



Threshold Effect of the Digital Economy on the Shadow Economy in Iran

Reza Maaboudi¹ , Seyed Parviz Jalili Kamjo² and Yaghoub Norouzi³

1. Department of Economics, Faculty of Humanities, Ayatollah Borujerdi University, Boroujerd, Lorestan, Iran (Corresponding Author). Email: maaboudi@abru.ac.ir
2. Department of Economics, Faculty of Humanities, Ayatollah Borujerdi University, Boroujerd, Lorestan, Iran. Email: parviz.jalili@abru.ac.ir
3. Department of Knowledge and Information Science, University of Qom, Qom, Iran. Email: y.norouzi@qom.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article	Purpose: Over the past decade, alongside the development and expansion of information and communication technology (ICT), the digital economy has attracted the attention of policymakers as an efficient mechanism to control and reduce the volume of transactions in the informal sector. This research aims to investigate the threshold effect of the digital economy on the shadow economy in Iran.
Article history: Received: 2026/03/20 Received in revised form: 2026/04/18 Accepted: 2026/06/14 Published online: 2026/07/01	Methodology: This study is applied in terms of its purpose and utilizes a documentary (library-based) data collection method. The geographical scope of the study is Iran, covering the period from 1990 to 2021. To construct the composite index of the digital economy, principal component analysis (PCA) was employed using variables such as mobile cellular subscriptions, fixed telephone subscriptions, and internet usage. A threshold regression approach was applied to analyze the relationships among the variables.
Keywords: Digital Economy, Information and Communication Technology, Shadow Economy, Threshold Regression Approach, Iran.	Findings: The results indicate that the digital economy threshold is 6.7%. Before reaching this threshold, the expansion of the digital economy leads to an increase in the size of the shadow economy; however, once the threshold is surpassed, it results in a decrease. This non-linear behavior can be explained as follows: in the low regime, the digital economy reduces service exchange costs through technological advancements, which initially boosts production capacity and transaction volumes in the informal sector. Conversely, in the high regime, the rapid development of the digital economy provides advanced technologies and improves methods of goods and services production, thereby enhancing technological adoption and public access to information. Since formal sector firms possess a greater capacity to utilize these technologies than informal enterprises, the digital economy ultimately reduces the size of the shadow economy by increasing productivity in the formal sector and strengthening government oversight of informal transactions.
	Conclusion: The findings demonstrate that the digital economy exerts a non-linear (ultimately negative) impact on Iran's shadow economy. Therefore, it is recommended that the government promote ICT development, improve public service productivity, and lower the costs for economic enterprises to access digital technologies. Concurrently, by monitoring financial transactions and preventing tax evasion, the government can enhance production efficiency in the formal sector and effectively reduce the size of the shadow economy.

Cite this article: Maaboudi, R., Jalili Kamjo, P., & Norouzi, Y. (2026)., Threshold Effect of the Digital Economy on the Shadow Economy in Iran. *Science and Technology of Information Management*, 12 (2). 50-65.
DOI: <https://doi.org/10.22091/stim.2024.11005.2129>



© The Author(s)

DOI: 10.22091/stim.2024.11005.2129

Publisher: University of Qom



تأثیر آستانه‌ای اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه در ایران

رضا معبودی^۱، سید پرویز جلیلی کامجو^۲ و یعقوب نوروزی^۳۱. استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آیت‌الله بروجردی، بروجرد، لرستان، ایران (نویسنده مسئول). رایانامه: maaboudi@abru.ac.ir۲. استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آیت‌الله بروجردی، بروجرد، لرستان، ایران. رایانامه: parviz.jalili@abru.ac.ir۳. استاد، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه قم، قم، ایران. رایانامه: y.norouzi@qom.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۲۹ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۲۴ تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۱۰	هدف: در دهه گذشته، هم‌زمان با توسعه و گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات، اقتصاد دیجیتال به‌عنوان سازوکار و ابزاری کارآمد برای کنترل و کاهش حجم معاملات در فضای غیررسمی در کانون توجه سیاست‌گذاران حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات قرار گرفته است. هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر آستانه‌ای اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه در ایران است. روش‌شناسی: پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از حیث روش جمع‌آوری داده‌ها کتابخانه‌ای است. قلمرو مکانی پژوهش حاضر کشور ایران و قلمرو زمانی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۴۰۰ است. برای استخراج شاخص ترکیبی اقتصاد دیجیتال از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی و متغیرهای اشتراک تلفن همراه، اشتراک تلفن ثابت، و میزان استفاده از اینترنت استفاده شد. برای تجزیه و تحلیل روابط بین متغیرها از رویکرد رگرسیون آستانه‌ای بهره گرفته شد. یافته‌ها: یافته‌ها نشان دادند اندازه آستانه اقتصاد دیجیتال ۶/۷ درصد است. قبل از رسیدن به سطح آستانه، اقتصاد دیجیتال به افزایش اندازه اقتصاد سایه منجر می‌شود، اما پس از عبور از سطح آستانه، اقتصاد دیجیتال حجم اقتصاد سایه را کاهش می‌دهد. رفتار غیرخطی اقتصاد دیجیتال نشان می‌دهد در رژیم پایین اقتصاد دیجیتال، اقتصاد دیجیتال به علت بهره‌گیری از پیشرفت‌های حوزه فناوری، کاهش هزینه مبادلات خدمات را در پی دارد که به افزایش ظرفیت تولید و حجم مبادلات بخش اقتصاد سایه منجر می‌شود. اما در رژیم بالا اقتصاد دیجیتال، توسعه شتابان اقتصاد دیجیتال با ارائه فناوری‌های جدید، بهبود شیوه تولید کالا و خدمات، به افزایش توانایی به کارگیری فناوری و بهبود دسترسی افراد به اطلاعات منجر می‌شود. از آنجا که توانایی بنگاه‌های فعال در بخش رسمی برای به کارگیری فناوری در فرایند تولید بیشتر از بنگاه‌های فعال در بخش غیررسمی اقتصاد است، بنابراین، اقتصاد دیجیتال با افزایش بهره‌وری تولید در بخش رسمی و بهبود نظارت دولت بر مبادلات بخش غیررسمی، اندازه اقتصاد سایه را کاهش می‌دهد. نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج پژوهش، اقتصاد دیجیتال بر بخش زیرزمینی ایران تأثیر منفی دارد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود دولت با توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، ارتقای بهره‌وری در ارائه خدمات عمومی، کاهش هزینه دسترسی بنگاه‌های اقتصادی به فناوری‌های دیجیتال، ضمن نظارت بر تراکنش‌های مالی و جلوگیری از فرار مالیاتی، کارایی تولید در بخش رسمی اقتصاد را افزایش و اندازه اقتصاد سایه را کاهش دهد.

کلیدواژه‌ها:

اقتصاد دیجیتال، فناوری اطلاعات و ارتباطات، اقتصاد سایه، رویکرد رگرسیون آستانه‌ای، ایران.

استناد: معبودی، رضا جلیلی کامجو، سید پرویز و نوروزی، یعقوب. (۱۴۰۵). «تأثیر آستانه‌ای اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه در ایران». *علوم و فنون مدیریت*اطلاعات. دوره ۱۲، شماره ۲، ص: ۵۰-۶۵. <https://doi.org/10.22091/stim.2024.11005.2129>

۱. مقدمه

اقتصاد سایه یکی از پدیده‌های مهم اقتصادی است که به استفاده ناکارآمد از منابع جامعه منجر می‌شود، کاهش درآمدهای مالیاتی را در پی دارد و با افزایش بدهی دولت به افزایش نرخ بهره، افزایش تورم و افزایش بیکاری در جامعه می‌انجامد (الباهناساوی^۱، ۲۰۲۱). از این رو، سیاست‌ها و اقدامات گسترده‌ای برای جلوگیری از افزایش اندازه اقتصاد سایه و کاهش پیامدهای زیان‌بار آن در کشورهای مختلف انجام می‌شوند. با این وجود، کارآیی برنامه‌های مدیریتی و سیاست‌های اقتصادی برگزیده، نیازمند درک و اطلاعات کافی از میزان فعالیت‌های غیررسمی و شناسایی عوامل مؤثر بر اقتصاد سایه است. طی یک دهه گذشته همراه با پیشرفت و گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات، اقتصاد دیجیتال به عنوان سازوکار و ابزاری کارآمد برای کنترل و کاهش حجم مبادلات بخش غیررسمی اقتصاد بیشتر از قبل مد نظر کارشناسان و سیاست‌گذاران حوزه فاوا قرار گرفته است. در یک تعریف جامع، اقتصاد دیجیتال عبارت است از طیف وسیعی از فعالیت‌های اقتصادی که از اطلاعات و دانش دیجیتالی به عنوان نهاده اصلی تولید، از فناوری اطلاعات، و ارتباطات به عنوان عامل مهم رشد بهره‌وری و از شبکه‌های اطلاعاتی مدرن به مثابه فضای فعالیت‌های مهم، بهره می‌گیرد (وانگ و دیگران^۲، ۲۰۲۴). بر این اساس، اقتصاد دیجیتال در برگیرنده ابعاد مختلفی از جمله تجارت الکترونیک، پرداخت‌های الکترونیکی، تبلیغات آن‌لاین، تولید محتوای دیجیتال، و محصولات فرهنگی دیجیتال است که به دلیل پیشرفت پیوسته در فناوری‌های دیجیتال مانند کلان داده، رایانش ابری، و بلاک‌چین توسعه یافته است (ژنگ و دیگران^۳، ۲۰۲۳). از سوی دیگر، اقتصاد دیجیتال نقش مهمی در افزایش کارآیی نوآوری و تحول صنعتی ایفا می‌کند (وانگ و شائو^۴، ۲۰۲۳)، به افزایش بهره‌وری تولید می‌انجامد و سبب ارتقا تو سعه اقتصادی می‌شود (ژنگ و دیگران، ۲۰۲۳). بنابراین، اقتصاد دیجیتال، تأثیر مهمی بر اندازه اقتصاد سایه دارد. در زمینه تأثیر مثبت یا منفی اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه اتفاق نظری وجود ندارد. برخی مطالعات تأکید دارند مؤلفه‌های اقتصاد دیجیتال از جمله اینترنت و فناوری اطلاعات و ارتباطات به دلیل کاهش معاملات نقدی و افزایش بهره‌وری عوامل تولید به کاهش اندازه اقتصاد سایه منجر می‌شوند؛ در مقابل، برخی پژوهش‌ها نشان می‌دهند اینترنت و فناوری اطلاعات و ارتباطات با افزایش فرار مالیاتی و افزایش تقاضا برای کالاها و خدمات بخش غیررسمی، افزایش اندازه اقتصاد سایه را در پی دارند (الگین^۵، ۲۰۱۳؛ رمیکین و دیگران^۶، ۲۰۲۲). بر این اساس، اجماعی در رابطه با تأثیر مثبت یا منفی اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه وجود ندارد.

