دانسته و مفهوم کارایی پویا با توجه به شباهت‌های معرفتی و نظری آن با پیچیدگی اقتصادی به عنوان یک تعریف جایگزین از کارایی ارائه نمودند. نتایج حاکی از یک رابطه علی مستقیم بین پیچیدگی اقتصادی و کارایی پویا بوده و این رابطه در پرتو کاربردهای اخیر هر دو نظریه کارایی پویا و اقتصاد پیچیدگی در مطالعه توسعه اقتصادی تأیید شده و پیچیدگی اقتصادی و کارایی پویا را می‌توان برای بهبود درک از فرایند توسعه ترکیب نمود.

آپیناه - اتو و سونگ [۲۰] (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر روی رشد اقتصادی در مقایسه‌ای بین کشورهای ثروتمند و فقیر پرداخته‌اند. این پژوهش در اندیشه پاسخ به این سؤال شکل گرفته که کدام کشورهای ثروتمند یا کشورهای با درآمد متوسط و کم درآمد، تمایل دارند از انقلاب فناوری اطلاعات و ارتباطات سود بیشتری کسب کنند؟ با به کارگیری پانلی از ۱۲۳ کشور متشکل از ۴۵ کشور با درآمد بالا، ۵۸ کشور با درآمد متوسط و ۲۰ کشور کم درآمد از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۷ و با ایجاد شاخص ICT از تلفن همراه، اینترنت و باند پهن ثابت، متوجه می‌شویم که به طور کلی ICT رشد اقتصادی را در هر دو کشور افزایش می‌دهد. با این حال، کشورهای فقیر تمایل دارند که از انقلاب ICT سود بیشتری کسب کنند.

[۲۳] می‌توان مشاهده نمود. 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 محاسبه گردید.

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

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

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

۱.۲. الگوی خود توضیح برداری یا Var

مدل خودرگرسیون برداری (VAR) یکی از مدل‌های پرکاربرد سری زمانی به‌شمار می‌آید. در این مدل تمام متغیرها درون‌زا در نظر گرفته 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 وجود دارد مدل خود توضیح برداری دومتغیره است که به‌صورت [۲۴] زیر می‌باشد:

$$Y_{1t} = \beta_{10} + \beta_{11} Y_{1t-1} + \dots + \beta_{1k} Y_{1t-k} + \alpha_{11} Y_{2t-1} + \dots + \alpha_{1k} Y_{2t-k} + e_{1t} \quad (2)$$

$$Y_{2t} = \beta_{20} + \beta_{21} Y_{2t-1} + \dots + \beta_{2k} Y_{2t-k} + \alpha_{21} Y_{1t-1} + \dots + \alpha_{2k} Y_{1t-k} + e_{2t}$$

که در مدل‌های بالا e_{it} جزء اخلاص نوفه سفید هستند. همان‌گونه که مشاهده می‌شود 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 تشریح می‌شود. 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:

$$Y_{1t} = \beta_{10} + \beta_{11} Y_{1t-1} + \alpha_{11} Y_{2t-1} + e_{1t} \quad (3)$$

$$Y_{2t} = \beta_{20} + \beta_{21} Y_{2t-1} + \alpha_{21} Y_{1t-1} + e_{2t}$$

که به زبان ماتریسی عبارت خواهد بود از:

$$\begin{bmatrix} Y_{1t} \\ Y_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{10} \\ \beta_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \beta_{11} & \alpha_{11} \\ \alpha_{21} & \beta_{21} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_{1t-1} \\ Y_{2t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_{1t} \\ e_{2t} \end{bmatrix} \quad (4)$$

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

فرناندز - پورتیلو و همکاران [۲۱] (۲۰۲۰) به تأثیر توسعه ICT بر رشد اقتصادی به مطالعه کشورهای عضو OECD در اتحادیه اروپا پرداخته‌اند. برای پرداختن به این مطالعه، از حداقل مربعات جزئی (PLS) در بازه سال‌های ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۷ استفاده شده است. با استفاده از پایگاه داده‌های شاخص اقتصاد و جامعه دیجیتال (DESI) و سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD) که امکان تجزیه و تحلیل آن کشورهای جامعه اقتصادی اروپا را فراهم ساخته است. بر اساس نتایج تجربی و اعمال تکنیک SEM-PLS، این مطالعه نشان می‌دهد که پیشرفت در استقرار و استفاده از ICT باعث رشد اقتصادی کشورهای می‌شود که در چارچوب اقتصادهای پیشرفته اروپا قرار دارند.

