

Nexus between Social Technology and Economic Complexity :A PVAR Approach

Mani Motameni* 

Associate Professor of Economics, Department of Economic Sciences, Faculty of Economics and Administrative Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

Hoda Zobeiri 

Assistant Professor of Economics, Department of Economic Sciences, Faculty of Economics and Administrative Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

Abstract

Economic complexity means the ability to produce a variety of products at the level of global competition. The importance of economic complexity in increasing the wealth and development of countries has been confirmed by studies and empirical evidence. The present study examines the relationship between social technologies (ST) and economic complexity among 137 countries from 1998 to 2019. Social technology (ST) refers to all the methods, designs, and elements necessary (including institutions, structures, maps, processes, and cultural norms) for organizing individuals to achieve a specific goal or goals. The health and maturity of social technologies make it possible for economies to produce complex goods by integrating large amounts of knowledge, skills, capacity, and experience into complex networks of interactions. To investigate the possibility of a simultaneous relationship between the two variables, the PVAR model was used. The results of this study confirm the existence of a simultaneous and two-way relationship between the rule of law and economic complexity.

Keywords: Social Technology, Economic Complexity, Complex Network, Rule of Law.


JEL Classification: O33, O35, C33.


* Corresponding Author: m.motameni@umz.ac.ir

How to Cite: Motameni, M., Zobeiri, H. (2022). Nexus between Social Technology and Economic Complexity :A PVAR Approach. *Iranian Journal of Economic Research*, 27 (91), 223-255.



تحلیل رابطه فناوری اجتماعی و پیچیدگی اقتصادی با استفاده از الگوی PVAR

مانی مؤتمنی*  دانشیار، گروه اقتصاد، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

هدی زبیری  استادیار، گروه اقتصاد، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

چکیده

پیچیدگی اقتصادی به معنی قابلیت تولید محصولات متنوع در سطح رقابت جهانی است. اهمیت پیچیدگی اقتصادی در افزایش ثروت و توسعه کشورها مورد تایید روزافزون مطالعات و شواهد تجربی قرار گرفته است. بنابراین، شناخت زمینه‌ها و عوامل تعیین‌کننده پیچیده‌تر شدن اقتصادها از اهمیت بسزایی برخوردار است. پژوهش حاضر رابطه متقابل فناوری اجتماعی (ST) و پیچیدگی اقتصادی را در بین ۱۳۷ کشور طی دوره زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۹ مورد بررسی قرار داده است. منظور از فناوری اجتماعی (ST) تمامی روش‌ها، طرح‌ها و عناصر لازم (اعم از نهادها، ساختارها، نقش‌ها، فرآیندها و هنجارهای فرهنگی) برای سازماندهی افراد به منظور رسیدن به هدف یا اهداف خاص است. سلامت و بلوغ فناوری اجتماعی این امکان را فراهم می‌کند تا اقتصادها از طریق ادغام حجم زیادی از دانش، مهارت، ظرفیت و تجارب در قالب شبکه‌های پیچیده تعاملات، توانایی تولید کالاهای پیچیده را به دست آورند. جهت بررسی امکان وجود رابطه همزمان بین دو متغیر از الگوی PVAR استفاده شده است و در ادامه امکان اثرگذاری همزمان دو متغیر، جهت رابطه و پایداری الگو آزمون شده است. نتیجه این بررسی وجود اثرگذاری دوسویه و مثبت بین فناوری اجتماعی و پیچیدگی اقتصادی را تایید می‌کند.

کلیدواژه‌ها: فناوری اجتماعی، پیچیدگی اقتصادی، شبکه‌های پیچیده، حاکمیت قانون.

طبقه‌بندی JEL: O33, O35, C33.

۱. مقدمه

یک پرسش همیشگی و چالش دشوار در علم اقتصاد این است که «چرا بعضی کشورها ثروتمندتر از کشورهای دیگر هستند؟» مطالعات اخیر در این زمینه مفهوم «پیچیدگی اقتصادی» را در توضیح الگوی رشد و توسعه اقتصادی جوامع مورد توجه قرار داده‌اند (Hidalgo, et al., 2007; Hausmann & Hidalgo, 2011; Zhu & Li, 2017;) (Hartmann, et al., 2020 and Vandam & Frenken, 2020).

به عقیده بینهاکر^۱ (۲۰۰۷) تمایز اصلی در ثروت اقتصادها بر مبنای شدت پیچیدگی آنها سنجیده می‌شود. پیچیدگی اقتصادی در واقع بیانگر پیچیدگی محصولات و به کارگیری فناوری‌های پیشرفته در فرآیند تولید در یک اقتصاد است. بر مبنای این گروه از مطالعات، رشد قابل توجهی در کشورهایی مشاهده می‌شود که ساختارهای تولیدی آنها معطوف به تولید محصولات پیشرفته و پیچیده است. سابقه چنین رویکردی در ادبیات اقتصادی به نظریات لوئیس^۲ (۱۹۵۵)، روستو^۳ (۱۹۵۹)، کالدور^۴ (۱۹۶۷) و چنری و تیلور^۵ (۱۹۶۸) برمی‌گردد که معتقد بودند توسعه اقتصادی فرآیند تحول ساختاری است که طی آن منابع از صنایع با بهره‌وری کمتر (ساده‌تر) به صنایع با بهره‌وری بالاتر (پیچیده) منتقل می‌شود. نکته کلیدی در این شاخه از ادبیات رشد و توسعه این است که ترکیبی از محصولاتی که یک اقتصاد تولید می‌کند، قویا پیش‌بینی‌کننده عملکرد آن اقتصاد است. با این وجود، اندازه‌گیری کمی ساختار تولیدی اقتصادها برای چندین دهه با برآورد سهم بخش‌های کشاورزی، تولید و خدمات در تولید ناخالص داخلی مورد سنجش قرار می‌گرفت.

مطالعه تاثیرگذار هیدالگو و هاسمن^۶ (۲۰۰۹) و ادامه مطالعات مهم در این زمینه معیار جدیدی با عنوان روش انعکاس (MR)^۷ برای سنجش ساختار تولید در قالب شبکه‌هایی که کشورها را به محصولات صادراتی آنها مرتبط می‌کند، ارائه می‌دهد (Hausmann & Hidalgo, 2011; Hausmann, et al., 2014 and Hidalgo, e al., 2007).

-
1. Beinhocker, E. D.
 2. Lewis, W.
 3. Rostow, W. W.
 4. Kaldor, N.
 5. Chenery, H. B. & Taylor, L.
 6. Hidalgo, C. A. & Hausmann, R.
 7. Method of Refelction

بر این اساس و با معرفی و انتشار اطلس پیچیدگی اقتصادی، هاسمن و هیدالگو (۲۰۱۱) قابلیت‌های تولیدی اقتصادها را بر مبنای تنوع^۱ و فراگیری^۲ محصولاتی که این اقتصادها تولید و صادر می‌کنند، مورد سنجش قرار می‌دهند.^۳ کشورهایی که توانایی تولید مجموعه متنوعی از کالاهای پیشرفته و کمتر فراگیر را از طریق ادغام حجم زیادی از دانش و فناوری‌های پیشرفته و نوآورانه در قالب شبکه‌های تولیدی^۴ بزرگ و پیچیده دارند، کشورهای با پیچیدگی اقتصادی بالا به شمار می‌روند.

به دنبال معرفی شاخص پیچیدگی اقتصادی، مطالعات و پژوهش‌های روزافزونی در این زمینه صورت گرفته است که نشان می‌دهند پیچیدگی اقتصادی پیش‌بینی‌کننده قوی‌ای برای رشد و توسعه اقتصادی به شمار می‌رود (Hidalgo & Hausmann, 2009; Felipe, et al., 2012; Hausmann, et al., 2014; Zhu & Li, 2017 and Vandam & Frenken, 2020). همچنین محققانی مانند هارتمن و همکاران^۵ (۲۰۱۷)، لی و وو^۶ (۲۰۱۹)، چوو و هوآننگ^۷ (۲۰۲۰)، فرز و همکاران^۸ (۲۰۱۸)، وو^۹ (۲۰۲۰)، مؤتمنی و همکاران (۱۳۹۹) و زبیری و مؤتمنی (۱۳۹۹)، نقش پیچیدگی اقتصادی بر عملکرد سایر متغیرهای کلان اقتصادی از قبیل نابرابری درآمدی، اشتغال و سرمایه انسانی را مورد تایید قرار داده‌اند. بر مبنای یافته‌های این مطالعات، پیچیدگی اقتصادی تعیین‌کننده مسیر و آینده اقتصادی جوامع محسوب می‌شود. حال سوال این است اگر درجه پیچیدگی اقتصادی جوامع تا این

1. Diversity

2. Ubiquity

۳. «تنوع» و «فراگیری» محصولات صادراتی دو معیار برآورد شاخص پیچیدگی اقتصادی هستند. چنانچه کشوری به تولید تعداد زیادی از محصولات بپردازد، دارای تنوع محصول است. چنانچه محصولی توسط تعداد زیادی از کشورها تولید شود آن محصول فراگیر است. طبق نظر هاسمن و هیدالگو (۲۰۰۷) کشورهایی که محصولات صادراتی آنها تنوع اندکی دارد و توسط بسیاری از کشورها نیز تولید می‌شود، کشورهای با درجه پیچیدگی پایین‌تر هستند. در مقابل، کشورهایی که محصولات صادراتی آنها تنوع بالایی دارند و محصولاتی را تولید می‌کنند که کشورهای اندکی (کمتر فراگیر) آنها را می‌سازند، کشورهای با درجه پیچیدگی بالاتری هستند. شیوه محاسبه شاخص پیچیدگی اقتصادی در هاسمن و هیدالگو (۲۰۰۷)، شاه‌آبادی و ارغند (۱۳۹۷) و الهی و همکاران (۱۳۹۷) قابل مشاهده است.

4. Country-Product Network

5. Hartmann, D. & et al.

6. Lee, K. K. & Vu, T. V.

7. Chu, L. K. & Hoang, D. P.

8. Ferraz, D., et al.

9. Vu, T. V.

اندازه تاثیر گذار و مهم است، چه عواملی موجب پیچیده تر شدن اقتصادها می شود؟ به عبارت دیگر، چرا و چگونه برخی اقتصادها از برخی دیگر پیچیده تر هستند؟

گروهی دیگر از مطالعات به طور موازی در ادبیات اقتصادی وجود دارد که استدلال می کنند ساختار اجتماعی، فرهنگ، محدودیت های رسمی و غیر رسمی، قوانین و نهادها مهم ترین عوامل تعیین کننده عملکرد اقتصادها در بلند مدت هستند. یکی از مطالعات برجسته در این حوزه، مطالعات نورث^۱ (۱۹۹۰) است که نهادها را قواعد بازی در یک جامعه یا به عبارت دیگر محدودیت های ساخته شده از نظر انسانی می داند که تعامل انسان ها را شکل می دهد. نهاد های خوب که در امنیت حقوق مالکیت یا بازارهای رقابتی منعکس شده اند بر بازده نسبی فعالیت های مولد و غیر مولد تاثیر می گذارند. به همین ترتیب، کیفیت نهادی اساسا انگیزه های سرمایه گذاری در سرمایه های انسانی و فیزیکی و فعالیت های نوآورانه را ایجاد می کند و در نهایت به توضیح تفاوت ثروت در سراسر جهان کمک می کند.

