

## The Dynamics of ICT Development, Financial Development and Economics Growth: Using Fuzzy Logic and Panel VECM<sup>1</sup>

Esfandiar Jahangard<sup>2</sup>, Javid Bahrami<sup>3</sup>, Hossein SohrabiVafa<sup>4</sup>

Received: 2022/12/25

Accepted: 2023/05/30

Research Paper

### Abstract

The study of the relationship between the development of information and communication technology (ICT), financial development and economic growth has always been the focus of researchers and policy makers and due to differences in views on the relationship between those and the diversity of modeling of studies in this field, research has not resulted in a single result. On the other hand, with the development of technology and the introduction of fuzzy logic, developed modeling methods and the possibility of consolidating expert opinions in an intelligent inference system based on collective wisdom to create indicators of ICT development and financial development now exists. Accordingly, in this study, after consolidating the opinions of experts in a knowledge base consisting of 414 questionnaires on the relationship between the constructive sub-indicators of financial development and ICT development, fuzzy indicators of financial development and ICT development using the Mamdani Fuzzy Inference System (MFIS) then assess the short-term and long-term causal relationships between ICT development, financial development and economic growth in the form of a panel error correction model considering the Dynamic Common Correlated Effects (DCCE) using annual provincial data during the period from 2001 to 2017 was covered. After consolidating the opinions of experts and creating fuzzy indicators, only in the short run, the positive causal relationship from ICT development to economic growth was confirmed.

**Key Words:** ICT Development, Financial Development, Economic Growth, fuzzy Logic, Panel Error Correction.

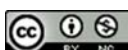
**JEL Classification:** C43, E44, O11, O32, O16.

1. doi: 10.22034/JSE.2022.12035.2032

2. Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Economics, Allame Tabataba'i University, Tehran, Iran. (JahangardE@gmail.com).

3. Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Economics, Allame Tabataba'i University, Tehran, Iran. (javid\_bahrami@yahoo.com).

4. Ph.D. Student, Department of Economics, Allame Tabataba'i University, Tehran, Iran. (Corresponding Author). (SohrabiVafa@gmail.com).





سازمان بورس و اوراق بهادار، مرکز پژوهش، توسعه و مطالعات اسلامی  
فصلنامه بورس اوراق بهادار، سال شانزدهم، شماره ۶۲، تابستان ۱۴۰۲، صص ۲۸۳-۳۱۸

## پویایی‌های توسعه فاوا، توسعه مالی و رشد اقتصادی: کاربرد منطق فازی و تصحیح خطای پانل<sup>۱</sup>

اسفندیار جهانگرد<sup>۲</sup>، جاوید بهرامی<sup>۳</sup>، حسین سهرابی وفا<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۰۹

مقاله پژوهشی

### چکیده

بررسی رابطه میان توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا)، توسعه مالی و رشد اقتصاد همواره مورد توجه پژوهشگران و سیاست‌گذاران بوده است و به دلیل اختلاف دیدگاه در تاثیر آنها و تنوع نحوه الگو و مدل‌سازی مطالعات در این حوزه، پژوهش‌ها به نتایج واحدی منتج نشده و از سوی دیگر با توسعه فناوری و معرفی منطق فازی، روش‌های مدل‌سازی توسعه یافته و امکان تجمیع نظر خبرگان در یک سیستم استنتاج هوشمند مبتنی بر خرد جمعی برای ایجاد شاخص‌های توسعه فاوا و توسعه مالی اکنون وجود دارد. بر این اساس در این مطالعه پس از تجمیع نظر خبرگان در یک پایگاه دانش که از ۴۱۴ پرسشنامه در خصوص روابط زیرشاخص‌های سازنده توسعه مالی و توسعه فاوا ساخته شد، شاخص‌های فازی توسعه مالی و توسعه فاوا به کمک سیستم استنتاج تطبیقی ممدانی (MFIS<sup>۵</sup>) برآورد و سپس به بررسی وجود روابط علیت کوتاه مدت و بلند مدت بین توسعه فاوا، توسعه مالی و رشد اقتصادی در قالب الگوی تصحیح خطای پانل با در نظر گرفتن اثرات همبستگی مشترک پویا (DCCE<sup>۶</sup>) با استفاده از داده‌های استانی سالانه طی دوره زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۸ پرداخته شد. پس از تجمیع نظر خبرگان و ایجاد شاخص‌های فازی، تنها در حالت کوتاه مدت رابطه علیت یک طرفه مثبت، از توسعه فاوا به رشد اقتصادی تایید شد.

**واژه‌های کلیدی:** توسعه فاوا، توسعه مالی، رشد اقتصادی، منطق فازی، تصحیح خطای پانل.

**طبقه‌بندی موضوعی:** O16، O32، O11، E44، C43.

doi: 10.22034/JSE.2022.12035.2032

۲. دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. (JahangardE@gmail.com).

۳. دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. (javid\_bahrami@yahoo.com).

۴. دانشجوی دکتری، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). (SohrabiVafa@gmail.com).

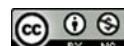
5. Mamdani Fuzzy Inference Systems

6. Dynamic Common Correlated Effects

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسندگان آن است. © ۱۴۰۲. ناشر این مقاله، سازمان بورس و اوراق بهادار است.

این مقاله تحت گواهی زیر منتشر شده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و با

رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است.



Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license

(https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

## مقدمه

یکی از شاخص‌های مهم گسترش رفاه و توسعه اقتصادی، رشد اقتصادی است که همواره از اهداف اساسی سیاست‌گذاران اقتصادی بوده است بنابراین مطالعه و بررسی منابع رشد اقتصادی همواره از مسائل مورد توجه پژوهشگران بوده است. در این خصوص رومر<sup>۱</sup> (۱۹۸۷) مجموعه‌ای از تحلیل‌های نظری و تجربی را با تمرکز بر درونزا بودن فرآیند رشد آغاز کرد و پس از آن پژوهشگران تلاش کرده‌اند تا عناصر یک اقتصاد ملی را که موجب رشد می‌شوند، توضیح دهند. این عوامل را می‌توان به سه دسته تقسیم کرد: گروه اول بر انباشت انواع سرمایه، گروه دوم بر اثر سرریز یا اقتصادهای خارجی و گروه سوم بر نوآوری صنعتی تأکید دارند (رودرا و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۶). نظریات رشد کلاسیک‌های جدید (لوکاس<sup>۳</sup>، رومر، ریبلو<sup>۴</sup>، گراسمن و هلپمن<sup>۵</sup>) نیز بر تأثیر توسعه مالی بر رشد تأکید داشته و بر این باورند که کارکردهای مالی از طریق نرخ انباشت سرمایه و نرخ ابداعات فناوری بر رشد اقتصادی موثرند. از طرف دیگر در الگوی رشد درونزای رومر ۱۹۸۶، لوکاس ۱۹۸۸، رومر ۱۹۹۰، آگیون و هویت<sup>۶</sup> ۱۹۸۶ تولید و توزیع ایده‌ها و اطلاعات به عنوان عامل اصلی رشد اقتصادی به شمار می‌رود. رشد شبکه ارتباطی مدرن که از زمان ورود فناوری اینترنت بوجود آمده، بر ظرفیت‌های نوآورانه اقتصاد و رشد از طریق ایجاد و نشر دانش، توسعه محصولات و فرآیندهای جدید و مدل‌های کسب و کار تأثیر می‌گذارد. استفاده از اینترنت می‌تواند توزیع ایده‌ها و اطلاعات را تسریع کرده و رقابت را برای تولیدات جدید و کسب و کارها افزایش داده، نظام‌های مالی را بهبود بخشد و در نهایت رشد اقتصادی را تسهیل کند. بر این اساس فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا) نیز یکی از عوامل مهم در تعیین رشد اقتصادی شناخته می‌شود. چرا که در بیشتر کسب و کارها حضور دارد، همواره در حال بهبود و کاهش هزینه است و به نوآوری و محصولات جدید کمک می‌کند (کپوندار و آندریانو<sup>۷</sup>، ۲۰۱۱). با توجه به گسترش روزافزون فاوا، ابزارهای مالی و تأثیر بالقوه آنان بر متغیرهای کلان اقتصادی و با توجه به شواهد تجربی رابطه توسعه فاوا، توسعه مالی و رشد

1. Romer

2. Rudra et al.

3. locus

4. Riblo

5. Grossman and Helpman

6. Aghion and Howitt

7. Kpodar &amp; Andrianaivo

(زاگورچو و همکاران<sup>۱</sup> ۲۰۱۱، گوآید<sup>۲</sup> ۲۰۱۳، پرادهان و همکاران<sup>۳</sup> ۲۰۱۶)، بررسی این موضوع به ویژه در کشورهای در حال توسعه مانند ایران از مسائل عمده اقتصادی بشمار می‌رود.

بررسی مطالعات تجربی در این زمینه بیانگر حجم انبوهی از مطالعات با نتایج ناهماهنگ در خصوص رشد اقتصادی و توسعه مالی و نیز رشد اقتصادی و توسعه فاوا است، با وجود نتایج گاهی متضاد آنچه در این مطالعات مغفول مانده توجه به پویایی‌های روابط این متغیرها بصورت روابط بلندمدت و کوتاه مدت در مدل‌های پانل بوده و نیز این روابط بصورت پویا با داده‌های استانی و تبیین ویژگی‌های ناهمگون و تفاوت زیرساخت‌های استانی مورد توجه نبوده است. از سوی دیگر هر یک از مفاهیم توسعه مالی و توسعه فاوا دارای یک شاخص واحد با اتفاق نظر کارشناسان نبوده و برای اندازه‌گیری این مفاهیم از شاخص‌های متنوعی استفاده می‌شود که رفتار متفاوتی را به نمایش می‌گذارند. مثلاً چگونگی تعیین و ترکیب زیرشاخص‌ها برای اندازه‌گیری توسعه مالی یک گام پیچیده و دشوار است و این دشواری از مفهوم توسعه مالی ناشی می‌شود. توسعه مالی، به معنی توانایی کشور در انتقال کارآمد و موثر پس‌اندازها به سرمایه‌گذاران در درون مرزها با تأکید و توجه به کیفیت نهادها و چارچوب قوانین، تنوع ابزارهای مالی، میزان گستردگی بازارها، سهولت دسترسی کارگزاران خصوصی به ابزارها و نیز عملکرد بازارها بر حسب کارایی و نقدینگی می‌باشد (دارچی و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۹). با توجه به همین نکته و با در نظر گرفتن تعاریف مبهم و فازی که هر یک بر جنبه‌های خاصی از این مفاهیم تأکید دارند، ارائه یک شاخص فازی برای نمایش این مفاهیم با در نظر گرفتن شرایط خاص کشور و با استفاده از نظر خبرگان در تجمیع زیرشاخص‌های هر مفهوم ضروری به نظر می‌رسد. بر این اساس در این مطالعه با استفاده و بسط الگوی مطالعه پرادهان و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۱۵) اقدام به ارائه الگوهای روابط پویا بین توسعه فاوا، توسعه مالی و رشد اقتصادی می‌شود. همچنین جهت ارائه شاخص فازی توسعه فاوا و توسعه مالی با الگو برداری از مطالعه مهرگان و همکاران (۱۳۹۵)، ابتدا نظر خبرگان در خصوص تجمیع و تشکیل شاخص فازی توسعه مالی و توسعه فاوا در قالب قواعد اگر-آنگاه جمع‌آوری شده و پس از تشکیل پایگاه قواعد فازی، یک سیستم استنتاج فازی

1. Zagorchev and vasconcellos

2. Sassi and Goaied

3. Rudrae et al

4. Dorrucchi et al

5. Rudra P. Pradhan, Mak B. Arvin, Neville R. Norman

ممدانی<sup>۱</sup> در نرم افزار متلب<sup>۲</sup> تشکیل شده و با ورود زیر شاخص های مربوطه، شاخص های فازی آنها استخراج می شود.

### مبانی نظری و توسعه فرضیه ها

فاوا اصطلاحی است که برای فناوری اطلاعات و ارتباطات استفاده می شود که بر سیستم ارتباطی یکپارچه و بالطبع ترکیب ارتباط از راه دور، کامپیوتر، میان افزار<sup>۳</sup> در کنار تکنولوژی های مرتبط با دیتا که کاربران را قادر به ذخیره، دسترسی و انتقال اطلاعات میان سیستم ها می سازد، اشاره دارد. توسعه فاوا همواره به عنوان عامل مهمی در رشد اقتصادی با ویژگی های زیر مورد تاکید قرار گرفته است؛ (۱) طبیعت همه جانبه حضور فاوا در بیشتر بخش های تجاری. (۲) بهبود همیشگی فاوا که موجب کاهش هزینه های کاربران می شود. (۳) سهم فاوا در ابداع و تولید محصول نهایی و فرایندهای مربوط به آن (کپودار و آندریانیو، ۲۰۱۱).

پیشرفت های تکنولوژی در بخش فاوا دارای پیامدهای اقتصاد کلان چشمگیر است که موجب پیدایش اصطلاح «اقتصاد جدید»<sup>۴</sup> شده است. از نظر عملکرد اقتصاد کلان، افزایش سرمایه گذاری در فاوا، بهره وری را افزایش داده و به انعطاف پذیری بیشتر بازار و شفافیت کمک می کند (هوبن و ککس<sup>۵</sup>، ۲۰۰۲). از نظر تئوری فاوا از دو کانال تولید و استفاده، قادر به تاثیر گذاری بر بخش حقیقی اقتصاد است. به نحوی که در وهله نخست، بخش ICT<sup>۶</sup> به سرعت و به همراه گسترش سریع صنایع بخش خدمات، به یک صنعت محوری در سطح بین المللی تبدیل شده است. افزون بر این، انقلاب جهانی فاوا با افزایش بهره وری به اقتصاد جهانی کمک اساسی کرده است. در این راستا طرح مفهوم اقتصاد دیجیتال اشاره به اقتصادی است که براساس و بنیه فناوری های محاسباتی دیجیتالی کار می کند و گاهی نیز اقتصاد اینترنت، اقتصاد جدید و یا اقتصاد وب نیز نامیده می شود (جهانگرد، ۱۴۰۰).

در این خصوص اقتصاد دیجیتال مسیرهای جدیدی برای تحول ساختاری و توسعه فراهم ساخته است. توسعه اقتصادی بطور سنتی با روند تحول ساختاری همراه بوده است، به گونه ای

1. Mamdani Fuzzy Inference System

2. MATLAB

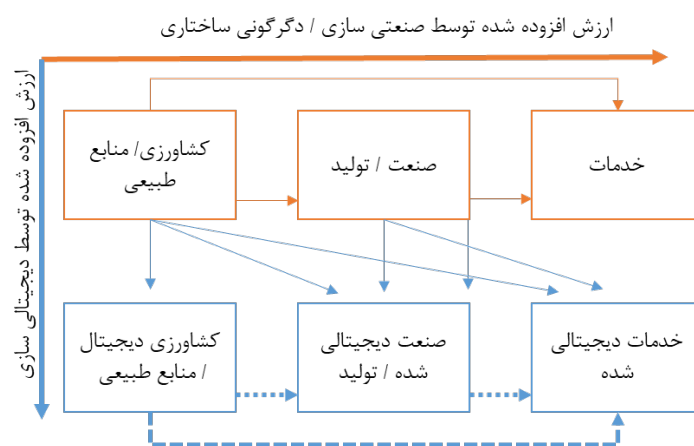
3. Telecommunication, Computer, Middleware

4. New Economy

5. Houben and Kakes

6. Information and Communication Technologies

که حرکت در زنجیره ارزش از بخش‌های با ارزش افزوده کمتر به بخش‌های بهره‌ور با ارزش افزوده بالا رخ می‌دهد. در عمل، این در تغییرات بخشی در تولید مشاهده شده است، از کشاورزی و منابع طبیعی دیگر، به سمت صنعت (به خصوص تولید) و سپس خدمات با ارزش افزوده بالاتر دیده شده است.



شکل ۱. دیجیتالی سازی و ارزش افزوده

با دیجیتالی سازی، یک بعد جدید برای افزودن ارزش بالقوه ظهور می‌یابد (حرکت عمودی در شکل بالا). دیجیتالی سازی می‌تواند در کشاورزی، صنعت (تولید) و خدمات رخ دهد، همانطور که در بخش پایینی این شکل نشان داده شده است. این موضوع شامل افزودن ارزش از طریق زنجیره ارزش جمع‌آوری دیتا، پردازش و تحلیل آن و کسب درآمد از داده‌ها است. در اینصورت اقتصاد دیجیتال مسیرهای مضاعف برای افزودن ارزش بالقوه را می‌گشاید. ارزش را می‌توان از طریق حرکت به سمت راست در دو بعد موازی افزود. در حالی که فرایندهای افزودن ارزش که در مفهوم سنتی تغییر ساختاری بازتاب یافته معتبر باقی می‌ماند، اما در بافت دیجیتالی اقتصاد نیز می‌توان از بخش کشاورزی به بخش‌های دیجیتالی سازی شده حرکت کرد. همچنین هنوز هم امکان جابجایی از فعالیت‌های صنعتی سنتی به سوی خدمات غیردیجیتالی وجود داشته باشد اما اکنون این حرکت به سوی صنعت دیجیتالی شده (با عنوان انقلاب صنعتی چهارم) و خدمات دیجیتالی شده رخ می‌دهد. افزودن ارزش در بخش خدمات را می‌توان با

حرکت زنجیره‌ای ارزش به سمت خدمات دیجیتال سازی شده حاصل کرد. در اقتصاد دیجیتالی همچنین امکان خلق ارزش افزوده بدون تغییر ساختاری به معنای سنتی وجود دارد. اگر هر سه بخش سنتی بطور همزمان دیجیتالی سازی شوند، ممکن است هیچ تغییری در ترکیب بخشی وجود نداشته باشد ولی با افزودن ارزش از طریق دیجیتالی سازی در تمام بخش‌ها امکان تحول ساختاری در درون بخش‌ها وجود داشته باشد. به نحوی که یک اقتصاد می‌تواند افزودن ارزش را ثبت کند و بهره‌وری خود در بخش‌های کشاورزی، منابع طبیعی و یا خدمات را از طریق دیجیتالی شدن افزایش دهد بدون اینکه لزوماً به معنای قدیمی، صنعتی شود که چنین امری ممکن است بیشتر مورد توجه کشورهای در حال توسعه باشد که در آنها وزن بخش کشاورزی و خدمات نسبتاً زیاد است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۹).

در خصوص رابطه توسعه مالی و رشد اقتصادی بطور کلی چهار دیدگاه و فرضیه وجود دارد که شامل، فرضیه رهبری عرضه<sup>۱</sup>، فرضیه پیروی تقاضا<sup>۲</sup>، فرضیه بازخورد<sup>۳</sup> و فرضیه خنثی<sup>۴</sup>. در فرضیه رهبری عرضه، فرض بر آن است که توسعه مالی یعنی صرفه‌جویی و بهبود بهره‌وری سرمایه‌گذاری موجب رشد اقتصادی می‌شود (مک کینون<sup>۵</sup>، ۱۹۷۳). در دیدگاه فرضیه پیروی از تقاضا نیز فرض بر آن است که رشد اقتصادی موجب توسعه مالی می‌شود چرا که با توسعه و گسترش بخش حقیقی، تقاضا برای خدمات مالی و در نتیجه رشد خدمات مالی نیز اتفاق می‌افتد (رابینسون<sup>۶</sup>، ۱۹۵۲). دیدگاه فرضیه بازخورد هر دو دیدگاه رهبری عرضه و پیروی از تقاضا را پوشش می‌دهد به نحوی که در این دیدگاه مادامی که توسعه مالی می‌تواند موجب رشد اقتصادی باشد، رشد اقتصادی نیز تقاضا برای خدمات مالی بیشتر و بهتر را تقویت می‌کند. در مقابل دیدگاه فرضیه خنثی بصورت کاملاً متفاوت به استقلال و عدم تاثیرگذاری توسعه مالی و رشد اقتصادی تاکید داشته و بیان می‌کند که آنها تاثیر چشمگیری بر هم ندارند (پرادهان و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۱۳).

شایان توجه است که اقتصاد ایران یک اقتصاد بانک محور بوده و بخش عمده تامین مالی در آن از طریق نظام بانکی انجام می‌شود. در این خصوص مهمترین عوامل عدم اقبال به تامین

- 
1. Supply-Leading Hypothesis
  2. Demand-Following Hypothesis
  3. Feedback Hypothesis
  4. Neutrality Hypothesis
  5. McKinnon
  6. Robinson
  7. Pradhan et al.

مالی از طریق بازار سهام را می‌توان به وجود نقص اطلاعات و اصطکاک ناشی از آن در بخش مالی اقتصاد ایران در اثر مسائلی همچون کژمنشی<sup>۱</sup> و کژگزینی<sup>۲</sup> و مسئله کارگزار نماینده<sup>۳</sup> اشاره کرده که موجب کاهش تمایل فعالان اقتصادی به استفاده از ابزارهای بازار سهام و اقبال به استفاده از واسطه‌های مالی و بانک‌محوری اقتصاد می‌شود. البته تنها بانک‌محوری محدود کننده رشد اقتصادی نبوده و شواهد کافی در حمایت از بانک‌محوری وجود دارد. رشدهای بالای کشورهایی چون ژاپن، هنگ کنگ، سنگاپور، تایوان، کره جنوبی و چین به هیچ وجه شواهد تجربی کافی برای این ایده که صرف حرکت از بانک‌محوری به بازار محوری موجب افزایش سرمایه‌گذاری و رشد اقتصادی است، نشان نمی‌دهد. در این خصوص یکی از ابزارهای مهم در تامین مالی بانک‌محور، با توجه به اینکه ممکن است بازار سرمایه سطحی یا ناقص بوده و یا دچار شکست شود، استفاده از ابزار بانک‌های توسعه است که دولت‌ها صرف نظر از میزان توسعه‌یافتگی، برای پیشبرد توسعه اقتصادی عملاً در اکثر کشورهای جهان از آن بهره می‌برند. حتی در برخی از اقتصادهای پیشرفته که در آن نهادهای مالی خصوصی و بازار سرمایه نیازهای مالی بنگاه و افراد را تامین می‌کنند، بانک‌های توسعه متعددی نقش فعالی در تامین مالی برای بخش‌های استراتژیک اقتصاد دارند. همچنین در بحران مالی اخیر، بیشتر بانک‌های توسعه در آمریکای لاتین، آسیا، آفریقا و اروپا با افزایش وام‌دهی دقیقاً در زمانی که بانک‌های خصوصی در دادن اعتبار به بخش خصوصی دچار مشکل بودند، نقش ضد دوره‌ای ایفا کردند (استیگلیتز و لین ییفو<sup>۴</sup>، ۲۰۱۳).

با بررسی دیدگاه‌های مرتبط با توسعه فاوا، توسعه مالی و رشد اقتصادی، می‌توان افزود که توسعه فاوا از طریق کاهش نقایص بازار و کاهش هزینه‌های زیرساختی، معاملاتی و عدم تقارن اطلاعات، قادر به تقویت نقش توسعه مالی بر رشد اقتصادی است. در این خصوص لوین<sup>۵</sup> (۱۹۹۷) نشان می‌دهد که توسعه مالی رشد اقتصادی را از دو مسیر انباشت سرمایه و نوآوری تقویت کرده و گسترش سریع تر فاوا نقش چشمگیری در تقویت تاثیرگذاری توسعه مالی بر رشد اقتصادی دارد.

- 
1. Moral Hazard
  2. Adverse Selection
  3. Principal-Agent Problem
  4. Joseph E. Stiglitz, Justin Yifu Lin
  5. Levine

توسعه فاوا و توسعه مالی می‌توانند رابطه یکدیگر با رشد اقتصادی را متاثر سازند. از جمله توسعه فاوا با تسهیل در انتشار اطلاعات و پردازش آن می‌تواند نقایص بازار را کاهش داده و اصطکاک موجود در سیستم مالی همچون هزینه‌های اطلاعاتی و معاملاتی را کاهش داده و موجب تقویت و استحکام آن شود. همچنین توسعه فاوا می‌تواند منجر به کاهش عدم تقارن‌ها و کشف قیمت‌های تعادلی شود. همانگونه که پیش‌تر نیز اشاره شد، لوین (۱۹۹۷) بیان می‌کند که توسعه مالی از طریق انباشت سرمایه و خلاقیت فن‌آوری رشد اقتصادی را تقویت می‌کند و بنابراین توسعه فاوا نقش مهمی در تاثیرگذاری توسعه مالی بر رشد اقتصادی دارد. همچنین با توسعه مالی نیز می‌تواند به ارائه خدمات و تامین مالی کارآفرینانی که طرح‌های خلاقانه و فن‌آورانه دارند، تاثیرگذاری توسعه فاوا بر رشد را تقویت کند. در سال‌های اخیر با توسعه فاوا، استفاده از آن در بخش خدمات، واسطه‌های مالی رشد چشمگیری داشته است. از جمله در صنعت بانکداری با استفاده از خدمات فاوا شرایط بانکداری اینترنتی، امنیت سرمایه‌گذاری، پرداخت الکترونیکی و انتقال اطلاعات سریع‌تر فراهم شده است. سازمان‌های مالی با بکارگیری فاوا توانسته‌اند خدمات با کیفیت بالاتر را با صرف زحمت کمتری به مشتریان ارائه کنند. همچنین توسعه فاوا موجب تغییرات عمده‌ای در شکل پول و خدمات مالی و بانکی شده و پدیده‌های جدید همچون رمزارزها، تلفن‌بانک، بانکداری اینترنتی و مجازی را ایجاد کرده است. همچنین توسعه فاوا و سامانه‌های الکترونیکی و اینترنت، سطح انتظارات از سرعت، دقت و قیمت خدمات مالی و بانکی را متحول ساخته است. بعد مکانی کم اهمیت شده و سهولت دسترسی و سرعت توزیع خدمات مالی موجب ایجاد مزیت رقابتی برای نهادهای مالی شده که بالطبع موجب رقابت شدیدتر آنان در ارائه خدمات نوین و جذاب مالی می‌شود. مثلاً بانک آمریکا یک دستیار دیجیتال استوار بر هوش مصنوعی پیشرفته ارائه کرده است به نام اریکا که می‌تواند با ۲۵ میلیون مشتری تعامل کند. دستیار صوتی و هوش مصنوعی اریکا به کاربران آمریکایی این امکان را می‌دهد تا با ارسال دستورهای صوتی، پیام متنی یا حرکت دست و صورت به اپلیکیشن بانک آمریکا، کارهای بانکی خود را انجام دهند (لشکر بلوکی، ۱۳۹۸). به طور کلی می‌توان بیان داشت که توسعه فاوا با کاهش هزینه‌ها و متنوع‌سازی ارائه خدمات مالی و بانکی نقش مهمی در توسعه مالی خواهد داشت (پرادهان و همکاران، ۲۰۱۶).

با توجه به آنچه بیان شد مطالعات مختلفی با الگوها و دیدگاه‌های متنوعی به بررسی رابطه توسعه فاوا، توسعه مالی و رشد اقتصادی پرداخته‌اند که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود.

جدول ۱. مطالعات پیشین توسعه مالی و رشد اقتصادی

| ردیف | پژوهشگر                      | عنوان                                                                                                     | تاریخ | روش                                                       |
|------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------|
| ۱    | فاطمه نظیفی                  | توسعه مالی و رشد اقتصادی در ایران                                                                         | ۱۳۸۳  | روش حداقل مربعات معمولی                                   |
| ۲    | اکبر کمیجانی                 | بررسی رابطه علی تعمیق مالی و رشد اقتصادی در ایران                                                         | ۱۳۸۶  | روش خودرگرسیون برداری دو متغیره                           |
| ۳    | سعید راسخی                   | اثر توسعه مالی بر رشد اقتصادی کشورهای عضو سازمان کنفرانس اسلامی                                           | ۱۳۸۸  | روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای و گشتاورهای تعمیم یافته      |
| ۴    | احمد جعفری و صمیمی و همکاران | تأثیر توسعه مالی و آزاد سازی تجاری بر رشد اقتصادی در ایران                                                | ۱۳۸۸  | روش خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL)                 |
| ۵    | اکبر کمیجانی و همکاران       | چارچوب نظری تبیین عوامل مؤثر بر توسعه مالی با تأکید بر مدل ویلیامسون                                      | ۱۳۸۸  | روش مطالعه اسنادی                                         |
| ۶    | مهدی تقوی                    | توسعه مالی سرمایه گذاری و رشد اقتصادی                                                                     | ۱۳۸۸  | الگوهای ادغام شده داده-های تابلویی                        |
| ۷    | اعظم احمدیان                 | اثر آزاد سازی مالی بر توسعه مالی                                                                          | ۱۳۸۹  | داده‌های تابلویی و اثرات ثابت                             |
| ۸    | شعبانی و همکاران             | بررسی تأثیر اجرای سیاست‌های اصل ۴۴ قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران بر توسعه مالی با تأکید بر بازار سرمایه | ۱۳۸۹  | نرمالسازی با نرم خطی                                      |
| ۹    | سید مهدی حسینی و همکاران     | بررسی رابطه توسعه مالی و رشد اقتصادی در ایران با معرفی متغیرهای جدید                                      | ۱۳۹۰  | علیت گرنجر بلوکی                                          |
| ۱۰   | مهدی تقوی و همکاران          | توسعه مالی و رشد اقتصادی در کشورهای منا با استفاده از روش پانل پویا                                       | ۱۳۹۰  | روش پانل پویای GMM                                        |
| ۱۱   | عبدالعلی منصف و همکاران      | تحلیل اثر توسعه مالی بر رشد اقتصادی در کشورهای گروه دی‌هشت                                                | ۱۳۹۲  | علیت گرنجر پانلی با رویکرد بوت‌استرپ                      |
| ۱۲   | محمدعلی ابوترابی و همکاران   | اثر مالکیت دولتی بانکها بر رابطه علی توسعه مالی - رشد اقتصادی در ایران                                    | ۱۳۹۴  | الگوی تصحیح خطای برداری                                   |
| ۱۳   | فرهاد دژپسند و همکار         | بررسی رابطه توسعه مالی و رشد اقتصادی در ایران بر اساس الگوی اقتصاد کلان پساکینزی                          | ۱۳۹۵  | روش گشتاور تعمیم یافته و رگرسیون خود توضیح برداری ساختاری |

| ردیف | پژوهشگر                         | عنوان                                                                                          | تاریخ | روش                                       |
|------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------|
| ۱۴   | زهرا دهقان شبانی و همکار        | بررسی رابطه علی کوتاه مدت و بلندمدت بین توسعه مالی و رشد اقتصادی در استان های ایران            | ۱۳۹۵  | آزمون علیت گرنجری برای داده های پنل       |
| ۱۵   | حسینی و همکاران                 | ارتباط بین توسعه مالی، رشد اقتصادی و مصرف انرژی در منتخبی از کشورهای در حال توسعه              | ۱۳۹۷  | روش پانل پویای GMM                        |
| ۱۶   | خلیلی عراقی و همکاران           | بررسی اثرات متغیر زمانی توسعه مالی بر رشد اقتصادی: مدل TVP-FAVAR                               | ۱۳۹۸  | TVP-FAVAR                                 |
| ۱۷   | نعمت فلیچی و همکار              | بررسی اثر عمق مالی بر رشد اقتصادی در ایران                                                     | ۱۳۹۶  | روش خود رگرسیون با وقفه های توزیعی (ARDL) |
| ۱۸   | شاهمرادی و همکاران              | توسعه بازارهای مالی و رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه در چارچوب حسابداری رشد | ۱۳۹۹  | روش پنل دیتا                              |
| ۱۹   | بک و همکاران <sup>۱</sup>       | بخش مالی و منبع رشد                                                                            | ۲۰۰۰  | روش سری زمانی پنل و پنل پویا              |
| ۲۰   | لیو و همکاران <sup>۲</sup>      | نقش توسعه مالی در رشد اقتصادی: تایوان، کره و ژاپن                                              | ۲۰۰۶  | روش گشتاور تعمیم یافته                    |
| ۲۱   | ریطب الخوری <sup>۳</sup>        | توسعه بخش مالی و رشد پایدار اقتصادی در بازارهای همگرایی منطقه ای                               | ۲۰۰۷  | تحلیل همجمعی و روش تصحیح خطای برداری      |
| ۲۲   | مسعود نیلی و همکار              | دلیل شکست رشد در اقتصادهای نفتی: نقش توسعه مالی                                                | ۲۰۰۷  | روش گشتاور تعمیم یافته (GMM)              |
| ۲۳   | جیمز آنگ <sup>۴</sup>           | مکانیسم ارتباط توسعه مالی و رشد اقتصادی در مالزی چیست؟                                         | ۲۰۰۸  | برآورد معادلات رشد اقتصادی و توسعه مالی   |
| ۲۴   | چو <sup>۵</sup>                 | مدل سازی نوآوری های مالی و رشد اقتصادی: راهی برای ارتباط بخش مالی با بخش واقعی اقتصاد          | ۲۰۱۰  | مدل رشد ایستای مقایسه ای و پویای ساده     |
| ۲۵   | حسن کبیر و همکاران <sup>۶</sup> | توسعه مالی و رشد اقتصادی: شواهد جدیدی از داده های پانلی                                        | ۲۰۱۱  | روش پنل دیتا                              |

1. Beck et al.
2. Liu et al.
3. Ritab S. Al-Khouri
4. James, B. Ang
5. Chou, Yuan K
6. Hassan, Kabir M. et al.

| ردیف | پژوهشگر                            | عنوان                                                          | تاریخ | روش                               |
|------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------|
| ۲۶   | شی و همکاران <sup>۱</sup>          | توسعه مالی و رشد اقتصاد در کشورهای آسیایی: علیت پانل بوت‌استرپ | ۲۰۱۳  | علیت پانل بوت‌استرپ               |
| ۲۷   | گوکمن اوغلو و همکاران <sup>۲</sup> | رابطه بین تجارت جهانی، توسعه مالی و رشد اقتصادی: مورد پاکستان  | ۲۰۱۵  | هم‌انباشتگی جوهانسون              |
| ۲۸   | اونو شیکگی <sup>۳</sup>            | رابطه توسعه مالی و رشد اقتصادی در روسیه                        | ۲۰۱۷  | علیت تودایاماموتو                 |
| ۲۹   | یانگ فن <sup>۴</sup>               | تأثیر توسعه مالی بر رشد اقتصادی در کشورهای درآمد متوسط         | ۲۰۱۹  | علیت گرنجر                        |
| ۳۰   | هامین نگوین و همکاران <sup>۵</sup> | آیا توسعه مالی برای رشد اقتصادی در بازارهای نوظهور مهم است؟    | ۲۰۲۱  | برآوردگر همبسته مشترک پویا (DCCE) |

منبع: گردآوری پژوهشگر

## جدول ۲. مطالعات پیشین توسعه فاوا و رشد اقتصادی

| ردیف | پژوهشگر                    | عنوان                                                                                                                              | تاریخ | روش                                        |
|------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------|
| ۱    | مشیری و جهانگرد            | فن آوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و رشد اقتصادی ایران                                                                               | ۱۳۸۳  | الگوی فضا-حالت                             |
| ۲    | سعید مشیری و همکاران       | تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرریزهای آن بر رشد اقتصادی کشورهای جهان                                                          | ۱۳۸۶  | روش پانل دیتا                              |
| ۳    | اکبر کمیجانی و همکاران     | نقش فناوری اطلاعات در رشد اقتصادی ایران (رهیافت حسابداری رشد)                                                                      | ۱۳۸۷  | روش تصحیح خطای برداری و داده‌های سری زمانی |
| ۴    | اسفندیار جهانگرد و همکاران | تحلیل علیت میان سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد بهره‌وری نیروی کار                                                    | ۱۳۹۵  | تخمین زن گشتاورهای تعمیم یافته (GMM)       |
| ۵    | سمانه قاسمی                | بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رابطه توسعه مالی و رشد اقتصادی استان‌های کشور                                             | ۱۳۹۶  | گشتاورهای تعمیم یافته (GMM)                |
| ۶    | عیسی‌زاده روشن و همکاران   | نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) در اثرگذاری واسطه‌های مالی بر رشد اقتصادی در استان‌های ایران: با روش GMM داده‌های تابلویی پویا | ۱۳۹۹  | گشتاورهای تعمیم یافته (GMM)                |

1. Hsueh, Shun-Jen. et al.

2. Gokmenoglu, Korhan

3. Ono Shigeki

4. Yang, Fan

5. Ha Minh Nguyen et al.

| ردیف | پژوهشگر                           | عنوان                                                                                                                   | تاریخ | روش                                         |
|------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------|
| ۷    | پاجولا <sup>۱</sup>               | IT و رشد اقتصادی: یک تحلیل مقطعی از کشورها                                                                              | ۲۰۰۰  | مدل رشد نئوکلاسیک<br>تعمیم یافته (سولو)     |
| ۸    | شینجو و همکاران <sup>۲</sup>      | در مقاله‌ای تحت عنوان سرمایه‌گذاری در سرمایه ICT و رشد بهره‌وری: علیت گرنجری در صنایع ژاپن و آمریکا                     | ۲۰۰۴  | علیت گرنجری                                 |
| ۹    | سینان آرال و همکاران <sup>۳</sup> | کدام نخست می‌آید، فناوری اطلاعات یا بهره‌وری: یک چرخه با فضیلت سرمایه‌گذاری و کاربرد آن در نظام سرمایه‌گذاری            | ۲۰۰۶  | روش تئوری و تجربی با استفاده از تشخیص آماری |
| ۱۰   | شمیم <sup>۴</sup>                 | احاطه ICT، بخش مالی و رشد اقتصادی: یک تحلیل مقطعی کشوری                                                                 | ۲۰۰۷  | روش گشتاور تعمیم یافته (GMM)                |
| ۱۱   | دیملیس و همکاران <sup>۵</sup>     | آثار FDI و ICT بر روی بهره‌وری رشد: یک تحلیل مقایسه‌ای از کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته                            | ۲۰۱۰  | داده‌های پنل                                |
| ۱۲   | امانوئل ترانوس <sup>۶</sup>       | اثر علی زیر ساخت‌های اینترنت بر توسعه اقتصادی مناطق شهری اروپا                                                          | ۲۰۱۲  | علیت گرنجری                                 |
| ۱۳   | کانور و همکاران <sup>۷</sup>      | ارتباطات و رشد اقتصادی در هند: تحلیل علیت                                                                               | ۲۰۱۴  | آزمون چاو                                   |
| ۱۴   | ایوب یوسفی <sup>۸</sup>           | یک آزمون علیت گرنجری در پنل بین سرمایه‌گذاری در سرمایه ICT و رشد اقتصادی: شواهدی از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، | ۲۰۱۵  | روش علیت گرنجری                             |
| ۱۵   | پرادهان و همکاران <sup>۹</sup>    | پویایی‌های زیرساخت‌های تکنولوژی فناوری اطلاعات و ارتباطات، رشد اقتصادی و توسعه مالی                                     | ۲۰۱۵  | روش همجمعی و تصحیح خطای برداری در پنل       |
| ۱۶   | آنوپن داس و همکاران <sup>۱۰</sup> | انتشار ICT، توسعه مالی و رشد اقتصادی: شواهد جدیدی از کشورهایی با درآمد کم و کمتر از متوسط                               | ۲۰۱۶  | روش گشتاور تعمیم یافته (GMM)                |
| ۱۷   | کومار و همکاران <sup>۱۱</sup>     | اثر ICT روی محصول به ازای هر کارگر: مطالعه‌ای روی اقتصاد چین                                                            | ۲۰۱۶  | روش همجمعی ALDL و علیت تودو یاموتا          |

