New Economy and Trade, Institute for Humanities and Cultural Studies (IHCS)
Quarterly Journal, Vol. 15, No. 1, Spring 2020, 119-149
doi: 10.30465/jnet.2020.5826

Simulation of interactions of information and communication technology (ICT) and Gross Domestic Production (GDP) with system dynamics approach

Melika Mehrkam*

Mohammad taghi Taghavifard, Esfandiar Jahangard***, Ameneh Khadivar******

Abstract

Considering the various variables affecting the relationship between information and communication technology and GDP growth and the interaction and non-linear effects of these variables on each other, it is necessary to provide a model to predict the favorable or unfavorable effects of ICT policies on GDP using simulation. The present study examines the interrelationships of information and communication technology variables and macroeconomic variables with a systemic approach and using system dynamics methodology. After examining the reference modes of the variables, the cause and effect model is designed and the feedback and then the rate and stock variables are identified and the stock-flow model is created. The results of model implementation have been able to cover reference modes well. The model designed in this research can be used for macro decisions and policy making in the field of information technology.

Keywords: Information and Communication Technology, Gross Domestic Production, Growth Accounting, Systemic Approach, System Dynamics.

JEL Classification: C61 ،M41 ،O1

* PhD Student in Information Technology Management, Allameh Tabataba'i University (Corresponding Author), mehrkam921@atu.ac.ir

** Associate Professor, Department of Industrial Management, Allameh Tabataba'i University, taghavifard@atu.ac.ir

*** Associate Professor, Department of Theoretical Economics , Allameh Tabataba'i University, jahangard@atu.ac.ir

**** Associate Professor of Management, Alzahra University, a.khadivar@alzahra.ac.

Date of receipt: 12/1/2020, Date of acceptance: 21/4/2020

Copyright © 2010, IHCS (Institute for Humanities and Cultural Studies). This is an Open Access article. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/ or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

اقتصاد و تجارت نوین، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
فصل‌نامهٔ علمی (مقالهٔ علمی ـ پژوهشی)، سال پانزدهم، شمارهٔ اول، بهار ۱۳۹۹، ۱۲۱ – ۱۴۹

شبیه‌سازی تأثیرات متقابل فناوری اطلاعات و ارتباطات و تولید ناخالص داخلی با رویکرد سیستم داینامیک

ملیکا مهرکام*

محمدتقی تقوی فرد، اسفندیار جهانگرد***، آمنه خدیور*****

چکیده

با توجه به متغیرهای متعدد تاثیرگذار بر رابطه بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد تولید ناخالص داخلی و تاثیرات متقابل و غیر خطی این متغیرها بر یکدیگر، لازم است مدلی ارائه شود تا بتوان تاثیرات مطلوب یا نامطلوب سیاستهای حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات را بر تولید ناخالص داخلی با استفاده از شبیه سازی پیش بینی کرد. پژوهش حاضر با رویکرد سیستمی و استفاده از روش سیستم داینامیک روابط متقابل متغیرهای فناوری اطلاعات و ارتباطات و متغیرهای کلان اقتصادی را مورد بررسی قرار داده است. پس از بررسی رفتارهای مرجع متغیرها، مدل علت و معلولی طراحی و بازخورها و در ادامه متغیرهای جریان و انباشت شناسایی شده و مدل انباشت- جریان ایجاد شده است. نتایج اجرای مدل به خوبی توانسته است رفتارهای مرجع را پوشش دهد. مدل طراحی شده در این پژوهش می‌تواند به منظور تصمیم‌گیری‌های کلان و سیاستگذاری در حوزه فناوری اطلاعات مورد استفاده قرارگیرد.

* دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات، دانشگاه علامه طباطبائی (نویسندهٔ مسئول)، mehrkam921@atu.ac.ir
** دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشگاه علامه طباطبائی، taghavifard@atu.ac.ir
*** دانشیار گروه اقتصاد نظری، دانشگاه علامه طباطبایی، jahangard@atu.ac.ir
**** دانشیار گروه مدیریت، دانشگاه الزهرا، a.khadivar@alzahra.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۲، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۰۲

Copyright © 2018, IHCS (Institute for Humanities and Cultural Studies). This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International, which permits others to download this work, share it with others and Adapt the material for any purpose

کلیدواژه‌ها: فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا)، تولید ناخالص داخلی، حسابداری رشد، رویکرد سیستمی، سیستم داینامیک
طبقه‌بندی JEL: C61، M41، O11

۱. مقدمه، بیان مسئله و ضرورت پژوهش

در سطح اقتصاد خرد، سرمایه‌گذاری در فاوا، شرکت‌ها را قادر می‌سازد بهره‌وری و در نتیجه کارایی تولید را افزایش دهند. در سطح کلان اقتصادی، سرمایه‌گذاری‌ها در فاوا منجر به افزایش بهره‌وری کل عوامل می‌شود (کومار و همکاران، ۲۰۱٦).

در میان شاخص‌های اقتصاد کلان، تولید ناخالص داخلی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا نه تنها به‌عنوان مهم‌ترین شاخص عملکرد اقتصادی می‌تواند تجزیه و تحلیل‌های صحیحی را پیش روی کارشناسان اقتصادی قرار دهد، بلکه بسیاری از دیگر شاخص‌های کلان اقتصادی به طور مستقیم یا غیرمستقیم به محاسبه و برآورد این شاخص وابسته هستند.

بانک جهانی با بررسی ۷٤ کشور جهان و تحلیل متوسط تغییرات اقتصادی آنها در طول سه دهه به این نتیجه رسید که بین فناوری‌اطلاعات‌وارتباطات و رشد تولید ناخالص داخلی وابستگی شدیدی وجود دارد به گونه‌ای که با سرمایه‌گذاری در فاوا می‌توان رشد تولید ناخالص داخلی را افزایش داد. این اثر می‌تواند تا ٤ درصد و حتی بیشتر برای کشورهایی که زیرساخت مناسب فاوا دارند باشد. همچنین در این بررسی‌ها نشان داده شد در کشورهای عضو OECD محصولات تولیدی فاوا و خدمات مربوط به آن بین ۳ تا ۵ درصد کل تولید ناخالص داخلی را در این کشورها به خود اختصاص می‌دادند.

در بند ۲۸ بخش مربوط به امور اقتصادی سیاست‌های کلی برنامه ششم توسعه کشور «اولویت دادن به حوزه‌های راهبردی صنعتی از قبیل فاوا و افزایش ضریب نفوذ فناوری‌های پیشرفته در آن‌ها» و بند ۳۷ بخش مربوط به امور فاوا «افزایش سهم سرمایه‌گذاری زیرساختی در حوزه فاوا تا رسیدن به سطح کشورهای برتر منطقه» مورد تاکید قرار گرفته است. همچنین در سند راهبردی ارتباطات و فناوری اطلاعات برنامه ششم توسعه به «افزایش ارائه خدمات نوین و با ارزش افزوده ارتباطات و فناوری اطلاعات» و در سیاست‌های بیان شده در این سند به «اولویت به‌کارگیری محصولات راهبردی تولید داخل در ارتباطات و فناوری اطلاعات» اشاره شده است. وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات نیز

به عنوان متولی حاکمیت و توسعه فاوا در کشور بر لزوم افزایش سهم فاوا در زنجیره اقتصادی کشور و دستیابی به سهم ۱۹/٤ درصدی ارزش افزوده فاوا از رشد ۸ درصدی ارزش افزوده کل اقتصاد تا پایان برنامه ششم توسعه تاکید کرده است.

با توجه به اینکه فاوا جزء اولویت‌های اول در سند چشم انداز کشور است و یکی از اهداف اصلی سند چشم‌انداز دستیابی به جایگاه کشور اول منطقه در علم و فناوری است، تعیین عوامل و مولفه‌های موثر بر نقش فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی، بررسی روابط متقابل و علت و معلولی بین این عوامل و نحوه اثرگذاری عوامل تعیین شده بر نقش فاوا و یافتن سیاست‌های اجرایی مناسب در زمینه فاوا و اصلاح آن‌ها در صورت نیاز از اهمیت زیادی برخوردار است. بدین منظور و برای دستیابی به اهداف تعیین شده در اسناد بالادستی، ارائه مدلی جامع که چگونگی اثرگذاری عوامل و مولفه‌های متعدد را بر نقش فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی تحلیل کند تا بر مبنای آن بتوان به سناریوهایی برای بهبود ایفای این نقش دست یافت، ضروری است.

از آنجایی که عوامل و مولفه‌های متعددی بر ایفای نقش فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی موثرند و نحوه اثرگذاری این عوامل، به طور مستقیم و غیرمستقیم، بر یکدیگر در تحلیل این نقش از اهمیت زیادی برخوردار است، در پژوهش حاضر قصد بر آن است تا با رویکرد سیستم داینامیک، عوامل مهم تاثیرگذار بر نقش فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی و روابط متقابل و تاثیر علت و معلولی آن عوامل بر هم تعیین شده و مدل علت و معلولی تحلیل نقش فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی طراحی شود. بدین منظور ابتدا چارچوب نظری و پیشینه پژوهش مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس به معرفی روش سیستم داینامیک به عنوان روش پژوهش پرداخته می‌شود. در مرحله بعد متغیرهای مهم تاثیرگذار بر نقش فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی، روابط بین آن متغیرها و نحوه تاثیرگذاری متغیرها بر یکدیگر بر اساس مبانی نظری شناسایی شد و فرضیه های پویا و نمودارهای علت و معلولی شکل گرفت. در نهایت با کمی سازی روابط متغیرها و شناسایی متغیرهای جریان و انباشت، نمودار انباشت – جریان ارائه شده است.