مطالعات و پژوهش های متعددی پشتوانه تجربی قوی ای در رابطه با اثر فناوری های اجتماعی (نهاد های اجتماعی اداره کننده تقابل های اجتماعی و کاهش دهنده ناطمینانی، حقوق مالکیت، حاکمیت قانون، آزادی های مدنی، مبارزه با فساد و...) بر فرآیند و عملکرد اقتصادی فراهم کرده اند (Rodrik, et al., 2004; Acemoglu & Johnson, 2005; Knowles & Owen, 2010 and Acemoglu & Robinson, 2004).

پژوهش هایی که در بالا مورد بحث قرار گرفت، دو دیدگاه متفاوت در مورد عوامل موثر در رشد و رونق نسبی کشورها ارائه می دهند که به صورت جداگانه به عنوان گزینه های رقیب مورد بررسی قرار گرفته اند.

پژوهش حاضر با گردهم آوردن دو گروه از مطالعات، این ایده را مطرح می کند که اگر تفاوت رشد و توسعه اقتصادی کشورها ریشه در تفاوت فناوری های اجتماعی دارد و همچنین پیچیدگی اقتصادها تعیین کننده رشد و توسعه اقتصادی جوامع هستند، آیا این دو متغیر می توانند کانال اثرگذاری یکدیگر باشند؟ بر این اساس، هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر متقابل فناوری های اجتماعی بر پیچیدگی اقتصادی بر یکدیگر است. مقاله حاضر این ویژگی را دارد که برای اولین بار به تبیین رویکرد پیچیدگی اقتصادی و فناوری اجتماعی می پردازد

1. North, D. C.

و نشان می‌دهد تغییر و تکامل پیچیدگی اقتصادی در طول زمان و دگرگونی فناوری‌های اجتماعی ارتباط دوسویه و پیوسته‌ای با یکدیگر دارند.

۲. ادبیات پژوهش

توسعه اقتصادی، حاصل رفتارهای خلاق انسان‌ها است. جمعیت‌ها و سازمان‌ها بازیگران اصلی در فرآیند توسعه هستند و با انتخاب‌ها و تصمیم‌هایی که هر روزه در جریان طراحی، اجرا و ارزیابی موضوعات مختلف اتخاذ می‌کنند، توسعه را می‌آفرینند. پژوهش‌های زیادی در این راستا انجام شده و یافته‌های آن‌ها نشان داده‌اند توسعه اقتصادها ریشه در قواعد رفتاری، الگوهای ذهنی و فناوری‌های اجتماعی دارند.

برنر^۱ (۱۹۷۶) نشان می‌دهد گذار اروپا از فئودالیسم به میزان زیادی به توانایی همکاری و تشکیل ائتلاف زمین‌داران و کشاورزان به عنوان گروه‌های رقیب برای مقاومت در برابر تجاوز به حقوق یک‌دیگر بستگی داشته است.

آبراموویتز^۲ (۱۹۸۶) نشان می‌دهد تفاوت در سطح اولیه قابلیت‌های اجتماعی، علت متفاوت بودن مسیرهای کشورهای صنعتی اروپایی در قرن نوزدهم را توضیح می‌دهد. تمپل و جنسون^۳ (۱۹۹۸) در مطالعه خود نشان می‌دهند رشد درآمد سرانه کشورها به شدت به سطح اولیه قابلیت‌های اجتماعی کشور مربوط می‌شود.

به عقیده ویلیامسون^۴ (۲۰۰۰) هرگونه تغییری در جهت توسعه، نیازمند تحولات ارزشی، اجتماعی و نهادی در راستای ایجاد ترتیبات عملی و ساختارهای مناسب ساماندهی به منظور استقرار نظم و شرایط لازم برای تدبیر امور و اجرای سیاست‌های توسعه است.

دمستر^۵ (۲۰۰۲) نشان می‌دهد در طول تاریخ منشا توسعه تجارت و در نتیجه توسعه رفاه در هر کشور، ناحیه، منطقه و جماعتی از مسیر توسعه بیشتر حقوق اجتماعی و حقوق مالکیت به همراه برقراری و حفظ نظم اجتماعی محقق شده است.

-
1. Bernner, R.
 2. Abramovitz, M.
 3. Temple, J. & Johnson, P. A.
 4. Williamson, O. E.
 5. Demestz, H.

طبق نظر ایسترلی و لوین^۱ (۲۰۰۳) قانون‌مداری، وجود حقوق مالکیت، سیستم بانکداری مطلوب، شفافیت اقتصادی، عدم فساد و دیگر فاکتورهای سازمانی و اجتماعی نقش پررنگ‌تری نسبت به سایر فاکتورها (ثروت و منابع طبیعی، کفایت سیاست‌های دولتی و یا پیشرفت تکنولوژیک) در تعیین موفقیت اقتصادی ملت‌ها داشته‌اند.

ایسترلی^۲ (۲۰۰۶) در مطالعه خود نشان می‌دهد محدودیت‌های اجتماعی که در کشورهای در حال توسعه، فضا برای مانور و محیط نهادی این جوامع را شکل می‌دهند، نقش مهمی در توسعه‌نیافتگی این جوامع دارند.

نورث و همکاران^۳ (۲۰۰۹)، تفاوت در ساختار و ترتیبات اجتماعی کشورها را عامل تفاوت در توانایی مدیریت سازمانی هزینه‌ها و فواید شوک‌ها و تغییرات ناگهانی وارد به اقتصادها می‌دانند که به نوبه خود تعیین‌کننده مسیر رشد اقتصادی این کشورها بشمار می‌روند.

هسته مرکزی تمام این مطالعات بیان این نکته است که فرآیندهای توسعه در بسیاری از کشورها براساس محرک‌های اقتصادی صرف شکل نگرفته است، بلکه وجود نوعی زمینه و بستر اجتماعی است که شرایط لازم را جهت دستیابی به موفقیت‌های اقتصادی فراهم کرده است. این بستر اجتماعی آنچنان که در مطالعات فوق اشاره شد گستره‌ای شامل فرهنگ، زبان، نظم و ترتیبات اجتماعی، قابلیت‌ها و محدودیت‌های غیررسمی، قوانین و محیط نهادی را دربر می‌گیرد که به بیان بینهاکر (۲۰۰۷)، «فناوری‌های اجتماعی^۴» نامیده می‌شوند. تکنولوژی یا فناوری‌های فیزیکی، روش‌ها و طرح‌هایی برای تبدیل ماده، انرژی و اطلاعات از یک حالت به حالت دیگر برای رسیدن به هدف یا اهداف خاص و فناوری‌های اجتماعی روش‌ها و طرح‌هایی برای سازمان دادن افراد برای رسیدن به هدف یا اهداف خاص هستند. همان‌گونه که فناوری‌های فیزیکی روش‌هایی برای ایجاد نظم در حوزه فیزیکی جهت برآوردن نیازهای بشری فراهم می‌کنند، فناوری‌های اجتماعی نیز روش‌هایی برای ایجاد نظم در حوزه اجتماعی به منظور برآوردن نیازهای بشر هستند (Beinhocker, 2007).

1. Easterly, W. & Levine, R.

2. Easterly, W., et al.

3. North, D., et al.

4. Social Technology (ST)

۱-۲. فناوری‌های اجتماعی

مفهوم فناوری‌های اجتماعی، خویشاوند نزدیک مفهوم نهاد، اما فراتر از آن است. نظریه پردازان مختلف نهادگرا تعاریف مختلفی را از نهاد ارائه کرده‌اند به گونه‌ای که تعریف جامعی که مورد توافق همه دانشمندان نهادگرا باشد، وجود ندارد.^۱ در یک تعریف کلی، به تعبیر نورث (۱۹۹۰) نهادها «قواعد بازی در جامعه» هستند. بر این اساس، نهادها جزئی از سازماندهی محسوب می‌شوند. در حالی که فناوری‌های اجتماعی تمام عناصر لازم برای سازماندهی اعم از نهادها، ساختارها، نقش‌ها، فرآیندها و هنجارهای فرهنگی را نیز دربر می‌گیرند. در دنیای واقعی، برخی STها همانند PTها و برنامه‌های تجاری به شکل مکتوب (طرح‌ها و دستورالعمل‌هایی شامل متن‌های زبانی، چارت، نمودار و جداولی که ساختارهای سازمانی، وظایف، فرآیندهای تصمیم‌گیری، قوانین اداری، سیستم‌های انگیزشی، قوانین رفتاری و ... را مشخص می‌کند) تدوین می‌شوند، اما بسیاری از STها در ذهن‌ها نهفته‌اند.

فناوری‌های اجتماعی نه تنها بر سطح عملکرد یک کشور تاثیر دارد، بلکه تفاوت‌های عملکردی را نیز در سطوح جزئی‌تر صنایع و شرکت‌ها نشان می‌دهد. لوییس و همکاران^۲ (۲۰۰۲) و جانسون^۳ (۲۰۰۲) با مطالعه عملکرد صنعت خرده‌فروشی آمریکا و به خصوص تاثیر شرکت والمارت^۴ بر بهره‌وری کل این صنعت در دهه ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ نشان می‌دهند نوآوری در سیستم‌های محاسبه‌ای بسیار کارآمد در این دوره، بهره‌وری این شرکت‌ها را ۴۰ درصد نسبت به شرکت‌های رقیب بالاتر برد. این اتفاق باعث شد شرکت‌های رقیب نیز از نوآوری‌های سازمانی شرکت والمارت تقلید کنند و در اواخر دهه ۱۹۹۰ بهره‌وری‌شان را ۲۸ درصد افزایش دهند. این در حالی بود که شرکت والمارت به افزایش بهره‌وری خود

۱. با توجه به تعاریف متفاوتی که از مفهوم نهاد وجود دارد، ویژگی‌های زیر را می‌توان در تعریف نهادها برشمرد (Hodgson, 2006): ۱- نهادها قوانین بازی در جامعه و قیود وضع شده از جانب بشر هستند. ۲- نهادها شکل دهنده و راهنمای روابط متقابل انسان‌ها با یکدیگر هستند. ۳- نهادها باعث ساختارمند شدن انگیزه‌های نهفته در مبادلات بشری می‌شوند. ۴- نهادها حد و مرز مجموعه انتخاب‌های افراد را تعیین می‌کنند. ۵- نهادها یا به یکباره خلق می‌شوند مانند قوانین مختلف و یا به مرور شکل می‌گیرند، مانند هنجارها، آداب و رسوم، فرهنگ، سنت. ۶- نهادها عامل ارتباط بین گذشته، حال و آینده هستند.