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 دریافته‌اند که تکنولوژی می‌بایست توجیه اقتصادی داشته‌باشد و نوآوری یا پیشرفت تکنولوژی به‌مانند مائدهای آسمانی نازل نخواهد شد 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 طراحی شدند که خاصیت درون‌زایی تکنولوژی مورد لحاظ قرارگیرد. برای درون‌زا نمودن تکنولوژی تلاش‌های بسیاری صورت پذیرفته است. مسأله‌ای که در کلیه این تلاش‌ها وجود دارد این است که چگونه بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس را در چارچوب تعادل عمومی پویا مورد بحث قرار دهند. به‌طور مثال نورداس (۱۹۶۱) و شل (۱۹۷۳) مدل‌های رشدی را طراحی نمودند که در آن تغییر تکنولوژی در نتیجه انتخاب آگاهانه کارگزار اقتصادی است و هر دو فرض می‌کنند که انگیزه تحقیق به‌خاطر رانت انحصاری آن است. ارو (۱۹۶۲) بیان می‌کند که رشد تکنولوژی نتیجه تجربه حاصل از تولید کالاهای سرمایه‌ای جدید است. منکیو ۲۴ مفهوم وسیع آن که شامل سرمایه انسانی و فیزیکی است در نظر بگیریم می‌توان تفاوت بین‌المللی در زمینه رشد را تبیین نمود. این تلاش‌ها زمینه لازم جهت معرفی مدل‌های رشد درون‌زا را ایجاد نمود [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 در نظر می‌گیریم. کاربران اینترنت افرادی هستند که در ۳ ماه گذشته (از هر مکانی) از اینترنت استفاده کرده‌اند. اینترنت را می‌توان از طریق کامپیوتر، تلفن همراه، دستیار دیجیتال شخصی، ماشین گیم، تلویزیون دیجیتال و غیره استفاده کرد. 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 شده است. اطلاعات پیچیدگی اقتصادی را در وبسایت دانشگاه ام‌آی‌تی

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

۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها

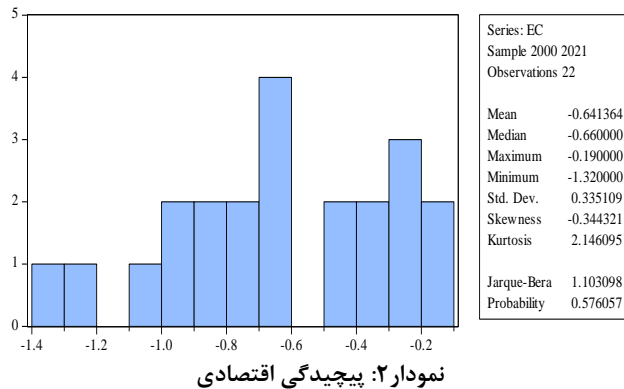
۴.۱. بررسی آمار توصیفی متغیرهای تحقیق

اولین گام در تحلیل آماری، تعیین مشخصات خلاصه شده داده‌ها و محاسبه شاخص‌های توصیفی می‌باشد که به این منظور می‌توان از شاخص‌های مرکزی و پراکندگی استفاده نمود. لذا در جدول (۱) آورده شده در ادامه شاخص‌های مرکزی و پراکندگی استفاده شده به ترتیب میانگین و انحراف معیار می‌باشد. اعداد به دست آمده در جدول (۱) شاخص‌های مرکزی و پراکندگی درصد کاربران، درصد واردات و درصد پیچیدگی اقتصادی را در بازه زمانی ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۰ نشان می‌دهد.