بررسی تأثیر اقتصاد دیجیتال بر بخش غیررسمی در ایران در جایگاهیک کشور در حال توسعه که از یک سو در دهه‌های اخیر همراه با پیشرفت قابل توجه فناوری و نوآوری در حوزه‌های مختلف، رشد چشمگیری در زمینه اقتصاد دیجیتال را تجربه کرده است؛ و از سوی دیگر به دلیل ضعف در سیستم مالیاتی، رکود تورمی، وابستگی به عواید نفتی، و سطح پایین سرمایه اجتماعی با مشکلات متعددی از جمله فساد، فرار مالیاتی، و کسری بودجه روبه‌رو است؛ اهمیت دوچندانی دارد. اما، علی‌رغم نقش مهم اقتصاد دیجیتال، در هیچ‌یک از پژوهش‌های انجام شده در داخل کشور تأثیر اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه بررسی نشده است. همچنین، کنکاش در مطالعات خارجی نیز نشان می‌دهد که تأثیر غیرخطی اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه مطالعه نشده است. بنابراین، پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به این پرسش است که در ایران تأثیر غیرخطی اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه چگونه است؟ نتایج تجربی پژوهش حاضر می‌تواند خلأ مطالعات پیشین که به تبیین رفتار غیرخطی اقتصاد دیجیتال نپرداخته‌اند را برطرف کند. در واقع، شناسایی ماهیت و میزان اثرگذاری اقتصاد دیجیتال بر بخش غیررسمی اقتصاد، مدیران و برنامه‌ریزان را قادر می‌سازد با برگزیدن سیاست‌ها و برنامه‌های

۱. Elbahnasawy

۲. Wang et al.

۳. Zheng et al.

۴. Wang & Shao

۵. Elgin

۶. Remeikiene et al.

کاراً، راهکارهای لازم برای کاهش اندازه اقتصاد سایه را فراهم سازند. بر این اساس، هدف اصلی پژوهش حاضر بررسی تأثیر غیرخطی اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه در ایران است.

۲. چارچوب نظری پژوهش

۲-۱. اقتصاد دیجیتال

در طی زمان، با گسترش و رشد فناوری اطلاعات و ارتباطات، تعریف اقتصاد دیجیتال نیز متحول شده است. به طوری که از دهه ۱۹۹۰ تاکنون با توجه به مؤلفه زمان و کاربرد فناوری دیجیتال در اقتصاد، تعاریف متعددی برای آن ارائه شده است. برخی محققان، اقتصاد دیجیتال را اقتصاد مبتنی بر فناوری‌های دیجیتال می‌دانند. برای مثال، تپسکات^۱ (۱۹۹۶) از اقتصاد دیجیتال به مثابه عصر هوش شبکه‌ای^۲ نام می‌برد. لین^۳ (۱۹۹۹) اقتصاد دیجیتال را نزدیک شدن و هم‌گرایی بین فناوری‌های ارتباطی و محاسباتی در اینترنت و جریان اطلاعات می‌داند که تغییرات گسترده سازمانی و رشد تجارت الکترونیک را در پی دارد. برخی دیگر از محققان اقتصاد دیجیتال را آن بخش از محصولات و ارزش افزوده اقتصادی در نظر می‌گیرند که بر اثر نهاده‌های بخش دیجیتال تولید شده است. بنابراین اقتصاد دیجیتال نسبتی از کل تولید اقتصاد است که به علت به کارگیری نهاده‌های مختلف دیجیتال شامل مهارت‌های دیجیتال، تجهیزات دیجیتال (سخت‌افزار، نرم‌افزار، و تجهیزات ارتباطی) و کالاها و خدمات واسطه‌ای دیجیتال در تولید کشور دارند. در این زمینه مسنبرگ^۴ (۲۰۰۱) اقتصاد دیجیتال را اقتصادی می‌داند که سه جزء اولیه کسب‌وکار الکترونیک، تجارت الکترونیک، و زیر ساخت‌های کسب‌وکار الکترونیک را دارا باشد. کسب‌وکار الکترونیک به فعالیت‌های یک سازمان تجاری اشاره دارد که با استفاده از شبکه‌های رایانه‌ای انجام می‌شوند. تجارت الکترونیک فروش کالا و خدمات از راه شبکه‌های رایانه‌ای بر شمرده می‌شود. زیرساخت‌های کسب‌وکار الکترونیک نیز شامل زیر ساخت‌های اقتصادی هستند که برای پشتیبانی از فرایند کسب‌وکار الکترونیک و تجارت الکترونیک به کار گرفته می‌شوند (باخت و هیگس^۵، ۲۰۰۷). به طور کلی اقتصاد دیجیتال فرصت‌های متعددی را برای تبادل اطلاعات، آموزش نیروی انسانی، تجارت شفاف، همکاری بین‌المللی، و رشد نوآوری فراهم می‌کند. به گونه‌ای که در بلندمدت عامل افزایش بهره‌وری جامعه و نیروی محرکه رشد و توسعه اقتصادی است. علاوه بر این، اقتصاد دیجیتال با تحرک دارایی‌های نامشهود و تغییر مرزهای جغرافیایی کشورها در حوزه اشتغال، به ترتیب بر توزیع ثروت و بیکاری جامعه اثرگذار است.

۲-۲. اقتصاد سایه

اشنایدر^۶ (۱۹۸۶) اقتصاد سایه را در برگیرنده تمام فعالیت‌های اقتصادی می‌داند که در ایجاد ارزش افزوده نقش دارند و باید در محاسبه درآمد ملی در نظر گرفته شوند؛ اما از آنجا که آمار رسمی ندارند، قابل اندازه‌گیری نیستند. اسمیت^۷ (۱۹۹۴) اقتصاد سایه را به مثابه فرایند تولید کالا و خدمات قانونی، غیرقانونی، و مبتنی بر بازار تعریف می‌کند که نمی‌تواند در محاسبات رسمی تولید ناخالص داخلی لحاظ شوند (اردینک^۸، ۲۰۱۵). باگاچوا و ناهو^۹ (۱۹۹۵) معتقد هستند اقتصاد سایه شامل فعالیت در سه بخش اقتصاد غیررسمی، اقتصاد موازی، و اقتصاد بازار سیاه می‌شود. فعالیت‌های غیررسمی اکثراً آمار رسمی ثبت شده ندارند و عوامل اقتصادی در این بخش

۱. Tapscott

۲. Age of Networked Intelligence

۳. Lane

۴. Mesenbourg

۵. Bukht & Heeks

۶. Schneider

۷. Smith

۸. Erdinc

۹. Bagachwa & Naho

به بازارهای سازمان‌یافته، مؤسسات اعتباری، آموزش رسمی، و بسیاری از خدمات عمومی دسترسی اندکی دارند. فعالیت‌های بازار موازی شامل تولید و تجارت غیر قانونی کالا و خدماتی می‌شوند که ماهیت قانونی دارند. در نهایت فعالیت بازار سایه شامل تولید و توزیع کالاهای غیرقانونی است که تولید آن‌ها از سوی دولت ممنوع شده است. به‌طور کلی اقتصاد سایه شامل تمام فعالیت‌های اقتصادی است که به دلایل پولی، نظارتی، و قانونی مانند اجتناب از پرداخت مالیات و حق بیمه تأمین اجتماعی، اجتناب از رعایت برخی قوانین بازار کار مانند حداقل دستمزد و حداکثر ساعات کار، اجتناب از بوروکراسی دولتی، کیفیت نهادهای سیاسی، و ضعف حاکمیت قانونی از مقامات رسمی پنهان شده‌اند.