2. Lewis, W., et al.

3. Johnson, B. C.

4. Walmart

ادامه داد و آن را تا ۲۲ درصد دیگر بالا برد. همین مسابقه نوآوری در فناوری‌های اجتماعی به تنهایی حدود ۲۵ درصد از رشد بهره‌وری در کل آمریکا را در این دوره به وجود آورد. البته که رایانه‌ها نیز نقش مهمی در این میان داشتند، چراکه فرآیندهای لجستیکی پیچیده و المارت بدون رایانه امکان‌پذیر نبود، اما تکنولوژی یارانه یک نقش کمک‌کننده را بازی می‌کردند نه یک نقش اولیه و اصلی. این خلاقیت در سازماندهی و فرآیندها بود که بهره‌وری چشمگیر را به بار آورد.

علاوه بر این، نوآوری در فناوری‌های اجتماعی باعث جهش‌هایی در sku^۱ اقتصادها می‌شود. sku واحد اندازه‌گیری خرده‌فروشان برای شمارش تعداد انواع محصولاتی است که توسط این فروشگاه‌ها به فروش می‌رسد.

بینهاگر (۲۰۰۷) برای درک تفاوت واقعی ثروت اقتصادها به تفاوت sku آن‌ها توجه می‌کند و این استدلال را مطرح می‌کند که اگر اقتصاد نیویورک را بر مبنای درآمد سرانه با اقتصاد یک جامعه قبیله‌ای (یانومامویی^۲) مقایسه کنیم، ممکن است چند ده یا حتی چند صد برابر باشد. اما تفاوت در sku این دو اقتصاد می‌تواند به چند میلیون برابر برسد. به عبارت دیگر، تعداد انتخاب‌های اقتصادی که متوسط نیویورکی‌ها دارند در مقایسه با انتخاب‌هایی که شهروندان قبیله یانومامویی دارند، تفاوت در پیچیدگی این اقتصادها را نشان می‌دهد. مطالعه بینهاگر نشان می‌دهد هر نوآوری در فناوری‌های اجتماعی امواج شدیدی را روانه فضای PT^۳ می‌کند و تعداد skuهای بالقوه به صورت نمایی با هر نوآوری گسترش می‌یابد. سه ویژگی مهم فناوری‌های اجتماعی عبارتند از: ۱- فضای طرح ST همانند PT خود را پرورش می‌دهد و به صورت نمایی آشکار شده و گسترش می‌یابد. هر پیشرفت در زمینه ST فضا را برای پیشرفت‌های بعدی آماده می‌کند (Simon, 2019). ۲- خصوصیت دوم ویژگی ماژولار بودن است. از این رو، بلوک‌های سازنده در ساختار آن وجود دارد. به عنوان مثال، طرح سازمانی یک شرکت چند ملیتی بزرگ، مجموعه‌ای از ماژول‌هاست که مربوط به طرح‌هایی برای سازماندهی هر یک از واحدهای تجاری، طرح‌هایی برای سیستم‌های کنترلی و حسابداری، طرح‌هایی برای ساختار کمیته و طرح‌هایی برای هنجارهای فرهنگی شرکت است (Krames, 2002). ۳- چشم‌انداز شایستگی مربوط به فضای طرح ST،

-
1. Stock Keeping Unit
 2. Yanomami
 3. Physical Technology (PT)

پیوسته ناهموار است. تفاوت‌های کوچک در طرح‌های ST تمایل دارند باعث تفاوت‌های اندکی در شایستگی نسبی شوند، اما گاه این تغییرات کوچک یا باعث عدم کارکرد ST می‌شوند و یا آن را خیلی بهتر می‌کنند (Wright, 2000). به عنوان مثال، ایجاد یک روش بنیادی جدید در سازماندهی تولید (خط تولید) در سال ۱۹۱۴ توسط هنری فورد^۱ در واقع یک ST به شدت مختل‌کننده بود که ساختار صنعت اتومبیل‌سازی اولیه و بسیاری از صنایع دیگر را تغییر داد. همان‌گونه که شومپتر^۲ (۲۰۰۵) توسعه را تغییرات ناپیوسته اساسی^۳ می‌داند که به علت ظهور پدیده نوآورانه^۴ ایجاد می‌شود.

به عقیده شومپتر، کارآفرین^۵ منشا اصلی تغییرات ناپیوسته (توسعه) به شمار می‌رود. در این دیدگاه، توسعه همواره با حوزه وسیعی از شرایط و فرآیندها^۶ همراه است و هیچ فهرستی از مولفه‌های محیطی قابل تشخیص برای تعیین دقیق اینکه چگونه یک تغییر اتفاق می‌افتد، وجود ندارد، بلکه تنها از تخریب و برهم زدن یک شرایط باثبات و تعادل ایستا^۷ شروع می‌شود که منجر به تعادلی نامعین^۸ در آینده می‌شود.

جست‌وجوی ST‌های شایسته همانند جست‌وجو در فضای تکنولوژی فیزیکی از الگوریتم تکاملی «استنتاجی-آزمون خطا»^۹ تبعیت می‌کند. به عنوان مثال، فورد بین سال‌های ۱۹۰۸ و ۱۹۱۲ با مجموعه‌ای از فرضیه‌های استنتاجی شروع به آزمایش ترکیب‌های مختلف در شرکت خود کرد. بعد از چهار سال آزمون و خطا در سال ۱۹۱۳ به یک دیدگاه بسیار کلیدی رسید و در سال ۱۹۱۴ یک خط تولید متحرک را به اجرا درآورد (Freeman & Soete, 1997).

1. Henry Ford
2. Schumpeter, J. A.
3. Fundamental Discontinuous Change
4. Novel Phenomena
5. Entrepreneur
6. Circumstances and Process
7. Static Equilibrium
8. Indeterminate Equilibrium

۹. اصطلاح الگوریتم تکاملی «استنتاجی-آزمون خطا» بیانگر این است که تکامل نوآوری‌های انسانی از دو فرآیند شناختی شکل گرفته است: ۱- تفکر منطقی و استنتاجی و ۲- تجربه و آزمون و خطا. بنابراین، همان اندازه که مهندسی مدرن از علم استفاده می‌کند، تفکر «بیا امتحان کنیم ببینیم چه اتفاقی می‌افتد» نیز وجود دارد. این همان بحثی است که در مجادلات روش‌شناسی علمی به روش‌شناسی قیاسی (خردگرایی) و استقرایی (تجربه‌گرایی) و در نهایت ترکیب این دو در دکترین جدیدی با نام «اثبات‌گرایی» سرآغاز علم مدرن بوده است.

نکته حائز اهمیت این است که ST بیشتر از PT، بین استنتاج و آزمون خطا به سمت آزمون و خطا متمایل است و با وجود پیشرفت‌هایی که در اقتصاد و تئوری سازماندهی به وجود آمده است، هنوز هم در فعالیت‌هایی چون طراحی مجدد سازماندهی یک شرکت یا ایجاد یک سیستم بانکداری مرکزی در مقایسه با ساخت یک هواپیمای جت یا طراحی یک داروی جدید، «دانش خاموش» بیشتر از علم وجود دارد. دانش خاموش همان چیزی است که هاسمن و هیدالگو (۲۰۰۹) آن را «دانش ضمنی» و بینهاکر (۲۰۰۷) آن را «هنر» می‌نامند و منظور آن نوعی از دانش است که قابلیت ثبت، ضبط و انتقال ندارد.

۲-۲. تکامل فناوری‌های اجتماعی و پیچیدگی اقتصادی

با رشد تخصصی شدن و تقسیم کار، قبایل به سمت جوامعی اقتصادی و سیاسی تکامل یافتند. پیچیدگی محیط پیرامونی، وابستگی متقابل نوع بشر به همدیگر را افزایش داد. چنین تکاملی نیازمند آن بود که جوامع، فناوری‌های اجتماعی متنوع‌تر و پیچیده‌تری را توسعه دهند که به افراد امکان مبادله غیرشخصی در طول زمان و مکان و کسب منافع بالقوه تجارت را بدهد (North, 2000).

بینهاکر (۲۰۰۷) تکامل اقتصادی را نتیجه سه فرآیند به هم پیوسته «فناوری‌های فیزیکی^۱»، «فناوری‌های اجتماعی» و «تجارت» می‌داند. تا زمانی که فناوری‌های فیزیکی آشکارا تاثیری سترگ بر جامعه دارند، مشارکت فناوری‌های اجتماعی نیز به همین میزان مهم هستند و در واقع این دو با هم گره خورده‌اند. با این همه، تکامل همزمان تکنولوژی فیزیکی و اجتماعی تنها دو سوم از تصویر را تشکیل می‌دهند. تکنولوژی‌ها به تنهایی چیزی بیش از ایده‌ها و طراحی‌ها نیستند. برای اینکه فناوری‌ها بتوانند تاثیری بر جهان داشته باشند باید افراد یا گروه‌هایی، فناوری‌های فیزیکی و اجتماعی را از مرحله انتزاعی به مرحله واقعیت درآورند. در حیطه اقتصادی، این تجارت و مبادله است که چنین نقشی ایفا می‌کند. تجارت‌ها، فناوری‌های فیزیکی و اجتماعی را درهم می‌آمیزند و آن‌ها را در قالب محصولات و خدمات به منصفه ظهور می‌رسانند. تجارت‌ها خود گونه‌ای از طراحی هستند. طراحی یک تجارت مواردی چون استراتژی آن تجارت، ساختار تشکیلاتی آن، فرآیند مدیریت، فرهنگ و دیگر

۱. منظور از فناوری فیزیکی همان چیزی است که عادت کرده‌ایم تکنولوژی را با آن بشناسیم. فنون ساخت موتورهای بخار، ماشین‌آلات و میکروسکوپ از این دسته‌اند.

عناصر را دربر می‌گیرد که طی زمان و از خلال فرآیندی از تمایز، انتخاب و گسترش شکل می‌گیرند. تکامل سه‌جانبه فناوری فیزیکی، فناوری اجتماعی و طراحی‌های تجاری است که موجب تحولات و گسترش‌های محسوس در اقتصاد می‌شوند.

به عقیده رایت^۱ (۲۰۰۰) فرآیند خود به خودی پیچیدگی اجتماعی از همان قبایل ساده شکارچی-گردآور تا روستاهای سازمان‌یافته و بعد شرکت‌های ملی و بین‌المللی، همگی حاصل نوآوری‌های بشر برای یافتن راه‌های تازه برای همکاری در مقیاس‌های بزرگ‌تر و بزرگ‌تر و همچنین به وجود آوردن راه‌هایی برای اجرای بازی‌های سودآور و پیچیده مجموع غیرصفر است. تئوری بازی در درک فرآیند تکاملی هنجارهای اجتماعی و نهادها اهمیت زیادی یافته است. با وجود اینکه مزایای همکاری متقابل در بازی‌های مجموع غیرصفر بسیار چشمگیر است، همواره کشمکش میان همکاری برای رسیدن به یک نفع بزرگ‌تر و دنبال کردن نفع شخصی وجود دارد. در دنیایی که در هر برهه از زمان، منابع محدود هستند، فشارهای رقابتی‌ای برای همکاری وجود دارد. با گذر زمان، جوامعی که بهتر خودشان را سازماندهی کرده‌اند، خواهند توانست از لحاظ اقتصادی، اجتماعی و سیستمی بر جوامع دیگر که در ایجاد ساختارهای همکاری و مشارکتی‌شان چندان موفق نبوده‌اند، مسلط شوند.