۲. پیشینه و چارچوب نظری پژوهش

۱.۲ مبانی نظری پژوهش

۱.۱.۲ فناوری اطلاعات و ارتباطات

سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (OECD) و اتحادیه جهانی فناوری اطلاعات و خدمات (WITSA)، فناوری اطلاعات و ارتباطات را مشتمل بر حوزه‌های سخت‌افزار، نرم‌افزار، ارتباطات و خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات تعریف می‌کنند.

از آنجایی که تعریف این دو نهاد از فناوری اطلاعات و ارتباطات نسبت به سایر تعاریف ارائه شده از جامعیت بیشتری برخوردار است و سایر تعاریف را پوشش می‌دهد و به دلیل اینکه این تعریف از جانب نهادهای معتبر بین‌المللی و مبتنی بر استاندارد بین المللی طبقه‌بندی صنعتی فعالیت‌های اقتصادی (ISIC) ارائه شده است، در پژوهش حاضر فاوا مبتنی بر این تعریف در نظر گرفته می‌شود. بنابراین مدل علت و معلولی در این پژوهش بر اساس زیر سیستم‌های سخت افزار، ارتباطات و خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات طراحی می‌شود. خدمات تجارت الکترونیکی به عنوان خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲.۱.۲ تولید ناخالص داخلی

معیار کلیدی ارزیابی وضعیت اقتصاد، تولید ناخالص داخلی است. تولید ناخالص داخلی، مجموع ارزش کالاها و خدمات تولید شده در داخل کشور در بازه زمانی معین است. تولید ناخالص داخلی از مفهوم ارزش افزوده استخراج می‌شود. هر بخش، تنها مقداری از تولید ناخالص داخلی را خلق می‌کند که برابر با ارزشی است که در جریان فرآیند تولید محصول در آن بخش خلق شده است. این ارزش افزوده، از طریق کسر ارزش مواد اولیه و کالاهای واسطه‌ای از درآمد ایجاد شده برای بخش حاصل می‌شود(اروینگ جونز،۲۰۱۱).

$$(۱)\ \mathrm{GDP}=\sum_{i=1}^{n} \mathrm{VA_i} = \mathrm{VA_{agriculture}} + \mathrm{VA_{mine}} + \mathrm{VA_{industry}} + \cdots + \mathrm{VA_{ICT}} + \cdots$$

۳.۱.۲ حسابداری رشد

برآورد تأثیر سرمایه‌گذاری فاوا در سه روش اصلی در ادبیات مورد توجه قرار گرفته است: برآورد تابع تولید، حسابداری رشد و تئوری رشد کاربردی(مرادی و همکاران،۱۳۹۱).

از آنجایی که با توجه به چارچوب مفهومی پژوهش حاضر، قصد بر آن است که تاثیر سرمایه‌گذاری در فاوا بر رشد تولید ناخالص داخلی سنجیده شود، از روش حسابداری رشد استفاده می‌شود. یکی از روش‌هایی که مدل‌های رشد از طریق آن استفاده می‌شوند، تعیین منابع رشد در اقتصادی معین و چگونگی تغییرات احتمالی آنها طی زمان است. این تکنیک، حسابداری رشد نامیده می‌شود. در چارچوب حسابداری رشد تابع تولید به صورت معادله (۲) است:

$$(۲)\ Y_t=(Y_t^{ICT},Y_t^{\circ})=A_tF(C_t,K_t,H_t,N_t)$$

t بیانگر زمان، Y نشان‌دهنده ارزش افزوده کل، Y_t^{ICT} ارزش افزوده کالاها و خدمات فاوا است و Y_t° نشان‌دهنده دیگر تولیدات است. تولید با نهاده‌های سرمایه‌ای فاوا یعنی C و دیگر انواع سرمایه فیزیکی K (سرمایه غیرICT)، سرمایه انسانی H و N نیروی کار انجام می‌گیرد. A_t نیز بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) است.

۴.۱.۲ سیستم داینامیک

با توجه به تعدد روش‌های اثرگذاری فاوا بر رشد تولید ناخالص داخلی به نظر می‌رسد تنها اکتفا کردن به محاسبه ارزش افزوده فاوا در اقتصاد، موجب می‌شود عوامل متعدد و روابط علت و معلولی حاکم بر چگونگی تاثیر این عوامل بر یکدیگر، که بر تغییر سهم تولید کالاها و خدمات فاوا (w_{ICT})، جهت بهبود و افزایش سهم فاوا در رشد اقتصادی، موثرند نادیده گرفته شود. بنابراین برای اینکه بتوان این سهم را بهبود بخشید باید با استفاده از رویکردی مناسب، نحوه تعامل و روابط علت و معلولی عوامل متعدد مؤثر بر سهم فاوا بر تولید ناخالص داخلی مدلسازی شود و در نهایت باتوجه به روابط متقابل میان عوامل و چگونگی اثر آنها بر سهم فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی سیاست‌های مناسبی جهت بهبود این سهم پیشنهاد گردد. از آنجایی که در این پژوهش قصد بر آن است میزان تاثیر سرمایه‌گذاری در فاوا بر رشد تولید ناخالص داخلی مورد بررسی قرارگیرد، تابع تولید حسابداری رشد که در ادبیات اقتصادی روشی برای تخمین تاثیر سرمایه‌گذاری فاوا بر رشد تولید ناخالص داخلی است مورد استفاده قرار می‌گیرد. پس از انتخاب تابع تولید، باید رویکردی مناسب برای مدلسازی نقش فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی به کارگرفت. روش‌های

اقتصادسنجی روابط ایستا بین متغیرهای اقتصادی را توضیح می‌دهند و ساختار پویای داده‌ها را لحاظ نمی‌کنند و تاثیر غیرمستقیم عوامل بر هم را نشان نمی‌دهند.

با توجه به کارکرد روش سیستم داینامیک و از آنجایی که فاوا یک حوزه پویا است و همواره با تغییرات مستمر مواجه است و عوامل و مولفه‌های متعدد و متنوعی وجود دارند که نحوه تعامل و روابط متقابل آنها در نقش فناوری‌اطلاعات و ارتباطات در رشد تولید ناخالص داخلی اثر می‌گذارد، استفاده از این روش، به دلیل ایجاد درکی از روابط بین عوامل و نحوه تاثیرگذاری آنان بر یکدیگر و بر سهم فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی و پیشنهاد سیاست‌هایی برای بهبود این نقش، مناسب است.

۲.۲ پیشینهٔ پژوهش

بیشتر مطالعات انجام شده در مورد رابطه فاوا و رشد، تجزیه و تحلیل دو بعدی را به کار می‌برند، یعنی تنها دو متغیر فاوا و تولید ناخالص داخلی در تخمین‌ها مشخص می‌شود. اما رویکرد دوبعدی در معرض برخی نقدها است زیرا به طور موثر هرگونه سوگیری ناشی از متغیرهای حذف شده را که می‌توانند قابل تعویض با یکدیگر باشند نادیده می‌گیرد. در مورد رابطه فناوری‌اطلاعات و ارتباطات و رشد نیز رویکرد دو بعدی با توجه به اینکه اثرات جایگزینی بین فاوا و دیگر عوامل تولید را نادیده می‌گیرد ممکن است نتیجه‌های اشتباه به دست آورد(ایشیدا، ۲۰۱۵).

مشیری و همکاران(۱۳۹۷) با به‌کارگیری الگوی جدول داده-ستانده به بررسی آثار سرمایه‌گذاری در بخش فاوا بر بخش‌های تولیدی صنعتی و خدماتی کشور پرداختند و با استفاده از شاخص میانگین طول انتشار، فاصله اثرگذاری سرمایه‌گذاری در فاوا تا سایر بخش‌ها را تعیین کردند. نتایج نشان می‌دهد تولید بخش فاوا سهم کمی از تولید اقتصاد کشور دارد و سهم فاوا صنعتی از کل تولید ۱/۸ و سهم فاوا خدماتی۱/۳ است.

جهانگرد و علینقی(۱۳۹۷) به بررسی رابطه علیت میان سرمایه‌گذاری فاوا و رشد بهره‌وری نیروی کار با استفاده از یک مدل پویای پانل و تخمین‌زن گشتاورهای تعمیم یافته در ٤٨ کشور شامل ۲۵ کشور توسعه یافته و ۲۳ کشور در حال توسعه طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ پرداختند. نتایج نشان می‌دهد رابطه مثبت و معنی‌داری میان سرمایه‌گذاری فاوا و رشد بهره‌وری نیروی کار برقراراست و رابطه علیت در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته دو طرفه است.

دانشمند و ستاریفر(۱۳۹۷) تاثیر اینترنت را بر بهره‌وری نیروی کار ایران طی سال‌های ۱۳٦۸ تا ۱۳۹٤ با استفاده از الگوی خود رگرسیون با وقفه توزیعی (ARDL) بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهد سهم سرمایه سرانه در بهره‌وری نیروی کار درکوتاه مدت تقریبا ۱/۳۲ درصد و معنی‌دار است. اثر سرانه اینترنت بر بهره‌وری نیروی کار درکوتاه مدت مثبت و غیرمعنی‌دار و در بلندمدت مثبت و در سطح ۱۰ درصد معنی‌دار است. همچنین رابطه علیت دوطرفه بین سرانه اینترنت و بهره‌وری نیروی کار وجود دارد.

هفتو (Haftu,2018) تاثیر تلفن همراه و اینترنت را بر تولید ناخالص داخلی سرانه در جنوب صحرای آفریقا برای دوره ۲۰۰٦ تا ۲۰۱۵ با استفاده از روش تعمیم یافته برآورد لحظه‌ای (GMM) دو مرحله‌ای قوی و روش داده‌های پانل٤۰ کشور بررسی کرد. نتایج نشان داد رشد در نفوذ تلفن همراه به طور قابل توجهی به تولید ناخالص داخلی سرانه منطقه پس از کنترل تعدادی از متغیرهای دیگر کمک می‌کند. دسترسی به تلفن‌های همراه از طریق افزایش درآمد سرانه جمعیت نقش حیاتی در کاهش سطح فقر منطقه ایفا می‌کند. اما در دوره مورد مطالعه اینترنت به تولید ناخالص داخلی سرانه کمک نمی‌کند.