۲-۳. تأثیر اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه

در رابطه با تأثیر اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه دو دیدگاه متضاد وجود دارد. براساس دیدگاه اول، اقتصاد دیجیتال از مجراهای مختلف به رشد اقتصاد سایه منجر می‌شود. مجرای اول بر استفاده کاربران از اینترنت استوار است؛ در واقع استفاده از اینترنت، تعداد تراکنش‌های آنلاین را افزایش می‌دهد که با تسهیل فرار مالیاتی به افزایش اندازه اقتصاد سایه می‌انجامد. علاوه بر این، افزایش فرایند فرار مالیاتی، بار مالیاتی بخش رسمی اقتصاد را افزایش می‌دهد که خود عامل دیگری برای گسترش فعالیت‌های غیررسمی و در نتیجه افزایش اندازه اقتصاد سایه است (الگین، ۲۰۱۳). مطابق مجرای دوم، اقتصاد دیجیتال با افزایش تقاضا برای کالا و خدمات بخش غیررسمی اقتصاد به افزایش اندازه اقتصاد سایه منجر می‌شود. فناوری اطلاعات و ارتباطات از جمله اینترنت، تلفن همراه، و شبکه‌های اجتماعی، آگاهی مصرف‌کنندگان نسبت به میزان و نوع کالا و خدمات عرضه‌شده از سوی تولیدکنندگان بخش سایه اقتصاد را افزایش می‌دهد. بنابراین فناوری اطلاعات و ارتباطات، افراد فعال در بخش غیررسمی اقتصاد را قادر می‌سازد کالاهای خدمات خود را به طیف وسیعی از مصرف‌کنندگان ارائه دهند که به نوبه خود افزایش تقاضا برای کالا و خدمات بخش غیررسمی و به تبع آن افزایش اندازه اقتصاد سایه را در پی دارد (رمیکین و دیگران، ۲۰۲۲). در نهایت، به‌کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند تلفن همراه به کاهش هزینه مبادلات تجاری در بخش سایه اقتصاد می‌انجامد. از این‌رو کاهش هزینه مبادلات تجاری مجرای آخری است که با آن فعالیت‌ها و مبادلات بخش زیرزمینی گسترش می‌یابند که افزایش اندازه اقتصاد سایه را به دنبال دارد (گارسیا-موریلو و ولز-اسپینا^۱، ۲۰۱۷). دیدگاه دوم بر پایه معرفی مجراهای متفاوتی نسبت به دیدگاه اول بر تأثیر کاهشی اقتصاد دیجیتال بر اندازه اقتصاد سایه دلالت دارد. براساس مجرای اول، اقتصاد دیجیتال با تأثیر بر بهره‌وری، اقتصاد سایه را متاثر می‌سازد. در این سازوکار استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات با انتشار سریع اطلاعات، کاهش هزینه تراکنش‌های مالی، و افزایش کارایی معاملات در بازار همراه است که به افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید منجر می‌شود (هاواش و لانگ^۲، ۲۰۱۹). از آنجا که شدت اثرگذاری بهره‌وری بر فعالیت‌های بخش رسمی بیشتر از فعالیت‌های بخش غیررسمی اقتصاد است، بنابراین، افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید باعث می‌شود اندازه اقتصاد سایه کاهش یابد (الگین، ۲۰۱۳). مطابق مجرای دوم، بهبود و توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات از راه بانکداری الکترونیک به کاهش اقتصاد سایه منجر می‌شود. گسترش سیستم‌های پرداخت مبتنی بر فناوری دیجیتال با ارائه روش‌های پرداخت الکترونیک به تسهیل نظارت بر تراکنش‌های مالی و کاهش معاملات نقدی منجر می‌شود. با توجه به این که معاملات در بخش غیررسمی اقتصاد به شیوه نقدی انجام می‌شوند، بنابراین، فناوری اطلاعات و ارتباطات با محدودیت دسترسی به پول نقد کاهش اندازه اقتصاد سایه را در پی دارد. مجرای سوم به تأثیر اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه از راه شفافیت اطلاعات اشاره دارد. اقتصاد دیجیتال به افزایش شفافیت اطلاعات منجر می‌شود. افزایش شفافیت اطلاعات با انتقال تدریجی فعالیت‌های بخش غیررسمی به بخش رسمی سبب کاهش اندازه اقتصاد سایه می‌شود (سیلالاهی^۳، ۲۰۲۲). در نهایت فناوری اطلاعات و ارتباطات با افزایش کارایی عملکرد دولت به کاهش اندازه بخش سایه می‌انجامد (گارسیا-موریلو و ولز-اسپینا، ۲۰۱۷) بهره‌گیری دولت از فناوری اطلاعات و ارتباطات با افزایش کیفیت نهادی همراه است، توانایی دولت را برای تشخیص فرار مالیاتی افزایش می‌دهد، سبب بهبود فرهنگ

۱. Garcia-Murillo & Velez-Ospina

۲. Hawash & Lang

۳. Silalahi

استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در جامعه می‌شود، و کارایی ارائه خدمات عمومی را افزایش می‌دهد. بنابراین، استفاده دولت از فناوری اطلاعات و ارتباطات، افزایش انگیزه برای فعالیت در بخش رسمی اقتصاد، و به تبع آن کاهش اندازه اقتصاد سایه را در پی دارد (الباهناساوی، ۲۰۲۱). هارونا و الحسن^۱ (۲۰۲۲) با به کارگیری رویکرد داده‌های پانلی رابطه بین دیجیتالی شدن و اقتصاد سایه در ۴۲ کشور آفریقایی را طی دوره زمانی ۲۰۱۶-۲۰۲۰ را بررسی کردند. آن‌ها دریافتند دیجیتالی شدن که بیانگر افزایش ارائه خدمات عمومی است، به کاهش اندازه فعالیت‌های غیررسمی منجر می‌شود. سیلالاهی^۲ (۲۰۲۲) با استفاده از رویکرد داده‌های پانلی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و کنترل فساد بر اقتصاد سایه را در کشورهای گروه ۲۰ برای دوره زمانی ۲۰۱۸-۲۰۲۰ مطالعه کرد. نتایج وی نشان می‌دهد فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اقتصاد سایه تأثیر منفی دارد. اما از آنجا که کشورهای توسعه یافته از منابع انسانی بهتری برخوردار هستند، شدت اثرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر کاهش اقتصاد سایه، در کشورهای توسعه یافته بیشتر از کشورهای در حال توسعه است. همچنین، یافته‌ها بیانگر این هستند که کنترل فساد تأثیر منفی بر اقتصاد سایه دارد.

با توجه به دو دیدگاه مطرح شده برخی از محققان بیان می‌دارند اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه تأثیر غیرخطی دارد. مطابق این دیدگاه، بنگاه‌های دارای بهره‌وری بالا که توانایی پرداخت مالیات را دارند، در بخش رسمی اقتصاد فعالیت می‌کنند. اما، بنگاه‌هایی که از سطح پایین بهره‌وری برخوردار هستند، توانایی پرداخت مالیات را ندارند. بنابراین، به دلیل اجتناب از پرداخت مالیات در بخش غیر رسمی اقتصاد فعالیت می‌کنند. دیجیتالی شدن هزینه تولید در بخش رسمی اقتصاد را کاهش می‌دهد و در مقابل به افزایش هزینه تولید در بخش غیر رسمی اقتصاد می‌انجامد. لذا، دیجیتالی شدن نخست بر اقتصاد سایه تأثیر منفی دارد. اما از آنجا که دولت منابع لازم برای بهبود زیرساخت‌های دیجیتال را با استفاده از مالیات تأمین مالی می‌کند، با افزایش دیجیتالی شدن، نیاز دولت به درآمدهای مالیاتی افزایش می‌یابد که به نوبه خود افزایش مالیات را در پی دارد. افزایش مالیات نیز به افزایش اقتصاد سایه منجر می‌شود. بنابراین، اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه تأثیر غیرخطی دارد (مایتی و خاری^۳، ۲۰۲۳). در این زمینه نگوین و دیگران^۴ (۲۰۲۳) نشان می‌دهند استفاده از اینترنت بر اقتصاد سایه تأثیر غیرخطی دارد. به گونه‌ای که استفاده از اینترنت نخست اقتصاد سایه را کاهش می‌دهد؛ سپس به افزایش اندازه اقتصاد سایه منجر می‌شود.

مطالعات دیگری نیز وجود دارند که با توجه به نوع شاخص اقتصاد دیجیتال نتایج مختلفی را استنتاج کرده‌اند. مثلاً، گارسیا-موریلو و ولز-اوسپینا (۲۰۱۷) با استفاده از رویکرد علل چندگانه- شاخص چندگانه^۵ تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اقتصاد غیررسمی در ۱۷۱ کشور جهان را طی دوره زمانی ۲۰۱۱-۲۰۰۷ بررسی کردند. یافته‌ها بیانگر این است که استفاده از تلفن همراه با کاهش هزینه مبادلات تجاری غیررسمی به رشد بخش غیررسمی منجر می‌شود. اما، پهنای باند با افزایش دسترسی عمیق به اطلاعات و منابع سبب کاهش اندازه بخش غیررسمی اقتصاد می‌شود. رمیکین و دیگران^۶ (۲۰۲۲) با بهره‌گیری از رویکرد داده‌های پانلی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اقتصاد سایه را در ۱۱ کشور عضو اتحادیه اروپا طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۶ بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهند تأثیر شاخص‌های فناوری اطلاعات بر اقتصاد سایه در هر کشور به عواملی از جمله میزان نفوذ فناوری اطلاعات و ارتباطات بستگی دارد. به گونه‌ای که در کشورهای در حال گذار اتحادیه اروپا که از پیشرفت قابل توجه در نفوذ فناوری اطلاعات و ارتباط برخوردار هستند، فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اندازه اقتصاد سایه تأثیر منفی دارد. البرت ابراهام گیسلین^۷ (۲۰۲۲) با به کارگیری رویکرد داده‌های پانلی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اقتصاد سایه را در ۴۸ کشور آفریقایی برای بازه زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۰ بررسی کرد. یافته‌های وی نشان می‌دهند فناوری اطلاعات و ارتباطات به ویژه تلفن همراه و اینترنت بر اقتصاد سایه تأثیر منفی

۱. Haruna & Alhassan

۲. Maiti & Khari

۳. Nguyen et al.

۴. Multiple Indicators Multiple Causes

۵. Adalbert Abraham Ghislain

دارند. نتایج پژوهش‌های اجیده و دادا^۱ (۲۰۲۲)، ابوالفول، ختاتبه، و جمانی^۲ (۲۰۲۲) و اندویا و دیگران^۳ (۲۰۲۳) نیز بر تأثیر منفی فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اقتصاد سایه دلالت دارند.

مرور پیشینه پژوهش نشان می‌دهد شاخص‌های مختلف فناوری اطلاعات و ارتباطات آثار متفاوتی بر اندازه اقتصاد سایه دارند. همچنین، شدت اثرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اقتصاد سایه به عوامل مختلفی از جمله میزان نفوذ فناوری اطلاعات و ارتباطات، منابع انسانی، و سطح توسعه‌یافتگی هر کشور بستگی دارد. از سوی دیگر، بررسی پیشینه پژوهش نشان می‌دهد در هیچ‌یک از پژوهش‌های انجام‌شده در داخل و خارج از کشور تأثیر غیرخطی اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه بررسی نشده است. بنابراین، پژوهش حاضر با بررسی تأثیر غیرخطی اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه در ایران، خلأ پژوهش‌های پیشین را برطرف می‌سازد.

