

The effects of human development indicators and digitalization on environmental quality in selected countries of the Middle East and North Africa (MENA)¹

Robab Mansouri¹, Seyed Kamal Sadeghi^{2*}, Parviz Mohammadzadeh³, Mohammad Mahdi Barghi Osgouei⁴

1. Ph.D. student of Economics, Economic Sciences (Economic Development), Aras International Campus, University of Tabriz, Iran.

2. Professor of the Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Iran.

3. Professor of the Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Iran.

4. Professor of the Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Iran.

ARTICLE INFO

Research Paper

Article history:

Received: 20 March 2026

Accepted: 20 June 2026

Published online:

22 June 2026

Keywords: Digitalization
Method; Environmental
Quality Quantile
Econometric.



<https://www.srds.ir/?adsc=4192>

Abstract

Background and Objective: The concepts of climate change and global warming have been widely recognized as major concerns for the survival of living organisms on Earth. This study examines the effects of human development and digitalization indicators on environmental quality with an emphasis on financial development: a quantile regression approach in selected Middle East and North Africa (MENA) countries from 2002 to 2021.

Methodology: The research method is applied and the data were collected in the form of documents (library) and for analysis, quantile econometric models and panel data with the Hausman test were used. The results of the study showed that, in the research model: HDI and NAT: have a positive and significant effect in most quantiles. WGINDEX: This index has a negative and significant effect in most quantiles. DIG: This variable has a positive and significant effect at 80% and 90%. FININDEX: The financial index has a negative and significant effect at the 90% quantile. GDP: Gross domestic product has a positive and significant effect at the 80% and 90% quantiles.

Results and Findings: Analyses indicate that governance has a significant negative effect on the ecological footprint within the middle and upper quantiles; this signifies an improvement in governance, leading to a reduction in ecological pressure. Overall, the findings show that digital and economic growth can help improve the environmental situation, but unsustainable exploitation of natural resources and political instability undermine environmental quality.

Citation. Mansouri, R., Sadeghi, S. K., Mohammadzadeh, P., & Barghi Osgouei, M. M. (2027). The effects of human development indicators and digitalization on environmental quality in selected countries of the Middle East and North Africa (MENA). *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS)*, 7(4), 30-43.

URL: https://www.srds.ir/article_246062.html?lang=en

© The Author(s). Publisher: Private with Cooperation Iranian Geography and Urban Planning Association.



¹ This article is derived from a doctoral dissertation titled "An Investigation into Factors Affecting Environmental Quality with an Emphasis on Human Development and Political Stability: A Quantile Regression Approach," conducted by the first author at the University of Tabriz (Iran) under the supervision of the second and third authors and with the consultation of the fourth author.

* **Corresponding author:** seyedkamal-sadeghi@tabrizu.ac.ir

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

In recent years, global concerns regarding environmental quality have intensified. Rising global temperatures, shifting precipitation patterns, extreme weather events, and threats to biodiversity have created fundamental challenges for societies (IPCC, 2024). These reports indicate that the impacts of climate change are already palpable, and their long-term consequences pose serious threats to human communities and natural ecosystems. Global warming has led to the melting of glaciers, rising sea levels, and an increased frequency and intensity of climate-related events such as floods, droughts, and severe storms. These phenomena not only affect infrastructure and community economies but also challenge food security and access to vital resources like water.

Among greenhouse gases, carbon dioxide (CO₂) continues to dominate global warming, making its control a central pillar of global sustainable development policies (World Bank, 2025). Primarily resulting from the combustion of fossil fuels, CO₂ contributes the most to the greenhouse effect and, consequently, the rise in the Earth's average temperature. Policymakers worldwide emphasize the necessity of reducing emissions of this gas, a goal that forms the foundation of many international environmental agreements and sustainable development strategies. However, environmental degradation is a composite index of soil, water, and air pollution. CO₂ emissions are merely an indicator of air pollution; therefore, more comprehensive metrics are needed to assess overall environmental degradation. To address this, Wackernagel and Rees (1998) proposed the Ecological Footprint, which calculates environmental degradation and human use of natural resources in global hectares (Pata et al., 2022).

Recent literature has identified variables such as human development, financial development, digitalization, political stability, and natural resource exploitation as key factors influencing environmental quality (Zhang & Omar, 2025). These studies highlight the complexity of the relationships between economic and social development dimensions and their environmental consequences.

The Middle East and North Africa (MENA) region has become a focal point of recent studies due to its reliance on fossil energy resources, relative weakness in governance institutions, and high vulnerability to environmental crises (UNEP, 2025). MENA countries are heavily

dependent on revenues from natural resource exports, particularly oil and gas. This dependency acts as both a driver of economic development and a factor exacerbating greenhouse gas emissions. Weakness in economic diversification and the transition toward sustainable energy sources have left the region vulnerable to fluctuations in fossil fuel prices and international pressure to reduce carbon emissions. Furthermore, the region's geographical and climatic characteristics make it susceptible to phenomena such as water crises, desertification, and dust storms.