الم و همکاران (Alam et al.,2019) رابطه بین نفوذ باند پهن و رشد اقتصادی را با استفاده از داده‌های پانل ۱۰ کشور آسیایی طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ و با رویکرد مدلسازی معادلات ساختاری از طریق روش رگرسیون حداقل مربعات و روش تعمیم یافته برآورد لحظه‌ای مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد خدمات پهن باند در کشورهایی که تولید ناخالص داخلی بالاتری دارند بیشتر است. مطالعه نشان می‌دهد نرخ افزایش نفوذ پهن باند در کشورهای آسیای جنوبی کندتر از کشورهای خارج این منطقه و دارای تولید ناخالص داخلی بالاتر است، درحالیکه استفاده از تلفن همراه در این کشورها چنین اختلافی را نشان نمی‌دهد.

۳. روش پژوهش

با توجه به اینکه هدف پژوهش حاضر تحلیل روابط علت و معلولی بین متغیرهای تاثیرگذار بر نقش فاوا بر رشد تولید ناخالص داخلی و پیشنهاد راهکارهایی جهت بهبود و بهینه‌سازی این نقش است، این پژوهش از نظر هدف، پژوهش توسعه‌ای- کاربردی محسوب می‌شود و از آنجایی که در این پژوهش به توصیف رابطه میان عوامل تاثیرگذار بر نقش فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی و چگونگی تغییرات مهم‌ترین متغیرهای فاوا موثر در رشد تولید

ناخالص داخلی در طول زمان پرداخته می‌شود بـه روش توصـیفی طـولی از نـوع پیمایشـی انجام شده‌است.

برای حل مسئله‌ای که در دنیای واقعـی وجـود دارد مـی‌تـوان بـر اسـاس یـک مـدل از پدیده‌های دنیای واقعی تحلیل، تصمیم‌گیری و اقدام کرد و عنصر مهـم در ایـن میـان شـیوه نگرش به دنیای واقعی است. نگرش سیستمی، رویکردی جامع‌نگر اسـت کـه بـه پدیـده در طول زمان نگاه می‌کند و به دنبال تبیین عوامل و اجزائـی اسـت کـه در تعامـل بـا هـم یـک ساختار را به وجود می‌آورند و پدیده را شکل می‌دهند. در دیدگاه پویا، به تغییـرات در یـک گستره زمانی بلندتر نگاه می‌شود به طوری که روند تغییر متغیرهـای مـرتبط دیـده مـی‌شـود (مشایخی،۱۳۹٦).

روش سیستم داینامیک در پژوهش حاضر یک رویکـرد ترکیبـی اسـت کـه تعـدادی از مراحل آن ماهیت کیفی و تعدادی دیگر ماهیت کمی دارند. در شکل ۱ مراحـل ۹،۸ و ۱۱ از ماهیت کمی و سایر مراحل از ماهیت کیفی برخوردارند.

شکل۱- چرخه فرآیند انجام پژوهش با رویکرد سیستم داینامیک

۱.۳ جامعه آماری و روش نمونه‌گیری

جامعه آماری پژوهش خبرگان حوزه فاوا، اقتصاد کلان و اقتصاد دیجیتال دارای مدرک تحصیلی دکتری و حداقل ۵ سال سابقه فعالیت در حوزه‌های مذکور و از اساتید دانشگاه یا شاغل در دستگاه‌های اجرایی می‌باشند که با روش نمونه‌گیری گلوله برفی انتخاب می‌شوند.

۲.۳ روش گردآوری داده‌ها

همانطور که پیش‌تر ذکر شد روش سیستم داینامیک در دسته‌بندی روش‌های پژوهش ترکیبی (شامل روش‌های کیفی و کمی) قرار می‌گیرد. در بخش کیفی پژوهش، برای دستیابی به اطلاعات مورد نیاز ابتدا با استفاده از روش کتابخانه‌ای اقدام به مطالعه کتاب‌ها، نشریه‌ها و مقاله‌های داخلی و خارجی وگزارش‌های ملی و بین‌المللی در حوزه فاوا و بررسی وب سایتهای معتبر گردید و متغیرها و عوامل مهم تاثیرگذار بر نقش فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی و روابط میان آنها شناسایی شد و بر اساس این مطالعات نمودارهای زیرسیستم و مدل اولیه علت و معلولی متغیرها ایجاد شد. سپس نمودارها و مدل اولیه در اختیار تعدادی از خبرگان حوزه فاوا و اقتصاد قرار گرفت و از طریق برگزاری جلسات مصاحبه نمودارها و مدل اصلاح و تکمیل شد و به تایید خبرگان رسید. پس از آن مدل انباشت و جریان طراحی شد و اعتبار مدل طراحی شده از منظر خبرگان مورد تایید قرار گرفت (اعتبارسنجی ساختاری).

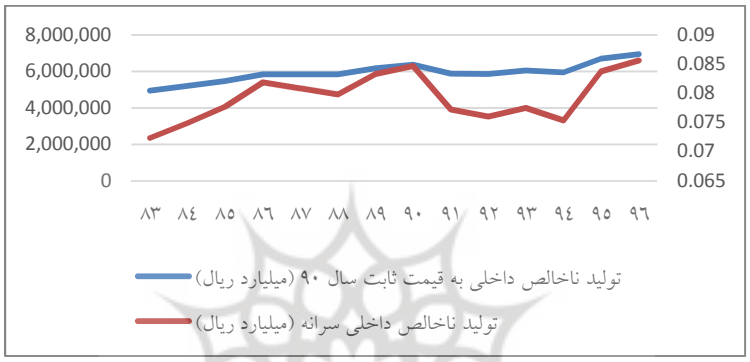
داده‌ها از مراجع گزارش‌های معتبر ملی و بین المللی از جمله گزارش‌های مرکز آمار ایران، بانک اطلاعاتی سری زمانی بانک مرکزی، درگاه پایش شاخص‌های فاوا، بانک جهانی (WDI)، اتحادیه جهانی مخابرات (ITU)، بانک اطلاعات کل اقتصاد (TED) و اتحادیه جهانی فناوری اطلاعات و ارتباطات گردآوری شده است.

٤. یافته‌های پژوهش

۱.۴ شناسایی رفتار متغیرهای مرجع

در میان شاخص های عملکردی اقتصاد کلان، میزان تولید ناخالص داخلی یکی از مهم‌ترین شاخص‌ها است. تولید ناخالص داخلی بنا به تعریف مجموع ارزش کالاها و خدماتی است که طی یکسال در یک کشور تولید می‌شود. شاخص دیگر، تولید ناخالص داخلی سرانه

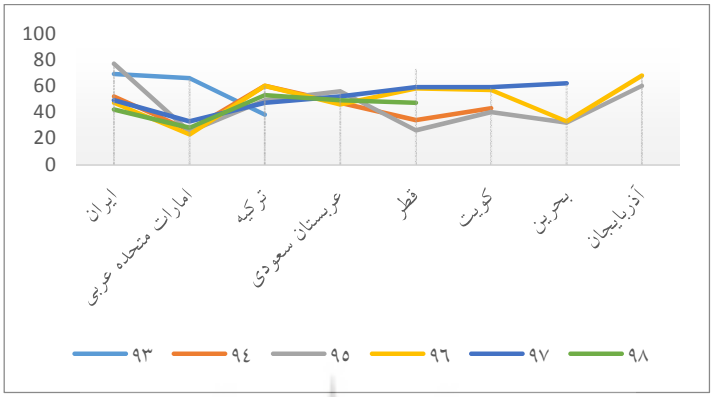
است که میزان تولید به ازای هر نفر را به صورت سرانه نشان می‌دهد. شکل ۲ نشان می‌دهد از سال ۸۳ تا ۹۰ تولید ناخالص داخلی، به غیر از کاهش جزئی در سال ۸۷ روند صعودی داشته و طی سال‌های برنامه پنجم توسعه (سال های ۹۰ تا ۹٤) با افت و خیز همراه بوده و در سال های ۹۵ و ۹٦ به رشد خود ادامه داده است. روند تولید ناخالص داخلی سرانه نیز که متاثر از تولید ناخالص داخلی و جمعیت کشور است به تبعیت از تولید ناخالص داخلی تغییر کرده است.



شکل۲- مقایسه GDP و GDP سرانه (منبع: بانک مرکزی)

گزارش ۲۰۱۷ شاخص تجارت الکترونیکی کسب و کار با مصرف کننده (B2C) منتشر شده توسط آنکتاد (UNCTAD) که اولین بار در قالب گزارش اقتصاد اطلاعات در سال ۲۰۱۵ منتشر شد و سپس در آوریل ۲۰۱٦ به روز رسانی گردید منعکس کننده فرآیندهای درگیر در خرید آنلاین از نوع B2C است و شامل چهار شاخص دسترسی به سرورهای امن اینترنت، استفاده از اینترنت، درصد نفوذ حساب‌های بانکی و قابلیت اطمینان پستی می‌شود. شکل ۳ رتبه شاخص تجارت الکترونیکی B2C ایران و کشورهای همسایه را نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است جایگاه ایران در انتهای برنامه پنجم توسعه (سال ۹٤) پایین‌تر از کشورهای همسایه نظیر امارات متحده عربی، عربستان سعودی، قطر و کویت و بالاتر از ترکیه بود. در آغاز برنامه ششم توسعه (سال ۹۵) رتبه ایران با ۲۵ واحد افزایش به ۷۷ رسید و پایین‌تر از تمام کشورهای همسایه مورد بررسی قرار گرفت. اما پس از آن و طی سال‌های ۹٦ تا ۹۸ رتبه ایران با کاهش چشمگیری همراه بود به طوریکه در سال ۹٦ ایران به لحاظ تجارت الکترونیکی B2C با رتبه ٤۷ بالاتر از کشورهای ترکیه، قطر و کویت، در سال ۹۷ با

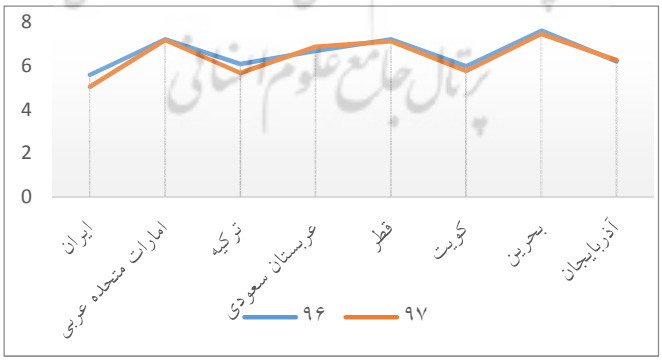
کسب رتبه ٤٩ بالاتر از کشورهای عربستان، قطر، کویت و بحرین و در سال ۹۸ بـا رتبـه ٤٢ بالاتر از کشورهای ترکیه، عربستان و قطر قرار گرفت.