۳. روش پژوهش

۳-۱. تصریح الگو و معرفی داده‌ها

پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی است. جامعه آماری کشور ایران است. قلمرو زمانی پژوهش در برگیرنده سال‌های ۱۳۶۹-۱۴۰۰ است. برای جمع‌آوری داده‌ها از روش کتابخانه‌ای بهره گرفته می‌شود. برای بررسی پایداری متغیرهای پژوهش از آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته^۴ با در نظر گرفتن عرض از مبدأ و روند استفاده می‌شود. برای تجزیه و تحلیل روابط بین متغیرها رویکرد رگرسیون آستانه‌ای به کار گرفته می‌شود. با توجه به ادبیات موضوع و پیروی از الگوهای هارونا و الحسن^{۲۰۲۲} و رمیکین و دیگران^{۲۰۲۲} تأثیر اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه براساس رابطه (۱) تبیین می‌شود:

$$she_t = f(digi_t, lh_t, ltax_t, u_t, trad_t, inf_t) \quad (1)$$

که در آن she_t اقتصاد سایه، $digi_t$ اقتصاد دیجیتال، lh_t لگاریتم سرمایه انسانی، $ltax_t$ لگاریتم مالیات مستقیم، u_t بیکاری، $trad_t$ درجه بازبودن تجاری، و inf_t تورم را نشان می‌دهد. برای اندازه‌گیری سرمایه انسانی از تعداد ثبت‌نام در دانشگاه برای محاسبه درجه بازبودن تجاری از نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی و برای اندازه‌گیری بار مالیات مستقیم نیز از نسبت مالیات مستقیم به مالیات کل استفاده می‌شود. برای حقیقی کردن داده‌ها از شاخص قیمتی مصرف‌کننده براساس سال پایه ۱۳۹۰ استفاده می‌شود. در ادامه، شیوه اندازه‌گیری اقتصاد دیجیتال توضیح داده می‌شود.

۳-۲. اندازه‌گیری اقتصاد دیجیتال

در پژوهش حاضر با توجه به داده‌های موجود و دردسترس، برای اندازه‌گیری اقتصاد دیجیتال از شاخصی ترکیبی شامل اشتراک تلفن همراه، اشتراک تلفن ثابت، و استفاده از اینترنت بهره گرفته می‌شود که در رابطه (۲) معرفی شده است:

$$digi_t = \varphi_1 phon_t + \varphi_2 mob_t + \varphi_3 int_t \quad (2)$$

که در آن، $phon_t$ اشتراک تلفن ثابت، mob_t اشتراک تلفن همراه، و int_t استفاده از اینترنت را نشان می‌دهند. همچنین، برای استخراج شاخص ترکیبی از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی استفاده می‌شود. در روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، چند متغیر هم‌بسته به یک مجموعه از مؤلفه‌های غیرهمبسته تبدیل می‌شوند. برای این منظور، نخست با استفاده از ماتریس همبستگی، درجه همبستگی متغیرها برآورد می‌شود. سپس با توجه به درجه همبستگی، تعداد متغیرها برای ساخت یک شاخص ترکیبی کاهش می‌یابند. برای این منظور، ابتدا با استفاده از رویکرد تحلیل مؤلفه‌های اصلی، شاخص ترکیبی اقتصاد دیجیتال ساخته می‌شود.

۱. Ajide & Dada

۲. Abu Alfoul, Khatatbeh & Jamaani.

۳. Ndoya et al.

۴. Augmented Dickey-Fuller

۳-۳. روش برآورد الگو

برای بررسی تأثیر اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه از رویکرد رگرسیون آستانه‌ای استفاده می‌شود. به‌طور کلی یک مدل آستانه‌ای با دو رژیم به‌صورت زیر معرفی می‌شود (هانسن^۱، ۲۰۰۰):

$$y_t = \alpha_1' x_t + \varepsilon_{1t}, \quad q_t < z \quad (3)$$

$$y_t = \alpha_2' x_t + \varepsilon_{2t}, \quad q_t \gg z \quad (4)$$

که در آن y_t متغیر وابسته، x_t متغیر توضیحی، α_i ضریب توضیحی، ε_t جز خلال، q_t متغیر آستانه‌ای (اقتصاد دیجیتال) و z ارزش حد آستانه‌ای اقتصاد دیجیتال را نشان می‌دهند. با توجه به معادلات بالا اگر متغیر آستانه‌ای کوچکتر از ارزش حد آستانه‌ای باشد از معادله (۳) استفاده می‌شود. در صورتی که متغیر آستانه‌ای از ارزش حد آستانه‌ای بیشتر باشد معادله (۴) به کار گرفته می‌شود. می‌توان معادلات بالا را در قالب یک رگرسیون تک معادله‌ای معرفی کرد:

$$y_t = \alpha_1' x_t + \theta' x_t(z) + \varepsilon_t \quad \text{و} \quad \varepsilon_t \sim iid(0, \sigma_\varepsilon^2) \quad \text{و} \quad x_t(z) = \begin{cases} x_t I(q_t < z) \\ x_t I(q_t \gg z) \end{cases} \quad (5)$$

که در آن، $\alpha = \alpha_2$ ، $\theta = \alpha_1 - \alpha_2$ و $\varepsilon_t = [\varepsilon_{1t} \ \varepsilon_{2t}]'$ است. متغیر مجازی $I_t(Z)$ به‌صورت $\{q_t < z\}$ تعریف می‌شود. به‌طوری که هرگاه $q_t < z$ باشد متغیر مجازی عدد یک و در غیر این صورت عدد صفر را به خود اختصاص می‌دهد. در رویکرد رگرسیون آستانه‌ای ارزش حد آستانه‌ای اقتصاد دیجیتال با حداقل سازی مجموع مجذورات خطا محاسبه می‌شود. با برآورد پارامترها، مجموع مجذور خطا $SS_t(Z) = (\widehat{\varepsilon_t(Z)})'(\widehat{\varepsilon_t(Z)})$ ، مقدار بهینه آستانه $\hat{z} = \operatorname{argmin} SS_t(z)$ و واریانس پس‌ماند الگو $\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{T} SS_t(\hat{z})$ استخراج می‌شوند. با محاسبه $\hat{z}$ ضرایب $\hat{\alpha} = \hat{\alpha}(\hat{z})$ و $\hat{\theta} = \hat{\theta}(\hat{z})$ برآورد می‌شوند. در نهایت تصریح آستانه‌ای رگرسیون با توجه به رابطه (۱) و با در نظر گرفتن دو رژیم به‌صورت زیر معرفی می‌شود:

$$she_t = \omega_0 + \omega_1 \operatorname{digi}_t I(\operatorname{digi}_t < z) + \omega_2 \operatorname{digi}_t I(\operatorname{digi}_t \geq z) + \delta X_t + e_t \quad (6)$$

در معادله بالا، ω_0 عرض از مبدأ، ω_1 ضریب متغیر اقتصاد دیجیتال در رژیم پایین، و ω_2 ضریب متغیر اقتصاد دیجیتال در رژیم بالا هستند. $X_t = X(\operatorname{ly}_t, \operatorname{lh}_t, \operatorname{ltax}_t, u_t)$ بردارهای متغیرهای توضیحی غیر آستانه‌ای هستند که به‌صورت $(\operatorname{trad}_t, \operatorname{inf}_t)$ معرفی می‌شوند، δ بردارهای ضرایب متغیرهای توضیحی X_t هستند. e_t نیز جمله اخلاص رگرسیون است و فرض می‌شود از فرایند نوفه سفید پیروی می‌کند. برای آزمون معناداری وجود آستانه به‌پیروی از ضریب لاگرانژ هانسن از آماره F به‌صورت $F = \frac{SS_t - SS_t(\hat{z})}{\hat{\sigma}^2}$ استفاده می‌شود که در آن SS_t مجموع مجذور خطاها در حالت رگرسیون بدون آستانه و $SS_t(\hat{z})$ مجموع مجذور خطاها در حالت وجود آستانه را نشان می‌دهند. فرض صفر در آزمون بالا به صورت $H_0: \alpha_1 = \alpha_2$ مطرح است و بیان می‌کند الگوی رگرسیون به‌صورت خطی است.

۴. یافته‌ها

۴-۱. نتایج اندازه‌گیری اقتصاد دیجیتال

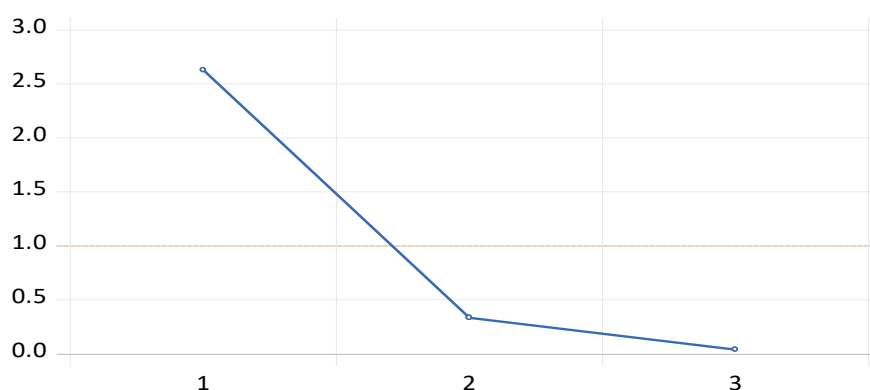
پیش از برآورد الگو، نخست نتایج حاصل از ساخت شاخص ترکیبی اقتصاد دیجیتال با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی ارائه می‌شود. با توجه به نتایج مربوط به ارزش مقادیر ویژه جدول ۱، مؤلفه اول بیشترین قدرت توضیح‌دهندگی واریانس را دارا است.