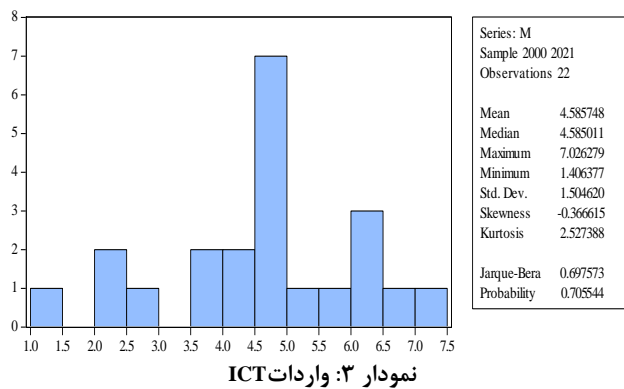
جدول ۱: آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

نام متغیرها	تعداد	میانگین	میانگین	انحراف معیار	کوچک‌ترین	بزرگ‌ترین	چولگی	کشیدگی	جارك برا	prob
درصد کاربران	۲۲	۲۹/۹۹۸	۱۷/۴۵۰	۳۷/۹۹۳	۰/۹۳۴	۷۸/۶۰۰	۰/۶۶۹	۱/۸۸۱	۲/۷۹۱	۰/۳۴۷
درصد واردات	۲۲	۴/۵۵۵	۴/۵۵۰	۱/۵۰۴	۱/۴۰۶	۷/۰۲۶	-۰/۳۶۶	۲/۸۳۷	۰/۶۹۷	۰/۷۰۵
درصد پیچیدگی	۲۲	-۰/۶۴۱۳	-۰/۶۶۰	۰/۳۳۵	-۱/۳۲۰	-۰/۱۹۰	-۰/۳۴۴	۲/۱۴۶	۱/۱۰۲	۰/۵۷۶

نمودار (۲) برای متغیر پیچیدگی نشان می‌دهد از توزیع نرمال برخوردار است، مقدار آماره جارك برا برابر ۱/۱۰۳ درصد و مقدار prob بیشتر از ۰/۵۷۶ ≤ ۰/۰۵ است.



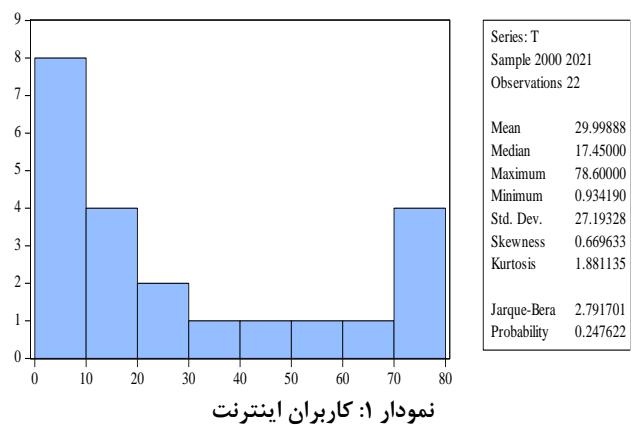
نمودار (۳) برای متغیر واردات نشان می‌دهد از توزیع نرمال برخوردار است، مقدار آماره جارك برا برابر ۰/۶۹۷ درصد و مقدار prob بیشتر از ۰/۷۰۵ ≤ ۰/۰۵ است.



۴.۲. 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 در نظر می‌گیرند و در نتیجه به‌طور ضمنی ثبات رفتاری را برای آن‌ها فرض می‌کنند. با وجود این در پژوهش‌های کاربردی معلوم شده است 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 رخ دادن پدیده رگرسیون کاذب در هنگام برآورد الگو، ابتدا لازم است که ایستایی متغیرها مورد بررسی و آزمون قرار گیرد. با توجه به اینکه فرضیه آزمون نشان‌دهنده وجود ریشه واحد برای هر متغیر است، چنانچه Prob محاسبه شده کمتر از ۰/۵٪ باشد، فرضیه وجود ریشه واحد برای آن متغیر

نمودار (۱) برای متغیر کاربران نشان می‌دهد از توزیع نرمال برخوردار است، مقدار آماره جارك برا برابر ۲/۷۹۱٪ و مقدار prob بیشتر از ۰/۲۴۷ ≤ ۰/۰۵ است.



شوارتز بیزین (SBC)، حنان کوئین (HQC) و آزمون نسبت راست نمایی (LR) انجام گرفت.