شکل۳- مقایسه شاخص تجارت الکترونیکی B2C بین ایران و کشورهای همسایه (منبع: آنکتاد)

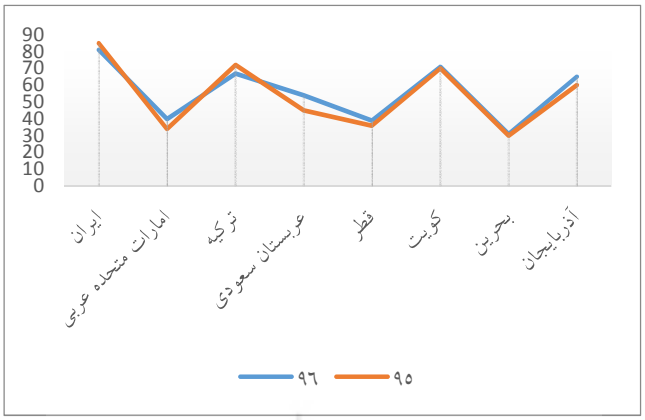
شاخص توسعه فاوا در سال ۲۰۰۸ توسط اتحادیـه جهـانی مخـابرات ارائـه شـد و یـک شاخص مرکب است که از ترکیب ۳ شاخص دسترسی به فاوا، استفاده از فـاوا و مهـارت در فاوا و ۱۱ زیرشاخص در سطح جهـانی طراحـی شـده و مـنعکس کننـده تغییـرات سـطوح مختلف توسعه فاوا کشورها است.

شکل ٤ ارزش شاخص توسعه فاوا و شکل ۵ رتبه شاخص توسعه فاوا را بـرای ایـران و کشورهای همسایه نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود ارزش شـاخص توسـعه فـاوا ایران در سال های متوالی ۹۵ و ۹٦ از سایر کشورهای همسـایه کمتـر و بـر اسـاس رتبـه در جایگاه پایینتر از سایر کشورها قرار گرفته است.



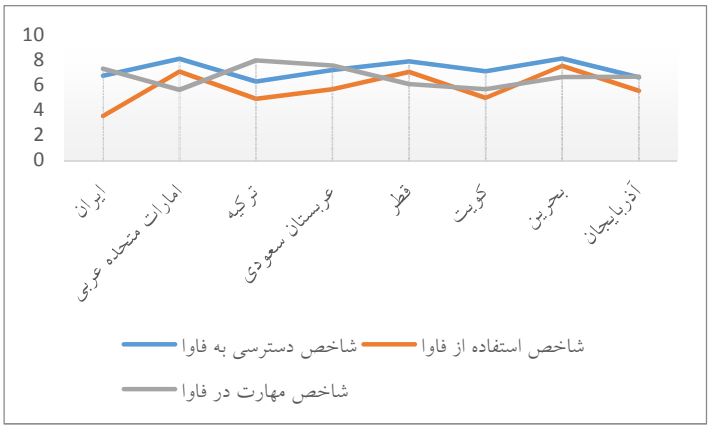
شکل۴- مقایسه ارزش شاخص توسعه فاوا بین ایران و کشورهای همسایه

(منبع: اتحادیه جهانی مخابرات)



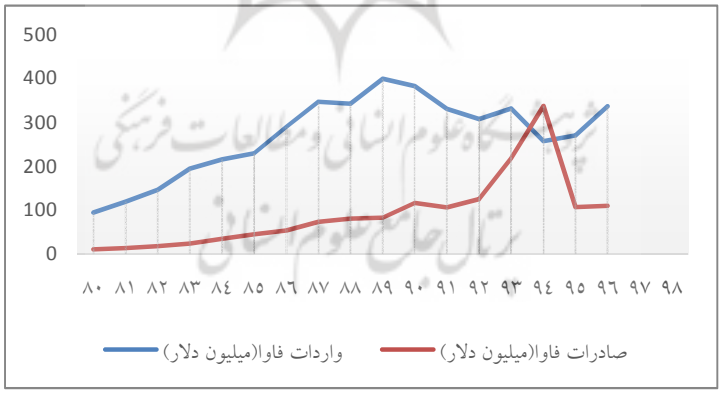
شکل۵- مقایسه رتبه شاخص توسعه فاوا بین ایران و کشورهای همسایه (منبع: اتحادیه جهانی مخابرات)

همچنین شکل ٦ وضعیت ایران را در شاخص‌های دسترسی به فاوا، استفاده از فاوا و میزان مهارت در فاوا در سال ۹٦ نسبت به کشورهای همسایه نشان می‌دهد. بر اساس آمار اعلام شده از سوی اتحادیه جهانی مخابرات، بحرین در شاخص‌های دسترسی به فاوا (۸/۱٤) و استفاده از فاوا(۷/۵۳) کشور اول منطقه است و ایران در شاخص دسترسی به فاوا با مقدار ٦/۷٤ در سال ۹٦ فاصله زیادی با کشور اول منطقه دارد و بعد از کشورهای بحرین، امارات متحده عربی، قطر، عربستان سعودی و کویت قرار می‌گیرد. وجود انحصار شرکت مخابرات ایران در لایه دسترسی می‌تواند باعث ایجاد فاصله زیاد در شاخص دسترسی به اینترنت نسبت به کشور اول منطقه شده باشد. ایران در شاخص استفاده از فاوا با مقدار ۳/٥٤ بعد از همه کشورهای مورد مقایسه و در جایگاه آخر قرار می‌گیرد. در شاخص میزان مهارت در فاوا نیز ایران با مقدار ۷/۳۲ بعد از کشورهای ترکیه و عربستان در جایگاه سوم قرار گرفته است.



شکل۶- مقایسه زیرشاخص های توسعه فاوا بین ایران و کشورهای همسایه (منبع: اتحادیه جهانی مخابرات)

شکل ۷ میزان واردات و صادرات فاوا را نشان می‌دهد. طبق آمار اعلام شده بانک مرکزی، از سال ۹۲ تا ۹٤ میزان صادرات با شیب تندی روند صعودی داشته و در پایان برنامه پنجم (سال ۹٤) به بیشترین مقدار خود رسیده و از واردات پیشی گرفته است. اما پس از آن با شیب نزولی کاهش یافته و در آغاز برنامه ششم توسعه (سال ۹۵) به کمتر از مقدار خود در ابتدای برنامه پنجم توسعه (سال ۹۰) رسیده است.



شکل۷- مقایسه میزان صادرات و واردات فاوا بین ایران و کشورهای همسایه (منبع: اتحادیه جهانی مخابرات)

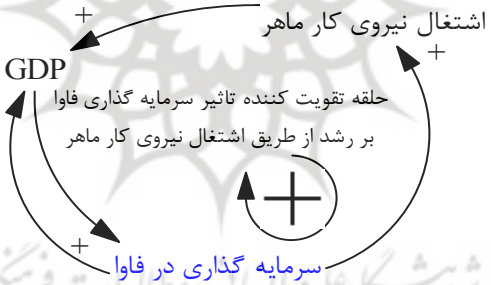
۲.۴ نمودارهای علت و معلولی

در این بخش برخی از مهم‌ترین نمودارهای علت و معلولی که بـر مبنـای فرضـیه‌هـای پویـا ترسیم شده‌اند توضیح داده می‌شود.

۱.۲.۴ عوامل اقتصاد کلان تاثیرگذار بر رشد تولید ناخـالص داخلـی از طریـق عوامـل فاوا

۱.۱.۲.۴ زیرسیستم اقتصاد کلان

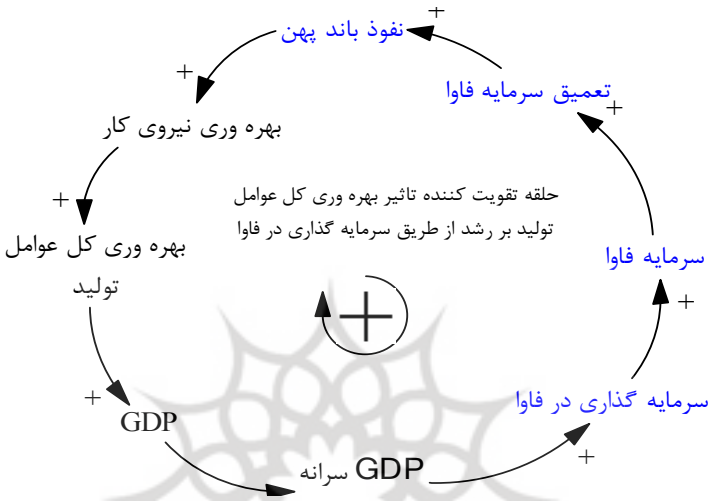
فرضیه پویای ۱: سرمایه‌گذاری در فناوری باند پهن در محـل کـار بـه رشـد اسـتخدام و رشد تولید ناخالص داخلی منجر می‌شود (جیمـنس،۲۰۱٤). بـین اشـتغال و فنـاوری رابطـه مثبت وجود دارد و با پیشرفت فناوری، سـهم اشـتغال نیـروی کـار مـاهر افـزایش مـی‌یابـد (جهانگرد و طائی،۱۳۹۲). تاثیر نیروی کار ماهر بر تولید مثبت و معنی‌دار است. تاثیر نیـروی کار ماهر و غیرماهر بر تولید مثبت و معنی‌دار است و اثر نیروی کار ماهر ۰/۰٤ بیشـتر اسـت (مشیری،۱۳۹٦).