جدول ۱. قدرت توضیح‌دهندگی مؤلفه‌ها

Cumulative Proportion	Cumulative Value	Proportion	Difference	value	Number
--------------------------	---------------------	------------	------------	-------	--------

۰/۸۷۵۷	۲/۶۲۷۱	۰/۸۷۵۷	۲/۲۹۳۱	۲/۶۲۷۱	۱
۰/۹۸۷۱	۲/۹۶۱۲۱	۰/۱۱۱۳	۰/۲۹۵۲	۰/۳۳۴	۲
۱۰۰	۳	۰/۰۱۲۹	--	۰/۰۳۸۷۸	۳

شکل ۱ نمودار اسکری عامل مدل را برای هر سه مؤلفه نشان می‌دهد. نمودار اسکری عاملی مدل نیز نشان می‌دهد مؤلفه اول دارای بیشترین مقادیر ویژه است. بنابراین، شاخص ترکیبی براساس مؤلفه اول ساخته می‌شود.



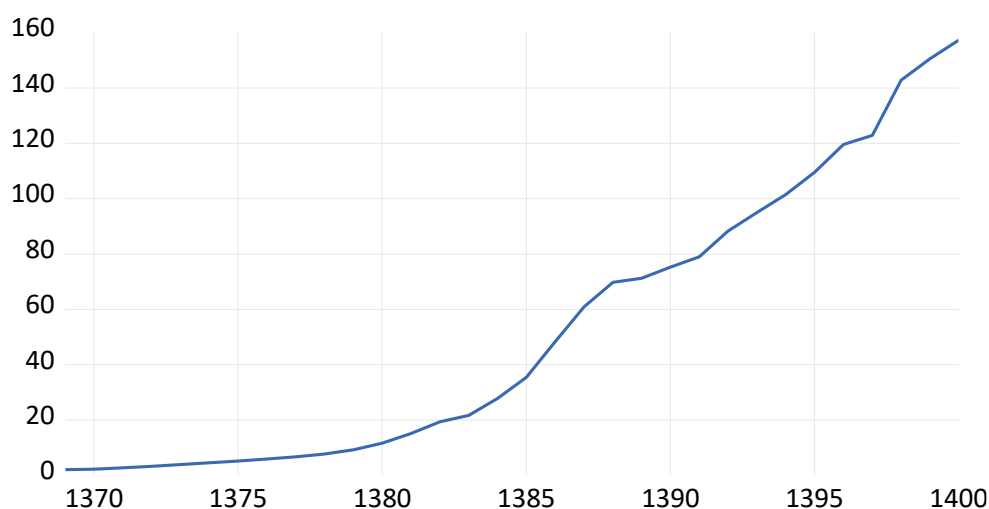
نمودار ۱. نمودار اسکری عاملی

جدول ۲ نتایج حاصل از وزن دهی به اجزای شاخص اقتصاد دیجیتال را به اختصار گزارش می‌کند.

جدول ۲. نتایج حاصل از وزن دهی به اجزای شاخص اقتصاد دیجیتال

نام متغیر	ضریب متغیر در شاخص ترکیبی
دسترسی به اینترنت	۰/۵۸
اشتراک تلفن ثابت	۰/۵۴۴
اشتراک تلفن همراه	۰/۶۰۵

مطابق با نتایج جدول بالا اشتراک تلفن همراه بیشترین ضریب و اشتراک تلفن ثابت کمترین ضریب را در استخراج شاخص اقتصاد دیجیتال به خود اختصاص می‌دهند. نمودار ۲ اندازه اقتصاد دیجیتال در ایران را طی دوره زمانی ۱۳۶۹-۱۴۰۰ گزارش می‌کند.



نمودار ۲. اندازه اقتصاد دیجیتال در ایران طی دوره زمانی ۱۳۶۹-۱۴۰۰

مطابق نمودار بالا اقتصاد دیجیتال در ایران طی دوره زمانی ۱۴۰۰-۱۳۶۹ دارای روندی افزایشی است. بررسی روند تغییرات شاخص اقتصاد دیجیتال نشان می‌دهد از سال ۱۳۸۱ به بعد رشد اقتصاد دیجیتال از سرعت بیشتری برخوردار است که به علت سیاست‌های حمایتی دولت از دیجیتالی شدن اقتصاد مانند تصویب طرح تکفا در مجلس شورای اسلامی برای ایجاد زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات، تدوین سند مالی دولت الکترونیک در سال ۱۳۸۱، و در نهایت تصویب سند راهبرد مالی دولت الکترونیک در سال ۱۳۸۴ از سوی هیئت وزیران است (مرادی و هدایتی، ۱۳۹۷).

۴-۲. آمار توصیفی متغیرها

پیش از برآورد الگو، آمار توصیفی متغیرها ارائه می‌شود. جدول ۳ آمار توصیفی متغیرها و منبع استخراج داده‌ها را به اختصار گزارش می‌کند.

جدول ۳. آمار توصیفی متغیرها

نام متغیر	روش اندازه‌گیری	منبع داده‌ها	میانگین	انحراف معیار
اقتصاد سایه	علل چندگانه-آثار چندگانه	هاشمی، لطفی هراوی، و اشنایدر (۲۰۲۲)	۰/۲۶۴	۰/۰۷۷
اقتصاد دیجیتال	شاخص ترکیبی شامل اشتراک تلفن ثابت، اشتراک تلفن همراه، و دسترسی به اینترنت	محاسبات پژوهش	۰/۵۲	۰/۵۱
اشتراک تلفن ثابت	اشتراک تلفن ثابت به ازای هر ۱۰۰ نفر	بانک جهانی	۰/۲۳۹	۰/۱۲۶
اشتراک تلفن همراه	اشتراک تلفن همراه به ازای هر ۱۰۰ نفر	بانک جهانی	۰/۴۵۲	۰/۵
دسترسی به اینترنت	درصد جمعیتی که از اینترنت استفاده می‌کنند	بانک جهانی	۰/۲۰۶	۰/۲۶
تولید ناخالص داخلی	لگاریتم تولید ناخالص داخلی	بانک مرکزی	۱/۶۳۵+۱۵	۴/۶۲۵+۱۴
لگاریتم سرمایه انسانی	لگاریتم ثبت نام در دانشگاه	بانک مرکزی	۱۴/۵۵	۰/۷۶
مالیات مستقیم	لگاریتم مالیات مستقیم	بانک مرکزی	۵/۱۶۵+۱۱	۲/۴۸۵+۱۱
بیکاری	نسبت جمعیت بیکار به جمعیت فعال	بانک مرکزی	۰/۱۱۶۲	۰/۰۱۵
درجه باز بودن تجاری	نسبت مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی	بانک مرکزی	۰/۴۶	۰/۱۴
تورم	رشد شاخص قیمتی مصرف کننده برحسب سال پایه ۱۳۹۰	بانک مرکزی	۰/۲۲	۰/۱۱۸

همان گونه که مشاهده می‌شود میانگین متغیر اقتصاد سایه ۰/۲۶۴ است که نشان می‌دهد در اقتصاد ایران به دلیل عواملی از جمله تورم در سطح نسبت بالایی قرار دارد. انحراف معیار اندازه اقتصاد سایه نشان می‌دهد اقتصاد سایه به طور متوسط ۰/۰۷۷ درصد با میانگین فاصله دارد. میانگین متغیر اقتصاد دیجیتال ۰/۵۲ و انحراف معیار برابر با ۰/۵۱ است که نشان می‌دهد اقتصاد دیجیتال به طور متوسط ۰/۵۱ درصد با میانگین فاصله دارد. اقتصاد دیجیتال در کشور به دلیل دسترسی به فناوری‌های جدید در وضعیت مطلوبی قرار دارد. میانگین متغیرهای اشتراک تلفن ثابت، اشتراک تلفن همراه، و دسترسی به اینترنت به ترتیب ۰/۲۳۹، ۰/۴۵۲، و ۰/۲۰۶ هستند. با توجه به میزان انحراف معیار متغیرهای یاد شده استدلال می‌شود به طور متوسط متغیرهای اشتراک تلفن ثابت ۰/۱۲۶ در صد، اشتراک تلفن همراه ۰/۵ در صد، و دسترسی به اینترنت ۰/۲۶ درصد با میانگین فاصله دارند. میانگین متغیر تولید ناخالص داخلی ۱/۶۳۵+۱۵ و انحراف معیار تولید ناخالص داخلی ۴/۶۲۵+۱۴ است که نشان می‌دهد تولید ناخالص داخلی به طور متوسط ۴/۶۲۵+۱۴ واحد از میانگین فاصله دارد. تولید ناخالص داخلی در کشور به عوامل مختلف از جمله، تورم، وقوع تحریم‌ها، و کاهش سرمایه‌گذاری با میانگین فاصله نسبت بالایی دارد. میانگین متغیر لگاریتم سرمایه انسانی ۱۴/۵۵ و انحراف معیار برابر با ۰/۷۶ است که نشان می‌دهد لگاریتم سرمایه انسانی به طور متوسط ۰/۷۲ درصد با میانگین فاصله دارد. بی‌توجهی به سرمایه انسانی و فقر باعث شده سرمایه انسانی در کشور مطلوب نباشد. میانگین متغیر مالیات مستقیم ۵/۱۶۵+۱۱ است. انحراف معیار مالیات مستقیم نشان می‌دهد مالیات مستقیم به طور متوسط ۲/۴۸۵+۱۱ واحد با میانگین فاصله دارد. میانگین متغیر بیکاری ۰/۱۱۶۲ و انحراف معیار برابر با ۰/۰۱۵ است که نشان می‌دهد بیکاری به طور متوسط ۰/۰۱۵ درصد با میانگین فاصله دارد. بیکاری در کشور با توجه به رشد اقتصادی پایین در سطح بالایی قرار دارد. میانگین متغیر درجه باز بودن تجاری ۰/۴۶ است. انحراف معیار درجه باز بودن تجاری نشان می‌دهد درجه باز بودن تجاری به طور متوسط ۰/۱۴ درصد با میانگین فاصله دارد. با توجه به میانگین درجه

بازبودن تجاری می‌توان نتیجه گرفت طی سال‌های اخیر به دلیل وقوع تحریم‌های گسترده علیه ایران، درجه بازبودن تجاری کاهش یافته است. میانگین متغیر تورم ۰/۲۲ و انحراف معیار برابر با ۰/۱۱۸ است که نشان می‌دهد تورم به‌طور متوسط ۰/۱۱۸ درصد با میانگین فاصله دارد. میانگین بالای تورم نشان می‌دهد افزایش نقدینگی، نوسانات نرخ ارز، و کسری مداوم بودجه باعث شده‌اند تورم در کشور در سطح بالایی باشد.