یک نظام پیچیده اقتصادی، سیستمی از انبوه بخش‌ها و یا خرده‌هایی است که به طور فعالانه بر هم اثر می‌گذارند. در چنین سیستم‌هایی برهم‌کنش‌های بسیار جزئی بخش‌ها یا خرده‌ها به پیدایش الگو یا رفتارهایی قابل توجه منجر می‌شود. بارزترین مشخصه اقتصادهای پیچیده این است که آن‌ها مجموعه‌ای هستند شامل برهم‌کنش انسان‌ها با یکدیگر به شیوه‌های پیچیده، پردازش اطلاعات و سازگاری‌های رفتاری آن‌ها (Wright, 2000). چنین نظامی به وسیله مبادله غیرشخصی توصیف می‌شود. جهانی است که در آن تعداد زیادی از بازیگران حضور دارند، کسانی که آن‌ها را نمی‌شناسیم و مبادلات تکراری با آن‌ها انجام نمی‌شود. تئوری بازی می‌گوید چنین جهانی برای خطا و کاستی پاداش می‌دهد. اگر فرد طرف مقابل را نشناسد، هیچ وقت او را دوباره نبیند و هیچ‌یک از دو طرف، تسلط و کنترل

1. Wright, R.

ویژه بیشتری بر طرف مقابل نداشته باشد در این صورت بازی برای فرار با پول پاداش می دهد^۱.

ویژگی اقتصادهای پیچیده امروزی این است که طی چند قرن گذشته مجموعه‌ای از فناوری‌های اجتماعی را به تدریج به نحوی ساختاربندی و اصلاح کرده‌اند که منافع و نتایج اتخاذ استراتژی‌های مختلف، زمینه لازم را برای پذیرش راه حل همکاری در مبادلات غیرشخصی به وجود آورد. این فناوری‌های اجتماعی نه تنها شامل نهادهای اقتصادی، فرآیندها، ساختارها، نقش‌ها، هنجارها و قوانینی هستند که مبادله با هزینه پایین را به وجود می‌آورند، بلکه نهادهای سیاسی را نیز دربر می‌گیرند که چنین مبادله‌هایی را در نظارت شدید خود قرار دهند.

شایستگی فناوری اجتماعی به سه عامل بستگی دارد؛ اول اینکه ST باید پتانسیل بازدهی مجموع غیرصفر را ایجاد کند. دوم اینکه باید روش‌هایی ارائه دهد که منافع را طوری تقسیم کند که افراد برای اجرای بازی انگیزه داشته باشند و سوم اینکه ST باید از مکانیسم‌هایی برای مدیریت مشکلات پیش رو و نقص‌ها برخوردار باشد؛ همان‌گونه که نورث تاکید می‌کند فناوری‌های اجتماعی که در گذشته به راحتی خوب کار می‌کردند، امروز خوب عمل نمی‌کنند. واقعیت این است که نمی‌توان فرض کرد بازارها پیوسته به طور کامل به کارشان ادامه می‌دهند، بلکه با افزایش پیچیدگی اقتصادها و نوآوری‌های فیزیکی، ایجاد راه‌های تازه برای همکاری در مقیاس‌های بزرگ‌تر و بزرگ‌تر و به وجود آوردن راه‌هایی برای اجرای بازی‌های سودآور و مجموع غیرصفر پیچیده‌تر می‌شود.

بنابراین نه تنها همراه با افزایش پیچیدگی اقتصادها، نیاز داریم فناوری‌های اجتماعی را به طور متفاوت ساختاربندی کنیم، بلکه مهم‌تر اینکه باید تشخیص دهیم تغییرات در فناوری‌های فیزیکی، هزینه‌های اطلاعات و پیچیدگی اقتصادها، ویژگی‌های عملکرد

۱. از تئوری بازی می‌دانیم؛ وقتی انسان‌ها یک بازی را به دفعات انجام می‌دهند، وقتی پایانی برای بازی وجود ندارد، وقتی طرفین مبادله یکدیگر را می‌شناسند و وقتی تعداد اندک باشد، انسان‌ها با یکدیگر همکاری می‌کنند. در چنین جهانی هزینه‌های مبادله کم است، اما هزینه‌های تولید زیاد است، زیرا جهانی با مقیاس اندک تولید است که به تبع آن، صرفه‌های اقتصادی حاصل از PT و تولید انبوه وجود ندارد. در مقابل، وقتی تعداد بازیگران زیاد است، بازیگران را نمی‌شناسیم و بازی به تکرار انجام نمی‌شود؛ در چنین جهانی، بازی به گونه‌ای است که برای خطا و کاستی پاداش می‌دهد.

فناوری‌های اجتماعی را در طول زمان دگرگون می‌کنند. در واقع، انعطاف‌پذیری و کارایی انطباقی فناوری‌های اجتماعی در اقتصادهای غربی بوده که آن‌ها را قادر ساخته است تا خود را به نحوی تعدیل کنند که بتوانند رشدی پیوسته در طول دوران‌های طولانی از زمان داشته باشند. همچنین انعطاف‌ناپذیری و سرسختی فناوری‌های اجتماعی در اقتصادهای دارای برنامه‌ریزی متمرکز بود که باعث مرگ آن‌ها شد (North, 2000 & 2010). باقی ماندن در مسیر رشد مستلزم این است که فناوری‌های اجتماعی که بنیان‌های این رشد را فراهم می‌کنند، پرورش و تکامل یابند.

زمانی که تکامل STها به مرحله‌ای رسید که تعداد زیادی از انسان‌ها توانستند شبکه‌های همکاری را به وجود آورند و وسایلی برای ارتباط با یکدیگر و ذخیره حجم زیادی از اطلاعات را برای خود داشته باشند، سازماندهی‌های انسانی از توانایی پردازش اطلاعات و حل مسائل پیچیده برخوردار می‌شوند، مسائلی که تک تک افراد به تنهایی قادر به حل آن نبودند. به عنوان مثال بریتیش پترولیوم (BP)^۱ را می‌توان یک سازه محاسباتی برای حل مسائل مربوط به طریقه استخراج نفت و گاز از اقصا نقاط جهان، پالایش و توزیع آن به میلیون‌ها مصرف‌کننده انرژی دانست. در BP هیچ‌کس نمی‌تواند به طور دقیق و به تفصیل به شما بگوید این مساله پیچیده چگونه حل می‌شود، چراکه جریان بیکرانی از اطلاعات به طور روزانه وارد BP می‌شود و تصمیمات بیشماری باید اتخاذ شود؛ از تصمیمات سطح هیات مدیره بگیرد تا برنامه زمان‌بندی شیف‌ها برای وسیله‌ای در دریای شمال. وجود یک سازمانی به بزرگی و پیچیدگی BP با ۱۰۳,۰۰۰ کارمند در بیشتر از ۱۰۰ کشور جهان، مستلزم قرار گرفتن بر فراز یک کوهستان عظیم از نوآوری‌های ST است که جامعه در طول هزاره‌های متمادی به وجود آورده است. بنابراین، پیچیدگی اقتصادی آینده و بازنمای سطوح بالای فناوری‌های اجتماعی در آن اقتصاد است.

هاسمن و هیدالگو (۲۰۱۱) پیچیدگی اقتصادی را حاصل دانش و مهارت نهفته شده در یک اقتصاد در قالب شبکه‌های پیچیده تولید و تعاملات می‌دانند. برقراری شبکه‌ای از دانش‌های مولد در یک اقتصاد، نیازمند سطوح بالایی از فناوری‌های اجتماعی مناسب است تا بتواند توانایی علمی، فنی، حرفه‌ای و فکری یک کشور (شامل دانش و مهارت ضمنی^۲،

1. British Petroleum
2. Tacit Productive Knowledge

زیرساخت‌ها، زمین، ماشین‌آلات، مردم، کتاب‌ها و دانش جمعی) را در قالب شبکه‌های وسیعی تجمیع کرده و مجموعه‌ای متنوع از کالاهای دانش‌بر را تولید کنند. کشورهای با فناوری‌های اجتماعی مناسب از طریق ادغام حجم زیادی از دانش، مهارت‌ها، ظرفیت‌ها، تجارب و ترکیب آن‌ها در قالب شبکه‌های پیچیده تعاملات، این توانایی را به دست می‌آورند تا مجموعه متنوعی از کالاهای صادراتی متنوع و کمتر فراگیر را تولید کنند و از درجه پیچیدگی اقتصادی بالایی برخوردار شوند.

۳. پیشینه تجربی

به دنبال مطالعات هاسمن و هیدالگو (۲۰۰۷) و معرفی مفهوم پیچیدگی اقتصادی، پژوهش در این زمینه طی سال‌های اخیر گسترش یافت. این مطالعات را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد؛ گروه اول، مطالعاتی هستند که به بررسی ضعف‌ها و چگونگی بهبود محاسبه شاخص پیچیدگی اقتصادی پرداخته‌اند (Tacchella, et al., 2012 & 2013; Pietronero, et al., 2013; Cristelli, et al., 2015, Albeaik, et al., 2017; Ivanova, et al., 2017; Ivanova, et al., 2020; Hartmann, et al., 2020 and Adam, et al., 2021). گروه دوم مطالعاتی هستند که اثر پیچیدگی اقتصادی را بر سایر عوامل اجتماعی و اقتصادی مانند نابرابری، رشد اقتصادی، نوآوری، بهره‌وری، بیکاری، رفاه، سرمایه انسانی، محیط زیست، مصرف انرژی و... مورد توجه قرار داده‌اند (Ferrarini & Scaramozzino, 2016; Zhu & Li, 2017; Hartman, et al., 2017; Mealy & Teytelboym, &2018; Gala, et al., 2018; V, 2019; Lapatinas, et al., 2018; Neagu & Gramkow, 2020 Teodoru, 2019; Adam, et al., 2019 and Romero, 2019). مطالعات داخلی شاه‌آبادی و ارغند (۱۳۹۷)، شاه‌مرادی و سمندرعلی‌اشتهاردی (۱۳۹۷)، رنجبر و همکاران (۱۳۹۸)، عزیزی (۱۳۹۸)، موتمنی و همکاران (۱۳۹۹)، حاجی ملادرویش و مظفری‌پور (۱۴۰۰)، مستولی‌زاده و سلیمی (۱۴۰۰) در گروه دوم قرار دارند. در نهایت، گروه سوم، زمینه‌ها و عواملی که به پیچیده‌تر شدن اقتصادها کمک می‌کند را مورد مطالعه قرار داده‌اند. این گروه از مطالعات در جدول (۱) به اختصار مرور شده است.