شکل۸- حلقه تقویت کننده تاثیر سرمایه‌گذاری فاوا بر رشد GDP

فرضیه پویای۲: سرمایه‌گذاری در فاوا میزان سرمایه فاوا را افـزایش مـی‌دهـد و موجـب تعمیق سرمایه فاوا و نفوذ باند پهن می‌شود و بهره‌وری نیروی کار را افزایش می‌دهـد. نفـوذ باند پهن، بهره‌وری کارکنان را بسته به صنعت، بین ۵ تـا ۱۰ درصـد افـزایش مـی‌دهـد و بـه واسطه فعالیت‌های دانش بنیان جدید ناشی از قابلیت‌های بانـد پهـن، مشـاغل جدیـد ایجـاد می‌کند (امیری و ودساید،۲۰۱۷). افزایش بهره‌وری کارکنان باعث بهبود بهره‌وری کل عوامـل تولید می‌شود. رشد بهره‌وری کل عوامل تولید موجب رشد تولید ناخالص داخلـی مـی‌شـود که به نوبه خود تولید ناخالص داخلی سـرانه را افـزایش مـی‌دهـد. بـا افـزایش رشـد تولیـد

ناخالص داخلی سرانه تقاضا برای زیرساخت باند پهن افزایش می‌یابد (پوراحمدی و جهانگرد،۲۰۱۳). در همه کشورها می‌توان رابطه مثبتی بین زیرساخت باند پهن و توسعه اقتصادی انتظار داشت. انتظار می‌رود که رابطه بین باند پهن و رشد اقتصادی، پیچیده و دارای اثر تقویت‌کنندگی متقابل باشد (پرادهان و همکاران،۲۰۱۸).

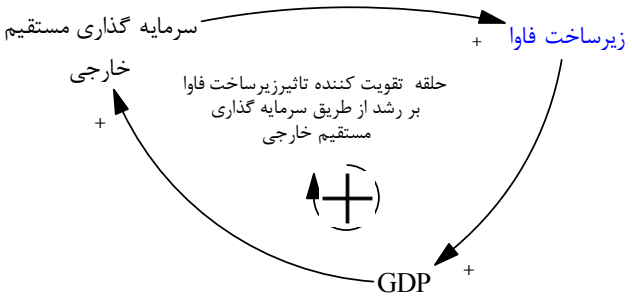


شکل۹- حلقه تقویت کننده تاثیر بهره‌وری کل عوامل تولید بر رشد GDP

۲.۲.۴ سایر عوامل فاوا تاثیرگذار بر رشد تولید ناخالص داخلی

۱.۲.۲.۴ زیرسیستم سخت افزار

فرضیه پویای ۳: سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر زیرساخت فاوا تاثیر دارد. رشد اقتصادی در بلندمدت افزایش جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را تقویت می‌کند (لطیف و همکاران، ۲۰۱۸). بهبود زیرساخت فاوا باعث رشد تولید ناخالص داخلی سرانه می‌شود (پرادهان و همکان،۲۰۱۸).

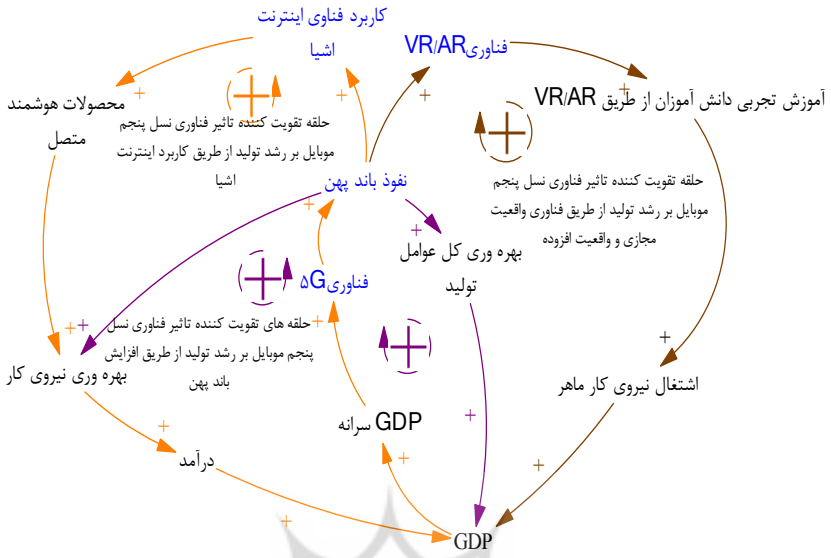


شکل ۱۰–حلقه تقویت‌کننده تاثیر زیرساخت فاوا بر رشد GDP

فرضیه پویای ٤: فناوری 5G دسترسی به اینترنت بی‌سیم را با سرعت بالاتر، ظرفیت بیشتر و تاخیر کمتر فراهم می‌کند. در صنعت اطلاعات، رسانه و مخابرات به گسترش اینترنت اشیا کمک می‌کند و استفاده از ابزارهای اینترنت اشیا را افزایش می‌دهد (کمبل و همکاران،۲۰۱۷). فناوری اینترنت اشیا، موجب استفاده بیشتر از محصولات هوشمند متصل می‌شود و بدین ترتیب فرصت‌هایی برای کسب وکارها ایجاد می‌کند که منجر به بهبود بهره‌وری و افزایش درآمد می‌شود (هوگان و همکاران،۲۰۱٦) که به نوبه خود بر رشد تولید ناخالص داخلی تاثیر مثبت دارد و رشد بیشتر تولید ناخالص داخلی امکان استفاده بیشتر از فناوری 5G را فراهم می‌کند.

فرضیه پویای ٥: فرآیندهای باند پهن، بهره‌وری کارکنان را افزایش می‌دهد و به واسطه فعالیت‌های دانش بنیان جدید ناشی از قابلیت‌های باند پهن، مشاغل جدید ایجاد می‌کند (امیری و وودساید،۲۰۱۷) و موجب افزایش درآمد می‌شود (هوگان و همکاران،۲۰۱٦). افزایش درآمد بر رشد تولید ناخالص داخلی تاثیر می‌گذارد و بهبود رشد تولید ناخالص داخلی در بکارگیری فناوری 5G موثر است.

پرتال جامع علوم انسانی

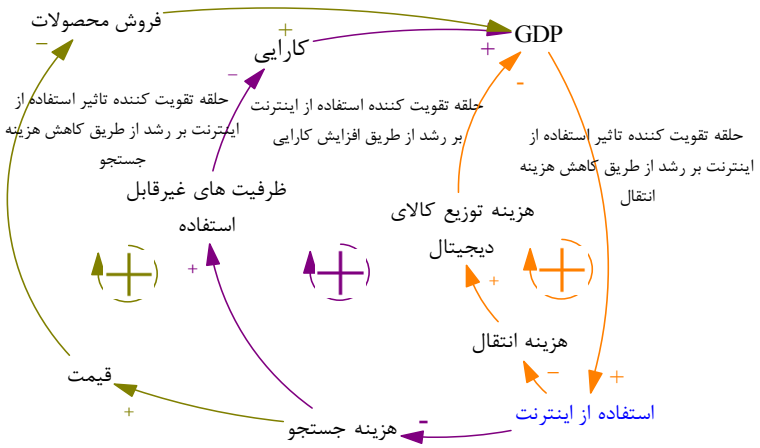


شکل ۱۱- حلقه های تقویت کننده تاثیر 5G بر رشد GDP

۲.۲.۲.۴ زیرسیستم ارتباطات

فرضیه پویای ٦: یکی از تأثیرهای دیجیتال‌سازی، کاهش هزینهٔ انتقال است که به موجب آن هزینه توزیع و انتشار کالای دیجیتالی کاهش می‌یابد. کاهش هزینه توزیع بر رشد تولید ناخالص داخلی تاثیر مثبت دارد. رشد تولید ناخالص داخلی می‌تواند استفاده بیشتر از اینترنت را به دنبال داشته باشد.

فرضیه پویای ۷: اینترنت هزینه جستجو را کاهش داده است. کاهش هزینه های جستجو موجب کاهش قیمت و افزایش فروش محصولات می‌شود و این به نوبه خود تولید ناخالص داخلی سرانه را افزایش می‌دهد و بر رشد تولید ناخالص داخلی تاثیر مثبت دارد. رشد تولید ناخالص داخلی می‌تواند استفاده بیشتر از اینترنت را به دنبال داشته باشد (جهانگرد،۱۳۹۸).