Water scarcity, dust storms, and unprecedented heating threaten the lives and economies of this region. This complex combination of challenges and capacities requires more comprehensive analysis. The shortage of fresh water resources, competition over water allocation, and the impacts of climate change on existing water supplies are among the most acute challenges in the MENA region. Dust storms, exacerbated by drought and land degradation, have negative effects not only on the environment but also on public health, agriculture, and tourism. Heating that is more severe than the global average has increased social and economic tensions, making adaptive and mitigation strategies essential.

Therefore, the present study examines the broader dimensions of factors affecting environmental quality—including financial development, human development, digitalization, political stability, and natural resources—on environmental quality indicators, considering both CO₂ emissions and the Ecological Footprint in selected MENA countries.

Methodology

Regarding Quantile Regression, it is worth noting that this approach was introduced by Koenker and Bassett (1978) as a more widely applicable alternative to Ordinary Least Squares (OLS) regression. One of the problems in estimating econometric models is the potential occurrence of extreme value issues (Deliri, 1400). Quantile regression allows data to be estimated at various quantiles (e.g., 0.25, 0.50, 0.75, and 0.90), enabling researchers to verify the robustness of the study's results. Compared to OLS, a key advantage of this method is that it provides more reliable estimates in the presence of non-normal data and outliers.

Based on the literature and previous studies reviewed, and inspired by the model used by King et al. (2024), as well as considering data availability, the following model was employed to examine the effects of financial development,

digitalization, human development, political stability, and natural resources on environmental quality:

$$EF_{it}(\tau) = \beta_0(\tau) + \beta_1(\tau)DIG_{it} + \beta_2(\tau)NAT_{it} + \beta_3(\tau)GOV_{it} + \beta_4(\tau)FIN_{it} + \beta_5(\tau)HDI_{it} + \beta_6(\tau)GDP_{it} + \varepsilon_{it}$$

Results and Discussion

The results of the study indicate that:

-HDI (Human Development) and NAT (Natural Resources) have a significant positive effect in most quantiles.

-WGINDEX (Governance/Political Stability) has a significant negative effect in most quantiles.

-DIG (Digitalization) has a significant positive effect in the 80th and 90th percentiles.

-FININDEX (Financial Development) has a significant negative effect in the 90th percentile.

- GDP (Economic Growth) has a significant positive effect in the 80th and 90th percentiles. Overall, all three events were associated with the intrusion of cold air from higher latitudes and the passage or development of a mid-tropospheric trough, but the relative contribution of advection and nocturnal radiative cooling differed among events. A key finding is that the presence of a 500-hPa trough alone does not constitute evidence of surface frost; rather, cold-air advection behind the trough lowers the thermal background, while post-frontal subsidence, decreasing cloud cover, weaker winds, and reduced turbulent mixing can subsequently intensify nocturnal surface cooling. In Semirom's complex mountainous terrain, cold-air drainage toward valleys may further strengthen near-surface inversions and maintain low temperatures during critical flowering hours.

These findings demonstrate that frost damage in Semirom cannot be interpreted as a simple function of station-based minimum temperature. Instead, damage reflects the interaction of synoptic forcing, nocturnal surface cooling, local topography, and phenological timing. This interpretation is consistent with evidence that climate warming may maintain or increase spring frost risk by advancing phenological development and increasing the overlap between flowering and late frosts (Caspersen et al., 2025; Vitasse et al., 2018; Zhang et al., 2022). However, because surface energy balance and microscale turbulence were not explicitly modeled, the present results should be interpreted as a synoptic-surface diagnosis rather than a quantitative partitioning of energy fluxes.

Conclusion

This study aimed to investigate the impacts of financial development, human development, digitalization, political stability, and natural resource exploitation on environmental quality in the Middle East and North Africa (MENA)

countries. The use of quantile regression allowed us to examine the effects of these variables across different levels of data distribution, yielding more stable and precise results compared to traditional methods.

The key findings reveal that the relationship between development and the environment in this region is complex and multifaceted. On one hand, Human Development (HDI) and Natural Resources (NAT) showed a significant positive effect on the Ecological Footprint in most quantiles. This suggests that while improving health and education levels is essential, increased human welfare can place greater pressure on the ecosystem if not accompanied by proper consumption management and a transition to sustainable patterns. Additionally, economic dependence on natural resources, despite its role in development, has acted as a factor exacerbating environmental degradation.

On the other hand, Digitalization (DIG) had a positive effect on the Ecological Footprint in higher quantiles (80% and 90%). While this may seem counterintuitive, it can be attributed to increased energy consumption in digital infrastructure and the growth of related economic activities. However, this finding does not necessarily negate the green potential of technology; rather, it indicates that, at the current stage, digitalization in the region is not yet sufficiently integrated with energy efficiency and renewable energy sources.

A hopeful aspect of the study is the positive role of Financial Development (FIN) in the 90th percentile, which showed a negative effect on the Ecological Footprint. This implies that at higher levels of development, financial systems can act as channels for attracting green investments and reducing pollution. Conversely, Political Stability (WGINDEX) had a negative effect on the Ecological Footprint in most quantiles, indicating an improvement in environmental quality. This result confirms that good governance, institutional stability, and reduced corruption provide the necessary foundation for the effective implementation of environmental policies.