1. Pohjola, M
2. Shingo, Koji
3. Aral Sinan
4. Shamim, Farkhanda
5. Dimelis, Sophia. P.
6. Emmanouil Tranos
7. Kaur, Kawaljeet, et al.
8. Yousefi, Ayoub
9. Pradhan, J. Rudra
10. Anupam Das, et al.
11. Kumar, Ronald Ravinesh, et al.

| ردیف | پژوهشگر                           | عنوان                                                                                  | تاریخ | روش                                        |
|------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------|
| ۱۸   | مجید آقایی و همکاران <sup>۱</sup> | تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) روی رشد اقتصادی در کشورهای OIC                   | ۲۰۱۷  | روش پانل ایستا و پویا در یک چارچوب مدل رشد |
| ۱۹   | نیبل توماس <sup>۲</sup>           | ICT و رشد اقتصادی - مقایسه کشورهای در حال توسعه، نوظهور و توسعه یافته                  | ۲۰۱۸  | روش پانل دینا                              |
| ۲۰   | نایر و همکاران <sup>۳</sup>       | پویایی درونزا بین پژوهش و توسعه، ICT و رشد اقتصادی: شواهد تجربی از کشورهای OECD        | ۲۰۲۰  | خودرگرسیون برداری پانل                     |
| ۲۱   | راهمن و همکاران <sup>۴</sup>      | نقش سرمایه‌گذاری و گسترش ICT بر رشد اقتصادی: یک رویکرد آستانه برای شواهد تجربی پاکستان | ۲۰۲۱  | رگرسیون آستانه                             |

منبع: گردآوری پژوهشگر

بررسی مطالعات پیشین نشان می‌دهد که از جمله عوامل مهم که بر رشد اقتصادی موثر بوده و بتازگی مطالعات فراوانی را به خود معطوف داشته، توسعه فاوا و توسعه مالی است. با این وجود با اینکه مطالعات گسترده بصورت سری زمانی یا بین کشوری با نتایج متفاوت، مطالعات استانی در این خصوص بسیار اندک است و نتایج متفاوت و گاهی متناقض داشته و نیز به جنبه‌ها و اجزای خاصی از شاخص‌های توسعه فاوا یا توسعه مالی تأکید داشته است. از سوی دیگر تاکنون شاخصی استوار بر خرد جمعی با رویکرد منطق فازی در این زمینه ارائه نشده است. بر این اساس نوآوری این مطالعه نخست تأکید بر پویایی‌های روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت میان توسعه فاوا، توسعه مالی و رشد اقتصادی در قالب یک الگوی تصحیح خطای پانل بوده و دوم ارائه شاخص فازی توسعه مالی و توسعه فاوا با استفاده از سیستم استنتاج فازی ممدانی با تجمیع نظر خبرگان است. چرا که در این رویکرد بر نظر کیفی خبرگان در کنار مقادیر کمی تأکید شده و تصویر مناسب‌تری ارائه می‌شود.

### روش‌شناسی پژوهش

روش مورد استفاده در این پژوهش شامل الگوی تصحیح خطای پانل برای بیان روابط پویا بین توسعه فاوا، توسعه مالی و رشد اقتصادی و سیستم استنتاج فازی برای برآورد شاخص‌های فازی توسعه فاوا و توسعه مالی است.

1. Aghaei, Majid, et al.

2. Niebel, Thomas

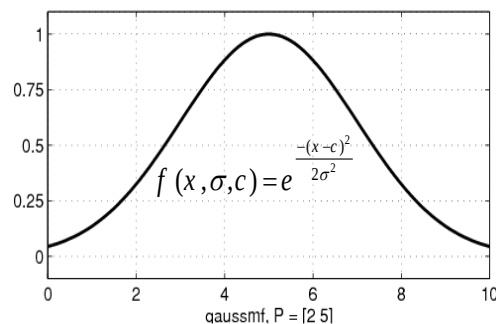
3. Nair, Mahendhiran

4. Rahman, Habib U

## منطق فازی

منطق فازی اولین بار در سال ۱۹۶۵ توسط پروفیسور لطفی زاده در مقاله‌ای با عنوان مجموعه‌های فازی مطرح شد. واژه فازی به معنای غیردقیق، ناواضح و مبهم یا شناور است. نظریه مجموعه‌های فازی قادر است بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستم‌هایی را که کیفی، نادقیق و مبهم هستند (چنانچه که در عالم واقع در بیشتر مواقع چنین است)، صورت‌بندی ریاضی ببخشد و زمینه را برای استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان فراهم آورد (لطفی زاده<sup>۱</sup>، ۱۹۶۵). هدف اصلی از ارائه منطق فازی، آن است که تا حد امکان، رایانه‌ها بتوانند مسائل و مشکلات بسیار پیچیده علمی را با همان سهولت و شیوایی بررسی و حل و فصل کنند که ذهن انسان قادر به ادراک و گرفتن تصمیم‌های سریع و مناسب است.

اگر  $X$  مجموعه مرجع بوده و  $A$  یک زیرمجموعه از مجموعه مرجع باشد و  $\mu_A$  تابع عضویت زیرمجموعه  $A$  باشد و  $\mu_A(x)$  درجه عضویت عضو  $x$  در مجموعه مرجع باشد، به صورت  $(\mu_A(x): X \rightarrow [0,1])$  تعریف می‌شود. با این تعریف بی‌نهایت درجه عضویت در فاصله بسته صفر تا یک خواهیم داشت. اما مرز مجموعه‌های کلاسیک؛ صریح، قطعی و مشخص است، که بر اساس آن فقط دو درجه عضویت بیشتر نخواهیم داشت. یعنی اگر عضو  $x$  به مجموعه مورد نظر متعلق باشد، درجه عضویت یک و در غیر این صورت درجه عضویت صفر را می‌گیرد. توابع عضویت نیز نشان دهنده چگونگی توزیع و پراکندگی درجات عضویت حول یک عدد خاص است. در شکل زیر یک نمونه از پرکاربردترین توابع عضویت یعنی تابع گاوسی نشان داده شده است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۳).

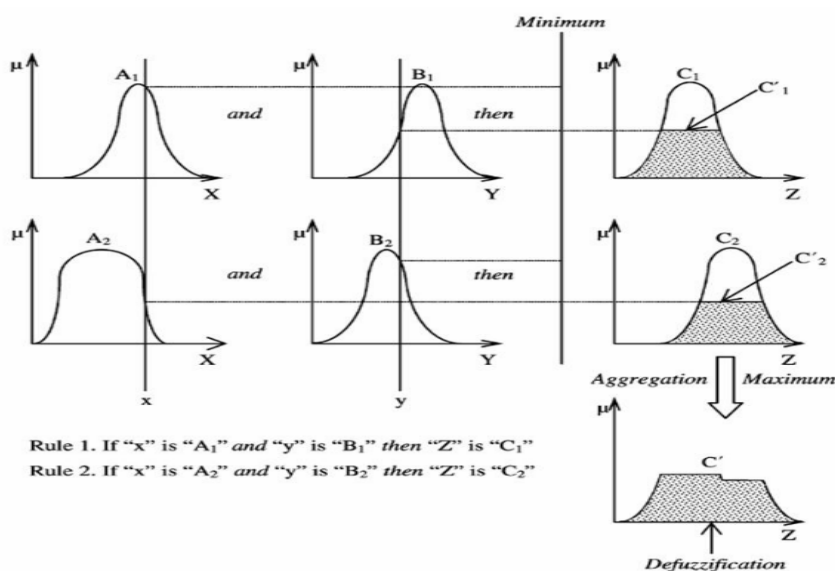


شکل ۲. تابع عضویت گاوسی

### سیستم استنتاج فازی ممدانی

سیستم استنتاج فازی ممدانی اولین بار توسط ممدانی و اصیلیان<sup>۱</sup> برای کنترل یک موتور ترکیبی به کار گرفته شد. در این نوع از سیستم استنتاج فازی خروجی هر متغیر به صورت مجموعه فازی است که در نتیجه به منظور بازیافت قطعیت از عدم قطعیت لازم است تا در انتهای این نوع سیستم روال غیرفازی سازی استفاده شود. این نوع سیستم در شکل نشان داده شده است. که شامل پنج مرحله به شرح زیر است (سیواندام و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۷):

(۱) تعیین مجموعه‌ای از قواعد فازی. (۲) فازی سازی متغیرهای ورودی با استفاده از توابع عضویت. (۳) ترکیب ورودی‌های فازی با توجه به قواعد فازی به منظور ایجاد یک درجه اتکا و استحکام برای قاعده. (۴) یافتن نتیجه قاعده با استفاده از ترکیب درجه اتکای قاعده و تابع عضویت خروجی. (۵) غیرفازی سازی توزیع خروجی.



شکل ۳. ساختار سیستم استنتاج فازی

منبع: ممدانی و اصیلیان (۱۹۷۵)

1. E, H. Mamdani, S. Assilian

2. S.N. Sivanandam, and et al.

### تصحیح خطای پانل

مبنای آماری استفاده از مدل‌های تصحیح خطای برداری وجود همجمعی بین متغیرهای اقتصادی است (نوفرستی، ۱۳۷۸). به نحوی که این مدل‌ها به سادگی ساخته شده و برای استفاده از آنها نیز به اطلاعات مشخصی در خصوص روابط علی میان متغیرها وجود ندارد. بنابراین در این الگوها نیازی به تصریح روابط ساختاری یا دانش ساختاری از روابط علی میان متغیرهای الگو نیست. بخصوص زمانی که اطلاعات دقیقی از چگونگی کارکرد فرایندهای دنیای واقعی یا عوامل تعیین کننده متغیرهای الگو وجود ندارد، توسل به الگوهای خود توضیح برداری اجتناب ناپذیر است. در این رویکرد از نظریه و دانش قبلی محقق تنها برای تعیین متغیرهایی که باید وارد الگو شود، استفاده می‌شود (رنجبر و خداپرست، ۱۳۹۶). درمورد استفاده از چنین الگوهایی بصورت پانل دیتا مسائل خاصی مورد توجه است، برآورد ضرایب به روش پانل دیتای ساده یا پویا، حتی در نمونه‌های بزرگ به برآوردهای ناسازگار منجر می‌شود (پسران و اسمیت<sup>۱</sup>، ۱۹۹۵). پسران شین و اسمیت<sup>۲</sup> (۱۹۹۹) بیان می‌کنند که با متوسط گیری از رگرسیون جداگانه برای مقاطع (روش میانگین گروهی<sup>۳</sup>) یا تلفیق پارامترهای مدل و برآورد مدل بصورت سیستم (روش میانگین گروهی تلفیقی<sup>۴</sup>)، ضرایب سازگار حاصل می‌شوند. بر این اساس مدل ARDL را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$y_{it} = \sum_{j=1}^p \lambda_{ij} y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^q \delta'_{ij} x_{i,t-j} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

در رابطه بالا  $x$  بردار متغیرهای توضیحی،  $\mu$  جملات ثابت هر مقطع و  $\varepsilon$  جملات اخلال است. رابطه بالا را می‌توان بصورت تصحیح خطای برداری (VECM) بشکل زیر نوشت:

$$\Delta y_{it} = \theta_i (y_{i,t-1} - \beta'_i x_{i,t-1}) + \sum_{j=1}^{p-1} \lambda_{ij}^* \Delta y_{i,t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} \delta_{ij}^* \Delta x_{i,t-j} + \mu_i + \varepsilon_{it}$$

که در آن  $\beta$  پارامتر بلندمدت و  $\theta$  پارامتر تصحیح خطا است که در روش میانگین گروهی تلفیقی  $\beta$  برای کلیه مقاطع یکسان فرض می‌شود. با اینکه منظور شدن ناهمگنی مقاطع در

1. Pesaran, M.H; Smith, R.

2. Pesaran, M. H and et al.

3. Mean Group

4. Pooled Mean Group

روش‌های بالا همچنان مسئله وابستگی مقطعی با عنوان شوک‌ها یا عوامل مشترک موجب برآوردهای ناسازگار می‌شوند. عوامل مشترک مشاهده نشده در داده‌های پانل موجب همبستگی در پسماندها شده و نیز می‌توند موجب تورش در برآورد ضرایب شود. بنابراین برای غلبه بر دو مسئله ناهمگنی و وابستگی، برآوردهای مبتنی بر اثرات همبسته مشترک توسعه داده شد که در آن اثرات بلندمدت براساس برآوردی از ضرایب کوتاه‌مدت حاصل می‌شوند. فارغ از اینکه رگرسورها بی‌چون و چرا برونزا بوده یا متغیرها مانا از درجه یک یا صفر باشند، برآوردهای بلندمدت سازگار هستند. در روش بالا تنها در شرایط نمونه‌های کوچک در پانل‌های ناهمگن امکان تورش برآورد وجود دارد که این مسئله نیز به روش تعدیل میانگین بازگشتی<sup>۱</sup> یا برآورد گر جک‌نایف نیمه پانل<sup>۲</sup> حل می‌شود (چودیک و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۵).

در این مطالعه نیز بر اساس آنچه گفته شد و همچنین بر اساس مطالعه پرادهان و همکاران (۲۰۱۵) الگوی تصحیح خطا به صورت روابط زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$\Delta PGDP_{it} = \theta_{1j} + \sum_{k=1}^p \beta_{1k} \Delta PGDP_{it-k} + \sum_{k=1}^q \lambda_{1k} \Delta ICTI_{it-k} + \sum_{k=1}^r \mu_{1k} \Delta FIND_{it-k} + \eta_1 ECT_{it-1} + \varepsilon_{1it}$$

$$\Delta ICTI_{it} = \theta_{2j} + \sum_{k=1}^p \beta_{2k} \Delta ICTI_{it-k} + \sum_{k=1}^q \lambda_{2k} \Delta PGDP_{it-k} + \sum_{k=1}^r \mu_{2k} \Delta FIND_{it-k} + \eta_2 ECT_{it-1} + \varepsilon_{2it}$$

$$\Delta FIND_{it} = \theta_{3j} + \sum_{k=1}^p \beta_{3k} \Delta FIND_{it-k} + \sum_{k=1}^q \lambda_{3k} \Delta ICTI_{it-k} + \sum_{k=1}^r \mu_{3k} \Delta PGDP_{it-k} + \eta_3 ECT_{it-1} + \varepsilon_{3it}$$

در روابط بالا PGDP درآمدرانه حقیقی، ICTI شاخص توسعه فاوا و FIND شاخص توسعه مالی بوده و  $p$ ،  $q$  و  $r$  معرف وقفه متغیرها بوده و وقفه تصحیح خطا ECT ها نیز معرف فرایند تعادل و پویایی‌های بلندمدت است. چنانچه فرض صفر بودن  $\lambda_{1k}$  ها رد نشود وجود رابطه علیت کوتاه‌مدت از توسعه فاوا به رشد اقتصادی نیز پذیرفته نمی‌شود و اگر فرض صفر بودن  $\mu_{1k}$  ها نیز رد نشود وجود رابطه علیت کوتاه مدت از توسعه مالی به رشد اقتصادی پذیرفته نمی‌شود. در نهایت اگر فرض صفر بودن  $\eta_1$  نیز رد نشود وجود رابطه علیت بلند مدت از توسعه مالی و توسعه فاوا به رشد اقتصادی تایید نمی‌شود.

1. Recursive mean rdjustment

2. Half-panel jackknife

3. Chudik A, and et al.

## یافته‌های پژوهش

## داده‌ها

در این مطالعه به منظور مدل‌سازی روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت از دو دسته داده‌های پرسشنامه‌ای و استانی استفاده شده است. قسمت پرسشنامه جهت ایجاد پایگاه دانش فازی بکار رفته و قسمت داده‌های استانی هم در ایجاد شاخص فازی و هم در مدل‌سازی الگوی تصحیح خطای پائل بکار می‌رود که از بانک مرکزی و مرکز آمار ایران استخراج شده‌اند.

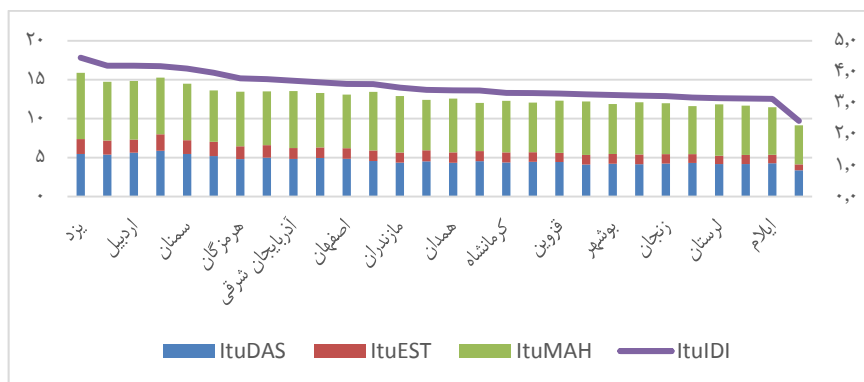
به منظور ایجاد پایگاه دانش فازی پس از مطالعه ادبیات پژوهش و تعیین زیرشاخص‌های سازنده شاخص فازی توسعه فاوا و شاخص فازی توسعه مالی با تاکید بر بانک محوری اقتصاد ایران، پرسشنامه‌ای متشکل از سه بخش اطلاعات جمعیت‌شناسی جهت وزن‌دهی صحیح به نظرات خبرگان و بخش توسعه فاوا و بخش توسعه مالی تدوین و بصورت آنلاین تکمیل شد. از آنجا که جامعه آماری در این الگو نامعین بود بر اساس رابطه کوکران حداقل حجم نمونه ۳۸۴ پرسشنامه تعیین شد. ولی با احتیاط در خصوص احتمال عدم برگشت پاسخنامه، تعداد ۴۵۰ پرسشنامه توزیع شد که در نهایت ۴۱۴ پاسخ قابل استفاده دریافت شد. بررسی اطلاعات جمعیت‌شناسی نشان داد که ۷۸٪ از جمعیت را آقایان تشکیل می‌دهند و نیز ۶۵٪ جمعیت دارای تحصیلات دکتری و ۳۳٪ کارشناسی‌ارشد و تنها ۲٪ کارشناسی هستند. از نظر سنی نیز بیشتر جامعه آماری یعنی ۵۲٪ جامعه آماری بین ۳۰ تا ۴۰ سال قرار دارند. همچنین ۶۶٪ جامعه آماری حداقل در چاپ یک مقاله در حوزه مالی نقش داشته‌اند.

به منظور یکسان‌سازی تاریخ کلیه داده‌های استانی در دسترس، استان‌های خراسان شمالی و جنوبی در استان خراسان رضوی ادغام شده و استان البرز نیز در استان تهران ادغام شده است. روش متداول حقیقی کردن ارقام اسمی استفاده از شاخص قیمت است. در این مطالعه، به منظور تبدیل متغیرهای اسمی به حقیقی از شاخص قیمت مصرف‌کننده استانی استفاده شد. برای استفاده از داده‌های یادشده در بازه مورد نیاز این پژوهش، از آنجا که دارای سال پایه متفاوتی بودند، بر اساس نرخ رشد با یکدیگر ادغام شدند تا شاخص بر اساس سال پایه ثابت ۱۳۷۶ بطور یکپارچه محاسبه شود.

شاخص توسعه فاوا بر اساس زیرشاخص‌های مورد استفاده در ساخت شاخص توسعه ارتباطات و فناوری اطلاعات (IDI)<sup>۱</sup>، استفاده شده است که شامل زیرشاخص‌های

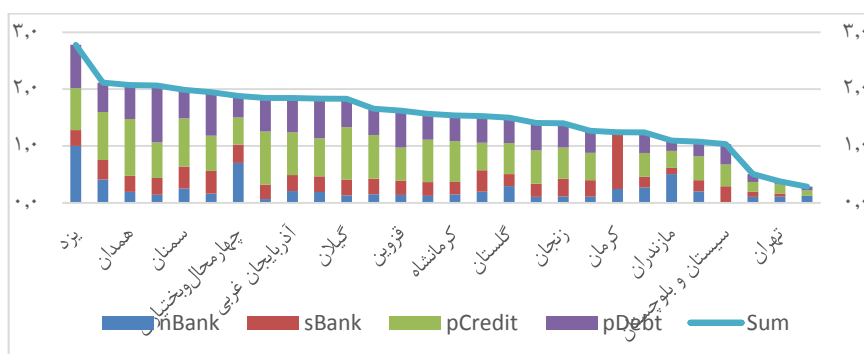
1. ICT Development Index

مهارت (MAH)، دسترسی (DAS) و استفاده (EST) است. این زیر شاخص‌ها و همچنین شاخص IDI از گزارش‌های وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات استخراج شده است. شکل زیر متوسط زیرشاخص‌های بالا را در دوره ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۸ نشان می‌دهد:



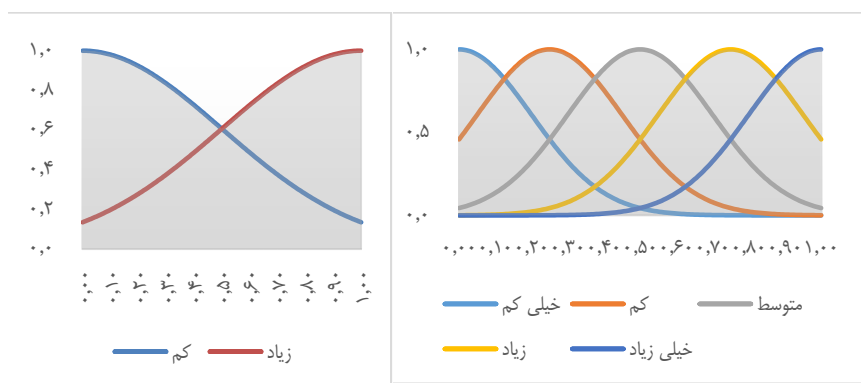
شکل ۴. متوسط وضعیت استان‌ها از نظر زیرشاخص‌های توسعه فاوا

همچنین در حوزه توسعه مالی و کارآمدی بخش مالی به پیوری از مطالعه زروکی و همکاران (۱۳۹۴)، از مؤلفه‌های نسبت تعداد واحد بانکی به جمعیت (nBank)، نسبت میزان سپرده بانکی به تولید (sBank)، نسبت سهم اعتبارات پرداختی بانک‌ها در بخش غیردولتی به تولید (pCredit) و نسبت مانده بدهی بخش غیردولتی بابت تسهیلات اعطایی به تولید (pDebt) استفاده شده است.