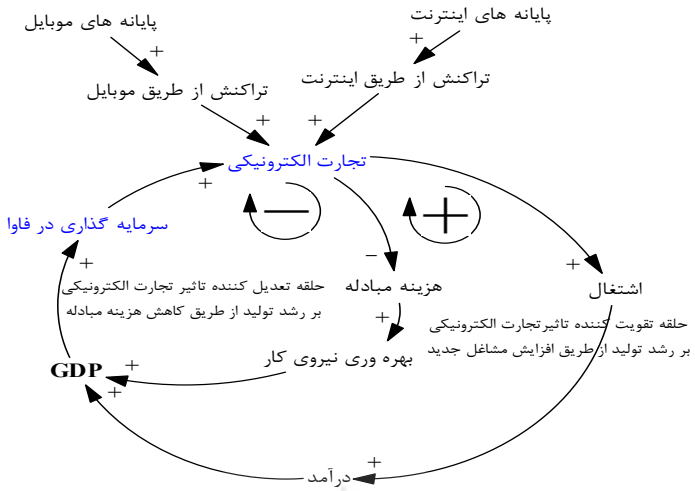
شکل۱۲- حلقه های تقویت‌کننده تاثیر استفاده از اینترنت بر رشد GDP

۳.۲.۲.۴ زیرسیستم خدمات فاوا (تجارت الکترونیکی)

فرضیه پویای ۸: کاهش هزینه مبادله همه کسب و کارها را متأثر ساخته است. هزینه مبادله برآیند هزینه‌های جستجو، همتاسازی، انتقال، ردیابی و تایید است. اینترنت باعث افزایش تجارت کالاهای فیزیکی ناشی از کاهش هزینه بین‌المللی ارتباطات شده است. کاهش هزینه‌های یاد شده موجب افزایش بهره‌وری نیروی کار می‌شود (جهانگرد،۱۳۹۸).

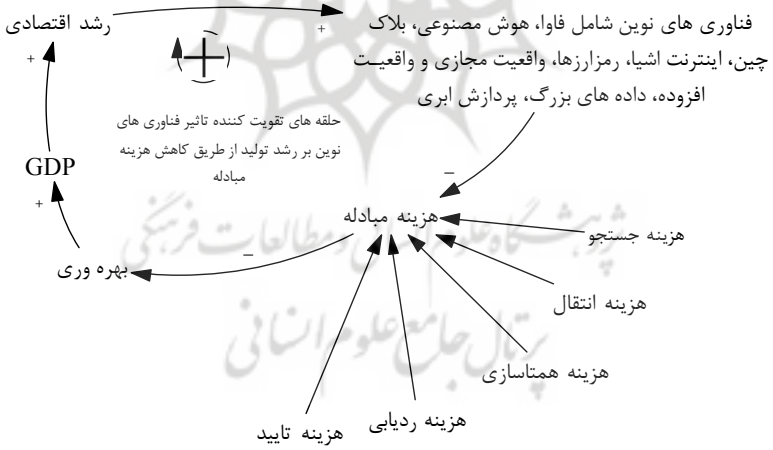
فرضیه پویای ۹: توسعه تجارت الکترونیکی به ایجاد مشاغل جدید در حوزه محصولات مربوط به اطلاعات، نرم‌افزارها، سرگرمی‌ها و محصولات دیجیتال می‌شود (محمودزاده و همکاران، ۱۳۹۷). مشاغل جدید به کسب درآمد بیشتر می‌انجامد و افزایش درآمد بر رشد تولید ناخالص داخلی اثر مثبت دارد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل۱۳–حلقه های تعدیل‌کننده و تقویت کننده تاثیر تجارت الکترونیکی بر رشد GDP

فرضیه پویای ۱۰: کاهش هزینه مبادله موجب افزایش بهره‌وری می‌شود به دنبال افـزایش بهره‌وری، تولید ناخالص داخلی افزایش می‌یابد و به تبع آن امکـان توسـعه و کـاربرد بیشـتر فناوری‌های نوین فراهم می‌شود (جهانگرد، ۱۳۹۸).

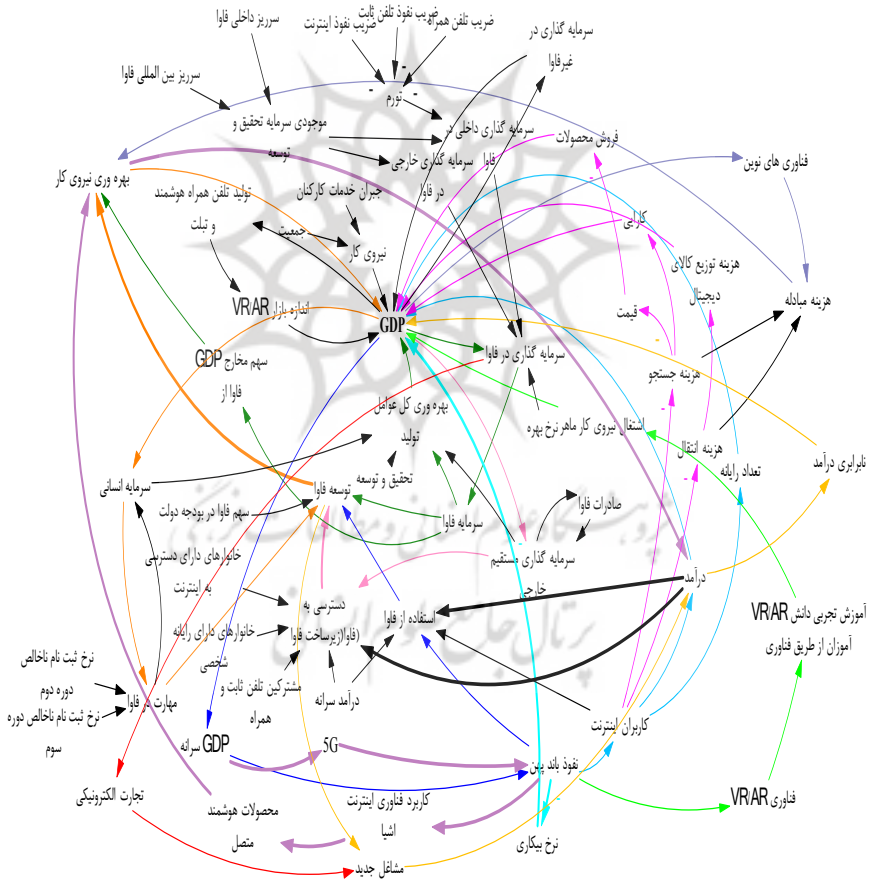


شکل۱۴– حلقه های تقویت‌کننده تاثیر فناوری های نوین بر رشد GDP

با توجه به نمودارهای علت و معلولی رسم شده، مدل مفهومی پژوهش در شکل ۱۵ نشان داده شده است.

۳.۴ مدل انباشت- جریان

نمودارهای انباشت-جریان ساختار مدل را به نحو دقیق‌تری از روابط علت و معلولی نمایش می‌دهند. در این نمودارها علاوه بر روابط علت و معلولی متغیرهای انباشت، جریان، کمکی و پارامترهای ثابت مدل نیز نمایش داده می‌شوند. مدل انباشت-جریان زمینه را برای نوشتن معادلات ریاضی مدل آماده می‌کند(مشایخی،۱۳۹۷).



شکل۱۵- مدل علت و معلولی(منبع: یافته‌های پژوهش)

برای تبدیل روابط علت و معلـولی مـدل مفهـومی پـژوهش بـه مـدل انباشـت-جریـان (شکل۱۶) ابتدا متغیرهای انباشت مربوط بـه مـدل علـت و معلـولی مشـخص شـد. سـپس متغیرهای جریانی که سبب تغییر هر یک از متغیرهای انباشت می‌شوند به نمودار اضافه شـد. پس از آن بازخوردهای بین متغیرهای انباشت و جریـان بـا نشـان دادن ارتبـاط اطلاعـاتی و متغیرهای کمکی کـه در مسـیر اطلاعـات قـرار مـی‌گیرنـد بـه مـدل اضـافه شـد. همچنـین پارامترهای ثابتی که در تبدیل اطلاعات ورودی به مقدار متغیر جریان یا متغیرکمکی بـه کـار می‌رود به مدل افزوده شد. فرمول‌های مورد استفاده برای متغیرهای مدل بـه شـرح زیـر مـی باشد:

GDP = (ICT Value Added + Non-ICT value added)/2

ICT Value Added =0.94*LN (Human capital) -1.04*LN (ICT capital) +1.24*LN (Non-ICT capital) -5.25*LN(TFP) +0.49*LN (labor) +1e-010*LN(B2C)

Non-ICT value added =0.23*LN (ICT capital) +0.07*LN (Non-ICT capital) +0.77*LN(TFP) +0.11*LN (labor) +0.04*LN (Human capital)

Per Capita income = 17857*(1+ GDP/100)/ (1+0.01)

ICT capital = INTEG (investment in ICT,294708)

investment in ICT = ICT capital*min (GDP interest rate)

Non-ICT capital = INTEG (investment in Non-ICT capital,41.7574)

investment in Non-ICT capital = Non-ICT capital*0.1

ICT trade = ICT export + ICT import

ICT export = 10+ (Time-1380) *6.5

ICT import=94+ (Time-1380) *15

B2C = transaction amounts via internet + transaction amounts via mobile

transaction amounts via internet = number of internet terminals*Percentage of individuals using the Internet*200

transaction amounts via mobile = Population*"Mobile-cellular telephone subscriptions per 100 inhabitants"/100*18

ICT development = (0.4*ICT access) + (0.4*ICT use) + (0.2*ICT skill)

ICT access = ("Fixed-telephone subscriptions per 100 inhabitants" + "Mobile-cellular telephone subscriptions per 100 inhabitants" + Percentage of households with computer + Percentage of households with Internet access)/4 + (0.0001*LN (Foreign Direct Investment + ICT capital) *(Per Capita income/18336))

ICT use = (Fixed broadband subscriptions per 100 inhabitants + Percentage of individuals using the Internet) + 0.0001*LN (ICT capital*Per Capita income/18336)

ICT skill = secondary gross enrollment ratio + tertiary gross enrollment ratio

TFP = INTEG (TFP Growth,0.56)