جدول ۳: تعیین وقفه مدل VAR

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 انجام گرفت. نتایج جدول (۳) وقفه‌های به دست آمده برای معیارهای آکائیک (AIC)، شوارتز بیزین (SBC)، حنان کوئین (HQC) و آزمون نسبت راست نمایی (LR) را نشان می‌دهد. در این پژوهش از معیار شوارتز بیزین استفاده شده است که جدول (۳) مطابق معیار شوارتز بیزین (SBC) وقفه بهینه یک را نشان می‌دهد. پس نتیجه می‌شود 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 استفاده می‌شود. به خاطر اینکه در آزمون هم‌انباشتگی انگل-گرانجر، فرض می‌شود یک بردار هم‌انباشتگی وجود دارد، در حالی که در یک مدل ممکن است بیش از یک بردار هم‌انباشتگی وجود داشته باشد و این یکی از ضعف اساسی هم‌انباشتگی انگل-گرانجر است: لذا برای برطرف کردن ایرادات روش انگل-گرانجر از روش جوهانسن استفاده می‌شود. با توجه به تعیین وقفه بهینه یک نتایج آزمون جوهانسن در جدول (۴) بر اساس آماره اثر و آماره حداکثر مقدار ویژه نشان می‌دهد؛ یک رابطه بلندمدت در سطح ۰.۹۵ بین متغیرهای تحقیق وجود دارد.

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

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

جدول ۲: بررسی مانایی (ایستایی) متغیرهای پژوهش

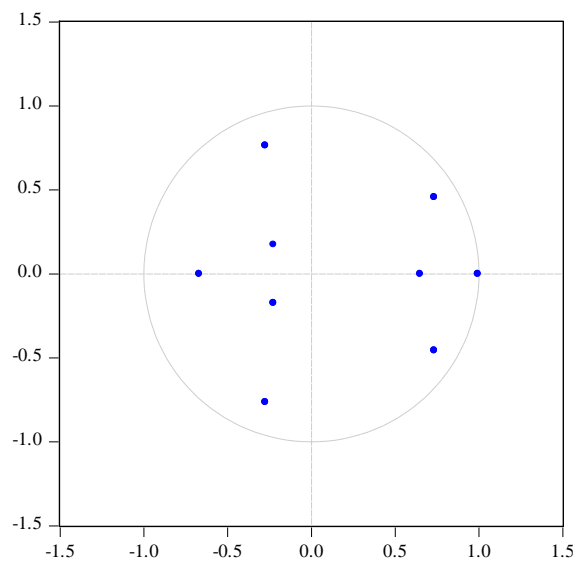
نام متغیر	Prob	آماره			
		t-Statistic	۰/۱۰	۰/۰۵	۰/۰۱
درصد کاربران	۰/۰۰۰۳۳۶*	-۲/۱۴۸	-۱/۶۰۷	-۱/۹۵۹	-۲/۶۸۵
درصد ولدات	۰/۰۰۰۲۸۹*	-۳/۳۶۲	-۳/۶۷۳	-۳/۰۶۵۵	-۳/۹۲۰
درصد پیچیدگی	۰/۰۰۰۰۰۲*	-۴/۴۹۸	-۳/۲۶۸	-۳/۶۵۸	-۴/۴۹۸

جدول (۲) نشان می‌دهد، 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) انجام گرفت. نشان می‌دهد که تمامی ریشه‌ها کوچک‌تر از یک می‌باشند بنابراین مدل از ثبات برخوردار است.

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



نمودار ۴: آزمون ریشه واحد الگوی AR

۴.۴. تعیین طول وقفه مناسب در مدل

برای تعیین تعداد روابط بلندمدت با استفاده از روش جوهانسن لازم است تا ابتدا الگوی خود توضیح برداری متناسب با بردارهای متغیر برآورد شود تا با آزمون ریشه‌های مشخص ماتریس ضرایب حاصل تعداد روابط بلندمدت بین متغیرها تعیین شود. اولین مرحله در برآورد الگوی VAR تعیین وقفه بهینه الگو است. به این منظور ابتدا لازم است وقفه بهینه برای آزمون مشخص شود. این کار با استفاده از معیارهای (AIC)،

اینترنت یک دوره گذشته و واردات کالاهای ICT یک دوره گذشته) توضیح داده شده است.

