

## The Role of Economic Complexity on Output and Inflation Volatilities in Iran

Hamid La'IKhezri\*, Malihe Ashena\*\*

### Abstract

High volatilities of output and inflation in an economy have negative effects on economic growth, and also cause an uncertain economic environment. Economic complexity is one of the factors affecting changes in macroeconomic variables. By increasing economic complexity, the technological structure of production changes, and there is a movement of production resources between production activities. Therefore, this study investigates the relationship between the economic complexity index and volatility of output and inflation using the system of simultaneous equations during 1978-2019. The results of the estimation show that the increase of economic complexity would result in the decrease of output volatility by 0.121% and the decrease of inflation volatility by 0.106%. Additionally, the variables of government expenditure and trade openness, included as control variables in the equation of output volatility, have a positive effect. Moreover, the variable of exchange rate has a positive effect in the inflation volatility equation. From a policy-making perspective, based on the results of this research, it is suggested that economic complexity, through increasing products variety and promoting more specialized and knowledge-based production, can effectively contribute to economic stability and create conditions for further economic growth and development.

**Keywords:** Output Volatility, Inflation Volatility, Economic Complexity, Government Expenditure, Trade Openness.

**JEL Classification:** O14, E31, C30

\* Assistant Professor of Economics, Bozorgmehr University of Qaenat, Qaen, Iran (Corresponding Author),  
h.lalkhezri@buqaen.ac.ir

\*\* Assistant Professor of Economics, Bozorgmehr University of Qaenat, Qaen, Iran, ashena@buqaen.ac.ir

Date received: 08/10/2023, Date of acceptance: 29/05/2024





## نقش پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید و تورم در ایران

حمید لعل خضری\*

ملیحه آشنا\*\*

### چکیده

نوسانات بالای تولید و تورم در یک اقتصاد تأثیر منفی بر رشد اقتصادی دارد، و باعث ایجاد فضای نامطمئن اقتصادی می‌شود. پیچیدگی اقتصادی یکی از عوامل مؤثر بر تغییر متغیرهای اقتصاد کلان است. با افزایش پیچیدگی اقتصادی، ساختار فناورانه تولید تغییر کرده و حرکت منابع تولید بین فعالیت‌های تولید شکل می‌گیرد. بنابراین، در این مطالعه ارتباط میان شاخص پیچیدگی اقتصادی و نوسان تولید و تورم با بهره‌گیری از الگوی سیستم معادلات همزمان در بازه زمانی ۱۳۵۷-۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاصل از برآورد نشان می‌دهد که با افزایش پیچیدگی اقتصادی، نوسان تولید ۰/۱۲۱ درصد و نوسان تورم ۰/۱۰۶ درصد کاهش می‌یابد. همچنین، متغیرهای نسبت مخارج مصرفی دولت به GDP و بازبودن تجاری در معادله نوسان تولید و همچنین در معادله نوسان تورم متغیر لگاریتم نرخ ارز به عنوان متغیرهای کنترل اثر مثبت و معنی‌داری دارند. از منظر سیاست‌گذاری، بر اساس نتایج این تحقیق بیان می‌شود که پیچیدگی اقتصادی با افزایش تنوع محصول و تولیدات تخصصی‌تر و مبتنی بر دانش می‌تواند در راستای ثبات اقتصادی مؤثر واقع شود و شرایط رشد و توسعه اقتصادی بیشتری را فراهم کند.

**کلیدواژه‌ها:** نوسان تولید، نوسان تورم، پیچیدگی اقتصادی، مخارج دولت، باز بودن تجاری.

طبقه‌بندی JEL: O14, E31, C30.

\* استادیار اقتصاد، دانشگاه بزرگمهر قائنات، قائن، ایران (نویسنده مسئول)، h.lalkhezri@buqaen.ac.ir

\*\* استادیار اقتصاد، دانشگاه بزرگمهر قائنات، قائن، ایران، ashena@buqaen.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۷/۱۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۹



## ۱. مقدمه

در نظریه‌های اقتصادی تورم به عنوان شاخص متغیرهای اسمی و تولید به عنوان شاخص متغیرهای حقیقی و نیز نوسان آن‌ها به عنوان متغیرهای مهم اقتصاد کلان مورد توجه است. در ادبیات اقتصادی پذیرفته شده است که نوسانات بالای تولید آثار نامطلوبی بر رشد اقتصادی بلندمدت، رفاه و فقر دارد (Easterly & Bruno, 2014; Hakura, 2009). نوسانات تولید دارای پیامدهای بالقوه جدی در اقتصاد کلان است و کشورهای با نوسان تولید بالاتر رشد کندتری را تجربه می‌کنند (Ramey & Ramey, 1995). در برخی مطالعات نشان داده شده است که کشورهای فقیر به دلیل اینکه در برابر شوک‌های برون‌زا آسیب‌پذیرتر هستند، نسبت به کشورهای ثروتمند، نوسان تولید بالاتری را تجربه می‌کنند (Easterly et al, 2001; Hakura, 2009). علاوه بر این، تورم به عنوان یکی از متغیرهای اقتصاد کلان معیار مهم هدف‌گذاری سیاستی و تصمیم‌گیری اقتصاددانان و سیاست‌گذاران است.

عوامل مختلفی سطح تولید و تورم در اقتصاد کلان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و منجر به نوسان تورم تولید و در نتیجه تغییرات در بخش حقیقی اقتصاد می‌شود (لعل خضری و آشنا، ۱۴۰۲). یکی از عواملی که در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته و متغیرهای اقتصاد کلان و نوسانات آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد پیچیدگی اقتصادی است. کورن و تنیرو (Koren & Tenreyro) (۲۰۰۷) بیان می‌کنند یکی از دلایل نوسانات بالای تولید در کشورهای در حال توسعه عمدتاً تخصص آنها در بخش‌های خاص و عدم تنوع کالایی و به عبارت دیگر پایین بودن سطح پیچیدگی اقتصادی است.

شاخص پیچیدگی اقتصادی (Economic Complexity Index: ECI) بر مبنای دانش، مهارت و تنوع محصول توسط هیدالگو و هاسمن (Hidalgo & Hausman) (۲۰۰۹) به عنوان یکی از شاخص‌های پیشرفت اقتصادی کشورها معرفی شد. این شاخص استفاده از فناوری‌های پیشرفته در فرآیند تولید را نشان می‌دهد که با فراهم سازی ساختاری مولد، بهبود بهره‌وری و تنوع محصول را به دنبال دارد. در فرآیند تولید، دانش عامل تعیین‌کننده سطح توسعه محصولات و تولیدات پیشرفته‌تر و متنوع‌تر است (Laverde-Rojas & Correa, 2019, p. 267). به عبارت دیگر، محصولات تولید شده در یک اقتصاد بر مبنای دانش و مهارت مولد، سطح پیچیدگی اقتصادی را نشان می‌دهد (Hausmann & Hidalgo, 2011, p. 8). براساس ترکیب محصولات صادراتی نیز می‌توان پیچیدگی اقتصادی را توضیح داد. به طوری که علاوه بر تنوع محصولات صادراتی، فراگیری محصولات در سبد صادرات هم دارای اهمیت است. در نتیجه

نقش پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید و تورم ... (حمید لعل خضری و ملیحه آشنا) ۷۷

کشوری پیچیدگی بیشتری دارد که علاوه بر تنوع در تولید محصولات، کالاهایی را تولید و صادر کند که کشورهای کمتری آن را تولید می‌کنند. به بیان دیگر پیچیدگی اقتصادی به ساختار تولیدی یک کشور اشاره دارد و در نتیجه بر نوسانات تولید تأثیرگذار است. در نهایت، ساختار تولید و سطح پیچیدگی محصولات می‌تواند بر میزان عرضه و قیمت محصولات اثر گذار باشد. بهبود و کاربرد دانش، نوآوری را به دنبال دارد که از یک طرف می‌تواند به تولید محصولات پیشرفته منجر شود و از طرف دیگر قیمت‌ها را تغییر دهد.

در بررسی اثر پیچیدگی اقتصادی، بیشتر مطالعات متوجه رشد اقتصادی، تولید و قیمت‌ها بوده است و توجه کمتری به اثر پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید و تورم شده است. همچنین، بیشتر مطالعات قبلی در زمینه اثر پیچیدگی بر سطح تولید و تورم بر مبنای داده‌های بین‌کشوری صورت گرفته است. بنابراین، نوآوری این مقاله لحاظ اثر پیچیدگی اقتصادی بر نوسان دو متغیر مهم اقتصادی یعنی نوسان تولید و تورم در یک سیستم معادلات همزمان است. علاوه بر پیچیدگی برخی متغیرهای مهم دیگر نیز به عنوان عوامل مؤثر بر نوسانات تولید و تورم می‌تواند به عنوان متغیرهای کنترل در نظر گرفته شود. سیاست مالی از جمله مخارج دولت به عنوان یکی از عوامل مؤثر بر نوسانات اقتصاد کلان در برخی مطالعات مطرح شده است (Fatas & Mihov, 2013). همچنین انتظار می‌رود که نوسانات تجاری و تورم بالاتر، نوسانات تولید را از طریق شوک‌های قیمتی افزایش دهد (Hakura, 2009, p. 229). علاوه بر این، باز بودن تجاری کشورها را در معرض شوک‌های برون‌زا قرار می‌دهد، بنابراین در نوسانات تولید نقش مهمی خواهد داشت (Balavac & Pugh, 2016, p. 273).