TFP Growth = (-0.0382*LN (labor productivity) + 0.0025*LN (Foreign Direct Investment) +0.0308*LN (Human capital) +0.6889*LN ("research & development")) - DELAY1((-0.0382*LN (labor productivity) +0.0025*LN (Foreign Direct Investment) +0.0308*LN (Human capital) +0.6889*LN ("research & development")), 1)

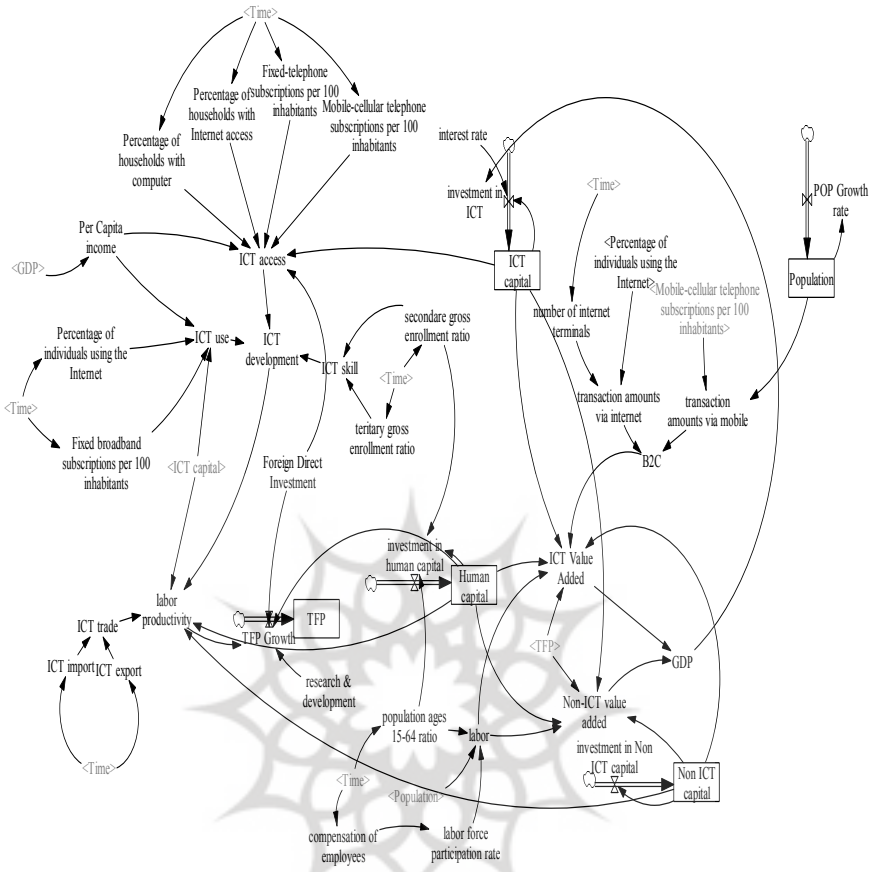
investment in human capital = (Human capital - ("population ages 15-64 ratio"*100*secondary gross enrollment ratio)/100000)/2

Human capital = INTEG (investment in human capital,0.0623)

Labor = labor force participation rate*Population*"population ages 15-64 ratio"

Population = INTEG (POP Growth rate,6.7e +007)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل۱۶- مدل نرخ و حالتانباشت-جریان (منبع: یافته‌های پژوهش)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

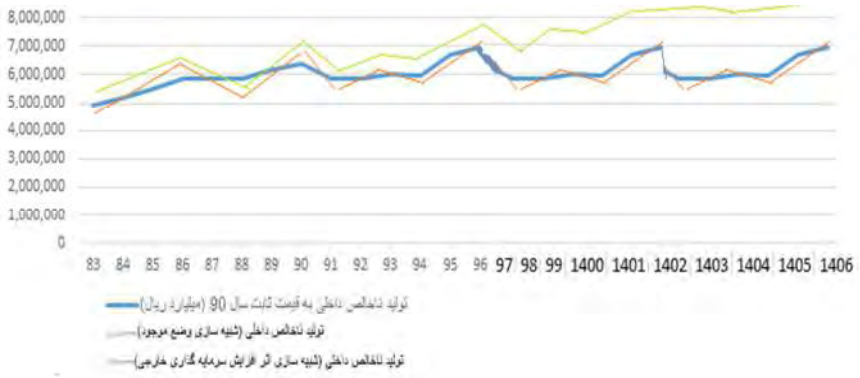
۴.۴ نتایج اجرای مدل

به منظور اجرای مدل و شبیه سازی، یک بازه زمانی که شامل رفتار گذشته سیستم و نیز پیش بینی آینده تا سال ۱٤۰٦ باشد در نظر گرفته شد. نمودار ۱۷ رفتار شبیه سازی شده GDP برای بازه ۱۳۸۳ تا ۱۳۹٦ را نشان می‌دهد . همان طور که ملاحظه می‌شود، رفتار شبیه سازی شده به خوبی رفتار مرجع را بازتولید کرده است، همچنین آزمون‌های کفایت مرزهای مدل، آزمون دیمانسیون و آزمون شرایط حدی انجام شد و لذا مدل از اعتبار خوبی برخوردار است و با داده‌های واقعی انطباق دارد.

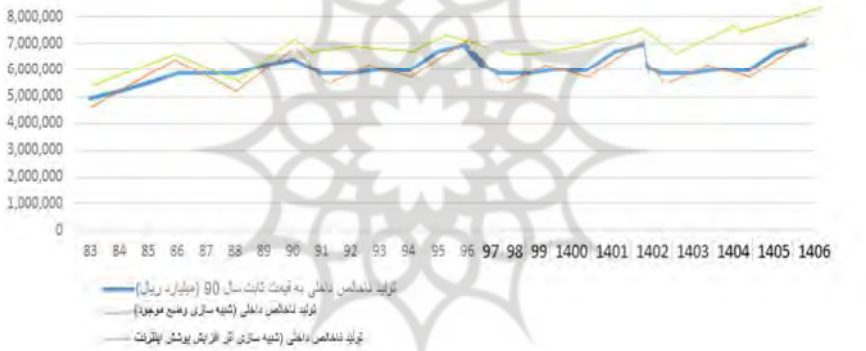
شکل۱۷- آزمون بازتولید رفتار برای متغیر تولید ناخالص داخلی

در ادامه سناریوهای مختلفی ساخته و با استفاده از مدل انباشت – جریان اجرا گردید، به عنوان مثال اثر افزایش سرمایه‌گذاری خارجی در فاوا بر متغیر اصلی مورد مطالعه یعنی تولید تاخالص داخلی در نمودار ۱۸ ملاحظه می شود.

همچنین اثر افزایش توسعه پوشش اینترنت در شکل ۱۹ نشان داده شده است. در هر دوی این سناریوها اثرات مثبت این تصمیم گیری‌ها بر تولید ناخالص داخلی مشخص شد. سایر سناریوهایی که اجرا شده است و به علت اختصار از ارائه رفتار خروجی اجتناب گردید عبارتند از: رشد تجارت الکترونیکی، افزایش بهره‌وری نیروی کار، افزایش همزمان بهره‌وری و توسعه اینترنت، توسعه 5G.



شکل۱۸- نتیجه اجرای سناریوی افزایش سرمایه‌گذاری خارجی در فاوا



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

شکل۱۹- نتیجه اجرای سناریوی افزایش پوشش اینترنت در کشور

۵. بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش مدلی برای تحلیل نقش فناوری اطلاعات وارتباطات در رشد تولید ناخالص داخلی ایران با رویکرد **سیستم داینامیک** پیشنهاد شد که عوامل متعدد اثرگذار بر نقش فناوری اطلاعات وارتباطات را در تعامل با یکدیگر در نظر گرفته و چارچوبی برای تحلیل با توجه به روابط علت و معلولی متقابل و غیرخطی عوامل درونزا و برونزا و اثرات

بازخور ارائه می‌کند، چنین رویکردی در مطالعات پیشین مد نظر قرار گرفته نشده است. همچنین در پژوهش حاضر نحوه تعامل فناوری‌های نوین، تاثیر استفاده از این فناوری‌ها بر هزینه مبادله و نقش فناوری‌های نوظهور بر رشد تولید ناخالص داخلی نیز مورد بررسی قرار گرفت که در پژوهش‌های پیشین کمتر به آن پرداخته شده است. استفاده از روش سیستم **داینامیک** در مدلسازی نقش **فاوا** در رشد تولید ناخالص داخلی، با توجه به ماهیت پویا و پیچیده‌ی حوزه **فاوا**، کاستی‌های روش ایستای اقتصادسنجی در مطالعات پیشین را برطرف می‌سازد.

در این پژوهش با شناسایی عوامل کلیدی تاثیرگذار بر نقش فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی و تعیین روابط بین متغیرها و نحوه تاثیرگذاری متغیرها بر یکدیگر بر مبنای ادبیات نظری، با رویکرد سیستمی و با استفاده از روش سیستم داینامیک، حلقه‌های علت و معلولی که بیانگر نحوه تعامل میان متغیرهای موثر بر نقش فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی است، ایجاد شد و بر اساس این حلقه‌ها، مدل علت و معلولی به منزله مدل مفهومی پژوهش به صورت کیفی طراحی شد و توسط خبرگان حوزه فاوا و اقتصاد کلان مورد تایید قرار گرفت. هدف از طراحی این مدل کیفی تحلیل روابط متقابل بین متغیرهای تاثیرگذار بر نقش فاوا بر رشد تولید ناخالص داخلی جهت شناخت رفتار متغیرها است. مدل انباشت–جریان ارائه شده در این مقاله می‌تواند مبنایی برای پژوهش‌های آتی با تاکید بر شبیه سازی ریاضی و رویکرد سیستمی به فاوا و تولید ناخالص داخلی قرار گیرد و سناریوهای مختلف طراحی شود و بر اساس سناریوهای مختلف سیاست‌هایی برای تغییر رفتار متغیرهای کلیدی با هدف بهبود سهم فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی پیشنهاد گردد. در این تحقیق شش سناریوی مختلف طراحی و نتایج آنها مورد بررسی قرار گرفت.