جدول ۱. مرور کوتاه مطالعات در زمینه عوامل موثر بر پیچیدگی اقتصادی

نویسندگان	کشور	دوره زمانی	روش	یافته‌ها
کوزندا و پقوسیان ^۳ (۲۰۱۷)	۱۰۱ کشور	۲۰۰۱-۲۰۱۴	گشتاور تعمیم یافته ^۱ و شبیه‌سازی مونت کارلو ^۲	تولید سرانه ناخالص داخلی، اندازه اقتصاد و کیفیت نهادی تاثیر مثبت و قابل توجهی بر پیچیدگی اقتصادی دارد.
گالا و همکاران ^۴ (۲۰۱۷)	۱۲۲ کشور	۱۹۶۳-۲۰۱۷	گشتاورهای تعمیم یافته سیستمی	رابطه معکوس و معناداری میان صادرات منابع طبیعی و شاخص پیچیدگی اقتصادی وجود دارد.
کورت ^۶ (۲۰۱۹)	کره جنوبی	۱۹۷۰ تا ۲۰۱۵	مدل تصحیح خطای برداری ^۵	مخارج آموزش عالی اثر مثبت بر تولید کالاهای صنعتی و در نتیجه پیچیدگی اقتصادی دارد.
لاوردی روجاس و کورآ ^۸ (۲۰۱۹)	۹۱ کشور	۲۰۰۳-۲۰۱۴	داده‌های تابلویی ^۷	بهره‌وری دانش (به ویژه در علوم مهندسی و پایه) تاثیر مثبت بر پیچیدگی اقتصادی دارد.
لاپاتینز و همکاران ^{۱۰} (۲۰۱۹)	۱۷ کشور OECD	۱۹۷۰-۲۰۰۱	اثرات ثابت حداقل مربعات دو مرحله‌ای ^۹ / متغیر ابزاری	مالیات سنگین‌تر روی سرمایه نسبت به کار، منجر به پیچیدگی اقتصادی کمتر در کشورهای OECD شده است.
لاپاتینز ^{۱۱} (۲۰۱۹)	۱۰۰ کشور	۲۰۰۴-۲۰۱۵	حداقل مربعات دو مرحله‌ای و گشتاورهای تعمیم یافته سیستمی	مصرف اینترنت بر پیچیدگی اقتصادی اثر مثبت دارد.

1. Generalized Method of Moments
2. Monte Carlo
3. Kocenda, E. & Poghosyan, K.
4. Gala, P., et al.
5. Vector Error-Correction Model
6. Kurt, U.
7. Panel Data
8. Laverde-Rojas, H. & Correa, J. C.
9. Two Stage Least Square (2SLS)
10. Lapatinas, A., et al
11. Lapatinas, A.,

ادامه جدول ۱.

نویسندگان	کشور	دوره زمانی	روش	یافته‌ها
وُو ^۱ (۲۰۱۹)	۹۹ کشور	۱۹۷۰-۲۰۱۰	حداقل مربعات دو مرحله‌ای و گشتاورهای تعمیم یافته سیستمی	کیفیت نهادی از مسیر انباشت سرمایه انسانی و تقویت انگیزه و افزایش نوآوری باعث افزایش پیچیدگی اقتصادی می‌شود.
بهار و همکاران ^۲ (۲۰۲۰)	۱۰۰ کشور	۱۹۹۰-۲۰۰۰	داده‌های تابلویی	کشورهای با تنوع بیشتر نژاد و محل تولد، پیچیدگی اقتصادی بیشتری دارند.
نگویا و همکاران ^۳ (۲۰۲۰)	۵۲ کشور	۱۹۹۵-۲۰۱۷	گشتاورهای تعمیم یافته سیستمی دو مرحله‌ای	بزرگ‌تر بودن بخش مالی تأثیری بر پیچیدگی اقتصادی ندارد، اما کارایی بازارهای مالی اثر مثبت بر پیچیدگی اقتصادی دارد.
الهی و همکاران (۱۳۹۸)	۱۰۲ کشور	۱۹۹۳-۲۱۰۶	گشتاورهای تعمیم یافته سیستمی	زیرساخت‌های نهادی اثر مثبت و معنادار بر پیچیدگی اقتصادی دارد.
آقایی و همکاران (۱۳۹۷)	۴۰ کشور	۱۹۷۶-۲۰۱۰	گشتاورهای تعمیم یافته	اثر حقوق مالکیت فکری بر پیچیدگی اقتصادی در کشورهای با درآمد سرانه بالاتر از متوسط، مثبت است، اما در کشورهای با درآمد سرانه پایین‌تر از متوسط، بی‌معنی است.
زیبری و مؤتمنی (۱۳۹۹)	ایران	۱۳۵۰-۱۳۹۶	تصحیح خطای برداری	نرخ ثبت نام ابتدایی و سهم مخارج تحقیق و توسعه از تولید ناخالص داخلی، رابطه معناداری با شاخص پیچیدگی اقتصادی ندارد، اما اثر مخارج دولت در آموزش عالی دارای اثر مثبت بر پیچیدگی اقتصادی است.

1. Vu, T.

2. Bahar, D. et al.

3. Neagu, O. et al.

ادامه جدول ۱.

نویسندگان	کشور	دوره زمانی	روش	یافته‌ها
سمندرعلی‌اشتهاردی و همکاران (۱۳۹۹)	۱۱۳ کشور	۲۰۰۶-۲۰۱۶	داده‌های تابلویی	بین محور آموزش، فناوری ارتباطات و اطلاعات و نهاد اقتصادی با پیچیدگی اقتصادی رابطه علی دوسویه و از نوآوری به پیچیدگی اقتصادی رابطه علی یک‌سویه وجود دارد.
شاهمرادی و سمندرعلی‌اشتهاردی (۱۴۰۰)	ایران	۱۳۹۶-۱۳۹۹	داده‌های طبقه‌بندی SITC ^۱	توسعه یافتگی ناشی از انباشت مجموعه قابلیت‌های متنوعی است که در حجم وسیعی از محصولات نمایان شود.

منبع: یافته‌های پژوهش

چنان که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، مطالعه در زمینه بررسی و شناخت عوامل موثر بر پیچیده‌تر شدن اقتصادها در ابتدای راه است و مطالعات در این زمینه همچنان ادامه دارد. پژوهش حاضر در ادامه این گروه از ادبیات موجود، رابطه متقابل فناوری‌های اجتماعی و پیچیدگی اقتصادی را مورد مطالعه قرار می‌دهد. در میان مطالعات بیان شده، آقایی و همکاران (۱۳۹۷) الهی و همکاران (۱۳۹۸)، وُو (۲۰۱۹) و بهار و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی اثر ابعاد مختلفی از کیفیت نهادی بر پیچیدگی اقتصادی پرداخته‌اند. مفهوم فناوری اجتماعی همان‌گونه که در بخش ۲-۱ تشریح شد، فراتر از نهاد است و مقاله حاضر رابطه متقابل و دوسویه فناوری اجتماعی و پیچیدگی را مورد بررسی قرار می‌دهد.

۴. معرفی داده‌ها و برآورد مدل

دو متغیر اصلی این پژوهش، پیچیدگی اقتصادی (ECI)^۲ و فناوری اجتماعی (ST) است. برای متغیر پیچیدگی اقتصادی، داده‌های کمی برای کمتر از ۱۶۰ کشور ارائه می‌شود که از بین آن‌ها ۱۳۷ کشور دارای داده متواتر و کامل هستند. این کشورها از تمامی قاره‌ها هستند و شامل ایران نیز می‌شوند. به عبارت دیگر، در این پژوهش از حداکثر داده‌های موجود استفاده

1. Standard International Trade Classification
2. Economic Complexity

شده است و عدم حضور اطلاعات هر کشور به دلیل فقدان اطلاعات منسجم از آن کشور طی دوره زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۹ است. منبع این اطلاعات اطلس پیچیدگی اقتصادی است.^۱ چالش مهم مقاله حاضر، کمی سازی متغیر فناوری اجتماعی است. از آنجا که فناوری اجتماعی مفهومی کیفی و چندلایه است، همانند بسیاری دیگر از متغیرهای اجتماعی و کیفی، صورت بندی ریاضی و برآورد کمی دقیق برای آن‌ها دشوار است. از این رو، براساس مولفه‌های اصلی فناوری اجتماعی که توسط بینهاکر (۲۰۰۷) مطرح شده بود، ترکیبی از شاخص‌های حاکمیت قانون^۲، محدودیت‌های اجرایی^۳، مشارکت اجتماعی^۴، محیط کسب و کار^۵، جرایم سازمان یافته^۶، آزادی بیان و دسترسی به اطلاعات^۷ که منبع این داده‌ها، مجمع اقتصاد جهانی^۸ و موسسه لگاتوم^۹ است، استفاده می‌شود. مبدا زمانی عموم این داده‌ها سال ۲۰۰۷ بود که موجب کوتاه شدن تعداد سال‌های تحقیق شده و با کاهش درجه آزادی، کارایی ضرایب الگوی تحقیق را (که به سال‌های طولانی داده نیاز دارد) از بین می‌برد. به همین دلیل نیاز به وجود یک پراکسی برای این ترکیب از داده‌ها بود. با توجه به اینکه طولانی‌ترین سری داده‌ها در بین ترکیب داده‌ها متعلق به متغیر حاکمیت قانون بود، امکان پراکسی شدن این متغیر بر مبنای روش plug-in برای متغیر حذف شده^{۱۰} مورد ارزیابی قرار گرفت (Wooldridge, 2016). در این روش اگر x^* یک پراکسی برای x باشد، ضریب δ باید مثبت باشد و از آنجایی که در محاسبات این پژوهش متغیرها استانداردسازی شده و مقادیر آن‌ها از نظر مقیاس یکسان شده‌اند در صورتی که x^* پراکسی مناسبی باشد، ضریب δ به ۱ نزدیک می‌شود (رابطه (۱)).

$$x = c + \delta x^* + \vartheta \quad (1)$$

-
1. The Atlas of Economic Complexity
 2. Rule of Law
 3. Executive Constrains
 4. Civic and Social Participation
 5. Environment of Business Creation
 6. Organized Crime
 7. Freedom of Speech and Access to Information
 8. World Economic Forum
 9. Legatum Institute
 10. Plug-in Variable for Omitted Variable

شرط دیگر برای آنکه پراکسی مناسبی باشد، آن است که جمله پسماند رابطه (۱) یعنی θ با متغیرهای معادله مستقل و وابسته تحقیق فاقد همبستگی باشد. تمامی این مراحل برای بررسی امکان پراکسی کردن متغیر حاکمیت قانون به جای شاخص فناوری اجتماعی در این پژوهش انجام شده است، اما جهت خلاصه شدن مطالب، نتیجه برآورد رابطه (۱) و همچنین آزمون والد^۱ در جدول (۲) ارائه شده است. بر این اساس می‌توان شاخص حاکمیت قانون که در یک مقدار تعدیلی ضرب شده است را در دوره ۲۱ ساله منتهی به سال ۲۰۱۹ به‌عنوان پراکسی شاخص فناوری اجتماعی در نظر گرفت.

