Quarterly Journal of
Applied Theories of Economics

The Asymmetric Effect of Natural Disasters on Economic Growth in Iran: The NARDL Approach within the Framework of the Solow-Swan Theory

Vahid Azizi[1], Bakhtiar Javaheri[2], Fateh Habibi[3]

1. M.A. in Economics Department of Economics, University of Kurdistan, Kurdistan, Iran. VahidAzizi8@gmail.com
2. Corresponding Author, Associate Professor, Department of Economics, University of Kurdistan, Kurdistan, Iran. B.Javaheri@uok.ac.ir
3. Associate Professor, Department of Economics, University of Kurdistan, Kurdistan, Iran. F.Habibi@uok.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: January 2025
Accepted: May 2025

JEL: O47, Q54, C60.

Keywords:
Economic Growth,
Natural Disasters,
Solow-Swan model,
Iran.

ABSTRACT

Achieving a high economic growth rate during the process of sustainable development has become a crucial criterion for enhancing societal welfare, reducing poverty and inequality, and strengthening national authority. Therefore, identifying the factors that affect economic growth is a primary issue for policymakers. Theoretical literature suggests that unpredictable factors, such as natural disasters, can pose significant obstacles to achieving economic growth objectives. Thus, the present study was conducted to explore how natural disasters affect economic growth and fill the gap in the literature on asymmetric economics in Iran. The theoretical framework for this study is based on the Solow-Swan economic growth theory. In this context, the research model has been estimated using the NARDL method for the period between 1980 and 2023. The results indicate that natural disasters (NDI) asymmetrically reduce economic growth in Iran in both the short and long term. Further results demonstrate that trade liberalization (TO) and the physical capital savings rate (s) have a positive influence on economic growth, while the term $(n + g + \delta)$ negatively impacts economic growth. In light of these findings, it is recommended that suitable policies be implemented to enhance the resilience of society and the nation's productive sectors, thereby effectively addressing natural disasters and ensuring sustainable economic growth for the country.

Cite this article: Azizi, V., Javaheri, B., & Habibi, F. (2025). The Asymmetric Effect of Natural Disasters on Economic Growth in Iran: The NARDL Approach within the Framework of the Solow-Swan Theory. *Applied Theories of Economic*, 12(1), 119-144.
http//doi.org/ 10.22034/ecoj.2025.65103.3382

© The Author(s).
Publisher: University of Tabriz
DOI: 10.22034/ecoj.2025.65103.3382

Introduction

Achieving a high economic growth rate within the framework of sustainable development has become a crucial criterion for economic growth in a country. Through economic growth, governments can enhance societal welfare, reduce poverty, mitigate economic and social inequalities, and consequently strengthen national authority. Identifying the factors that influence economic growth is, therefore, a primary concern for policymakers. Theoretical literature suggests that unpredictable factors, such as natural disasters, can pose significant obstacles to achieving economic growth objectives. Addressing questions related to the effects of these disasters on the economic growth of societies is of utmost importance in developing global sustainable development strategies. As such, this study was conducted to investigate the impact of natural disasters on economic growth. Previous research has provided scant evidence on the effects of natural disasters on economic growth in Iran. Therefore, it is probable that no studies have been conducted to analyze the impact of natural disasters on economic growth within the framework of the Solow-Swan economic growth theory. As a result, this study differs from prior empirical literature. In this study, a natural disaster index is utilized to measure the effects of such disasters. Furthermore, it is innovative in proposing that disasters have an asymmetric effect on economic growth, thus demonstrating that this subject stands apart from previous studies.

Methodology

The primary objective of this study is to investigate the asymmetric effects of natural disasters on economic growth in Iran using the Solow-Swan economic growth model. Time series data spanning from 1980 to 2022 were employed, along with the Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL), to conduct the research. The empirical model analyzed is specified in Equation (1).

$$\ln y_t = \beta_0 + \beta_1 \ln s_t + \beta_2 \ln(n+g+\delta) + \beta_3 \ln NDI_t^+ + \beta_4 \ln NDI_t^+ + \beta_5 \ln TO_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

The dependent variable (y) represents the per capita income of the labor force. The independent variables include the physical capital savings rate (s), the term (g+n+δ), (NDI^-) negative changes due to natural disasters, (NDI^+) positive changes due to natural disasters, trade liberalization (TO), and the random error term (ε) for the year (t).
To calculate the Natural Disaster Index (NDI), four data points were utilized: the number of severe natural disasters (ND), the number of deaths (DEA), the number of people affected (AFF), and the amount of damage caused by natural disasters (DAM). Given the non-uniformity of the data scale, the data for each component is first normalized separately to produce the NDI. Subsequently, a composite index is obtained by averaging the resulting sub-indices. In general, this index is calculated using Equation (2).

$$\left.\begin{aligned} ND &= \left(\frac{ND_t - ND_{\min}}{ND_{\max} - ND_{\min}}\right) \\ DEA &= \left(\frac{DEA_t - DEA_{\min}}{DEA_{\max} - DEA_{\min}}\right) \\ AFF &= \left(\frac{AFF_t - AFF_{\min}}{AFF_{\max} - AFF_{\min}}\right) \\ DAM &= \left(\frac{DAM_t - DAM_{\min}}{DAM_{\max} - DAM_{\min}}\right) \end{aligned}\right\} \quad NDI_t = \frac{ND + DEA + AFF + DAM}{N} \quad (2)$$

Results and Discussion

Using the Augmented Dickey-Fuller (ADF) Unit Root Test, it was determined that the degree of reliability of the variables is mixed, with some being I(0) and others being I(1). Additionally, the independent variable of economic growth is an I(1) process. Therefore, the first condition for estimating the NARDL model is satisfied. The optimal interval for estimating the model was determined using the Schwarz-Bayesian Information Criterion (SBIC) with a lag length of one.

It was also confirmed that the model variables have a long-term relationship, as indicated by the bounds test. Consequently, the second condition for estimation is also met. The Wald test indicated that the positive and negative changes in economic growth resulting from natural disasters exhibit asymmetric behavior, thus confirming the appropriateness of using the Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL) estimation method. Finally, by validating the explicit tests, the empirical model of this study was estimated in both short-term and long-term patterns, and the results are reported in Table (1). The findings presented in Table 1 indicate that physical capital savings (s) and the degree of trade openness (to) exert a positive effect on economic growth, while the expression $(n + g + \delta)$ has a negative and significant effect. Based on the results, natural disasters (NDI) have a significant and detrimental impact on Iran's economic growth. The fluctuations, both positive (NDI^{+}) and negative (NDI^{-}), associated with severe natural disasters have led to a decline in economic growth in the country. Notably, the coefficient representing the negative changes is larger than that of the positive changes. Consequently, severe natural disasters have led to a decline in per capita income in Iran. The outcomes demonstrate that the occurrence of severe natural disasters has had an adverse impact on the nation's economic growth and development, resulting in a corresponding decline in economic performance. Therefore, in light of these findings, it is recommended that suitable policies be implemented to enhance the resilience of society and the nation's productive sectors, thereby effectively addressing natural disasters and ensuring sustainable economic growth for the country.

Variables	Short-term relationship			Long-term relationship		
	coefficient	T-statistic	Probability	coefficient	T-statistic	Probability
NDI+	-0.084	-3.37	0.001	-0.095	-3.78	0.000
NDI^{-}	-0.112	-4.37	0.000	-0.128	-5.25	0.000
s	0.132	3.83	0.000	0.151	4.13	0.000
TO	0.070	2.39	0.022	0.080	2.41	0.020
gnδ	-0.027	-2.66	0.011	-0.031	-2.68	0.010
c	14.407	8.84	0.000	16.427	56.89	0.000

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نظریه‌های کاربردی اقتصاد

اثر نامتقارن بلایای طبیعی بر رشد اقتصادی در ایران: رویکرد NARDL در چارچوب نظریه سولو – سوان[1]

وحید عزیزی[1]، بختیار جواهری[2]، فاتح حبیبی[3]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد، دانشگاه کردستان، کردستان، ایران. رایانامه: VahidAzizi8@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه کردستان، کردستان، ایران. رایانامه: B.Javaheri@uok.ac.ir
۳. دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه کردستان، کردستان، ایران. رایانامه: F.Habibi@uok.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۹

JEL: Q54،O47،C60.

واژه‌های کلیدی:
رشد اقتصادی،
بلایای طبیعی،
مدل سولو – سوان،
ایران

چکیده

دستیابی به نرخ رشد اقتصادی بالا در فرایند توسعه پایدار به معیاری مهم برای افزایش رفاه جامعه، کاهش فقر، نابرابری‌ها و تقویت اقتدار ملی تبدیل شده است. ازاین‌رو، شناسایی عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی یکی از مسائل اصلی سیاست‌گذاران است. ادبیات نظری نشان می‌دهد عامل‌های غیرقابل‌پیش‌بینی مانند بلایای طبیعی می‌توانند موانع مهمی برای دستیابی به اهداف رشد اقتصادی باشند. بنابراین، مطالعه حاضر برای بررسی این سؤال که بلایای طبیعی چگونه بر رشد اقتصادی تأثیر دارد؟ انجام شده است و خلأ ادبیات نامتقارن در اقتصاد ایران را پر می‌کند. از این‌رو، چارچوب نظری این مطالعه، بر پایه نظریه رشد اقتصادی سولو – سوان بنا شده است. در این راستا مدل پژوهش با استفاده از رویکرد خود توضیح با وقفه‌های گسترده غیرخطی طی دوره زمانی (۱۴۰۱-۱۳۵۹) برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد که بلایای طبیعی در کوتاه‌مدت و بلندمدت به‌صورت نامتقارن باعث کاهش رشد اقتصادی در ایران شده است. سایر نتایج نیز نشان داد که آزادسازی تجاری و نرخ پس‌انداز سرمایه فیزیکی اثر مثبت و عبارت $(n+g+\delta)$ اثر منفی بر رشد اقتصادی دارند. باتوجه‌به نتایج، توصیه می‌شود که سیاست‌های مناسب جهت افزایش تاب‌آوری جامعه و بخش‌های تولیدی کشور برای مقابله با بلایای طبیعی اجرا شود تا جریان رشد پایدار اقتصادی کشور تضمین شود.

استناد: عزیزی، وحید، جواهری، بختیار و حبیبی، فاتح (۱۴۰۴). اثر نامتقارن بلایای طبیعی بر رشد اقتصادی در ایران: رویکرد NARDL در چارچوب نظریه سولو – سوان. *نظریه های کاربردی اقتصاد*، ۱(۱۲)، ۱۱۹-۱۴۴.

DOI: 10.22034/ecoj.2025.65103.3382

ناشر: دانشگاه تبریز

حق‌مؤلف © نویسندگان.

[1] این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی‌ارشد نویسنده اول در دانشگاه کردستان است.

۱-مقدمه

توسعه فرآیندی است که با سازماندهی مجدد و تغییرات کل نظام اقتصادی - اجتماعی همراه است. این مفهوم شامل بهبود نرخ تولید و درآمد، تحولات اساسی در ساختارهای نهادی، اجتماعی و تغییر در نگرش عمومی است. توسعه اقتصادی به معنای رشد اقتصادی همراه با تغییرات بنیادین در اقتصاد و افزایش ظرفیت‌های تولیدی، اعم از فیزیکی، انسانی و اجتماعی است (فوروئوکا[1]، ۲۰۱۶). برنامه‌ریزی توسعه با هدف تجهیز منابع ملی به‌منظور رشد بیشتر تولید کالا و خدمات انجام می‌شود. بنابراین، تولید بیشتر با بهره‌برداری گسترده‌تر و فشرده‌تر از همه منابع اعم از منابع انسانی، فیزیکی و طبیعی همراه است، زیرا زمانی که نرخ رشد اقتصادی به طور محسوس افزایش یابد، فشار فزاینده‌ای بر منابع وارد می‌شود (فاخر و گلدانسا[2]، ۲۰۱۵). بااین‌حال، رشد اقتصادی پایدار تنها زمانی قابل تحقق است که توسط یک سیاست توسعه پایدار هدایت شود که شامل حفاظت از محیط زیست، کاهش فقر، توسعه متوازن منطقه‌ای و تأکید بر توسعه روستایی باشد (جاشوا[3]، ۲۰۱۷). از طرفی دستیابی به توسعه اقتصادی از اهداف کلیدی کشورها است. زیرا می‌تواند منجر به بهبود کیفیت زندگی، کاهش فقر و افزایش رفاه اجتماعی شود (لاورده_ روخاس و همکاران[4]، ۲۰۲۱). بنابراین، تداوم رشد اقتصادی پایدار در بلندمدت شرط لازم برای توسعه اقتصادی کشورها به شمار می‌آید (روزبهان، ۱۳۹۲).

اقتصاد ایدئال به‌عنوان سیستمی دائماً در حال رشد تصور می‌شود، اما در واقعیت با عوامل تصادفی و غیرسیستمی مواجه است. این عوامل که غیرقابل پیش‌بینی هستند، به‌طور ناگهانی و در دوره‌های زمانی متفاوت بروز می‌کنند. یکی از مهم‌ترین این عوامل، بلایای طبیعی است که به‌عنوان شوک‌هایی خارج از کنترل بشر، همه ساله خسارات جانی و مالی قابل توجهی در سطح کره زمین به بار می‌آورند. بلایای شدید طبیعی می‌تواند آسیب‌های زیادی به زیرساخت‌ها، اموال و صنایع وارد کنند و در نتیجه باعث توقف کسب‌وکارها، اختلال در تأسیسات تولیدی، سیستم‌های حمل‌ونقل و کاهش تولیدات اقتصادی می‌شوند (ایدروس و همکاران[5]، ۲۰۲۳). همچنین این حوادث ممکن است باعث از دست دادن جان، جراحت، آسیب‌های بهداشتی، اجتماعی، اقتصادی و زیست-محیطی شود. بنابراین، اثر بلایای طبیعی به اشکال مختلف ظاهر می‌شود و می‌تواند محدود به یک مکان و دوره خاص باشد، اما ممکن است محدوده جغرافیایی بزرگ‌تری را در برگیرد و برای مدت طولانی ادامه یابد (والیکا و همکاران[6]، ۲۰۲۳).

حوادث شدید طبیعی باعث کاهش ناگهانی در دسترسی به عوامل تولید مانند سرمایه و نیروی کار می‌شوند و سیستم اقتصادی را به تعدیلاتی وادار می‌کنند که ممکن است شامل انتقال به تعادل جدید یا بازگشت به تعادل قبل از وقوع بلایا باشد (خان و همکاران[7]، ۲۰۲۳). پیامدهای فوری بلایای طبیعی بر رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت به وضوح قابل مشاهده است و برخی از این اثرات احتمالاً به طور پیامدهای ماندگار باقی می‌مانند (هوکراینر[8]، ۲۰۰۹). از جمله این تأثیرات، می‌توان به بحران‌های مالی اشاره کرد که می‌توانند به دلیل فشارهای تورمی، رشد اقتصادی را مختل کنند. همچنین، ممکن است تأثیرات روانی بر افراد آسیب‌دیده داشته باشند و به طور بالقوه، بهره‌وری آنها را کاهش دهند (ایدروس و همکاران، ۲۰۲۳؛ برلمانن و ونزل[9]، ۲۰۱۵). بااین‌حال، در برخی موارد نادر، بلایا

[1] Furuoka
[2] Fakher & Goldansaz
[3] Joshua
[4] Laverde-Rojas et al.
[5] Idroes et al.
[6] Walika et al.
[7] Khan et al.
[8] Hochrainer
[9] Berlemann & Wenzel

ممکن است منجر به اثرات مثبت بر رشد اقتصادی شود (ساوادا و همکاران[1]، ۲۰۰۹). به‌ویژه اگر بازسازی و توسعه زیرساخت‌ها پس از بلایا صورت گیرد. این فرایند باعث جذب منابع برای بازسازی و توسعه زیرساخت‌ها می‌شود (چیبر و لااجاج[2]، ۲۰۱۳). بنابراین جذب سرمایه‌گذاری و افزایش مخارج برای بازسازی ممکن است فعالیت‌های اقتصادی را تحریک کرده و به رشد اقتصادی بلندمدت کمک کند (پانوار و سن[3]، ۲۰۱۹).

در طول زمان، تعداد بلایای شدید طبیعی و خسارات ناشی از آن افزایش یافته است (جوزف[4]، ۲۰۲۲). به طوری‌که تا به امروز ۱۳۳۸۶ بلایای طبیعی جهانی گزارش شده که ۳/۶ میلیون جان انسان، ۷/۷ میلیارد نفر آسیب‌دیده و ۳/۳ تریلیون دلار خسارت اقتصادی را به همراه داشته است (خان و همکاران، ۲۰۲۳). سرزمین ایران نیز به میزان زیادی در معرض مخاطرات طبیعی متعدّد قرار دارد. وقوع حدود ۳۱ نوع حوادث طبیعی در ایران ثبت شده است. از این بین، زلزله و سیل بیشترین فراوانی و صدمات را به بار آورده‌اند. به طور مثال کشته شدن حدود ۲۰ هزار نفر در زمین لرزه‌های بویین زهرا سال ۱۳۴۱، طبس با ۱۹/۶ هزار کشته در سال ۱۳۵۷، رودبار و منجیل در سال ۱۳۶۹ با حداقل ۴۰ هزار کشته، بم در سال ۱۳۸۲ با حداقل ۳۰ هزار کشته، سیل‌های استان گلستان در سال ۱۳۸۰ با حدود ۵۰۰ کشته، سال ۱۳۹۸ با حدود ۷۷ نفر کشته و بیش از هزار زخمی و میلیاردها ریال خسارات مالی تعدادی از بلایای طبیعی بزرگ در ایران هستند. به طورکلی، بر اساس گزارش پایگاه بین‌المللی بلایای طبیعی (EM-DAT)[5] از سال ۱۹۰۹میلادی در مجموع طی ۱۱۳ سال گذشته، ۲۵۸ بلایای شدید طبیعی در ایران اتفاق افتاده است که در مجموع ۱۶۳۴۵۳ نفر کشته و ۶۰۵۵۰۰۴۹ نفر هم آسیب دیده‌اند. لذا به طور متوسط ایران حدود ۶ درصد خسارات ناشی از مخاطرات طبیعی در جهان را به خود اختصاص داده است و خسارات ناشی از حوادث طبیعی و انسان ساخت در ایران، سالانه به طور متوسط ۵ میلیارد دلار برآورد شده است که ایران را جزء ۱۰ کشور حادثه خیز جهان و چهارمین کشور آسیا قرار می‌دهد. با این وجود، بررسی اثرات بلایای طبیعی بر شاخص‌های کلان اقتصادی و رفاه اجتماعی در ایران کمتر پرداخته شده است.

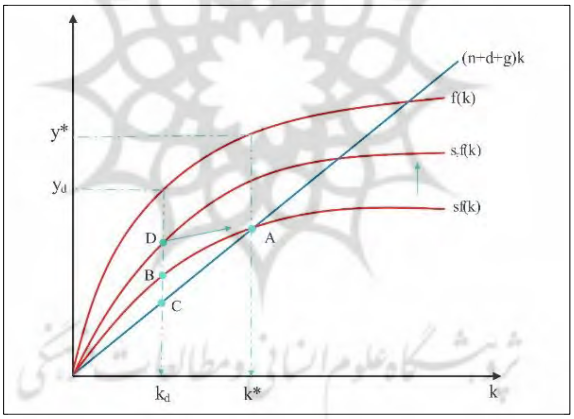
بنابراین با توجه به این‌که، بلایای طبیعی به‌عنوان رویدادهایی غیرقابل‌پیش‌بینی و تصادفی شناخته می‌شوند، اما تأثیرات واقعی و قابل‌توجهی بر اقتصاد دارند، بررسی این موضوع که آیا این بلایای طبیعی مانع واقعی برای دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی کشورها هستند یا خیر، سؤال اصلی این پژوهش است و دارای اهمیت مطالعاتی زیادی می‌باشد. لذا، این مطالعه به تحلیل اثر بلایای شدید طبیعی بر رشد اقتصادی در کشور ایران می‌پردازد. علاوه بر این، فرض بر این است که تأثیر بلایای شدید طبیعی بر رشد اقتصادی ممکن است به‌صورت نامتقارن باشد؛ به‌عبارت دیگر، تغییرات مثبت و منفی ناشی از حوادث طبیعی اثرات متفاوتی را درجامعه و اقتصاد بر جای خواهند گذاشت. همچنین، این مطالعه شواهد جدیدی از اندازه‌گیری معیارهای کمی برای بلایای شدید طبیعی ارائه می‌کند و نقش این حوادث در کاهش رشد اقتصادی ایران را در چارچوب نظریه رشد اقتصادی سولو – سوان نشان می‌دهد. به همین منظور، در ادامه به مرور ادبیات مربوطه پرداخته می‌شود که شامل مبانی نظری و پیشینه‌های تجربی مرتبط با موضوع است. سپس، روش‌شناسی پژوهش تشریح شده و یافته‌های حاصل از آزمون‌ها و برآورد مدل پژوهش ارائه می‌شود. در نهایت، نتیجه‌گیری و پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی مطرح خواهد شد.

[1] Sawada et al.
[2] Chhibber & Laajaj
[3] Panwar & Sen
[4] Joseph
[5] EM-DAT: The International Disaster Database

۲-ادبیات موضوع

۲-۱- مبانی نظری

ادبیات مربوط به ارتباط نظریه‌های رشد اقتصادی با بلایای طبیعی هنوز محدود و در حال توسعه است. بحث و نتایج ذکر شده تا به حال متناقض و متفاوت بوده است (بایگ و همکاران[1]، ۲۰۱۸). در بین نظریه‌های رشد اقتصادی، تئوری سولو[2] – سوان[3] برای آشکار کردن اثرات اقتصادی بلایای طبیعی مناسب است. این مدل به دلیل قدرت مفهومی و وضوح آن در توضیح تغییر وضعیت به حالت پایدار بلندمدت به طور گسترده در ادبیات تجربی استفاده می‌شود. در این نظریه، بلایای طبیعی از طریق سه کانال؛ عرضه مواد و نهاده‌های واسطه‌ای، بهره‌وری کل (A) و میزان نسبی سرمایه (K) و نیروی کار (L) بر بهره‌وری اقتصادی تأثیر می‌گذارد. شکل (۱) تأثیر بلایای طبیعی را با درنظرگرفتن مدل سولو – سوان نشان می‌دهد. اقتصاد در یک حالت ثابت در نقطه A قرار دارد. فرض می‌شود که یک حادثه طبیعی بر موجودی سرمایه تأثیر نامطلوب بگذارد؛ اما نیروی کار بدون تغییر باقی بماند (خان و همکاران، ۲۰۲۳). به همین دلیل سرمایه سرانه کاهش می‌یابد و به k_d می‌رسد. تولید از حالت پایدار y^* به تولید پس از فاجعه y_d کاهش می‌یابد. اقتصاد پس از یک حادثه شدید طبیعی به نقطه B می‌رسد. فاصله بین نقاط B و C فضای موجود برای بازیابی را نشان می‌دهد. اقتصاد به سمت سرمایه حالت پایدار k^* همگرا می‌شود.



شکل (۱): اثر بلایای طبیعی بر اقتصاد با درنظرگرفتن نظریه سولو – سوان

منبع: خان و همکاران (۲۰۲۳)

افزایش سرمایه با نرخ پس‌انداز بالاتر s_r نسبت به نرخ پس‌انداز قبل از فاجعه s مرتبط است. نرخ پس‌انداز بازیابی s_r انباشت سرمایه را تسریع می‌کند و اقتصاد به نقطه D حرکت می‌کند. اقتصاد به‌تدریج بهبود می‌یابد (نقطه D تا A) و موجودی سرمایه برابر با سرمایه حالت ثابت k^* می‌شود. نرخ پس‌انداز نیز به نرخ پس‌انداز قبل از فاجعه باز می‌گردد (اوکویاما[4]، ۲۰۲۳). حال مشخص می‌شود که بلایای طبیعی ممکن است باتوجه‌به نظریه سولو – سوان بر محرک‌های پیشرفت اقتصادی تأثیر بگذارد.

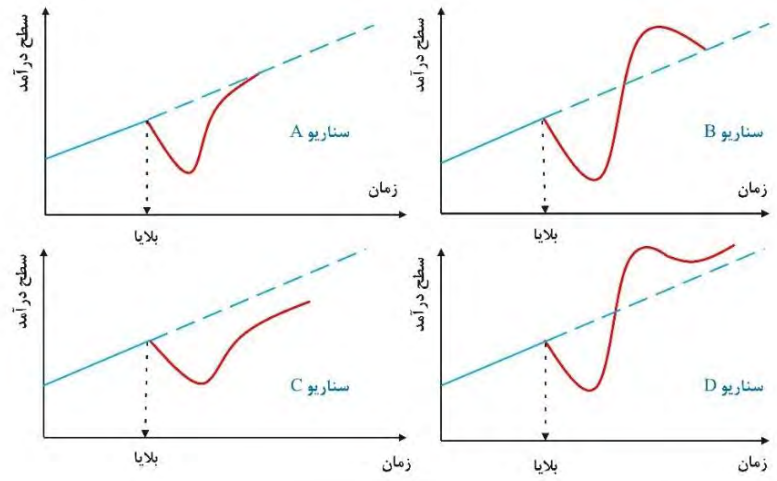
حوادث طبیعی با افزایش هزینه‌های خصوصی برای مراقبت‌های پزشکی و هزینه‌های اضطراری، انباشت سرمایه فیزیکی و انسانی را از طریق افزایش نرخ استهلاک و کاهش نرخ پس‌انداز کاهش می‌دهند. به‌عنوان‌مثال فانکهاوزر و تول[5] (۲۰۰۵) اشاره می‌کنند که

[1] Baig et al.
[2] Solow
[3] Swan
[4] Okuyama
[5] Fankhauser & Tol

بلایا نیاز به تعدیل بیشتر در مشارکت سرمایه، به‌ویژه باتوجه‌به هزینه‌های دفاعی دارند. از نظر تئوری، میزان سرمایه فیزیکی موجود به‌ازای هر کارگر در یک کشور نیز ممکن است پس از حوادث طبیعی افزایش یابد، زیرا کاهش نیروی کار می‌تواند منجر به کاهش سرمایه کمتر شود. همچنین، انباشت سرمایه انسانی به دلیل ازدست‌رفتن مهارت‌ها و افزایش نرخ ناتوانی و تعداد تلفات ناشی از فاجعه کاهش می‌یابد. همچنین، مهاجرت پس از یک فاجعه ممکن است باعث کاهش بیشتر در موجودی سرمایه انسانی و انباشت آتی آن شود، به‌ویژه کارگران ماهر که منابع بیشتری برای جابه‌جایی دارند. بنابراین، تأثیر کلی بلایای طبیعی بر نسبت سرمایه به کار، بستگی به این دارد که اثر کاهش جمعیت یا خسارات وارده به سرمایه‌های فیزیکی و انسانی کدام یک غالب باشد (کلمپ و والککس، ۲۰۱۴). به طور مشابه، لوایزا و همکاران (۲۰۱۲) و هالگات و دوما (۲۰۰۹) نشان می‌دهند که بلایای شدید احتمالاً اقتصادها را در مسیرهای رشد پایین‌تری قرار می‌دهند و آنها را در تعادل سطح پایین به دام می‌اندازند (کلمپ و والککس[1]، ۲۰۱۴). در نهایت، تأثیر بلایای طبیعی بر پیشرفت تکنولوژی از لحاظ نظری مبهم است. از یک سو، بلایای طبیعی ممکن است امکانات تحقیق و توسعه یا فرصت‌های آموزشی در حین کار را از بین ببرد و تأثیر منفی بر نرخ رشد فناوری داشته باشد. از سوی دیگر، هنگامی که پس از یک حادثه طبیعی، فناوری موجود با فناوری پیشرفته‌تری جایگزین می‌شود، ممکن است تأثیر مثبتی بر سطح فناوری در یک کشور داشته باشد (هالگات و دوما، ۲۰۰۹).

ازآنجایی‌که از نظر تئوری، پیش‌بینی‌ها در رابطه با تأثیرات کلان اقتصادی بلایای طبیعی در مقیاس بزرگ روشن نیستند، چیبر و لااجاج (۲۰۰۸) در ادبیات خود چهار سناریو ممکن را برای تکامل رشد اقتصادی بلندمدت سرانه پس از وقوع چنین فاجعه‌ای بررسی می‌کنند (شکل ۲). یکی از وجوه مشترک در همه سناریوها این است که در کوتاه‌مدت با وقوع بلایای طبیعی، تولید ناخالص داخلی سرانه به طور موقت کاهش می‌یابد، زیرا ظرفیت‌های تولید از بین می‌رود و اختلالاتی در اقتصاد به وجود می‌آید. سناریوهای A و B استدلال می‌کنند که بلایای طبیعی تنها تأثیرات موقت بر رشد اقتصادی دارند و نسبت سرمایه انسانی و فیزیکی به نیروی کار در کوتاه‌مدت کاهش می‌یابد. بااین‌حال، پس از فاجعه به دلیل بازده بیشتر سرمایه، پس‌انداز و جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی افزایش می‌یابد. در این فرایند سرمایه‌گذاری‌های بازسازی رونق می‌گیرد که به‌تدریج نسبت سرمایه به نیروی کار را دوباره افزایش می‌دهد (کلمپ و والککس، ۲۰۱۴). با این حال، هالگات و همکاران[2] (۲۰۰۷) بر این نکته تأکید دارند که به دلیل محدودیت‌های موجود در ظرفیت‌های اقتصادی، بازسازی سرمایه‌گذاری به‌آرامی پیش می‌رود، به‌خصوص در کشورهای درحال‌توسعه، جایی که نیازهای خاصی برای مهارت‌ها وجود دارد و بازار کار پاسخگوی آن نیست. این مسئله باعث می‌شود که سرمایه‌گذاری‌های بازسازی اغلب برای مدت‌زمان طولانی در این کشورها معوق بماند.

[1] Klomp & Valckx
[2] Hallegatte et al.



شکل (۲): سناریوهای احتمالی تأثیر بلایای طبیعی بر رشد اقتصادی

منبع: خان و همکاران (۲۰۲۳) و چیر و لاجاج (۲۰۰۸)

با توجه به مطالعه لویز و همکاران، (۲۰۱۲) کمک‌های خارجی می‌تواند برخی از این محدودیت‌های مالی و فنی را کاهش دهد. علاوه بر این، در سناریوی B مقداری سرمایه‌گذاری بیش از حد در دوره میانی پس از یک فاجعه وجود دارد. با این حال، در بلندمدت کاهش ارزش سرمایه بیشتر از سرمایه‌گذاری‌های جایگزین است که باعث می‌شود درآمد به مسیر رشد بلندمدت خود بازگردد (آلبلا – برتراند[1]، ۱۹۹۳). توضیح جایگزین برای سناریوی B، ورود موقت کمک‌های خارجی است که در یک مقطع زمانی مشخص متوقف می‌شود. در نتیجه این عمل باعث می‌شود تولید ناخالص داخلی سرانه به مسیر رشد متعادل اولیه خود بازگردد (کلمپ و والککس، ۲۰۱۴). در سناریوی C، نسبت سرمایه به نیروی کار دائمی کاهش یافته است که عمدتاً به دلیل محدودیت‌های مالی که خانوارها و بخش خصوصی با آن مواجه هستند و باعث سرمایه‌گذاری مجدد در سرمایه می‌شود، وجود دارد. کشور به مسیر رشد بلندمدت جدیدی می‌رسد که کمتر از مسیر اولیه است (بنسون و کلی[2]، ۲۰۰۳). در نهایت، در سناریوی D یک تأثیر مثبت بلندمدت بلایای طبیعی بر درآمد وجود دارد؛ زیرا سرمایه مستهلک شده یا از بین رفته با فناوری بهتر جایگزین سرمایه می‌شود (اسکیدمور و تویا، ۲۰۰۲)[3].

۲-۲- مروری بر مطالعات پیشین

صادقی و امامقلی‌پور[4] (۱۳۸۷) در مطالعه خود با استفاده از روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده[5] (ARDL) طی دوره زمانی (۱۳۸۳ – ۱۳۳۸) برای کشور ایران نشان دادند که بلایای طبیعی (خسارات بلایا) اثر منفی و مجذور بلایای طبیعی، سرمایه فیزیکی و متغیر مجازی (زلزله رودبار سال ۱۳۶۹) اثر مثبت بر تولید ناخالص داخلی غیرنفتی دارد.

[1] Albala-Bertrand
[2] Benson & Clay
[3] Skidmore & Toya
[4] Sadeghi & ImamQalipour (2008)
[5] Auto Regressive Distributed Lag (ARDL)

هادی‌زنوز و کمالی‌دهکردی[1] (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای برای منتخب ۶۷ کشور مختلف طی دوره زمانی (۲۰۰۴ – ۱۹۹۸) با استفاده از روش داده‌های پانل اثرات ثابت (FE)[2] نشان دادند که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، پس‌انداز سرمایه فیزیکی، سرمایه انسانی و آزادسازی تجاری اثر مثبت و عبارت (g+n+δ) اثر منفی بر رشد اقتصادی (تولید ناخالص داخلی سرانه نیروی کار) دارند.

صابری‌زاده و دقیقی (۱۳۹۸)[3] طی دوره زمانی (۱۳۶۱–۱۳۹۰) با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی (OLS) مشخص کردند که بلایای طبیعی (خسارات ناشی از سیل) اثر منفی و رشد نیروی کار و سرمایه‌گذاری در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای و بهره‌وری کل عوامل تولید اثر مثبت بر رشد اقتصادی (ارزش افزوده بخش حمل‌ونقل جاده‌ای) دارند.

سو و لی‌یو[4] (۲۰۱۶) در مطالعه شهرهای چین طی دوره (۲۰۱۰ – ۱۹۹۱) با استفاده از مدل رشد سولو و روش‌های اثرات ثابت (FE)، حداقل مربعات دو مرحله‌ای (2SLS)[5] و گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)[6] نشان دادند که سرمایه انسانی و عبارت (g+n+δ) اثر منفی و پس‌انداز سرمایه و سرمایه‌گذاری خارجی اثر مثبت بر رشد اقتصادی دارند.

قریشی و همکاران[7] (۲۰۱۹) برای کشور مالزی طی دوره زمانی (۲۰۱۶ – ۱۹۶۵) با استفاده از روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده (ARDL) نشان دادند که کمک‌های رسمی دریافت شده و سرمایه‌گذاری خارجی اثر مثبت و بلایای طبیعی (سیل، طوفان و اپیدمی) اثر منفی بر رشد اقتصادی دارند. اما در بلندمدت این نتایج ناپدید می‌شوند، جایی که سیل و طوفان ارتباط مثبتی با رشد اقتصادی نشان می‌دهد.

خان و همکاران (۲۰۲۳) برای ۹۸ کشور منتخب طی دوره زمانی (۲۰۰۹ – ۱۹۹۵) با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) نشان دادند که بلایای طبیعی (افراد آسیب‌دیده) اثر منفی و متغیرهای زیرساخت، سرمایه‌گذاری خارجی، سرمایه انسانی، جهانی شدن و سرمایه فیزیکی اثر مثبت بر تولید ناخالص داخلی سرانه دارند.

نائواج[8] (۲۰۲۳) برای کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه طی دوره (۲۰۱۹ – ۱۹۷۰) با استفاده از روش اثرات ثابت (FE) نشان دادند که بلایای طبیعی (هزینه خسارت) اثر منفی و سرمایه انسانی، تورم و تراکم جمعیت اثر مثبت بر رشد اقتصادی دارند.

گیامفی آکومه و همکاران[9] (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای برای ۴۸ کشور آفریقایی طی دوره (۲۰۲۰ – ۲۰۰۰) با استفاده از روش دو مرحله‌ای گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) نشان دادند که بلایای طبیعی (تعداد مرگ و میر، افراد آسیب دیده و کل خسارت ناشی از بلایا)، یک اثر منفی کوتاه‌مدت و یک اثر مثبت بلندمدت بر رشد اقتصادی دارند. سایر نتایج در کوتاه‌مدت نیز نشان داد که سال‌های تحصیلات ابتدایی، اشتراک تلفن همراه، تورم و نرخ ارز تأثیر منفی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و باز بودن تجاری تأثیر مثبت بر رشد اقتصادی نمونه مورد مطالعه دارند.

[1] Hadi Zonooz & Kamali Dehkordi (2009)
[2] Fixed effects
[3] Saberizadeh & Daghighi (2019)
[4] Su & Liu
[5] Two-Stage least squares (2SLS)
[6] The generalized method of moments (GMM)
[7] Qureshi et al. (2019)
[8] Naoaj
[9] Gyamfi Ackomah et al.

ورسامه و همکاران[1] (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای برای کشور سومالی طی دوره (۲۰۱۸ - ۱۹۹۰) با استفاده از روش تکنیک هسته حداقل مربعات منظم شده (KRLS)[2] نشان دادند که وقوع بلایای طبیعی (افراد آسیب‌دیده) اثر منفی و سرمایه فیزیکی اثر مثبت بر رشد اقتصادی دارند.

الیاس و همکاران[3] (۲۰۲۵) در مطالعه‌ای برای ۳۴ استان کشور اندونزی طی دوره زمانی (۲۰۲۲ - ۲۰۱۴) با استفاده از روش حداقل مربعات تعمیم یافته (FGLS)[4] نشان دادند که بلایای طبیعی (وقوع سیل) اثر منفی بر رشد اقتصادی دارد. همچنین، سایر نتایج نیز نشان داد که نیروی کار، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و سرمایه‌گذاری داخلی اثر مثبت و معناداری بر رشد اقتصادی دارند.

۲-۳- نوآوری پژوهش

مرور مطالعات تجربی گذشته حاکی از آن است که در رابطه با عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی مطالعات متعددی انجام شده است. اما ادبیات موضوع مطالعه حاضر، هنوز اندک و بی‌نتیجه است. بنابراین احتمالاً تا به حال پژوهشی که به بررسی بلایای طبیعی بر رشد اقتصادی در چارچوب نظریه رشد اقتصادی سولو - سوان بپردازد، انجام نشده است. ازاین‌رو، این مطالعه با ادبیات تجربی گذشته متفاوت است. از طرفی، در رابطه با بلایای طبیعی مطالعات گذشته بیشتر از متغیرهای مجازی یا تعداد مرگ‌ومیر، افراد آسیب‌دیده و میزان خسارت استفاده کردند. اما در این مطالعه برای اندازه‌گیری بلایای طبیعی از شاخص کمی‌سازی شده بلایای طبیعی استفاده می‌شود. این شاخص توسط چهار داده تعداد حوادث شدید طبیعی، تعداد مرگ‌ومیر افراد، تعداد افراد تحت‌تأثیر قرار گرفته و میزان خسارت وارد شده ناشی از بلایای طبیعی، شاخص‌سازی شده است. این مطالعه علاوه بر این که به پر کردن خلأ ادبیات موضوع کمک خواهد کرد در طرح این موضوع که بلایای طبیعی اثر نامتقارنی بر رشد اقتصادی دارند نیز دارای نوآوری در مسئله تحقیق است و در نتیجه متفاوت بودن موضوع را با مطالعات پیشین نشان می‌دهد.

۳-روش‌شناسی پژوهش

۳-۱- تصریح الگوی تجربی[5]

در این مطالعه، برای بررسی تأثیر بلایای شدید طبیعی بر رشد اقتصادی در اقتصاد ایران از مدل پایه نظریه رشد اقتصادی نئوکلاسیک سولو - سوان در حالت پایدار استفاده شده است. به این منظور، در این مطالعه تابع تولید کاب – داگلاس با بازدهی ثابت نسبت به مقیاس در نظر گرفته شده است. بر اساس این تابع، بخش اقتصاد مقداری از سه نهاده سرمایه K، نیروی کار L و دانش فنی و سایر عوامل دیگر A را در هر زمان با هم ترکیب و محصول یا کالا تولید می‌کند. در این تابع، حاصل‌ضرب نیروی کار و دانش فنی، نیروی کار مؤثر (AL) خوانده می‌شود (رومر[6]، ۲۰۰۱). بنابراین رابطه اول مدل رشد سولو – سوان در زمان t برابر رابطه زیر خواهد بود.

$$Y_t = f(K_t, A_t L_t) = K_t^{\alpha}(AL_t)^{1-\alpha} \qquad 0 < \alpha < 1 \qquad (۱)$$

دراین‌رابطه، Y تولید کل، K سرمایه، L نیروی کار و A سطح فناوری یا کارایی اقتصادی است. α و ۱-α نیز سهم نهاده سرمایه و نیروی کار در تولید هستند. در این مطالعه، فرض می‌شود عامل A علاوه بر پیشرفت فنی تابعی از سایر عوامل اثرگذار بر کارایی اقتصاد نیز است. بنابراین، وقوع بلایای طبیعی به‌عنوان شوک‌هایی است که به اقتصاد وارد می‌شود و احتمالاً می‌تواند بر کارایی اقتصاد

[1] Warsame et al.
[2] The Kernel Regularized Least Squares (KRLS)
[3] Ilyas et al.
[4] Full Generalized Least Squares (FGLS)
[5] برای مطالعه تفصیلی فرایند انتخاب روش و اثبات رابطه‌ها به مطالعه عزیزی (۱۴۰۳) مراجعه کنید.
[6] Romer

تأثیرگذار باشد. همچنین، به تبعیت از رائو[1] (۲۰۱۰) فرض می‌شود که تکنولوژی علاوه بر این که در شکل بهره‌وری نیروی کار ظاهر می‌شود، ممکن است به صورت انباشته (سرریز) از طریق فرایند تجارت خارجی نیز باعث رشد اقتصادی شود. بنابراین، فرض می‌شود که A(t) تابعی از سطح فناوری یا سایر عوامل، تجارت خارجی و بلایای طبیعی است. حال در رابطه (۱) خواهیم داشت:

$$L(t) = L(0)e^{nt}, \quad A(t) = A(0)e^{gt}NDI(t)^{\beta}TO(t)^{\phi}, \quad \dot{K}_t = sY - \delta K \qquad (۲)$$

در رابطه (۲)، نیروی کار با نرخ رشد n، سرمایه با نرخ رشد δ و عامل A با نرخ رشد g رشد می‌کنند. A(0) مقدار انباشت تکنولوژی در دوره پایه یا سایر عوامل است که عواملی چون آموزش و پرورش بهتر، سلامت و بهداشت، سازمان‌دهی بهتر و سایر را در بر می‌گیرد. لذا، مقدار A برون‌زا در نظر گرفته می‌شود. همچنین، NDI بلایای شدید طبیعی و TO نیز آزادسازی تجاری یا درجه باز بودن تجاری است.

تقاضای کل در این اقتصاد توسط رابطه Y=C+I مشخص می‌شود. C نشان‌دهنده مصرف و I نشان دهنده مخارج سرمایه‌گذاری است. با فرض بسته بودن اقتصاد، در شرایط تعادل S پس‌انداز با I سرمایه‌گذاری برابر است. علاوه بر این با فرض اینکه بخشی از تولید مصرف می‌شود و بخش ثابتی از تولید، پس‌انداز و سپس سرمایه‌گذاری می‌شود، تابع پس‌انداز را می‌توان به‌صورت رابطه $S_t=sY_t$ نوشت. شرایط تعادل مجدد به صورت زیر خواهد بود.

$$I_t = S_t \xrightarrow{S_t=s_tY_t} I_t = s_tY_t \qquad (۳)$$

که در آن s تمایل به صرفه جویی است. سرمایه‌گذاری ناخالص به عنوان تغییر در موجودی سرمایه به اضافه کاهش ارزش موجودی سرمایه موجود تعریف می‌شود و تشکیل سرمایه در طول زمان توسط رابطه زیر تعریف می‌شود.

$$I_t = \frac{dK_t}{dt} + \delta K_t \xrightarrow{I_t=s_tY_t} s_tY_t = \frac{dK_t}{dt} + \delta K_t \qquad (۴)$$

که در آن s درصد سهم سرمایه‌گذاری از تولید یا همان نرخ پس‌انداز بوده و σ نرخ استهلاک سرمایه است (راگاوندرا و پیروینن[2]، ۲۰۲۳). حال با درنظرگرفتن فرض بازدهی به مقیاس ثابت برای تابع تولید، تابع تولید و انباشت سرمایه را می‌توان به‌صورت سرانه تبدیل کرد.

$$y_t = \frac{Y_t}{A_tL_t} \Leftrightarrow Y_t = y_tA_tL_t \qquad (۵)$$

$$k_t = \frac{K_t}{A_tL_t} \Leftrightarrow K_t = k_tA_tL_t \qquad (۶)$$

برای تعیین تغییرات K از رابطه (۶) دیفرانسیل گرفته و نتیجه را همراه با رابطه (۵) در رابطه (۴) جایگزین و رابطه نهایی را نسبت به dk حل خواهیم کرد.

$$\frac{dk}{dt} = s_ty_t - (\frac{\frac{dA}{dt}}{A} + \frac{\frac{dL}{dt}}{L} + \delta)k_t \xrightarrow{\frac{\frac{dA}{dt}}{A}=g \frac{\frac{dL}{dt}}{L}=n} \dot{k} = \frac{dk}{dt} = s_ty_t - (g + n + \delta)k_t \qquad (۷)$$

رابطه (۷) معادله انباشت سرمایه می‌باشد که دومین معادله نظریه سولو – سوان است. لذا، نرخ تغییر سرمایه سرانه نیروی کار مؤثر $\dot{k}$ برابر است با تفاوت بین سرمایه‌گذاری واقعی sy و سر به سر $(g + n + \delta)k_t$ است. سرمایه‌گذاری واقعی مقدار سرمایه‌گذاری سرانه‌ای است که در عمل در اقتصاد انجام می‌شود. سرمایه سر به سر، مقدار سرمایه‌گذاری لازم برای ثابت نگهداشتن هر مقدار سرمایه سرانه نیروی کار مؤثر است. میزان انباشت سرمایه در نطقه پایدار با مساوی قرار دادن تغییرات k به صورت رابطه (۸) تعیین می‌شود.

[1] Rao
[2] Raghavendra & Piiroinen

$$\dot{k}_t = 0 \rightarrow s_t y_t - (n+g+\delta)k_t^* = 0 \rightarrow k_t^* = \left(\frac{s_t}{(n+g+\delta)}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (۸)$$

در این مدل هر اقتصاد در بلندمدت به مسیر رشد متوازن همگرا می‌شود. وضعیت پایدار زمانی است که در آن k و y با نرخ ثابت صفر رشد می‌کنند. بنابراین، برای رسیدن به حالت پایدار تولید سرانه نیروی کار مؤثر y^*، معادله پایانی رابطه (۸) را در رابطه تابع تولید سرانه جایگزین و با گرفتن لگاریتم، رابطه درآمد سرانه حاصل می‌شود.

$$y_t^* = A(t)(k_t^*)^{\alpha} \xrightarrow{k_t^*=\left(\frac{s_t}{n+g+\delta}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}} \xrightarrow{Ln} ln\, y_t^* = LnA(t) + \frac{\alpha}{1-\alpha} ln\, s_t - \frac{\alpha}{1-\alpha} ln(n+g+\delta) \quad (۹)$$

عبارت کارایی اقتصاد A(t) با توجه به رابطه (۲) به صورت رابطه (۱۰) تعریف شده است.

$$\begin{cases} A(t) = A(0)e^{gt}TO(t)^{\phi}NDI(t)^{\beta} \\ ln\, A_t = ln\, A\,(0) + gt + \phi\, ln\, T\, O_t + \beta\, ln\, N\, DI_t, \quad LnA(0) = a + \varepsilon_t \\ ln\, A_t = a + gt + \varepsilon_t + \phi\, ln\, T\, O_t + \beta\, ln\, N\, DI_t, \qquad a + gt = c \end{cases} \quad (۱۰)$$

بنابراین، با جاگذاری معادله پایانی رابطه (۱۰) در رابطه (۹) و مرتب کردن معادله فوق برای برآورد پارامترهای الگوی رشد سولو – سوان با همراهی بلایای طبیعی و آزادسازی تجاری، رابطه نهایی به صورت رابطه (۱۱) تصریح می‌شود.

$$ln\, y_t{}^* = c + \beta\, ln\, N\, DI_t + \phi\, ln\, T\, O_t + \frac{\alpha}{1-\alpha} ln\, s_t - \frac{\alpha}{1-\alpha} ln(n+g+\delta) + \varepsilon_t \quad (۱۱)$$

در رابطه فوق y^* تولید سرانه نیروی کار مؤثر، s_t نرخ پس‌انداز سرمایه فیزیکی، NDI_t بلایای طبیعی، TO_t آزادسازی تجاری، n نرخ رشد نیروی کار، g نرخ رشد پیشرفت تکنولوژی، δ نرخ استهلاک سرمایه فیزیکی است. این معادله بیانگر سطح محصول سرانه در وضعیت پایدار است. بر مبنای این الگوی، پس‌انداز و سرمایه‌گذاری بیشتر، رشد اقتصادی را تسریع و نرخ استهلاک، رشد جمعیت و رشد تحولات فنی بیشتر، رشد اقتصادی را از مسیر کاهش سرمایه فیزیکی، محدودتر خواهد کرد.

۳-۲- معرفی مدل و داده‌ها

هدف اصلی این مطالعه، بررسی تأثیر بلایای طبیعی بر رشد اقتصادی ایران با بهره‌گیری از نظریه رشد اقتصادی سولو–سوان است. به این منظور، مدل پایه به صورت رابطه (۱۱) تصریح شده است. علاوه بر این، در این مطالعه فرض بر این است که رفتار بلایای طبیعی نسبت به رشد اقتصادی ممکن است به‌صورت نامتقارن باشد؛ به عبارتی، تأثیرات مثبت و منفی ناشی از بلایا اثرات متفاوتی بر روی رشد اقتصادی خواهند داشت. از این رو، استفاده از روش‌های متداول اقتصادسنجی برای برآورد پارامترها ممکن است مناسب نباشد. زیرا تکنیک‌های مرسوم هم‌جمعی مانند روش‌های انگل–گرنجر و جوهانسن–جوسیلیوس قادر به لحاظ کردن شکست‌های ساختاری نیستند و الگوی خود توضیح با وقفه‌های گسترده خطی (ARDL) نیز برای بررسی روابط پیچیده بین متغیرها در زمان‌های مختلف مناسب نمی‌باشد. در الگوی ARDL، اثرات بلندمدت بین متغیرها به یک اندازه افزایش یا کاهش می‌یابند، اما در صورت وجود اثرات نامتقارن، باید از الگوی غیرخطی و نامتقارن استفاده کرد (آذربایجانی و همکاران، ۱۳۹۶). مفهوم عدم تقارن[1] به تغییرات مثبت و منفی در متغیرها اشاره دارد و اسکوردرت (۲۰۰۱)[2] این مفهوم را برای تعریف غیرخطی بودن به کار برد. برهمین اساس، شین و همکاران[3] (۲۰۱۱، ۲۰۱۴) با توسعه مدل ARDL، رهیافت NARDL را معرفی کردند که به شناسایی روابط هم‌جمعی غیرخطی و نامتقارن بین متغیرهای اقتصادی می‌پردازد. این روش تمایز بین اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت را فراهم می‌کند و برخلاف دیگر

[1] Asymmetry
[2] Schorderet
[3] Shin et al.

الگوهای تصحیح خطا، درجه‌های مختلفی از همبستگی را مجاز می‌داند (وان هونگ و همکاران، ۲۰۱۶)[1]. همچنین، انتخاب طول وقفه مناسب برای متغیرها به حل مسئله همبستگی چندگانه کمک می‌کند (شین و همکاران، ۲۰۱۴). بنابراین، با توجه به هدف و فرضیه این مطالعه، الگوی تجربی پژوهش با استفاده از روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده غیر خطی (NARDL)[2] و نرم‌افزار ایویوز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. برای انجام این مطالعه، از داده‌های سری زمانی طی دوره زمانی (۱۴۰۱-۱۳۵۹) به صورت لگاریتمی استفاده شده است. لذا، الگوی نهایی جهت برآورد به صورت زیر بازنویسی و تجزیه و تحلیل می‌شود.

$$ln\, y_t = \beta_0 + \beta_1\, ln\, s_t + \beta_2\, ln(n + g + \delta) + \beta_3\, ln\, NDI_t^{+} + \beta_4\, ln\, NDI_t^{+} + \beta_5\, ln\, TO_t + \varepsilon_t \qquad (۱۲)$$

متغیر وابسته در رابطه (۱۲) y رشد اقتصادی[3] یا درآمد سرانه نیروی کار است. متغیرهای مستقل شامل s نرخ پس‌انداز سرمایه فیزیکی، عبارت $(g+n+\delta)$، NDI^{-} تغییرات منفی و NDI^{+} تغییرات مثبت بلایای شدید طبیعی، آزادسازی تجاری TO[4] و جمله خطای تصادفی ε در سال t هستند. همچنین β_0 مقدار ضریب ثابت و β_1 تا β_5 نشان دهنده پارامترهای برآوردی متغیرهای مستقل مدل هستند.

رشد اقتصادی (y): در ارزیابی‌های اقتصاد کلان و برای اندازه‌گیری سلامت و رشد اقتصادی از تولید ناخالص داخلی استفاده می‌شود. در این مطالعه، رشد اقتصادی به صورت نسبت تولید ناخالص داخلی به تعداد نیروی کار محاسبه می‌شود. داده تولید ناخالص داخلی و نیروی کار به ترتیب از پایگاه‌داده بانک جهانی و بانک مرکزی ایران استخراج شده است.

نرخ پس‌انداز سرمایه فیزیکی (s): این شاخص به میزان درصدی اطلاق می‌شود که برای سرمایه‌گذاری در دارایی‌های فیزیکی مانند ساختمان‌ها، ماشین‌آلات و تجهیزات اختصاص می‌یابد. در این مطالعه، نرخ پس‌انداز سرمایه از تقسیم داده تشکیل سرمایه ثابت ناخالص به قیمت ثابت بر جمعیت نیروی کار محاسبه شده است. داده‌های تشکیل سرمایه ثابت ناخالص از پایگاه‌داده بانک جهانی استخراج شده است.

عبارت $(n+g+\delta)$: در مدل رشد اقتصادی سولو - سوان عبارت $(n + g + \delta)$ به ترکیبی از سه عامل اشاره دارد که بر نرخ رشد تولید و سرمایه در یک اقتصاد تأثیر می‌گذارند. عامل n نرخ رشد جمعیت یا نیروی کار است. این عامل نشان می‌دهد که جمعیت درحال رشد است و برآیند این عمل نشان‌دهنده افزایش تعداد نیروی کار در اقتصاد است. عامل g نرخ رشد فناوری است. این نرخ به پیشرفت‌های تکنولوژیکی اشاره دارد که می‌تواند بهره‌وری را افزایش دهد. عامل δ نرخ استهلاک سرمایه است. این نرخ نشان دهنده میزان کاهش سرمایه فیزیکی (مانند ماشین‌آلات، ساختمان‌ها و تجهیزات) در طول زمان است. ترکیب این سه عامل بیانگر میزان نیاز به سرمایه‌گذاری جدید برای حفظ و افزایش سطح سرمایه در اقتصاد است. بنابراین، عبارت $(n + g + \delta)$ به عنوان نرخ کل نیاز به سرمایه‌گذاری برای حفظ رشد پایدار اقتصادی و ظرفیت تولید در نظر گرفته می‌شود. در این مطالعه، برای محاسبه n از داده نرخ رشد نیروی کار (نفر)، g از داده نرخ رشد بودجه تحقیقات و فناوری (درصد از تولید ناخالص داخلی) و δ از داده نرخ رشد استهلاک سرمایه‌های ثابت (میلیارد ریال) استفاده شده است. داده‌های فوق از بانک مرکزی ایران استخراج شده است.

آزادسازی تجاری (TO): به از میان برداشتن کلیه محدودیت‌هایی که معمولاً دولت‌ها و سیاست‌گذاران طی زمان بر سر راه حرکت طبیعی متغیرهای کلان اقتصادی در بازارهای اقتصادی ایجاد می‌کنند گفته می‌شود. در این مطالعه، جهت اندازه‌گیری متغیر آزادسازی تجاری از نسبت ارزش تجارت (مجموع ارزش صادرات و واردات کالا و خدمات به قیمت ثابت) به ارزش تولید ناخالص داخلی به

[1] Van Hoang et al.
[2] Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL)
[3] Economic Growth
[4] Trade Openness

قیمت ثابت به دست می‌آید. برای این متغیر از داده تجارت (درصد تولید ناخالص داخلی) پایگاه داده بانک جهانی استفاده شده است.

بلایای طبیعی (ND): بلایا به حوادث طبیعی ناگهانی، تصادفی، غیرقابل پیش‌بینی و خطرناک اطلاق می‌شود که منجر به خسارت‌های جدی برای محیط‌زیست، اقتصاد، جامعه و زندگی انسانی می‌شود. لذا وقوع بلایای طبیعی بر ظرفیت‌های محلی غلبه می‌کند و نیاز به درخواست کمک خارجی در سطح ملی یا بین‌المللی دارد. مرجع پایگاه بین‌المللی بلایای طبیعی (EM-DAT) داده‌های تاریخی در مورد بلایای طبیعی را از سال ۱۹۰۰ تا به امروز ارائه می‌دهد که یک منبع داده باز است. این پایگاه آماری، توسط مرکز تحقیقات اپیدمیولوژی بلایا (CRED)[1] توسعه یافته است. در این مطالعه، به منظور تولید شاخص بلایای طبیعی (NDI)[2] با توجه به عدم یکسانی مقیاس داده‌های مربوط به حوادث طبیعی، از روش موریس (۱۹۹۷)[3] بهره‌گیری شده است. در مرحله اول، داده‌های اولیه استخراج و در چهار زیرشاخص، شامل تعداد حوادث طبیعی اتفاق افتاده در سال، میزان مرگ و میر افراد، تعداد افراد آسیب‌دیده و میزان خسارت ناشی از بلایای طبیعی گروه‌بندی می‌شوند. در مرحله دوم، نرمال‌سازی داده‌های هر مؤلفه به صورت مجزا و با استفاده از روش مین-مکس[4] انجام می‌گیرد. در مرحله سوم، وزن‌دهی به زیرشاخص‌ها صورت می‌پذیرد. با توجه به اهمیت هر یک از زیرشاخص‌ها در ارزیابی نهایی، به هر چهار زیرشاخص مورد استفاده وزن یکسان اختصاص داده شده است. علاوه بر این، نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین زیرشاخص‌ها کمتر از ۰/۷۰ بود، که نشان‌دهنده تقریباً استقلال داده‌ها از یکدیگر است. در مرحله چهارم، مقادیر زیرشاخص‌ها با استفاده از روش میانگین حسابی تجمیع شده و در نهایت شاخص ترکیبی بلایای شدید طبیعی محاسبه می‌شود. به‌طورکلی، این شاخص از طریق رابطه (۱۳) محاسبه شده است.

$$NDI_t = \frac{ND+DEA+AFF+DAM}{N}\Bigg)\Bigg)\Bigg\} \quad DAM = \left(\frac{DAM_t - DAM_{min}}{DAMmin_{max}()}\right) \Bigg| AFF = \left(\frac{AFF_t - AFF_{min}}{AFFmin_{max}()}\right) \Bigg| DEA = \left(\frac{DEA_t - DEA_{min}}{DEAmin_{max}()}\right) \Bigg| ND = \left(\frac{ND_t - ND_{min}}{NDmin_{max}()}\right.$$

در رابطه (۱۳)، NDI شاخص بلایای طبیعی، ND تعداد حوادث شدید طبیعی در سال، DEA تعداد مرگ‌ومیر (نفر)، AFF تعداد افراد تحت‌تأثیر قرار گرفته (نفر) و DAM میزان خسارت وارد شده ناشی از بلایای طبیعی (دلار) است. اندیس t مقدار متغیرهای فوق در سال t، اندیس min مقدار حداقلی و اندیس max مقدار حداکثری متغیرهای فوق در طول دوره مورد مطالعه است. بر اساس فرمول فوق، مقدار شاخص NDI مقداری بین صفر و یک را شامل می‌شود. هر چه این مقدار به یک نزدیک‌تر، اثر بلایای طبیعی بزرگ‌تر و هرچه به صفر نزدیک‌تر، اثر بلایا کوچک‌تر است. کلیه داده‌های مربوط به بلایای طبیعی از پایگاه بین‌المللی بلایای طبیعی (EM-DAT) استخراج شده است.

۴-تحلیل‌های تجربی

۴-۱- آزمون پایایی

نتایج آزمون ریشه واحد دیکی – فولر تعمیم‌یافته (ADF)[5] و زیووت ـ اندروز (ZA)[6] برای بررسی ایستایی و شکست ساختاری متغیرها در جدول (۱) گزارش شده است. نتایج هر دو آزمون نشان می‌دهد که رشد اقتصادی و نرخ پس‌انداز سرمایه فیزیکی با یک

[1] The Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)
[2] Natural Disasters Index (NDI)
[3] Morris
[4] Min-Max Normalization
[5] Augmented Dickey–Fuller test
[6] Zivot-Andrews unit root test

بار تفاضل‌گیری و در مرتبه اول پایا هستند. اما آزادسازی تجاری، شاخص بلایای طبیعی و عبارت (n+g+δ) در مرتبه صفر پایا هستند. بنابراین، مرتبه پایایی متغیرها از نوع I(0) و I(1) است. همچنین، با توجه به نتایج آزمون زیووت ـ اندروز، وجود شکست ساختاری و امکان وقوع پدیدهٔ نامتقارن و تابعیت از یک رفتار غیرخطی در داده‌های این پژوهش تأیید شده است.

جدول (۱): نتایج آزمون ریشه واحد برای متغیرهای پژوهش

متغیرها	آماره ADF		آماره ZA			درجه پایایی
	سطح	تفاضل مرتبه اول	سطح	تفاضل مرتبه اول	سال شکست ساختاری	
رشد اقتصادی	-۱/۴۲	-۶/۰۲***	-۳/۹۱	-۶/۱۶***	۲۰۱۲	I(1)
نرخ پس‌انداز سرمایه	-۱/۶۷	-۵/۶۱***	-۲/۸۷	-۶/۲۱***	۲۰۱۲	I(1)
آزادسازی تجاری	-۳/۴۰*	-۵/۰۴***	-۴/۶۵*	-۶/۳۱***	۱۹۹۰	I(0)
شاخص بلایای طبیعی	-۴/۷۹***	-۱۱/۰۷***	-۶/۵۲***	-۷/۲۹***	۲۰۰۶	I(0)
عبارت (n+g+δ)	-۵/۵۳***	-۱۱/۶۵***	-۶/۳۸***	-۶/۶۴***	۱۹۹۹	I(0)

منبع: یافته‌های پژوهش

نکته: ***، ** و * به ترتیب معناداری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد.

۴-۲- تعیین وقفه بهینه

برای تعیین وقفه بهینه، عمدتاً از معیارهای اطلاعات آکائیک (ACI)[1]، شوارتز بیزین (SC)[2] و حنان-کوئین (HQ)[3] استفاده می‌شود. در این آزمون، هرچه مقادیر این معیارها کمتر باشد، انتخاب مدل مناسب‌تر است. نتایج آزمون تعیین وقفه بهینه در جدول (۲) ارائه شده است. براساس معیار آکائیک، کمترین مقدار در وقفه سه و برای حنان-کوئین و شوارتز بیزین در وقفه یک به دست آمده است. بنابراین، با توجه به اینکه تعداد داده‌ها کمتر از ۱۰۰ است، از معیار شوارتز بیزین به عنوان ملاک انتخاب الگوی مناسب استفاده می‌شود؛ زیرا این معیار در تعداد وقفه‌ها صرفه‌جویی می‌کند.

جدول (۲): آزمون تعیین تعداد وقفه بهینه براساس معیارهای اطلاعات

وقفه بهینه	معیار آکاییک (AIC)	معیار شوارتز (SC)	معیار حنان- کوئین (HQ)
۰	۱/۳۹۴	۱/۵۹۸	۱/۴۶۹
۱	-۱/۹۷۹	-۰/۷۵۰*	-۱/۵۲۶*
۲	-۱/۹۷۲	۲/۲۸۰	-۱/۱۴۱
۳	-۲/۲۹۳*	۰/۹۸۲	-۱/۰۸۵

[1] Akaike Information Criterion
[2] Schwarz Information Criterion
[3] Hannan-Quinn Information Criterion

منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۳-نتایج آزمون هم‌انباشتگی

در این مطالعه، برای بررسی وجود رابطه بلندمدت از آزمون کرانه‌ها یا آزمون باند[1] استفاده شده است. در این آزمون، فرضیه صفر بیانگر عدم وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل است. نتایج آزمون کرانه‌های باند در جدول (۳) گزارش شده است. براساس نتایج، مقدار آماره F برابر ۱۳/۸۵۵ محاسبه شده است. مقدار آماره F، بزرگتر از مقدار کرانه بالا و پایین در جدول در سطوح احتمال ۱، ۵ و ۱۰ درصد است. پس، فرضیه صفر رد می‌شود و مدل فوق دارای رابطه بلندمدت است.

جدول (۳): نتایج آزمون باند برای تشخیص ارتباط هم‌انباشتگی

آماره آزمون F	سطح معنی‌داری	کرانه پایین I(0)	کرانه بالا I(1)	نتیجه آزمون
۱۳/۸۵۵	۱ درصد	۳/۰۶۰	۴/۱۵۰	تأیید وجود رابطه بلندمدت
	۵ درصد	۲/۳۹۰	۳/۳۸۰	
	۱۰ درصد	۲/۰۸۰	۳/۰۰۰	

منبع یافته‌های تحقیق

۴-۴- نتایج آزمون تقارن

در این مطالعه فرض می‌شود که الگوی مورد بررسی به صورت نامتقارن است. یعنی رفتار تغییرات بلایای طبیعی بر رشد اقتصادی اثرات متفاوتی دارد. لذا، برای بررسی این فرضیه از آزمون والد[2] استفاده می‌شود. فرضیه صفر در این آزمون، متقارن بودن تغییرات مثبت و منفی است. در جدول (۴) نتایج آزمون والد برای دو آماره F و χ^2 ارائه شده است. مقدار آزمون F در بلندمدت، کوتاه‌مدت و مشترک به ترتیب برابر ۴۶/۹۹۸، ۶/۹۸۰ و ۲۸/۴۳۳ برآورد شده است. برای آمار χ^2 نیز به ترتیب برابر ۴۶/۹۹۸، ۶/۹۸۰ و ۵۶/۸۶۷ است. نتایج هر دو آماره در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار است و در نتیجه فرضیه صفر آزمون والد رد می‌شود. بنابراین، تغییرات مثبت و منفی بلایای شدید طبیعی رفتار نامتقارنی بر رشد اقتصادی دارند. بنابراین، براساس نتایج رابطه غیرخطی بودن بلایای شدید طبیعی و رشد اقتصادی تأیید می‌شود.

جدول (۴): نتایج آزمون تقارن رفتار بلایای طبیعی بر رشد اقتصادی

نوع آماره	بلندمدت		کوتاه‌مدت		مشترک	
	مقدار آماره	احتمال	مقدار آماره	احتمال	مقدار آماره	احتمال
آماره F	۴۶/۹۹۸	۰/۰۰۰	۶/۹۸۰	۰/۰۱۲	۲۸/۴۳۳	۰/۰۰۰
آماره χ^2	۴۶/۹۹۸	۰/۰۰۰	۶/۹۸۰	۰/۰۰۸	۵۶/۸۶۷	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

۴-۵- نتایج برآورد مدل به روش NARDL

در بخش‌های قبل مشخص شد که درجه پایایی متغیرها به صورت مختلط I(0) و I(1) است. همچنین، متغیر مستقل رشد اقتصادی نیز I(1) است. پس، اولین شرط برآورد مدل NARDL برقرار است. وقفه بهینه جهت برآورد مدل با استفاده از معیار اطلاعات شوارتز بیزین (SC)[3] یک تعیین شد. زیرا، این معیار در تعداد وقفه‌ها صرفه‌جویی می‌کند و بهترین الگو را انتخاب می‌کند. همچنین، مشخص

[1] Bounds Test
[2] Wald Test
[3] Schwarz information criterion

شد که متغیرهای مدل با توجه‌به آزمون کرانه‌ها، دارای رابطه بلندمدت هستند. لذا، دومین شرط برآورد نیز برقرار است. با استفاده از آزمون والد نیز مشخص شد که تغییرات مثبت و منفی بلایای طبیعی بر رشد اقتصادی رفتاری نامتقارن دارند و در نتیجه شرایط برای استفاده از روش برآوردگر NARDL فراهم است. در نهایت، با تأیید آزمون‌های تصریحی در بخش (۴-۶)، مدل تجربی این مطالعه به صورت الگوهای کوتاه‌مدت و بلندمدت برآورد و نتایج در جدول (۵) گزارش شده است.

بر اساس نتایج، ضریب تعیین برابر ۰/۷۵۹ است. لذا متغیرهای مستقل حدوداً ۷۶ درصد توانسته‌اند تغییرات رشد اقتصادی را توضیح دهند. آماره آزمون F نیز برای معنی‌داری کل مدل در سطح یک درصد معنی‌دار است. نتایج محاسبه h دوربین برابر ۱/۳۲۲ محاسبه شده است که در فاصله (۱/۹۶+ و ۱/۹۶-) قرار دارد، لذا وجود خودهمبستگی در مدل رد می‌شود. وجود هم‌جمعی بین متغیرهای مدل، مبنای آماری استفاده از الگوی تصحیح خطا (ECM) را فراهم می‌کند. در این الگو، نوسانات کوتاه‌مدت متغیرهای مدل را به مقادیر تعادلی بلندمدت آنها ارتباط می‌دهد. در الگوی فوق، جمله تصحیح خطا (ECT)[1] را به عنوان یک متغیر توضیح دهنده برآورد می‌کنیم. بر اساس نتایج، متغیر جمله تصحیح خطا در سطح یک درصد معنی‌دار است. همچنین، مطابق انتظار علامت آن نیز منفی است. از سوی دیگر، مقدار این ضریب برابر ۰/۸۷۷- محاسبه شده است که نشان می‌دهد در هر سال حدوداً ۰/۸۰ از عدم تعادل یک دوره در رشد اقتصادی در دوره بعد تعدیل می‌شود. بنابراین، تعدیل به سمت تعادل نسبتاً با سرعت بالا در مدل صورت می‌گیرد. یافته‌های الگوی کوتاه‌مدت و بلندمدت نشان می‌دهد که کلیه متغیرها در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنادار هستند. در ادامه نتایج جدول (۵) گزارش شده است.

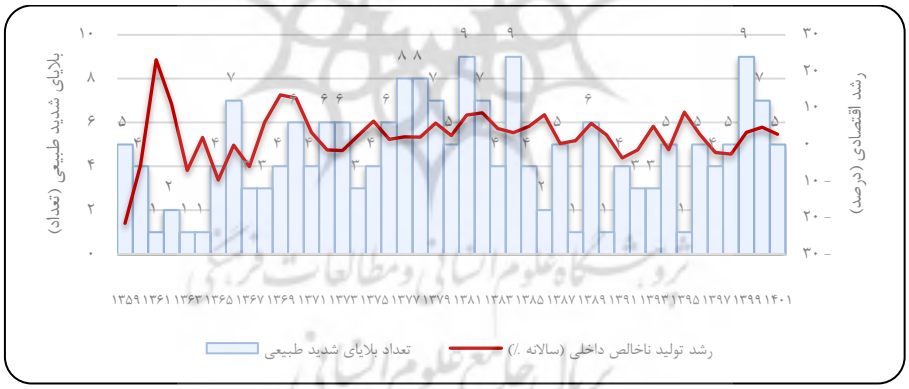
جدول (۵): نتایج برآورد الگوی کوتاه‌مدت و بلندمدت با استفاده از روش NARDL

متغیرها	رابطه کوتاه‌مدت			رابطه بلندمدت		
	ضریب	آماره t	احتمال	ضریب	آماره t	احتمال
تغییرات مثبت شاخص بلایای طبیعی	-۰/۰۸۴	-۳/۳۷	۰/۰۰۱	-۰/۰۹۵	-۳/۷۸	۰/۰۰۰
تغییرات منفی شاخص بلایای طبیعی	-۰/۱۱۲	-۴/۳۷	۰/۰۰۰	-۰/۱۲۸	-۵/۲۵	۰/۰۰۰
نرخ پس‌انداز سرمایه	۰/۱۳۲	۳/۸۳	۰/۰۰۰	۰/۱۵۱	۴/۱۳	۰/۰۰۰
آزادسازی تجاری	۰/۰۷۰	۲/۳۹	۰/۰۲۲	۰/۰۸۰	۲/۴۱	۰/۰۲۰
عبارت $(n+g+\delta)$	-۰/۰۲۷	-۲/۶۶	۰/۰۱۱	-۰/۰۳۱	-۲/۶۸	۰/۰۱۰
ضریب ثابت	۱۴/۴۰۷	۸/۸۴	۰/۰۰۰	۱۶/۴۲۷	۵۶/۸۹	۰/۰۰۰
جمله تصحیح خطا	-۰/۸۷۷	-۱۰/۶۸	۰/۰۰۰	–	–	–
آماره آزمون F	۱۳/۴۴۹	–	۰/۰۰۰	–	–	–
ضریب تعیین	۰/۷۵۹	–	–	–	–	–
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۷۰۳	–	–	–	–	–
آماره دوربین - واتسون	۱/۶۸۷	–	–	–	–	–
آماره h دوربین - واتسون	۱/۳۲۲	–	–	–	–	–

[1] Error Correction Term

منبع: یافته‌های تحقیق

تأثیر نامتقارن بلایای طبیعی به صورت دو متغیر تغییرات مثبت و منفی ارزیابی شده است. بر اساس نتایج در کوتاه‌مدت، ضرایب NDI^{+} تغییرات مثبت و NDI^{-} تغییرات منفی شاخص بلایای طبیعی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار هستند. در صورت افزایش یک درصد در متغیر تغییرات مثبت شاخص بلایای طبیعی، آنگاه رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت به میزان ۰/۰۸۴ درصد کاهش خواهد یافت. از سوی دیگر، در صورت افزایش یک درصد در متغیر تغییرات منفی شاخص بلایای طبیعی احتمالاً رشد اقتصادی به میزان ۰/۱۱۲ درصد کاهش خواهد یافت. تغییرات مثبت و منفی از نظر علامت یکسان هستند ولی از نظر اندازه، تغییرات منفی می‌توانند دو برابر بیشتر رشد اقتصادی را کاهش دهند. بر اساس یافته‌های برآورد الگوی بلندمدت، هر دو ضرایب تغییرات مثبت و تغییرات منفی بلایای طبیعی از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار هستند. ازاین‌رو، در صورت افزایش یک درصد در متغیر NDI^{+} و NDI^{-} رشد اقتصادی به ترتیب ۰/۰۹۶ و ۰/۱۲۸ درصد در بلندمدت کاهش خواهد یافت. طبق نتایج، تغییرات منفی اثر بزرگتری نسبت به تغییرات مثبت دارد. بنابراین، نتایج نشان می‌دهد که وقوع بلایای شدید طبیعی بر اقتصاد کشور آسیب‌زده و باعث کاهش رشد اقتصادی در ایران شده است. همان طورکه در شکل (۳) مشاهده می‌شود، در بیشتر سال‌هایی که تعداد بلایا افزایشی بوده رشد اقتصادی در سال بعد کاهش داشته است. به‌عنوان‌مثال، در سال ۱۳۶۶ تعداد ۷ حادثه شدید رخ داده است. رشد اقتصادی در سال بعد ۶ درصد کاهش یافته است. در ادامه، در سال ۱۳۶۸ تعداد حوادث به ۳ کاهش یافت و رشد اقتصادی در سال بعد حدود ۱۳ درصد افزایش داشته است. همین روند در بیشتر سال‌های مورد بررسی تکرار شده است.



شکل (۳): بلایای شدید طبیعی و رشد اقتصادی در ایران طی دوره (۱۴۰۱-۱۳۵۹)

منبع: یافته‌های این پژوهش

بر اساس یافته‌های پژوهش، در کوتاه‌مدت متغیر نرخ پس‌انداز اثر مثبت و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار است. در صورت ثبات سایر شرایط، اگر یک درصد نرخ پس‌انداز سرمایه فیزیکی افزایش یابد، رشد اقتصادی معادل ۰/۱۳۲ درصد رشد خواهد کرد. در بلندمدت نیز ضریب نرخ پس‌انداز سرمایه فزیکی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و باعث بهبود رشد اقتصادی می‌شود. در صورت ثبات سایر شرایط، اگر یک درصد نرخ پس‌انداز افزایش یابد؛ رشد اقتصادی ۰/۱۵۱ درصد در بلندمدت افزایش می‌یابد.

یافته‌ها نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت متغیر آزادسازی تجاری در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است. طبق نتایج، اگر یک درصد درجه باز بودن تجاری افزایش یابد در آن صورت رشد اقتصادی به میزان ۰/۰۷۰ درصد در کوتاه‌مدت افزایش خواهد یافت. در رابطه بلندمدت نیز، آزادسازی تجاری در سطح احتمال پنج درصد با علامت مثبت معنی‌دار است. لذا، در صورت افزایش یک درصد در متغیر آزادسازی تجاری، رشد اقتصادی به میزان ۰/۰۸۰ درصد در بلندمدت افزایش خواهد یافت.

در نهایت، نتایج برآورد مدل نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت عبارت (n+g+δ) طبق انتظار با علامت منفی اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد دارد. یعنی اگر مجموع نرخ پیشرفت تکنولوژی (g)، نرخ استهلاک سرمایه (δ) و نرخ رشد نیروی کار (n) یک درصد افزایش یابد، آنگاه رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت معادل ۰/۰۲۷ درصد کاهش خواهد یافت. همچنین، عبارت (n+g+δ) در بلندمدت نیز دارای اثر منفی و در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است. لذا در صورت افزایش یک درصد در عبارت (n+g+δ) در بلندمدت، مقدار رشد اقتصادی معادل ۰/۰۳۱ درصد کاهش می‌یابد.

۴-۶- نتایج آزمون‌های تشخیصی

نتایج آزمون‌های تشخیصی به منظور بررسی فروض کلاسیک و اعتبار مدل در جدول (۶) گزارش شده است. به منظور بررسی عدم خودهمبستگی از آزمون بروش - گادفری استفاده شده است. مقدار آماره F این آزمون معادل ۱/۱۴۲ است که در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیست و لذا فرضیه صفر آن مبنی بر عدم خودهمبستگی پذیرفته می‌شود و مدل پژوهش، دارای خودهمبستگی نیست. برای بررسی ناهمسانی واریانس از آزمون آرچ استفاده شده است. آماره F آزمون فوق برابر ۱/۵۰۲ برآورد شده است که در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار نیست. لذا فرضیه صفر مبنی بر ثابت بودن واریانس پذیرفته می‌شود و در مدل پژوهش، ناهمسانی واریانس وجود ندارد. برای بررسی فرض نرمال بودن جملات پسماند الگوی برآورد شده از آزمون جارک - برا استفاده شده است. در جدول (۶)، نتایج آماره جارک - برا معادل ۰/۹۴۸ برآورد شده است که در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست. لذا فرضیه صفر این آزمون (جملات پسماند (u) نرمال است) پذیرفته می‌شود. در نتیجه، مدل با احتمال ۹۵ درصد دارای توزیع نرمال جملات پسماند است. علاوه بر این، برای فرض فرم تابعی الگوی برآورد شده، از آزمون تصریح غلط شکل تبعی ریست رمزی استفاده شده است. آماره F آزمون رمزی برابر ۱/۰۷۵ برآورد شده است که از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست. مقدار F برآورد شده از مقدار بحرانی کوچک‌تر است و در نتیجه، فرضیه صفر (فرم تابعی درست است) رد نمی‌شود و مشکلاتی از قبیل فرم تبعی غلط الگو و حذف برخی از متغیرهای مهم و سایر مشکلات در الگو وجود ندارد. بنابراین، نتایج بررسی جدول (۶) نشان می‌دهد که در مدل برآورد شده با استفاده از روش NARDL، مشکل عدم تصریح صحیح مدل، ناهمسانی و خودهمبستگی وجود ندارد و الگوی پژوهش دارای توزیع نرمال است.

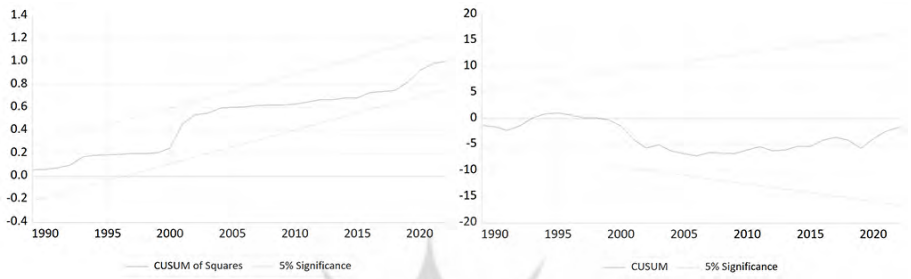
جدول (۶): نتایج آزمون‌های تشخیصی در الگوی NARDL

آزمون‌های تشخیصی	نوع آزمون	آماره آزمون	احتمال
آزمون عدم خود همبستگی	بروش - گادفری[1]	۱/۱۴۲	۰/۲۹۲
آزمون واریانس همسانی	آرچ[2]	۱/۵۰۲	۰/۲۲۷
آزمون توزیع نرمال جملات پسماند	جارک - برا[3]	۰/۹۴۸	۰/۶۲۲
آزمون تصریح غلط شکل تبعی	ریست رمزی[4]	۱/۰۷۵	۰/۳۰۷

منبع: یافته‌های پژوهش

[1] Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test
[2] Heteroskedasticity Test: ARCH
[3] Jarque & Bera
[4] Ramsey Reset Test

به منظور بررسی ثبات ضرایب الگو، از آزمون‌های مجموع تجمعی خطاهای بازگشتی (CUSUM)[1] و مجموع مجذور تجمعی خطاهای بازگشتی (CUSUMSQ)[2] استفاده شده است. در این آزمون‌ها، برای مقدار هر آماره مرزهایی تعیین می‌شود که اگر نمودارها خارج از ناحیه حد دو خط بحرانی، در سطح ۵ درصد قرار گیرد، رابطه بلندمدت ناپایدار خواهد بود. نتایج آزمون‌های فوق در شکل (۴) نشان می‌دهد، مقدار آنها از مرزهای تعیین شده در سطح معنی‌داری ۵ درصد خارج نشده‌اند و لذا این آزمون هیچ‌گونه تغییر ساختاری را نشان نمی‌دهد. در نتیجه پایداری مدل تخمینی مورد تأیید است.



الف – آزمون مجمع تجمعی ب – آزمون مجموع مجذور تجمعی

شکل (۴): نتایج آزمون‌های ثبات ضرایب در الگوی NARDL

منبع: یافته‌های پژوهش

۵-نتیجه‌گیری

توسعه پایدار اقتصادی، بهبود سطح زندگی و افزایش رفاه جامعه مدنی، از اصلی‌ترین مسائل حکومت‌ها در جهان امروز است که از پیش نیازهای آن، محقق ساختن رشد پایدار اقتصادی است. ازاین‌رو، دست‌یابی به نرخ رشد بالا و پایدار از اهداف مهم نظام‌های اقتصادی به شمار می‌رود. به‌طوری‌که، رشد اقتصادی پایدار علاوه بر اینکه راه‌حل بسیاری از دشواری‌های اقتصادی و اجتماعی (فقر، توزیع نامناسب درآمد، بیکاری، اعتیاد، فساد و غیره) تعبیر می‌گردد، نشانه‌ای از قدرت حکمرانی نظام سیاسی کشورها نیز تلقی می‌شود. بنابراین، یکی از سؤالات بنیادی در ادبیات نظری و تجربی نظریه‌های رشد اقتصادی، شناسایی عامل‌های مؤثر بر رشد اقتصادی و بررسی واکنش شاخص تولید ناخالص داخلی به شوک‌های نشئت گرفته از آنها است. لذا، شناسایی عوامل تأثیرگذار بر رشد اقتصادی و اندازه‌گیری سهم هر یک این عوامل از اهمیت بالایی برخوردار است. ازاین‌رو، این مطالعه با پیروی از مدل پایه رشد اقتصادی سولو – سوان، به طور تجربی ارزیابی می‌کند که چگونه بلایای طبیعی بر رشد اقتصادی در ایران تأثیر می‌گذارند.

نتایج این مطالعه نشان داد که، نرخ پس‌انداز سرمایه فیزیکی اثر مثبت و معنی‌داری بر رشد اقتصادی در ایران دارد و افزایش نرخ پس‌انداز سرمایه باعث افزایش درآمد سرانه در کوتاه‌مدت و بلندمدت شده است. این نتایج، بر اهمیت عامل سرمایه در فرایندهای تولید تأکید می‌کند. از یک‌سو، پس‌انداز بالا می‌تواند منجر به افزایش سرمایه‌گذاری در اقتصاد شود. هنگامی که افراد و شرکت‌ها پس‌انداز بیشتری داشته باشند، این منابع مالی می‌توانند به بانک‌ها و مؤسسات مالی منتقل شوند و سپس به پروژه‌های سرمایه‌گذاری اعطا شوند. ازاین‌رو، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، تکنولوژی و صنایع جدید می‌تواند به افزایش تولید و بهره‌وری منجر شود که در نهایت رشد اقتصادی را تسریع می‌کند. از سوی دیگر، با افزایش سرمایه‌گذاری، ظرفیت تولید کالاها و خدمات افزایش می‌یابد که می‌تواند به رشد اقتصادی کمک کند. همچنین، سرمایه‌گذاری‌های جدید معمولاً منجر به ایجاد شغل‌های جدید می‌شود. با افزایش

[1] Cumulative Sum of Recursive Residuals (CUSUM) Test
[2] Cumulative Sum of Squares of Recursive Residuals (CUSUMSQ) Test

اشتغال، درآمد خانوارها افزایش یافته و تقاضا برای کالاها و خدمات نیز بالا می‌رود. در نهایت افزایش پس‌انداز و سرمایه‌گذاری می‌تواند به تحقیق و توسعه کمک کند که در نتیجه به نوآوری و پیشرفت‌های تکنولوژیکی منجر می‌شود. این نوآوری‌ها معمولاً باعث افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها می‌شوند. نتایج این بخش با مطالعات کمالی دهکردی و همکاران (۱۳۹۸) هم‌سو است. همچنین، مطالعات سو و لی‌یو (۲۰۱۶) برای کشور چین، هادی‌زنوز و کمالی‌دهکردی (۱۳۸۸) برای منتخب ۶۷ کشور نیز نشان دادند که نرخ پس‌انداز در مدل‌های رشد با جامعه آماری مختلف، اثر مثبت بر رشد اقتصادی دارد. ازاین‌رو، این نتایج نیز، نتایج ما را تأیید می‌کنند. در رابطه با عبارت $(n+g+\delta)$ یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که این عامل مطابق انتظار در مدل رشد اقتصادی سولو – سوان با علامت منفی ظاهر شده است و اثر منفی و معنی‌داری بر رشد اقتصادی دارد. نتایج مطالعات سو و لی‌یو (۲۰۱۶) برای کشور چین و هادی‌زنوز و کمالی دهکردی (۱۳۸۸) برای ۶۷ کشور منتخب نیز نتایج مطالعه ما را تأیید می‌کند.

نتایج نشان داد که درجه بازبودن تجاری اثر مثبت و معنی‌داری بر رشد اقتصادی دارد. لذا، افزایش آزادسازی تجاری می‌تواند باعث بهبود درآمد سرانه در ایران شود. آزادسازی تجاری به معنای کاهش یا حذف موانع تجاری مانند تعرفه‌ها و سهمیه‌ها است که به کشور اجازه می‌دهد تا به‌راحتی کالاها و خدمات را با دیگران مبادله کند. ازاین‌رو، آزادسازی تجاری، انتقال فناوری‌های جدید را توسعه می‌بخشد و بهبود بهره‌وری را تسهیل می‌کند. تجارت انگیزه‌های اقتصادی ایجاد می‌کند. تخصیص نادرست، استفاده از منابع را در کوتاه‌مدت کاهش می‌دهد و در بلندمدت با تسهیل انتشار دانش و فناوری از واردات کالاهای با فناوری پیشرفته باعث رشد اقتصادی شود. آزادسازی تجاری می‌تواند با ایجاد فرصت‌های جدید، افزایش رقابت و بهبود کارایی اقتصادی، به رشد اقتصادی کمک کند.

یافته‌ها نشان می‌دهد که بلایای طبیعی اثر معنی‌دار و منفی در کوتاه‌مدت و بلندمدت بر رشد اقتصادی در ایران طی سال‌های (۱۴۰۱–۱۳۵۹) دارد. ازاین‌رو، حوادث شدید طبیعی باعث کاهش درآمد سرانه در ایران شده است. سرزمین ایران در جنوب غربی آسیا واقع شده است و حدوداً بیش از ۶۰ درصد آن با قرار گرفتن بر روی کمربند خشک جهان پوشیده از کوه و قسمت باقیمانده را بیابان و اراضی خشک تشکیل می‌دهد. ایران به دلیل موقعیت مکانی خود کشوری بلاخیز است. به‌عنوان‌مثال، بر اساس گزارش سازمان مدیریت بحران کشور، سیل در سال ۱۳۹۸ حدود ۹۰ هزار میلیارد ریال به اقتصاد کشور خسارت وارد نموده است. خسارت زلزله سال ۱۳۹۶کرمانشاه نیز حدود ۸۰ هزار میلیارد ریال توسط سازمان برآورد گردیده است. اثرات نامطلوب بلایا از طریق خسارات قابل توجه به اموال، زیرساخت‌ها و سرمایه انسانی منعکس می‌شود. زیرساخت‌ها را تخریب می‌کند، همزمان هزینه‌های بازسازی، کاهش تولید را درپی دارد و در نتیجه باعث کاهش بهره‌وری می‌شود. وقوع بلایای طبیعی درآمدهای دولت را کاهش و هزینه‌های آنها را افزایش می‌دهد. کاهش درآمد دولت با کاهش رشد اقتصادی به‌ویژه ناشی از اختلال در بخش‌های تأمین انرژی، گردشگری، کشاورزی و حمل و نقل به دلیل اختلالات ناشی از بلایای طبیعی شدید همراه است. به طور کلی مکانیسم اثر بلایای طبیعی بر اقتصاد به این صورت است که این حوادث با کاهش تولید ناخالص داخلی، اشتغال و سرمایه‌گذاری از قدرت اقتصادی کشورها کاسته و زمینه بروز مشکلات پیاپی در رشد اقتصادی را فراهم می‌کند. بنابراین، یافته‌های این مطالعه برای ایران با مطالعات صادقی و امامقلی‌پور (۱۳۸۷) و صابری‌زاده و دقیقی (۱۳۹۸) هم‌سو است. همچنین، مطالعات قریشی و همکاران (۲۰۱۹) برای کشور مالزی (سیل، طوفان و بلایای همه‌گیر)، ورسامه و همکاران (۲۰۲۴) برای کشور سومالی (افراد آسیب‌دیده)، نائواج (۲۰۲۳) برای کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه (هزینه خسارت)، خان و همکاران (۲۰۲۳) برای منتخب ۹۸ کشور (کل افراد آسیب‌دیده) و الیاس و همکاران (۲۰۲۵) برای کشور اندونزی (سیل) نیز نشان دادند که بلایای طبیعی با توجه به داده‌های مختلف اثر منفی بر رشد اقتصادی دارد. اما مطالعه

گیامفی آکومه و همکاران (۲۰۲۴) در کشورهای افریقایی نشان داد که داده‌های مختلف بلایای طبیعی (مرگ و میر، افراد تحت تأثیر و هزینه خسارت) در بلندمدت اثر مثبتی بر رشد اقتصادی داشته است. بنابراین، نتایج این مطالعه نشان داد که وقوع بلایای شدید طبیعی بر رشد و توسعه اقتصادی کشور آسیب‌زده است و در نتیجه باعث کاهش رشد اقتصادی در ایران شده است. لذا، لزوم توجه و افزایش تاب‌آوری در مقابل بلایای طبیعی ضروری است. برای مقابله با این چالش‌ها، پیشنهاد می‌شود که توجه ویژه‌ای به اقدامات پیشگیرانه مانند توسعه فناوری‌های جدید، شامل رادارها و تصاویر ماهواره‌ای، صورت گیرد که می‌تواند به بهبود پیش‌بینی، هشدارهای اولیه، و افزایش آگاهی و آمادگی جامعه کمک کند. علاوه بر این، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و نوآوری در زمینه مدیریت بلایای طبیعی برای کاهش خسارات و اثرات منفی این حوادث حیاتی است. تقویت زیرساخت‌های لازم برای مدیریت بحران، مانند سیستم‌های هشداردهی و طراحی طرح‌های عملیاتی، باعث افزایش تاب‌آوری می‌شود. همچنین، ایجاد نهادهای مبتنی بر جامعه که به تقویت حاکمیت محلی کمک کنند و آموزش‌های لازم را ارائه می‌کنند، به بهبود مدیریت بلایا می‌انجامد. دولت‌ها باید به کیفیت نهادی و حکمرانی محلی توجه داشته و برنامه‌ریزی مالی بلندمدت برای تأمین مالی فعالیت‌های بازسازی و کاهش خسارت‌ها در دوره‌های پس از فاجعه انجام دهند. همچنین، بهبود همکاری بین‌المللی برای به اشتراک‌گذاری دانش و تجربیات از الزامات کاهش اثرات منفی بلایای طبیعی است.

در بررسی‌های پژوهشی مرتبط با بلایای طبیعی، یکی از چالش‌های عمده، محدودیت داده‌ها و عدم دسترسی به آمارهای دقیق و به‌روز است. این مشکل به‌ویژه در کشورهایی که زیرساخت‌های اطلاعاتی قوی ندارند، مشهودتر است. در این مطالعه، محققان به دلیل عدم دسترسی به آمارهای به‌روز و دقیق در داخل کشور، ناگزیر به استفاده از داده‌های گزارش شده توسط پایگاه بین‌المللی بلایای طبیعی (EM-DAT) شدند. این پایگاه داده‌ها را بر اساس فاجعه‌های شدید و گزارش شده به صورت بین‌المللی جمع‌آوری می‌کند. لذا یکی از محدودیت‌های اصلی این نوع داده‌ها، عدم پوشش کامل بلایای طبیعی است. بلایایی که توسط کشور مبداء گزارش نمی‌شوند، در این پایگاه ثبت نمی‌شوند و این امر می‌تواند منجر به نا دیده گرفتن برخی از فاجعه‌ها و تأثیرات آن‌ها بر روی جوامع محلی گردد. همچنین، ممکن است که برخی از بلایا به دلیل کم اهمیت تلقی شدن یا عدم توانایی در ثبت دقیق، به‌طور کامل مستند نشوند. این موضوع می‌تواند به تحریف واقعیت‌های موجود و ارائه تصویری نادرست از شدت و فراوانی بلایا منجر شود. در نهایت، با توجه‌به پیچیدگی و ابعاد جهانی بلایای طبیعی، یک رویکرد جامع و بین‌المللی در این حوزه ضروری است. به‌طوری‌که پیشنهاد می‌شود یک پروژه تحقیقاتی چند وجهی طراحی شود که شامل مراحل زیر باشد:

۱. ایجاد پایگاه داده جامع: راه‌اندازی یک پایگاه اطلاعاتی ملی که شامل آمار و اطلاعات مربوط به حوادث طبیعی، خسارات اقتصادی و تأثیرات اجتماعی باشد. این پایگاه می‌تواند شامل داده‌های تاریخی و به‌روز در زمینه بلایای طبیعی، میزان خسارات و واکنش‌های اجتماعی و اقتصادی باشد.

۲. مطالعه تخصصی بر روی هر نوع بلای طبیعی: انجام تحقیقات مستقل و تخصصی برای بررسی اثرات هر یک از بلایای طبیعی (مانند سیل، زلزله، تغییرات اقلیم و غیره) بر شاخص‌های کلان اقتصادی و رفاهی. این مطالعات می‌توانند به شناسایی نقاط ضعف و قوت در سیاست‌های موجود کمک کنند.

۳. تحلیل مقایسه‌ای استانی: بررسی و انجام مطالعات موردی اثرات بلایای طبیعی بر استان‌های مختلف می‌تواند به شناسایی تفاوت‌ها در تاب‌آوری و پاسخگویی بین استان‌ها کمک کند و سیاست‌گذاران را در اتخاذ تصمیمات بهتر یاری دهد.

۴. بررسی تاب‌آوری اجتماعی و طبیعی: مطالعات ارزیابی میزان تاب‌آوری جوامع محلی در برابر بلایای طبیعی در شهرهای بزرگ و کوچک می‌توانند به شناسایی عوامل مؤثر بر تاب‌آوری کمک کرده و راهکارهایی برای تقویت آن ارائه دهند.

۵. مدل‌سازی اقتصادی: توسعه مدل‌های اقتصادی برای پیش‌بینی تأثیرات بلندمدت بلایای طبیعی بر رشد اقتصادی و رفاه اجتماعی می‌توانند به سیاست‌گذاران کمک کنند تا سناریوهای مختلف را بررسی کرده و اقدامات پیشگیرانه مناسبی را طراحی کنند. در پایان، این رویکرد جامع می‌تواند به گسترش دانش موجود در زمینه اثرات بلایای طبیعی بر اقتصاد ایران کمک کند و زمینه را برای سیاست‌گذاری‌های مؤثرتر فراهم آورد.

تضاد منافع

نویسندگان نبود تضاد منافع را اعلام می‌دارند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فهرست منابع

1. Albala-Bertrand, J. M. (1993). Natural disaster situations and growth: A macroeconomic model for sudden disaster impacts. *World Development*, *21*(9), 1417-1434.
2. Azizi, V. (2024). *Severe Natural Disasters and Economic Growth in Iran*.Master's thesis, University of Kurdistan (In Persian).
3. Azarbayjani, K., Mobini Dehkordi, M., & Kamalian, A. (2018). Analyzing the Asymmetric Effects of Exchange Rate on the Stock Price Index of Tehran Stock Exchange: the NARDL Approach. *Journal of Economics and Modelling*, *8*(32), 59-91 (In Persian).
4. Baig, N., Khan, S., Gilal, N. G., & Qayyum, D. A. (2018). Do natural disasters cause economic growth? An ARDL bound testing approach. *An ARDL Bound Testing Approach (April 3, 2018). Baig, N., Khan, S., Gilal, NG, & Qayyum, A*, 5-20.
5. Benson, C., & Clay, E. J. (2006). Disasters, vulnerability and the global economy: Implications for less-developed countries and poor populations. In *Developmental Entrepreneurship: Adversity, Risk, and Isolation* (pp. 115-145). Emerald Group Publishing Limited.
6. Berlemann, M., & Wenzel, D. (2015). *Long-term growth effects of natural disasters-empirical evidence for droughts* (No. 5598). CESifo Working Paper.
7. Chhibber, A., & Laajaj, R. (2007). Natural disasters and economic development impact, response and preparedness. *Global Development Network*, *1000*.
8. Chhibber, A., & Laajaj, R. (2013). The interlinkages between natural disasters and economic development. *The economic impacts of natural disasters*, 28-56.
9. Fakher, H. A., & Goldansaz, S. A. (2015). Investigating the impact of growth of petroleum products consumption on economic development with a systematic dynamics approach in developing countries. *Iranian Economic Review*, *19*(3), 279-293.
10. Fankhauser, S., & Tol, R. S. (2005). On climate change and economic growth. *Resource and Energy Economics*, *27*(1), 1-17.
11. Furuoka, F. (2016). Natural gas consumption and economic development in China and Japan: An empirical examination of the Asian context. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *56*, 100-115.
12. Gyamfi Ackomah, H., Mensah, L., & Kuttu, S. (2024). Natural disaster and economic growth in Africa: the role of insurance. *Cogent Economics & Finance*, *12*(1), 2328480.
13. Hadi Zonooz, B., & Kamali Dehkordi, P. (2009). The Impact of Foreign Direct Investment on Economic Growth in Host Countries. *Iranian Journal of Economic Research*, *13*(39), 136-113 (In Persian).
14. Hallegatte, S., & Dumas, P. (2009). Can natural disasters have positive consequences? Investigating the role of embodied technical change. *Ecological economics*, *68*(3), 777-786.
15. Hallegatte, S., Hourcade, J. C., & Dumas, P. (2007). Why economic dynamics matter in assessing climate change damages: illustration on extreme events. *Ecological economics*, *62*(2), 330-340.
16. Hochrainer, S. (2009). Assessing the macroeconomic impacts of natural disasters: are there any?. *World Bank policy research working paper*, (4968).
17. Idroes, G. M., Hardi, I., Nasir, M., Gunawan, E., Maulidar, P., & Maulana, A. R. R. (2023). Natural disasters and economic growth in Indonesia. *Ekonomikalia Journal of Economics*, *1*(1), 33-39.
18. Ilyas, I. S., Rahardi, C. S., & Kurniawan, A. (2025). The Influence of Flood Disasters on Economic Growth and Poverty in Indonesia. *Ganaya: Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, *8*(1), 98-108.
19. Idroes, G. M., Maulana, A., Suhendra, R., Lala, A., Karma, T., Kusumo, F., ... & Noviandy, T. R. (2023). TeutongNet: A fine-tuned deep learning model for improved forest fire detection. *Leuser Journal of Environmental Studies*, *1*(1), 1-8.
20. Joseph, I. L. (2022). The effect of natural disaster on economic growth: Evidence from a major earthquake in Haiti. *World Development*, *159*, 106053.
21. Joshua, J. (2017). *China's Economic Growth: Towards Sustainable Economic Development and Social Justice: Volume II: The Impact of Economic Policies on the Quality of Life*. Springer.
22. Khan, M. T. I., Anwar, S., Sarkodie, S. A., Yaseen, M. R., & Nadeem, A. M. (2023). Do natural disasters affect economic growth? The role of human capital, foreign direct investment, and infrastructure dynamics. *Heliyon*, *9*(1).
23. Klomp, J., & Valckx, K. (2014). Natural disasters and economic growth: A meta-analysis. *Global Environmental Change*, *26*, 183-195.

24. Laverde-Rojas, H., Guevara-Fletcher, D. A., & Camacho-Murillo, A. (2021). Economic growth, economic complexity, and carbon dioxide emissions: The case of Colombia. *Heliyon*, *7*(6).
25. Loayza, N. V., Olaberria, E., Rigolini, J., & Christiaensen, L. (2012). Natural disasters and growth: Going beyond the averages. *World Development*, *40*(7), 1317-1336.
26. Naoaj, M. S. (2023). From catastrophe to recovery: the impact of natural disasters on economic growth in developed and developing countries. *European Journal of Development Studies*, *3*(2), 17-22.
27. Panwar, V., & Sen, S. (2019). Economic impact of natural disasters: An empirical re-examination. *Margin: The Journal of Applied Economic Research*, *13*(1), 109-139.
28. Qureshi, M. I., Yusoff, R. M., Hishan, S. S., Alam, A. F., Zaman, K., & Rasli, A. M. (2019). Natural disasters and Malaysian economic growth: policy reforms for disasters management. *Environmental Science and Pollution Research*, *26*, 15496-15509.
29. Rao, B. B. (2010). Estimates of the steady state growth rates for selected Asian countries with an extended Solow model. *Economic Modelling*, *27*(1), 46-53.
30. Romer, D. H. (2001). *Advanced Macroeconomics*. New York, McGraw-Hill
31. Rezaei, H., Alizadeh, M., & Nademi, Y. (2017). Effective factors on per capita healthcare expenditure: a comparison of spatial models in selected developing countries. *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, *4*(2), 1-26.
32. Saberizadeh, M., & Daghighi, A. R. (2019). Investigating the effects of natural disasters (floods) on the value added of the road transport sector. *Journal of transportation research (Tehran)*, *16*(1), 337-346.
33. Sadeghi, H., & Emamgholipour, S. (2008). The natural disasters effect on non-oil GDP in Iran.
34. Sawada, Y., Bhattacharyay, M., & Kotera, T. (2019). Aggregate impacts of natural and man-made disasters: A quantitative comparison. *International Journal of Development and Conflict*, *9*(1), 43-73.
35. Schorderet, Y. (2001). Revisiting Okun's law: an hysteretic perspective.
36. Skidmore, M., & Toya, H. (2002). Do natural disasters promote long-run growth?. *Economic inquiry*, *40*(4), 664-687.
37. Skidmore, M., & Toya, H. (2002). Do natural disasters promote long-run growth?. *Economic inquiry*, *40*(4), 664-687.
38. Shin, Y., Yu, B., & Greenwood-Nimmo, M. (2014). Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework. *Festschrift in honor of Peter Schmidt: Econometric methods and applications*, 281-314.
39. Su, Y., & Liu, Z. (2016). The impact of foreign direct investment and human capital on economic growth: Evidence from Chinese cities. *China Economic Review*, *37*, 97-109.
40. Swan, T. W. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic record*, *32*(2), 334-361.
41. Walika, M., De Almeida, M. M., Delgado, R. C., & González, P. A. (2023). Outbreaks following natural disasters: a review of the literature. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, *17*, e444.
42. Warsame, A. A., Mohamed, J., & Sarkodie, S. A. (2024). Natural disasters, deforestation, and emissions affect economic growth in Somalia. *Heliyon*, *10*(6).