ایران از نظر وضعیت شاخص پیچیدگی اقتصادی دارای رتبه نسبتاً پایینی است، به طوری که در سال ۲۰۲۰ ایران دارای رتبه ۸۵ در میان سایر کشورها است (اطلس پیچیدگی اقتصادی) (Atlas of Economic Complexity). تورم بالا و پیچیدگی اقتصادی پایین از ویژگی مشترک کشورهای در حال توسعه از جمله ایران است که اهمیت بررسی این دو متغیر در این کشورها را نشان می‌دهد (شاه‌آبادی و همکاران، ۱۴۰۱).

هدف این پژوهش پاسخ به این سوال است که آیا روند پیچیدگی اقتصادی در ایران در کاهش نوسانات تولید و تورم و به عبارت دیگر در کاهش نوسانات در بخش حقیقی و اسمی مؤثر بوده است یا خیر. بنابراین، با بهره‌گیری از الگوی معادلات همزمان، اثر پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید و تورم در ایران طی دوره زمانی ۱۳۹۸-۱۳۵۷ بررسی می‌شود.

پژوهش حاضر بدین صورت سازماندهی شده است که در بخش دوم مبانی نظری و مروری بر مطالعات پیشین ارائه می‌شود. در بخش سوم روش‌شناسی تحقیق در بخش چهارم داده‌ها و نتایج تجربی ارائه می‌شود و بخش پنجم نیز به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری اختصاص داده شده است.

## ۲. پیشینه پژوهش

### ۱.۲ پیشینه نظری

نوسانات زیاد و مکرر در تولید نه تنها تأثیر منفی بر رشد اقتصادی دارد (Ramey & Ramey, 1995)، بلکه باعث ایجاد فضای نامطمئن می‌شود و عاملین اقتصادی منابع خود را به سمت اقتصادهای خارجی منتقل می‌کنند (Fogli & Perri, 2015, p.1). مطالعات متعددی عوامل موثر بر نوسانات تولید از طریق نوسانات رابطه مبادله، میزان باز بودن تجاری، و اندازه کشور را بررسی کرده‌اند (Jansen, 2004; Malik & Temple, 2004).

بر اساس تحقیقات پیشین، کشورهای در حال توسعه نوسانات بالای نرخ رشد را تجربه می‌کنند (Loayza & Raddatz, 2007). به دلیل پیامدهای نامطلوب آن برای اقتصاد، درک منابع نوسانات تولید در اقتصادهای در حال توسعه مهم است. در ادبیات پیشین عوامل مختلفی در ارتباط با نوسانات تولید شناسایی شده است مانند تورم (Mobarak, 2005; Yang, 2008) اندازه دولت (Andrés et al, 2008)، و باز بودن تجاری (Di Giovanni & Levchenko, 2013; Hakura, 2009). اخیراً، تعدادی از مطالعات تأکید کرده‌اند که نوسانات تولید نیز با درجه تنوع صادرات، ویژگی‌های تولیدی و پیچیدگی اقتصادی مرتبط است (Krishna & Levchenko, 2013).

توانایی کشورها در ارتباط با فناوری محصول و رشد اقتصادی را پیچیدگی اقتصادی می‌نامند. پیچیدگی اقتصاد، به ساختار سودمند یک اقتصاد اشاره می‌کند که باعث می‌شود بر تولید و نیز اشتغال اثرگذار باشد (حاجی ملادرویش و مظفری‌پور، ۱۴۰۰، ص ۱۶۶). نوسانات در تولید و قیمت‌ها می‌تواند تحت تأثیر شرایط تولیدی کشور به عنوان پیامدی از سطح پیچیدگی محصولات در اقتصاد باشد. به عبارت دیگر پیچیدگی اقتصادی به عنوان شاخصی از تولید دانش محور به معنی در نظر گرفتن قابلیت‌ها و توانایی‌های تولید در سیستم اقتصادی است (Hausmann, & Hidalgo, 2011)، میزان این شاخص نشان دهنده توانایی ساختار تولید مبتنی بر مهارت است (Sweet & Maggio, 2015, p.666). پیچیدگی اقتصادی معیاری از دانش در

نقش پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید و تورم ... (حمید لعل خضری و ملیحه آشنا) ۷۹

یک جامعه است که در محصولات تولید شده ظاهر می‌شود. پیچیدگی اقتصادی یک کشور بر اساس تنوع صادراتی که یک کشور تولید می‌کند و فراگیر بودن آنها یا تعداد کشورهایی که قادر به تولید آنها هستند محاسبه می‌شود. کشورها با افزایش تعداد و پیچیدگی محصولاتی که با موفقیت صادر می‌کنند رتبه پیچیدگی اقتصادی خود را بهبود می‌بخشند.

با افزایش پیچیدگی اقتصادی، تنوع محصول افزایش می‌یابد ( Swart & Brinkmann, 2020, p. 10) و می‌تواند بر میزان تولید تأثیر مثبت داشته باشد، زیرا شامل فعالیت‌های تحقیق و توسعه و توانایی پشتیبانی از محصولات جدید است. علاوه بر این، افزایش پیچیدگی اقتصادی به معنای تغییر در ساختار اقتصاد و متنوع شدن تولید و تمرکز بر کالاهای صنعتی و پیچیده‌تر است. ساختار پیچیده‌تر تولید، بهره‌وری در فعالیت‌های تولیدی را افزایش و نوسان تولید را کاهش می‌دهد. دانش و کاربرد آن به شکل، تجربه، مهارت، یا افزایش بهره‌وری می‌تواند تولید را تحت تأثیر قرار دهد. به طوری که برخی مطالعات ارتباط شدید بین تولید ناخالص داخلی و پیچیدگی اقتصادی را نشان می‌دهند (Stojkoski & Kocarev, 2017).

همچنین، دلایلی وجود دارد که تبیین می‌کند پیچیدگی اقتصادی نه تنها با تولید بلکه با سطح قیمت‌ها مرتبط است. در کنار مازاد تقاضا، افزایش نقدینگی، فشار هزینه، افزایش قیمت عوامل تولید، و سایر کاستی‌های بخش‌های مختلف (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۲)، برخی تحولات مانند توسعه فناوری می‌تواند نقش مهمی در کاهش تورم داشته باشد (Lv et al, 2019). کاربرد دانش، تغییرات قابل ملاحظه‌ای در فناوری و ارتقای بهره‌وری به دنبال دارد که باعث انتقال منحنی عرضه به سمت پایین شده و کاهش قیمت را در پی دارد. با افزایش پیچیدگی اقتصادی، ساختار فناورانه تولید تغییر کرده و حرکت منابع تولید از فعالیت‌های تولیدی با فناوری و بهره‌وری پایین به فعالیت‌های با بهره‌وری و فناوری بالا شکل می‌گیرد (شاهمرادی و سمندرعلی اشتهاوردی، ۱۴۰۰، ص ۴۶). سودآوری بیشتر و افزایش تعداد عرضه‌کنندگان انتقال منحنی عرضه به سمت راست و کاهش قیمت‌ها را موجب می‌شود (شاه‌آبادی و همکاران، ۱۴۰۱، ص ۷۴).

البته قابل ذکر است که تغییر فناوری، تغییر ساختار تولید، و تنوع تولید ممکن است هزینه زیادی را در بر داشته باشد که طبق نظریه فشار هزینه انتقال منحنی عرضه به سمت چپ و افزایش قیمت را موجب می‌شود. در طرف تقاضا نیز پیچیدگی اقتصادی از مسیر افزایش درآمد سرانه، افزایش قدرت خرید و افزایش تقاضا ممکن است باعث افزایش تورم شود. همچنین، با تولید کالاهای مبتنی بر دانش و دارای کیفیت، افزایش قیمت این کالاها با افزایش تقاضا مورد

انتظار خواهد بود. بنابراین، با در نظر گرفتن دو طرف عرضه و تقاضای اقتصاد، پیچیدگی اقتصادی ممکن است در برخی بازارها تورم را به طور متفاوت تغییر دهد و بر نوسان تورم اثر مثبت یا منفی داشته باشد.