لازم به توضیح است، منبع متغیر اقتصاد سایه، مطالعه هاشمی، لطفی هراوی، و اشنایدر (۲۰۲۲) است که از سال ۱۳۵۸ تا سال ۱۳۹۸ محاسبه شده است. در پژوهش حاضر با استفاده از برآورد روند متغیر، سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ محاسبه شده است.

۳-۴. نتایج برآورد الگو

برای اجتناب از رگرسیون کاذب و مشکلات ناشی از آن، نخست مانایی داده‌ها بررسی می‌شود. برای این منظور از آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته با در نظر گرفتن عرض از مبدأ و روند استفاده شده است. نتایج اولیه آزمون بر نامانای بودن متغیرها دلالت دارد؛ بنابراین تقاضا مرتبه اول متغیرها دوباره آزمون شدند و نتایج نشان دادند متغیرها در تقاضا مرتبه اول مانا هستند. بنابراین درجه انباشتگی متغیرها از مرتبه یک است. با توجه به رویکرد غیر خطی در برآورد رگرسیون و درجه انباشتگی مرتبه یک متغیرهای الگو، برای بررسی رابطله تعادلی بلندمدت بین متغیرهای پژوهش از رویکرد هم‌انباشتگی آستانه‌ای اندرس و سیکلوس^۱ (۲۰۰۱) استفاده می‌شود. برای این منظور، بر پایه معادله (۷) فرض صفر $\rho_1 = \rho_2$ به معنای نبود هم‌انباشتگی آستانه‌ای آزمون می‌شود.

$$\Delta \xi_t = I_t \rho_1 \xi_{t-1} + (1 - I_t) \rho_2 \xi_{t-1} + \gamma_1 \Delta \xi_{t-1} + \dots + \gamma_p \Delta \xi_{t-p} + \pi_t \quad (7)$$

که در آن، ξ_t جز اخلاقی است که از رگرس کردن بدهی عمومی روی متغیرهای توضیحی استخراج می‌شود؛ همچنین تابع I_t با توجه به سطح آستانه τ به صورت $I_t = \begin{cases} 1, & \text{if } \xi_{t-1} \geq \tau \\ 0, & \text{if } \xi_{t-1} < \tau \end{cases}$ تعریف می‌شود. برای آزمون هم‌گرایی غیرخطی بین متغیرهای پژوهش، تعداد وقفه بهینه الگو بر پایه معیار شوارتز بیزین^۲ از مرتبه ۱ انتخاب شد. جدول ۴ نتایج آزمون هم‌انباشتگی آستانه‌ای را گزارش می‌کند. مقادیر بحرانی و آماره‌های شبیه‌سازی آزمون F ، $T - max$ و Φ براساس ۱۵۰۰۰ شبیه‌سازی مونت کارلو^۳ و در سطح خطای ۵ درصد استخراج شده‌اند. نتایج نشان می‌دهند ضریب تعدیل در رژیم اول ۰/۶۵۷۲- و در رژیم دوم برابر ۰/۲۵- است که بر نامتقارن بودن هم‌انباشتگی بین متغیرها در دو رژیم دلالت دارد؛ به‌طوری که سرعت تعدیل در رژیم دوم بیشتر از رژیم اول است. براساس آزمون F غیرخطی بودن و نامتقارن بودن هم‌انباشتگی پذیرفته می‌شود. همچنین، با توجه به یافته‌های آزمون $T - max$ و Φ هم‌انباشتگی و رابطه بلندمدت غیرخطی بین متغیرهای پژوهش تأیید می‌شود.

جدول ۴. نتایج آزمون هم‌انباشتگی آستانه‌ای

برآورد ضرایب الگو		
متغیر	ضریب	آماره t
$I_t \square_{t-1}$	-۰/۶۵۷	-۲/۴۱۷
$(1 - I_t) \square_{t-1}$	-۱/۰۲۵	-۴/۳۸۹
$\Delta \square_{t-1}$	۰/۴۵۶	۲/۷۲
مقادیر بحرانی شبیه‌سازی شده در سطح خطای ۵ درصد		
آزمون	آماره آزمون	مقدار بحرانی
$F: \rho_1 = \rho_2$	۴/۹۲۷	۴/۳۶۶
$T - max$	-۲/۴۱۶	-۲/۰۷۹
$\Phi: \rho_1 = \rho_2 = 0$	۷/۴۶۱	۶/۶۵۹

۱. Enders & Siklos

۲. Schwarz Bayesian

۳. Monte Carlo

پس از اطمینان از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها، الگوی پژوهش با استفاده از رویکرد رگرسیون آستانه‌ای برآورد می‌شود. برای برآورد الگوی پژوهش با استفاده از رویکرد رگرسیون آستانه‌ای ابتدا وقفه بهینه متغیر آستانه (اقتصاد دیجیتال) با حداقل سازی مجموع مجزورات خطا تعیین شد. براساس نتایج مجموع مجزورات خطا، سطح اقتصاد دیجیتال به عنوان متغیر آستانه‌ای تعیین شد. پس از تعیین متغیر آستانه، آزمون غیرخطی بودن مدل و تعداد حد آستانه بر پایه آزمون بای و پرون انجام شد که نتایج آن در جدول ۵ گزارش شده است.

جدول ۵. نتایج آزمون غیرخطی بودن مدل براساس روش بای و پرون

تعداد حد آستانه	آماره F	آماره بحرانی	حد آستانه
0 vs 1	۴۲/۸	۷/۸۶	۶/۷
1 vs 2	۶/۰۲	۹/۲۹	

با توجه به بزرگتر بودن آماره آزمون از سطح بحرانی در حالت اول آزمون، وجود یک آستانه پذیرفته می‌شود؛ ولی در وضعیت دوم، فرض وجود دو آستانه در برابر یک آستانه به علت کوچکتر بودن آماره آزمون از سطح بحرانی آن پذیرفته نمی‌شود. بنابراین غیرخطی بودن مدل با یک آستانه پذیرفته می‌شود. پس از تعیین متغیر آستانه و تعداد آستانه، الگوی پژوهش با بهره‌گیری از رویکرد رگرسیون آستانه‌ای برآورد می‌شود. جدول ۶ یافته‌های حاصل از برآورد الگوهای پژوهش را به اختصار گزارش می‌کند.

جدول ۶. نتایج برآورد الگو به روش رگرسیون آستانه‌ای

نام متغیر	ضریب	آماره t	سطح احتمال
رژیم اول: $digi < 6/7$			
$digi_t$	۰/۱	۶/۴۴	۰/۰۰۰
رژیم دوم: $digi \geq 6/7$			
$digi_t$	-۰/۰۰۳	-۳/۴	۰/۰۰۲
متغیرهای غیرآستانه‌ای			
عرض از مبدا	-۱۴/۵۴	-۵/۱۵	۰/۰۰۰
lh_t	-۰/۱۱	-۱/۷۲	۰/۰۹۳
$ltax_t$	۰/۶۵	۶/۷	۰/۰۰۰
u_t	۰/۷۵	۲۴/۹	۰/۰۰۰
$trad_t$	۰/۲۲	۵۰/۲	۰/۰۰۰
inf_t	۰/۱۳	۴۵/۵۱	۰/۰۰۰
$R^2 = 0/991$		$D.W = 1/675$	
آزمون نرمال بودن باقی‌مانده‌ها (سطح احتمال)			
آزمون همبستگی سریالی (سطح احتمال)			
آزمون ناهمسانی واریانس (سطح احتمال)			

آماره ضریب تعیین نشان می‌دهد ۹۹ درصد از تغییرات اقتصاد سایه را متغیرهای مستقل توضیح داده‌اند. آزمون نرمال بودن باقی‌مانده‌ها بر پایه آماره جاک- برا بیانگر توزیع خطاهای نمونه نرمال است، بنابراین آماره‌های t و F در استنباط‌های آماری دارای اعتبار هستند. نتایج آزمون بربوش - گادفری و همچنین آزمون وایت نشان می‌دهند به ترتیب الگوی برآوردشده به لحاظ خود همبستگی سریالی و واریانس ناهمسانی مشکلی ندارد. مطابق آماره آزمون تی استیودنت و سطح احتمال مربوط به ضرایب رگرسیون، عرض از مبدا و تمام متغیرها به لحاظ آماری معنادار هستند. نتایج نشان می‌دهند:

- ۱- حد آستانه اقتصاد دیجیتال ۶/۷ است. اقتصاد دیجیتال در رژیم اول تأثیر مثبت و معناداری بر اقتصاد سایه دارد. به طوری که یک درصد افزایش در اقتصاد دیجیتال با افزایش ۰/۱ درصدی اقتصاد سایه همراه می شود. اما، در رژیم دوم اقتصاد دیجیتال تأثیر منفی و معناداری بر اقتصاد سایه دارد. افزایش یک درصدی اقتصاد دیجیتال سبب کاهش ۰/۰۰۳ درصدی اقتصاد سایه می شود. بنابراین، اقتصاد دیجیتال تأثیر غیرخطی بر اقتصاد سایه کشور دارد. در واقع، اقتصاد دیجیتال نخست با کاهش هزینه مبادلات تجاری به افزایش اندازه اقتصاد سایه می انجامد. اما، توسعه بیشتر اقتصاد دیجیتال با افزایش توانایی دولت برای نظارت بر تراکشن های مالی، اقتصاد سایه را کاهش می دهد.
- ۲- لگاریتم سرمایه انسانی تأثیر منفی و معناداری بر اقتصاد سایه دارد. یک درصد افزایش در لگاریتم سرمایه انسانی به کاهش ۰/۱۱ درصدی اقتصاد سایه می انجامد. سرمایه انسانی با افزایش توانایی اشتغال پذیری افراد، کاهش اقتصاد سایه را در پی دارد.
- ۳- لگاریتم مالیات مستقیم تأثیر مثبت و معناداری بر اقتصاد سایه دارد. یک درصد افزایش در لگاریتم مالیات مستقیم سبب افزایش ۰/۶۵ درصدی اقتصاد سایه می شود. افزایش مالیات مستقیم با افزایش فرار مالیاتی اقتصاد سایه را به دنبال دارد.
- ۴- بیکاری تأثیر مثبت و معناداری بر اقتصاد سایه دارد. افزایش یک درصد در بیکاری با افزایش ۰/۷۵ درصدی اقتصاد سایه همراه است. افزایش بیکاری، افزایش اشتغال در بخش غیررسمی و در نتیجه افزایش اقتصاد سایه را در پی دارد.
- ۵- درجه باز بودن تجاری تأثیر مثبت و معناداری بر اقتصاد سایه دارد. افزایش یک درصدی درجه باز بودن تجاری، افزایش ۰/۲۲ درصدی اقتصاد سایه را به دنبال دارد. از آنجا که لغو کامل محدودیت ها و موانع تجارت خارجی امکان پذیر نیست، بنابراین، رفع برخی از محدودیت های تجاری تنها به تغییر ترکیب واردات کالاهای قاچاق منجر می شود (عرب‌مازار یزدی، ۱۳۸۰).
- ۶- تورم تأثیر مثبت و معناداری بر اقتصاد سایه دارد. با یک درصد افزایش در تورم، اقتصاد سایه ۰/۱۳ درصد افزایش می یابد. افزایش تورم با افزایش فقر به افزایش اقتصاد سایه منجر می شود.

۵. بحث و نتیجه گیری

اقتصاد دیجیتال نقش مهم و قابل توجهی در رشد و توسعه اقتصادی ایفا می کند. به طوری که به موازات گسترش و رشد فناوری اطلاعات و ارتباطات، ضرورت بررسی چگونگی اثرگذاری اقتصاد دیجیتال بر ساختار و بخش های مختلف کشورها از جمله بخش غیررسمی افزایش یافته است. بر این اساس، پژوهش حاضر با بهره گیری از رویکرد رگرسیون آستانه ای تأثیر غیرخطی اقتصاد دیجیتال بر اقتصاد سایه را در ایران طی بازه زمانی ۱۴۰۰-۱۳۶۹ بررسی کرده است. یافته ها نشان دادند اقتصاد دیجیتال تأثیر غیرخطی بر اقتصاد سایه دارد. به گونه ای که قبل از رسیدن به حد آستانه ۶/۷ درصدی، اقتصاد دیجیتال به افزایش اندازه اقتصاد سایه می انجامد. اما، پس از عبور از سطح آستانه، اقتصاد دیجیتال به کاهش اندازه اقتصاد سایه منجر می شود. یافته های پژوهش نگین و دیگران (۲۰۲۳) نیز تأثیر غیرخطی اینترنت بر اقتصاد سایه را تأیید می کنند. اما، یافته های پژوهش گارسیا-موریلو و ولز-اوسپینا (۲۰۱۷) نشان می دهند استفاده از تلفن همراه به دلیل کاهش هزینه مبادلات تأثیر مثبت بر اندازه اقتصاد سایه دارد. نتایج پژوهش های نگین و همکاران (۲۰۲۳b)، اجیده و دادا (۲۰۲۲)، رمیکین و دیگران (۲۰۲۲)، هارونا و الحسن (۲۰۲۲)، سیلالهی (۲۰۲۲)، ابوالفول و دیگران (۲۰۲۲)، البرت ابراهام گیسلین (۲۰۲۲) و ندوبا و دیگران (۲۰۲۳) نیز نشان می دهند شاخص های اقتصاد دیجیتال تأثیر منفی بر اقتصاد سایه دارند.

با توجه به نتایج پژوهش می توان نتیجه گرفت در رژیم پایین فناوری اطلاعات و ارتباطات، اقتصاد دیجیتال با بهره گیری از پیشرفت های انجام شده در حوزه فناوری، کاهش هزینه مبادلات و تسهیل عرضه کالا و خدمات را در پی دارد (الگین، ۲۰۱۳)، که با افزایش ظرفیت تولید و حجم مبادلات بخش اقتصاد سایه همراه است. اما در رژیم فناوری اطلاعات و ارتباطات بالا، توسعه شتابان اقتصاد دیجیتال با ارائه فناوری های جدید، بهبود شیوه تولید کالا و خدمات، افزایش توانایی به کارگیری فناوری، و بهبود دسترسی افراد به اطلاعات را به همراه دارد که به افزایش بهره وری سرمایه و نیروی کار منجر می شود. افزایش بهره وری سرمایه و نیروی کار نیز افزایش تولید کالا و خدمات را در پی دارد (الباهناساوی، ۲۰۲۱). اما از آنجا که توانایی بنگاه های فعال در بخش رسمی برای به کارگیری فناوری در فرایند تولید بیشتر از بنگاه های فعال در بخش غیررسمی اقتصاد است، لذا، اقتصاد دیجیتال با افزایش

بهره‌وری، انگیزه برای فعالیت در بخش رسمی اقتصاد را افزایش می‌دهد که پیامد آن کاهش اندازه اقتصاد سایه است. از سوی دیگر، اقتصاد دیجیتال با بهره‌گیری از فناوری‌های جدید و هوش مصنوعی شیوه‌های پرداخت غیرنقدی را گسترش می‌دهد که کارایی دولت برای نظارت بر تراکنش‌های مالی را افزایش می‌دهد و به نوبه خود کاهش فرار مالیاتی را در پی دارد. نظارت بر تراکنش‌های مالی و کاهش فرار مالیاتی نیز به کاهش اندازه اقتصاد سایه منجر می‌شوند.

مطابق یافته‌های پژوهش، سرمایه‌های انسانی تأثیر منفی و معناداری بر اقتصاد سایه دارد. یافته‌های پژوهش با نتایج پژوهش البرت ابراهام گیسلین (۲۰۲۲) که نشان می‌دهد آموزش تأثیر منفی بر اقتصاد سایه دارند، هم‌سو هستند. سرمایه انسانی با افزایش بهره‌وری و تخصص نیروی کار به افزایش اشتغال در بخش رسمی اقتصاد منجر می‌شود که به نوبه خود کاهش اندازه اقتصاد سایه را به دنبال دارد. مالیات مستقیم تأثیر مثبت و معناداری بر اقتصاد سایه دارد. براساس نتایج پژوهش عرب‌مازار یزدی (۱۳۸۰) تأثیر مثبت مالیات بر اقتصاد سایه تأیید می‌شود. افزایش مالیات مستقیم به کاهش درآمد افراد منجر می‌شود. بنابراین، افراد برای اجتناب از پرداخت مالیات به فعالیت در اقتصاد سایه روی می‌آورند. افزایش فعالیت در بخش سایه نیز با افزایش اندازه اقتصاد سایه همراه است. بیکاری تأثیر مثبت و معناداری بر اقتصاد سایه دارد. نتایج پژوهش صامتی و دیگران (۱۳۸۸) تأثیر بیکاری بر افزایش اقتصاد سایه را تأیید می‌کند. افزایش بیکاری باعث می‌شود افراد بدون توانایی لازم برای تأمین حداقل معاش باشند. بنابراین، افراد برای دستیابی به درآمد و تأمین حداقل معاش در بخش غیررسمی اقتصاد مشارکت می‌کنند که پیامد آن افزایش اندازه اقتصاد سایه است. درجه بازبودن تجاری تأثیر مثبت و معناداری بر اقتصاد سایه دارد. نتایج پژوهش عرب‌مازار یزدی (۱۳۸۰) تأثیر مثبت درجه بازبودن تجاری بر اقتصاد سایه را تأیید می‌کنند. با توجه به ناکارایی دولت در تدوین و اجرای قوانین، آزادسازی تجاری تأثیری بر کاهش تولید در بخش سایه اقتصاد و کاهش تجارت غیرقانونی ندارد و تنها به تغییر ترکیب کالاهای قاچاق منجر می‌شود. بنابراین، درجه بازبودن تجاری با افزایش اقتصاد سایه همراه است. تورم تأثیر مثبت و معناداری بر اقتصاد سایه دارد. نتایج پژوهش سلیمی‌فر و کیوانفر (۱۳۸۹) تأثیر مثبت تورم بر اقتصاد سایه را تأیید می‌کنند. افزایش تورم به کاهش درآمد حقیقی و افزایش فقر در جامعه می‌انجامد. بنابراین، افراد برای جلوگیری از کاهش قدرت خرید و دستیابی به منابع جدید درآمدی به مشارکت در فعالیت‌های غیررسمی اقدام می‌کنند. افزایش مشارکت در فعالیت‌های غیررسمی نیز با افزایش اندازه اقتصاد سایه همراه می‌شود.