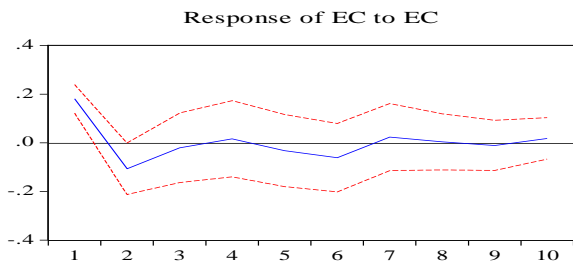
۸.۴. تحلیل عکس‌العمل نسبت به شوک داده‌ها

معمولاً در استنتاج مربوط به یک الگوی خود رگرسیون برداری، به توابع واکنش ضربه‌ای و تجزیه واریانس توجه می‌شود. یک واکنش ضربه‌ای مؤلفه‌های مربوط به متغیرهای درون‌زا را به شوک‌ها با جهش‌هایی که به متغیرهای خاصی وارد می‌شود تفکیک می‌کند. ما تأثیر این شوک را طی برنامه ۱۰ ساله مورد بررسی قرار می‌دهیم.

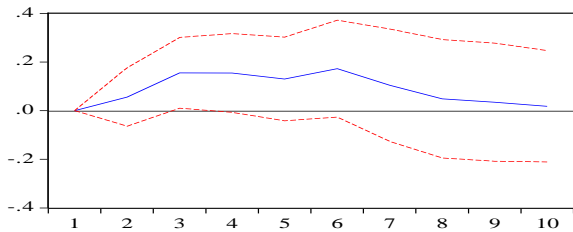
۱.۸.۴. اثر شوک پیچیدگی

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

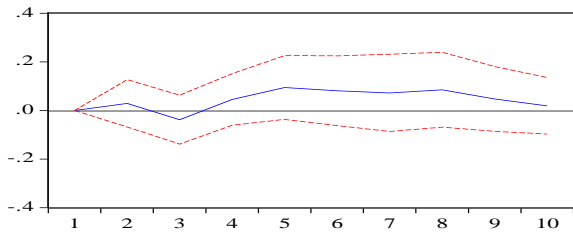
Response to Cholesky One S.D. Innovations ± 2 S.E.



Response of EC to M



Response of EC to T



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 نشان می‌دهد؛ از سال اول الی سال سوم اثر شوک مثبت به صورت صعودی و در حال افزایش می‌باشد، از سال سوم الی پنجم اثر شوک

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 به وسیله روش همجمل جوهانسون مورد بررسی قرار گرفت، به شرح جدول (۵) می‌باشد.

نتایج برآورد رابطه بلندمدت دلالت بر تأثیر مثبت دو متغیر کاربران اینترنت و واردات کالاهای ICT دارد به طوری که با افزایش یک درصدی هر یک 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 قرار می‌دهیم. نتایج و معادله‌های مدل در جدول زیر ارائه شده است. برای تفسیر نتایج انتظار نمی‌رود که کلیه ضرایب برآورده شده مربوط به وقفه متغیرها از نظر آماری معنادار بوده؛ اما ممکن است که ضرایب در مجموع بر اساس آماره F معنادار باشند. به عبارتی در حالت کلی آماره آزمون F معنی‌دار بودن ضرایب را در مجموع تأیید می‌کنند. نتایج معادله به دست آمده 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
R ² = ۰/۸۶۶		F = ۶/۴۸۱	

نتایج جدول (۶) نشان می‌دهد آماره F که بیانگر معناداری کل رگرسیون بوده دلالت بر معنی‌داری کل رگرسیون است. آماره R² که قدرت توضیح‌دهندگی مدل‌ها را بیان می‌کند برابر با ۸۶/۶٪ است. به عبارتی حدود ۸۷٪ از تغییرات متغیر وابسته (درصد پیچیدگی) به وسیله متغیرهای مستقل (درصد پیچیدگی یک دوره گذشته، کاربران

جدول ۷: 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 یک درصدی هر یک از این دو متغیر، میزان پیچیدگی اقتصادی به ترتیب 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 تبیین می‌گردد. در تحلیل عکس‌العمل پیچیدگی اقتصادی به شوک‌ها نتایج نشان می‌دهد که اثر شوک واردات کالاهای ICT بر پیچیدگی اقتصادی در همه سال‌ها مثبت بوده و روند صعودی در سه سال اول و سال پنجم الی ششم مشهود است. در این تحلیل اثر شوک کاربران اینترنت در همه سال‌ها به غیر از سال دوم الی سوم مثبت می‌باشد. روند صعودی از سال اول الی سال دوم و از سال سوم الی سال پنجم مشاهده می‌گردد. همچنین اثر تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات پیچیدگی اقتصادی توسط واردات کالاهای ICT توضیح داده می‌شود. به طوری که این تأثیرپذیری از سال دوم با مقدار ۶/۴۸۸ آغاز شده 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 آغاز می‌گردد، 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 کاهش یافته 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 داشته‌باشد. با توجه به این تأثیر مثبت، پیشنهاد می‌شود که برنامه ریزان اقتصادی در کشور با افزایش تخصیص و تضمین منابع مالی لازم برای سرمایه‌گذاری