همچنین براساس آزمون والد، فرضیه برابر با ۱ بودن ضریب δ در سطح خطای ۵ درصد رد نمی‌شود. بنابراین، تغییرات پراکسی در طول دوره زمانی پژوهش با تغییرات شاخص فناوری اجتماعی از نظر آماری تقریباً برابر است. به لحاظ نظری نیز بدون وجود یک سیستم قانونی و قانون‌گذاری قدرتمند و کارآمد برای ایجاد پروتکل‌های همکاری، امکان فعالیت‌های پیچیده در مقیاس بزرگ وجود ندارد.

جدول ۲. شاخص اتصالی برای شاخص حذف شده

متغیر	ضریب
c	-0.1219 (0.072)
δ	1.0461** (0.510)
آزمون والد	
$H_0: \delta=1$	F=0.0081
	رد فرض صفر

** معنی‌داری در سطح ۵ درصد است.

ماخذ: یافته‌های پژوهش

از آنجایی که الگوی تحقیق دارای خودهمبستگی است و متغیرهای درون‌زا توسط وقفه‌های خودشان بیشترین توضیح‌دهندگی را دارا هستند، تنها از یک متغیر کنترل، رشد اقتصادی (g) استفاده شده است. مطابق با مبانی نظری هر دو متغیر تحقیق به‌مثابه کانال اثرگذاری یکدیگر بر رشد اقتصادی عمل می‌کنند. جهت یکسان‌سازی مقیاس اثرگذاری متغیرها، هر سه متغیر، مطابق با روش وولدریج^۲ (۲۰۱۶) به‌شکل استاندارد شده در الگو وارد

1. Wald Test
2. Wooldridge, J. M.

شده‌اند. البته مانا بودن متغیرها، امکان استانداردسازی آن‌ها را براساس توزیع نرمال فراهم می‌کند. نتیجه آزمون ریشه واحد و مانا بودن هر سه متغیر در جدول (۳) گزارش شده است.

جدول ۳. آماره آزمون ریشه واحد

g	ST	ECI	روش
-۱۶/۲۱	-۵/۲۱	-۷/۴۵	لومین لین جو
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	P-value
-۱۶/۲۱	-۳/۳۲	-۳/۷۵	ایم شین پسران
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	P_value

ماخذ: یافته‌های پژوهش

هدف این پژوهش بررسی رابطه متقابل و همزمان فناوری اجتماعی و پیچیدگی اقتصادی است. جهت بررسی چنین رابطه‌ای از مجموعه الگوهای VAR^۱ استفاده می‌شود. در صورت وجود خودهمبستگی و پویایی در داده‌های تابلویی، سازگاری برآوردگر حداقل مربعات از بین می‌رود. در این بین یکی از روش‌های مناسب جهت برآورد ضرایب رگرسیونی گشتاورهای تعمیم‌یافته است (Arellano & Bover, 1995). برآورد ضرایب الگوی PVAR^۲ با استفاده از روش GMM^۳ توسط لاو و زیچانو^۴ (۲۰۰۶) معرفی شد و پس از آن توسط آبریگو و لاو^۵ (۲۰۱۶) ارتقا یافت که در این پژوهش از آن استفاده شده است. با توجه به مانایی همه متغیرهای تحقیق، نیازی به محاسبات تصحیح خطا و بردار هم‌انباشتگی نیست. گام نخست جهت برآورد ضرایب رگرسیون PVAR انتخاب وقفه بهینه است. همانطور که در جدول (۴) قابل مشاهده است در وقفه ۴ کمترین مقدار آماره‌های شوارتز^۶ و هانان-کوئین^۷ حاصل می‌شود.

1. Vector Autoregression
2. Panel Vector Autoregression
3. Generalized Method of Moments
4. Love, I. & Zicchino, L.
۵. Abrigo, M. & Love, I.
6. Schwartz
7. Hanan-Queen

جدول ۴. تعیین تعداد وقفه بهینه

هانان-کوئین	شوارتز	آکائیک	وقفه
-۷/۰۷	-۷/۰۵	-۷/۰۹	۱
-۷/۰۷	-۷/۰۳	-۷/۰۹	۲
-۷/۰۶	-۷/۰۱	-۷/۱۰	۳
-۷/۱۵	-۷/۰۸	-۷/۱۹	۴
-۷/۱۴	-۷/۰۵	-۷/۱۹	۵
-۷/۱۴	-۷/۰۳	-۷/۲۰	۶
-۷/۱۲	-۷/۰۰	-۷/۱۹	۷

ماخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۵. نتیجه برآورد الگوی Panel VAR

متغیر	ضریب	ضریب	ضریب
ECI(-1)	***۰/۹۶۹	***۰/۰۳۶	-۰/۲۰۳
	(۰/۰۹۸)	(۰/۰۰۴)	(۰/۴۱۴)
ECI(-2)	-۰/۰۵۶	۰/۰۰۵	*-۱/۰۴۲
	(۰/۰۸۱)	(۰/۰۲۱)	(۰/۴۲۰)
ECI(-3)	**۰/۲۲۱	*۰/۰۲۰	۰/۹۰۶
	(۰/۰۶۳)	(۰/۰۱۲)	(۰/۳۶۶)
ECI(-4)	***۰/۲۲۳	-۰/۰۰۵	۰/۵۳۶
	(۰/۰۵۵)	(۰/۰۱۹)	(۰/۳۳۵)
ST (-1)	**۰/۰۳۴	***۱/۰۵۵	۱/۵۱۴***
	(۰/۰۱۶)	(۰/۰۵۷)	(۰/۰۳۳)
ST (-2)	*۰/۰۳۰	-۰/۰۶۷	-۰/۲۷۳
	(۰/۰۲۲)	(۰/۰۳۵)	(۰/۳۱۴)
ST (-3)	**۰/۰۱۱	۰/۰۰۱	۰/۲۷۲
	(۰/۰۰۴)	(۰/۰۳۱)	(۰/۲۶۷)
ST (-4)	-۰/۰۲۲	***۰/۰۲۶	-۰/۴۶۷
	(۰/۰۳۹)	(۰/۰۰۴)	(۰/۲۲۷)
g(-1)	-۰/۰۰۲	*۰/۰۰۶	**۰/۲۵۰
	(۰/۰۰۸)	(۰/۰۰۴)	(۰/۰۸۴)
g(-2)	-۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	***-۰/۰۲۰
	(۰/۰۰۶)	(۰/۰۰۲)	(۰/۰۰۴)
g(-3)	*-۰/۰۰۹	۰/۰۰۲	**۰/۰۲۲
	(۰/۰۰۵)	(۰/۰۰۲)	(۰۰۲)
g(-4)	**۰/۰۱۳	*۰/۰۰۳	-۰/۰۱۷
	(۰/۰۰۶)	(۰/۰۰۲)	(۰/۰۳۰)

- اعداد داخل پرانتز انحراف معیار برآوردگر ضرایب رگرسیون هستند.
 *، **، *** و **** به ترتیب معنی‌داری در سطح خطای ۱۰، ۵ و ۱ درصد است.
 ماخذ: یافته‌های پژوهش

نتیجه برآورد الگوی PVAR در جدول (۵) قابل مشاهده است. با توجه به رابطه درون‌زای همه متغیرهای تحقیق و معناداری و غیرمعناداری برخی ضرایب، امکان تشخیص نحوه رابطه متغیرهای تحقیق بر اساس ضرایب الگوی VAR وجود ندارد. ممکن است برخی ضرایب در وقفه‌ای مشخص معنادار نباشند اما وجود همزمان آن‌ها رابطه معناداری ایجاد کند. از این رو، جهت تشخیص وجود رابطه معنادار از آزمون‌هایی استفاده می‌شود که به کمک آنالیز واریانس و آماره F اثر معنادار و بلندمدت یک متغیر بر دیگری را مشخص کند. این نوع آزمون‌ها که بی‌شبهت با روش معروف گرنجر نیست، نوعی آزمون علیت به‌شمار می‌آیند. از جمله این روش‌ها که متناسب با داده‌های تابلویی طراحی شده است، آزمون هرلین و دیومیترسکیو^۱ (۲۰۱۲) است. این آزمون با وقفه ۴ انجام و نتیجه آن در جدول (۶) خلاصه شده است. صفر بودن همزمان ضرایب با وقفه متغیرهای تحقیق فرضیه صفر این آزمون است. در صورتی که این فرضیه رد شود، امکان وجود اثر معنادار در بلندمدت و وجود رابطه علی رد نمی‌شود.

همان‌طور که در جدول (۶) مشاهده می‌شود، فرضیه صفر برای هر دو متغیر در سطح خطای ۵ درصد رد شده است. بنابراین، فناوری اجتماعی و پیچیدگی اقتصادی صاحب رابطه درونی و دوسویه با یکدیگر هستند.

جدول ۶. آزمون هرلین و دیومیترسکیو

P-value	Zbar-Stat.	W-Stat.	فرضیه صفر
۰/۰۱۶	۲/۴۰	۶/۲۵	پیچیدگی اقتصادی علت فناوری اجتماعی نیست
۰/۰۰۹	۲/۵۸	۶/۳۳	فناوری اجتماعی علت پیچیدگی اقتصادی نیست

ماخذ: یافته‌های پژوهش

هرچند این نتیجه وجود اثر همزمان دو متغیر را تایید می‌کند، اما نمی‌تواند جهت اثرگذاری دو متغیر را مشخص کند. جهت اثرگذاری این متغیرها بر یکدیگر را نمی‌توان با اتکا به ضرایب رگرسیون PVAR مشخص کرد، چراکه برآیند پویای اثرگذاری ضرایب با وقفه‌هایشان جهت رابطه را تعیین می‌کند و این اثر در نتیجه هر تکانه مشخص در طول زمان تقویت یا تضعیف می‌شود. جهت مشاهده برآیند اثر پویایی متغیرها، مقدار اثر واکنش به

1. Hurlin, C. & Dumitrescu, E.

ضربه آن‌ها نسبت به یکدیگر محاسبه شده که نتیجه آن در جدول (۷) تا چهار وقفه خلاصه شده است.

بر اساس جدول (۷)، اثر پویای هر سه متغیر بر دیگری مثبت است. با توجه به استاندارد بودن متغیرها، مقادیر ضرایب نسبت به هم قابل مقایسه هستند. هر واحد تغییر در متغیر معادل یک انحراف معیار از توزیع بوده که مقدار قابل توجهی است. با توجه به این نکته می‌توان مشاهده کرد که اثر پیچیدگی اقتصادی بر فناوری اجتماعی بیشتر از اثر فناوری اجتماعی بر پیچیدگی اقتصادی است. همچنین اثر متغیر رشد اقتصادی بر دو متغیر دیگر، کمتر از اثر متقابل آن‌ها بر هم است.