شکل ۵. متوسط وضعیت استان‌ها از نظر زیرشاخص‌های توسعه مالی

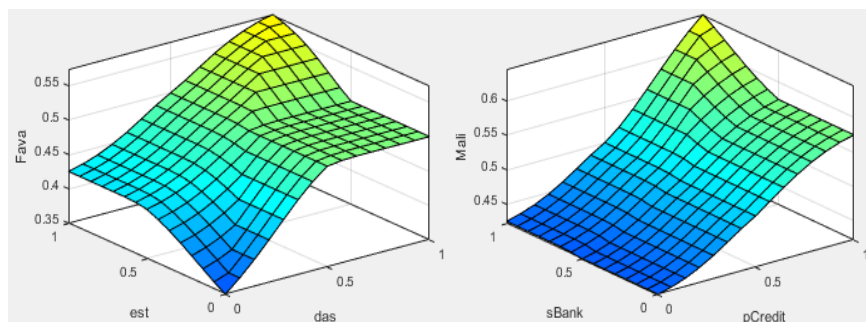
به منظور ایجاد پایگاه دانش و قواعد فازی در قسمت مقدم تنها از دو متغیر زبانی کم و زیاد استفاده شده است و از آنجا که کلیه متغیرها در بازه صفر و یک نرمالسازی شده‌اند. مقادیر مرکزی دو تابع عضویت کم و زیاد را به ترتیب صفر و یک قرار داده و پارامتر دوم تابع گوسی (انحراف معیار) متغیرهای ورودی را نیم در نظر گرفته شده است که شکل آن بصورت زیر می‌باشد. همچنین از آنجا که قسمت تالی قواعد شامل خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد است. ولی مراکز توابع عضویت شاخص نهایی را می‌توان در بازه صفر تا یک به پنج قسمت مساوی تقسیم کرد. همچنین در این بخش پارامتر پراکندگی تابع عضویت گوسی مربوط به شاخص نهایی یک پنجم در نظر گرفت شد که نتایج آن بصورت زیر است:



شکل ۶. توابع عضویت شاخص فازی خروجی  
سیستم استنتاج فازی مبدانی

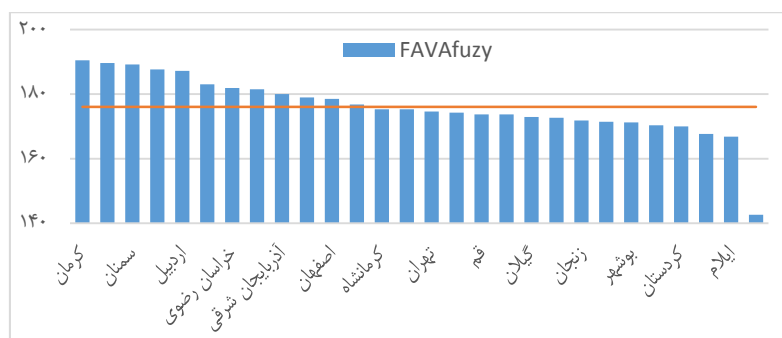
شکل ۷. توابع عضویت زیر شاخص های  
ورودی سیستم استنتاج فازی مبدانی

همچنین پس از تجمیع نظر خبرگان بصورت قواعد اگر و آنگاه که نمونه‌هایی از آنها در جدول زیر ارائه شده است، ارتباط سه‌بعدی نمونه روابط زیر شاخص‌ها و شاخص‌های نهایی فازی بصورت شکل‌های زیر نمود پیدا می‌کند. شکل زیر درمورد فاوا نشان می‌دهد که افزایش دسترسی تنها زمانی که استفاده بالا باشد، موجب افزایش شاخص توسعه فاوا خواهد بود و نیز شکل زیر درمورد مالی نشان می‌دهد که افزایش نسبت تعداد واحد بانکی به جمعیت در صورت افزایش نسبت اعتبارات پرداختی بانک‌ها در بخش غیردولتی به تولید موجب بهبود شاخص توسعه مالی خواهد بود.



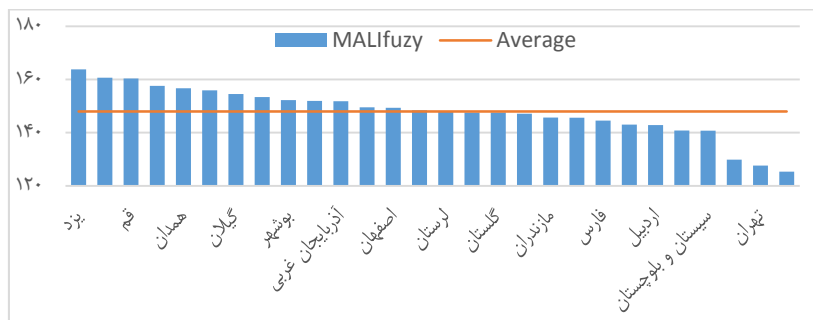
شکل ۸. روابط شاخص توسعه مالی و زیرشاخص‌های نمونه از نظر خبرگان  
 شکل ۹. روابط شاخص توسعه فاوا و زیرشاخص‌های دسترسی و استفاده از نظر خبرگان

سایر پارامترهای سیستم استنتاج فازی ممدانی در حالت جامع و بصورت پیش فرض در نظر گرفته شده است. در ادامه و پس از اجرای سیستم فازی با مشخصات فوق شاخص‌های فازی توسعه مالی و توسعه فاوا استخراج شد که بطور مختصر متوسط آن در طی دوره تحت بررسی در ادامه ارائه شده است:



شکل ۱۰. متوسط شاخص فازی توسعه فاوا طی دوره پژوهش

نتایج بالا نشان می‌دهد به طور متوسط استان‌های کرمان، یزد و سمنان نسبتاً دارای شاخص توسعه فاوای بالاتری بوده و در نقطه مقابل استان سیستان و بلوچستان با اختلاف دارای شاخص توسعه فاوای پایین است که بیانگر وضعیت زیرساختی نامناسب این استان از نظر دسترسی، مهارت و استفاده فاوا است.



شکل ۱۱. متوسط شاخص فازی توسعه مالی طی دوره پژوهش

شکل ۱۱ نشان می‌دهد که استان‌های یزد، چهارمحال و بختیاری، قم و سمنان بطور متوسط در مقایسه با سایر استان‌ها در جایگاه بالاتری از نظر توسعه مالی قرار داشته و همچنین استان‌های مرکزی، تهران، و هرمزگان دارای جایگاه نسبتاً پایین از نظر شاخص توسعه مالی هستند که نسبت‌های بالای تراکم جمعیتی و تولید در مقایسه با سایر استان‌های می‌تواند عامل پایین بودن رتبه این استان‌ها باشد.

### برآورد پارامترهای الگوی تصحیح خطای پانل

در این قسمت به منظور برآورد الگوی پانل پویا ابتدا لازم است آزمون وابستگی مقطعی و مانایی درباره متغیرها بررسی شود. نتایج بررسی وابستگی مقطعی متغیرهای پژوهش به شرح زیر است:

جدول ۳. آزمون استقلال مقاطع

| آزمون فریدمن |         | آزمون پسران |        | الگوی پانل   |
|--------------|---------|-------------|--------|--------------|
| احتمال       | آماره   | احتمال      | آماره  |              |
| ۰/۰۰۰۰       | ۳۲۷/۵۲۶ | ۰/۰۰۰۰      | ۵۵/۷۴۸ | اثرات ثابت   |
| ۰/۰۰۰۰       | ۳۲۸/۵۰۰ | ۰/۰۰۰۰      | ۵۵/۸۵۸ | اثرات تصادفی |

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج بالا بیانگر آن است که فرض صفر مبنی بر استقلال مقاطع رد می‌شود پس لازم است که در بررسی مانایی متغیرها وابستگی مقاطع منظور شده و از آزمون‌های ریشه واحد CIPS پسران استفاده شود که در آن فرض صفر وجود ریشه واحد در متغیر است. جدول زیر نتیجه آزمون ریشه واحد با روش پسران را نشان می‌دهد.

جدول ۴. آزمون ریشه واحد CIPS

| متغیر                            | آماره در سطح | آماره با تفاضل |
|----------------------------------|--------------|----------------|
| شاخص توسعه فاوا                  | ۱/۷۳۸-       | ۳/۸۳۷-         |
| شاخص توسعه مالی                  | ۲/۰۵۸-       | ۴/۵۳۸-         |
| تولید ناخالص داخلی               | ۱/۸۳۹-       | ۳/۷۷۷-         |
| مقدار بحرانی در سطح ۵ درصد ۲/۱۵- |              |                |

منبع: یافته‌های پژوهش

از آنجا که آماره آزمون در سطح کمتر از مقدار بحرانی و با تفاضل بیشتر از مقدار بحرانی است، فرض صفر مبنی بر داشتن ریشه واحد در متغیرها را نمی‌توان رد کرد. بنابراین برای استفاده از الگوی تخصیص بررسی هم‌انباشتگی میان متغیرها اجتناب‌ناپذیر است. در این بخش افزون بر آزمون هم‌انباشتگی جوهانسون به منظور در نظر گرفتن ناهمگنی بین مقاطع، هم‌انباشتگی متغیرها با استفاده از آزمون‌های پدرونی و کائو نیز بررسی شده است. چرا که آزمون هم‌جمعی پدرونی، امکان وجود اثرات ثابت و روندهای زمانی ناهمگن در بین مقاطع را در نظر می‌گیرد (پدرونی<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴). آزمون کائو<sup>۲</sup> (۱۹۹۹) نیز همان رویکرد اولیه پدرونی را دارد با این تفاوت که اثرات ثابت مقاطع و ضرایب همگن متغیرها را در رگرسیون اولیه در نظر می‌گیرد.

جدول ۵. آزمون های هم‌انباشتگی

| آزمون      | نوع                               | آماره   | احتمال |
|------------|-----------------------------------|---------|--------|
| westerlund | -                                 | ۳/۴۹۱۸- | ۰/۰۰۰۲ |
| Pedroni    | Modified variance ratio           | ۳/۳۰۱۳  | ۰/۰۰۰۵ |
|            | Modified Phillips-Perron t        | ۲/۵۴۴۶- | ۰/۰۰۵۵ |
|            | Phillips-Perron t                 | ۴/۰۳۵-  | ۰/۰۰۰۰ |
|            | Augmented Dickey-Fuller t         | ۴/۰۲۳۷- | ۰/۰۰۰۰ |
| kao        | Modified Dickey-Fuller t          | ۳/۷۸۱۲- | ۰/۰۰۰۱ |
|            | Dickey-Fuller t                   | ۳/۳۴۶۲- | ۰/۰۰۰۴ |
|            | Augmented Dickey-Fuller t         | ۴/۷۷۳۱- | ۰/۰۰۰۰ |
|            | Unadjusted modified Dickey-Fuller | ۳/۹۸۷۹- | ۰/۰۰۰۰ |

منبع: یافته‌های پژوهش

1. Pedroni, P

2. Kao, Chihwa

جدول ۶. آزمون های هم انباشتگی پدرونی

| گروهی     | پانلی     | آزمون |
|-----------|-----------|-------|
| -         | ***۵/۳۱۱  | v     |
| ۰/۳۶۸     | **۱/۷۶۸-  | rho   |
| ***۲/۳۹۴- | ***۳/۱۶۴- | t     |
| ۱/۲۷-     | ۱/۶-      | adf   |

منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج بالا وجود هم‌انباشتگی بین متغیرها تایید می‌شود. شایان توجه است که در آزمون هم‌انباشتگی پدرونی چنانچه حداقل چهار آماره از هفت آماره معنی‌دار باشد، می‌توان فرض صفر مبنی بر عدم وجود بردار هم‌جمعی را رد کرد (ده‌بیدی و همکاران، ۱۳۹۶).

پس از تایید هم‌انباشتگی بین متغیرها، حال می‌توان روابط علیت کوتاه‌مدت و بلندمدت بین آنها را بررسی کرد. بدین منظور الگوی تصحیح خطای پانل با در نظر گرفتن محدودیت طول مشاهدات (۱۳۸۰ تا ۱۳۹۸) با حداکثر طول وقفه یک، برآورد شده است. در برآورد پارامترها در این مطالعه از روش اثرات همبستگی مشترک پویا (DCCE)<sup>۱</sup> و برآورد گره‌های میانگین گروهی (MG)<sup>۲</sup>، میانگین گروهی تلفیقی (PMG)<sup>۳</sup> و تلفیقی (Pooled) بکار رفته و برای انتخاب کاراترین برآوردگر از آزمون هاسمن استفاده شده است که نتایج آن در جدول زیر قابل مشاهده است:

جدول ۷. مقایسه مدل‌ها با آزمون هاسمن

| نتیجه     | احتمال | آماره آزمون | مقایسه  | متغیر وابسته |
|-----------|--------|-------------|---------|--------------|
| MG کاراتر | ۰/۶۴۰۴ | ۱/۶۸        | PMG-MG  | رشد اقتصادی  |
| MG کاراتر | ۰/۹۴۱۸ | ۰/۰۱        | POOL-MG |              |
| MG کاراتر | ۰/۰۰۰۲ | ۱۹/۷۰       | MG-PMG  | توسعه فاوا   |
| MG کاراتر | ۰/۹۹۹۸ | ۰/۰۰        | POOL-MG |              |
| MG کاراتر | ۰/۷۹۳۵ | ۱/۰۳        | PMG-MG  | توسعه مالی   |
| MG کاراتر | ۰/۹۸۸۳ | ۰/۰۰        | POOL-MG |              |

منبع: یافته‌های پژوهش

1. Dynamic Common Correlated Effects (DCCE)
2. Mean group
3. Pooled Mean Group

نتایج بالا نشان می‌دهد در کلیه مدل‌ها الگوی MG کارتر است. بر این اساس در ادامه ضرایب هر یک از مدل‌ها برآورد و بررسی می‌شود.<sup>۱</sup>

جدول ۸. نتایج الگوها بر اساس همبستگی مشترک پویا

| متغیر توضیحی | متغیر وابسته رشد اقتصادی |       | متغیر وابسته توسعه فاوا |        | متغیر وابسته توسعه مالی |       |
|--------------|--------------------------|-------|-------------------------|--------|-------------------------|-------|
|              | احتمال                   | ضریب  | احتمال                  | ضریب   | احتمال                  | ضریب  |
| D.LRGDPPo    | -                        | -     | ۰/۲۲۹                   | ۰/۰۳۳۸ | ۰/۰۶۹                   | ۰/۷۲۹ |
| D.LFAVAfuzzy | ۰/۹۸۷۸                   | ۰/۰۶۸ | -                       | -      | ۰/۲۶۷۲                  | ۰/۱۰۲ |
| D.LMALIfuzzy | -۰/۱۵۱۶                  | ۰/۸۴۰ | ۰/۲۳۴۴                  | ۰/۳۰۰  | -                       | -     |
| D.K          | ۰/۲۴۱۸-                  | ۰/۷۱۹ | ۰/۰۰۹۵                  | ۰/۸۹۴  | ۰/۱۳۷۸-                 | ۰/۱۱۶ |
| ec           | ۰/۶۶۲۸-                  | ۰/۰۵۱ | ۰/۰۴۳۳-                 | ۰/۰۵۱  | ۰/۰۲۲۸-                 | ۰/۰۲۸ |
| LRGDPPo      | -                        | -     | -۲/۹۸۸۱                 | ۰/۱۰۴  | ۱۳/۳۱۸۹                 | ۰/۱۰۷ |
| LFAVAfuzzy   | ۱/۲۷۱۷                   | ۰/۴۷۴ | -                       | -      | -۲/۲۷۸۴                 | ۰/۶۲۷ |
| LMALIfuzzy   | ۰/۳۷۳۳                   | ۰/۷۱۶ | -۴/۵۱۳۶                 | ۰/۸۳۱  | -                       | -     |
| K            | ۱/۶۲۲۱                   | ۰/۰۴۶ | ۷/۲۹۸۰                  | ۰/۴۵۵  | ۲/۱۳۵۸                  | ۰/۸۶۶ |

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج بالا نشان می‌دهد بین توسعه فاوا و رشد اقتصادی در کوتاه مدت رابطه علیت یک طرفه از توسعه فاوا به رشد اقتصادی در سطح اطمینان ۹۰ درصد برقرار است. همچنین در کوتاه مدت توسعه مالی بر رشد اقتصادی تاثیر معنی‌داری نداشته است. نتایج بدست آمده همچنین نشان می‌دهد که در بلندمدت رابطه معنی‌داری بین توسعه مالی و رشد و همچنین توسعه فاوا و رشد وجود ندارد. در ادامه برخی از مطالعات با نتایج مشابه و دلایل احتمالی نتایج مرور می‌شود. تقوی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه خود بیان می‌کنند که عدم تاثیر مثبت توسعه مالی بر رشد

۱. ترتیب مقایسه مدل‌ها به گونه‌ای بوده که آزمون نتیجه بخش باشد، همچنین در الگوی نهایی برای کاهش خطای تصریح متغیر کنترل‌کننده موجودی سرمایه که از نسبت سهم ارزش افزوده استان از ارزش افزوده بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات در موجودی سرمایه کلان برآورد شده نیز در مدلسازی منظور شده است.

می‌تواند به دلیل نحوه آزادسازی بازارهای مالی، ضعف نظام مالی و عدم شکل‌گیری بازارهای منسجم و بهره‌مند از مقررات باشد که تخصیص غیربهبه منابع را در پی دارد. شهبازی و سعیدپور (۱۳۹۲) نیز تاثیر توسعه مالی بر رشد اقتصادی در حالت توسعه مالی اندک را منفی و در حالت توسعه مالی بالا را ناچیز برآورد می‌کنند. دژپسند و بخارایی (۱۳۹۵) علت تاثیر عدم تاثیر مثبت توسعه مالی بر رشد اقتصادی را کارایی ناکافی بازارهای مالی دانسته و نتیجه می‌گیرند که بازارهای مالی نتوانسته‌اند در خدمت بخش واقعی اقتصاد و سرمایه‌گذاری قرار بگیرند. شاهمرادی و همکاران (۱۳۹۹) ضمن اشاره به ضعف بخش خصوصی در جذب و مدیریت منابع در جهت سرمایه‌گذاری و تشکیل سرمایه و رشد اقتصادی، بیان می‌کنند که به دلیل عدم وجود نظام تصمیم‌گیری صحیح حتی ممکن است اعتبارات و منابع مالی تاثیر منفی بر رشد اقتصادی داشته باشد، چراکه انگیزه فساد و رشوه در اقتصادهای در حال توسعه بالاست. عیسی‌زاده و همکاران (۱۳۹۹) ضمن تایید آثار منفی توسعه مالی بر رشد نشان می‌دهند که پیشرفت فناوری می‌تواند اثر منفی واسطه‌های مالی را کاهش دهد. گزارش مرکز پژوهش‌های مجلس در سال ۱۳۹۹ نشان داد که با تشخیص الگوی اعطای تسهیلات بانکی با بررسی صورتهای مالی بانک‌های بورسی، نسبت بالای اعطای تسهیلات به اشخاص مرتبط و شرکت‌های زیرمجموعه که مغایر با تخصیص بهینه منابع است، موجب شده تعدادی از بانک‌ها درصدد اختصاصی سازی خلق پول بوده و تسهیلات آنان به سوی شرکت‌های وابسته کانالیزه شود (بازارهای مالی در سال ۱۳۹۸؛ مرکز پژوهش‌های مجلس، ۱۳۹۹) که ارتباط کمتری با بخش مولد داشته و می‌تواند از جمله عوامل عدم تاثیر مثبت توسعه مالی بر رشد اقتصادی باشد.

گوردون و سید<sup>۱</sup> (۲۰۲۰) نشان دادند که علیرغم شتاب بهره‌وری ناشی از فناوری تا پیش از ۲۰۰۵، پس از این دوره امریکا و اروپا دچار افت رشد شده اند که حاکی از منافع موقت توسعه فناوری است. ژیااولان و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۱) ضمن تاکید بر بررسی انتقادی سیستماتیک ادبیات تجربی در حوزه فناوری، بیان می‌کنند که توسعه فناوری ضمن داشتن مزایا، معایبی نیز دارند. بنابراین آثار منفی توسعه فناوری بر شرایط کار و اشتغال و همچنین تسهیل فرار مالیاتی قابل توجه و بررسی است. برانجولفسون و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۱) نشان می‌دهند که توسعه

1. Gordon, Robert J and Sayed, Hassan

2. Xiaolan Fu et al.

3. Brynjolfsson, Erik

فناوری نیازمند سرمایه‌گذاری‌های مکمل چشمگیری است که بیشتر نامشهود بوده و یا بطور ضعیفی در حساب‌های ملی برآورد می‌شوند که نتیجه آن رابطه ضعیف توسعه فناوری و رشد اقتصاد است.

### بحث و نتیجه‌گیری

در بررسی رابطه بین رشد اقتصادی، توسعه مالی و توسعه فاوا دیدگاه‌های متفاوت و حتی متضاد وجود دارد که هر یک پیشنهاد‌های سیاستی متمایزی را ارائه می‌کنند. ولی در این مطالعه ابتدا به کمک تجمیع نظر خبرگان شاخص توسعه مالی و توسعه فاوا با استفاده از سیستم استنتاج فازی ممدانی ایجاد و سپس روابط کوتاه مدت و بلندمدت میان توسعه فاوا، توسعه مالی و رشد اقتصادی بصورت استانی در بازه زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفت. یافته‌های پژوهش ضمن بهره‌مندی از خردجمعی و سیستم استنتاج هوشمند و همچنین با منظور کردن اثرات همبستگی مشترک پویا، نشان داد که توسعه مالی بر رشد تاثیر معنی‌داری نداشته ولی در خصوص تاثیر رشد بر توسعه مالی رابطه معنی‌داری در کوتاه مدت و بلندمدت یافت نشد. همچنین رابطه بین توسعه فاوا و رشد نیز تنها در کوتاه مدت تایید شد که گویای روابط علیت یک طرفه از توسعه فاوا به رشد استان‌ها می‌باشد. بر این اساس پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران اقتصادی بر ایجاد مقررات و تشکیل بازار مالی منسجم و تقویت نظام مالی تاکید و شرایط لازم برای تخصیص بهینه منابع مالی را فراهم نمایند. همچنین به منظور بهره‌مندی از آثار بلندمدت توسعه فاوا پیشنهاد می‌شود سیاست‌های لازم جهت بهبود مهارت و استفاده بلندمدت از زیرساخت‌های فناوری با امکانات آموزشی به‌روز اتخاذ شده و تسهیلات و مقررات حمایتی لازم برای موفقیت و دوام بلندمدت در حوزه استارت‌آپی فراهم شود. همچنین برای مطالعات آتی با توجه به الگوی فازی معرفی شده در ساخت شاخص‌های توسعه مالی و توسعه فاوا و قابلیت بالای این الگو در ترکیب دیدگاه‌ها و داده‌ها پیشنهاد می‌شود این الگو در ساخت سایر شاخص‌های آماری و اقتصادی که فاقد معیار یکتا هستند، نیز استفاده شود.

## References

- Aboutorabi M. A; Falahi M. A; Salimifar, M; Hosseini, S. M; (2015), the Effect of Government Ownership of Banks on the Causality of Finance-Growth in Iran. *The Economic Research*, 15 (4), 126-99.
- Aghaei, Majid and Rezagholizadeh, Mahdiah (2017). The Impact of Information and Communication Technology (Ict) On Economic Growth in the Oic Countries. *Economic and Environmental Studies*, 17(2), 255-276.
- Ahmadian Azam, (2010), the Effect of Financial Liberalization on Financial Development, *Financial Knowledge of Securities Analysis (Financial Studies)*, 3 (8), 191-202. (In Persian).
- Anupam Das & Murshed Chowdhury & Sariah Seaborn, (2018). ICT Diffusion, Financial Development and Economic Growth: New Evidence from Low and Lower Middle-Income Countries, *Journal of the Knowledge Economy*, Springer, *Portland International Center for Management of Engineering and Technology (PICMET)*, 9(3), 928-947.
- Aral, Sinan; Brynjolfsson Erik, Wu D.J. (2006). Which Came First, It Or Productivity? The Virtuous Cycle of Investment and Use in Enterprise Systems. *Twenty Seventh International Conference on Information Systems*, Milwaukee.
- Beck, Thorsten; Levine, Ross and Norman, Loayza (2000). Finance and the Source of Growth. *Journal of Financial Economics*, 58(2), 261–300.
- Brynjolfsson, Erik and Rock, Daniel and Syverson, Chad. (2021). The Productivity J-Curve: How Intangibles Complement General Purpose Technologies. *American Economic Journal: Macroeconomics*. 3(1), 72-333.
- Chou, Yuan K. (2010). Modeling Financial Innovation And Economic Growth: Why The Financial Sector Matter To The Real Economy. *The Journal of Economic Education*, 38(1), 78-90.
- Chudik, Alexander & Mohaddes, Kamiar & Pesaran, Hashem & Raissi, Mehdi. (2015). Long-Run Effects in Large Heterogenous Panel Data Models with Cross-Sectionally Correlated Errors. Federal Reserve Bank of Dallas, *Globalization and Monetary Policy Institute Working Papers*. 10.24149/gwp223.
- Deh Bidi Navid Kargar, Tarazkar Mohammad Hassan and Liani Qasim. (2017), the effect of agricultural production growth on biomass production in the Middle East with emphasis on Iran, *Journal of Agricultural Economics Research*, 6 (11), 123-148. (In Persian).

- Dehghan Shabani, Zahra and Shahnazi Ruhollah (2016). Investigating the short-term and long-term causal relationship between financial development and economic growth in Iranian provinces. *Journal of Economic Research*, 2 (51), 341-385.
- Dimelis, Sophia. P; & Papaioannou, S. K. (2010). Fdi and Ict Effects on Productivity Growth: A Comparative Analysis of Developing and Developed Countries. *European Journal of Development Research*, 22(1), 79–96.
- Dorrucci, Ettore, Meyer-Cirkel, Alexis and Santabárbara, Daniel, (2009), Domestic financial development in emerging economies: evidence and implications, No 102, Occasional Paper Series, *European Central Bank*.
- Emmanouil Tranos (2012) The Causal Effect of the Internet Infrastructure on the Economic Development of European City Regions, *Spatial Economic Analysis*, 7:3, 319-337.
- Falihi, Nemat and Bukharaee, Reyhaneh (2017). Investigating the effect of financial depth on economic growth in Iran. *Financial Economics*, 11 (28), 63-80.
- Farhad and Bukhara Reyhaneh Dejpsand. (2016). Investigating the relationship between financial development and economic growth in Iran based on the post-Keynesian macroeconomic model. *Financial Economics*, 34 (34), 59-92.
- Ghasemi, Samaneh (2017). Investigating the effect of information and communication technology (ICT) on the relationship between financial development and economic growth of the country's provinces. Master Thesis, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Mazandaran University.
- Gokmenoglu, Korhan & Amin, Muhammad & Taspinar, Nigar. (2015). the Relationship among International Trade, Financial Development and Economic Growth: The Case of Pakistan. *Procedia Economics and Finance*. 25. 489-496.
- Gordon, Robert J and Sayed, Hassan. (2020). Transatlantic Technologies: The Role of ICT in the Evolution of U.S. and European Productivity Growth. National Bureau of Economic Research. Working Paper Series 27425.
- Ha Minh Nguyen, Quan Thai-Thuong Le, Chi Minh Ho, Thang Cong Nguyen, Duc Hong Vo, (2021), Does financial development matter for economic growth in the emerging markets?, *Borsa Istanbul Review*, ISSN 2214-8450.
- Hassan, Kabir M; Sanchez B. & Jung-Sy (2011). Financial Development and Economic Growth: New Evidence from Panel Data, *the Quarterly Review of Economics and Finance*, 51, 88–104.