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

۳،۸،۴. اثر شوک کاربران اینترنت

نمودار (۵) اثر این شوک بر پیچیدگی اقتصادی را نشان می‌دهد؛ از سال اول الی سال دوم اثر شوک مثبت به صورت صعودی و در حال افزایش می‌باشد، از سال دوم الی سوم اثر شوک منفی به صورت نزولی، از سال سوم الی سال پنجم الی اثر شوک مثبت و صعودی، از سال پنجم الی ه ششم اثر شوک مثبت تقریباً یکنواخت و از سال ه ششم الی دهم اثر شوک مثبت و نزولی است.

۹،۴. تجزیه واریانس مدل

تجزیه واریانس، مقوله‌ای است که بعد از وارد آمدن شوک مطرح می‌شود 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، تجزیه می‌گردد. به عبارتی دیگر، در این مدل این امر را نشان می‌دهد که چند درصد تغییرات متغیر توسط متغیرهای دیگر، توضیح داده می‌شود. لذا می‌توان گفت که تجزیه واریانس به عنوان معیاری بر عملکرد پویایی، قادر است به تعیین بی‌ثباتی هر متغیر در مقابل شوک وارده بر هر یک از متغیرهای دیگر بپردازد، بنابراین برای تعیین سهم بی‌ثباتی ایجاد شده در هر یک از معادلات توسط متغیرها می‌باید از تجزیه واریانس استفاده کرد که در جداول زیر آمده است. در ستون اول جدول SE که خطای پیش‌بینی متغیرهای مربوطه را طی دوره‌های مختلف (۱۰) ساله نشان می‌دهد به دلیل اینکه خطای پیش‌بینی هر سال، روی خطای پیش‌بینی سال بعد تأثیر می‌گذارد، 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 نشان می‌دهد. در سال اول ۱۰۰٪ تغییرات توسط خود متغیر توضیح داده می‌شود. در سال‌های دوم ۹۱/۷۶٪، سال سوم ۶۰/۰۸۳٪، سال چهارم ۴۴/۶۷٪ 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 شروع شده در این سال ۶/۴۸۸٪ می‌باشد. در سال‌های بعدی به ترتیب ۳۶/۷۹۶ درصد؛ ۵۱/۰۱۷۷ درصد و در سال آخر ۵۶/۹۰۸٪ تغییرات، توسط واردات کالاهای مربوط به فناوری اطلاعات و ارتباطات توضیح داده می‌شود. در مورد تأثیرپذیری از کاربران اینترنت که از دوره دوم آغاز می‌گردد، در این سال ۱/۷۵۰٪ بوده و در سال‌های بعد به ترتیب ۳/۱۱۹٪؛ ۴/۳۰۶٪ و در سال دهم ۱۷/۵۱۰٪ تغییرات توسط کاربران اینترنت توضیح داده می‌شود. نتیجه آن است که بیشترین تغییرات درصد پیچیدگی اقتصادی توسط واردات کالاهای ICT توضیح داده می‌شود.

- 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 Journal of Applied Economics*, 11 (39), 1-22. [Persian]
- [9] Nematl, 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., Pourasmal, 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 Journal 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. *Repèreset Perspectives Economiques*, 6(1).
- [19] Moreno-Casas, V., & Bagus, P. (2022). Dynamic efficiency and economic complexity. *Economic Affairs*, 42(1): 115-134.
- 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 متحول شوند، بسیار بوده و از این رو فضا و پتانسیل برای بهبود وضعیت پیچیدگی اقتصادی به واسطه 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 اعمال کنند. قرارگرفتن بخشی از درآمد ارزی حاصل از صادرات نفتی در مسیر تأمین یا واردات کالاهای ICT می‌تواند در جهت بهبود وضعیت پیچیدگی اقتصادی مثرتر واقع گردد.

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*

- [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.edu/> & <http://atlas.cid.harvard.edu/>
- [24] Noferești, M. (1994). Statistics in economics and business. *Rasa Publishing*. [Persian]