Economic Modeling
sanad.iau.ir/journal/eco
Volume 18, Issue 66, Summer 2024, 81-107.

Rriginal Article

Natural disasters, eco-innovation, and GDP per capita in Iran

Vahid Azizi*, Bakhtiar Javaheri, Fateh Habibi+**

DOI

Received:
22/09/2024

Accepted:
12/11/2024

Keywords:
GDP per capita, Eco-innovation, Natural Disasters, Iran

JEL Classification:
Q54, Q55, O40, F51

Abstract

Natural disasters are unpredictable events that disrupt the economic system of affected regions by impairing production, consumption, and employment, leading to immediate negative impacts on national output. In this context, eco-innovation is proposed as a key solution to mitigate the losses from natural disasters and enhance societal resilience. Eco-innovations can reduce disaster risks and improve overall quality of life. The aim of this study is to examine the role of eco-innovation in the relationship between natural disasters and GDP per capita in Iran. To achieve this, the Dynamic Ordinary Least Squares (DOLS) estimation approach was employed to analyze data from 1980 to 2022. The results indicate that eco-innovation positively affects GDP per capita, while natural disasters and the interaction variable (disasters and innovation) have a negative impact. Additionally, the findings suggest that innovation helps reduce the severity of the impact of disasters on GDP per capita. Furthermore, the study reveals that economic sanctions negatively affect GDP per capita, while factors such as labor, physical capital, and trade liberalization have a positive effect.

*Master of Theoretical Economics, Department of Economics, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran, VahidAzizi8@gmail.com
**Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran, (Corresponding Author). B.Javaheri@uok.ac.ir
+Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran, F.Habibi@uok.ac.ir

How to Cite: Azizi, V., Javaheri,B., Habibi, F. (2024). Natural disasters, eco-innovation, and GDP per capita in Iran, *Economic Modeling*. 18(66): 81-107.

1. Introduction

In recent decades, the world has experienced an increase in natural disasters, which have often been accompanied by significant economic losses. These events disrupt both economic and social development, emerging as one of the most critical factors influencing economic growth. They can affect key aspects such as production, consumption, trade, employment, and investment. As a result, natural disasters have become a growing international concern. In response, eco-innovation has gained recognition in the theoretical literature as a process aligned with environmental sustainability and development. Eco-innovation, as an effective solution, fosters sustainability through the creation of new processes, methods, and products. This study posits that, when properly implemented, these innovations can mitigate the severity of damages caused by natural disasters while contributing to sustainable economic growth. Thus, the main objective of this study is to explore the role of eco-innovation in the relationship between natural disasters and GDP per capita in Iran.

2. Research method and data

This study examines two key factors—natural disasters and eco-innovation—on per capita production in Iran. Accordingly, the research model is defined by Relationships 1 and 2.

$$LnYP_t = \beta_0 + \beta_1 LnK_t + \beta_2 LnL_t + \beta_3 LnNDI_t + \beta_4 LnTO_t + \beta_5 LnES_t + \beta_6 LnEI_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$LnYP_t = \beta_0 + \beta_1 LnK_t + \beta_2 LnL_t + \beta_3 LnNDI_t + \beta_4 LnTO_t + \beta_5 LnES_t + \beta_6 (LnEI_t \times LnNDI_t) + \varepsilon_t \quad (2)$$

In the research model, per capita GDP (YP) is the dependent variable. The main independent variables include the Natural Disaster Index (NDI), Eco-innovation (EI), and the interaction term (NDI × EI). The control variables are economic sanctions (SE), physical capital (K), labor (L), and trade openness (TO). Data for YP, TO, and K are sourced from the World Bank, labor data (L) from the Central Bank of Iran, economic sanctions (SE) from Iranmanesh et al. (2021), and eco-innovation (EI) data from the OECD database. The NDI variable is calculated using four indicators: the number of severe natural disasters per year (ND), the number of deaths (DEA), the number of people affected (AFF), and the amount of damage caused by natural disasters (DAM, in dollars). The Morris Index (1997) was employed to create the composite index.

$$NDI_t = \frac{\left(\frac{ND_t - ND_{min}}{ND_{max} - ND_{min}}\right) + \left(\frac{DEA_t - DEA_{min}}{DEA_{max} - DEA_{min}}\right) + \left(\frac{AFF_t - AFF_{min}}{AFF_{max} - AFF_{min}}\right) + \left(\frac{DAM_t - DAM_{min}}{DAM_{max} - DAM_{min}}\right)}{N} \quad (3)$$

Based on this formula, the NDI value ranges from zero to one. The closer the value is to one, the greater the impact of natural disasters, while values closer to zero indicate a smaller effect. All data related to natural disasters are sourced from the International Disaster Database (EM-DAT). This study uses time series data from 1980 to 2022 to investigate the issue. The results were analyzed using the Eviews program, and the Dynamic Ordinary Least Squares (DOLS) method was employed to estimate the model.

3. Analysis and discussion

The results using the DOLS method show that in both models, the variables trade openness (TO), physical capital (K), and labor (L) are statistically significant at the 5% and 1% probability levels, respectively, and have a positive effect on per capita GDP

(YP). Additionally, the economic sanctions (ES) variable is statistically significant at the 5% and 10% levels and has a negative effect on YP. The results also indicate that the Natural Disaster Index (NDI) is statistically significant at the 1% level in both models and has a negative impact on YP. Specifically, if NDI increases by 1%, YP is expected to decrease by 0.253% and 0.196% in the two models, respectively. In Model 1, the eco-innovation (EI) variable independently shows a statistically significant positive effect on YP at the 1% level. If EI increases by 1%, YP in the Iranian economy is projected to increase by 0.065%. The interaction term (EI × NDI) in Model 2 is statistically significant at the 1% level and has a negative effect on YP. According to the results, if other conditions remain constant, a 1% increase in this variable would likely lead to a 0.048% decrease in YP. Therefore, the findings suggest that promoting and developing eco-innovation can reduce the negative impact of natural disasters on national GDP per capita.

4. Conclusion

The findings of this study indicate that natural disasters have a negative impact on GDP per capita in Iran, primarily due to reductions in production in the affected sectors. These events can result in infrastructure destruction, disruption of economic activities, and a decrease in overall production. The results related to eco-innovation demonstrate that even a small increase in eco-innovation has contributed to an increase in GDP per capita in Iran. Furthermore, the findings suggest that when eco-innovation interacts with natural disasters, it mitigates their negative impact and helps improve GDP per capita. Specifically, the mitigating effect of eco-innovation enhances the country's resilience and adaptive capacity against natural disasters, thereby reducing overall risk. Therefore, the study highlights that the development and promotion of eco-innovation can strengthen the resilience of both human and natural systems in the face of extreme events. Based on these findings, it is recommended that, in addition to formulating strategies to address natural disasters, special attention should be given to the development and promotion of environmentally sustainable technologies.

Funding

There is no funding support.

Declaration of Competing Interest

The author has no conflicts of interest to declare that are relevant to the content of this article.

مدلسازی اقتصادی
Economic Modeling
sanad.iau.ir/journal/eco
دوره ۱۸، شماره ۶۶، تابستان ۱۴۰۳، صفحه‌های ۸۱ تا ۱۰۷.

پژوهشی

بلایای طبیعی، نوآوری زیست‌محیطی و تولید سرانه در ایران[۱]

وحید عزیزی*، بختیار جواهری**، فاتح حبیبی+

DOI

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۷/۰۱
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۸/۲۲

واژگان کلیدی:
تولید سرانه،
نوآوری زیست‌محیطی،
بلایای طبیعی، ایران
طبقه‌بندی JEL:
Q54, Q55, O40, F51

چکیده

بلایای طبیعی، رخدادهای تصادفی و ناگهانی هستند که با اختلال در عوامل تولید، مصرف و اشتغال، عملکرد سیستم اقتصادی مناطق متأثر را مختل کرده و آثار منفی فوری بر تولید ملی، رشد و توسعه اقتصادی جوامع بر جای می‌گذارند. نوآوری‌های زیست‌محیطی راهکاری مؤثر برای کاهش خسارات ناشی از بلایای طبیعی و افزایش تاب‌آوری جوامع هستند. این نوآوری‌ها می‌توانند به بهبود مدیریت منابع طبیعی، کاهش خطرات ناشی از بلایا و ارتقاء کیفیت زندگی کمک کنند. بنابراین، هدف پژوهش حاضر بررسی نقش نوآوری زیست محیطی در رابطه بین بلایای طبیعی و تولید سرانه در ایران است. بدین‌منظور، از رویکرد حداقل مربعات معمولی پویا طی دوره زمانی ۱۳۵۹ تا ۱۴۰۱ استفاده شد. نتایج نشان داد که نوآوری زیست‌محیطی اثر مثبتی بر تولید سرانه دارد؛ درحالی که بلایای طبیعی و متغیر تعامل بین بلایای طبیعی و نوآوری زیست‌محیطی اثر منفی بر تولید سرانه در ایران دارند. همچنین، یافته‌ها حاکی از آن است که نوآوری می‌تواند شدت اثر بلایا بر تولید سرانه را کاهش دهد. سایر نتایج نیز نشان می‌دهند که تحریم‌های اقتصادی اثری منفی و عواملی مانند نیروی کار، سرمایه فیزیکی و آزادسازی تجاری اثری مثبت بر تولید سرانه دارند. براساس یافته‌ها، توصیه می‌شود که علاوه‌بر تدوین و اجرای راهبردهای مقابله با حوادث طبیعی، توجه ویژه‌ای به توسعه و ترویج فناوری‌های مرتبط با محیط‌زیست نیز صورت گیرد.

[۱] این مقاله مستخرج از پایان‌نامه نویسنده اول است.

* کارشناس‌ارشد اقتصاد نظری، گروه علوم اقتصادی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران، VahidAzizi8@gmail.com
** دانشیار، گروه علوم اقتصادی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران (نویسنده مسئول)، B.Javaheri@uok.ac.ir
+ دانشیار، گروه علوم اقتصادی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران، F.Habibi@uok.ac.ir

مدلسازی اقتصادی
Economic Modeling
sanad.iau.ir/journal/eco
دوره ۱۸، شماره ۶۶، تابستان ۱۴۰۳، صفحه‌های ۸۱ تا ۱۰۷.

۱. مقدمه

جهان طی دهه‌های اخیر شاهد افزایش بلایای طبیعی بوده و این حوادث عموماً با خسارات اقتصادی قابل توجهی همراه بوده است (استروبل[1]، ۲۰۱۲). زلزله ۹ ریشتری در ژاپن در سال ۲۰۱۱، سونامی اقیانوس هند در سال ۲۰۰۴، طوفان کاترینا در سال ۲۰۰۵ و زمین‌لرزه‌های هائیتی و شیلی در سال ۲۰۱۰ به خسارات مالی و جانی فراوانی منجرشده‌اند (گوا و همکاران[2]، ۲۰۱۵). حوادث طبیعی، ذاتاً جنبه اجتماعی و اقتصادی دارند و نابرابری‌های موجود را تشدید می‌کنند و هنجارها و نهادهای اجتماعی را برای مدت طولانی مختل می‌کنند. آنها معمولاً به اختلال در توسعه اقتصادی و اجتماعی منجر می‌شوند و در صورت عدم اتخاذ تدابیر بازیابی مناسب می‌توانند باعث افزایش شدید فقر شوند (کرایمر[3]، ۲۰۰۱). ازاین‌رو بلایای شدید طبیعی به یکی از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر تولید و رشد اقتصادی تبدیل شده‌اند و می‌توانند تأثیرات گسترده‌ای بر ساختار اقتصادی کشورها بگذارند و به طور مستقیم و غیرمستقیم بر تولید، مصرف، تجارت، اشتغال و سرمایه‌گذاری تأثیر داشته باشند. بنابراین، در سال‌های اخیر، وقوع مکرر بلایای طبیعی به نگرانی‌های بین‌المللی تبدیل شده و علل متعدد این بلایا به موضوعات تحقیقاتی رایج تبدیل شده است. یافته‌های این تحقیقات، می‌تواند درک روابط بین فعالیت‌های انسانی و محیط زیست را بهبود ببخشد (گیوا و همکاران، ۲۰۱۵). تعداد زیادی از این نوع مطالعات، رابطه بین بلایای طبیعی و رشد اقتصادی در مناطق مختلف جهان را مستند کرده‌اند. این مطالعات معمولاً نشان می‌دهند که بلایای طبیعی پیامدهای اقتصادی منفی دارند که در بهترین حالت به بهبود روند اقتصادی پس از خسارات اولیه و در بدترین حالت، به خسارات پایدار و طولانی‌مدت منتهی می‌شوند. در عین حال، مطالعات اندکی نیز آثار مثبت مستمر اقتصادی را در پی بلایا گزارش کرده‌اند (جوزف[4]، ۲۰۲۲). بااین‌حال، تحقیق در رابطه بین بلایا و رشد اقتصادی در ایران بسیار کم انجام شده است.

نوآوری تکنولوژی به‌عنوان یکی از عوامل کلیدی در رشد اقتصادی و افزایش تولید، نقشی بی‌بدیل ایفا می‌کند. این فرایند نه‌تنها به بهبود کارایی و کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند، بلکه از طریق ایجاد محصولات و خدمات جدید، بازارهای تازه‌ای را نیز به وجود می‌آورد. تحقیقات نشان می‌دهند کشورهایی که در زمینه نوآوری و تحقیق و توسعه سرمایه‌گذاری بیشتری انجام می‌دهند، به طور معناداری از نظر اقتصادی پیشرفته‌تر هستند. درنهایت، نوآوری می‌تواند به افزایش بهره‌وری نیروی کار و تولیدات اقتصاد و درنتیجه بهبود کیفیت زندگی جامعه مدنی منجر شود. درنتیجه، ترویج نوآوری‌های سبز به‌عنوان یک استراتژی حیاتی برای دستیابی به توسعه پایدار و رقابت‌پذیری در سطح جهانی ضروری است. ازاین‌رو، در ادبیات نظری، نوآوری زیست‌محیطی به‌عنوان یک فرایند سازگار با محیط طبیعی و توسعه پایدار شناخته می‌شود. این نوع نوآوری به‌عنوان یک ضرورت تجاری حیاتی برای کاهش چالش‌های زیست‌محیطی و تحقق رشد سبز طراحی شده است. نوآوری زیست‌محیطی به‌عنوان یک راهکار مؤثر، به ارتقای پایداری از طریق توسعه فرآیندها، روش‌ها و محصولات جدید می‌انجامد (آمارا و کیاو[5]، ۲۰۲۳). در این راستا، نوآوری زیست‌محیطی پاسخی متعادل به چالش‌های جهانی عمل کرده و درعین‌حال، رشد اقتصادی را ارتقا می دهد که برای توسعه پایدار و بلندمدت ضروری است. اتخاذ و توسعه این نوآوری‌ها نه‌تنها برای دستیابی به عملکرد اقتصادی مطلوب، بلکه برای

[1] Strobl
[2] Guo et al.
[3] Kreimer
[4] Joseph
[5] Amara & Qiao

تضمین رشد پایدار نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به همین دلیل، نوآوری زیست‌محیطی عامل کلیدی برای گذار به اقتصاد سبز به شمار می‌آید (دوگوا و دوما[1]، ۲۰۲۱) و برای دستیابی به تولید و رشد سبز مورد نیاز است (آمارا و کیاو، ۲۰۲۳). بنابراین، تأکید بر اهمیت این نوع نوآوری در استراتژی‌های توسعه اقتصادی می‌تواند رویکردی جامع برای مواجهه با چالش‌های زیست‌محیطی و اقتصادی در سطح جهانی محسوب شود. علاوه بر این، با توجه به اهداف طراحی و توسعه نوآوری‌های زیست‌محیطی، این مطالعه بر این باور است که در صورت توسعه و استفاده صحیح از این فرآیندها، توانایی کاهش شدت صدمات و خسارات مالی و جانی ناشی از وقوع حوادث طبیعی را دارند و به تولید و رشد پایدار اقتصادی در بلندمدت کمک می‌کنند. ازاین‌رو، هدف اصلی این مقاله بررسی نقش نوآوری زیست‌محیطی در رابطه بین بلایای شدید طبیعی و تولید سرانه در ایران است. برای انجام پژوهش، بعد از مقدمه، مبانی نظری و پیشینه تجربی موضوع مرور شده است. سپس روش‌شناسی، مدل تجربی، داده‌ها و روش تخمین پژوهش معرفی شده است. در ادامه، یافته‌های پژوهش در بخش بعدی مقاله ارائه شده است. درنهایت، براساس این یافته‌ها، نتیجه‌گیری و توصیه‌های مرتبط با پژوهش ارائه شده است.

۲. مروری بر ادبیات پژوهش

۲-۱. مبانی نظری

۲-۱-۲. بلایای شدید طبیعی

بلایای طبیعی، مانند طوفان، زلزله، سیل، آتش‌سوزی‌های جنگلی و غیره، رویدادهایی هستند که می‌توانند عملکرد سیستم اقتصادی را به‌طرز شدیدی مختل کرده و به بحران‌های اقتصادی منجر شوند (هالگات و پرزیلوسکی[2]، ۲۰۱۰). این حوادث آثار فوری و نامطلوبی بر تولید و رشد اقتصادی دارند و باعث آسیب به زیرساخت‌ها، اموال و صنایع می‌شوند (خان و همکاران[3]، ۲۰۲۰). در پی این بلایا، قطع فعالیت‌های تجاری، آسیب به تأسیسات تولید و اختلال در سیستم‌های حمل‌ونقل می‌تواند کاهش قابل‌توجهی در تولید اقتصادی ایجاد کند (کاوالو و نوی[4]، ۲۰۱۱). پیامدهای کوتاه‌مدت بلایای طبیعی معمولاً مشهود است (راداتز[5]، ۲۰۰۷)، اما برخی آثار ممکن است ماندگار باشند، نظیر بحران‌های مالی که به‌دلیل فشارهای تورمی رشد بلندمدت اقتصادی را مختل می‌کنند (ایدروس و همکاران[6]، ۲۰۲۳). با این‌حال، در موارد نادر، بلایای طبیعی می‌توانند تأثیرات مثبتی بر تولید و رشد اقتصادی داشته باشند (ساوادا و همکاران[7]، ۲۰۱۹)؛ به‌ویژه در شرایطی که بازسازی زیرساخت‌ها به‌دنبال این حوادث انجام شود. این بازسازی می‌تواند شامل ساخت ساختمان‌ها، جاده‌ها، پل‌ها و تأسیسات برقی باشد و به هجوم سرمایه‌گذاری، ایجاد شغل و رشد اقتصادی بلندمدت منجر شود (چیبر و لااجاج[8]، ۲۰۱۳؛ پانوار و سن[9]، ۲۰۱۹). به‌طور خلاصه، بلایای طبیعی تأثیرات قابل‌توجهی بر فعالیت‌های اقتصادی دارند و می‌توانند به کاهش دارایی‌های سرمایه‌ای طبیعی، فیزیکی و انسانی منجر

[1] Dugoua & Dumas
[2] Hallegatte & Przyluski
[3] Khan et al.
[4] Cavallo & Noy
[5] Raddatz
[6] Idroes et al.
[7] Sawada et al.
[8] Chhibber & Laajaj
[9] Panwar & Sen

شوند که تأثیر منفی بر ظرفیت تولید و درآمد نسل‌های حاضر و آینده خواهد داشت. علاوه‌بر این، این بلایا می‌توانند بر رفاه روانی، درمان‌های بهداشتی و افزایش خشونت علیه زنان تأثیر بگذارند. این عوامل در نهایت با کاهش رفاه و بهره‌وری نیروی کار منجر به کاهش تولیدات اقتصاد و رشد اقتصادی خواهند شد (تاملی و موخوپادهای[1]، ۲۰۲۲).

در صورت وقوع بلایای طبیعی نوع آثار یا خسارات آنها را می‌توان از یک سو در چارچوب زمانی به آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت و از سوی دیگر طبق نظر کلیسن[2] (۱۹۹۴) به اثرات مستقیم و غیرمستقیم طبقه‌بندی کرد. تلفات مستقیم به‌دلیل آسیب فوری ناشی از یک فاجعه مانند تخریب جان و مال رخ می‌دهد (کومار و همکاران[3]، ۲۰۲۱). این خسارات مربوط به تلفات زیرساخت‌های حیاتی است که ممکن است شامل ساختمان‌ها، زیرساخت‌ها و تولیدات زراعی باشد، درحالی که خسارات غیرمستقیم به آثار ثانویه مانند اختلال در ارائه خدمات مانند حمل‌ونقل، خدمات آب و برق، گردشگری، زیان‌های شغلی، تولید و درآمد از دست رفته اشاره دارد (کلیسن، ۱۹۹۴). درنتیجه اثرات غیرمستقیم عامل کاهش تولید و مصرف در بلندمدت هستند (کاوالو و نوی، ۲۰۱۱). همچنین، ادبیات به‌طور گسترده استدلال می‌کند که بلایای طبیعی می‌توانند در کوتاه‌مدت خسارت‌های بزرگی ایجاد کنند. اما بازسازی می‌تواند از طریق سرمایه‌گذاری‌های جدید و یارانه‌های بیشتر که با افزایش سطح بهره‌وری اقتصاد را احیا می‌کند، کمک مثبتی به گسترش اقتصاد کند. زیان‌های غیرمستقیم آثار طولانی‌مدتی بر درآمد، فعالیت‌های تجاری و بازده اقتصادی مناطق آسیب‌دیده دارد. درنتیجه آثار بلندمدت بلایا شامل کاهش تولید و درنتیجه رشد اقتصادی برای چندین سال است (بوتزن و همکاران[4]، ۲۰۱۹). همچنین در ادبیات اشاره شده است که خسارات از نظر ارزشگذاری به زیان‌های مستقیم بازار[5] و زیان‌های مستقیم غیربازاری[6] تقسیم می‌شوند. زیان‌های مستقیم بازار به از دست دادن دارایی‌هایی اشاره دارد که به‌راحتی می‌توان آنها را به ارزش پولی تبدیل کرد و در بازار مورد معامله قرار داد. این نوع خسارات شامل مواردی نظیر خسارت‌های مالی، تلفات جانی، نابودی احشام و آسیب به منابع طبیعی است. به‌عبارت دیگر، آن دسته از کالاهایی که ارزشگذاری آنها براساس معیارهای بازار امکان‌پذیر است، در دسته زیان‌های مستقیم بازار قرار می‌گیرند. ازسوی دیگر، زیان‌های مستقیم غیربازاری به از دست دادن دارایی‌هایی مربوط می‌شود که تخمین ارزش پولی آنها در بازار به‌دلیل پیچیدگی‌ها و محدودیت‌های خاص دشوار است. این نوع خسارات می‌تواند شامل آثار روانی چون ترس، استرس و افسردگی باشد که می‌تواند برکیفیت زندگی افراد تأثیر گذارند. همچنین، مشکلات بهداشتی نظیر شیوع بیماری‌های تنفسی، عفونی و مسری و تخریب مکان‌های حفاظت شده و میراث فرهنگی نیز ازجمله این خسارات هستند. به‌علاوه، آلودگی محیط‌زیست و سایر آثار منفی که بر روی اکوسیستم و جامعه بشری تأثیر می‌گذارند، در این دسته قرار می‌گیرند (کومار و همکاران، ۲۰۲۱؛ تاملی و موخوپادهای، ۲۰۲۲).

ادبیات مربوط به ارتباط بلایای طبیعی و رشد اقتصادی هنوز محدود و درحال رشد است. زیرا بحث و نتایج ذکر شده تابه‌حال متناقض و متفاوت بوده است (بایگ و همکاران[7]، ۲۰۱۸). به‌طوری که از دیدگاه تئوری‌های اقتصادی، به‌طور مستقیم مشخص نیست که بلایای طبیعی باید در کدام جهت بر تولید سرانه و رشد اقتصادی تأثیر گذارد.

[1] Tamuly & Mukhopadhyay
[2] Kliesen
[3] Kumar et al.
[4] Botzen et al.
[5] Direct Market Losses (DMLs)
[6] Direct Non-Market Losses (DNMLs)
[7] Baig et al.

بنابراین، این سؤال که آیا بلایای طبیعی بر تولید و رشد اقتصادی تأثیر می‌گذارد یا خیر، درنهایت یک سؤال تجربی است (کاوالو و همکاران[۱]، ۲۰۱۳) و باید در اقتصادهای گوناگونی بررسی شود. ازاین‌رو، اولین مطالعه تجربی در مورد این موضوع در سال ۱۹۹۳ توسط آلبالا برتراند[۲] ارائه شده است. این مقاله بیان می‌کند، درحالی که تولید ناخالص داخلی سرانه بلافاصله پس از یک فاجعه کاهش می‌یابد؛ اما به‌ندرت آثار دائمی بر تولید ناخالص داخلی دارد. لذا پس از شروع بازسازی، تولید ناخالص داخلی سرانه به مسیر رشد بلندمدت قبل از فاجعه باز می‌گردد. بااین‌حال، این شواهد توسط دیگر محققان مورد انتقاد قرار گرفته است که ادعا می‌کنند این نتیجه باتوجه به انواع بلایای طبیعی، مشخصات مدل مورد استفاده و نمونه کشور انتخاب شده حساس است. حدود دو دهه پس از مشارکت اصلی آلبالا برتراند (۱۹۹۳)، مطالعات متعددی با رویکرد اقتصادسنجی به این بحث پرداخته‌اند. بااین حال، تصویر کلی که در این ادبیات ظاهر می‌شود هنوز نسبتاً نامشخص است. برخی از محققان اثرات مثبت بلایا را دریافتند. مطالعاتی مانند فریرا و کونادو[۳] (۲۰۱۵)، اسکیدمور و تویا[۴] (۲۰۰۲)، نوی و ویو[۵] (۲۰۱۰)، لوایزا و همکاران (۲۰۱۲) و فومبی و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند که سیل و خسارات ناشی از آن باعث افزایش تولید ناخالص داخلی و رشد اقتصادی می‌شود. چندین مطالعه نیز اثر منفی بلایای طبیعی بر تولید ناخالص داخلی سرانه و رشد اقتصادی را گزارش می‌کنند (خان و همکاران، ۲۰۲۰؛ اولیویرا[۶]، ۲۰۱۹؛ کلمپ و والکس[۷]، ۲۰۱۴؛ کاوالو و همکاران، ۲۰۱۳؛ استروبل، ۲۰۱۲). در مقابل، بسیاری از مطالعات دیگر همانند آلبالا برتراند (۱۹۹۳) هیچ تأثیری را پیدا نمی‌کنند. نوی و نوالری[۸] (۲۰۱۱)، راداتز (۲۰۰۹)، لوایزا و همکاران[۹] (۲۰۱۲) و فومبی و همکاران[۱۰] (۲۰۱۳) نشان می‌دهند که به ترتیب خسارات ناشی از بلایای طبیعی، بلایای زمین‌شناسی (زلزله، رانش زمین، امواج جزر و مد و فوران آتشفشان) و طوفان تأثیری بر تولید ناخالص داخلی سرانه ندارند. اگرچه، این بررسی‌ها نمای کلی خوبی از ادبیات موجود ارائه می‌دهند، اما هنوز نتایج مطالعات تجربی پاسخ روشنی به این سؤال ندارند که آیا بلایای طبیعی باید بر تولید ناخالص داخلی سرانه تأثیر بگذارد یا خیر؛ و اگر مؤثر است این اثرات کوتاه‌مدت است یا بلندمدت و چند دوره زمانی طول می‌کشد تا به تعادل قبل از فاجعه برسند. ازاین‌رو کومار و همکاران (۲۰۲۲) باتوجه به مطالعات تجربی پیشین بیان می‌کنند که بلایای طبیعی می‌تواند چهار نوع اثر مختلف بر تولید و رشد اقتصادی داشته باشد. برآیند این واکنش‌ها می‌تواند مثبت، منفی یا بدون تأثیر باشد. بلایای طبیعی از یک جهت ممکن است باعث کندی ناگهانی اقتصاد و تلفات جانی و مالی در کوتاه‌مدت شود و براساس نظر هالگات و دوماس[۱۱] (۲۰۰۹) تولید سرانه ممکن است در بلندمدت بسته به سرعت و کیفیت عملیات ساخت‌وساز بهبود یابد. از جهت دیگر، بلایا ممکن است تولید سرانه را به‌طور نامحدود کاهش دهد. درنهایت، بلایا می‌توانند اثرات مثبت بلندمدتی داشته باشد. براساس رویکرد تخریب خلاقانه شومپیتر، بلایا ممکن است مناطق آسیب‌دیده از فاجعه را به‌دلیل سرمایه‌گذاری مجدد و ارتقای سرمایه بهبود و تولید و درنتیجه رشد اقتصادی را تسریع کنند.

---

[1] Cavallo et al.
[2] Albala-Bertrand
[3] Cunado & Ferreira
[4] Skidmore & Toya
[5] Noy & Vu
[6] Oliveira
[7] Klomp & Valckx
[8] Noy & Nualsri
[9] Loayza et al.
[10] Fomby et al.
[11] Hallegatte & Dumas

مدلسازی اقتصادی
Economic Modeling
sanad.iau.ir/journal/eco
دوره ۱۸، شماره ۶۶، تابستان ۱۴۰۳، صفحه‌های ۸۱ تا ۱۰۷.

۲-۱-۲. نوآوری زیست‌محیطی

نوآوری تکنولوژیکی یکی از محرک‌های اصلی رشد و توسعه اقتصادی جوامع است که نقش بی‌بدیلی در افزایش بهره‌وری، تولید، بهبود کیفیت زندگی و ایجاد اشتغال ایفا می‌کند. ازاین‌رو هر کشوری برای رسیدن به اهداف اقتصاد دانش‌بنیان و دستیابی به توسعه پایدار، نیازمند توسعه و ایجاد نوآوری در زمینه‌های مختلف است. در سال‌های اخیر به‌واسطه افزایش تخریب محیط‌زیست و انتشار فراوان آلاینده‌ها، توجه ویژه‌ای به نوآوری‌های مرتبط با محیط‌زیست شده است. این نوآوری‌ها ابزارهایی راهبردی و ضروری برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار مطرح شده‌اند و عنصری کلیدی در پیشرفت اقتصادی دوستدار محیط‌زیست شناخته می‌شوند.

نوآوری زیست‌محیطی به‌طور خاص به ترکیب نوآوری و محیط‌زیست پرداخته و به‌عنوان یک استراتژی برد ـ برد[۱] مطرح می‌شود (آمارا و کیائو، ۲۰۲۳؛ رنینگ[۲] ، ۲۰۰۰). این نوآوری به کسب‌وکارها و مشتریان ارزش‌افزوده می‌دهد و باعث توسعه پایدار، کاهش آثار نامطلوب و صرفه‌جویی در هزینه‌ها می‌شود (کای و ژو[۳]، ۲۰۱۴). همچنین به شرکت‌ها کمک می‌کند تا بازارهای پایدار جدیدی را ایجاد و مزیت رقابتی خود را ارتقا دهند (سرکار[۴]، ۲۰۱۳). از این منظر، کسب‌وکارها می‌توانند از طریق نوآوری سبز بهره‌وری منابع را افزایش دهند و هزینه‌های زیست‌محیطی را جبران کنند (طارق و همکاران[۵]، ۲۰۱۹). در این راستا، فناوری‌های سبز به فرآیندها، استراتژی‌ها، شیوه‌ها، سیستم‌ها و محصولات جدید یا بهبود یافته‌ای اطلاق می‌شود که هدف آن کاهش مصرف منابع طبیعی در هر واحد خروجی و کاهش انتشار مواد مضر است (کوناپاتاراوونگ و مارتینز –روس[۶]، ۲۰۱۶). بنابراین، پذیرش نوآوری‌های زیست‌محیطی برای کارآفرینان و دولت‌ها برای دستیابی به نتایج قابل‌توجه در حفاظت از محیط‌زیست و بهبود اقتصادی ضروری است (گیوایو و همکاران[۷]، ۲۰۱۳). علاوه‌بر این، بسیاری از پژوهشگران ارتباط بلندمدت بین رشد اقتصادی و نوآوری را تأیید کرده‌اند. چندین مطالعه نشان‌دهنده ارتباط مثبت و معنادار بین نوآوری زیست‌محیطی و رشد اقتصادی هستند (وانگ و همکاران[۸]، ۲۰۲۰). همچنین، تحقیقات نشان می‌دهد که موفقیت اقتصادی غالباً با سرمایه‌گذاری‌های مؤثرتر همراه است که زمینه‌ساز نوآوری در حوزه محیط‌زیست می‌شود (هوردوفا و همکاران[۹]، ۲۰۲۳). یک مطالعه اخیر نیز همبستگی مثبتی بین رشد اقتصادی و نوآوری زیست‌محیطی مبتنی‌بر پایداری در عربستان سعودی شناسایی کرده است (تو و همکاران[۱۰]، ۲۰۲۳). بنابراین، نوآوری سبز می‌تواند پایه و اساس موفقیت کشورهای در حال ظهور مانند ایران باشد و درنتیجه آینده به آن وابسته است. زیرا این فرایند باعث افزایش رقابت، ایجاد شغل و رفاه بلندمدت می‌شود. بنابراین، نوآوری زیست‌محیطی یک محرک اساسی برای رشد اقتصادی است (آمارا و کیائو، ۲۰۲۳).

---

[۱] استراتژی برد–برد (Win-Win) در مسائل زیست‌محیطی به روشی اشاره دارد که در آن تمام ذی‌نفعان از اقداماتی که انجام می‌شود، بهره‌مند می‌شوند و به نوعی تعارض‌ها و تضادهای موجود در این حوزه به حداقل می‌رسد. در این استراتژی، هدف این است که راه‌حل‌هایی پیدا شود که نه تنها به حفظ محیط‌زیست کمک کند، بلکه نیازهای اقتصادی و اجتماعی جوامع انسانی را نیز برطرف سازد. از این طریق، استراتژی برد–برد می‌تواند به نسل‌های آینده کمک کند تا نه‌تنها در یک محیط سالم زندگی کنند، بلکه از لحاظ اقتصادی نیز توانمند و پایدار باشند.

[2] Rennings
[3] Cai & Zhou
[4] Sarkar
[5] Tariq et al.
[6] Kunapatarawong & Martínez-Ros
[7] Guoyou et al.
[8] Wang et al.
[9] Hordofa et al.
[10] Tu et al.

۳-۱-۲. نوآوری زیست‌محیطی و مدیریت بلایای طبیعی

افزایش فراوانی و شدت حوادث طبیعی در سال‌های اخیر، نیاز به استراتژی‌های کارآمدتر مدیریت بلایا را برجسته کرده است. در این زمینه، پیشرفت‌های تکنولوژیکی مرتبط با محیط‌زیست به‌عنوان یک راه‌حل امیدوارکننده به ما این امکان را می‌دهد که ظرفیت محلی را برای آماده‌شدن، پاسخگویی و بهبود پس از حوادث افزایش دهیم. لذا این مطالعه فرض می‌کند که نوآوری می‌تواند به‌عنوان یک عامل تعدیلگر عمل کند و رابطه بین بلایای طبیعی و تولید سرانه را تحت تأثیر قرار دهد. ازاین‌رو نوآوری می‌توانند با بهره‌گیری از فناوری‌های پایدار و سبز، تأثیرات مثبت بر کاهش بلایا داشته باشند. توسعه فناوری امکان استفاده از سامانه‌های هشداردهنده، فناوری‌های تجدیدپذیر، بهینه‌سازی فرایندهای صنعتی و بهبود کشاورزی پایدار را فراهم می‌کند. این اقدامات نه‌تنها به مقاومت در برابر حوادث شدید طبیعی کمک می‌کند، بلکه در حفاظت از منابع آب، خاک، تنوع زیستی و افزایش مقاومت جوامع در برابر بلایای شدید طبیعی نیز تأثیرگذار هستند. ازاین‌رو خوشبختانه، پیشرفت‌های تکنولوژیکی به ما این امکان را داده است که ظرفیت خود را برای آماده‌شدن، پاسخگویی و بهبود پس از چنین بلایایی افزایش دهیم. به‌طور فزاینده‌ای، فناوری‌های مرتبط با محیط‌زیست در مدیریت بلایای شدید طبیعی نقشی کلیدی ایفا می‌کنند و تحقیقات متعددی در سطح جهان در این زمینه انجام شده است. به‌طوری‌که کریچن و همکاران[1] (۲۰۲۴) در رابطه با کاربرد فناوری‌های نوین در مدیریت بلایای طبیعی[2] معتقد هستند که پیشرفت‌های تکنولوژیک از طریق نوآوری‌های سنجش از راه دور، رادارها و تصویربرداری ماهواره‌ای[3] و نوآوری‌های اینترنت اشیاء، گوشی‌های هوشمند و رسانه‌های اجتماعی[4] می‌تواند در کاهش شدت و وقوع بلایای طبیعی مؤثر باشد. این فناوری‌ها با فراهم آوردن داده‌های دقیق و بهنگام، امکان ارزیابی و پیش‌بینی خطرات بلایای طبیعی را بهبود می‌بخشند. در شکل ۱ نقش احتمالی نوآوری‌های زیست‌محیطی بر مدیریت بلایای طبیعی تصویر شده است. به‌نظر می‌رسد که تجمیع فناوری‌های نوین و استراتژی‌های مدیریت بلایا می‌تواند تأثیرات مثبت زیادی بر کاهش خطرات و تقویت پاسخگویی به بلایای طبیعی داشته باشد.

شکل ۱. نقش نوآوری زیست‌محیطی در مدیریت بلایای طبیعی

منبع: یافته‌های پژوهش

[1] Krichen et al.
[2] Managing natural disasters
[3] Remote sensing, radars and satellite imaging
[4] IoT, smartphones and social media

الف) سنجش از راه دور، رادارها و تصویربرداری ماهواره‌ای

نوآوری سنجش از راه دور به‌عنوان یک ابزار کلیدی در مدیریت بلایای طبیعی شناخته می‌شود. این فناوری با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و رادار می‌تواند تغییرات در سطح زمین، جو و دریاها را پیش از وقوع بلایای طبیعی شناسایی کند و به پیش‌بینی و هشدار درباره خطرات احتمالی کمک کند. در طول حوادث طبیعی، این اطلاعات برای ارزیابی خسارات و تعیین مقیاس فاجعه بسیار حیاتی است. برای مثال، تصاویر ماهواره‌ای می‌توانند برای ردیابی گسترش آتش‌سوزی‌ها، نقشه‌برداری از سیلاب‌ها و ارزیابی خسارت ناشی از طوفان‌ها و گردبادها استفاده شوند. از این آمار و اطلاعات می‌توان برای تصمیم‌گیری در مورد اقدامات امداد و نجات برای اولین‌بار، میزان تجهیزات اضطراری و کمک‌های پزشکی و نحوه سازماندهی تیم‌های واکنش در بلایا استفاده کرد (اوستیر و همکاران[1]، ۲۰۰۳). علاوه بر این، سنجش از راه دور و تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند به ارزیابی آسیب‌های ناشی از زلزله و رانش زمین کمک کند و برنامه‌ریزی برای مراحل بعدی تعمیر و بازسازی را تسهیل کند. همچنین، در مواقع فوران آتشفشان، این فناوری می‌تواند به شناسایی گسترش ابرهای خاکستر و ارائه هشدار به خطوط هوایی کمک کند (بلکت[2]، ۲۰۱۷). در مورد سونامی‌ها، سنجش‌ازدور می‌تواند مناطق مستعد را شناسایی و پیشرفت آنها را تحت نظر قرار دهد که این امر امکان هشدارهای به‌موقع و تخلیه جمعیت‌های آسیب‌پذیر را فراهم می‌کند (کریچن و همکاران، ۲۰۲۴).

بلایای طبیعی را می‌توان با کمک این نوآوری‌ها مکان‌یابی و مدیریت کرد که می‌تواند برای کاهش شدت و فراوانی بلایا نیز مورد استفاده قرار گیرد. دشت‌های سیلابی، مناطق زلزله‌خیز و مناطق مستعد آتش‌سوزی تنها برخی از مکان‌هایی هستند که با کمک سنجش‌ازدور می‌توان آنها را شناسایی و نقشه‌برداری کرد. این اطلاعات می‌تواند به تصمیم‌گیری در مورد استفاده از زمین و ساخت‌وساز کمک کند. علاوه‌بر این، نظارت و درک آثار محیطی ناشی از تغییرات آب‌وهوایی مانند ذوب یخ‌های یخچالی و تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ممکن می‌شود. آثار تغییرات آب‌وهوایی بر اکوسیستم‌ها و تنوع زیستی را می‌توان با این دانش بهتر درک کرد. با در دست داشتن این اطلاعات، جوامع و اکوسیستم‌ها ممکن است استراتژی‌های سازگاری را برای مقاومت بهتر در برابر تأثیرات تغییرات آب‌وهوایی ایجاد کنند. درنهایت، تصاویر ماهواره‌ای، رادار و سنجش‌ازدور ابزارهایی قوی هستند که می‌تواند به یافتن، مدیریت و کاهش خطر حوادث طبیعی کمک کند. توانایی آنها در ارائه اطلاعات دقیق و به‌موقع می‌تواند به نجات جان افراد، حفاظت از اموال و محیط‌زیست و ارتقای رشد پایدار کمک کند (کریچن و همکاران، ۲۰۲۴).

ب) اینترنت اشیاء، گوشی‌های هوشمند و رسانه‌های اجتماعی

اینترنت اشیاء، تبلت‌ها و رسانه‌های اجتماعی نقش مهمی در مدیریت بلایای طبیعی دارند. دستگاه‌های اینترنت اشیاء می‌توانند برای شناسایی خطرات محیطی قبل از وقوع بلایای طبیعی استفاده شوند (عبدالظاهر و همکاران[3]، ۲۰۱۹؛ ۲۰۲۲). برای مثال، حسگرها می‌توانند زمین‌لرزه‌ها و احتمال وقوع زمین‌لغزش‌ها را ردیابی کنند و اطلاعات را به تلفن‌های هوشمند و سایر دستگاه‌ها ارسال کنند تا در صورت نیاز به تخلیه، ساکنان و مسئولان آماده شوند. در طول یک فاجعه طبیعی، رسانه‌های اجتماعی و تلفن‌های هوشمند می‌توانند برای ارسال هشدارها و اطلاع‌رسانی و به‌روز نگه‌داشتن افراد در مورد چگونگی انجام تلاش‌های امداد و نجات استفاده شوند (عبدالظاهر و السید، ۲۰۱۹).

[1] Oštir et al.
[2] Blackett
[3] Abdalzaher et al.

پس از وقوع بلایای طبیعی، اینترنت اشیاء می‌تواند با استفاده از سنسورها به بررسی وضعیت زیرساخت‌ها مانند سیستم‌های آب و برق کمک کند و نقاط نیازمند تعمیر را شناسایی کند (موناور و همکاران[1]، ۲۰۲۲). برای مثال، در فوران آتشفشان، این دستگاه‌ها می‌توانند ترکیب گازهای آتشفشانی را ردیابی کنند و به پیش‌بینی جهت حرکت خاکستر کمک کنند (عواداللله و همکاران[2]، ۲۰۱۹). همچنین، حسگرها می‌توانند نحوه حرکت شیب‌های ناپایدار را در زمان زمین‌لغزش و سونامی پیگیری کنند (الوکیل و همکاران[3]، ۲۰۱۹). در نتیجه از این اطلاعات می‌توان برای ارسال هشدارهای اولیه و سازماندهی تلاش‌ها برای خارج‌کردن افراد از مناطق خطرناک استفاده کرد. این فناوری‌ها همچنین برای نظارت بر وضعیت زیرساخت‌های حیاتی مانند پل‌ها و تونل‌ها استفاده می‌شوند. حسگرها می‌توانند تخریب ساختاری را شناسایی کنند و به پیش‌بینی زمان خرابی کمک کنند. این امر می‌تواند به اولویت‌بندی تعمیرات قبل از وقوع فاجعه کمک کند. بازخورد عمومی از طریق رسانه‌های اجتماعی نیز می‌تواند به جمع‌آوری اطلاعات درباره وضعیت جاده‌ها و پل‌ها کمک کند. علاوه‌بر این، اینترنت اشیاء می‌تواند تأثیرات جهانی بلایا را رصد کند. حسگرها می‌توانند کیفیت آب و هوا را نظارت کرده و متخصصان پزشکی را در انجام اقدامات احتیاطی یاری دهند. به‌طور کلی، اینترنت اشیاء، تلفن‌های هوشمند و رسانه‌های اجتماعی ابزارهای کلیدی برای شناسایی، کنترل و کاهش آثار بلایای طبیعی هستند. این فناوری‌ها امکان نظارت و مدیریت از راه دور زیرساخت‌ها و جمع‌آوری اطلاعات را فراهم می‌کنند که برای حفاظت از افراد و محیط‌زیست حیاتی است (کریچن و همکاران، ۲۰۲۴).

۲-۲. پیشینه تجربی پژوهش

در این بخش، ادبیات تجربی در رابطه با موضوع پژوهش بررسی شده است. با توجه به اهداف و فرضیه پژوهش این مطالعات به تفکیک اثر بلایای طبیعی، تکنولوژی، آزادسازی تجاری و تحریم‌ها بر تولید و رشد اقتصادی در جدول ۱ مرور شده است. بررسی مطالعات پیشین نشان می‌دهد که آنها از تولید ناخالص داخلی و سرانه آن برای اندازه‌گیری رشد اقتصادی استفاده کرده‌اند. همچنین در رابطه با بلایای طبیعی برای ایران فقط دو مطالعه صادقی و امامقلی‌پور (۱۳۸۷) و صابری‌زاده و دقیقی (۱۳۹۸) انجام شده است که اولی از خسارت بلایا بر تولید ناخالص داخلی بدون نفت و دومی از خسارت ناشی از سیل برای ارزش‌افزوده بخش حمل‌ونقل استفاده کرده‌اند. همچنین اکثر مطالعات خارجی برای اندازه‌گیری بلایای طبیعی از متغیر مجازی یا از داده‌های مرگ‌ومیر، افراد تحت تأثیر قرار گرفته و میزان خسارت استفاده کرده‌اند. مطالعات نشان داد که بلایا در هر شرایطی باعث کاهش تولید سرانه و رشد اقتصادی شده است. مطالعات نشان می‌دهد که برای اندازه‌گیری نوآوری اکثر مطالعات از ثبت اختراع ساکنین و هزینه تحقیق و توسعه استفاده کرده‌اند. نتایج این مطالعات نیز نشان داد که نوآوری باعث افزایش تولید و رشد اقتصادی می‌شود. اما احتمالاً تنها در مطالعه آمارا و کیاو (۲۰۲۳) از نوآوری زیست‌محیطی استفاده شده است و این مطالعه به‌عنوان الگوی تجربی متغیر نوآوری زیست‌محیطی استفاده شده است. در رابطه با اندازه‌گیری تحریم‌های اقتصادی نیز اکثر مطالعات از متغیر مجازی استفاده کردند که نشان می‌دهند، تحریم‌ها اثر منفی بر رشد اقتصادی دارند. همچنین اکثر مطالعات با استفاده از درجه باز بودن تجاری نشان دادند که آزادسازی تجاری اثر مثبتی بر رشد اقتصادی دارد.

[1] Munawar et al.
[2] Awadallah et al.
[3] Elwekeil et al.

جدول ۱. خلاصه نتایج اصلی پیشینه پژوهش در رابطه با موضوع مطالعه

متغیر	نویسندگان (سال)	منطقه (دوره)	روش	نتایج اصلی (علامت*)
بلایای شدید طبیعی	صادقی و امامقلی‌پور (۱۳۸۷)	ایران (۱۳۸۳ – ۱۳۳۸)	ARDL[1]	خسارات بلایای طبیعی (–)
	صابری‌زاده و دقیقی (۱۳۹۸)	ایران (۱۳۶۱–۱۳۹۰)	OLS	خسارات ناشی از سیل (–)
	ورسامه و همکاران (۲۰۲۴)[2]	سومالی (۲۰۱۸ – ۱۹۹۰)	KRLS[3]	افراد آسیب‌دیده (–)
	نورمحمدی شالکه و فطوره‌چی[4] (۲۰۲۳)	۳۳ کشور منتخب (۲۰۱۹ – ۱۹۹۰)	GMM[5]	افراد کشته شده (–)، افراد آسیب‌دیده (–)
	کومار و همکاران (۲۰۲۲)	هند (۲۰۱۹ – ۱۹۸۰)	ARDL	افراد آسیب‌دیده از سیل (–)
	بنعلی و همکاران[6] (۲۰۱۸)	۹ کشور (۲۰۱۴ – ۲۰۰۰)	DOLS	شاخص بلایای شدید (DMS) (–)
	شبنم[7] (۲۰۱۴)	۱۸۷ کشور (۲۰۱۰ – ۱۹۶۰)	OLS	افراد آسیب‌دیده از سیل (–)
نوآوری تکنولوژی	حسن‌زاده و همکاران (۱۴۰۱)	منتخب کشورها (۲۰۲۰ – ۲۰۰۰)	FE[8]	ثبت اختراع ساکنین (+)
	محمدزاده و همکاران (۱۳۹۹)	۲۰ کشور (۲۰۱۵ – ۲۰۰۱)	GLS[9]	ثبت اختراع ساکنین (+)
	آمارا و کیاو (۲۰۲۳)	۵۴ کشور آفریقایی (۲۰۱۹ – ۲۰۱۰)	GMM	نوآوری زیست‌محیطی (+)
	مصطفی و یو[10] (۲۰۲۰)	۳۵ کشور OECD (۲۰۱۶ – ۲۰۰۰)	GMM	هزینه تحقیق و توسعه (+)
	دوکاس و همکاران[11] (۲۰۲۳)	۱۰۹ کشور منتخب (۲۰۱۸ – ۲۰۱۰)	FMOLS[12]	ثبت اختراع ساکنین (+)
تحریم‌های اقتصادی	فدائی و درخشان (۱۳۹۴)	ایران (۱۳۹۲ – ۱۳۵۷)	ARDL	متغیر مجازی (–)
	شاکری و همکاران (۱۴۰۱)	ایران (۱۳۹۶ – ۱۳۷۱)	FMOLS	مجازی تحریم (۱۳۹۰– ۱۳۸۹) (–)
	روشن‌رو و همکاران (۱۴۰۲)	ایران (۱۴۰۰ — ۱۳۸۰)	DSGE[13]	تکانه تحریم (–)
	نوین و نویمایر[14] (۲۰۱۵)	کشورهای هدف (۲۰۱۲ – ۱۹۷۶)	FE	متغیر مجازی (–)
	الحسن و همکاران[15] (۲۰۲۳)	کشورهای هدف (۲۰۱۸ – ۱۹۷۰)	GMM	شاخص تحریم (TIES) (–)
آزادسازی اقتصادی	عباسی‌نژاد و همکاران(۱۳۹۳)	ایران (۱۳۸۹ – ۱۳۷۰)	ARDL	درجه باز بودن تجاری (+)
	قریشوندی و همکاران(۱۴۰۳)	۵۹ کشور درآمد بالا (۲۰۲۱ – ۲۰۰۴)	FE	درجه باز بودن تجاری (+)
	نام و ریو[16] (۲۰۲۴)	۱۰ کشور آسه‌آن[17] (۲۰۲۲–۲۰۰۰)	FE	نرخ تعرفه، مالیات، ارزش تجارت (+)
	ژانگ و همکاران[18] (۲۰۲۳)	چین (۲۰۱۷ – ۲۰۰۸)	GMM	درجه باز بودن تجاری (+)

* یافته‌های اصلی دارای اثر معنادار با تأثیر مثبت (+) یا منفی (–) بر تولید سرانه و رشد اقتصادی هستند. **منبع:** یافته‌های پژوهش

[1] Autoregressive Distributed Lags (ARDL)
[2] Warsame et al.
[3] The Kernel Regularized Least Squares (KRLS)
[4] Nourmohammadi Shalkeh & Fotourehchi
[5] Generalized Method of Moments (GMM)
[6] Benali et al.
[7] Shabnam
[8] Fixed Effects (FE)
[9] Generalized Least Squares (GLS)
[10] Moustapha & Yu
[11] Dokas et al.
[12] Fully Modified Ordinary Least Squares (FMOLS)
[13] Dynamic stochastic general equilibrium model
[14] Neuenkirch & Neumeier
[15] Alhassan et al.
[16] Nam & Ryu
[17] The Association of Southeast Asian Nations
[18] Zhang, et al.

۳. روش پژوهش

مطالعه حاضر از نظر هدف، در دسته پژوهش‌های کاربردی طبقه‌بندی می‌شود. هدف این مطالعه، توسعه و بهبود دانش اقتصاد در رابطه با عوامل مؤثر بر تولید سرانه ملی است. به‌طوری که در این مطالعه دو مؤلفه جدید با عنوان بلایای شدید طبیعی و نوآوری زیست‌محیطی بر تولید سرانه در ایران بررسی شده است. برای بررسی اهداف و فرضیه پژوهش از دو الگوی تجربی استفاده شده است. با توجه به هدف این مطالعه، بررسی نقش تعدیلگر نوآوری زیست‌محیطی بر رابطه بلایای طبیعی و تولید سرانه در ایران از متغیر تعاملی استفاده می‌شود. لذا در رابطه (۱) با اضافه شدن متغیر تعاملی (ND×EI) و حذف متغیر مستقل نوآوری زیست‌محیطی به‌صورت رابطه (۲) تصریح شده است.

$$LnYP_t = \beta_0 + \beta_1 LnK_t + \beta_2 LnL_t + \beta_3 LnNDI_t + \beta_4 LnTO_t + \beta_5 LnES_t + \beta_6 LnEI_t + \varepsilon_t \quad (۱)$$

$$LnYP_t = \beta_0 + \beta_1 LnK_t + \beta_2 LnL_t + \beta_3 LnNDI_t + \beta_4 LnTO_t + \beta_5 LnES_t + \beta_6 (LnEI_t \times LnNDI_t) + \varepsilon_t \quad (۲)$$

در این مطالعه تولید سرانه (YP) به‌عنوان متغیر وابسته است. متغیرهای مستقل اصلی شامل شاخص بلایای طبیعی (NDI)، نوآوری زیست‌محیطی (EI) و متغیر تعامل آنها (NDI×EI) هستند. متغیرهای مستقل کنترل نیز شامل سرمایه فیزیکی (K)، نیروی کار (L)، آزادسازی تجاری (TO)، تحریم‌های اقتصادی (SE) و خطای تصادفی (ε) هستند. همچنین Ln لگاریتم طبیعی، t نشان‌دهنده سال، β_0 مقدار ضریب ثابت و β_1 تا β_6 نشان‌دهنده پارامترهای برآوردی متغیرهای مستقل هستند. در جدول ۲ مشخصات متغیرها و منابع داده‌های مورد استفاده مشخص شده است.

در این مطالعه از داده تولید ناخالص داخلی سرانه به‌عنوان شاخصی برای معرفی تولید سرانه استفاده شده است. متغیر (YP)، از نسبت تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت به جمعیت کل کشور محاسبه شده است. همچنین از سری داده‌های تشکیل سرمایه ثابت ناخالص (درصد تولید ناخالص داخلی) به‌عنوان سرمایه فیزیکی (K) استفاده شده است. داده‌های تولید سرانه و سرمایه فیزیکی از پایگاه داده بانک جهانی استخراج شده است. برای اندازه‌گیری نیروی کار (L) از داده‌های جمعیت شاغل و فعال کشور استفاده و از پایگاه داده بانک مرکزی ایران استخراج شده است. آزادسازی تجاری (TO) یا معیار درجه باز بودن تجاری از نسبت تجارت (مجموع ارزش صادرات و واردات کالا و خدمات) به تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت به‌دست آمده است. داده‌های این متغیر نیز از پایگاه داده بانک جهانی استخراج شده است. برای اندازه‌گیری ارزش تحریم‌های اقتصادی از داده‌های تولید شده با استفاده از منطق فازی توسط ایرانمنش و همکاران (۲۰۲۱) استفاده شده است.

جدول ۲. معرفی متغیرها و منابع داده‌های پژوهش

نماد	نام متغیر	معیار اندازه‌گیری	منبع داده‌ها
YP	تولید سرانه	تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت سال ۲۰۱۵ (دلار آمریکا)	بانک جهانی
NDI	شاخص بلایای طبیعی	شاخص ترکیبی نرمال شده با استفاده از روش موریس (مقدار بین صفر و یک)	EM-DAT
EI	نوآوری زیست‌محیطی	اختراعات و فناوری‌های مرتبط با محیط‌زیست (تعداد)	OECD
TO	آزادسازی تجاری	ارزش تجارت کالا و خدمات (درصد تولید ناخالص داخلی)	بانک جهانی
K	سرمایه فیزیکی	تشکیل سرمایه ثابت ناخالص (درصد تولید ناخالص داخلی)	بانک جهانی
L	نیروی کار	جمعیت شاغل و فعال کشور (نفر)	بانک مرکزی
ES	تحریم‌های اقتصادی	شاخص کمی‌سازی شده تحریم‌های اقتصادی محاسبه شده با منطق فازی	ایرانمنش (۲۰۲۱)

منبع: یافته‌های پژوهش

مدلسازی اقتصادی
Economic Modeling
sanad.iau.ir/journal/eco
دوره ۱۸، شماره ۶۶، تابستان ۱۴۰۳، صفحه‌های ۸۱ تا ۱۰۷.

در این مطالعه برای اولین‌بار اثر متغیر نوآوری زیست‌محیطی بر تولید سرانه بررسی شده است. این نوآوری شامل استفاده از فناوری‌های پایدار، تولید محصولات با کمترین تأثیرات محیطی، بهره‌وری منابع، بازیافت و استفاده مجدد از مواد، ترویج روش‌های کشاورزی ارگانیک، حفظ گونه‌های در خطر، حفاظت از منابع آب، کاهش آلودگی هوا و آب، انرژی‌های تجدیدپذیر و دیگر روش‌های متنوع برای بهبود و حفظ محیط‌زیست است. برای اندازه‌گیری این متغیر از داده‌های تعداد نوآوری‌های مرتبط با محیط‌زیست استفاده شده است. این داده‌ها در سه بخش اصلی فناوری‌های مرتبط با محیط‌زیست، فناوری‌های سازگاری با تغییرات آب‌وهوایی و نوآوری‌های بخش اقتصاد اقیانوسی پایدار جمع‌آوری می‌شود. داده‌های نوآوری زیست‌محیطی از پایگاه داده سازمان همکاری اقتصادی و توسعه استخراج شده است.

برای بررسی اثر بلایای طبیعی بر تولید سرانه از متغیر محقق ساخت بلایای طبیعی[1] (NDI) استفاده شده است. برای محاسبه این متغیر از چهار داده، تعداد حوادث شدیدطبیعی در سال، تعداد مرگ‌ومیر (نفر)، تعداد افراد تحت‌تأثیر قرار گرفته (نفر) و میزان خسارت وارد شده ناشی از بلایای طبیعی (دلار) استفاده شده است. با توجه به اینکه داده‌های مورد استفاده دارای واحد اندازه‌گیری یکسان نیستند و مقادیر متفاوتی به خود می‌گیرند، برای تهیه شاخص ترکیبی از شاخص موریس[2] (۱۹۹۷) استفاده شده است. بنابراین برای محاسبه شاخص بلایای طبیعی، ابتدا داده‌های هر مولفه را به‌صورت مجزا نرمال‌سازی کرده تا زیر شاخص‌ها مشخص شوند. سپس با میانگین‌گیری از زیر شاخص‌های به‌دست آمده شاخص اصلی به‌دست می‌آید. درنهایت این شاخص از طریق رابطه (۳) محاسبه شده است.

$$NDI_t = \frac{\left(\frac{ND_t - ND_{min}}{ND_{max} - ND_{min}}\right) + \left(\frac{DEA_t - DEA_{min}}{DEA_{max} - DEA_{min}}\right) + \left(\frac{AFF_t - AFF_{min}}{AFF_{max} - AFF_{min}}\right) + \left(\frac{DAM_t - DAM_{min}}{DAM_{max} - DAM_{min}}\right)}{N} \quad (۳)$$

در این رابطه، NDI شاخص تجمیع بلایای طبیعی است. همچنین ND تعداد حوادث شدید طبیعی در سال، DEA تعداد مرگ‌ومیر، AFF تعداد افراد تحت تأثیر قرار گرفته و DAM میزان خسارت ناشی از وقوع بلایای طبیعی است. همچنین اندیس t مقدار متغیرهای فوق در سال t، اندیس min مقدار حداقلی و اندیس max مقدار حداکثری متغیرهای فوق در طول دوره ۴۳ ساله مورد مطالعه است. ارزش شاخص NDI مقداری بین صفر و یک را شامل می‌شود. هرچه 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.

در این مطالعه برای بررسی موضوع و اهداف تحقیق از داده‌های سری زمانی طی دوره زمانی (۱۴۰۱ - ۱۳۵۹) استفاده شده است. چارچوب زمانی پژوهش صرفاً با در دسترس بودن داده‌های لازم مورد نیاز برای انجام این مطالعه تعیین شد. همچنین کلیه داده‌ها به‌صورت لگاریتم طبیعی تبدیل شده است. برای تجزیه و تحلیل نتایج از برنامه ایویوز استفاده شد. برای انجام تحقیق از چندین رویکرد اقتصادسنجی برای مطالعه داده‌های سری زمانی استفاده می‌شود. ابتدا از آزمون ریشه واحد برای تأیید ثابت بودن متغیرها و به دنبال آن با تعیین وقفه بهینه یک آزمون هم‌انباشتگی برای یافتن روابط بلندمدت بین متغیرهای مورد مطالعه استفاده می‌شود. درنهایت این مطالعه برای برآورد مدل تجربی پژوهش از رویکرد هم‌انباشتگی حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) استفاده کرده است. این روش توسط استوک و واتسون[3] (۱۹۹۳) و سایکونن[4] (۱۹۹۲) ارائه و توسعه یافته است. این روش برای برطرف کردن مشکل روندهای

[1] Natural Disasters Index (NDI)
[2] Morris
[3] Stock & Watson
[4] Saikkonen

تصادفی در سری‌های زمانی و ارائه روشی برای برآورد روابطی که متغیرهای آن دارای روند تصادفی هستند، مطرح شده است. به‌علاوه این روش در حالت‌هایی که درجه هم‌انباشتگی متغیرهای توضیحی متفاوت باشد، قابل استفاده است. به‌طوری که در برآوردگر DOLS می‌توان متغیرهای I(0) و I(1) را همزمان با هم در مدل به‌کار برد و به تحلیل آنها پرداخت (عباسی‌نژاد و گودرزی‌فراهانی، ۱۳۹۲).

۴. برآورد مدل و تجزیه و تحلیل یافته‌ها

این مطالعه به‌صورت همزمان به بررسی نوآوری زیست‌محیطی و بلایای طبیعی بر تولید سرانه در ایران پرداخته است. ازاین‌رو برای انجام پژوهش مدل تجربی به دو صورت بدون متغیر تعاملی و همراه با متغیر تعاملی تصریح و با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی پویا برآورد شده است. در این بخش ابتدا، وضعیت ثبات متغیرها با استفاده از آزمون ریشه واحد دیکی – فولر تعمیم‌یافته بررسی شده است. براساس نتایج جدول ۳ متغیرهای تولید سرانه (YP)، نیروی کار (L) و نوآوری زیست‌محیطی (EI) با یک‌بار تفاضل‌گیری، در مرتبه اول پایا هستند. همچنین متغیرهای سرمایه فیزیکی (K)، آزادسازی تجاری (TO)، تحریم‌های اقتصادی (ES)، شاخص بلایای طبیعی (NDI) در مرتبه صفر پایا هستند. بنابراین مرتبه پایایی میان متغیرهای مدل، مختلط و از نوع I(0) و I(1) است. لذا برای برآورد الگوی پژوهش ابتدا باید وقفه بهینه تعیین و سپس آزمون هم انباشتگی بررسی شود.

جدول ۳. نتایج آزمون ریشه واحد دیکی ـ فولر تعمیم‌یافته

متغیرها	آماره ADF در سطح		آماره ADF در تفاضل مرتبه اول		درجه پایایی
	عرض از مبدأ	عرض از مبدأ و روند	عرض از مبدأ	عرض از مبدأ و روند	
تولید ناخالص داخلی سرانه	-۰/۵۹	-۲/۲۸	-۵/۹۷***	-۵/۸۸***	I(1)
سرمایه فیزیکی	-۲/۶۵	-۳/۸۰**	-۵/۴۶***	-۵/۴۱***	I(0)
نیروی کار	-۲/۲۹	۰/۰۴	-۴/۳۴***	-۴/۷۸***	I(1)
آزادسازی تجاری	-۱/۶۳	-۳/۴۰*	-۵/۰۴***	-۵/۱۸***	I(0)
تحریم‌های اقتصادی	-۲/۲۷	-۳/۲۹*	-۵/۰۶***	-۵/۰۲***	1(0)
نوآوری زیست‌محیطی	-۰/۴۵	-۲/۳۳	-۷/۵۶***	-۷/۶۲***	I(1)
شاخص بلایای طبیعی	-۴/۷۹***	-۴/۸۰***	-۱۱/۰۷***	-۱۰/۹۵***	I(0)

نکته: ***، ** و * به‌ترتیب معناداری در سطح احتمال ۱، ۵ و ۱۰ درصد.

منبع: یافته‌های پژوهش.

قبل از آزمون هم انباشتگی باید مقدار وقفه بهینه تعیین شود. برای این منظور از معیارهای اطلاعات آکائیک (ACI)، شوارتز بیزین (SC) و حنان – کوئین (HQ) استفاده شده است. طبق گزارش جدول ۴ کمترین مقدار معیار آکائیک و معیار حنان – کوئین (HQ) در وقفه ۳ است. اما کمترین مقدار معیار شوارتز بیزین (SC) در وقفه یک برآورد شده است. حال در این مطالعه با توجه به اینکه تعداد داده‌ها کمتر از ۱۰۰ است و حجم نمونه نسبتاً کم است، معیار

شوارتز بیزین (SC) را برای تعیین وقفه بهینه انتخاب می‌کنیم. زیرا این معیار در تعداد وقفه‌ها صرفه‌جویی می‌کند و بهترین الگو را انتخاب می‌کند. بنابراین وقفه بهینه برای برآورد به روش DOLS مقدار یک انتخاب می‌شود.

جدول ۴. آزمون تعیین تعداد وقفه بهینه در روش DOLS

وقفه	مدل ۱: بدون متغیر تعاملی			مدل ۲: همراه با متغیر تعاملی		
	آکائیک (ACI)	شوارتز بیزین(SC)	حنان-کوئین(HQ)	آکائیک(ACI)	شوارتز بیزین(SC)	حنان-کوئین(HQ)
۰	-۰/۶۳	-۰/۳۳	-۰/۵۲	۰/۱۷	۰/۴۷	۰/۲۸
۱	-۱۰/۰۷	-۷/۷۰*	-۹/۲۱	-۸/۵۹	-۶/۲۳*	-۷/۷۴
۲	-۱۰/۹۳	-۶/۵۰	-۹/۳۳	-۸/۹۴	-۴/۵۱	-۷/۳۴
۳	-۱۲/۲۴*	-۵/۷۴	-۹/۸۹*	-۱۰/۳۸*	-۳/۸۸	-۸/۰۳*

منبع: یافته‌های پژوهش

حال قبل از برآورد نهایی الگوی پژوهش، باید وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها آزمون شود. در روش برآوردگر DOLS برای این منظور، از دو آزمون هم‌انباشتگی عدم پایداری هانسن[1] و متغیرهای اضافه شده پارک[2] استفاده می‌شود. نتایج آزمون‌های فوق در جدول ۵ گزارش شده است. فرضیه صفر در آزمون هانسن، هم انباشتگی سری‌ها یا ثبات پارامترهاست. هانسن از آزمون ضرایب لاگرانژ (Lc) استفاده می‌کند که به تخمین‌هایی از مدل اصلی وابسته است. مقدار آماره (Lc) و ارزش احتمال آن در ستون دوم برای مدل ۱ و ۲ نشان می‌دهد که آماره‌های برآورد شده معنادار نیستند. درنتیجه فرضیه صفر مبنی‌بر اینکه سری‌ها هم‌انباشته هستند، در سطح معناداری مرسوم رد نمی‌شود. آزمون پارک یک آزمون براساس متغیرهای اضافه شده است. در این آزمون می‌توان از آزمون والد مشترک استفاده کرده که آماره آن دارای توزیع (χ^2) است. فرضیه صفر این آزمون مبنی‌بر هم‌انباشته بودن سری‌هاست. نتایج آماره (χ^2) آزمون پارک و ارزش احتمال آنها برای مدل‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهد که فرضیه صفر هم‌انباشتگی سری‌ها رد نمی‌شود. بنابراین با توجه به نتایج، رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل وجود دارد و ازاین‌رو می‌توان از روش حداقل مربعات معمولی پویا برای برآورد رابطه بلندمدت استفاده کرد.

نتایج این بخش مشخص کرد که از یک‌سو متغیرها از درجه هم‌انباشتگی مختلط برخوردار هستند و متغیر وابسته (YP) نیز از درجه I(1) است. ازسوی دیگر با تعیین وقفه بهینه با استفاده از آزمون‌های هم‌انباشتگی هانسن و پارک وجود رابطه بلندمدت مورد تأیید قرار گرفت. درنهایت با تأیید آزمون‌های تشخیصی شرایط برآورد الگوی پژوهش و گزارش نتایج با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) برقرار است. ازاین‌رو نتایج برآورد مدل‌های ۱ و ۲ در جدول ۶ گزارش شده است. نتایج نشان می‌دهد که متغیرها از نظر آماری در سطح احتمال یک، پنج و ده درصد در هر دو مدل تجربی مورد استفاده معنادار هستند. در ادامه نتایج به تفکیک متغیرها بررسی شده است.

[1] Hansen Parameter Instability
[2] Park Added Variables

جدول ۵. نتایج آزمون‌های هم انباشتگی در روش DOLS

مدل‌ها	آزمون هانسن		آزمون پارک	
	آماره Lc	احتمال	آماره χ^2	احتمال
مدل ۱	۰/۲۰۳	>۰/۲	۱/۲۵۹	۰/۲۶۱
مدل ۲	۰/۰۷۱	>۰/۲	۲/۶۴۵	۰/۱۰۳

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۶. نتایج برآورد الگوی بلندمدت با استفاده از روش DOLS

نماد	متغیر	مدل ۱: بدون متغیر تعاملی			مدل ۲: همراه با متغیر تعاملی		
		ضریب	آماره t	احتمال	ضریب	آماره t	احتمال
K	سرمایه فیزیکی	۰/۵۵۹	۵/۶۹۷	۰/۰۰۰	۰/۵۸۲	۵/۴۹۲	۰/۰۰۰
L	نیروی کار	۰/۴۰۴	۴/۷۰۲	۰/۰۰۰	۰/۴۱۲	۴/۶۱۸	۰/۰۰۰
TO	آزادسازی تجاری	۰/۲۲۶	۲/۷۴۷	۰/۰۱۵	۰/۲۳۲	۲/۷۱۹	۰/۰۱۵
ES	شاخص تحریم اقتصادی	-۰/۰۹۹	-۱/۷۸۸	۰/۰۹۴	-۰/۱۳۹	-۲/۲۲۰	۰/۰۴۲
EI	نوآوری زیست‌محیطی	۰/۰۶۵	۵/۸۹۱	۰/۰۰۰	-	-	-
NDI	شاخص بلایای طبیعی	-۰/۲۵۳	-۷/۱۰۸	۰/۰۰۰	-۰/۱۹۶	-۵/۰۱۵	۰/۰۰۰
EI×NDI	(شاخص بلایا × نوآوری)	-	-	-	-۰/۰۴۸	-۵/۳۲۱	۰/۰۰۰
C	ضریب ثابت	-۱/۳۴۷	-۱/۰۲۶	۰/۳۲۰	-۱/۴۲۹	-۱/۰۴۴	۰/۳۱۲

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج نشان می‌دهد که شاخص بلایای طبیعی در هر دو مدل از نظر آماری در سطح یک درصد معنادار و اثر منفی بر تولید سرانه دارد. لذا درصورت ثبات سایر شرایط اگر یک درصد شاخص بلایای طبیعی افزایش یابد احتمالاً تولید ناخالص داخلی سرانه به‌ترتیب معادل ۰/۲۵۳ و ۰/۱۹۶ درصد کاهش می‌یابد. بلایای شدید طبیعی به دلیل تخریب زیرساخت‌ها، کاهش منابع انسانی، مالی، افزایش هزینه‌های جبرانی و اختلال در فعالیت‌های اقتصادی به‌طور مستقیم بر تولید سرانه تأثیر منفی می‌گذارد و به کاهش سطح رفاه جامعه منجر می‌شود. نتایج این پژوهش با مطالعات صادقی و امامقلی‌پور (۱۳۸۷) و صابری‌زاده و دقیقی (۱۳۹۸) برای کشور ایران مطابقت دارد. همچنین مطالعات سری‌زمانی ورسامه و همکاران (۲۰۲۴) برای کشور سومالی و کومار و همکاران (۲۰۲۲) برای کشور هند نیز نتایج ما را تأیید می‌کنند. از طرفی مطالعات جهانی مانند نورمحمدی شالکه و فطوره‌چی (۲۰۲۳)، بنعلی و همکاران (۲۰۱۸) و شبنم (۲۰۱۴) نیز برای منتخب کشورهای مختلف نشان می‌دهند که بلایای طبیعی بر تولید و رشد اقتصادی اثر منفی دارند.

متغیر نوآوری زیست‌محیطی به‌صورت مستقل در مدل ۱ از نظر آماری در سطح احتمال یک درصد اثر مثبت و معناداری بر تولید سرانه دارد. در صورت ثبات سایر شرایط اگر یک درصد فناوری‌های مرتبط با محیط‌زیست توسعه یابد میزان تولید ناخالص داخلی سرانه در اقتصاد ایران معادل ۰/۰۶۵ درصد افزایش خواهد یافت. نتایج با مطالعه آمارا و کیاو (۲۰۲۳) برای ۵۴ کشور آفریقایی که از متغیر نوآوری زیست‌محیطی استفاده کرده بود مطابق است. در مطالعات دیگر مانند حسن‌زاده محمودآباد و همکاران (۱۴۰۱)، محمدزاده و همکاران (۱۳۹۹)، مصطفی و یو (۲۰۲۰) و دوکاس

و همکاران (۲۰۲۳) برای کشورهای منتخب که از متغیرهای ثبت اختراعات ساکنین و هزینه تحقیق و توسعه استفاده کرده بودند نیز نتایج ما تأیید شده است.

متغیر تعاملی نوآوری زیست‌محیطی همراه با بلایای طبیعی در مدل ۲ در سطح احتمال یک درصد از نظر آماری معنادار و اثر منفی بر تولید سرانه دارد. طبق نتایج درصورت ثبات سایر شرایط اگر یک درصد این متغیر افزایش یابد در نتیجه احتمالاً تولید ناخالص داخلی سرانه به میزان ۰/۰۴۸ درصد کاهش می‌یابد. لذا نتایج نشان می‌دهد که متغیر تعدیلگر نوآوری زیست‌محیطی می‌تواند در صورت توسعه و ترویج آنها، باعث کاهش اثر خسارات بلایای طبیعی بر تولید سرانه ملی شود. با توجه به اینکه مطالعه‌ای در رابطه با این فرضیه یافت نشد. این نتایج احتمالاً منحصر به فرد خواهد بود و می‌تواند به توسعه ادبیات تجربی این موضوع کمک کند.

نتایج نشان می‌دهد که آزادسازی تجاری در سطح احتمال پنج درصد اثر مثبت بر تولید سرانه دارد. در صورت ثبات سایر شرایط اگر یک درصد درجه باز بودن تجاری افزایش یابد درنتیجه تولید ناخالص داخلی سرانه در مدل‌های ۱ و ۲ به‌ترتیب معادل ۰/۲۲۶ و ۰/۲۳۲ درصد افزایش می‌یابد. مطالعات عباسی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۳) برای کشور ایران و ژانگ و همکاران (۲۰۲۳) برای کشور چین و مطالعات جهانی نام و ریو (۲۰۲۴) برای کشورهای (ASAN) و دوکاس و همکاران (۲۰۲۳) برای کشورهای منتخب نیز نشان داد که درصورت افزایش باز بودن تجارت کشورهای هدف از رشد اقتصادی بهتری برخوردار خواهند بود.

تحریم‌های اقتصادی در سطح احتمال ۵ و ۱۰ درصد از نظر آماری معنادار و دارای اثر منفی بر تولید سرانه است. لذا درصورت افزایش یک درصد در شاخص تحریم‌های اقتصادی طی دوره مورد مطالعه میزان تولید ناخالص داخلی سرانه به مقدار ۰/۰۹۹ و ۰/۱۳۹ درصد کاهش می‌یابد. مطالعات فدائی و درخشان (۱۳۹۴) و شاکری و همکاران (۱۴۰۱) برای کشور ایران و نوین کیرش و نویمایر (۲۰۱۵) و الحسن و همکاران (۲۰۲۳) برای کشورهای هدف نیز نشان داد که تحریم‌ها اثر منفی بر رشد اقتصادی دارند. لذا این مطالعات نیز نتایج ما را تأیید می‌کند.

درنهایت سایر نتایج نشان می‌دهد که سرمایه فیزیکی و نیروی کار در سطح احتمال یک درصد معنادار و اثر مثبت بر تولید سرانه دارند. لذا اگر یک درصد سرمایه فیزیکی و نیروی کار بهبود یابد به‌ترتیب به میزان ۰/۵۵۹ و ۰/۴۰۴ درصد در مدل (۱) و به میزان ۰/۵۸۲ و ۰/۴۱۲ درصد در مدل (۲) تولیدسرانه را افزایش خواهند داد. نتایج با مطالعات صادقی و امامقلی‌پور (۱۳۸۷)، حسن‌زاده محمود آباد و همکاران (۱۴۰۱)، محمدزاده و همکاران (۱۳۹۹)، فدائی و درخشان (۱۳۹۴)، دوکاس و همکاران (۲۰۲۳)، مصطفی و یو (۲۰۲۰) و ورسانه و همکاران (۲۰۲۴) همخوانی دارد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱. نتیجه‌گیری

با توجه به اهداف توسعه پایدار جهانی و فقدان ادبیات گسترده در رابطه با موضوع پژوهش، در این مقاله برای مرتبه اول به‌طور تجربی به بررسی بلایای طبیعی و نوآوری زیست‌محیطی بر تولید سرانه ایران پرداخته شده است. بر ای انجام پژوهش برای دوره زمانی (۱۴۰۱-۱۳۵۹) از رویکرد حداقل مربعات معمولی پویا استفاده شد. در این پژوهش از متغیر وابسته تولید سرانه همراه با نفت استفاده شد. از طرفی برای اندازه‌گیری بلایای طبیعی از متغیر شاخص بلایای طبیعی بهره‌گرفته شد. همچنین از نوآوری زیست‌محیطی به‌صورت مستقل و تعاملی همراه با بلایای طبیعی استفاده شد.

براساس نتایج، بلایای طبیعی، متغیر تعامل (بلایا و نوآوری) و تحریم‌های اقتصادی اثر منفی و نوآوری زیست‌محیطی، سرمایه فیزیکی، نیروی کار و آزادسازی تجاری اثر مثبت و معناداری بر تولید سرانه دارند.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که بلایای طبیعی به طور قابل‌توجهی به کاهش تولید ناخالص داخلی سرانه منجر شده است. زیرا کاهش تولید ناخالص داخلی نتیجه کاهش تولید در بخش‌های آسیب‌دیده است. این امر به‌دلیل کاهش صادرات و افزایش واردات و درنتیجه تضعیف تراز تجاری و پرداخت‌هاست. به‌طورکلی این حوادث می‌توانند به تخریب زیرساخت‌ها، اختلال در فعالیت‌های اقتصادی و کاهش تولید منجرشوند. همچنین، هزینه‌های لازم برای بازسازی و کمک‌رسانی می‌تواند منابع مالی را از پروژه‌های توسعه‌ای دور کند و درنهایت به کاهش کیفیت زندگی مردم منجر شود. بنابراین، تأمین سازوکارهای پیشگیری و مدیریت مؤثر بلایای طبیعی برای کاهش خسارات و ارتقای رشد اقتصادی، می‌تواند نقش کلیدی در حفظ رشد پایدار اقتصادی و ارتقای سطح درآمد سرانه ایفا کند.

نتایج نوآوری‌های مرتبط با محیط‌زیست در این مطالعه نشان داد که این تکنولوژی‌ها حتی با مقدار بسیار کم، اما باعث افزایش سرانه تولید ناخالص داخلی در ایران شده است. بنابراین این شاخص یکی از راهبردهای مهم در جهت رسیدن به اهداف توسعه پایدار خواهد بود. علاوه‌بر این، مطالعه حاضر باور دارد، پیشرفت تکنولوژی می‌تواند یکی از راهبردهای اساسی در مدیریت و کاهش تأثیر بلایا باشد. بنابراین، نتایج نشان می‌دهد، زمانی که نوآوری زیست‌محیطی به‌صورت تعاملی همراه با بلایا ظاهر می‌شود از شدت منفی بلایای طبیعی کاسته و به سمت بهبود تولید سرانه پیش می‌رود. یعنی عامل کاهش‌دهنده نوآوری، توانایی مقابله و سازگاری کشور را در مقابل حوادث طبیعی افزایش می‌دهد و درنتیجه سطح خطر را برای بلایا کاهش می‌دهد. زیرا نوآوری با بهره‌گیری از فناوری‌های مرتبط با محیط‌زیست، امکان استفاده از سامانه‌های هشداردهنده، فناوری‌های تجدیدپذیر و بهبود بهره‌وری، ضمن مقاومت در برابر بلایای طبیعی در حفظ تنوع زیستی نیز تأثیرگذار است. بنابراین یافته‌ها نشان می‌دهد که توسعه و ترویج استفاده از تکنولوژی‌های زیست‌محیطی می‌تواند تاب‌آوری جامعه انسانی و طبیعی را در مقابل حوادث شدید افزایش دهد. استفاده از فناوری‌های نوین حامی محیط‌زیست این پتانسیل را دارد تا حد زیادی اثر بخشی و کارایی مدیریت بلایای طبیعی را افزایش دهد. زیرا استفاده از نوآوری‌های سنجش از راه دور، رادارها، تصویربرداری ماهواره‌ای، اینترنت اشیاء، گوشی‌های هوشمند و رسانه‌های اجتماعی می‌تواند مدیریت بلایای طبیعی را تا حد زیادی تسهیل کند. درنتیجه این فرایندها می‌توانند ارزش بازاری و غیربازاری خسارات بر تولید سرانه را کاهش دهند.

۲-۵. پیشنهادها

با توجه به تأثیرات منفی بلایای شدید طبیعی بر تولید سرانه و درنتیجه رشد و توسعه اقتصادی ایران، ضروری است که رویکردی جامع و چند بعدی برای افزایش تاب‌آوری جامعه اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی کشور در برابر این حوادث اتخاذ شود. بلایای طبیعی می‌توانند به‌شدت زیرساخت‌ها را آسیب‌پذیر کرده و بر زندگی روزمره مردم تأثیر گذارند. بنابراین، تقویت تاب‌آوری در برابر این حوادث نیازمند یک استراتژی چندجانبه است که شامل پیشگیری، آماده‌سازی، پاسخگویی و بازسازی باشد. در شکل (۲) چارچوب کلی راهبردهای توصیه شده با استفاده از نتایج پژوهش برای مدیریت بلایای طبیعی تصویر شده است.

شکل ۲. چارپوب راهبردهای پژوهش برای مدیریت بلایای طبیعی

منبع: یافته‌های پژوهش

الف) مجموعه اقدامات پیشگیرانه: نخستین گام در افزایش تاب‌آوری در برابر بلایای طبیعی، تمرکز بر اقدامات پیشگیرانه و توسعه فناوری‌های نوین است که می‌تواند به پیش‌بینی دقیق‌تر و هشدارهای به‌موقع کمک کند. استفاده از ابزارهای پیشرفته مانند رادارها و تصاویر ماهواره‌ای به دولت و نهادهای محلی این امکان را می‌دهد که آمادگی لازم را برای مقابله با بلایا ایجاد کنند. این ابزارها می‌توانند اطلاعات دقیقی از وضعیت جوی، زمین‌شناسی و دیگر عوامل مرتبط با بلایا ارائه دهند و به تصمیم‌گیرندگان کمک کنند تا با تحلیل داده‌ها، استراتژی‌های مناسب را تدوین کنند.

ب) سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه: این نوع سرمایه‌گذاری‌ها باید به سمت نوآوری‌های سبز هدایت شود تا زیرساخت‌های مدیریت بحران تقویت شود. این زیرساخت‌ها شامل سیستم‌های هشداردهی و زیرساخت‌های مقاوم به بلایای طبیعی است که می‌تواند به کاهش خسارات ناشی از حوادث کمک کند. همچنین، توسعه نرم‌افزارهای تحلیلی مبتنی‌بر هوش مصنوعی می‌تواند به تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به بلایا کمک کند و به پیش‌بینی بهتر آثار آنها منجر شود. این فرایندها می‌تواند به تصمیم‌گیری سریع و مؤثر در زمان بحران کمک کند.

ج) تقویت نهادهای محلی و آموزش جامعه: این نهادها می‌توانند نقش مهمی در ارائه آموزش‌های لازم و افزایش آگاهی عمومی ایفا کنند. برگزاری کارگاه‌ها و آموزش‌های مستمر درباره روش‌های ایمن زندگی در مناطق آسیب‌پذیر، می‌تواند به کاهش آسیب‌ها و تلفات انسانی کمک کند.

د) برنامه‌ریزی مالی بلندمدت: برنامه‌ریزی و توسعه مالی برای تأمین منابع مالی سبز برای بازسازی و کاهش آثار بلایا پس از وقوع حوادث باید در دستور کار قرار گیرد. تخصیص بودجه مناسب برای زیرساخت‌های مقاوم و برنامه‌های آموزشی می‌تواند به کاهش آسیب‌ها و تسریع روند بازسازی کمک کند. همچنین، ایجاد صندوق‌های اضطراری برای تأمین مالی فوری در مواقع بحران می‌تواند از تأثیرات منفی بلایا بر اقتصاد جلوگیری کند.

درنهایت، همکاری بین‌المللی در زمینه مدیریت بلایا می‌تواند به اشتراک‌گذاری دانش و تجربیات کمک کند و بهبود همبستگی بین کشورها را تسهیل نماید. برگزاری کنفرانس‌ها و سمینارهای بین‌المللی در این زمینه می‌تواند بستر مناسبی برای تبادل اطلاعات و تجربیات فراهم کند. بنابراین کشورها می‌توانند با همکاری در زمینه تحقیقات مشترک و

تبادل اطلاعات به راهکارهای مؤثرتری دست یابند. درمجموع در انتهای این مطالعه، نتیجه خواهیم گرفت که اتخاذ یک رویکرد جامع و چند بعدی در زمینه مدیریت بلایا، نه تنها می‌تواند به کاهش خسارات ناشی از حوادث طبیعی کمک کند، بلکه به تقویت تاب‌آوری اقتصادی و اجتماعی کشور نیز منجر خواهد شد.

حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

ORCID

Vahid Azizi https://orcid.org/0000-0001-7836-7169
Bakhtiar Javaheri https://orcid.org/0000-0002-5291-5611
Fateh Habibi https://orcid.org/0000-0001-7204-2566

منابع

- حسن‌زاده محمودآباد، محمد، حاضری، هاتف و دوازده‌امامی، زهرا (۱۴۰۱). اثر نوآوری بر رشد اقتصادی در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه. *نوآوری و ارزش‌آفرینی*، *۱۱*(۲۲)، ۱- ۱۰ Dor: 20.1001.1.27170454.1401.11.22.2.6
- روشن‌رو، محمد، ابراهیمی، مهرزاد و زارع، هاشم (۱۴۰۲). آثار تحریم های اقتصادی بر اقتصاد ایران با تأکید بر سرمایه انسانی. *مدلسازی اقتصادی*، *۱۷*(۶۴)، ۷۱-۹۶.
- شاکری، عباس، زمانی، رضا و ورتابیان کاشانی، هادی (۱۴۰۱). تأثیر تنوع و ماهیت سبد صادرات غیرنفتی بر رشد اقتصادی ایران. *پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، *۱۲*(۴۶)، ۳۴-۱۵. DOI: 10.30473/egdr.2020.52276.5753
- صابری‌زاده، مهدی و دقیقی اصلی، علیرضا (۱۳۹۸). بررسی اثرات بلایای طبیعی (سیل) بر ارزش‌افزوده بخش حمل‌ونقل جاده‌ای. *پژوهشنامه حمل‌ونقل*، *۱۶*(۱)، ۳۴۶ – ۳۳۷. DOI: 20. 001.1.17353459.1398.16.1.24.4
- صادقی، حسین و امامقلی‌پور، سارا (۱۳۸۷). مطالعهٔ تأثیر بلایای طبیعی بر تولید ناخالص داخلی غیرنفتی در ایران. *تحقیقات اقتصادی*، ۴۳(۲)، ۱۳۶ – ۱۱۵. DORL: 20.1001.1.00398969.1387.43.2.6.5
- عباسی‌نژاد، حسین، گودرزی فراهانی، یزدان و قیاسی، محمد حسین (۱۳۹۳). تأثیر حمایت از حقوق مالکیت فکری و حق اختراع بر رشد اقتصادی ایران. *پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)*، *۱۴*(۱)، ۲۷-۵۸.
DORL: 20.1001.1.17356768.1393.14.1.10.9
- فدائی، مهدی و درخشان، مرتضی (۱۳۹۴). تحلیل اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت تحریم‌های اقتصادی بر رشد اقتصادی در ایران. *پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، ۵(۱۸)، ۱۳۲-۱۱۳.
- قریشوندی ابراک، اکرم، قویدل دوستکویی، صالح و صوفی مجیدپور، مسعود. (۱۴۰۳). فراگیری مالی و رشد اقتصادی؛ تحلیل بین کشوری. *مدلسازی اقتصادی*، *۱۸*(۶۵)، ۱-۲۰.
- محمدزاده، پرویز، خان گلدی زاده، سمانه، و کمانگر، شهرام (۱۳۹۹). تأثیر نوآوری و کارآفرینی بر رشد اقتصادی: یک مطالعه بین کشوری. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۵(۸۲)، ۱۲۱-۱۴۸.

- Abbasinejad, H., Gudarzi Farahani, Y., & Hossein Ghiassi, M. (2014). The effect of protection of intellectual
- property and patent on Iran's economic growth. *The Economic Research*, *14*(1), 27-58. DORL: 20.1001.1.17356768.1393.14.1.10.9. (In Persian).
- Abdalzaher, M. S., Samy, L., & Muta, O. (2019). *Non-zero-sum game-based trust model to enhance wireless*
- *sensor networks security for IoT applications*. IET Wireless Sensor Systems, *9*(4), 218-226.
- Abdalzaher, M. S., Salim, M. M., Elsayed, H. A., & Fouda, M. M. (2022). *Machine learning benchmarking for secured iot smart systems*. In 2022 IEEE International Conference on Internet of Things and Intelligence Systems (IoTaIS) (pp. 50-56). IEEE.
- Albala-Bertrand, J. M. (1993). Natural disaster situations and growth: A macroeconomic model for sudden disaster impacts. *World Development*, *21*(9), 1417-1434.
- Alhassan, A., Sabzehmeidani, A. S., Taha, A. I., & Haseki, M. I. (2023). Sanctions and economic growth: Do sanction diversity and level of development matter?. *Heliyon*, *9*(9), 1-12. Doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e19571

- Amara, D. B., & Qiao, J. (2023). From economic growth to inclusive green growth: How do carbon emissions, eco-innovation and international collaboration develop economic growth and tackle climate change?. *Journal of Cleaner Production*, *425*, 138986, 1- 14. Doi: 10.1016/j.jclepro.2023.138986
- Awadallah, S., Moure, D., & Torres-González, P. (2019). An internet of things (IoT) application on volcano monitoring. *Sensors*, *19*(21), 4651.
- Baig, N., Khan, S., Gilal, N. G., & Qayyum, A. (2018). Do natural disasters cause economic growth? An ARDL bound testing approach. *Studies in Business and Economics*, *13*(1), 5-20.
- Benali, N., Abdelkafi, I., & Feki, R. (2018). Natural-disaster shocks and government's behavior: Evidence from middle-income countries. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *27*, 1-6. Doi: 10.1016/j.ijdrr.2016.12.014.
- Blackett, M. (2017). An overview of infrared remote sensing of volcanic activity. *Journal of Imaging*, *3*(2).
- Botzen, W. W., Deschenes, O., & Sanders, M. (2019). The economic impacts of natural disasters: A review of models and empirical studies. *Review of Environmental Economics and Policy*, *13*(2), 167–188, Doi: 10.1093/reep/rez004.
- Cai, W. G., & Zhou, X. L. (2014). On the drivers of eco-innovation: empirical evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, *79*, 239-248.
- Cavallo, E., & Noy, I. (2011). Natural disasters and the economy—a survey. *International Review of Environmental and Resource Economics*, *5*(1), 63-102. Doi: 10.1561/101.00000039
- Cavallo, E., Galiani, S., Noy, I., & Pantano, J. (2013). Catastrophic natural disasters and economic growth. *Review of Economics and Statistics*, *95*(5), 1549-1561.
- Chhibber, A., & Laajaj, R. (2013). *The Interlinkages between Natural Disasters and Economic Development*, In D. Guha-Sapir & I. Santos (Eds.), The Economic Impacts of Natural Disasters, (pp. 28–56). New York, Oxford University Press.
- Cunado, J., & Ferreira, S. (2014). The macroeconomic impacts of natural disasters: the case of floods. *Land Economics*, *90*(1), 149-168. doi: 10.3368/le.90.1.149.
- Dokas, I., Panagiotidis, M., Papadamou, S., & Spyromitros, E. (2023). Does innovation affect the impact of corruption on economic growth? International evidence. *Economic Analysis and Policy*, *77*, 1030-1054. Doi: 10.1016/j.eap.2022.12.032.
- Dugoua, E., & Dumas, M. (2021). Green product innovation in industrial networks: A theoretical model. *Journal of Environmental Economics and Management*, *107*, 102420.
- Elwekeil, M., Abdalzaher, M. S., & Seddik, K. (2019). *Prolonging smart grid network lifetime through optimising number of sensor nodes and packet length*. IET Communications, *13*(16), 2478-2484
- Fadaee, M., & Derakhshan, M. (2015). Analysis of Short Run and Long Run Effects of Economic Sanctions on Economic Growth in Iran. *Economic Growth and Development Research*, *5*(18), 113-132. (In Persian).
- Fomby, T., Ikeda, Y., & Loayza, N. V. (2013). The growth aftermath of natural disasters. *Journal of applied econometrics*, *28*(3), 412-434.
- Ghoreyshvandi Abrak, A., Ghavidel Doostkoui, S., & Soufimajidpour, M. (2024). The impact of financial inclusion on economic growth: A cross-country analysis. *Economic Modeling*, *18*(65), 1-20. (In Persian).
- Guo, J., Liu, H., Wu, X., Gu, J., Song, S., & Tang, Y. (2015). Natural disasters, economic growth and sustainable development in china—an empirical study using provincial panel data. *Sustainability*, *7*(12), 16783-16800. doi:10.3390/su71215847
- Guoyou, Q., Saixing, Z., Chiming, T., Haitao, Y., & Hailiang, Z. (2013). Stakeholders' influences on corporate green innovation strategy: A case study of manufacturing firms in China. *Corporate social responsibility and environmental management*, *20*(1), 1-14.

- Hallegatte, S., & Dumas, P. (2009). Can natural disasters have positive consequences? Investigating the role of embodied technical change. *Ecological economics*, *68*(3), 777-786. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2008.06.011
- Hallegatte, S., & Przyluski, V. (2010). *The economics of natural disasters: concepts and methods*. World Bank policy research working paper.(۵۵۰۷) ,
- Hassanzadeh Mahmoud Abad, M., Hazeri, H., & Davazdahemami, Z. (2022). The Impact of Innovation on Economic Growth in Developed and Developing Countries. *Journal of Innovation and Value Creation*, *11*(22), 1- 10. dor: 20.1001.1.27170454.1401.11.22.2.6. (In Persian).
- Hordofa, T. T., Vu, H. M., Maneengam, A., Mughal, N., & Liying, S. (2023). Does eco-innovation and green investment limit the CO2 emissions in China?. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, *36*(1), 634-649.
- 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. Doi: 10.60084/eje.v1i1.55
- Iranmanesh, S., Salehi, N., & abdolmajid Jalaee, S. (2021). Using the fuzzy logic approach to extract the index of economic sanctions in the Islamic Republic of Iran. *MethodsX*, *8*, 101301. Doi: 10.1016/j.mex.2021.101301
- Joseph, I. L. (2022). The effect of natural disaster on economic growth: Evidence from a major earthquake in Haiti. *World Development*, *159*, 106053. Doi: 10.1016/j.worlddev.2022.106053
- Khan, A., Chenggang, Y., Khan, G., & Muhammad, F. (2020). The dilemma of natural disasters: Impact on economy, fiscal position, and foreign direct investment alongside Belt and Road Initiative countries. *Science of the Total Environment*, *743*, 140578. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140578
- Klomp, J., & Valckx, K. (2014). Natural disasters and economic growth: A meta-analysis. *Global Environmental Change*, *26*, 183-195.
- Kreimer, A. (2001). Social and Economic Impacts of Natural Disasters. *International Geology Review*, *43*(5), 401–405.
- Krichen, M., Abdalzaher, M. S., Elwekeil, M., & Fouda, M. M. (2024). Managing natural disasters: An analysis of technological advancements, opportunities, and challenges. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, *4*(2024), 99–109. Doi: 10.1016/j.iotcps.2023.09.002.
- Kumar, P., Sahu, N. C., & Kumar, S. (2021). *Natural disasters and income inequality in South Asia: an FGLS panel analysis*. Critical Perspectives on Emerging Economies: An International Assessment, 27-39. Doi: 10.1007/978-3-030-59781-8_3.
- Kunapatarawong, R., & Martínez-Ros, E. (2016). Towards green growth: how does green innovation affect employment?. *Research policy*, *45*(6), 1218-1232.
- Kliesen, K. L., & Mill, J. S. (1994). The economics of natural disasters. *The regional economist*, 332.
- Loayza, N. V., Olaberria, E., Rigolini, J., & Christiaensen, L. (2012). Natural disasters and growth: Going beyond the averages. *World Development*, *40*(7), 1317-1336.
- Mohammadzadeh, P., Khangaldizadeh, S., & Kamangar, S. (2020). The Impact of Innovation and Entrepreneurship on Economic Growth: An Intercountry Study. *Iranian Journal of Economic Research*, *25*(82), 121-148. doi: 10.22054/ijer.2020.11912. (In Persian).
- Moustapha, M. A. M., & Yu, Q. (2020). Innovation effect through research and development on economic growth in 35 OECD countries. *Journal on Innovation and Sustainability Risus*, *11*(4), 159-166. DOI: 10.23925/2179-3565.2020v11i4p159-166
- Munawar, H. S., Mojtahedi, M., Hammad, A. W., Kouzani, A., & Mahmud, M. P. (2022). Disruptive technologies as a solution for disaster risk management: A review. *Science of the total environment*, *806*, 151351.

- Nam, H. J., & Ryu, D. (2024). Does trade openness promote economic growth in developing countries?. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, *93*, 101985. Doi: 10.1016/j.intfin.2024.101985
- Neuenkirch, M., & Neumeier, F. (2015). The impact of UN and US economic sanctions on GDP growth. *European Journal of Political Economy*, *40*(A), 110-125. Doi: 10.1016/j.ejpoleco.2015.09.001
- Nourmohammadi Shalkeh, M., & Fotourehchi, Z. (2023). The effect of natural disasters on economic growth with the moderating role of environmental degradation. *International Journal of Sustainable Economy*, *15*(3), 292-305. Doi: 10.1504/IJSE.2023.131871.
- Noy, I., & Nualsri, A. (2011). Fiscal storms: public spending and revenues in the aftermath of natural disasters. *Environment and Development Economics*, *16*(1), 113-128.
- Noy, I., & Vu, T. B. (2010). The economics of natural disasters in a developing country: the case of Vietnam. *Journal of Asian Economics*, *21*(4), 345-354.
- Oliveira, V. H. D. (2019). Natural disasters and economic growth in Northeast Brazil: evidence from municipal economies of the Ceará State. *Environment and Development Economics*, *24*(3), 271-293. DOI: 10.1017/S1355770X18000517
- Oštir, K., Veljanovski, T., Podobnikar, T., & Stančič, Z. (2003). Application of satellite remote sensing in natural hazard management: the Mount Mangart landslide case study. *International Journal of Remote Sensing*, *24*(20), 3983-4002.
- 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. doi:10.1177/0973801018800087
- Raddatz, C. (2007). Are external shocks responsible for the instability of output in low-income countries?, *Journal of Development Economics*, *84*(1), 155–187. Doi: 10.1016/j.jdeveco.2006.11.001
- Raddatz, C. E. (2009). *The wrath of God: macroeconomic costs of natural disasters*. World Bank policy research working paper, (5039). The World Bank, Development Research Group Macroeconomics and Growth Team.
- Rennings, K. (2000). Redefining innovation—eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological economics*, *32*(2), 319-332.
- Rowshanroo, M., Ebrahimi, M., Zare, H. (2024). The effect of economic sanctions on Iran's economy with an emphasis on human capital, .*Economic Modeling*, *17*(64), 71-95. (In Persian).
- 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*, *16*(1), 337-346. DOI: 20.1001.1.17353459.1398.16.1.24.4. (In Persian).
- Sadeghi, H., & Emamgholipour, S. (2008). The Natural Disasters Effect on Non-oil GDP in IRAN. *Journal of Economic Research*, *43*(2), 115-136. DORL: 20.1001.1.00398969.1387.43.2.6.5. (In Persian).
- Saikkonen, P. (1992). Estimation and testing of cointegrated systems by an autoregressive approximation. *Econometric theory*, *8*(1), 1-27.
- Sarkar, A. N. (2013). Promoting eco-innovations to leverage sustainable development of eco-industry and green growth. *European Journal of Sustainable Development*, *2*(1), 171-171
- 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.
- Shabnam, N. (2014). Natural disasters and economic growth: A review. *International Journal of Disaster Risk Science*, *5*(2), 157-163. DOI: 10.1007/s13753-014-0022-5
- Shakeri, A., zamani, R., & Vartabian Kashani, H. (2022). Impact of Export Diversification and Export Composition on Economic Growth of Iran. *Economic Growth and Development Research*, *12*(46), 34-15. doi: 10.30473/egdr.2020.52276.5753. (In Persian).

- Skidmore, M. & Toya, H. (2002), Do natural disasters promote long-run growth?, *Economic Inquiry*, *40*(4), 664-687
- Stock, J.H., & Watson, M.W. (1993). A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems. *Econometrica*. *61*(4), 783- 820. DOI: 10.2307/2951763
- Strobl, E. (2012). The economic growth impact of natural disasters in developing countries: Evidence from hurricane strikes in the Central American and Caribbean regions. *Journal of Development economics*, *97*(1), 130-141. doi:10.1016/j.jdeveco.2010.12.002
- Tamuly, R., & Mukhopadhyay, P. (2022). Natural disasters and well-being in India: A household-level panel data analysis. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *79*, 103158. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2022.103158
- Tariq, A., Badir, Y., & Chonglerttham, S. (2019). Green innovation and performance: moderation analyses from Thailand. *European Journal of Innovation Management*, *22*(3), 446-467.
- Tu, Y. T., Lin, C. Y., Ehsanullah, S., Anh, N. H. V., Duong, K. D., & Huy, P. Q. (2023). Role of energy consumption and sustainability-oriented eco-innovation on economic growth: evidence from Middle Eastern economy. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(2), 3197-3212.
- Wang, L., Chang, H. L., Rizvi, S. K. A., & Sari, A. (2020). Are eco-innovation and export diversification mutually exclusive to control carbon emissions in G-7 countries?. *Journal of environmental management*, *270*, 110829.
- Warsame, A. A., Mohamed, J., & Sarkodie, S. A. (2024). Natural disasters, deforestation, and emissions affect economic growth in Somalia. *Heliyon*, *10*(6), e28214. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e28214
- Zhang, Y., Kumar, S., Huang, X., & Yuan, Y. (2023). Human capital quality and the regional economic growth: Evidence from China. *Journal of Asian Economics*, *86*, 101593, 1-16. DOI: 10.1016/j.asieco.2023.101593.