- Homayoun Ranjbar, Mohsen Khodaparast, (2017), Renewable Energy and Its Role in Reinforcing National Security and Providing Applicable Solutions for Islamic Republic of Iran, *Defense Economics*, 2(6), 31-51. (In Persian).
- Hosseini Seyedeh Maryam, Daei Karimzadeh Saeed, Bakhtiari Sadegh. (2018), the relationship between financial development, economic growth and energy consumption in a selection of developing countries, *Financial Economics*, 45 (12), 167-191.
- Hossini S M, Ashrafi Y, Siami Araghi E.(2012), The Review of Relationship between Financial Development and Economic Growth with Introducing New Variables, *Journal of Economic Research and Policies*, 19 (60), 19-34. (In Persian).
- Houben, A.C.F.J. and J.I. Kakes (2002), ICT Innovation and Economic Performance: The Role of Financial Intermediation, *Kyklos*, 55(4), 543-562.
- Hsueh, Shun-Jen & Hu, Yu-Hau & Tu, Chien-Heng, (2013), Economic growth and financial development in Asian countries: A bootstrap panel Granger causality analysis, *Economic Modelling*, Elsevier, 32, 294-301.
- Issazadeh, Roshan Yousef, Mr. Majid and Ghasemi Samaneh. (2020). The Role of Information and Communication Technology (ICT) in the Impact of Financial Intermediaries on Economic Growth in Iranian Provinces: Using the GMM Method Dynamic Panel Data. *Journal of Economic Research*, 20 (78), 137-175.
- Jafari Samimi, Ahmad; Culture, zero; Rostamzadeh, Mehdi and Mohammadzadeh, Mehdi (2009). The Impact of Financial Development and Trade Liberalization on Economic Growth in Iran. *Iranian Journal of Economic Research*, 9 (4), 1-21. (In Persian).
- Jahangard, Esfandiar and Alinaghi, Nazila (2016). Causal analysis between ICT investment and labor productivity growth. *Quarterly Journal of New Economy and Trade*, 11 (3), 73-96.
- Jahangard, Esfandiyar, (2021), *Digital Economics*, nashreamareh, Tehran, Iran. (In Persian).
- James, B. Ang. (2008). What Are The Mechanisms Linking Financial Development And Economic Growth In Malaysia? *Economic Modelling*, 25, 38-53.
- Kao, Chihwa, (1999), spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data, *Journal of Econometrics*, Elsevier, vol. 90(1), 1-44.

- Kaur, K. N. And N. Malhotra (2014). Telecommunication and Economic Growth in India: Causality Analysis. *International Journal of Research in Business*, 2(5), 31-46.
- Kaur, Kawaljeet & Neena Malhotra (2014). Telecommunications and Economic Growth in India: Causality Analysis. *International Journal of Research in Business Management* 2 (5): 31-46.
- Khalili Iraqi Mansour, Farzin Vash Assadollah, Sadri Hamed. (2019), Investigating the effects of temporal variables of financial development on economic growth: TVP-FAVAR model, *Economic Research*, 3 (19), 31-59.
- Komijani, Akbar and Mahmoudzadeh, Mahmoud (2008). The role of information technology in Iran's economic growth (growth accounting approach). *Journal of Economic Research*, 8 (2), 75-107.
- Komijani, Akbar and Mohammad, Nadali (2007). Investigating the causal relationship between financial deepening and economic growth in Iran. *Iraninan Jouornal of Trade Studies*, 1 (44), 23-47. (In Persian).
- Komijani, Akbar; Motusali, Mahmoud; and Pourrestami, Nahid (2009). Theoretical framework for explaining the factors affecting financial development with emphasis on the Williamson model. *Journal of Economic Research and Policies*, 17 (50), 5-29. (In Persian).
- Kpodar, Kangni & Andrianaivo, Mihasonirina. (2011). ICT, Financial Inclusion, and Growth Evidence from African Countries. *IMF Working Papers*. 11. 10.5089/9781455227068.001.
- Kumar, Ronald Ravinesh & Stauvermann, Peter Josef & Samitas, Aristeidis, (2016). The effects of ICT on output per worker: A study of the Chinese economy, *Telecommunications Policy, Elsevier*, 40(2), 102-115.
- Levine, R. (1997). Financial development and economic growth: Views and agenda. *Journal of Economic Literature*, 35(2), 688–726.
- Liu, W. And Hsu, Ch. (2006). The Role of Financial Development in Economic Growth: The Experiences of Taiwan, Korea, and Japan. *Journal of Asian Economics*, 17, 667-690.
- Lotfi.A. Zadeh, (1965), Fuzzy sets, *Information and Control*, 8(3), 338-353.
- MAMDANI, E. H; & Assilian, S. (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International Journal of Man-Machine Studies*, 7(1), 1–13.
- McKinnon, R. (1973) Money and Capital in Economic Development. *The Brooking Institute*, Washington DC.

- Mehregan, Nader. Ghasemifar, Samineh. Sohrabi Vafa, Hossein. Rashid, KHosro. (2014), the Impact of Economic and Social Conditions on Mental Health in the Provinces of Iran (2012-2013). *Majlis & Rahbord*, 85(38), 187-192. (In Persian).
- Mohammadi Mehdi, Sharifian Amir, Kakavandi Yousef and Mohammadi Behnam (2020), Digital economy: value creation and capture: implications for developing countries, UNCTAD 2019 Report, *Vice President for Science and Technology, Daneshbanian Fanavar Publications*. (In Persian).
- Mojtaba Lashkar-e-Bloki (2019), Strategic Report of Smart Economy Roadmap; Transition from digital technology to smart economy, Ministry of Economic Affairs and Finance, *Smart Economy Center of the Ministry of Economic Affairs and Finance*. (In Persian).
- Monsef Abdul Ali, Ali Seyed Jaber, Turki Leila. (2013), Analysis of the effect of financial development on economic growth in D-8 countries: Granger panel causality with Bootstrap approach (1990-2010), *Economic Growth and Development research*, 3 (10), 73-92. (In Persian).
- Moshiri, Saeed and Jahangard, Esfandiar (2004). Information and communication technology and economic growth in Iran. *Iranian Journal of Economic Research*, 19, 78-55.
- Moshiri, Saeed and Nikpour, Somayeh (2007). The impact of information and communication technology and its overflows on the economic growth of the world. *Iranian Journal of Economic Research*, 9 (33), 103-75.
- Nair, Mahendhiran; Pradhan, R.P; & Arvin, M.B. (2020). Endogenous dynamics between R&D, ICT and economic growth: Empirical evidence from the OECD countries. *Technology in Society*, 62, 101315.
- Nazifi, Fatemeh (2004). Financial development and economic growth in Iran. *Journal of Economic Research*, 4 (3), 97-130. (In Persian).
- Niebel, Thomas, (2018), ICT and economic growth – Comparing developing, emerging and developed countries, *World Development*, 104(3), 197-211.
- Nili, Masoud and Rastad, Mahdi (2007). Addressing the Growth Failure of the Oil Economies: The Role of Financial Development. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 46, 726–740.
- Nofaresti, Mohammad (1999), *Cointegration and Unite Root in Econometrics*, Rasa Cultural Services Institute. (In Persian).
- Ono Shigeki (2017). Financial development and economic growth nexus in Russia. *Russian Journal of Economics* 3(3), 321-332.

- Parliamentary Research Center. (2020), *Financial Markets in 2019*, Expert Reports, Serial 17313. (In Persian).
- Pedroni, P. (2004) Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with an Application to the Ppp Hypothesis. *Econometric Theory*, 20, 597-625.
- Pesaran, M. H; Shin, Y; & Smith, R. P. (1999). Pooled Mean Group Estimation of Dynamic Heterogeneous Panels. *Journal of the American Statistical Association*, 94(446), 621-634.
- Pesaran, M.H; Smith, R. (1995). Estimation of long-run relationships from dynamic heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 68, 79-114.
- Pohjola, M. (2000). It and Economic Growth: A Cross Country Analysis. *World Institute for Development Economics Research, Working Paper*, 173.
- Pradhan, J. Rudra P, Mak A; Mahendhiran N; Sara B; Sahar Bahmani (2016). ICT-finance-growth nexus: Empirical evidence from the Next-11 countries, *Cuadernos de Economía*, 40, 115-1344.
- Pradhan, J. Rudra P.; Arvin, Mak B.; Norman, Neville R. (2015). The Dynamics of Information and Communications Technologies Infrastructure, Economic Growth, and financial Development. Evidence from Asian Countries, *Technology in Society*, 42, 135-149.
- Pradhan, R.P; Mukhopadhyay, B; Gunashekar, A. et al; (2013), financial development, social development, and economic growth: the causal nexus in Asia. *Decision*, 40, 69-83.
- Rahman, Habib U; Ghulam Ali, Umer Zaman, and Carlo Pugnetti. (2021), Role of ICT Investment and Diffusion in the Economic Growth: A Threshold Approach for the Empirical Evidence from Pakistan, *International Journal of Financial Studies*, 9, 1-14.
- Rasekhi, Saeed and Ranjbar, Omid (2009). The effect of financial development on the economic growth of the member countries of the Organization of the Islamic Conference. *Journal of Knowledge and Development*, 16 (27), 1-22. (In Persian).
- Ritab S. Al-Khouri. (2007). Financial Sector Development and Sustainable Economic Growth in Regionally Co-Integrated Emerging Markets. *Advances in Financial Economics*, 12, 345-360.
- Robinson, Joan. (1952), the Generalization of the General Theory, in the Rate of Interest and Other Essays London: *MacMillan*.

- Romer, P. M. (1987). Growth Based on Increasing Returns Due to Specialization. *The American Economic Review*, 77(2), 56–62.
- Sadeghi, Hussein; Sohrabi Vafa, Hossein and Salmani, Younes (2014). *Artificial intelligence in economics*. Tehran: Noor Alam Publishing.
- Sassi, S; Goiaed, M; (2013). Financial development, ICT diffusion and economic growth: lessons from MENA region. *Telecommunications Policy*, 37(4-5), 252-261.
- Shabani, Ahmad, Salehabadi, Ali, Rahneshein, Ali. (2010), The Impact of the Enforcement of the General Policies of Principle 44 of the Constitutional Law of the Islamic Republic of Iran on Financial Development With Emphasis on Capital Markets, *Journal of Securities Exchange*, 3(12), 63-85. (In Persian).
- Shahbazi Kiomars and Saeedpour Lesian. (2013). the Impact of Financial Development Thresholds on Economic Growth in D-8 Countries, *Economic Growth and Development Research*. 12 (12). 21-38.
- Shahmoradi Massoud, Mohammadi Ataollah and Moayeri Farzad (2020), Development of Financial Markets and Economic Growth in Developed and Developing Countries in the Framework of Growth Accounting, *Journal of Securities Exchange*, 52, 36-70.
- Shamim, Farkhanda (2007). The Ict Environment, Financial Sector and Economic Growth: A Cross-Country Analysis. *Journal of Economic Studies*, 34(4), 352 - 370.
- Shingo, Koji and X. Zhang (2004). Ict Capital Investment and Productivity Growth: Granger Causality in Japanese and the USA Industries. *Kwanseigakuin University, Working Paper*, Japan.
- Sivanandam, S.N; Sumathi, S. and Deepa, S.N. (2007), *Introduction to Fuzzy Logic Using MATLAB* (Vol. 1). Springer, Berlin.
- Stiglitz Joseph E, Yifu Lin Justin. (2013), the Industrial Policy Revolution I, the Role of Government Beyond Ideology, *Palgrave Macmillan*, London.
- Taghavi Mehdi, Amiri Hossein, Mohammadian Adel, (2011), Financial Development and Economic Growth in Mena Countries Using GMM Dynamic Panel Method, *Financial Knowledge of Securities Analysis (Financial Studies)*, 4 (10), 63-82. (In Persian).
- Taghavi, Mehdi (2009). Financial investment development and economic growth. *Audit Science*, 2 (2), 51-64. (In Persian).

- Xiaolan Fu, Elvis Avenyo & Pervez Ghauri (2021) Digital platforms and development: a survey of the literature, *Innovation and Development*, 11:2-3, 303-321.
- Yang, Fan, (2019), the impact of financial development on economic growth in middle-income countries, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 59, 74-89.
- Yousefi, Ayoub (2015). A Panel Granger Causality Test of Investment in Ict Capital and Economic Growth: Evidence from Developed and Developing Countries. *Economics World*, 3(5), 109-127
- Zagorchev, Andrey; Vasconcellos, Geraldo and Bae, Youngsoo, (2011), financial development, technology, growth and performance: Evidence from the accession to the EU, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 21(5), 743-759.