بر اساس مطالعات قبلی برخی متغیرهای کنترل شامل شاخص‌های سیاست اقتصادی، مالی و تجاری در بررسی نوسانات تولید و تورم نظر گرفته شده‌اند (Balavac & Pugh, 2016; Hakura, 2009). حداد و همکاران (Haddad) (۲۰۱۳) نشان دادند که اثر باز بودن تجاری بر نوسانات تولید بستگی به میزان سبب صادراتی یک کشور دارد. بنابراین، عامل باز بودن تجاری به عنوان یک متغیر توضیح دهنده نوسانات تولید می‌تواند مد نظر قرار گیرد. تغییر شرایط تجاری، نوسانات تولید را از طریق قرار گرفتن در معرض شوک‌های قیمت محصول و قرار گرفتن در معرض شوک‌های خاص کشور شریک تجاری افزایش می‌دهد (Bacchetta et al, 2007). در حالی که تولید کالاهای پیچیده نیز ممکن است نوسانات را کاهش دهد، زیرا تقاضا برای کالاهای پیچیده نسبتاً پایدارتر است و منبع درآمد قوی‌تری را برای کشورهای صادرکننده این محصولات فراهم می‌کند (Maggioli et al, 2016).

سیاست مالی به روش‌های مختلف می‌تواند ثبات اقتصادی را ارتقا می‌دهد (Debrun & Kapoor, 2010). سیاست مالی بسته به ابزار سیاست، ممکن است نوسانات تولید را کاهش یا افزایش دهد. مطالعات مربوط به رابطه بین نوسانات تولید و سیاست مالی بیشتر بر اثر اندازه دولت متمرکز است. از آنجایی که مخارج دولت به نوسانات وابسته نیست و بیشتر برای تحریک مصرف در دوران رکود طراحی شده است، این سیاست‌ها اثرات رکود را کاهش می‌دهد. قابل ذکر است تا زمانی که هزینه‌های عمومی در بهبود انباشت سرمایه و افزایش تحقیق و توسعه استفاده شود، سیاست مالی می‌تواند ثبات اقتصاد را بهبود بخشد (Afonso & Purceri, 2010). در حالی که مخارج دولتی از طریق سوء مدیریت بودجه عمومی ممکن است نوسانات تولید را افزایش دهد (Fatas & Mihov, 2013).

## ۲.۲ پیشینه تجربی

یک دسته از مطالعات به اثر پیچیدگی اقتصادی بر رشد اقتصادی تمرکز کردند. نتایج تحقیق میسرا (Mishra) و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده از داده‌های ۱۹۰ کشور طی ۱۹۹۰-۲۰۰۷ میلادی این نتیجه را نشان می‌دهد که پیچیدگی اقتصادی به عنوان مؤثرترین عامل بر رشد اقتصادی است. بانک توسعه آسیا (Asian Development Bank) (۲۰۱۳) با بررسی اثر پیچیدگی اقتصادی بر



سطح و نرخ رشد تولید در یک مدل رشد درونزا، این نتیجه را بیان می‌کند که افزایش پیچیدگی می‌تواند بر سطح محصولات اثر مثبت و یا اثر منفی داشته باشد اما بر نرخ رشد همواره اثر مثبت دارد. به طور مشابه زو و لی (Zhu & Li) (۲۰۱۷) با توجه به داده‌های ۲۱۰ کشور به این نتیجه رسیدند که پیچیدگی اقتصادی و سرمایه انسانی به صورت هم افزا مهمترین عامل رشد اقتصادی در بلندمدت هستند. در مطالعه اقتصاد اروپای مرکزی و جنوب شرقی نیز استوکوکوی و کویکارو (Stojkoski & Kocarev) (۲۰۱۷) این نتیجه را بدست آوردند که پیچیدگی اقتصادی اثر مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی بلندمدت دارد. پژم و سلیمی‌فر (۱۳۹۳) با بررسی ۴۲ کشور برتر در تولید علم این نتیجه را بیان کردند که پیچیدگی اقتصادی اثر مثبت و معنادار بر رشد اقتصادی داشته است. رحیمی و همکاران (۱۴۰۰) در بررسی کشورهای منتخب MENAT طی دوره ۲۰۰۸-۲۰۱۷ میلادی این نتیجه را بیان کردند که شاخص پیچیدگی به همراه سرمایه انسانی اثر مثبت بر رشد اقتصادی دارد. همچنین اندازه دولت و حجم تجاری اثر منفی بر رشد اقتصادی کشورهای مورد مطالعه دارد.

بر اساس مبانی نظری مبنی بر اینکه پیچیدگی اقتصادی با تنوع بخشیدن به کالاهای صادراتی می‌تواند به عنوان ابزار مفیدی برای کاهش نوسانات تولید لحاظ شود، برخی مطالعات به بررسی اثر پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید پرداختند (Balavac & Pugh, 2016). در این راستا باچتا (Bacchetta) و همکاران (۲۰۰۷) با تمرکز بر عوامل خارجی نوسانات تولید دریافتند که برای کشورهای کم‌درآمد پیچیدگی اقتصادی و تمایز محصول (تمرکز صادرات از نظر سبب محصول) نقش مهمی در نوسانات درآمد ایفا می‌کند. برای کشورهای ثروتمند، تنوع محصول نقش کمتری دارد، در حالی که تنوع جغرافیایی (سطح تنوع بازارهای صادراتی آنها) نقش مهم‌تری در تعیین نوسانات درآمد ایفا می‌کند.

کریشنا و لوچنکو (Krishna & Levchenko) (۲۰۱۳) نشان دادند که نوسانات تولید هر بخش به پیچیدگی کالاهای تولید شده در آن بخش بستگی دارد. آنها این استدلال را بیان می‌کنند که تولید در بخشی که از نهاده‌های زیادی استفاده می‌کند، به طور متوسط کمتر تحت تأثیر شوک مربوط به یک نهاده خاص قرار می‌گیرد. به طور خلاصه، آنها دریافتند که کشورهای کمتر توسعه یافته با سطوح پایین سرمایه انسانی، یا به طور متناوب با توانایی نهادی پایین‌تر برای اجرای قراردادها، در کالاهای با پیچیدگی کمتر متخصص خواهند شد که با سطوح بالاتری از نوسانات تولید مشخص می‌شوند.

مارتینوس (Marthinus) و همکاران (۲۰۲۱) شاخص پیچیدگی را به عنوان یک عامل تعیین‌کننده نوسانات تولید در نظر گرفتند و این موضوع را بررسی کردند که آیا پیچیدگی اقتصادی بیشتر، اقتصادها را در برابر شوک‌های برون‌زا حفظ می‌کند. بنابراین، بر اساس داده‌های پانل طی سال‌های ۱۹۸۴-۲۰۱۶ میلادی مشخص شد در کشورهای با درآمد بالا با افزایش پیچیدگی اقتصادی نوسانات تولید در کوتاه‌مدت کاهش می‌یابد. در حالی که در کشورهای کم‌درآمد که پیچیدگی کمتری دارند نوسانات تولید با تأخیر و در بلندمدت کاهش می‌یابد. زیرا این کشورها به دلیل تنوع کمتر تولیدات نمی‌توانند در برابر شوک‌های خارجی به سرعت واکنش دهند. البته ذکر می‌شود که پیچیدگی اقتصادی در آسیا نسبت به آفریقا در کاهش نوسانات تولید موثرتر است. گانری و یاسمین یالتا (Güneri, & Yasemin Yalta) (۲۰۲۱) نیز با استفاده از داده‌های کشورهای در حال توسعه اثر منفی پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید را مورد تأیید قرار دادند.

در بررسی اثر پیچیدگی اقتصادی بر تورم، باچیم و کدرت (Buchheim, & Kedert) (۲۰۱۶) بر اساس داده‌های ۱۷ کشور اروپایی این نتیجه را بیان کردند که بهبود فناوری نقش مهمی در کنترل نوسانات تورم دارد. مالیک و تمپل (Malik & Temple) (۲۰۰۹) بر نقش حکمرانی (سوء مدیریت سیاست داخلی که منجر به تورم بالا، نرخ ارز بالا یا کسری بودجه پایدار می‌شود)، و نقش عوامل نهادی و سیاسی به عنوان عوامل مهم نوسانات تولید تأکید می‌کنند. آن‌ها بیان می‌کنند که رابطه مبادله، به عنوان عامل اصلی نوسانات تولید از این دیدگاه حمایت می‌کند که شوک‌های خارجی در توضیح بی‌ثباتی در کشورهای فقیرتر مهم هستند. همچنین، تنوع محصول که متأثر از پیچیدگی اقتصادی است قدرت توضیح‌دهندگی بالایی در نوسانات تولید دارد. در مطالعه‌ای دیگر المرحابی (Al Marhubi) (۲۰۲۱) این فرضیه را بررسی می‌کند که پیچیدگی اقتصادی، با فراهم کردن توانایی اقتصاد برای کاهش شوک‌های کلان اقتصادی، با تورم کمتر همراه است. با استفاده از نمونه‌ای از ۹۴ کشور برای دوره ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۴ میلادی، تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر تورم منفی بدست آمده است.

شاه‌آبادی و همکاران (۱۴۰۱) ارتباط بین پیچیدگی اقتصادی و نرخ تورم را در ۳۰ کشور عضو سازمان همکاری اسلامی طی دوره ۱۹۹۵-۲۰۱۸ میلادی مورد بررسی قرار دادند. با استفاده از داده‌های پانل و روش گشتاورهای تعمیم‌یافته رابطه بین متغیرها بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در کشورهای عضو سازمان همکاری اسلامی پیچیدگی اقتصادی به طور منفی نرخ تورم را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین سایر متغیرهای توضیحی الگوی

نقش پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید و تورم ... (حمید لعل خضری و ملیحه آشنا) ۸۳

تحقیق شامل متغیرهای تورم انتظاری، تفاوت نرخ رشد نقدینگی با نرخ رشد اقتصادی و متغیر فراوانی منابع طبیعی اثر مثبت بر نرخ تورم دارد.

مطالعات متعددی مانند فتاس و میهوف (Fatas & Mihov) (۲۰۰۱) و آندرس (Andrés) و همکاران (۲۰۰۸) رابطه منفی بین اندازه دولت و نوسانات تولید را نشان می‌دهند، همچنین ممکن است اندازه دولت بتواند باعث افزایش نوسانات تولید شود. به عنوان مثال، پیسنی-فری (Pisani-Ferry) و همکاران (۲۰۰۸) بیان می‌کنند که افزایش مخارج دولت ممکن است بخش غیر نوسانی تولید ناخالص داخلی را افزایش دهد، اما نوسان مصرف و سرمایه‌گذاری را نیز افزایش دهد که ممکن است باعث افزایش نوسانات تولید شود. فتاس و میهوف (Fatas & Mihov) (۲۰۱۳) با استفاده از مصرف دولت به عنوان شاخص سیاست مالی، نشان می‌دهند که نوسانات در سیاست مالی از نظر رشد اقتصادی مضر است.

با بررسی مطالعات پیشین، مشخص شد که شاخص پیچیدگی اقتصادی می‌تواند به عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر تولید و تورم باشد که نقش آن در اقتصاد ایران کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین، با وجود مطالعات مختلف در حوزه تولید و تورم، نتایج یکسانی در مورد عوامل اثرگذار بر تولید و تورم و نوسانات آن‌ها بدست نیامده است. بنابراین، بر اساس مطالعات بیان شده از جمله المرحابی (Al Marhubi) (۲۰۲۱) و نقش پیچیدگی اقتصادی بر تورم و مطالعات مارتینوس (Marthinus) و همکاران (۲۰۲۱) و کریشنا و لوجنکو (Krishna & Levchenko) (۲۰۱۳) و نقش پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید، در این مطالعه نقش شاخص پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید و تورم به طور همزمان مورد بررسی قرار می‌گیرد.

### ۳. روش‌شناسی پژوهش

#### ۱.۳ سیستم معادلات همزمان

با نگاهی اجمالی به مطالعات تجربی در حوزه اقتصاد، می‌توان دریافت که بسیاری از روابط اقتصادی، به وسیله مدل‌های تک معادله‌ای قابل تبیین نیستند. مدل‌های تک معادله‌ای دارای یک متغیر وابسته یا درون‌زا (Y) و یک یا چند متغیر توضیحی (X) می‌باشند که در آن‌ها، جهت علیت از X به Y می‌باشد. از طرف دیگر یکی از فروض مدل کلاسیک این بود که متغیرهای توضیحی غیرتصادفی و یا برون‌زا هستند. بدیهی است که ممکن است چنین شرایطی برقرار

نباشد و یک متغیر درون‌زا تابعی از متغیر درون‌زای دیگر باشد که خود نیاز به معرفی معادله دیگری دارد. بدین ترتیب به جای یک معادله با چند معادله (سیستم معادلات) مواجه هستیم که این وضعیت موجب نقض فرض روش OLS می‌شود. با توجه به هدف اصلی این مقاله که بررسی ارتباط متقابل نوسانات تولید و نوسانات تورم است و از آنجا که براساس ادبیات موضوع، نوسانات تولید تابعی از نوسانات تورم و بالعکس می‌باشد، از مدل سیستم معادلات همزمان استفاده شده است.

سیستم معادلات همزمان هنگامی قابل استفاده است که چند متغیر وابسته وجود دارد که بین آن‌ها وابستگی متقابل برقرار است. بنابراین بایستی چند معادله با یک سیستم معادلات برای آن‌ها تعریف شود. به عنوان مثال فرض کنید که رابطه  $Y_1$  و  $Y_2$  به صورت زیر باشد:

(۱)

$$Y_{1t} = \alpha_1 + \beta_1 X_t + \gamma_1 Y_{2t} + u_{1t}$$

$$Y_{2t} = \alpha_2 + \beta_2 X_t + \gamma_2 Y_{1t} + u_{2t}$$

در اینجا، دو معادله همراه با دو متغیر وابسته ( $Y_1$  و  $Y_2$ ) و یک متغیر توضیحی داریم. رابطه  $Y_1$  و  $Y_2$  دو طرفه است. ویژگی مهم سیستم معادلات فوق آن است که  $Y_1$  و  $Y_2$  علاوه بر اینکه متغیر وابسته هستند به عنوان متغیر توضیحی نیز ظاهر شده‌اند. این بدان معنا است که  $Y_1$  و  $Y_2$  که به ترتیب تابعی از  $u_1$  و  $u_2$  هستند، متغیرهای تصادفی بوده که در نقش متغیر توضیحی ظاهر شده‌اند. از طرف دیگر، در معادله اول  $Y_2$  تابعی از  $u_1$  است که به معنای نقض یکی دیگر از فرض کلاسیک است، زیرا طبق معادله دوم،  $Y_2$  تابعی از  $Y_1$  است که  $Y_1$  نیز به نوبه خود طبق معادله اول، تابعی از  $u_1$  می‌باشد. لذا اگر  $u_1$  تغییر کند، از طریق  $Y_1$  موجب تغییر  $Y_2$  خواهد شد. بدین ترتیب تخمین‌زننده‌های OLS، بدون تورش و سازگار نخواهد بود (سوری، ۱۳۹۲).

فروض زیر برای سیستم معادلات فوق برقرار است:

(۲)

$$E(u_{1t}|X_t) = E(u_{2t}|X_t) = 0$$

$$E(u_{1t}^2|X_t) = \sigma_1^2, \quad E(u_{2t}^2|X_t) = \sigma_2^2$$

$$cov(u_{1t}, u_{2t}) = E(u_{1t}, u_{2t}) = 0$$

$$cov(u_{1t}, X_t) = E(u_{2t}, X_t) = 0$$

نقش پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید و تورم ... (حمید لعل خضری و ملیحه آشنا) ۸۵

مدل این مقاله براساس ادبیات موضوع به صورت سیستم معادلات همزمان زیر تصریح شده است:

(۳)

$$\text{LnVGDP}_t = \beta_1 + \beta_2 \text{ECI}_t + \beta_3 \text{LnVIN}_t + \beta_4 \text{LnTRADE}_t + \beta_5 \text{LnGC}_t + U_t$$

$$\text{LnVIN}_t = \gamma_1 + \gamma_2 \text{ECI}_t + \gamma_3 \text{LnVGDP}_t + \gamma_4 \text{LnEX}_t + \varepsilon_t$$

متغیرهای معادلات فوق عبارتند از:

$\text{LnVGDP}_t$ : لگاریتم نوسان تولید،  $\text{ECI}_t$ : شاخص پیچیدگی اقتصادی،  $\text{LnVIN}_t$ : لگاریتم نوسان تورم،  $\text{LnTRADE}_t$ : لگاریتم باز بودن تجاری (تقسیم حاصل جمع صادرات و واردات به GDP)،  $\text{LnEX}_t$ : نرخ ارز غیررسمی،  $\text{LnGC}_t$ : لگاریتم نسبت مخارج مصرفی دولت به GDP.

در این تحقیق از لگاریتم داده‌های سالانه به جز شاخص پیچیدگی اقتصادی که دارای مقادیر منفی است برای دوره زمانی ۱۳۹۸-۱۳۵۷ مورد استفاده قرار گرفته است. داده‌های مربوط به تولید ناخالص داخلی، مخارج دولت، بازبودن تجاری و نرخ ارز غیررسمی از آمارهای اقتصادی بانک مرکزی ایران و اطلاعات شاخص پیچیدگی اقتصادی از پایگاه اطلس پیچیدگی اقتصادی (Atlas of Economic Complexity) بدست آمده است.

## ۴. یافته‌های پژوهش

### ۱.۴ مانایی متغیرها

در مباحث اقتصادسنجی سری‌های زمانی لازم است از عدم کاذب بودن رگرسیون برآوردی اطمینان حاصل شود. عمدتاً نامانایی متغیرها یا به عبارتی تصادفی بودن سری‌های زمانی منجر به کاذب شدن رگرسیون برآوردی می‌شود. در این پژوهش مانایی متغیرهای سیستم با استفاده از آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته (ADF) بررسی شده است. نتایج آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته در جدول شماره (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱: بررسی پایایی متغیرهای الگوی تحقیق

وضعیت پایایی	آزمون دیکی فولر تعمیم یافته ADF		متغیرها
	آماره آزمون در تفاضل مرتبه اول	آماره آزمون در سطح متغیرها	
I(1)	-۴/۶۳۱ (۰/۰۰۰)	-۲/۰۰۶ (۰/۲۸۳۲)	LnVGDP
I(1)	-۷/۳۸۱ (۰/۰۰۰)	-۰/۲۶۳ (۰/۵۸۵)	LnVINNF
I(1)	-۵/۰۰۵ (۰/۰۰۰)	۰/۰۷۴ (۰/۹۶۰)	LnEX
I(1)	-۵/۱۰۱۸ (۰/۰۰۰)	-۲/۷۷۰ (۰/۰۷۰)	LnTRADE
I(1)	-۹/۱۲۶ (۰/۰۰۰)	-۱/۰۰۵۴ (۰/۷۴۳)	ECI
I(1)	-۶/۷۸۷ (۰/۰۰۰)	-۱/۵۹۷ (۰/۴۷۷)	LnGC

اعداد داخل پرانتز سطح اطمینان را نشان می‌دهد. (مأخذ: یافته‌های پژوهش)

نتایج جدول (۱) نشان می‌دهد از آنجاییکه قدر مطلق آماره دیکی فولر تعمیم‌یافته محاسباتی از قدر مطلق مقدار بحرانی متناظر با آن در سطح خطای ۵ درصد کم‌تر است، بنابراین در مورد همه متغیرهای سیستم فرض صفر رد نشده و تمامی متغیرها در سطح نامانا هستند.

#### ۲.۴ مدل‌سازی نوسانات تولید و تورم

در مدل‌های اقتصادسنجی، ثابت بودن واریانس جملات اختلال همواره یکی از فروض کلاسیک به حساب آمده است. انگل (Engle) (۱۹۹۵) برای رهایی از این فرض محدودکننده مدل جدیدی مرسوم به ARCH را پیشنهاد کرد. در این مدل فرض بر این است که جمله‌های اختلال مستقل از هم با میانگین صفر هستند ولی واریانس آنها با فرض وجود اطلاعات گذشته خود متغیر شکل می‌گیرد. یکی از دلایل استفاده از مدل‌های آرچ وجود خطاهای پیش‌بینی کوچک و بزرگ در خوشه‌های اقتصادی (مانند نرخ ارز، تورم و سهام) است؛ به‌طوری‌که ممکن است هر سری گفته‌شده طی سال‌های مختلف رفتارهای متفاوتی را از خود به نمایش

نقش پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید و تورم ... (حمید لعل خضری و ملیحه آشنا) ۸۷

بگذارد. به مفهوم دیگر، در برخی سال‌ها نوسان کم و در برخی از سال‌های دیگر نوسان زیاد داشته باشد. در چنین شرایط انتظار بر این است که واریانس در طول روند تصادفی سری مورد نظر ثابت نبوده و تابعی از رفتار جملات اختلال باشد. در واقع با مدل‌های آرچ می‌توان روند واریانس شرطی را با توجه به اطلاعات گذشته توضیح داد. در این مقاله برای مدلسازی نوسانات، با توجه به وجود ناهمسانی واریانس، از مدل آرچ و مدل تعمیم یافته آن یعنی گارچ بلسلو (Bollerslev) (۱۹۸۸) استفاده شده است.

در ادامه، به مدل‌سازی نوسان نرخ تورم و تولید ناخالص داخلی پرداخته می‌شود. از آنجاکه برای برآورد الگوی گارچ باید از متغیرهای مانا استفاده شود، در تخمین الگو از متغیرهای مانا شده استفاده شده است. ابتدا با استفاده از توابع خودهمبستگی (Autocorrelation Function (ACF)) و توابع خودهمبستگی جزئی (Partial Autocorrelation Function (PACF))، معیار آکائیک (Akaike criterion) و شوارتز-بیزین (Schwarz's Bayesian criterion) تعداد جملات خودرگرسیون و تعداد جملات میانگین متحرک برای برآورد معادله میانگین جهت برآورد و محاسبه متغیر نوسان، تعیین شدند. براساس نتایج بدست آمده از معیارهایی که بیان شد، در بین حالت‌های مختلف، فرایند  $ARMA(1,3)$  برای نرخ تورم و فرایند  $MA(1)$  برای تولید ناخالص داخلی به عنوان بهترین حالت لحاظ گردید. به منظور بررسی وجود ناهمسانی واریانس در اجزای اختلال معادله میانگین، که دلیلی بر وجود اثر ARCH می‌باشد، آزمون ضریب لاگرانژ (Lagrange Multiplier Test (ARCH-LM)) استفاده شده است. با توجه به نتایج مندرج در جدول (۲) فرض وجود همسانی واریانس بین اجزای اختلال رد می‌شود، لذا وجود اثر ARCH تأیید می‌شود.

جدول ۲. نتایج آزمون ناهمسانی واریانس (Heteroskedasticity Test: ARCH)

متغیر	آماره	مقدار آماره	احتمال
نرخ تورم INF	F-statistic	۹/۱۱۵	۰/۰۰۴
	Obs*R-squared	۷/۸۹۴	۰/۰۰۵
تولید ناخالص داخلی GDP	F-statistic	۸/۰۸۲	۰/۰۰۶
	Obs*R-squared	۷/۱۳۸	۰/۰۰۷

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به تأیید وجود اثر ARCH و همچنین با استفاده از معیار آکائیک<sup>۱</sup> و شوارتز-بیزین مدل‌های متفاوت گارچ مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت بهترین الگو برای نوسان متغیر نرخ تورم و تولید ناخالص داخلی، الگوی ARCH(1) بدست آمده است. همچنین نتایج آزمون ARCH-LM که بر همسانی واریانس جملات اخلال الگوی برآزش شده، تأکید دارد نیز در جدول (۳) نشان داده شده است. در نتیجه الگوی ARCH(1) به درستی تصریح شده است.

جدول ۳. برآورد مدل GARCH برای نرخ تورم و تولید ناخالص داخلی

$\alpha_1$	$\alpha_0$	متغیر	نرخ تورم $h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2$
۲/۵۷۶	۲۹۰/۸۵۷	مقدار ضریب	
۰/۰۳۰	۰/۰۱۰	سطح معنی داری	
۱/۱۵۴		آماره F	نتایج آزمون ARCH-LM
۰/۲۸۲		سطح معنی داری	
$\alpha_1$	$\alpha_0$	متغیر	تولید ناخالص داخلی $h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2$
۲/۵۱۸	۱۰۸/۵۲۰	مقدار ضریب	
۰/۰۱۱	۰/۰۱۷	سطح معنی داری	
۰/۹۳۸		آماره F	نتایج آزمون ARCH-LM
۰/۳۳۸		سطح معنی داری	

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در ادامه با در نظر گرفتن نوسانات نرخ تورم و تولید ناخالص داخلی و سایر متغیرها به برآورد الگوی تحقیق و تحلیل نتایج می‌پردازیم.

### ۳.۴ آزمون اریب همزمانی

یکی از فروض اصلی در روش OLS، غیرتصادفی بودن متغیرهای توضیحی یا حداقل در صورت تصادفی بودن، داشتن توزیع مستقل از جزء اخلال تصادفی است. بنابراین اگر یکی از شرایطی که بیان شد، تأمین نشود آنگاه تخمین‌زنده‌های حداقل مربعات معمولی تورش‌دار و ناسازگار خواهند بود (Gojarati, 1995). برای این منظور از آزمون هاسمن (Hausman Test) استفاده می‌شود و به صورت زیر عمل می‌شود:



نقش پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید و تورم ... (حمید لعل خضری و ملیحه آشنا) ۸۹

ابتدا لگاریتم نوسان تولید (LnVGDP) را با استفاده از همه متغیرهای برونزای سیستم برآورد نموده و مقادیر باقیمانده ناشی از برآورد را به صورت یک متغیر جداگانه در نظر میگیریم (RESLVGDP). سپس معادله لگاریتم نوسان تورم (LnVINFL) را نوشته و آن را با استفاده از همه متغیرهای سابق به علاوه متغیر RESLVGDP (به عنوان یک متغیر توضیحی جدید) برآورد می‌کنیم. حال اگر ضریب متغیر جدید معنی‌دار باشد، به معنی این است که لگاریتم نوسان تولید در معادله لگاریتم نوسان تورم درون‌زا است. با انجام عملیات فوق، درون‌زایی لگاریتم نوسان تولید مورد تأیید قرار می‌گیرد (جدول ۴). همچنین با توجه به آماره‌های گزارش شده در جدول (۵) درون‌زایی لگاریتم نوسان تورم نیز مورد تأیید قرار می‌گیرد.

جدول ۴. بررسی درون‌زایی لگاریتم نوسان تولید

نام متغیر	ضریب	P-value
RES	-۱۳۷/۴۰۰۳	۰/۰۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۵. بررسی درون‌زایی لگاریتم نوسان تورم

نام متغیر	ضریب	P-value
RES	-۱/۱۳۴	۰/۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بعد از اینکه رابطه متقابل بین نوسان تولید و تورم مورد تأیید قرار گرفت، الگوی تحقیق از طریق سیستم معادلات همزمان برآورد می‌شود.

#### ۴.۴ مسأله تشخیص

جهت انجام آزمون تشخیص باید دو شرط درجه‌ای (Order Condition) (شرط لازم) و شرط رتبه‌ای (Rank Condition) (شرط کافی) مورد بررسی قرار گیرند.

جهت بررسی شرط درجه‌ای یکی از آسان‌ترین روش‌ها محاسبه  $m-1$  و  $K-k$  است که در آن  $m$  متغیر درون‌زا و  $k$  متغیر برون‌زا است. براساس شرط درجه‌ای می‌توان تقسیم‌بندی زیر را انجام داد:

اگر  $K - k < m - 1$  باشد، معادله مورد نظر نامشخص است.

اگر  $K - k = m - 1$  باشد، معادله مورد نظر دقیقاً مشخص است.

اگر  $K - k > m - 1$  باشد، معادله مورد نظر بیش از حد مشخص است (سوری، ۱۳۹۲)

همچنین شرط درجه‌ای را می‌توان با مقایسه  $k+1$  و  $m+k$  نیز بیان کرد.  $K+1$  برابر با کل ضرایب فرم حل شده (شامل عرض از مبدأ) در معادله مورد نظر (یا برابر با کل متغیرهای برون‌زا به علاوه عرض از مبدأ) و  $m+k$  بیانگر تعداد متغیرهای موجود در معادله مورد نظر است. اگر  $K + 1 < k + m$  باشد، معادله مورد نظر نامشخص خواهد بود.

جدول ۶. مسأله تشخیص؛ شرط درجه‌ای

معادله	G-1	M	تشخیص
لگاریتم نوسان تولید	۱	۱	دقیقاً قابل شناسایی
لگاریتم نوسان نرخ تورم	۱	۲	بیش از حد قابل شناسایی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

براساس نتایج جدول (۶)، معادله مربوط به لگاریتم نوسان تولید دقیقاً قابل شناسایی و معادله مربوط به لگاریتم نوسان نرخ تورم بیش از حد قابل شناسایی است.

برقراری شرط رتبه‌ای نیز براین اساس است که در یک الگوی دارای  $M$  معادله و  $M$  متغیر درون‌زا اگر بتوان حداقل یک دترمینان غیرصفر از درجه  $(M-1)(M-1)$  مربوط به ضرایب متغیرهای درون‌زا و از پیش تعیین شده خارج از معادله تحت بررسی را بدست آورد، معادله مورد نظر مشخص خواهد بود (گجراتی، ۱۹۹۵). برای بررسی شرط رتبه‌ای ابتدا جدولی مطابق جدول (۷) تنظیم می‌شود که متغیرهای به کار رفته در هر معادله را با علامت تیک ( $\checkmark$ ) مشخص می‌کند و در صورتی که متغیری در معادله‌ای ظاهر نشود با علامت (-) مشخص می‌شود.

نقش پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید و تورم ... (حمید لعل خضری و ملیحه آشنا) ۹۱

جدول ۷. مسأله تشخیص؛ شرط رتبه‌ای

LnGC	LnTRADE	LnEX	ECI	LnVGDP	LnVINP	
√	√	-	√	√	√	معادله نوسان تولید
-	-	√	√	√	√	معادله نرخ تورم

مأخذ: یافته‌های پژوهش

در ادامه مراحل زیر را انجام می‌شود:

الف- ردیف مربوط به معادله تحت بررسی حذف می‌شود.

ب- در معادله تحت بررسی عناصر باقیمانده ستون‌هایی که در آن‌ها عدد صفر قرار دارد را بیرون می‌کشیم.

ج- چنانچه حداقل G-I سطر یا ستون وجود داشت که همگی عناصر آن صفر نبود در این صورت معادله قابل شناسایی است در غیر این صورت معادله قابل شناسایی نیست (رشنوادی و همکاران، ۱۳۹۹).

بنابراین، فرآیند بررسی شرط رتبه‌ای برای معادله نوسان نرخ تورم به صورت زیر خواهد بود:

	LnEX
معادله نوسان نرخ تورم	√

همچنین آرایش باقیمانده در بررسی شرط رتبه‌ای برای معادله نوسان تولید به صورت زیر خواهد بود:

	LnGC	LnTRADE
معادله نوسان تولید	√	√

از آنجا که در هر دو معادله حداقل یک سطر یا ستون وجود دارد که همه عناصر آن صفر نیست، لذا شرط رتبه برای هر دو معادله برقرار است و قابل شناسایی هستند.

#### ۵.۴ نتایج برآورد سیستم معادلات همزمان

نتایج برآورد سیستم معادلات همزمان مربوط به معادله (۳) به روش حداقل مربعات سه مرحله‌ای (3SLS) در جدول (۸) گزارش شده است.

جدول (۸): نتایج برآورد سیستم معادلات همزمان

متغیر وابسته	متغیر مستقل	ضریب	آماره $t$	Prob
$LnVGDP_t$	عرض از مبدا ( $\beta_1$ )	۱۲/۴۸۶	۴۶/۸۵۲	۰/۰۰۰
	شاخص پیچیدگی اقتصادی ( $ECl_t$ )	-۰/۱۲۱	-۲/۲۷۳	۰/۰۲۵
	لگاریتم نوسان نرخ تورم ( $LnVINf_t$ )	۰/۰۶۹	۲/۴۲۲	۰/۰۱۷
	لگاریتم نسبت مخارج مصرفی دولت به GDP ( $LnGC_t$ )	۰/۱۸۷	۲/۷۲۷	۰/۰۰۷
$LnVINf_t$	لگاریتم باز بودن تجاری ( $LnTRADE_t$ )	۰/۱۲۰	۲/۵۴۰	۰/۰۱۲
	عرض از مبدا ( $\gamma_1$ )	۱۷/۹۰۶	۱/۷۹۶	۰/۰۷۵
	شاخص پیچیدگی اقتصادی ( $ECl_t$ )	-۰/۱۰۶	-۲/۵۲۷	۰/۰۱۳
	لگاریتم نوسان تولید ( $LnVGDP_t$ )	۱/۷۰۷	۲/۵۰۱	۰/۰۱۴
	لگاریتم نرخ ارز غیررسمی ( $LnEX_t$ )	۰/۰۴۴	۲/۳۶۳	۰/۰۲۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول (۸) نشان می‌دهد که متغیرهای سیستم در سطح خطای ۵ درصد از لحاظ آماری معنادار هستند. نتایج برآورد مدل برای معادله نوسانات تولید بیانگر آن است که تمامی متغیرهای توضیحی به جز شاخص پیچیدگی اقتصادی تأثیر مثبت و معنی‌داری دارند. اثر منفی شاخص پیچیدگی اقتصادی نشان می‌دهد که با افزایش یک درصدی در متغیر شاخص پیچیدگی اقتصادی، لگاریتم نوسانات تولید ۰/۱۲۱ درصد کاهش می‌یابد.

افزایش پیچیدگی اقتصادی منجر به تغییر در ساختار اقتصادی و متنوع شدن تولید و تمرکز بر کالاهای صنعتی و پیچیده می‌شود. به بیان دیگر، با کاربرد دانش و فناوری، روش‌های نوین تولید و عرضه محصولات جدید، بهره‌وری در فعالیت‌های تولیدی را افزایش و نوسان تولید را کاهش می‌دهد. به عبارت دیگر، تولید بیش‌تر کالاهای پیچیده که فناوری بالاتری را در خود نهفته دارد، می‌تواند به کاهش نوسان تولید در بلندمدت منجر شود. پیچیدگی اقتصادی از طریق

نقش پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید و تورم ... (حمید لعل خضری و ملیحه آشنا) ۹۳

دانش مولد و پذیرش فناوری‌های جدید و شیوه‌های نوین تولید، امکان کاهش نوسانات تولید در دوره‌های زمانی مختلف را فراهم می‌کند.

بر اساس نتایج تحقیق، اثر نوسان تورم بر نوسان تولید مثبت بدست آمده است. می‌توان گفت نااطمینانی تورم به عنوان یک کانال هزینه‌های حقیقی تورم را به اقتصاد منتقل می‌شود. افزایش تورم با افزایش نااطمینانی تورم ممکن است همراه باشد (Friedman, 1977) و بنابراین، می‌توان نااطمینانی بوجود آمده را عاملی برای کمتر شدن رشد تولید در اقتصاد دانست. تورم و به تبع آن نوسانات تورم، از پدیده‌های نامطلوب اقتصادی است که هزینه‌های زیادی را به شکل افزایش نابرابری، ایجاد انحراف در توزیع مجدد درآمد به نفع صاحبان دارایی‌ها و به زیان حقوق بگیران، افزایش میزان نااطمینانی، گسترش دامنه بی‌ثباتی در بخش‌های مختلف اقتصادی، کوتاه‌تر شدن افق تصمیم‌گیری و کاهش سرمایه‌گذاری بلندمدت تحمیل می‌کند. نرخ تورم بالا و با نوسان زیاد موجب افزایش هزینه‌های مبادله و کاهش سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های تولید و در نتیجه کاهش رشد اقتصادی می‌شود.

با افزایش یک درصدی لگاریتم نسبت مخارج دولت به GDP و لگاریتم باز بودن تجاری به ترتیب ۰/۱۸۷ و ۰/۱۲۰ درصد افزایش لگاریتم نوسانات تولید ایجاد خواهد شد.

نتایج برآورد مدل در خصوص معادله دوم همانند مدل اول نشان می‌دهد که تنها شاخص پیچیدگی اقتصادی تأثیر منفی و معنی‌داری بر لگاریتم نوسانات تورم دارد و متغیرهای لگاریتم نوسان تولید و لگاریتم نرخ ارز تأثیر مثبت و معنی‌داری دارند.

به عبارت بهتر با افزایش یک درصدی لگاریتم نوسانات تولید، لگاریتم نوسانات تورم به اندازه ۱/۷۰۷ درصد افزایش پیدا می‌کند. همچنین ضرایب برآوردی در این معادله نشان می‌دهد که یک درصد افزایش در شاخص پیچیدگی اقتصادی منجر به کاهش ۰/۱۰۶ درصدی لگاریتم نوسانات تورم می‌شود؛ با توجه به منفی بودن اثر پیچیدگی اقتصادی بر نوسان تورم می‌توان گفت از سمت عرضه، اثر کاهش قیمت و تورم با توجه به انتقال منحنی عرضه بر اثر افزایشی قیمت در طرف تقاضا غالب است و کاهش سطح عمومی قیمت‌ها را در بر دارد (Zhu & Li, 2017). علاوه بر این، نتایج مدل نشان می‌دهد یک درصد افزایش در لگاریتم نرخ ارز منجر به افزایش ۰/۰۴۴ درصدی لگاریتم نوسانات تورم می‌شود. به طور کلی تغییرات نرخ ارز هم از طریق تقاضای کل و عرضه کل بر سطح قیمت‌ها تأثیر زیادی دارد. کاهش ارزش پول داخلی می‌تواند مستقیماً از طریق افزایش قیمت کالاهای وارداتی منجر به افزایش تورم شود. همچنین تضعیف نرخ ارز باعث گران شدن قیمت نهاده‌ها و در نتیجه افزایش هزینه تولید می‌شود.

## ۵. نتیجه گیری

پیچیدگی اقتصادی از طریق دانش به صرفه جویی در منابع و بهبود کیفیت نهاده‌های تولیدی، افزایش بهره‌وری و کارایی ساختار تولید منجر می‌شود. در نتیجه، تنوع تولید کالاها و کاهش هزینه‌های تولیدی را به دنبال خواهد داشت. با توجه به اهمیت شاخص پیچیدگی اقتصادی و ظرفیت فناورانه در فرآیند رشد اقتصادی، بررسی نقش پیچیدگی بر متغیرهای کلان اقتصادی مانند نوسانات تولید و تورم (که در کشورهای در حال توسعه معمولاً از مسائل مهم پیش روی سیاست‌گذاران اقتصادی است) می‌تواند جهت برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری مفید باشد.

نااطمینانی در فضای اقتصادی منجر به انحراف تصمیمات مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان در زمینه پس‌انداز، مصرف و سرمایه‌گذاری می‌شود. چنین انحرافات، اثرات نامناسبی بر کارایی تخصیص منابع و سطح فعالیت واقعی اقتصاد خواهند گذاشت. وجود نااطمینانی در فضای اقتصادی، هزینه‌های عاملان اقتصادی را دوجندان می‌کند؛ و سطح سود و زیان بنگاه‌های تولید و خدماتی را تحت تأثیر قرار خواهد داد. گسترش بروز انواع شوک‌ها در سال‌های اخیر و انتقال بخشی از نااطمینانی به متغیرهای کلان اقتصادی توجه به این موضوع را در اولویت بیشتری قرار داده است.

از این‌رو پژوهش حاضر به بررسی تعاملات همزمان بین نوسانات تولید و نوسانات تورم در اقتصاد ایران پرداخته است. در این راستا با تصریح یک سیستم معادلات همزمان، حرکت همزمان نوسانات تولید و نوسانات تورم با استفاده از داده‌های سالانه ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفته است. ابتدا با انجام آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته به بررسی مانایی متغیرها پرداخته شد سپس برآورد مدل GARCH جهت مدلسازی نوسانات تورم و تولید انجام گرفت. در ادامه با تأیید درون‌زایی لگاریتم نوسانات تولید و لگاریتم نوسانات تورم با استفاده از شرط‌های لازم و کافی درجه‌ای و رتبه‌ای مشخص شد که هر دو مدل قابل شناسایی هستند. در نهایت با استفاده از روش حداقل مربعات سه مرحله‌ای (3SLS) به برآورد سیستم معادلات همزمان پرداخته شد. نتایج برآورد مدل برای معادله نوسانات تولید بیانگر آن است که متغیرهای لگاریتم نوسان تورم، لگاریتم نسبت مخارج مصرفی دولت به GDP و لگاریتم بازبودن تجاری تأثیر مثبت و شاخص پیچیدگی اقتصادی تأثیر منفی و معناداری دارد. همچنین برای معادله نوسانات تورم، لگاریتم نوسان تولید و لگاریتم نرخ ارز تأثیر مثبت و شاخص پیچیدگی اقتصادی تأثیر منفی و معنی‌داری دارند.

نقش پیچیدگی اقتصادی بر نوسانات تولید و تورم ... (حمید لعل خضری و ملیحه آشنا) ۹۵

برای برنامه‌ریزی بهتر در راستای بهبود شرایط اقتصادی و فضای با ثبات، عوامل مؤثر بر نوسانات تولید و تورم و اقداماتی که موجب کاهش این نوسانات می‌شود، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. طی دهه‌های اخیر حرکت کشورها به سمت تغییرات ساختاری در تولید و اقتصاد دانش محور شرایط تولید، عرضه، و تقاضای محصولات را تحت تأثیر قرار داده است. وجود رابطه بین وضعیت پیچیدگی اقتصادی و متغیرهای اقتصادی مانند تولید و تورم می‌تواند راهنمایی برای سیاست‌گذاران و دولت در راستای اتخاذ سیاست‌های اقتصادی باشد.

سیاست‌های اقتصادی با هدف دستیابی به قابلیت‌های تولید مبتنی بر دانش و پیچیدگی نه تنها رشد اقتصادی را بهبود می‌دهند، بلکه نرخ پایین‌تری از نوسانات تورم را نیز ممکن می‌سازد. بنابراین، یکی از ارکان اصلی کاهش نوسانات و ایجاد فضای باثبات اقتصادی توجه به پیچیدگی اقتصادی، با تولید مجموعه متنوعی از کالاهاست. به عبارت دیگر، بهبود شاخص پیچیدگی اقتصادی می‌تواند ثبات قیمتی و تولیدی در ایران را بهبود بخشد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران به شاخص پیچیدگی اقتصادی در سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری توجه کنند و کاربرد دانش و فناوری را در فرآیند تولید مد نظر قرار داده و شرایط تسهیل ایجاد ساختار مولد مبتنی بر دانش را فراهم کنند.

## پی‌نوشت

۱. الگوی با کمترین مقدار جبری معیار آکائیک، به عنوان الگوی بهینه انتخاب شده است.

## کتاب‌نامه

- پژم، سید مهدی، سلیمی‌فر، مصطفی. (۱۳۹۴). بررسی تاثیر شاخص پیچیدگی اقتصادی بر رشد اقتصادی در ۴۲ کشور برتر در تولید علم. اقتصاد و توسعه منطقه‌ای، ۱۰، ۱۶-۳۸.
- حاجی‌ملادرویش، نرگس، مظفری پور، ندا. (۱۴۰۰). طبقه‌بندی ارتباط میان بیکاری و پیچیدگی اقتصادی براساس سطح نوآوری. پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۶ (۸۶)، ۱۶۶-۱۸۸.
- رحیمی، فرشته، سایه میری، علی، قاسمیان، نرگس، شایان، عبدالله. (۱۴۰۰). اثر شاخص پیچیدگی اقتصادی بر رشد اقتصادی کشورهای MENAT ۲۰۰۸-۲۰۱۷. فصلنامه اقتصاد کاربردی، ۳۶ (۱۱)، ۱-۱۵.
- رشنوادی، یعقوب، نوروزی، حسین، فیروزان سرنقی، توحید و بیگی، شاهرخ. (۱۳۹۹). بررسی تعاملات بین نرخ ارز و بازار سهام در ایران: رویکرد سیستم معادلات همزمان. فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، شماره ۳۹، ۱۴۹-۱۱۳.

سوری، علی. (۱۳۹۲). اقتصادسنجی پیشرفته همراه با کاربرد Eviews 8 & Stata12. نشر فرهنگ‌شناسی، چاپ اول.

شاه آبادی، ابوالفضل، کرمی، بهاره، ارغند، هانیه. (۱۴۰۱). تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر تورم در کشورهای منتخب سازمان همکاری اسلامی. فصلنامه علمی پژوهشی اقتصاد مقاداری، ۱۹(۲)، ۶۷-۹۱. doi: 10.22055/jqe.2021.32056.2197

شاهمردادی، بهروز، سمندرعلی اشتهاردی، مژگان. (۱۴۰۰). شناسایی مسیر توسعه قابلیت‌های فناورانه کشور با استفاده از رویکرد پیچیدگی اقتصادی. پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۶(۸۶)، ۴۴-۷۲. doi: 10.22054/ijer.2020.41813.755

عظیمی سیدرضا، میری‌طامه اشرف سادات، تقی‌زاده خدیجه، صمدی رضا. (۱۳۹۲). بررسی روند و علل تورم در ایران در سال‌های (۱۳۸۹-۱۳۹۱) و اقدامات صورت‌گرفته برای مهار آن. فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی، ۱(۱)، ۲۵-۵۸.

گجراتی، دامودار (۱۹۹۵). مبانی اقتصادسنجی. ترجمه ابریشمی، حمید (۱۳۹۰)، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ هفتم.

لعل خضری، حمید، آشنا، ملیحه، (۱۴۰۲). بررسی رابطه پویای عدم اطمینان سیاست اقتصادی جهانی با تورم و نااطمینانی تورم در ایران، اقتصاد و تجارت نوین، ۱۸(۱)، ۱۴۹-۱۷۱.

مهرآرا، محسن و مجاب، رامین. (۱۳۸۹). ارتباط میان تورم، نااطمینانی تورم، تولید و نااطمینانی تولید در اقتصاد ایران. فصلنامه پول و اقتصاد، شماره ۲، ۳۰-۱.

Al Marhubi, F. (2021). *Economic Complexity and Inflation: An Empirical Analysis*. Atlantic Economic Journal, 49, 259-271.

Andrés, J., Doménech, R., & Fatás, A. (2008). *The stabilizing role of government size*. Journal of Economic Dynamics and Control, 32(2), 571-593.

Asian Development Bank. (2013). *Complexity, Specialization and Growth*, ADB Economics Working Paper Series, No.344.

Atlas of Economic Complexity. Available online: <https://atlas.cid.harvard.edu/countries>.

Bacchetta, M., Jansen, M. Piermartini, R. & A. Amurgo-Pacheco. (2007). *Export Diversification as an Absorber of External Shocks*. Preliminary Paper, World Bank.

Bollerslev T, Engle R. F, Wooldridge J. M. (1988). A capital asset pricing model with time varying covariance. Journal of Political Economy, 96: 116-131.

Buchheim, V., & Kedert, M. (2016). *Digitization effect on the inflation rate: An empirical analysis of possible digitization channels*. Available at SSRN: <http://www.divaportal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A948969&dsid=4271>

Balavac, M., & Pugh. G. (2016). *The Link Between Trade Openness, Export Diversification, Institutions and Output Volatility in Transition Countries*. Economic Systems 40, 273-287.



- Bruno, M., and Easterly, W. (1998). *Inflation Crises and Long-Run Growth*. Journal of Monetary Economics 41 (1998), 3–26.
- Debrun, X., & Kapoor, R. (2010). *Fiscal policy and macroeconomic stability: New evidence and policy implications*. Nordic Economic Policy Review, 1(1), 35–70.
- Di Giovanni, J., & Levchenko, A. (2009). *Trade Openness and Volatility*. Review of Economics and Statistics 91 (3), 558–585
- Easterly, W., Islam, R., & Stiglitz, J. (2001). *Shaken and Stirred: Explaining Growth Volatility*. In Annual World Bank Conference on Development Economics, edited by B. Pleskovic and N. Stern. Washington, World Bank.
- Engle R, Kroner K. Multivariate simultaneous generalized ARCH. Econometric Reviews 1995; 11: 122-150.
- Fatas, A., & Mihov, I. (2006). *The Macroeconomic Effects of Fiscal Rules in the US States*. Journal of Public Economics 90 (1–2), 101–117.
- Fogli, A., & Perri, F. (2015). *Macroeconomic volatility and external imbalances*. Journal of Monetary Economics, 69, 1–15.
- Friedman, M. (1977). *Nobel Lecture: Inflation and Unemployment*. Journal of Political Economy, 85, 451-472.
- Güneri, A. & Yasemin Yalta, A. (2021). *Does economic complexity reduce output volatility in developing countries?*, Bulletin of Economic Research, vol. 73(3), 411-431.
- Haddad, M., Lim, J. Pancaro, C., & Saborowski, C. (2013). *Trade openness reduces growth volatility when countries are well diversified*. Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique, 46(2), 765–790.
- Hakura, D. S. (2009). *Output Volatility in Emerging Market and Developing Countries: What Explains the "Great Moderation" of 1970-2003?*. Czech Journal of Economics and Finance (Finance a Uver) 59 (3), 229–254.
- Hausmann R, Hidalgo CA, Bustos S, Coscia M, Chung S, Jimenez J, Simoes A, Yildirim M. (2011). *The Atlas of economic complexity*. Puritan Press, Cambridge.
- Hausmann, R., & Hidalgo, C. A. (2011). *The network structure of economic output*. Journal of Economic Growth, 16(4), 309-342.
- Hidalgo CA, Hausmann R. (2009). *The Building of Economic Complexity*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS), 106 (26), 10570–10575.
- Jansen, M. (2004). *Income Volatility in Small and Developing Economies: Export Concentration Matters*. WTO Discussion Papers No 3. Geneva: World Trade Organization.
- Krishna, Pravin & Levchenko, Andrei A., (2013). *Comparative advantage, complexity, and volatility*, Journal of Economic Behavior & Organization, Elsevier, vol. 94(C), pages 314-329.
- Koren, M., and S. Tenreyro. (2007). *Volatility and Development*. Quarterly Journal of Economics 122 (1), 243–287.
- Loayza, N. V., & Raddatz, C. (2007). *The Structural Determinants of External Vulnerability*. The World Bank Economic Review, 21(3), 359–387.

- Lv, L., Liu, Z., & Xu, Y. (2019). *Technological progress, globalization and low-inflation: Evidence from the United States*. Public Library of Science One, 14(4), e0215366.
- Laverde-Rojas, H., & Correa, J. C. (2019). *Can scientific productivity impact the economic complexity of countries?*. *Scientometrics*, 120, 267-282.
- Malik, A., & Temple, J. R. (2009). *The geography of output volatility*. *Journal of Development Economics*, 90(2), 163-178.
- Maggioni, D., Turco, A. L., & Gallegati, M. (2016). *Does product complexity matter for firms' output volatility?* *Journal of Development Economics*, 121, 94-109.
- Breitenbach, M.C. Chisadza, C., & Clance, M. (2021). *The Economic Complexity Index (ECI) and output volatility: High vs. low income countries*, *The Journal of International Trade & Economic Development*, DOI: 10.1080/09638199.2021.1995467.
- Mishra, S. Lundstrom, S., and Anand. R. (2011). *Service Export Sophistication and Economic Growth*. Policy Research Working Paper 5606, World Bank, Washington, DC, 5(3), 1-39.
- Mobarak, A. M. (2005). *Democracy, volatility, and economic development*. *Review of Economics and Statistics*, 87(2), 348-361.
- Ramey, G., and V. A. Ramey. (1995). *Cross-country Evidence on the Link Between Volatility and Growth*. *American Economic Review* 85 (5), 1138-1151.
- Rodrik, D. (1999). *Where did all the Growth go? External Shocks, Social Conflict, and Growth Collapses*. *Journal of Economic Growth* 4 (4), 385-412.
- Swart J, Brinkmann L. (2020). *Economic Complexity and the Environment: Evidence from Brazil*. Universities and Sustainable Communities: meeting the goals of the agenda 2030, Part of the World Sustainability Series book series, 3-45.
- Sweet C., Maggio DSE. (2015). *Do Stronger Intellectual Property Rights Increase Innovation?*. *World Development*, 66, 665-677.
- Stojkoski, V., & Kocarev, L. (2017). *The Relationship Between Growth and Economic Complexity: Evidence from Southeastern and Central Europe*. MPRA, 77837. Retrieved from <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/77837/>
- Yang, B. (2008). *Does democracy lower growth volatility? A dynamic panel analysis*. *Journal of Macroeconomics*, 30(1), 562-574.
- 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.