جدول ۷. برآورد واکنش به ضربه

واکنش	تکانه		
	پیچیدگی اقتصادی	فناوری اجتماعی	رشد اقتصادی
پیچیدگی اقتصادی		۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۲
		۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۷
		۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴
		۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۶
فناوری اجتماعی	۰/۰۰۰۲		۰/۰۰۰۲
	۰/۰۰۰۶		۰/۰۰۰۴
	۰/۰۰۱۲۶		۰/۰۰۰۶
	۰/۰۰۱۹۶		۰/۰۰۰۹
رشد اقتصادی	۰/۰۰۲۲۷	۰/۰۰۲۷۷	
	۰/۰۰۵۸۴	۰/۰۰۶۹۵	
	۰/۰۰۶۶۴	۰/۰۰۱۰۴۴	
	۰/۰۰۸۰۹	۰/۰۰۳۱۰۶	

ماخذ: یافته‌های پژوهش

در پایان پردازش داده‌های تحقیق از آنجایی که تمام نتایج بر مبنای الگوی PVAR به دست آمده است، پایداری الگو بر مبنای روش لوتکیل^۱ (۲۰۰۵) آزمون شده است. در این آزمون بر مبنای داده‌ها، دو بردار حقیقی و موهومی محاسبه می‌شود و از برآیند آن‌ها ماژولی برای آزمون پایداری ساخته می‌شود. فرضیه پایداری الگو در صورتی که مقادیر ماژول کمتر

1. Lutkepohl, H.

مؤتمنی و زیبری | ۲۴۷

از ۱ باشد، رد نخواهد شد. نتیجه محاسبات که در جدول (۸) قابل مشاهده است، حاکی از پایداری الگوی این پژوهش است.

جدول ۸. آزمون پایداری

مأزول	بردار حقیقی	بردار موهومی
۰/۳۶۸۲۲۴۱	-۰/۱۷۲۳۱۱۷	-۰/۳۲۵۶۱۹۲
۰/۳۷۲۲۵۶۱	۰/۳۶۹۲۰۹۴	-۰/۰۴۷۵۲۹۴
۰/۴۴۷۰۶۰۳	۰/۳۴۹۴۸۹۷	۰/۲۷۸۷۸۲۷
۰/۴۸۸۵۵۹۸	۰	۰/۴۸۸۵۵۹۸
۰/۵۷۴۳۷۲۳	۰	-۰/۵۷۴۳۷۲۳
۰/۶۳۲۶۳۸۴	-۰/۵۵۰۰۸۲۲	۰/۳۱۲۴۷۵۴
۰/۸۲۸۹۲۳	۰	۰/۸۲۸۹۲۳
۰/۹۱۹۸۶۶	۰	۰/۹۱۹۸۶۶

ماخذ: یافته‌های پژوهش

۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت قابلیت‌های تولیدی و پیچیدگی اقتصادی در شکل‌گیری مسیر آینده اقتصادها از یک طرف و اهمیت فناوری‌های اجتماعی در توضیح علت تفاوت رشد و توسعه اقتصادها از طرف دیگر، پژوهش حاضر اثر متقابل فناوری‌های اجتماعی بر پیچیدگی اقتصادی ۱۳۷ کشور را طی دوره ۲۰۱۹-۱۹۹۸ مورد بررسی قرار داده است. به این منظور، رابطه متقابل متغیرهایی تحقیق بر مبنای الگوی PVAR سنجیده شده است. در برآورد ضرایب از روش گشتاورهای تعمیم یافته آرلانو و باور (۲۰۰۶) استفاده شده و امکان وجود رابطه معنادار بلندمدت بین آن‌ها با آزمون هرلین و دیومترسکیو (۲۰۱۲) مورد سنجش قرار گرفته است. مقدار و جهت رابطه دو متغیر نیز براساس برآورد واکنش آنی مبتنی بر روش آبرینگو و لائو (۲۰۱۶) محاسبه شده است. در نهایت پایداری مدل نیز با روش لوتکپل (۲۰۰۵) برآورد شده است. در نتیجه این محاسبات در سطح خطای ۵ درصد، وجود رابطه همزمان بین دو متغیر فناوری اجتماعی (ST) و پیچیدگی اقتصادی (ECI) رد نشده است. این دو متغیر بر یکدیگر اثر مثبت دارند. اثر پیچیدگی اقتصادی بر فناوری اجتماعی بیشتر از اثر متقابل است.

کشورهای با فناوری‌های اجتماعی مناسب از طریق ادغام حجم زیادی از دانش ضمنی و مهارت‌ها در قالب شبکه‌های پیچیده تعاملات، این توانایی را به دست می‌آورند تا مجموعه متنوعی از کالاهای با فناوری بالا و پیچیده را تولید کنند و از درجه پیچیدگی اقتصادی بالایی برخوردار شوند. افزایش پیچیدگی اقتصادی نیز ویژگی‌های عملکرد فناوری‌های اجتماعی را در طول زمان دگرگون می‌کند و موجب پرورش و تکامل فناوری‌های اجتماعی می‌شود.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

ORCID

Mani Motameni



<https://orcid.org/0000-0002-4814-3276>

Hoda Zobeiri



<https://orcid.org/0000-0002-5093-1554>

منابع

- آقایی، مهلا، سعید ملک‌ساداتی و مصطفی سلیمی فر. (۱۳۹۷). یک مدل پویا برای بررسی ارتباط حقوق مالکیت فکری و پیچیدگی اقتصادی: مطالعه شاخص جدید نوآوری مبتنی بر دانش. *دانشنامه حقوق اقتصادی*، ۲۵(۱۳)، ۱۵۷-۱۸۶.
- الهی، ناصر، حسن حیدری، سید ضیال‌الدین کیاالحسینی و محمد امین ابولحسنی. (۱۳۹۸). پیچیدگی اقتصادی و عوامل نهادی (مقایسه میان کشورهای توسعه‌یافته، نوظهور و در حال توسعه). *مدل‌سازی اقتصادسنجی*، ۳(۱۰)، ۱۱-۳۷.
- حاجی ملادرویش، نرگس و مظفری پور، ندا. (۱۴۰۰). طبقه‌بندی ارتباط میان بیکاری و پیچیدگی اقتصادی براساس سطح نوآوری. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۶(۱۶)، ۱۸-۱۶۶.
- رنجبر، امید، ناقب، حسن و ضیائی بیگدلی، صادق. (۱۳۹۸). تحلیل پویایی صادرات غیرنفتی ایران: نتایج جدید با کمک نظریه پیچیدگی اقتصادی. *تحقیقات اقتصادی*، ۵۴(۱)، ۴۷-۷۳.
- زبیری هدی، مومنی مانی (۱۳۹۹). سرمایه انسانی و پیچیدگی اقتصاد در ایران. *پژوهش‌های رشد و توسعه پایدار*، ۲۰(۳)، ۱۴۵-۱۶۶.
- سمندرعلی اشتهاردی، مژگان، عظیمی، ناصرعلی و شاهمرادی، بهروز. (۱۳۹۹). رابطه علیت بین مولفه‌های اقتصاد دانش بنیان و شاخص پیچیدگی اقتصادی. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۵(۱۲)، ۲۱۷-۲۴۲.

مؤتمنی و زبیری | ۲۴۹

شاه‌آبادی، ابوالفضل و هانیه ارغند. (۱۳۹۷). تاثیر پیچیدگی اقتصادی بر رفاه اجتماعی در کشورهای منتخب در حال توسعه. *پژوهشنامه بازرگانی*، ۱۹، ۸۹-۱۲۲.

شاهمرادی، بهروز و سمندر علی‌اشتهاردی، مژگان. (۱۳۹۷). بررسی جایگاه رقابت‌پذیری فناورانه ایران در منطقه با رویکرد پیچیدگی اقتصادی. *سیاست علم و فناوری*، ۱۱(۱)، ۲۹-۳۸.

شاهمرادی، بهروز و سمندر علی‌اشتهاردی، مژگان. (۱۴۰۰). شناسایی مسیر توسعه قابلیت‌های فناورانه کشور با استفاده از رویکرد پیچیدگی اقتصادی. *پژوهشهای اقتصادی ایران*، ۲۶(۱۶)، ۴۴-۷۲.

عزیزی زهرا (۱۳۹۸). بررسی نحوه اثرگذاری پیچیدگی اقتصادی بر مصرف انرژی در بخش صنعت. *برنامه‌ریزی و بودجه*، ۲۴(۱)، ۳-۲۴.

مؤتمنی، مانی، زبیری، هدی و شیرازی، مجتبی (۱۳۹۹). اثر پیچیدگی اقتصادی بر نابرابری درآمد. *راهبرد توسعه*، ۱۶(۴)، ۲۳۵-۲۵۳.

مستولی‌زاده، سید محمد و سلیمی، لیلا (۱۴۰۰). رابطه شاخص پیچیدگی اقتصادی و شاخص توسعه کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه. *تحقیقات اقتصادی*، ۵۵(۴)، ۸۵۳-۸۸۶.

References

- Abramovitz, M. (1986). Catching up, forging ahead, and falling behind. *Journal of Economic History*, 46(2), 385-40.
- Acemoglu, D., & Robinson, J. A. (2020). *The narrow corridor: States, societies, and the fate of liberty*. Penguin Books.
- Acemoglu, D., & Johnson, S. (2005). Unbundling institutions. *Journal of Political Economy*, 113(5), 949-995.
- Aghaie, M., Malekosadati, S., Salimifar, M. (2018). A Dynamic model for investigating the relationship between intellectual property rights and economic complexity: A study of the new knowledge-based innovation indicator. *Journal Encyclopedia of Economic Law*, 25(14), 157-188. [In Persian]
- Albeaik, S., Kaltenberg, M., Alsaleh, M., & Hidalgo, C. A. (2017). Improving the economic complexity index. *arXiv preprint arXiv, 1707.05826*.
- Adam, A., Garas, A., Katsaiti, M. S., & Lapatinas, A. (2021). Economic complexity and jobs: an empirical analysis. *Economics of Innovation and New Technology*, 17, 1-28.
- Adam, A., Garas, A., & Lapatinas, A. (2019). Economic complexity and jobs: an empirical analysis. *MPRA Paper, 92401*. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/92401/>
- Abrigo, M. & Love, I. (2016). Estimation of panel vector autoregression in stata, *The Stata Journal*, 16(3), 778-804.

- Arellano, M., & O. Bover. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*, 68, 29–51.
- Azizi, Z. (2019). The Effect of Economic complexity on energy consumption in the industrial sector. *Journal of Planning and Budgeting*, 24(1), 3-24. [In Persian]
- Bahar, D., Rapoport, H., & Turati, R. (2020). Birthplace diversity and economic complexity: cross-country evidence. *Research Policy*, 104059. In Press.
- Bernner, R. (1976). Agrarian class structure and economic development in pre-industrial Europe, *Past and Present*, 70(1), 30-70.
- Beinhocker, E. D. (2007). *The origin of wealth: evolution, complexity, and the radical remaking of economics*. Harvard Business Press.
- Chenery, H. B., & Taylor, L. (1968). Development patterns: among countries and over Time. *Review of Economics and Statistics*, 50(4), 391-416.
- Chu, L. K., & Hoang, D. P. (2020). How does economic complexity influence income inequality? New evidence from international data. *Economic Analysis and Policy*, 68, 44-57.
- Cristelli, M., Tacchella, A., & Pietronero, L. (2015). The heterogeneous dynamics of economic complexity. *PloS one*, 10(2), e0117174.
- Demestz, H. (2002). Toward A Theory of property rights; the competition between private and collective ownership, *Journal of Legal Studies*, 347(57), 653-672.
- Easterly, W. (2006). Social cohesion, institution and growth. *Center of Global Development Working Paper*, 94.
- Easterly, W., & Levine, R. (2003). Tropics, germs, and crops: how endowments influence economic development. *Journal of Monetary Economics*, 50(1), 3-39.
- Elahi, N., Heydari, H., Kiaalhoseini, S., Abolhasani, M. (2018). The effect of trade openness and government size on macroeconomic volatility in Iran: A stochastic volatility model (SVM) approach. *Journal of Econometric Modelling*, 3(3), 11-37. [In Persian]
- Felipe, J., Kumar, U., Abdon, A., & Bacate, M. (2012). Product complexity and economic development. *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(1), 36-68.
- Ferraz, D., Morales, H. F., Campoli, J. S., Oliveira, F. C. R. D., & Rebelatto, D. A. D. N. (2018). Economic complexity and human development: DEA performance measurement in Asia and Latin America. *Gestão & Produção*, 25(4), 839-853.

- Ferrarini, B., & Scaramozzino, P. (2016). Production complexity, adaptability and economic growth. *Structural Change and Economic Dynamics*, 37, 52-61.
- Freeman, C., & Soete, L. (1997). *The economics of industrial innovation*. MIT Press.
- Gala, P., Camargo, J., Magacho, G., & Rocha, I. (2018). Sophisticated jobs matter for economic complexity: An empirical analysis based on input-output matrices and employment data. *Structural Change and Economic Dynamics*, 45, 1-8.
- Gala, P. & Camargo, J. S. M. D. (2017). The resource curse reloaded: revisiting the Dutch disease with economic complexity analysis. *Real World Econ. Rev*, 81, 118-134.
- Hajimoladarvish, N., & Mozaffaripour, N. (2021). Classifying the relationship of unemployment and economic complexity based on the innovation level. *Iranian Journal of Economic Research*, 26(86), 166-188. [In Persian]
- Hausmann, R., & Hidalgo, C. A. (2011). The network structure of economic output. *Journal of Economic Growth*, 16(4), 309-342.
- Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., Simoes, A., & Yildirim, M. A. (2014). *The atlas of economic complexity: mapping paths to prosperity*. Cambridge: MIT Press.
- Hartmann, D., Guevara, M., Figueroa, C., Aristaran, M. & Hidalgo, C. (2017). Linking economic complexity, institutions, and income inequality. *World Development*, 93, 75-93.
- Hartmann, D., Zagato, L., Gala, P., & Pinheiro, F. L. (2020). Why did some countries catch-up, while others got stuck in the middle? Stages of productive sophistication and smart industrial policies. Stages of Productive Sophistication and Smart Industrial Policies. *Structural Change and Economic Dynamics*, 58, 1-13.
- Dumitrescu, E. I., & Hurlin, C. (2012). Testing for granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic modelling*, 29(4), 1450-1460.
- Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(26), 10570-10575.
- Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabasi, A. L., & Hausmann, R. (2007). The product space conditions the development of nations. *Science*, 317(5837), 482-487.
- Hodgson, G. (2006). What are institutions. *Journal of Economic Issues*, 40(1), 1-25.

- Ivanova, I., Strand, Ø., Kushnir, D., & Leydesdorff, L. (2017). Economic and technological complexity: A model study of indicators of knowledge-based innovation systems. *Technological Forecasting and Social Change*, 120, 77-89.
- Ivanova, I., Smorodinskaya, N., & Leydesdorff, L. (2020). On measuring complexity in a post-industrial economy: The ecosystem's approach. *Quality & Quantity*, 54(1), 197-212.
- Johnson, B. C. (2002). Retail: The Wal-Mart effect; Information technology isn't the whole story behind productivity. *The McKinsey Quarterly*, 166625426.
- Kaldor, N. (1967). *Strategic factors in economic development*. New York: Cornell University Press.
- Kocenda, E. & Poghosyan, K. (2017), Export sophistication: A dynamic panel data approach. *Kyoto institute of economic research*, 980. 1-28.
- Knowles, S., & Owen, P. D. (2010). Which institutions are good for your health? The deep determinants of comparative cross-country health status. *The Journal of Development Studies*, 46(4), 701-723.
- Krames, J. A. (2002). *The Jack Welch lexicon of leadership*. New York: McGraw-Hill.
- Kurt, Ü. (2019). The relationship economic complexity and education expenditure: A empirical analysis on south korea. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 9(2), 73-79.
- Lee, K. K., & Vu, T. V. (2019). Economic complexity, human capital and income inequality: a cross-country analysis. *The Japanese Economic Review*, 71(4), 695-718.
- Lewis, W. (1955). *The theory of economic growth*. London, George Allen & Unwin.
- Lewis, W. W., Palmade, V., Regout, B., & Webb, A. P. (2002). What's right with the US economy: The secret behind the new economy isn't information technology but old-fashioned competition and managerial innovation. *The McKinsey Quarterly*, 22, 31-42.
- Lapatinas, A., Kyriakou, A., & Garas, A. (2019). Taxation and economic sophistication: Evidence from OECD countries. *Plos One*, 14(3), 1-21.
- Lapatinas, A. (2019). The effect of the Internet on economic sophistication: An empirical analysis. *Economics Letters*, 174, 35-38.
- Laverde-Rojas, H., & Correa, J. C. (2019). Can scientific productivity impact the economic complexity of countries?. *Scientometrics*, 120(1), 267-282.

- Love, I., & Zicchino, L. (2006). Financial development and dynamic investment behavior: Evidence from panel VAR. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 46, 190–210.
- Lutkepohl, H. (2005). *New introduction to multiple time series analysis*. Heidelberg:Springer.
- Motameni, M., Zobeiri, H., Shirazi, M. (2021). The effect of economic complexity on income inequality. *Quarterly Journal of Development Strategy*, 16(4), 235-253. [In Persian]
- Mostolizadeh, S., Salimi, L. (2021). Relationship between economic complexity index and human development index in developed and developing countries. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)*, 5(4), 853-886. [In Persian]
- Neagu, O., & Teodoru, M. C. (2019). The Relationship between economic complexity, energy consumption structure and greenhouse gas emission: heterogeneous panel evidence from the EU countries. *Sustainability*, 11(2), 497.
- North, D. C. (1990). *Institution, institutional change and economic performance, the political economy of institutions and decisions*, Cambridge University Press.
- North, D. C. (2000). The new institutional economics and third world development. In *The New Institutional Economics and Third World Development* (pp. 31-40). Routledge.
- North, D. C. (2010). *Understanding the process of economic change*. Princeton university press.
- North, D. C., Joseph, J.W. & Barry, R. (2009). *Violence and social orders: A conceptual framework for interpreting recorded human history*. Cambridge University Press.
- Mealy, P., & Teytelboym, A. (2020). Economic complexity and the green economy. *Research Policy*, 103948. In Press.
- Pietronero, L., Cristelli, M., & Tacchella, A. (2013, April). New metrics for economic complexity: Measuring the intangible growth potential of countries. In *ensayo presentado en la conferencia plenaria del institute for new economic thinking*, Hong Kong.
- Ranjbar, O., Sagheb, H., & Ziaee Bigdeli, S. (2019). Analyzing dynamism in Iran's non-oil exports: new evidence using economic complexity theory. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)*, 54(1), 47-73. [In Persian]

- Rodrik, D., Subramanian, A., & Trebbi, F. (2004). Institutions rule: the primacy of institutions over geography and integration in economic development. *Journal of Economic Growth*, 9(2), 131-165.
- Romero, J. P., & Gramkow, C. (2020). *Economic complexity and greenhouse gas emission intensity*. Cambridge, USA.
- Rostow, W. W. (1959). The stages of economic growth. *Economic History Review*, 12(1), 1-16.
- Samandarali, E. M., Azimi, N., & Shahmoradi, B. (2020). The causal relationship between knowledge-based economy components and economic complexity. *Iranian Journal of Economic Research*, 25(82), 217-242. [In Persian]
- Schumpeter, J. A. (2005). Development. *Journal of Economic Literature*, 43(1), 108-120.
- Shahabadi, A., Arghand, H. (2018). The effects of economic complexity on social welfare in selected developing countries. *Iranian Journal of Trade Studies*, 23(89), 89-122. [In Persian]
- Shahmoradi, B., & Samandarali Eshtehardi, M. (2018). Investigating the status of Iran's technological competitiveness in the region, based on the economic complexity approach. *Journal of Science and Technology Policy*, 11(1), 29-38. [In Persian]
- Shahmoradi, B., & Samandarali, E. M. (2021). Identifying the development path of technological capabilities of Iran using economic complexity approach. *Iranian Journal of Economic Research*, 26(86), 44-72. [In Persian]
- Simon, H. A. (2019). *The sciences of the artificial*. MIT press.
- Sweet, C., & Eterovic, D. (2019). Do patent rights matter? 40 years of innovation, complexity and productivity. *World Development*, 115, 78-93.
- Tacchella, A., Cristelli, M., Caldarelli, G., Gabrielli, A., & Pietronero, L. (2012). A new metrics for countries' fitness and products' complexity. *Scientific reports*, 2(1), 1-7.
- Tacchella, A., Cristelli, M., Caldarelli, G., Gabrielli, A., & Pietronero, L. (2013). Economic complexity: conceptual grounding of a new metrics for global competitiveness. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 37(8), 1683-1691.
- Temple, J., & Johnson, P. A. (1998). Social capability and economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(3), 965-990.
- Van Dam, A., & Frenken, K. (2020). Variety, complexity and economic development. *Research Policy*, 103949. In Press.

- Vu, T. (2019). Does institutional quality foster economic complexity? *MPRA Paper*, 97843. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/107912/>
- Vu, T. V. (2020). Economic complexity and health outcomes: A global perspective. *Social Science & Medicine*, 265, 113480-113560.
- Williamson, O. E. (2000). The new institutional economics: taking stock, looking ahead, *Journal of Economic literature*, 38(2), 595-613.
- Wooldridge, J. M. (2016). *Introductory econometrics: A modern approach*. 6th ed., South-Western, Cengage Learning.
- Wright, R. (2000). *Nonzero: The logic of human destiny*. Vintage.
- Zhu, S., & Li, R. (2017). Economic complexity, human capital and economic growth: Empirical research based on cross-country panel data. *Applied Economics*, 49(38), 3815-3828.
- Zobeiri, H., & Motameni, M. (2020). Human capital and economic complexity in Iran. *Quarterly Journal of Sustainable Growth and Development Research*, 20(3), 145-166. [In Persian]

استناد به این مقاله: مؤتمنی، مانی، زبیری، هدی. (۱۴۰۱). تحلیل رابطه فناوری اجتماعی و پیچیدگی اقتصادی با استفاده از الگوی PVAR، پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۷ (۹۱)، ۲۲۳-۲۵۵.



Iranian Journal of Economic Research is licensed under a Creative Commons Attribution. NonCommercial 4.0 International License.