۶. پیشنهادها

- ۱- دولت با بهره‌گیری از فناوری اطلاعات و ارتباطات برای بهبود کارایی در ارائه خدمات عمومی، کاهش هزینه دسترسی بنگاه‌های اقتصادی به فناوری‌های دیجیتال، ضمن نظارت بر تراکنش‌های مالی و جلوگیری از فرار مالیاتی، بهره‌وری تولید بخش رسمی اقتصاد را افزایش دهد و بسترهای لازم برای افزایش فعالیت در بخش رسمی و کاهش اندازه اقتصاد سایه را فراهم سازد.
- ۲- با مشوق‌هایی مانند تخفیف یا معافیت مالیاتی پرداخت‌های الکترونیکی بر مصرف‌کنندگان و کسب‌وکارها، استفاده از سیستم‌های پرداخت الکترونیکی و کیفی پول دیجیتال را ترویج کند.
- ۳- بهبود فضای کسب‌وکارهای دیجیتال و مجازی و تسهیل قوانین آن بر گسترش اقتصاد سایه تأثیر منفی دارد و می‌تواند بر حضور فعالان اقتصادی در عرصه رسمی اقتصاد کشور موثر باشد. به همین دلیل توصیه می‌شود دولت با سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و تقویت پلتفرم‌های مناسب، زمینه گسترش فعالیت‌های قانونی افراد و شرکت‌ها را در فضای مجازی فراهم و با ارائه معافیت‌های تعرفه‌ای و مالیاتی از استارت‌آپ‌ها و شرکت‌های نوپا حمایت کند.
- ۴- با استفاده از ابزارهای آموزشی دیجیتال سواد مالی شهروندان را بهبود بخشد و افراد را از مزایای مشارکت در بخش رسمی و زبان‌های ناشی از فعالیت در بخش اقتصاد سایه آگاه سازد.

۷. فهرست منابع

- سلیمی‌فر، م.، کیوانفر، م. (۱۳۸۹). اقتصاد غیررسمی در ایران و اثر تورم بر آن. مجله دانش و توسعه، ۱۷ (۳۳)، ۲۷-۱.
- صامتی، م.، سامتی، م.، دلانی میلان، ع. (۱۳۸۸). برآورد اقتصاد زیرزمینی در ایران (۸۴-۱۳۴۴): به روش MIMIC. مطالعات اقتصاد بین‌الملل، ۲۰ (۲)، ۸۹-۱۱۴.

- عرب‌مازار یزدی، ع. (۱۳۸۰). اقتصاد سیاه در ایران: اندازه، علل و آثار آن در سه دهه اخیر. برنامه ریزی و بودجه، ۶۲(۶)، ۳-۶۰.
- مداح، م.، فراهتی، م. (۱۳۹۸). تحلیل تجربی اثر مستقیم بیکاری بر اقتصاد سایه در ایران (رویکرد تقاضای پول). تحقیقات اقتصادی، ۵۴(۲)، ۴۱۹-۴۴۱.
- مرادی، م.، هدایتی، م. (۱۳۹۷). طراحی مدل تکاملی گذار ایران به اقتصاد دیجیتال. پژوهشنامه اقتصادی، ۱۸(۶۸)، ۲۵۱-۲۱۹.
- Adalbert Abraham Ghislain, M. B. (2022). Does the Diffusion of Information and Communication Technologies Affect the Shadow Economy in Africa?. *African Development Review*, 34(4), 513-526. <https://doi.org/10.1111/1467-8268.12676>
- Abu Alfoul, M. N., Khatatbeh, I. N., & Jamaani, F. (2022). What Determines the Shadow Economy? An Extreme Bounds Analysis. *Sustainability*, 14(10), 5761. <https://doi.org/10.3390/su14105761>
- Ajide, F. M., & Dada, J. T. (2022). The Impact of ICT on Shadow Economy in West Africa. *International Social Science Journal*, 72(245), 749-767. <https://doi.org/10.1111/issj.12337>
- Arab Mazar Yazdi, A. (2001). Black Economy in Iran: Its Size, Causes and Effects in the Last Three Decades. *Planning and Budgeting*, 6 (2-3), 3-60. [in Persian]
- Bagachwa, M. S., & Naho, A. (1995). Estimating the Second Economy in Tanzania. *World Development*, 23(8), 1387-1399.
- Bai, J., & Perron, P. (2003). Computation and analysis of multiple structural change models. *Journal of Applied Econometrics*, 18(1), 1-22. <https://doi.org/10.1002/jae.659>
- Bukht, R., & Heeks, R. (2017). Defining, Conceptualizing and Measuring the Digital Economy. *Development Informatics working paper*, (68). https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3431732
- Elbahnasawy, N. G. (2021). Can E-Government Limit the Scope of the Informal Economy?. *World Development*, 139, 105341. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105341>
- Elgin, C. (2013). Internet Usage and the Shadow Economy: Evidence from Panel Data. *Economic Systems*, 37(1), 111-121. <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2012.08.005>
- Enders, W., & Siklos, P. L. (2001). Cointegration and Threshold Adjustment. *Journal of Business & Economic Statistics*, 19(2), 166-176. <https://doi.org/10.1198/073500101316970395>
- Erdinc, Z. (2015). The Reasons of Underground Economy, Its Results, Methods and the Turkish Case. *Journal of Business & Economic Policy*, 3(1), 15-21.
- Garcia-Murillo, M., & Velez-Ospina, J. A. (2017). ICTs and the Informal Economy: Mobile and Broadband Roles. *Digital Policy, Regulation and Governance*, 19(1), 58-76. <https://doi.org/10.1108/DPRG-02-2016-0004>
- Hansen, B.E. (2000). Sample Splitting and Threshold Estimation. *Econometrica*, 68(3), 575-603.
- Haruna, E. U., & Alhassan, U. (2022). Does Digitalization Limit the Proliferation of the Shadow Economy in African Countries? An In-Depth Panel Analysis. *African Development Review*, 34, S34-S62. <https://doi.org/10.1111/1467-8268.12653>
- Hashemi, S., Lotfi Heravi, M. M., & Schneider, F. (2022). Size and Causes of the Shadow Economy in Iran: An Analysis with the MIMIC Approach. *International Journal of New Political Economy*, 3(2): 127-157. doi: 10.52547/jep.3.2.127
- Hawash, R., & Lang, G. (2020). Does the digital gap matter? Estimating the Impact of ICT on Productivity in Developing Countries. *Eurasian Economic Review*, 10, 189-209. <https://doi.org/10.1007/s40822-019-00133-1>
- Lin, C. A. (1999). The Digital Economy: Convergence of Computing and Communication Technologies. In D. Tapscott, A. Lowy, & D. Ticoll (Eds.), *Blueprint to the digital economy: Creating wealth in the era of e-business* (pp. 30-50). McGraw-Hill.
- Maddah, M., & Farahati, M. (2019). The empirical analysis of the direct effect of unemployment on the shadow economy in Iran (money demand approach). *Journal of Economic Research (Tahghighat-E-Eghtesadi)*, 54(2), 419-441[in Persian]. Doi: 10.22059/JTE.2019.71338
- Maiti, D., & Khari, B. (2023). Digitalisation, Governance and the Informal Sector. *IDE Discussion Paper*, 898.
- Moradi, M., A., & Hedayati, M. (2018). Designing the Evolutionary Model of Iran's Transition to Digital Economy. *Economic Research*, 18(68), 219-251. [in Persian] <https://doi.org/10.22054/joer.2018.8692>

- Ndoya, H., Okere, D., Laure Belomo, M., & Atangana, M. (2023). Does ICTs Decrease the Spread of Informal Economy in Africa? *Telecommunications Policy*, 47(2): 102485. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2022.102485>
- Nguyen, C. P., Nguyen, B. Q., & Tran, D. T. L. (2023a). The Internet, Economic Uncertainty, and the Shadow Economy: The Good, the Bad, and the Unknown? *International Social Science Journal*, 73(247), 9-28. <https://doi.org/10.1111/issj.12381>
- Nguyen, C. P., Schinckus, C., Nguyen, Q. B., & Le Tran, D. T. (2023b). Digitalization and Informal Economy: A Global Evidence of Internet Usage. *Journal of Industrial and Business Economics*, 1-37.
- Remeikiene, R., Gasparėnienė, L., Bayar, Y., Ginevičius, R., & Ragaišytė, I. M. (2022). ICT Development and Shadow Economy: Empirical Evidence From the EU Transition Economies. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 35(1), 762-777. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.1932545>
- Salimifar, M., & Keivanfar, M. (2011). Informal Economy in Iran and the Effect of Inflation on It. *Monetary & Financial Economics*, 17(33), 1-27. [in Persian]
- Sameti, M., Sameti, M., & Dalali Milan, A. (2010). Estimating the Underground Economy in Iran (1965-2005): A MIMIC Approach. *International Economics Studies*, 35(2), 89-114. [in Persian]
- Schneider, F. (2005). Shadow Economies Around the World: What Do We Really Know?. *European Journal of Political Economy*, 21(3), 598-642.
- Schneider, F., & Enste, D. H. (2000). Shadow Economies: Size, Causes, and Consequences. *Journal of Economic Literature*, 38(1), 77-114.
- Silalahi, P. (2022). Analysis of the Effect of ICT, Tax and Corruption on Shadow Economy in G20 Countries. *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Pembangunan*, 11(2), 132-145. <https://doi.org/10.29244/jekp.11.2.2022.132-145>
- Tapscott, D. (1996). *The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence*. McGraw-Hill.
- Wang, L., & Shao, J. (2023). Digital Economy, Entrepreneurship and Energy Efficiency. *Energy*, 269, 126801. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.126801>
- Wang, Q., Sun, J., Pata, U. K., Li, R., & Kartal, M. T. (2023). Digital Economy and Carbon Dioxide Emissions: Examining the Role of Threshold Variables. *Geoscience Frontiers*, 101644. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101644>
- Zheng, J., Tan, Z., Dou, M., & Mao, D. (2023). A Study on the Impact of Urban Digitalization on the Urban-Rural Income Gap. *Journal of Economics and Public Finance*, 9(3), 64-75. <http://dx.doi.org/10.22158/jepf.v9n3p64>