٦. پیشنهادهای برگرفته از پژوهش

مهمترین خروجی این پژوهش مدل پویای ارائه شده است که می‌تواند جهت سیاستگذاری و تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به پویایی‌های موجود در حوزه فاوا، تاثیر متقابل متغیرها بر یکدیگر در مدل حاضر نقش مهم فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی را به روشنی نشان می‌دهد. نظر به محدودیت منابع و اهمیت بکارگیری اثربخش و کارای فاوا و تاثیر قابل توجه آن در رشد اقتصادی، سیاستگذاران و متولیان برنامه ریزی کلان کشور در حوزه های اقتصادی و فاوا می‌توانند با استفاده از پتانسیل مدل ارائه شده در این پژوهش و

پیشنهادات مطرح شده نسبت به برنامه ریزی مطلوب‌تر و سیاستگذاری مناسب جهت تخصیص بهینه منابع و بهبود سهم فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی کشور اقدام نمایند.

همچنین با توجه به یافته‌های پژوهش، در این بخش پیشنهادهای کاربردی برای بهبود سهم فاوا در رشد تولید ناخالص داخلی مطرح می شود:

افزایش سرمایه‌گذاری دولت برای تقویت زیرساخت فاوا، توسعه فاوا و رشد اقتصادی را در پی خواهد داشت (تقویت حلقه شکل‌های ۹،۱۰ و ۱۲)، کاهش تعرفه خدمات اینترنتی می‌تواند بر روی افزایش استفاده از اینترنت تاثیر مثبت داشته باشد (تقویت حلقه شکل‌های ۹ و ١٤)، جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در توسعه شبکه‌های دسترسی و فراهم کردن بستر صادرات تولید نرم افزاری و استفاده حداکثری از ظرفیت سرمایه‌گذاری مشترک داخلی و خارجی (تقویت حلقه شکل ۱۳) ایجاد و توسعه فرهنگ فاوا در کشور بدین صورت که هزینه کردن برای توسعه فاوا به عنوان سرمایه گذاری در نظر گرفته شود (تقویت حلقه شکل ۱۸)، تعامل فعال با کشورهای صاحب فناوری و حمایت از تحقیق و توسعه جهت تولید محصولات داخلی، حمایت از شکل‌گیری صنایع حوزه فناوری اطلاعات، نرم افزار، سخت افزار و الکترونیک و پشتیبانی از سرمایه‌گذاران در حوزه صنایع فاوا (شکل ۲۰)، برای گسترش ارائه خدمات نوین شفاف سازی صورت گیرد و محیط کسب و کار برای ارائه‌کنندگان خدمات نوین فاوا بهبود یابد، ضوابط نحوه ارائه خدمات نوین توسط اپراتورها تدوین و تعرفه‌های مربوطه تصویب گردد، همچنین از پژوهش و ارتقای دانش در فناوری‌های نوین نظیر نسل پنجم تلفن همراه، داده‌های عظیم، پردازش ابری و اینترنت اشیا حمایت شود (تقویت حلقه شکل ۱۹)، برای توسعه تجارت الکترونیکی فناوری‌ها ارتقا و زیرساخت‌های شبکه های پستی توسعه یابد. بدین منظور استفاده حداکثر از ظرفیت شبکه‌ای موجود فاوا و ایجاد زیرساخت شبکه‌ای خدمات نوین پستی برای خرید و فروش اینترنتی و ارتقای قابلیت‌های امنیتی شبکه‌های فاوا همزمان با توسعه شبکه توصیه می‌گردد، همچنین از طریق تسهیل قوانین و مقررات و اعطای مجوزها از تجارت الکترونیکی حمایت گردد. در حوزه اقتصاد کلان در راستای توسعه خصوصی سازی و بخش تعاونی، فرصت‌های شغلی چشمگیری در بخش تعاون وجود دارد، می‌توان با توسعه فناوری اطلاعات و گسترش تجارت الکترونیکی در بخش تعاون از دستیابی تعاونی‌ها به بازار نهایی و اطلاع رسانی جامع به این بخش حمایت کرد (تقویت حلقه شکل ۱۷)، هزینه توسعه خدمات نوین مبتنی بر شبکه‌های تلفن همراه از طریق استفاده بهینه و

اقتصادی از باندهای فرکانسی کاهش یابد، همچنین با توجه به لزوم گسترش کاربری فاوا برای توسعه کشور، ارائه خدمات مختلف اقتصادی، اجرائی و فنی نظیر دولت الکترونیکی، سلامت الکترونیکی، آموزش الکترونیکی و اقتصاد دیجیتال در کشور با جدیت دنبال شود (تقویت حلقه شکل‌های ۱۱،۹، ۱۵ و ۱۸)، سرمایه‌گذاری مناسب در توسعه شبکه باندپهن صورت گیرد و بین اپراتورها و نهادهای دولتی برای توسعه شبکه همکاری مناسب شکل گیرد (تقویت حلقه شکل‌های ۱۴،۱۲ و ۱۵).

کتاب‌نامه

جهانگرد، اسفندیار، و علینقی، نازیلا (۱۳۹۷). تحلیل علیت میان سرمایه گذاری فاوا و رشد بهره وری نیروی کار . *فصلنامه اقتصاد و تجارت نوین* ، ۱۳(۱)، ٤٤-۲۱

جونز، چارلز اروینگ (۱۳۹٤). اقتصاد کلان، جهانگرد، اسفندیار، و کرامت فر، مهدی، مرکز چاپ و انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی

جهانگرد، اسفندیار، طائی، حسن، و قاسمی، فاطمه(۱۳۹۲). تاثیر فناوری بر اشتغال ایران: رویکرد داده ستانده و اقتصادسنجی. *فصلنامه پژوهش‌های پولی- بانکی*، ۱٦، ۸۰-۵۹

جهانگرد، اسفندیار(۱۳۸۵). اقتصاد فاوا. شرکت چاپ و نشر بازرگانی

دانشمند، آرین، و ستاریفر، محمد (۱۳۹۷). اثر اینترنت بر بهره وری نیروی کار اقتصاد ایران، *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*، ٦۸، ۹۸-۷۵

محمودزاده، محمود، قویدل، صالح و چاوشی، سیده فاطمه (۱۳۹۷). آثار تجارت الکترونیکی در ایران بر اشتغال و بهره‌وری(رهیافت حسابداری رشد). *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*، ٦۸، -۱۸۵-۱۵۳

مشایخی، علینقی(۱۳۹۷). پویایی شناسی سیستم ها، چاپ اول، انتشارات آریاناقلم

مشیری، سعید، مستعلی پارسا، مریم، و داروگر، لیلا (۱۳۹۷). بررسی آثار فاوا بر زنجیره تولید کالاها و خدمات ایران با استفاده از جدول داده- ستانده. *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*،۱۸(٦۸)، ٤٤-۱

مشیری، سعید (۱۳۹٦). برآورد آثار مستقیم و سرریز سرمایه‌گذاری در فاوا بر تولید صنایع ایران با تاکید بر نقش سرمایه‌ی انسانی و ظرفیت جذب. *تحقیقات اقتصادی*،۵۲ (۲)، ٤۲٦-۳۹۵

مرادی، محمدعلی، کبریایی، میثم، وگنجی، مهسا (۱۳۹۱). تاثیر فاوا بر رشد اقتصادی کشورهای منتخب. *اقتصاد و تجارت نوین*، ۲۹و۳۰، -۱۰۸-۷۹

Alam T.F., Sultana, N., Rayhan I. (2019).Structural equation modeling: an application of broadband penetration and GDP growth in Asia. Journal of Economic Structures, (8)17,1-11.

Amiri S., Woodside, J. M. (2017).Emerging markets: the impact of ICT on the economy and society. Digital Policy, Regulation and Governance, (19) 5, 383-396.

Campbell, K., Diffley, J., Flanagan, B., Morelli, B., O'Neil, B., Sideco, F. (2017), The 5G economy:How 5G technology will contribute to the global economy, HIS ECONOMICS & HIS TECHNOLOGY

Haftu G. (2018). Information communication technology and economic growth in Sub-Saharan Afirica: Apanel data approach. Telecommunication Policy, (43)1.

Hogan, O. et al., Holdgate L., Jayasuria, R. (2016). The Value of Big Data and The Internet of Things to the UK Economy. Report for SAS

Ishida, H. (2015).The effect of ICT development on economic growth and energy consumption in Japan. Telematics and Informatics,(32),79–88

Jimenes M.,Matus, J. A., Martínez, M. A.(201٤). Economic growth as a function of human capital, internet and work. Applied economics, (٤٦)٢٦,٣٢٠٢-٣٢١٠

Kumar, R. R., Stauvermann, P.J, Samitas, A. (2016). The effects of ICT on output per worker:

A study of the Chinese economy. Journal of Telecommunication Policy, (40), 102-115.

Latifa, Z. Mengke, Y., Danish, Latif, S., Ximei, L., Pathan, Z. H., Salam, H., Jianqiu, Z.(2018). The dynamics of ICT, foreign direct investment, globalization and economic growth: Panel estimation robust to heterogeneity and cross-sectional dependence. Telematics and Informatics, (35),318-328.

Pradhan R., Mallik G., Bagchi, T. (2018). Information communication technology (ICT) infrastructure and economic growth: A causality evinced by cross-country panel data. IIMB Management Review, 30, 91-103.

Pourahmadi, Z., Jahangard, E. (2013). The Effects of Broadband Infrastructure on Economic Growth in Developing Countries, Iranian Journal of Economic Studies, 2(2), 1-23.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی