Journal Website

Article history:
Received 21 January 2026
Revised 25 May 2026
Accepted 03 June 2026
Initial Publication 20 June 2026
Final Publication 21 April 2027

Dynamic Management and Business Analysis

Volume 6, Issue 1, pp 1-26

E-ISSN: 3041-8933

Asymmetric Effects of Income Inequality and New Technologies on Public Health Indicators with Emphasis on Research and Development Expenditures

Reza. Esmati[1], Gholamreza. Abasi[2*], Lotfali. Agheli[3], Azadeh. Mehrabian[2]

1. Department of Health Economics, SR.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Department of Economics, CT.C., Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Department of Economics, Faculty of Economics, Tehran Branch, Tarbiat Modares University, Iran

*** Corresponding author email address**: qol.abasi@iauctb.ac.ir

A r t i c l e I n f o

Article type:
Original Research

How to cite this article:
Esmati, R., Abasi, G., Agheli, L., & Mehrabian, A. (2027). Asymmetric Effects of Income Inequality and New Technologies on Public Health Indicators with Emphasis on Research and Development Expenditures. *Dynamic Management and Business Analysis*, *6*(1), 1-26.
https://doi.org/10.61838/dmbaj.371

© 2027 the author(s). Published by Knowledge Management Scientific Association. This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) License.

A B S T R A C T

Objective: This study aimed to investigate the asymmetric effects of income inequality, new technologies, and research and development (R&D) expenditures on public health and to evaluate the differential impacts of positive and negative shocks in these variables over the short and long run.

Methodology: This applied descriptive-analytical study employed annual data from 1990–2023. The Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL) model was used to estimate asymmetric relationships. Public health was measured through life expectancy, while explanatory variables included income inequality, information and communication technology development, R&D expenditures, GDP per capita, inflation, population, education, and gross fixed capital formation.

Findings: The Wald test confirmed the presence of asymmetric effects. In the short run, positive shocks in R&D expenditures improved public health, whereas negative shocks reduced it. Positive shocks in income inequality adversely affected public health, while negative shocks in inequality improved health outcomes. New technologies also exhibited asymmetric effects, with positive shocks enhancing public health and negative shocks diminishing it. The error-correction coefficient was negative and statistically significant, indicating convergence toward long-run equilibrium. Long-run estimates revealed that R&D expenditures, technological development, GDP per capita, education, and capital formation positively influenced public health, whereas income inequality, inflation, unemployment, and population exerted negative effects.

Conclusion: The findings suggest that strengthening R&D investment and promoting technological advancement can significantly enhance public health outcomes. Conversely, rising income inequality undermines population health. Therefore, policies aimed at reducing inequality while supporting innovation and technological development are essential for improving long-term public health performance.

Keywords: *Income Inequality; New Technologies; Public Health; Research and Development; Life Expectancy; NARDL.*

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Public health is widely recognized as a fundamental pillar of sustainable development, human well-being, and socioeconomic progress. In contemporary societies, health outcomes are shaped not only by healthcare systems but also by broader economic, social, and technological factors. Among these determinants, income inequality has emerged as one of the most influential variables affecting population health. Extensive evidence suggests that unequal income distribution limits access to healthcare services, nutritious food, education, and healthy living conditions, thereby contributing to disparities in health outcomes across socioeconomic groups (Abdi, 2025; Olden, 2021; Prentice et al., 2024). Moreover, persistent inequality weakens social cohesion and increases vulnerability among disadvantaged populations, resulting in adverse health consequences and lower life expectancy (Bütikofer et al., 2021; Gutin & Hummer, 2021; Ignatow & Gutin, 2024).

The relationship between inequality and health has become increasingly important in the context of sustainable development and inclusive growth. While economic growth may improve living standards, its benefits are not always distributed evenly across society. Consequently, countries experiencing substantial economic expansion may continue to face serious public health challenges if income disparities remain unresolved (Cerra, 2021; Ma et al., 2025; Sutanto et al., 2024). Research has demonstrated that reducing inequality contributes to improved quality of life, enhanced social welfare, and more equitable health outcomes (Khamjalas, 2024; Mahdi & Sulistyono, 2023; Murshed, 2024).

Alongside economic transformations, rapid technological advancement has profoundly altered the landscape of healthcare delivery and public health management. Emerging technologies, including digital platforms, information and communication technologies, telemedicine, artificial intelligence, and big data analytics, have created unprecedented opportunities for improving healthcare accessibility, efficiency, and quality. Technological innovation facilitates health information dissemination, remote medical consultations, disease monitoring, and evidence-based policymaking, thereby contributing to better health outcomes (Ren et al., 2024; Yu & Meng, 2022; Zahidi et al., 2024). Furthermore, investments in innovative medical research and digital competencies have strengthened healthcare systems and enhanced their capacity to respond to emerging challenges (Algobisi et al., 2024; Shin & Choi, 2022).

Despite these benefits, the expansion of technology may also generate new forms of inequality. The concept of the digital divide highlights disparities in access to technological resources and digital literacy across different population groups. Individuals lacking adequate technological access may be excluded from the benefits of digital healthcare services, potentially reinforcing existing socioeconomic and health inequalities (Xiao et al., 2024; Zhang et al., 2022). Consequently, technological development may function either as a mechanism for reducing inequality or as a catalyst for its intensification, depending on institutional conditions and policy frameworks (Ahmad et al., 2022; Zhao & Li, 2025).

Recent studies indicate that digital transformation can improve financial inclusion, create economic opportunities, and reduce disparities among vulnerable populations. Digital financial services and technological innovations have expanded access to financial resources and facilitated economic participation among previously marginalized groups (Sodokin & Djafon, 2025; V et al., 2024). Similarly, technological adoption has been associated with reduced gender inequality and greater socioeconomic

inclusion in developing economies (Mpofu, 2023; Ofori & Ofori, 2024). These improvements may indirectly contribute to enhanced public health by increasing access to resources necessary for healthy living.

Research and development (R&D) expenditures represent another critical determinant of public health. Investments in research stimulate medical innovation, improve healthcare technologies, enhance treatment effectiveness, and strengthen disease prevention strategies. Through the generation of scientific knowledge and technological advancement, R&D activities contribute to the long-term sustainability of healthcare systems and improvements in population health. Studies emphasize that innovation-driven growth and scientific progress are essential components of resilient and efficient health systems (Chen et al., 2025; Shin & Choi, 2022).

Moreover, public health outcomes are influenced by a broad range of social determinants, including education, employment, living conditions, environmental quality, and healthcare accessibility. Disparities in these determinants often translate into unequal health outcomes and differences in life expectancy among population groups (Madu et al., 2021; Prentice et al., 2024). The COVID-19 pandemic further highlighted how socioeconomic inequalities affect healthcare access, vaccination coverage, and health resilience across societies (Kennedy-Moulton et al., 2022; Rydland et al., 2022).

Recent scholarship has also emphasized the interconnectedness of technological progress, inequality, environmental sustainability, and quality of life. Technological development and innovation are increasingly viewed as instruments for promoting sustainable development, reducing inequality, and enhancing societal well-being (Caous & Huarng, 2020; Volodzkienė & Štreimikienė, 2023). Likewise, evidence from developing and emerging economies suggests that technology, governance quality, and inclusive economic policies jointly shape public welfare outcomes (Chandio et al., 2024; Dhamija et al., 2025; Fattahi, 2023; Hélène et al., 2025; Khan & Chiu, 2023; Molina-Salazar & Carbajal-De-Nova, 2023; Zou et al., 2023).

Although previous studies have explored the relationships among inequality, technological development, and health, most have focused on linear associations. However, positive and negative changes in inequality, technology, and R&D investment may produce different effects on public health. Understanding these asymmetric effects is crucial for designing effective policy interventions. Therefore, this study investigates the asymmetric impacts of income inequality and emerging technologies on public health indicators, with particular emphasis on research and development expenditures.

Methods and Materials

This study employed an applied descriptive-analytical research design using annual time-series data covering the period from 1990 to 2023. Public health was measured using life expectancy as the primary indicator. The explanatory variables included income inequality, emerging technologies, research and development expenditures, unemployment rate, GDP per capita, inflation rate, population growth, educational attainment, and gross fixed capital formation.

To capture the potentially asymmetric effects of positive and negative shocks in income inequality, technological development, and R&D expenditures, the Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL) model was utilized. Prior to model estimation, stationarity tests were conducted to determine the order of integration of the variables. Cointegration tests were subsequently applied to examine the existence of long-run equilibrium relationships among the variables. Short-run and long-run coefficients

E-ISSN: 3041-8933

were estimated, and diagnostic tests were performed to assess model adequacy, including serial correlation, heteroskedasticity, normality, and asymmetry tests.

Findings

The empirical results confirmed the existence of significant asymmetric relationships between the study variables and public health.

In the short run, positive shocks in research and development expenditures exerted a positive and statistically significant effect on public health, whereas negative shocks in R&D expenditures reduced public health outcomes. These findings indicate that increases and decreases in R&D spending do not produce equivalent impacts, confirming the presence of asymmetry.

Income inequality also demonstrated asymmetric effects. Positive shocks in income inequality significantly reduced public health indicators, while negative shocks in inequality, reflecting improvements in income distribution, enhanced public health outcomes. The magnitude and direction of these effects differed considerably, suggesting that public health is highly sensitive to changes in income distribution.

Similarly, emerging technologies exhibited asymmetric impacts on public health. Positive technological shocks improved health outcomes, whereas negative shocks weakened public health indicators. The results indicate that technological advancement contributes directly to improvements in population health, while setbacks in technological development may have detrimental consequences.

The Wald test confirmed the existence of asymmetric effects for income inequality, technological development, and research and development expenditures. The error correction coefficient was negative and statistically significant, indicating convergence toward long-run equilibrium and confirming the stability of the estimated model.

Long-run estimates revealed that research and development expenditures, technological development, GDP per capita, education, and gross fixed capital formation positively affected public health. In contrast, income inequality, inflation, unemployment, and population growth exerted negative effects on health outcomes. Diagnostic tests further confirmed the absence of serial correlation, heteroskedasticity, and model specification errors, supporting the robustness of the empirical findings.

Discussion and Conclusion

The findings demonstrate that public health is strongly influenced by economic, technological, and developmental factors and that these influences are inherently asymmetric. The positive effects of research and development expenditures highlight the critical role of innovation and scientific advancement in improving healthcare quality, expanding medical knowledge, and enhancing the effectiveness of health systems. Investments in R&D contribute not only to technological progress but also to long-term improvements in population well-being.

The negative impact of income inequality on public health underscores the importance of equitable resource distribution. Unequal access to healthcare services, education, nutrition, and economic opportunities creates significant disparities in health outcomes. The results suggest that reducing inequality can produce substantial public health benefits by enhancing access to essential resources and improving overall social welfare.

The positive contribution of emerging technologies emphasizes the transformative potential of digitalization and technological innovation within healthcare systems. Improved access to information,

telemedicine services, digital health platforms, and innovative medical technologies can strengthen healthcare delivery and increase population health. However, the asymmetric findings also indicate that technological decline or unequal access to technology may undermine these benefits.

The long-run results further reveal that sustainable improvements in public health require a combination of technological progress, investment in research and innovation, economic prosperity, educational advancement, and capital formation. Conversely, persistent inequality, inflationary pressures, unemployment, and demographic challenges may hinder health improvements and exacerbate social vulnerabilities.

Overall, the study demonstrates that public health cannot be understood solely through the lens of healthcare provision. Broader socioeconomic and technological dynamics play a decisive role in shaping health outcomes. Policies aimed at reducing income inequality, promoting inclusive technological development, expanding research and development investments, strengthening educational systems, and fostering sustainable economic growth can collectively enhance public health and contribute to long-term social prosperity. The findings highlight the importance of integrated policy approaches that simultaneously address economic equity, technological innovation, and health development to achieve sustainable and inclusive well-being.

E-ISSN: 3041-8933

شاپای الکترونیکی: ۸۹۳۳-۳۰۴۱

مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار

دوره ۶، شماره ۱، صفحه ۲۶-۱

وبسایت مجله

تاریخچه مقاله
دریافت شده در تاریخ ۱ بهمن ۱۴۰۴
اصلاح شده در تاریخ ۴ خرداد ۱۴۰۵
پذیرفته شده در تاریخ ۱۳ خرداد ۱۴۰۵
اولین انتشار در تاریخ ۳۰ خرداد ۱۴۰۵
انتشار نهایی در تاریخ ۱ اردیبهشت ۱۴۰۶

اثرات نامتقارن نابرابری درآمدی و فناوریهای نوین بر شاخص سلامت عمومی با تأکید بر هزینههای تحقیق و توسعه

رضا عصمتی[۱]، غلامرضا عباسی[۲*]، لطفعلی عاقلی[۳]، آزاده محرابیان[۲]

۱. گروه اقتصاد سلامت، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲. گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳. گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، واحد تهران، دانشگاه تربیت مدرس، ایران

ایمیل نویسنده مسئول: qol.abasi@iauctb.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله
پژوهشی اصیل

نحوه استناد به این مقاله:
عصمتی، رضا.، عباسی، غلامرضا.، عاقلی، لطفعلی.، و محرابیان، آزاده. (۱۴۰۶). اثرات نامتقارن نابرابری درآمدی و فناوریهای نوین بر شاخص سلامت عمومی با تأکید بر هزینههای تحقیق و توسعه. *مدیریت پویا و تحلیل کسب و کار*، ۶(۱)، ۲۶-۱.

© ۱۴۰۶ تمامی حقوق انتشار این مقاله متعلق به نویسنده(گان) است. انتشار این مقاله بهصورت دسترسی آزاد مطابق با گواهی (CC BY 4.0) صورت گرفته است.

چکیده

هدف: هدف این پژوهش بررسی اثرات نامتقارن نابرابری درآمدی، فناوریهای نوین و هزینههای تحقیق و توسعه بر شاخص سلامت عمومی در ایران و تحلیل تفاوت آثار شوکهای مثبت و منفی این متغیرها در کوتاهمدت و بلندمدت است. **روششناسی:** این پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت توصیفی–تحلیلی است. دادههای سالانه دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۳ مورد استفاده قرار گرفت و برای برآورد روابط از الگوی خودرگرسیونی با وقفههای توزیعی غیرخطی (NARDL) استفاده شد. شاخص سلامت عمومی با امید به زندگی سنجیده شد و متغیرهای تحقیق شامل نابرابری درآمدی، فناوریهای نوین، هزینههای تحقیق و توسعه، درآمد سرانه، تورم، جمعیت، آموزش و تشکیل سرمایه ثابت بودند. **یافتهها:** نتایج آزمون والد وجود اثرات نامتقارن را تأیید کرد. در کوتاهمدت، شوکهای مثبت تحقیق و توسعه اثر مثبت و شوکهای منفی آن اثر منفی بر سلامت عمومی داشتند. همچنین شوکهای مثبت نابرابری درآمدی موجب کاهش سلامت عمومی و شوکهای منفی آن موجب بهبود سلامت عمومی شدند. فناوریهای نوین نیز رفتار نامتقارن نشان دادند؛ بهگونهای که شوکهای مثبت آن سلامت عمومی را افزایش و شوکهای منفی آن سلامت عمومی را کاهش دادند. ضریب جمله تصحیح خطا منفی و معنادار بود که وجود رابطه تعادلی بلندمدت و سرعت مناسب تعدیل به سمت تعادل را تأیید میکند. در بلندمدت، تحقیق و توسعه، فناوریهای نوین، درآمد سرانه، آموزش و سرمایه ثابت اثر مثبت و نابرابری درآمدی، تورم، بیکاری و جمعیت اثر منفی بر سلامت عمومی داشتند. **نتیجهگیری:** یافتهها نشان میدهد ارتقای سرمایهگذاری در تحقیق و توسعه و توسعه فناوریهای نوین میتواند به بهبود شاخصهای سلامت عمومی منجر شود، در حالی که افزایش نابرابری درآمدی اثرات منفی قابل توجهی بر سلامت جامعه دارد. بنابراین سیاستهای کاهش نابرابری و حمایت از نوآوری و فناوری میتوانند نقش مؤثری در ارتقای سلامت عمومی ایفا کنند.

کلیدواژگان: *نابرابری درآمدی، فناوریهای نوین، سلامت عمومی، تحقیق و توسعه، امید به زندگی، NARDL*

مقدمه

سلامت عمومی یکی از بنیادیترین ارکان توسعه انسانی و اجتماعی محسوب میشود و بهعنوان شاخصی کلیدی برای ارزیابی کیفیت زندگی، رفاه اجتماعی و میزان موفقیت سیاستهای توسعهای کشورها شناخته میشود. در دههای اخیر، نگاه به سلامت از چارچوب صرفاً زیستی و درمانمحور فراتر رفته و به سمت رویکردی چندبعدی حرکت کرده است که در آن عوامل اقتصادی، اجتماعی، فناورانه و نهادی بهعنوان تعیینکنندههای اصلی وضعیت سلامت جوامع مورد توجه قرار میگیرند. در این چارچوب، سلامت نهتنها نتیجه عملکرد نظامهای درمانی، بلکه محصول تعامل پیچیده میان ساختارهای اقتصادی، توزیع منابع، فرصتهای اجتماعی و دسترسی به فناوریهای نوین است. مطالعات جدید نشان میدهند که دستیابی به عدالت در سلامت مستلزم توجه همزمان به نابرابریهای اجتماعی، فرصتهای اقتصادی و ظرفیتهای فناورانه است (Abdi, 2025; Algobisi et al., 2024; Prentice et al., 2024). از این رو، بررسی عوامل مؤثر بر سلامت عمومی به یکی از موضوعات محوری در ادبیات اقتصاد سلامت و سیاستگذاری عمومی تبدیل شده است.

یکی از مهمترین عوامل اثرگذار بر سلامت عمومی، نابرابری درآمدی است. نابرابری درآمدی بیانگر توزیع نامتوازن منابع اقتصادی در جامعه بوده و میتواند از مسیرهای مختلفی بر سلامت افراد تأثیر بگذارد. در جوامعی که فاصله درآمدی میان گروههای مختلف زیاد است، دسترسی به خدمات درمانی، تغذیه مناسب، آموزش، مسکن و سایر منابع ارتقای سلامت نیز بهطور نابرابر توزیع میشود. این وضعیت در نهایت منجر به تشدید شکافهای سلامت میان اقشار مختلف جامعه میشود. شواهد تجربی حاکی از آن است که افزایش نابرابری درآمدی با کاهش امید به زندگی، افزایش مرگومیر و تشدید بیماریهای مزمن ارتباط دارد (Bütikofer et al., 2021; Ignatow & Gutin, 2024; Olden, 2021). علاوه بر این، نابرابری درآمدی میتواند سرمایه اجتماعی، انسجام اجتماعی و اعتماد عمومی را تضعیف کند و از این طریق پیامدهای منفی گستردهای بر سلامت جمعیت برجای گذارد (Cerra, 2021; Gutin & Hummer, 2021).

در سالهای اخیر، توجه پژوهشگران به رابطه میان نابرابری درآمدی و توسعه اقتصادی نیز افزایش یافته است. برخی مطالعات نشان میدهند که رشد اقتصادی بدون توجه به توزیع عادلانه منافع حاصل از آن، نمیتواند به بهبود پایدار سلامت عمومی منجر شود. به عبارت دیگر، صرف افزایش تولید ناخالص داخلی تضمینکننده ارتقای رفاه و سلامت نیست، بلکه نحوه توزیع درآمد و فرصتهای اقتصادی نیز اهمیت اساسی دارد (Ma et al., 2025; Mahdi & Sulistyono, 2023; Sutanto et al., 2024). در همین راستا، چارچوب رشد فراگیر بر این نکته تأکید دارد که توسعه اقتصادی باید بهگونهای طراحی شود که تمامی اقشار جامعه بتوانند از منافع آن بهرهمند شوند و شکافهای اقتصادی کاهش یابد (Cerra, 2021). همچنین مطالعات انجامشده در کشورهای مختلف نشان دادهاند که کاهش نابرابری درآمدی میتواند آثار مثبتی بر شاخصهای رفاه، سلامت و توسعه پایدار داشته باشد (Khamjalas, 2024; Khan & Chiu, 2023; Murshed, 2024).

همزمان با تحولات اقتصادی، توسعه فناوریهای نوین نیز به یکی از مهمترین نیروهای شکلدهنده تحولات اجتماعی و سلامت عمومی تبدیل شده است. فناوریهای دیجیتال، اینترنت، هوش مصنوعی، دادههای کلان و سامانههای سلامت الکترونیک فرصتهای بیسابقهای برای بهبود دسترسی به خدمات سلامت، افزایش کیفیت مراقبتهای پزشکی و ارتقای آگاهیهای بهداشتی فراهم کردهاند. توسعه فناوریهای ارتباطی موجب شده است که افراد در مناطق دورافتاده نیز بتوانند از خدمات پزشکی از راه دور، آموزشهای سلامت و اطلاعات تخصصی بهرهمند شوند (Ren et al., 2024; Yu & Meng, 2022; Zahidi et al., 2024). همچنین پیشرفت فناوریهای نوین نقش مهمی در توسعه تحقیقات پزشکی، نوآوریهای درمانی و بهبود کارایی نظامهای سلامت ایفا کرده است (Algobisi et al., 2024; Shin & Choi, 2022).

E-ISSN: 3041-8933

با وجود مزایای گسترده فناوریهای نوین، برخی مطالعات هشدار میدهند که توسعه فناوری میتواند به ایجاد یا تشدید نابرابریهای جدید منجر شود. مفهوم شکاف دیجیتال به تفاوت در دسترسی و توانایی استفاده از فناوریهای نوین میان گروههای مختلف اجتماعی اشاره دارد. افرادی که از سطح درآمد، تحصیلات یا زیرساختهای مناسب برخوردار نیستند، ممکن است نتوانند از مزایای فناوری بهرهمند شوند و در نتیجه شکافهای اجتماعی و سلامت عمیقتر گردد (Xiao et al., 2024; Zhang et al., 2022). در واقع، فناوری میتواند هم بهعنوان ابزاری برای کاهش نابرابری و هم بهعنوان عاملی برای بازتولید نابرابری عمل کند. این دوگانگی موجب شده است که بررسی آثار واقعی فناوری بر سلامت عمومی به یکی از موضوعات مهم پژوهشی تبدیل شود (Ahmad et al., 2022; Zhao & Li, 2025).

مطالعات اخیر نشان دادهاند که اقتصاد دیجیتال و فناوریهای نوین قادرند از طریق بهبود دسترسی به اطلاعات، توسعه خدمات مالی دیجیتال، افزایش بهرهوری و ارتقای سرمایه انسانی بر سلامت و رفاه عمومی تأثیر مثبت بگذارند. برای مثال، گسترش خدمات مالی دیجیتال توانسته است دسترسی گروههای آسیبپذیر به منابع مالی را افزایش دهد و از این طریق نابرابریهای اقتصادی را کاهش دهد (Sodokin & Djafon, 2025; V et al., 2024). همچنین توسعه فناوریهای نوین در کشورهای در حال توسعه موجب افزایش مشارکت اقتصادی زنان، ارتقای شمول مالی و کاهش برخی اشکال نابرابری اجتماعی شده است (Mpofu, 2023; Ofori & Ofori, 2024). این تحولات میتوانند بهصورت غیرمستقیم زمینه بهبود سلامت عمومی را فراهم آورند.

از سوی دیگر، پژوهشهای متعددی به بررسی رابطه میان فناوری و نابرابری درآمدی پرداختهاند. برخی مطالعات نشان دادهاند که نوآوریهای فناورانه در صورت همراهی با سیاستهای حمایتی مناسب میتوانند شکافهای درآمدی را کاهش دهند و فرصتهای برابرتری ایجاد کنند، اما در نبود چنین سیاستهایی ممکن است منافع فناوری عمدتاً نصیب گروههای پردرآمد شود و نابرابری را افزایش دهد (Xiao et al., 2024; Zou et al., 2023). بنابراین، رابطه میان فناوری و نابرابری رابطهای پیچیده و چندبعدی است که پیامدهای آن بر سلامت عمومی نیز میتواند متفاوت باشد.

در ادبیات سلامت عمومی، نقش تعیینکنندههای اجتماعی سلامت بهطور گسترده مورد تأکید قرار گرفته است. عواملی نظیر درآمد، تحصیلات، اشتغال، شرایط زندگی، دسترسی به خدمات درمانی و محیط اجتماعی از مهمترین عوامل شکلدهنده وضعیت سلامت افراد هستند (Madu et al., 2021; Prentice et al., 2024). نابرابری در دسترسی به این عوامل میتواند موجب شکلگیری الگوهای متفاوتی از بیماری، مرگومیر و امید به زندگی در میان گروههای مختلف جمعیتی شود. شواهد حاصل از همهگیری کووید-۱۹ نیز نشان داد که نابرابریهای اقتصادی و اجتماعی نقش مهمی در توزیع نابرابر واکسنها، خدمات درمانی و پیامدهای سلامت داشتهاند (Kennedy-Moulton et al., 2022; Rydland et al., 2022).

علاوه بر این، کیفیت و میزان سرمایهگذاری در نظام سلامت نیز از عوامل مؤثر بر بهبود شاخصهای سلامت عمومی محسوب میشود. مطالعات انجامشده در کشورهای مختلف نشان میدهد که تخصیص منابع مالی مناسب به بخش سلامت و تحقیق و توسعه میتواند موجب ارتقای کیفیت خدمات درمانی، افزایش امید به زندگی و کاهش نابرابریهای سلامت شود (Geng, 2023; Vinícius Henrique Ferreira Pereira de et al., 2022). در همین راستا، توسعه ظرفیتهای تحقیق و توسعه نقش مهمی در تولید دانش، نوآوریهای پزشکی و ارتقای کارایی نظام سلامت ایفا میکند (Chen et al., 2025; Shin & Choi, 2022).

در سطح جهانی، روندهای اخیر نشاندهنده افزایش توجه سیاستگذاران به عدالت در سلامت و کاهش نابرابریهای سلامت است. سازمانهای بینالمللی و پژوهشگران حوزه سلامت بر ضرورت اتخاذ سیاستهای مبتنی بر عدالت، گسترش دسترسی برابر به خدمات درمانی و استفاده هدفمند از فناوریهای نوین برای کاهش شکافهای سلامت تأکید دارند (Abdi, 2025; Hélène et al., 2025). همچنین مطالعات

جدید نشان دادهاند که کیفیت زندگی و سلامت عمومی تحت تأثیر همزمان عوامل اقتصادی، زیستمحیطی، فناورانه و نهادی قرار دارد و تحلیل این روابط نیازمند رویکردهای جامع و چندبعدی است (Chandio et al., 2024; Molina-Salazar & Carbajal-De-Nova, 2023).

با وجود گسترش مطالعات در زمینه نابرابری درآمدی، فناوریهای نوین و سلامت عمومی، هنوز خلأهای پژوهشی مهمی وجود دارد. بخش قابل توجهی از مطالعات پیشین بر روابط خطی میان متغیرها تمرکز کردهاند، در حالی که آثار نابرابری درآمدی و فناوریهای نوین بر سلامت ممکن است ماهیتی نامتقارن داشته باشند؛ به این معنا که شوکهای مثبت و منفی این متغیرها پیامدهای یکسانی بر سلامت عمومی نداشته باشند. همچنین بسیاری از پژوهشها نقش همزمان فناوریهای نوین و هزینههای تحقیق و توسعه را در چارچوبی یکپارچه مورد بررسی قرار ندادهاند (Ren et al., 2024; Sodokin & Djafon, 2025; Zhao & Li, 2025). از این رو، تحلیل اثرات نامتقارن این عوامل میتواند درک دقیقتری از سازوکارهای مؤثر بر سلامت عمومی ارائه دهد و مبنای مناسبتری برای طراحی سیاستهای اقتصادی و اجتماعی فراهم سازد.

بنابراین، هدف این پژوهش بررسی اثرات نامتقارن نابرابری درآمدی و فناوریهای نوین بر شاخص سلامت عمومی با تأکید بر هزینههای تحقیق و توسعه در ایران است.

روش پژوهش

در مطالعه حاضر درصدد بیکاری، نابرابری درآمدی و فناوریهای نوین بر سلامت عمومی در ایران با استفاده از مدل رویکرد NARDL، بر اساس ادبیات و مطالعات پیشین همچون وانگ و همکاران۱ (۲۰۲۳)، بیارو و همکاران۲ (۲۰۲۳)، ژانگ و همکاران۳ (۲۰۲۲)، پنگوئی و همکاران۴ (۲۰۲۲) میباشد؛ در این مطالعه متغیر وابسته سلامت عمومی افراد(به منظور در نظر گرفتن شاخص بهداشتی در این تحقیق، از شاخص امید به زندگی) استفاده شده است. شاخص امید به زندگی تحت تاثیر مراقبتهای بهداشتی، تغذیه سالم، آرامش روانی بوده و شاخصی است که نشان دهنده کیفیت زندگی است. رشد شاخص امید به زندگی می‌تواند نشانی از کیفیت هزینه‌های بهداشتی در یک کشور باشد. به تعبیری دیگر اگر هزینههای بهداشت و درمان به میزان کافی بوده و کارایی استفاده از این منابع در سطحی بالا باشد، میتوان انتظار داشت که شاخص مربوط به سطح سلامتی ارتقاء یابد. آمار مربوط به این متغیر از سایت سازمان جهانی بهداشت WHO جمعآوری میشود) و متغیرهای توضیحی؛ شاخص بیکاری (UNE)، مخارج تحقیق و توسعه۵ (R&D)، نابرابری درآمدی (ضریب جینی؛ شاخصی برای نشان دادن نابرابری در توزیع درآمد) (GINI)، نشان دهنده شاخص توسعه (ICT) است. این شاخص شامل سه مؤلفه اصلی دسترسی، استفاده و مهارت میباشد. رتبه بندی این شاخص براساس امتیاز صفر تا ده میباشد. امتیاز بالاتر به معنی بالا بودن درجه توسعه یافتگیICT و امتیاز پایینتر به معنی پایین بودن درجه توسعه یافتگی ICT کشورها میباشد. درآمد سرانه (GDPper)، نرخ تورم (INF)، جمعیت (POP): متغیر محیطی مورد استفاده در تحقیق، نرخ شهرنشینی یا سهمی از کل جمعیت است که در نواحی شهری زندگی میکنند. این متغیر به صورت بالقوه هم تأثیر مثبت و هم تأثیر منفی بر سلامت دارد. از جنبه مثبت، شهرنشینی اطلاعات سلامتی و دسترسی به خدمات مراقبتهای بهداشتی درمانی را افزایش میدهد. از طرفی علاوه بر بالا بودن هزینههای مراقبت درمان در مناطق شهری، شهرنشینی با آلودگی و شلوغی همراه است که تأثیر منفی بر سلامت دارد. با کنار هم قرار دادن هر دو جنبه شهرنشینی، مشخص است که تأثیر این متغیر بر سلامت وابسته به تأثیر خالص (برآیند) این دو جنبه

1. Jing Wang et al
2. Mwoya Byaro et al
3. Jinzhu Zhang et al
4. Xu Penghui et al
5 . Research and development expenditure (% of GDP)

E-ISSN: 3041-8933

است. CAP: تشکیل سرمایه ثابت ناخالص[1] (٪ تولید ناخالص داخلی)، EDU؛ سرمایه انسانی (سطح تحصیلات[2]): تأثیر آموزش در این تابع بسیار چشمگیر است چرا که بر انتخاب شغل مناسب، انتخاب رژیمغذایی مناسب، اجتناب از عادات ناسالم و ... تأثیر داشته و به صورت مستقیم بر کیفیت زندگی افراد به لحاظ سلامتی تأثیر میگذارد. متداولترین تعریف برای نرخ باسوادی عبارت است از تعداد افراد باسواد به کل جمعیت ۶ ساله و بالاتر است.

$$HE_t = \alpha_0 + \beta_1 UNE_t + \beta_2 R\&D_t + \beta_3 GINI_t + \beta_4 ICT_t + \beta_5 GDPper_t + \beta_6 INF_t + \beta_7 pop_t + \beta_8 EDU_t + \beta_9 CAP_t + \varepsilon_{it}$$

با نوشتن معادله (۵) بهصورت تصحیح خطا و نیز تفکیک متغیر (فناوریهای نوین ICT ، مخارج تحقیق و توسعه R&D و نابرابری درآمدی GINI) به دو بخش مجموع جزئی تغییرات مثبت فناوریهای نوین $\mathrm{POSE} = \sum_{j=1}^{t} \Delta ICT^{+}$ ، تغییرات مثبت مخارج تحقیق و توسعه $\mathrm{POSS} = \sum_{j=1}^{t} \Delta \mathrm{R\&D}^{+}$ و تغییرات مثبت نابرابری درآمدی $\mathrm{POSE} = \sum_{j=1}^{t} \Delta \mathrm{GINI}^{+}$ و تغییرات منفی فناوریهای نوین $\mathrm{NEG} = \sum_{j=1}^{t} \Delta ICT^{-}$ ، تغییرات منفی مخارج تحقیق و توسعه $\mathrm{NEG} = \sum_{j=1}^{t} \Delta \mathrm{R\&D}^{-}$ و تغییرات منفی نابرابری درامدی $\mathrm{NEG} = \sum_{j=1}^{t} \Delta \mathrm{ICT}^{-}$ میتوان به تخمین غیرخطی (نامتقارن) اثرات کوتاهمدت و بلندمدت متغیرهای تحقیق بر سلامت عمومی موردنظر پرداخت:

$$HE_t = \mu + \sum_{i=1}^{n1} \beta_i \, \Delta UNE_{t-i} + \sum_{i=1}^{n2} \beta_i \, \Delta GINI_{t-i} + \sum_{i=1}^{n3} \beta_i \, \Delta GDPper_{t-i} + \sum_{i=1}^{n4} \beta_i \, \Delta INF_{t-i} + \sum_{i=1}^{n5} \beta_i \, \Delta POP_{t-i} + \sum_{i=1}^{n6} \beta_i \, \Delta EDU_{t-i} + \sum_{i=1}^{n7} \beta_{1,i} \, \Delta \mathrm{LnPOSE}_{t-i} + \sum_{i=1}^{n8} \beta_{2,i} \, \Delta \mathrm{LnNEGE}_{t-i} + \sum_{i=1}^{n9} \beta_{3,i} \, \Delta \mathrm{LnPOSS}_{t-i} + \sum_{i=1}^{n10} \beta_{2,i} \, \Delta \mathrm{LnNEGS}_{t-i} + \sum_{i=1}^{n11} \beta_{3,i} \, \Delta \mathrm{LnPOSS}_{t-i} + \sum_{i=1}^{n12} \beta_{2,i} \, \Delta \mathrm{LnNEGS}_{t-i} + \varepsilon_t$$

یافتهها

در ابتدا به بررسی آزمونهای پایایی پرداخته میشود. اگر بین سریهای زمانی در حرکت هماهنگی وجود داشته باشد، آنگاه این هماهنگی در حرکت از وجود یک رابطه ی تعادلی بلندمدت احتمالی حکایت خواهد کرد. یعنی دو متغیر سری زمانی که در حرکت هماهنگ باشند احتمالاً بتوان یک رابطه ی تعادلی بلند مدت برای آنها نوشت. که اصطلاحاً میگوییم همجمع یا هم انباشته اند[3]. به زبان ساده همجمعی وقتی پیش میآید که دو سری زمانی تقریباً روی یک طول موج حرکت میکنند. در تحلیل های اقتصادی فرض بر این است که بین متغیرهای مطرح در یک نظریه اقتصادی، ارتباط بلندمدت و تعادلی برقرار است. در تحلیل های اقتصادسنجی کاربردی جهت برآورد روابط بلندمدت بین متغیرها میانگین و واریانس آنها را در زمان ثابت و مستقل از عامل زمان در نظر میگیرند و درنتیجه به طور ضمنی ثبات رفتاری را برای آنها فرض میکنند. با وجود این در تحقیقات کاربردی معلوم شده است که در بیشتر موارد ثبات رفتاری متغیرهای سریهای زمانی تحقق پیدا نمیکنند.

بنابراین آزمون های کلاسیک F , t حاصل از روش های برآورد که در آنها ثبات رفتاری یا ایستایی متغیرها تحقق نیافته است، دارای اعتبار نبوده و نتایج گمراه کنندهای را به همراه خواهند داشت. این مشکل با عنوان رگرسیون کاذب شناخته میشود، در نتیجه به منظور اطمینان از نتایج به دست آمده، محققان اقدام به تجدیدنظر در روشهای برآوردی کرده و به طور سیستماتیک به بررسی ایستایی متغیرها و همگرایی بین آنها میپردازند.

1. Gross fixed capital formation (% of GDP)
2. School enrollment, secondary (% gross)
3 Cointegration

تحلیل همگرایی به عنوان انقلابی ترین پیشرفت در اقتصادسنجی، از نیمه دهه ۱۹۸۰ شناخته شده است. به زبان ساده، در تحلیل همگرایی، همراهی و حرکت هماهنگ متغیرها مورد بررسی قرار میگیرد، هر چند که ممکن است این متغیرها ایستا نباشند و در طی زمان حرکت هایی به طرف پایین یا بالا داشته باشند. از این رو حرکت جمعی بین آنها سبب خواهد شد که ارتباط خطی بین این متغیرها در بلندمدت برقرار شده و روابط تعادلی بین آنها به وجود بیاید. درنتیجه اگر در بلندمدت روابط خطی بین آنها وجود نداشته باشد، آن وقت میگویند این متغیرها همجمع یا هم انباشته یا همگرا نیستند.

از جهت کلی، تحلیل همگرایی روشی برای برآورد پارامترهای بلندمدت و تعادلی در روابطی است که در آن متغیرها ایستا نیستند. بنابراین روش نوینی برای تعیین، برآورد و آزمون الگوهای پویا به حساب میآید و درنتیجه میتوان از آن برای آزمون اعتبار نظریههای اقتصادی استفاده کرد. علاوه بر آن از تحلیل همگرایی میتوانیم جهت برآورد پارامترهای بدون تعادل یا کوتاه مدت اقتصادی نیز استفاده کنیم. زیرا برای برآورد این پارامترها میتوانیم از پارامترهای بلندمدت، که در تحلیل همگرایی بدست میآوریم استفاده کنیم. این الگو ها، الگوهای تصحیح خطا[1] نامیده میشوند. الگوهای تصحیح خطا در واقع نوسانات کوتاه مدت متغیرها را به مقادیر تعادلی بلندمدت آنها ارتباط میدهند[2].

بنا به تعریف، یک سری زمانی مانند $\{x_t\}$ را به طور اکید ساکن یا به طور قوی ساکن مینامند، اگر تابع چگالی احتمال مشترک $x_{t-k}...x_t...x_{t+k}$ به ازای هر مقدار معین k، تابعی از t نباشد. در این صورت توزیع x_t و نتیجتاً گشتاورهای آن که شامل میانگین و واریانس میشود، مستقل از زمان خواهد بود.[3]

اما بررسی این موضوع در عمل کار پیچیدهای بوده و بعلاوه در تحلیلهای سری زمانی عموماً نیازی به فرض ساکن بودن قوی وجود ندارد. در مقابل، ما بیشتر نیازمند بررسی ساکن بودن یک سری زمانی به مفهوم ضعیف آن میباشیم.

اگر شرایط زیر برقرار باشد سری زمانی x_t را به طور ضعیف ساکن مینامند:

$$E(x_t)=\mu \quad , \quad COV(x_t,x_{t+k})=\gamma_k$$

همانطور که ملاحظه میگردد، میانگین سری زمانی x_t میبایست مقدار ثابتی بوده و تابع خود کوواریانس آن به ازای هر مقدار معین k، بستگی به t نداشته باشد. به همین دلیل یک سری زمانی بطور ضعیف ساکن را، ساکن در کوواریانس نیز مینامند. یادآوری میشود که مقدار γ_0 (به ازای $k=0$) واریانس سری زمانی x_t بوده که آن نیز مستقل از زمان است. در ادامه، عبارت ساکن بودن به مفهوم ساکن بودن ضعیف بکار میرود.

اهمیت ساکن بودن یا پایا بودن یا ایستا بودن یک سری در اقتصاد به این مهم بر میگردد که یک سری پایا اثر یک شوک را تا همیشه همراه خود نخواهد داشت. و اگر شوکی به آن وارد شود این شوک دائمی نخواهد بود و سرانجام میرا خواهد شد.

این مطلب در تحلیل هم انباشتگی از اهمیت ویژهای برخوردار است.

سریهای زمانی غیرساکن به دو روش ایجاد میشوند. در روش اول سری x_t تابعی از متغیر زمان یعنی t به صورت زیر است:

---

[1]- Error Correction Model

[2]-Engle, R. F. And Grainger, C. W. J. (1987), cointegration and error correction: representation, estimation and testing, Econometrica, 55, 251-276.

3-Enders, W. (1995) Applied Econometric Tim series, New York: John Wiley & Sons, INC

E-ISSN: 3041-8933

$$x_t = f(t) + u_t$$

که درآن u_t جمله اختلال ساکن است. چنانچه $f(t)$ یک چند جملهای درجه اول بر حسب زمان باشد خواهیم داشت:

$$x_t = \alpha + \beta t + u_t$$

میانگین x_t تابعی از زمان بوده و بنابراین غیرساکن میباشد. در روش دوم x_t از مدل زیر تولید میشود:

$$x_t = \beta + x_{t-1} + \varepsilon_t$$

که در آن ε_t یک سری ساکن با میانگین صفر و واریانس σ_ε^2 است. مدل فوق موسوم به فرایند گام تصادفی[1] میباشد. با جایگذاریهای پیاپی، رابطه (۲-۱) را به صورت زیر تبدیل میکنیم.

با فرض معلوم بودن .x:

$$x_t = x_0 + \beta t + \sum_{j=1}^{t} \varepsilon_j$$

$$Var(x_t) = t\sigma^2$$

در این حالت واریانس x_t مستقل از زمان نیست. اما هر دو مدل (۲-۱) و (۲-۲) یک روند خطی را نشان میدهند. در مدل (۲-۱)، u_t یک شوک موقتی و در مدل (۲-۲)، ε_t یک شوک دائمی محسوب میشود.

اگر یک متغیر اقتصادی تحت تأثیر شوکهای دائمی قرار داشته باشد، مدل (۲-۲) را برای آن به کار میبریم. مدلهای (۲-۱) و (۲-۲) به ترتیب مدل روند قطعی و مدل روند تصادفی نامیده میشوند. در هر دو مدل متغیر x_t با نرخ β افزایش مییابد (میتوان x_t را لگاریتمی در نظر گرفت که در این صورت β نرخ رشد آن خواهد بود). اما در مدل اول شوک ها، موقتی و در مدل دوم دائمی هستند. β را در مدل دوم جمله رانش یا جمله روند مینامند. روندهای معین بر خلاف روندهای تصادفی هیچ مشکلی برای استنباطهای آماری معتبر و تحلیلهای هم انباشتگی ایجاد نمیکنند. تنها بایستی اثرات آنرا با لحاظ کردن جمله روند t در مدل کنترل کرد. لذا در تحلیلهای هم انباشتگی ما تنها نگران روند تصادفی هستیم.

سریهای زمانی را برای برخی مقاصد ممکن است علاقه مند باشیم، روند زدایی کنیم. برای این منظور در مدل (۲-۱) کافی است x_t را روی زمان رگرس کنیم. در این صورت جملات باقیمانده حاصل از این رگرسیون بدون روند میباشند. همچنین با استفاده از تفاضل گیری نیز میتوان به یک سری ساکن به صورت زیر دست یافت:

$$\Delta x_t = \beta + u_t - u_{t-1}$$

در مدل زیر نیز با اولین تفاضل میتوان به یک سری ساکن با میانگین β رسید زیرا:

$$x_t - x_{t-1} = \beta + \varepsilon_t$$

مدل اول را روند پایا و مدل دوم را تفاضل پایا میگویند. این نامگذاری توسط نلسون[1] و پلاسر [2] صورت گرفت.

1-Random Walk

[1] - Nelson 1982

[2] - Plosser 1982

تجزیه و تحلیلهای هم انباشتگی به فرایندهای تفاضل پایا [1] (ساکن در تفاضل) یا DSP مربوط میشوند.

بدین منظور معادلات زیر را در نظر میگیریم:

$$x_t = \alpha + \rho x_{t-1} + \beta t + \sum_{i=1}^{k} \delta_i \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t$$

$$\Delta x_t = \alpha + (\rho - 1) x_{t-1} + \beta t + \sum_{i=1}^{k} \delta_i \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t$$

که در آن ε_t به طور مستقل و یکسان توزیع شده اند.

برای بررسی پایایی ما دو فرضیه صفر (H_0) ناپایایی و فرضیه مقابل آن (H_1) را به صورت زیر در نظر میگیریم.

$$H_0 : \rho = 1$$

اگر در معادلات فوق $\rho = 1$ باشد، آنگاه سری فوق ناپایا یا غیر ساکن بوده که اصطلاحاً گفته میشود سری دارای یک ریشه واحد است. اگر $|\rho| \prec 1$ باشد. آنگاه ناپایایی سری رد میشود که اصطلاحاً میگویند سری انباشته[2] از درجه صفر است. یعنی $x_t \approx I_0$

اگر سری ناپایا باشد میتوان با تفاضل گیری آن را پایا کرد. حال اگر سری پس از یک بار تفاضل گیری پایا شود به آن انباشته از مرتبه یک گفته میشود. یعنی $x_t \approx I(1)$

اگر سری پس از d بار تفاضل گیری پایا شود به آن انباشته از مرتبهای میگویند یعنی: $x_t \approx I(d)$

اگر k سری زمانی $x_{1t}, x_{2t}, \ldots x_{kt}$ همه انباشته (یا همگرا یا همجع) از مرتبه d باشند و یک رابطه خطی همانند $a_1 x_{1t} + a_2 x_{2t} + \ldots\ldots + a_k x_{kt}$ بین آنها برقرار باشد، آنگاه آنها را هم انباشته از مرتبه (d-b) بشرط $d \geq b \geq 0$ میدانیم. بیان ریاضی این تعریف عبارت است از:

$$x_{1t}, x_{2t}, \ldots\ldots x_{kt} \approx CI(d,b)$$

بنابراین اگر

$$x_{1t} \approx I(d), x_{2t} \approx I(d), \ldots . x_{kt} I(d)$$

$$a_1 x_{1t} + a_2 x_{2t} + \ldots . . a_k x_{kt} \approx I(d-b)$$

اگر چند سری زمانی انباشته از درجههای متفاوتی باشند ترکیب خطی آنها انباشته از بزرگترین درجه خواهد بود. در این مقاله از آزمون متداول فیلیپس پرون استفاده شده است.

جدول ۱

نتایج آزمون فیلیپس پرون بر روی متغیرهای مدل

آماره pp

[1] - Difference Stationary Processes

[2] - Integrated

E-ISSN: 3041-8933

متغیرها	آماره	احتمال	وضعیت متغیر
CAP	-۲.۶۱۴۳۴۲	۰.۱۰۰۳	---
D(CAP)	-۶.۶۹۵۹۳۳	۰.۰۰۰۰	I(۱)
EDU	-۳.۰۲۹۲۳۹	۰.۰۴۲۵	I(۰)
GDPPER	-۵.۳۱۹۱۷۸	۰.۰۰۰۱	I(۰)
GINI	-۲.۴۲۶۶۱۹	۰.۱۴۲۵	---
D(GINI)	-۵.۵۷۸۴۹۷	۰.۰۰۰۰	I(۱)
HE	-۳.۹۸۶۴۷۱	۰.۰۰۴۲	I(۰)
ICT	-۲.۵۷۳۵۶۰	۰.۱۰۸۵	---
D(ICT)	-۸.۰۷۹۰۷۵	۰.۰۰۰۰	I(۱)
INF	-۳.۱۰۴۱۹۱	۰.۰۳۶۰	I(۰)
POP	-۴.۵۲۱۸۱۳	۰.۰۰۱۰	I(۰)
R&D	-۳.۱۵۸۴۷۷	۰.۰۳۱۸	I(۰)
UNE	-۵.۴۵۲۴۲۱	۰.۰۰۰۱	I(۰)

با توجه به عدم پایایی متغیرهای تحقیق و بدلیل عدم جمعی بودن متغیرهای مورد استفاده از یک درجه نمیتوان از آزمونهای همجمعی نظیر آزمون یوهانسن به بررسی روابط بلند مدت پرداخت. برای همین منظور جهت تخمین رگرسیون تحقیق از مدل خودرگرسیون برداری با وقفههای گسترده NARDL استفاده میشود.

در این مدل(روش NARDL) دیگر نیازی به این نمیباشد که متغیرهای الگو از یک درجه باشند و مزایای استفاده از روش مذکور، به دست آوردن برآوردهای سازگار از ضرایب بلندمدت بدون توجه به I(۰) و I(۱) یا I(۲) بودن متغیرها است.

دو فن عمده جهت بررسی همگرایی وجود دارد: روش انگل-گرنجر و روش یوهانسون. درروش انگل– گرنجر وجود فقط یک رابطه درازمدت بین دو یا چند متغیر بررسی میشود. چنانچه تعداد متغیرها بیش از دو تا باشد این روش در تعیین روابط درازمدت دچار مشکل میگردد؛ زیرا در این صورت فقط یک جزء خطا در معادله لحاظ میشود(نوفرستی ۱۳۸۷). در ضمن بخش از اطلاعات در اثر تفاضلگیری از بین خواهند رفت. روش یوهانسون[۲] نسبت به سایر آزمونهای هم‌انباشتگی مزایای بیشتری دارد. از مزایای این روش عدم استفاده از تفاضلگیری در پایا کردن متغیرهاست، زیرا تفاضلگیری باعث از دست رفتن خواص تعادلی درازمدت بین متغیرها میشود. این روش با محاسبه جزء تصحیح خطا و لحاظ کردن آن در معادلاتی که بهصورت تفاضلی فرمولبندی میگردند، موجب میشود که خواص تعادلی بلندمدت همچنان حفظ شود. در این روش تعیین و برآورد بردارهای همجمعی (یعنی ضرایب مربوط به روابط تعادلی بلندمدت) بین متغیرها صورت میگیرد. ارتباط موجود بین الگو و هم جمعی این امکان را فراهم میآورد تا بهسادگی بردارهای هم جمعی را از روی ضرایب الگوی خود توضیح برداری به دست آورد (نوفرستی، ۱۳۷۸). درروش آزمون همگرایی یوهانسن -جوسیلیوس که جهت بررسی ارتباط بلندمدت بین متغیرهای مدل بکار رفته در این مطالعه بکار میرود، در وهله اول تعیین درجه هم انباشتگی متغیرهای الگو از درجه اهمیت خاصی برخوردار میباشد (یوهانسن -جوسیلیوس[۱]، ۱۹۹۱). در مرحله دوم بعد از تعیین درجه هم انباشتگی متغیرها و اینکه متغیرهای مدل همانباشته هستند.

بر اساس روش پیشنهادی یوهانسن، جهت تعیین بردارهای همگرایی از آزمونهای حداکثر مقدار (λ Trace) و آزمون اثر، (λ max) استفادهشده است. همانطور که از جدول مشخص است، در آزمون (λ Trace) فرضیه صفر مبنی بر اینکه هیچ بردار همگرایی وجود ندارد، رد میگردد و فرض مقابل آنکه نشاندهنده وجود بیش از یک بردار همگرایی است، پذیرفته میشود. تفاوت آماره (λ max) و (λ Trace) در

[1]. Johansson & Juselius

آن است که فرض رقیب در آماره (λ max) مشخص است. احتمال دارد نتایج آزمونهای (λ max) و (λ Trace) باهم در تناقض باشند. در واقع آزمون (λ max) دارای فرض رقیب مشخصتر و روشنتری است. بهرحال در صورت بروز تناقض، انتخاب حداقل بردارهای همگرایی مرجح خواهد بود (والتر اندرس، ۱۳۸۶). نتایج در جدول زیر نمایش دادهشده است.

جدول ۲

آزمونهای ***λ Trace*** *و* ***λmax***

فرضیه		Trace	۰.۰۵	
تعداد	مقدار ویژه	آماره	مقدار بحرانی	سطح احتمال
None *	۰.۹۹۶۰۰۴	۵۵۲.۵۸۱۱	۲۳۹.۲۳۵۴	۰.۰۰۰۰
At most ۱ *	۰.۹۵۹۳۸۴	۳۷۵.۸۶۶۲	۱۹۷.۳۷۰۹	۰.۰۰۰۰
At most ۲ *	۰.۹۴۵۸۶۸	۲۷۳.۳۵۱۵	۱۵۹.۵۲۹۷	۰.۰۰۰۰
At most ۳ *	۰.۸۷۵۶۴۷	۱۸۰.۰۲۹۰	۱۲۵.۶۱۵۴	۰.۰۰۰۰
At most ۴ *	۰.۸۲۰۴۷۴	۱۱۳.۳۲۰۹	۹۵.۷۵۳۶۶	۰.۰۰۱۸
At most ۵	۰.۵۶۵۵۴۴	۵۸.۳۶۲۹۳	۶۹.۸۱۸۸۹	۰.۲۸۹۱
At most ۶	۰.۳۹۹۰۱۹	۳۱.۶۸۵۸۳	۴۷.۸۵۶۱۳	۰.۶۲۹۴
At most ۷	۰.۳۰۱۳۳۶	۱۵.۳۹۱۶۹	۲۹.۷۹۷۰۷	۰.۷۵۴۲
At most ۸	۰.۰۹۸۷۳۳	۳.۹۱۶۹۵۷	۱۵.۴۹۴۷۱	۰.۹۱۰۱
At most ۹	۰.۰۱۸۲۸۱	۰.۵۹۰۴۲۱	۳.۸۴۱۴۶۶	۰.۴۴۲۳
Trace test indicates ۵ cointegrating eqn(s) at the level ۰.۰۵				
آزمون درجه هم انباشتگی نامقید(حداکثر مقدار ویژه)				
فرضیه		Max-Eigen	۰.۰۵	
تعداد	مقدار ویژه	آماره	مقدار بحرانی	سطح احتمال
None *	۰.۹۹۶۰۰۴	۱۷۶.۷۱۴۹	۶۴.۵۰۴۷۲	۰.۰۰۰۰
At most ۱ *	۰.۹۵۹۳۸۴	۱۰۲.۵۱۴۸	۵۸.۴۳۳۵۴	۰.۰۰۰۰
At most ۲ *	۰.۹۴۵۸۶۸	۹۳.۳۲۲۴۱	۵۲.۳۶۲۶۱	۰.۰۰۰۰
At most ۳ *	۰.۸۷۵۶۴۷	۶۶.۷۰۸۱۰	۴۶.۲۳۱۴۲	۰.۰۰۰۱
At most ۴ *	۰.۸۲۰۴۷۴	۵۴.۹۵۸۰۱	۴۰.۰۷۷۵۷	۰.۰۰۰۵
At most ۵	۰.۵۶۵۵۴۴	۲۶.۶۷۷۱۱	۳۳.۸۷۶۸۷	۰.۲۸۱۰
At most ۶	۰.۳۹۹۰۱۹	۱۶.۲۹۴۱۴	۲۷.۵۸۴۳۴	۰.۶۴۰۷
At most ۷	۰.۳۰۱۳۳۶	۱۱.۴۷۴۷۳	۲۱.۱۳۱۶۲	۰.۵۹۹۹
At most ۸	۰.۰۹۸۷۳۳	۳.۳۲۶۵۳۶	۱۴.۲۶۴۶۰	۰.۹۲۲۶
At most ۹	۰.۰۱۸۲۸۱	۰.۵۹۰۴۲۱	۳.۸۴۱۴۶۶	۰.۴۴۲۳
Trace test indicates ۵ cointegrating eqn(s) at the level ۰.۰۵				

در هر دو آزمون فرضیه وجود ۵ بردار هم انباشتگی مورد تایید قرار میگیرد.

انگل و گرانجر (۱۹۸۷) بیان کردند که اگر آزمون دیکی فولر را روی پسماندهای (باقیماندههای) مدل انجام دادیم و سری زمانی پسماندها مانا شد، این تائیدی بر هم انباشتگی است. اما در استفاده از این روش باید جنبه احتیاط را رعایت کرد. زیرا مقادیر بحرانی کاملا مناسب نیستند و باید از مقادیر بحرانی که انگل و گرانجر تهیه کرده اند استفاده نمود. در این حالت، مانایی و نامانایی از طریق آزمون ریشه ی واحد دیکی فولر بررسی میشوند که فرضیهها به صورت زیرند:

E-ISSN: 3041-8933

H.: عدم هم انباشتگی

H۱ :هم انباشتگی

نتایج آزمون به شرح جدول زیر میباشد:

جدول ۳

آزمون هم انباشتگی

آزمون انگل گرنجر	
آماره آزمون	سطح احتمال
-۲.۴۴۰۷۲۳	۰.۰۲۲۱

با توجه به توضیحات فوق و جهت آزمون فرضیات تحقیق ضرایب پویای مدل و الگوی ECM به منظور تعیین سرعت تعدیل انحراف از تعادل بلندمدت تخمین زده میشود. برای برآورد ضرایب بلندمدت و همچنین برآورد ضریب جزء تصحیح خطا و ضرایب کوتاه مدت مربوط به معادله، مدل NARDL(۱, ۰, ۰, ۱, ۱, ۰, ۱, ۰, ۰, ۰, ۱) بعنوان مدل بهینه براساس معیار انتخاب وقفه بهینه شوارتز SBC انتخاب شده است. نتایج حاصل از برآورد ضرایب پویای این مدل در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول ۴

نتایج برآورد مدل سلامت عمومی در کوتاه مدت

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آمارهt	احتمال
HE(-۱)	۰.۱۹۶۶۹۲	۰.۰۹۵۷۸۸	۲.۰۵۳۴۱۱	۰.۰۵۴۹
DLnUNE	-۰.۱۲۳۹۶۸	۰.۰۲۸۸۴۶	-۴.۲۹۷۶۲۸	۰.۰۰۰۴
DLnRD_POS	۰.۴۷۴۵۷۳	۰.۱۲۴۶۳۳	۳.۸۰۷۷۷۲	۰.۰۰۶۶
DLnRD_NEGE	-۰.۱۱۲۳۴۶	۰.۰۳۳۵۶۹	-۳.۳۴۶۷۶۰	۰.۰۰۳۶
DLnGINI_POS	-۰.۱۱۶۲۲۶	۰.۰۳۹۹۵۰	-۲.۹۰۹۳۲۳	۰.۰۰۹۴
DLnGINI_NEGE	۰.۲۰۳۳۲۵	۰.۰۵۴۱۹۴	۳.۷۵۱۷۷۱	۰.۰۰۴۵
DLnICT_POS	۰.۱۳۷۹۵۹	۰.۰۴۱۸۳۲	۳.۲۹۷۹۵۴	۰.۰۰۴۰
DLnICT_NEGE	-۰.۸۵۰۹۳۳	۰.۳۳۶۹۸۴	-۲.۵۲۵۱۴۲	۰.۰۲۱۲
DLnGDPPER	۰.۵۱۳۴۰۰	۰.۱۵۷۴۰۰	۳.۲۶۲۷۶۲	۰.۰۰۹۸
DLnINF	-۰.۵۹۳۹۲۰	۰.۲۸۹۲۸۸	-۲.۰۵۳۰۴۴	۰.۰۷۰۳
DLnPOP	-۰.۲۲۸۵۲۴	۰.۰۵۴۴۶۲	-۴.۱۹۶۰۲۴	۰.۰۰۰۵
DLnEDU	۰.۲۴۲۵۶۰	۰.۰۴۰۱۸۲	۶.۰۳۶۵۸۵	۰.۰۰۰۲
DLnCAP	۰.۵۲۱۲۰۳	۰.۲۷۲۵۲۹	۱.۹۱۲۴۶۶	۰.۰۹۷۴
ECM(-۱)	-۰.۷۲۳۲۵۲	۰.۰۵۰۸۱۰	-۱۴.۲۳۴۵۷	۰.۰۰۰۰
آزمون تشخیصی				
Normality Test	Wald Test	Heteroskedasticity Test	LM Test	
۸۷.۹۸۶۵ (۰.۰۰۰۰)	۴۵.۱۵۰۶۰ (۰.۰۰۰۰)	۰.۱۲۳۲۵ (۱.۰۰۰۰)	۰.۴۵۲۶۳ (۰.۶۱۲۳)	

برای بررسی معنی دار بودن ضرایب متغیرهای مستقل از آماره t استفاده شده است. فرضیه صفر در آزمون t به صورت زیر میباشد:

$$\begin{cases} H_0 : \beta_1 = 0 \\ H_1 : \beta_1 \neq 0 \end{cases}$$

که بوسیله آماره زیر صحت آن مورد بررسی قرار میگیرد:

$$T = \frac{\hat{\beta}_1 - \beta_1}{SE(\hat{\beta}_1)} \sim t_{\frac{\alpha}{2},N-k}$$

برای تصمیم گیری در مورد پذیرش یا رد فرضیه صفر، آماره T به دست آمده با t جدول که با درجه آزادی N-K در سطح اطمینان ۹۵٪ محاسبه شده مقایسه میشود، چنانچه قدرمطلق T محاسبه شده از t جدول بزرگتر باشد ($|T| > t_{\frac{\alpha}{2},N-k}$)، مقدار عددی تابع آزمون در ناحیه بحرانی قرار گرفته و فرض صفر (H_0) رد میشود. در این حالت با ضریب اطمینان ۹۵٪ ضریب مورد نظر (β_i) معنی دار خواهد بود که دلالت بر وجود ارتباط بین متغیر مستقل و وابسته دارد.

نتایج آزمون والد در قسمت پایین جدول فوق برای بررسی تقارن و یا عدم تقارن شوکهای مثبت و منفی متغیرهای نابرابری درآمدی، شاخص تحقیق و توسعه و فناوریهای نوین بر سلامت عمومی در کوتاه مدت نشان از این دارد که فرض صفر مبنی بر تساوی ضرایب شوکهای مثبت و منفی نابرابری درآمدی و فناوریهای نوین و شاخص تحقیق و توسعه رد و فرضیه مقابل آن پذیرفته میشود. لذا اثرگذاری نامتقارن شوکهای مثبت و منفی نوسانات نابرابری درآمدی و فناوریهای نوین و شاخص تحقیق و توسعه بر سلامت عمومی تأیید میگردد.

نتایج بدست آمده حاکی از معنیدار بودن متغیرهای مدل میباشند. یافتهها نشانگر این است که نوسانات منفی تحقیق و توسعه تاثیر منفی و نوسانات مثبت تحقیق و توسعه تاثیر مثبت بر شاخص سلامت عمومی در کوتاه مدت دارد. بنابراین در این مدل تحقیق و توسعه بر شاخص سلامت عمومی اثر مستقیم میگذارد. با جداسازی نوسانات منفی و مثبت شاخص تحقیق و توسعه، ضرایب مربوطه بیانکننده آن است که واکنش شاخص سلامت عمومی به هریک از این نوسانات متفاوت بوده، لذا اثرات آن نامتقارن (Asymmetric Effect) است. به منظور بررسی دقیق تر در مورد صحت اثرات نامتقارن از آزمون t استفاده شده است. نظر به اینکه فرض صفر آزمون t مبنی بر یکسان بودن ضرایب رد میشود، عدم تساوی ضرایب اثبات شده و تأییدی بر استدلال نامتقارن بودن اثرات نوسانات تحقیق و توسعه بر شاخص سلامت عمومی است.

همچنین یافتههای تخمین مدل نشانگر این است که نوسانات منفی نابرابری درآمدی تاثیر مثبت و نوسانات مثبت نابرابری درآمدی تاثیر منفی بر شاخص سلامت عمومی در کوتاه مدت دارد. بنابراین در این مدل تحقیق و توسعه بر شاخص سلامت عمومی اثر معکوس میگذارد. با جداسازی نوسانات منفی و مثبت نابرابری درآمدی، ضرایب مربوطه بیانکننده آن است که واکنش شاخص سلامت عمومی به هریک از این نوسانات متفاوت بوده، لذا اثرات آن نامتقارن (Asymmetric Effect) است. به منظور بررسی دقیق تر در مورد صحت اثرات نامتقارن از آزمون t استفاده شده است. نظر به اینکه فرض صفر آزمون t مبنی بر یکسان بودن ضرایب رد میشود، عدم تساوی ضرایب اثبات شده و تأییدی بر استدلال نامتقارن بودن اثرات نوسانات نابرابری درآمدی بر شاخص سلامت عمومی است.

در نهایت یافتهها نشانگر این است که نوسانات منفی فناوریهای نوین تاثیر منفی و نوسانات مثبت فناوریهای نوین تاثیر مثبت بر شاخص سلامت عمومی در کوتاه مدت دارد. بنابراین در این مدل فناوریهای نوین بر شاخص سلامت عمومی اثر مستقیم میگذارد. با جداسازی نوسانات منفی و مثبت شاخص فناوریهای نوین، ضرایب مربوطه بیانکننده آن است که واکنش شاخص سلامت عمومی به هریک از این نوسانات متفاوت بوده، لذا اثرات آن نامتقارن (Asymmetric Effect) است. به منظور بررسی دقیق تر در مورد صحت اثرات نامتقارن از آزمون t

E-ISSN: 3041-8933

استفاده شده است. نظر به اینکه فرض صفر آزمون t مبنی بر یکسان بودن ضرایب رد میشود، عدم تساوی ضرایب اثبات شده و تأییدی بر استدلال نامتقارن بودن اثرات نوسانات فناوریهای نوین بر شاخص سلامت عمومی است.

نتایج ضرایب کوتاه مدت استخراج شده از معادله تصحیح خطای نامتقارن نشان میدهد که ضرایب متغیرهای GDPPER و CAPوEDU، مثبت و به ترتیب برابر ۰.۵۱۳۴۰۰ و۰.۲۴۲۵۶۰ و ۰.۵۲۱۲۰۳ میباشند. متغیرهای نرخ تورم و جمعیت بر شاخص سلامت عمومی اثر منفی و معنادار در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارند. مقدار ECM برابر ۰/۷۲- است و نشان از دو حقیقت دارد. اولاً به دلیل منفی بودن ECMهمگرایی تعادل کوتاه مدت به بلندمدت تأیید میگردد، ثانیاً مقدار ECM بیانگر سرعت میل تعادل کوتاه مدت به سمت تعادل بلندمدت میباشد.

به منظور حصول اطمینان از اعتبار و صحت نتایج مدل برآورد شده، آزمونهای تشخیصی خود همبستگی سریالی و ناهمسانی واریانس برای باقیماندههای الگوی NARDL(۱, ۰, ۰, ۱, ۱, ۰, ۱, ۰, ۰, ۱) مورد بررسی قرار گرفتند.

جدول ۵

نتایج آزمونهای تشخیصی مدل

نتیجه	آزمونهای تشخیصی
Prob=۰.۲۳۷۶	آزمون خودهمبستگی سریالیLM
Prob=۰.۳۲۵۹	آزمون ناهمسانی واریانس بریوش پاگان گادفری
Prob=۰.۲۹۶۳	آزمون عدم خطای تصریح (ریست رمزی)

همان طور که نتایج آزمونهای تشخیصی درجدول فوق نشان میدهد در الگوی برآورد شده مشکل ناهمسانی واریانس، خطای تصریح و خود همبستگی سریالی وجود ندارد که این امر بر صحت نتایج الگوی برآورد شده دلالت میکنند.

همچنین برای محاسبه آماره بلندمدت مدل (بنرجی و دولادو) از همان مدل پویا استفاده میشود. ضرایب بلندمدت مربوط به متغیرهای X از این رابطه بدست میآید:

$$\theta_i = \frac{\hat{b}_i(1,q_i)}{1-\hat{\phi}(1,P)} = \frac{\hat{b}_{io}+\hat{b}_{i1}+\ldots\hat{b}_{iq}}{1-\hat{\phi}_1-\ldots-\hat{\phi}_P} \quad , \qquad i=1,2,\ldots,k$$

حال برای بررسی این که رابطه ی بلندمدت حاصل از این روش، کاذب نیست، فرضیه زیر مورد آزمون قرار میگیرد:

$$H_0 : \sum_{i=1}^{P} \phi_i - 1 \geq 0$$

$$H_1 : \sum_{i=1}^{P} \phi_i - 1 < 0$$

فرضیههای صفر بیانگر عدم وجود هم انباشتگی یا رابطه ی بلندمدت است، چون شرط آنکه رابطه پویایی کوتاه مدت به سمت تعادل بلندمدت گرایش یابد، آن است که مجموع ضرایب کمتر از یک باشد. و فرضیه یک نیز بعنوان فرضیه مقابل یعنی وجود هم انباشتگی یا رابطه ی بلندمدت است.

برای انجام آزمون مورد نظر باید عدد یک از مجموع ضرایب با وقفه متغیر وابسته کسر و بر مجموع انحراف معیار ضرایب مذکور تقسیم شود.

$$\frac{\sum_{i=1}^{P} \hat{\phi}_i - 1}{\sum_{i=1}^{P} S_{\hat{\phi}_i}}$$

اگر قدرمطلق t به دست آمده از قدرمطلق مقادیر بحرانی ارایه شده توسط بنرجی[1]، دولادو[2] و مستر[3] بزرگ تر باشد، فرضیه صفر رد شده و هم انباشتگی یا وجود رابطه بلندمدت پذیرفته میشود.

آماره محاسباتی برابر ۸.۳۸- به دست میآید. به دلیل اینکه این عدد از نظر قدرمطلق از مقدار بحرانی جدول بنرجی، دولادو و مستر (۳/۲۷-) بیشتر است. بنابراین فرضیه ی صفر مبنی برعدم وجود رابطه بلندمدت رد میشود. بنابراین متغیرهای مدل همجمع یا هم انباشته هستند.

آماره محاسباتی به صورت زیر حاصل شده است:

$$\frac{0.196692 - 1}{0.095788} = -8.386311$$

در جدول (۶) نتایج تخمین بلندمدت NARDL ارائه گردیده است.

جدول ۶

تخمین بلندمدت ***NARDL*** *(۱, ۰, ۰, ۱, ۱, ۰, ۱, ۰, ۰, ۱)*

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آمارهt	احتمال
LnUNE	۰.۲۳۷۴۰۹-	۰.۱۰۲۲۲۱	۲.۳۲۲۵۰۸-	۰.۰۳۲۱
LnRD	۰.۱۲۳۰۶۶	۰.۰۲۶۱۱۱	۴.۷۱۳۱۵۹	۰.۰۰۰۲
LnGINI	۰.۲۲۵۶۳۷-	۰.۰۶۲۰۷۷	۳.۶۳۴۷۶۸-	۰.۰۰۱۹
LnICT	۰.۲۵۱۶۹۱	۰.۰۹۷۵۰۴	۲.۵۸۱۳۳۲	۰.۰۱۸۸
LnGDPPER	۰.۰۶۳۸۲۵	۰.۰۲۳۰۹۹	۲.۷۶۳۰۹۴	۰.۰۱۴۵
LnINF	۰.۰۷۰۱۷۴-	۰.۰۲۶۷۳۴	۲.۶۲۴۹۴۶-	۰.۰۱۹۱
LnPOP	۰.۴۳۷۶۴۳-	۰.۲۰۷۶۶۴	۲.۱۰۷۴۶۰-	۰.۰۴۹۴
LnEDU	۰.۳۷۹۸۱۰	۰.۱۴۱۲۸۲	۲.۶۸۸۳۰۸	۰.۰۱۵۰
LnCAP	۰.۱۸۱۲۱۰	۰.۰۶۵۹۱۰	۲.۷۴۹۳۲۳	۰.۰۱۴۹
C	۰.۳۷۶۶۸۳	۰.۱۷۶۷۱۳	۲.۱۳۱۶۰۶	۰.۰۴۷۱
آزمون تشخیصی				
Normality Test	Wald Test	Heteroskedasticity Test		LM Test
۴۸.۵۶۹۳ (۰.۰۰۰۰)	۵۰.۲۳۶۳ (۰.۰۰۰۰)	۰.۱۲۵۶۳(۱.۰۰۰۰)		۰.۴۵۲۶۳ (۰.۶۲۴۴)

نتایج بدست آمده حاکی از معنیدار بودن تمامی متغیرهای مدل در بلندمدت در سطح خطای ۵٪ میباشد.

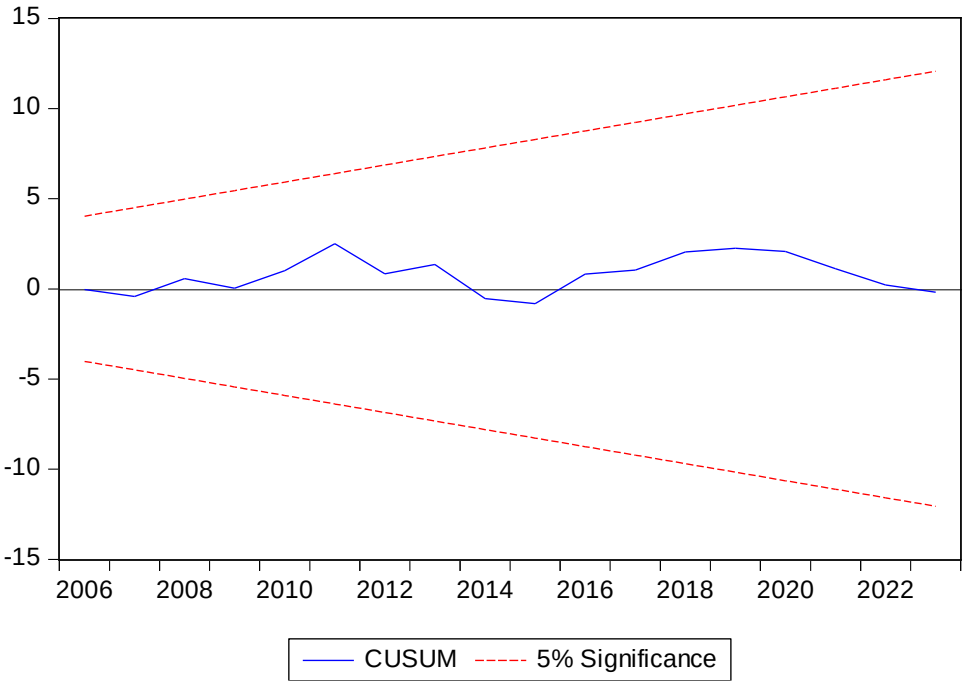
[1] - Banerjee
[2] - Dolado
[3] - Mestre

E-ISSN: 3041-8933

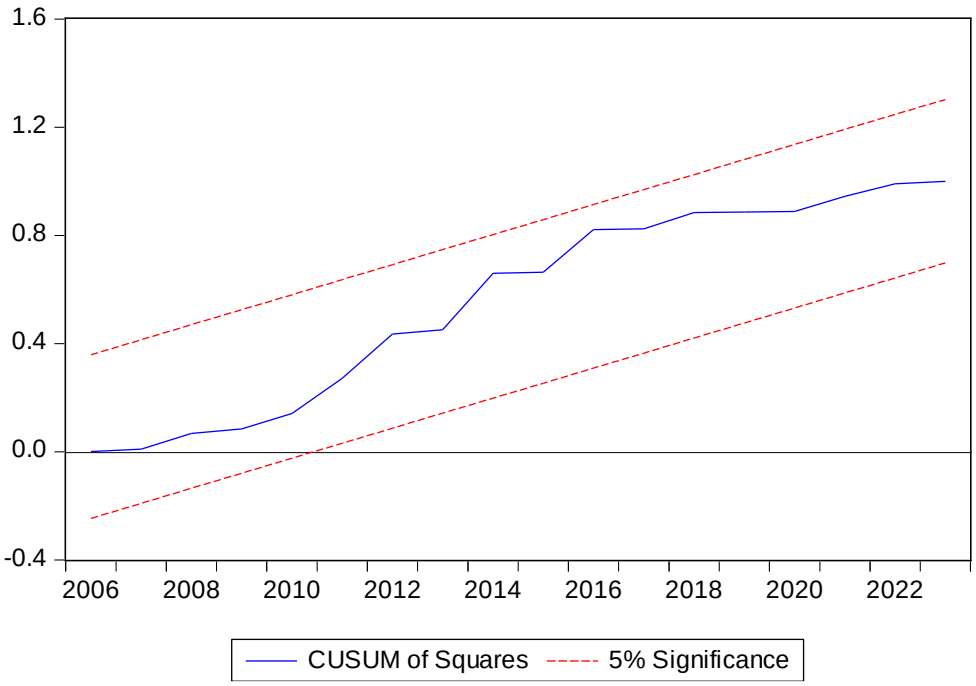
برای آزمون ثبات ساختاری[1] از محاسبه آماره پسماند تجمعی ۲ و مجذور پسماند تجمعی۳ که توسط براون۴ ارائه شده است، استفاده میشود:

شکل ۱

آزمون , CUSUMQ CUSUM



[1] Structural Stability
[2] cousum
[3] cousumq
[4] Brown



همانطور که مشاهده میشود، نمودار پسماندهای تجمعی و مجذور پسماند تجمعی بین دو خط صاف (فاصله اطمینان ۹۵ درصد) ارائه شده است.

اگر نمودار ارائه شده بین فاصله اطمینان قرار داشته باشد، فرضیه صفر مبنی بر عدم شکست ساختاری پذیرفته میشود و اگر نمودار از فاصله اطمینان خارج شده باشد (فاصله اطمینان را قطع کرده باشد) فرضیه صفر مبنی بر عدم شکست ساختاری رد و وجود شکست ساختاری پذیرفته میشود. همچنین از آماره پسماند تجمعی برای یافتن تغییرات سیستماتیک در ضرایب رگرسیون و نیز از آماره مجذور پسماند تجمعی هنگامی که انحراف از پایداری ضرایب اتفاقی و ناگهانی است، استفاده میشود.

بحث و نتیجهگیری

یافتههای پژوهش حاضر نشان داد که شوکهای مثبت و منفی ناشی از هزینههای تحقیق و توسعه، نابرابری درآمدی و فناوریهای نوین آثار نامتقارنی بر شاخص سلامت عمومی دارند. نتایج بیانگر آن بود که افزایش هزینههای تحقیق و توسعه موجب بهبود سلامت عمومی شده، در حالی که کاهش این هزینهها اثر منفی بر شاخص سلامت برجای میگذارد. همچنین افزایش نابرابری درآمدی به کاهش سطح سلامت عمومی منجر میشود، در حالی که کاهش نابرابری درآمدی موجب ارتقای سلامت عمومی میگردد. علاوه بر این، توسعه فناوریهای نوین و گسترش زیرساختهای دیجیتال تأثیر مثبتی بر سلامت عمومی داشته، اما افت یا کاهش ظرفیتهای فناورانه میتواند سلامت عمومی را تضعیف کند. وجود رابطه بلندمدت میان متغیرهای مورد مطالعه نیز نشان داد که سلامت عمومی نه تنها تحت تأثیر شرایط مقطعی بلکه تحت تأثیر روندهای پایدار اقتصادی و فناورانه قرار دارد.

نتیجه مربوط به تأثیر مثبت هزینههای تحقیق و توسعه بر سلامت عمومی با ادبیات نظری سرمایه انسانی و اقتصاد سلامت سازگار است. سرمایهگذاری در تحقیق و توسعه موجب ارتقای دانش پزشکی، توسعه فناوریهای تشخیصی و درمانی، بهبود فرآیندهای مدیریت سلامت و افزایش بهرهوری نظامهای درمانی میشود. این یافته با نتایج پژوهشهای انجامشده در زمینه نقش نوآوری و تحقیقات پزشکی در بهبود کیفیت

E-ISSN: 3041-8933

خدمات سلامت همسو است. پژوهشهای اخیر نشان دادهاند که توسعه ظرفیتهای نوآورانه و افزایش توان تحقیقاتی کشورها میتواند به ارتقای سرمایه سلامت و افزایش امید به زندگی منجر شود (Ren et al., 2024; Shin & Choi, 2022). همچنین بررسیهای جامع انجامشده در حوزه علوم سلامت تأکید میکنند که پیشرفتهای علمی و سرمایهگذاری در پژوهشهای پزشکی یکی از مهمترین محرکهای بهبود شاخصهای سلامت عمومی محسوب میشوند (Algobisi et al., 2024). از سوی دیگر، مطالعه چن و همکاران نیز نشان داد که توسعه دانش و نوآوری در بسترهای نهادی مناسب میتواند رشد اقتصادی و بهبود رفاه اجتماعی را تقویت کند که در نهایت به ارتقای سلامت عمومی منجر میشود (Chen et al., 2025).

یافتههای پژوهش درباره اثر منفی نابرابری درآمدی بر سلامت عمومی نیز با بخش گستردهای از ادبیات موجود همخوانی دارد. نابرابری درآمدی موجب میشود دسترسی به خدمات درمانی، آموزش، تغذیه مناسب و سایر منابع ارتقای سلامت به شکل نامتوازنی میان گروههای اجتماعی توزیع شود. در چنین شرایطی، گروههای کمدرآمد با محدودیتهای بیشتری در استفاده از خدمات سلامت مواجه میشوند و احتمال ابتلا به بیماریها و مرگومیر زودرس در آنها افزایش مییابد. این نتیجه با مطالعات متعددی که رابطه معکوس میان نابرابری درآمدی و سلامت را گزارش کردهاند، سازگار است (Bütikofer et al., 2021; Gutin & Hummer, 2021; Olden, 2021). همچنین پژوهش ابـدی Abdi,) نشان میدهد که نابرابری و بیعدالتی در دسترسی به منابع سلامت یکی از مهمترین موانع تحقق عدالت سلامت در جهان معاصر است (2025). یافتههای حاضر همچنین با مطالعه ایگناتاو و گوتین همسو است که نشان دادند ساختارهای نابرابر اقتصادی میتوانند از طریق محدود کردن فرصتهای اجتماعی و بهداشتی، سلامت جمعیت را تضعیف کنند (Ignatow & Gutin, 2024).

یکی از تبیینهای مهم برای اثر منفی نابرابری درآمدی بر سلامت عمومی آن است که نابرابری صرفاً یک مسئله اقتصادی نیست، بلکه پدیدهای اجتماعی و روانی نیز محسوب میشود. در جوامعی که شکاف درآمدی شدیدتر است، سطح اعتماد اجتماعی کاهش یافته، انسجام اجتماعی تضعیف میشود و احساس محرومیت نسبی در میان اقشار کمدرآمد افزایش مییابد. این عوامل میتوانند پیامدهای روانشناختی و رفتاری گستردهای داشته باشند و بهطور غیرمستقیم سلامت جسمی و روانی افراد را تحت تأثیر قرار دهند (Cerra, 2021; Prentice et al., 2024). همچنین مطالعات انجامشده در حوزه سلامت قلب و عروق نشان دادهاند که عوامل اجتماعی و اقتصادی یکی از مهمترین تعیینکنندههای سلامت گروههای آسیبپذیر هستند (Madu et al., 2021).

یافته دیگر پژوهش حاضر مربوط به تأثیر مثبت فناوریهای نوین بر سلامت عمومی بود. این نتیجه نشان میدهد که توسعه فناوریهای دیجیتال، اینترنت، سامانههای سلامت الکترونیک و فناوریهای ارتباطی میتواند دسترسی به خدمات درمانی و اطلاعات سلامت را بهبود بخشد. این یافته با نتایج مطالعات مختلفی که بر نقش فناوری در ارتقای سلامت تأکید کردهاند همخوانی دارد. برای مثال، یو و منگ نشان دادند که گسترش اینترنت میتواند دسترسی به خدمات سلامت را افزایش داده و بخشی از نابرابریهای سلامت را کاهش دهد (Yu & Meng, 2022). همچنین ژانگ و همکاران گزارش کردند که فناوریهای دیجیتال میتوانند از طریق افزایش دسترسی به اطلاعات پزشکی و خدمات سلامت، به بهبود وضعیت سلامت شهروندان کمک کنند (Zhang et al., 2022). نتایج پژوهش ژائو و لی نیز نشان داد که توسعه اقتصاد دیجیتال نقش مهمی در کاهش نابرابریهای سلامت و ارتقای شاخصهای بهداشتی ایفا میکند (Zhao & Li, 2025).

با این حال، یافتههای حاضر نشان دادند که کاهش ظرفیتهای فناورانه و شوکهای منفی فناوری اثرات نامطلوبی بر سلامت عمومی دارند. این موضوع بیانگر آن است که منافع فناوری تنها در شرایطی محقق میشود که زیرساختهای لازم برای دسترسی همگانی به فناوری وجود داشته باشد. در غیر این صورت، شکاف دیجیتال میتواند به بازتولید نابرابریهای سلامت منجر شود. این نتیجه با پژوهش شیائو و همکاران همسو است که نشان دادند نوآوری فناورانه در صورت توزیع نامتوازن میتواند به تشدید شکافهای اجتماعی و اقتصادی بینجامد (Xiao et al.,

2024). همچنین احمد و همکاران تأکید کردند که فناوری اطلاعات و ارتباطات زمانی میتواند شکاف میان فقرا و ثروتمندان را کاهش دهد که دسترسی عادلانه به آن فراهم شود (Ahmad et al., 2022).

نتایج پژوهش حاضر همچنین نشان داد که فناوریهای نوین میتوانند بهصورت غیرمستقیم از طریق کاهش نابرابری درآمدی بر سلامت عمومی تأثیر بگذارند. این یافته با مطالعاتی که نقش فناوریهای مالی دیجیتال و تحول دیجیتال را در ارتقای شمول مالی و کاهش شکافهای اقتصادی برجسته کردهاند همخوانی دارد (Sodokin & Djafon, 2025; V et al., 2024). توسعه خدمات مالی دیجیتال، دسترسی اقشار کمدرآمد به منابع مالی و فرصتهای اقتصادی را افزایش میدهد و از این طریق زمینه بهبود کیفیت زندگی و سلامت را فراهم میکند. همچنین پژوهش اوفوری و اوفوری نشان داد که پذیرش فناوریهای پیشرفته میتواند به کاهش برخی اشکال نابرابری اجتماعی و جنسیتی منجر شود (Ofori & Ofori, 2024). مطالعه امپوفو نیز نقش شمول مالی دیجیتال را در تحقق اهداف توسعه پایدار و کاهش نابرابریها تأیید کرده است (Mpofu, 2023).

یافتههای مربوط به اثر مثبت درآمد سرانه بر سلامت عمومی نیز قابل انتظار بود. افزایش درآمد سرانه توان خرید خانوارها برای تأمین نیازهای بهداشتی، تغذیه مناسب و دسترسی به خدمات درمانی را افزایش میدهد. این نتیجه با مطالعات مولینا سالازار و کارباخال دی نوا همسو است که رابطه مثبت میان رشد اقتصادی و سلامت را گزارش کردند (Molina-Salazar & Carbajal-De-Nova, 2023). همچنین پژوهشهای انجامشده در حوزه توسعه اقتصادی نشان دادهاند که افزایش درآمد و بهبود فرصتهای اقتصادی میتواند کیفیت زندگی و رفاه اجتماعی را ارتقا دهد (Ma et al., 2025; Sutanto et al., 2024).

در مقابل، اثر منفی تورم بر سلامت عمومی نشان میدهد که افزایش سطح عمومی قیمتها میتواند قدرت خرید خانوارها را کاهش داده و دسترسی آنها به کالاها و خدمات مرتبط با سلامت را محدود کند. بهویژه در کشورهای در حال توسعه، تورم بالا اغلب بیشترین فشار را بر اقشار کمدرآمد وارد میکند و موجب تشدید نابرابریهای سلامت میشود. این یافته با چارچوبهای نظری رشد فراگیر و عدالت اجتماعی سازگار است که بر اهمیت ثبات اقتصادی در ارتقای رفاه عمومی تأکید دارند (Cerra, 2021).

همچنین نتایج نشان داد که آموزش و سرمایه انسانی اثر مثبتی بر سلامت عمومی دارند. افراد با سطح تحصیلات بالاتر معمولاً آگاهی بیشتری نسبت به رفتارهای سالم، پیشگیری از بیماریها و استفاده از خدمات درمانی دارند. علاوه بر این، آموزش فرصتهای اقتصادی بیشتری ایجاد کرده و به کاهش آسیبپذیری اجتماعی منجر میشود. این نتیجه با مطالعات متعدد در حوزه تعیینکنندههای اجتماعی سلامت همسو است (Madu et al., 2021; Prentice et al., 2024). از سوی دیگر، تأثیر مثبت سرمایه ثابت و سرمایهگذاریهای زیرساختی نیز نشان میدهد که توسعه زیرساختهای اقتصادی و اجتماعی میتواند محیط مناسبتری برای ارتقای سلامت عمومی فراهم کند.

به طور کلی، نتایج پژوهش حاضر از دیدگاه توسعه پایدار نیز حائز اهمیت است. مطالعات اخیر نشان دادهاند که دستیابی به توسعه پایدار مستلزم توجه همزمان به کاهش نابرابری، ارتقای فناوری، رشد اقتصادی فراگیر و بهبود سلامت عمومی است (Caous & Huarng, 2020; Volodzkienė & Štreimikienė, 2023). همچنین پژوهشهای جدید بیان میکنند که کیفیت زندگی تحت تأثیر تعامل پیچیده میان عوامل فناورانه، اقتصادی، اجتماعی و زیستمحیطی قرار دارد (Chandio et al., 2024). بنابراین نتایج این پژوهش میتواند مبنایی برای طراحی سیاستهای جامع در حوزه سلامت، فناوری و عدالت اقتصادی فراهم آورد.

یکی از محدودیتهای این پژوهش استفاده از دادههای کلان اقتصادی و ملی بود که امکان بررسی تفاوتهای منطقهای و استانی را فراهم نمیکرد. همچنین شاخص سلامت عمومی تنها با استفاده از امید به زندگی اندازهگیری شد، در حالی که سلامت مفهومی چندبعدی است و میتواند شامل شاخصهایی مانند مرگومیر نوزادان، کیفیت زندگی، سلامت روان و دسترسی به خدمات درمانی نیز باشد. علاوه بر این،

E-ISSN: 3041-8933

محدودیت در دسترسی به برخی دادههای بلندمدت مربوط به فناوریهای نوین و هزینههای تحقیق و توسعه میتواند بر دقت برآوردها اثر گذاشته باشد.

پیشنهاد میشود پژوهشهای آینده از دادههای استانی یا منطقهای برای بررسی تفاوتهای مکانی در رابطه میان نابرابری درآمدی، فناوری و سلامت استفاده کنند. همچنین بهرهگیری از شاخصهای چندبعدی سلامت و بررسی اثر فناوریهای نوظهور مانند هوش مصنوعی، کلاندادهها و سلامت دیجیتال میتواند درک جامعتری از سازوکارهای اثرگذاری این عوامل فراهم آورد. استفاده از روشهای اقتصادسنجی پیشرفتهتر و انجام مطالعات مقایسهای میان کشورهای مختلف نیز میتواند به توسعه ادبیات این حوزه کمک کند.

سیاستگذاران باید همزمان بر کاهش نابرابری درآمدی و توسعه زیرساختهای فناوری تمرکز کنند تا منافع فناوری بهصورت عادلانه میان گروههای مختلف جامعه توزیع شود. افزایش سرمایهگذاری در تحقیق و توسعه، حمایت از نوآوریهای پزشکی، گسترش خدمات سلامت دیجیتال و توسعه زیرساختهای اینترنتی در مناطق محروم میتواند به ارتقای سلامت عمومی کمک کند. همچنین طراحی برنامههای آموزشی برای ارتقای سواد سلامت و سواد دیجیتال، همراه با سیاستهای حمایتی از اقشار آسیبپذیر، میتواند نقش مهمی در کاهش شکافهای سلامت و تحقق عدالت اجتماعی ایفا کند.

تعارض منافع

در انجام مطالعه حاضر، هیچگونه تضاد منافعی وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

در نگارش این مقاله تمامی نویسندگان نقش یکسانی ایفا کردند.

موازین اخلاقی

در انجام این پژوهش تمامی موازین و اصول اخلاقی رعایت گردیده است.

شفافیت دادهها

دادهها و مآخذ پژوهش حاضر در صورت درخواست از نویسنده مسئول و ضمن رعایت اصول کپی رایت ارسال خواهد شد.

حامی مالی

این پژوهش حامی مالی نداشته است.

References

Abdi, Y. H. (2025). Understanding Global Health Inequality and Inequity: Causes, Consequences, and the Path Toward Justice in Healthcare. *Public Health Challenges*, *4*(4). https://doi.org/10.1002/puh2.70156

Ahmad, S., Khan, D., & Haq, I. u. (2022). Assessing the Role of Information and Communication Technology in Reducing the Gap Between Rich and Poor: The Case of South Asia. *International Journal of Social Economics*, *49*(11), 1663-1679. https://doi.org/10.1108/ijse-10-2021-0638

Algobisi, N. M. B., Mutairi, L. F. A., Shaher Mushabab Hajad Al, O., Al-Rasheed, N. M., Al-Saadoun, A. M., Alotaibi, B. A., Alhazmi, A. y., Alanezi, A. H., Alharbi, M., & Alshammary, M. A. (2024). Comprehensive Review of

Foundational Advances Across Healthcare Disciplines. *Journal of Ecohumanism*, *3*(8). https://doi.org/10.62754/joe.v3i8.4982
Bütikofer, A., Karadakic, R., & Salvanes, K. G. (2021). Income Inequality and Mortality: A Norwegian Perspective*. *Fiscal Studies*, *42*(1), 193-221. https://doi.org/10.1111/1475-5890.12261
Caous, E. L., & Huarng, F. (2020). Economic Complexity and the Mediating Effects of Income Inequality: Reaching Sustainable Development in Developing Countries. *Sustainability*, *12*(5), 2089. https://doi.org/10.3390/su12052089
Cerra, V. (2021). An Inclusive Growth Framework. 1-31. https://doi.org/10.1093/oso/9780192846938.003.0001
Chandio, A. A., Amin, A., Sethi, N., Haouas, I., & Ahmad, F. (2024). Exploring the Impact of Environmental Degradation, Income Inequality, Technological Development and Food Availability on Quality of Life: Recent Evidence From South Asia. *Journal of Public Affairs*, *24*(4). https://doi.org/10.1002/pa.2963
Chen, D., Wang, Y., Mehta, A. M., Asif, M., Ahmad, C. S., & Shahzad, M. F. (2025). Decentralization and Economic Growth: A Bibliometric Review of Global Trends and Regional Disparities. *Sage Open*, *15*(4). https://doi.org/10.1177/21582440251409851
Dhamija, S., Jamshed, M., Ahmad, A., Dhamija, A., Khan, W. A., Pandoi, D., & Rahisha, M. (2025). Urban vs Rural: Text Mining Insights Into Health Solutions for Vulnerable Populations in India. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-7516477/v1
Fattahi, E. (2023). Smokeless Tobacco Use and Health Inequity: Unraveling the Mechanisms. https://doi.org/10.5772/intechopen.1003083
Geng, G. (2023). Regional Differences in the Supply of Medical Resources in China. 395-404. https://doi.org/10.2991/978-2-38476-126-5_47
Gutin, I., & Hummer, R. A. (2021). Social Inequality and the Future of US Life Expectancy. *Annual Review of Sociology*, *47*(1), 501-520. https://doi.org/10.1146/annurev-soc-072320-100249
Hélène, D., Angélique, I., Lene, S., & Bilkis, V. (2025). Reviews on Interventions for Health Equity With a One Health Focus. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6024650/v1
Ignatow, G., & Gutin, I. (2024). Elite Class Self-interest, Socioeconomic Inequality and U.S. Population Health. *Sociology of Health & Illness*, *46*(8), 1749-1771. https://doi.org/10.1111/1467-9566.13813
Kennedy-Moulton, K., Miller, S. E., Persson, P., Rossin-Slater, M., Wherry, L., & Aldana, G. (2022). Maternal and Infant Health Inequality: New Evidence From Linked Administrative Data. https://doi.org/10.3386/w30693
Khamjalas, K. (2024). Cross-Country Analysis of the Nexuses Between Food, Energy, and Water Consumption on Urban-Rural Income Gap in South-Eastern Asian Countries Using Pooled Ordinary Least Squares Regression Analysis. *Open Journal of Social Sciences*, *12*(03), 153-181. https://doi.org/10.4236/jss.2024.123014
Khan, Z., & Chiu, Y. B. (2023). The Impact of Governance on Agricultural Value-Added Inequality Nexus in Pakistan. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3166379/v1
Ma, W., McKay, A., Rahut, D. B., Suzuki, A., & Sonobe, T. (2025). Inequality and Development in Rural Asia. *Review of Development Economics*, *29*(3), 1297-1303. https://doi.org/10.1111/rode.70025
Madu, E. C., Mezue, K., & Madu, K. (2021). Social Determinants and Cardiovascular Care: A Focus on Vulnerable Populations and the Jamaica Experience. *Faseb Bioadvances*, *3*(4), 266-274. https://doi.org/10.1096/fba.2020-00116
Mahdi, I., & Sulistyono, S. W. (2023). Determinants of Gini Ratio: A Case Study of Low Gini Ratio in Madura. *Entrepreneurship Bisnis Manajemen Akuntansi (E-Bisma)*, 245-260. https://doi.org/10.37631/ebisma.v4i2.1119
Molina-Salazar, R. E., & Carbajal-De-Nova, C. (2023). Health, Economic Growth, and Gini Index in North America Using a Panel Model. *Horizonte Sanitario*, *22*(3), 467-476. https://doi.org/10.19136/hs.a22n3.5622
Mpofu, F. Y. (2023). Gender Disparity and Digital Financial Inclusion in Advancing the Attainment of Sustainable Development Goals in Developing Countries. *International Journal of Innovation in Management Economics and Social Sciences*, *3*(3), 49-70. https://doi.org/10.59615/ijimes.3.3.49
Murshed, M. (2024). Can Income Inequality Reduction Policies Limit the Disparity Between Urban and Rural Clean Cooking Fuel Access Rates? *Sustainable Development*, *33*(1), 1104-1123. https://doi.org/10.1002/sd.3169
Ofori, P. E., & Ofori, I. K. (2024). The Impact of Frontier Technology Adoption onGender Inequality: Evidence From Africa. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-4616774/v1
Olden, K. (2021). The Inaugural Olden Distinguished Lecture: Economic Inequality and Health Disparities. *Environmental Health Perspectives*, *129*(4). https://doi.org/10.1289/ehp8631
Prentice, K. R., Beitelshees, M., Hill, A., & Jones, C. H. (2024). Defining Health Equity: A Modern US Perspective. *Iscience*, *27*(12), 111326. https://doi.org/10.1016/j.isci.2024.111326
Ren, W., Wu, B., & Tong, W. (2024). Enhancing Health Capital and Promoting Common Prosperity From the Perspective of Emerging Technologies. *Ijetaa*, *1*(4), 17-24. https://doi.org/10.62677/ijetaa.2404116
Rydland, H. T., Friedman, J., Stringhini, S., Link, B. G., & Eikemo, T. A. (2022). The Radically Unequal Distribution of Covid-19 Vaccinations: A Predictable Yet Avoidable Symptom of the Fundamental Causes of Inequality. *Humanities and Social Sciences Communications*, *9*(1). https://doi.org/10.1057/s41599-022-01073-z
Shin, W., & Choi, B. (2022). Digital Competency, Innovative Medical Research, and Institutional Environment: A Global Context. *Sustainability*, *14*(24), 16887. https://doi.org/10.3390/su142416887

E-ISSN: 3041-8933

Sodokin, K., & Djafon, J. K. (2025). Role of Digital Transformation in Closing the Financial Inclusion Disparities in West African Economic and Monetary Union and the Covid-19 Effect. *Journal of International Development*, *37*(4), 887-923. https://doi.org/10.1002/jid.3992

Sutanto, H., Harsono, I., Furkan, L. M., Mulawiani, B. S. W., Fuady, H., & Yuniarti, T. (2024). Income Inequality and Economic Growth. *Demand*, *1*(3), 166-175. https://doi.org/10.62207/6ec47y90

V, M. K. M., Almuraqab, N. A. S., Moonesar, I. A., Braendle, U., & Rao, A. (2024). How Does Digitally Enabled Micro-Finance Promote Income Equality for the Vulnerable in the Expanded BRICS Block During the Pandemic? *Frontiers in Big Data*, *7*. https://doi.org/10.3389/fdata.2024.1417752

Vinícius Henrique Ferreira Pereira de, O., Oliveira, M. B., Blumenberg, C., Herval, Á. M., & Paranhos, L. R. (2022). Analysis of Financial Resources for Public Health in Brazilian Capitals: A Time Trend Ecological Study. *Cadernos de Saúde Pública*, *38*(1). https://doi.org/10.1590/0102-311x00311620

Volodzkienė, L., & Štreimikienė, D. (2023). Energy Inequality Indicators: A Comprehensive Review for Exploring Ways to Reduce Inequality. *Energies*, *16*(16), 6075. https://doi.org/10.3390/en16166075

Xiao, A., Xu, Z., Škare, M., Qin, Y., & Wang, X. (2024). Bridging the Digital Divide: The Impact of Technological Innovation on Income Inequality and Human Interactions. *Humanities and Social Sciences Communications*, *11*(1). https://doi.org/10.1057/s41599-024-03307-8

Yu, J., & Meng, S. (2022). Impacts of the Internet on Health Inequality and Healthcare Access: A Cross-Country Study. *Frontiers in Public Health*, *10*. https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.935608

Zahidi, K., Obtel, M., & Naji, S. (2024). Healthcare Accessibility: Metrics, Assessment, Policies, and Barriers. https://doi.org/10.5772/intechopen.1006821

Zhang, D., Zhang, G., Jiao, Y., Wang, Y., & Wang, P. (2022). “Digital Dividend” or “Digital Divide”: What Role Does the Internet Play in the Health Inequalities Among Chinese Residents? *International journal of environmental research and public health*, *19*(22), 15162. https://doi.org/10.3390/ijerph192215162

Zhao, Q., & Li, Y. (2025). The Impact of the Digital Economy on Health Inequality: Micro Evidence From China. *The International Journal of Health Planning and Management*, *40*(4), 961-974. https://doi.org/10.1002/hpm.3931

Zou, X. Y., Peng, X., Zhao, X., Ma, J., & Chang, C. P. (2023). Does Income Inequality Affect Green Innovation? A Non-Linear Evidence. *Technological and Economic Development of Economy*, *30*(3), 578-602. https://doi.org/10.3846/tede.2023.19271