Ultimately, this study suggests that MENA countries should not rely solely on reducing natural resource consumption to address environmental crises. Instead, they require a combined approach that includes strengthening political institutions for better enforcement of environmental laws, directing financial flows toward sustainable projects, and simultaneously raising education and public awareness levels. Digitalization must also be accompanied by "technology greening" policies to mitigate its negative side effects on the environment. Otherwise, economic growth and human

development may come at the cost of further natural resource degradation and reduced environmental quality.

Declarations

Funding: There is no funding support.

Authors' Contribution: The authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of Interest: The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments: We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

References

1. Abbass, K., Sharif, A., Song, H., Ali, M.A., Khan, F. & Amin, N. (2022). Do geopolitical oil price risk, global macroeconomic fundamentals relate Islamic and conventional stock market? Empirical evidence from QARDL approach. *Resources Policy*, 77, 1-16. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420722001787>
2. Adnan Bashir, M., Qing, L., Syed, M. Q. R., & Barwinska-Maľajowicz, A. (2024). Resources policy from extraction to innovation: The interplay of minerals, geothermal energy, technological advancements, and ecological footprint in high-ecological footprint economies. *Resources Policy*, 95(1), 12. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142072400549X>
3. Ahmad, F., Draz, M. U., Chandio, A. A., Ahmad, M., Su, L., Shahzad, F., & Jia, M. (2022). Natural resources and environmental quality: Exploring the regional variations among Chinese provinces with a novel approach. *Resources Policy*, 77, 102745. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420722001933>
4. Arminen, H., & Menegaki, A. N. (2019). Corruption, climate and the energy-environment-growth nexus. *Energy Economics*, 80, 621-634. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014098831930060X>
5. Atta, N., & Sharifi, A. (2024). A systematic literature review of the relationship between the rule of law and environmental sustainability. Wiley, 1. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sd.3087>
6. Azimi, M., & Mafizur Rahman, M. (2024). Renewable energy and ecological footprint nexus: Evidence from dynamic panel threshold technique. *Heliyon*, 10(1).

[https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)09473-8](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)09473-8)

7. Bekhet, H. A., Matar, A., & Yasmin, T. (2017). CO2 emissions, energy consumption, economic growth, and financial development in GCC countries: Dynamic simultaneous equation models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 117-132. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403211630853X>
8. Deliri, H. (2021). Factors affecting business cycles in OPEC member countries: A quantile regression approach on panel data. *Economic Modeling Research*, 44(19), 237-270. https://jemr.khu.ac.ir/article_3285.html
9. Farhang, A., Fotourehchi, Z., & Mohammadpour, A. (2022). The relationship between financial development indicators and greenhouse gas emissions (with an emphasis on urbanization rate). *Journal of Urban Economics and Planning*, 3(3), 86-99. (in Persian). https://www.juep.net/article_155157_db6d85f47254ff82b362db576b209e06.pdf
10. Hammoudeh, S., Mensi, W., & Cho, J. S. (2022). Spillovers between exchange rate pressure and CDS bid-ask spreads, reserve assets and oil prices using the quantile ARDL model. *International Economics*, 170, 66-78. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2110701722000075>
11. Hasanmoghdam, R., Farhang, A., Abounoori, A., & Mohammadpour, A. (2021). The effect of corruption control and economic policies on economic growth in the Middle East and North Africa (MENA). *Journal of Econometric Modelling*, 6(4), 61-91.
12. Hasanzadeh, M., Farhang, A., & Mohammadpour, A. (2021). The effect of population aging on economic growth (study of MENAP member countries). *Journal of Population Association of Iran*, 16(31), 217-247.
13. Hashmi, S. M., Chang, B. H., Huang, L., & Uche, E. (2022). Revisiting the relationship between oil prices, exchange rate, and stock prices: An application of quantile ARDL model. *Resources Policy*, 75, 1-19. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142072100550X>
14. Hazeri Neyri, H., Jami Odloo, M., & Nezafat Takleh, B. (2024). Factors affecting the improvement of human development indices in Ardabil province. *Journal of Urban Sustainable Development*, 5(3), 205-216. (in Persian). https://www.srds.ir/article_212804.html
15. Hazeri Neyri, H., Jami Odloo, M., & Nezafat Takleh, B. (2025). Factors affecting the improvement of human development indices in Ardabil province. *Journal of Urban Sustainable Development*, 5(3), 205-216. (in Persian).

Development, 4(26), 17. (in Persian).
https://www.srds.ir/article_252415_4ee02fe3ddd7357fd57622bb66581e01.pdf

16.IPCC. (2024). Climate Change 2024: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change.
<https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr>.

17.Islam, M. S., & Rahaman, S. H. (2023). The asymmetric effect of ICT on CO2 emissions in the context of an EKC framework in GCC countries: the role of energy consumption, energy intensity, trade, and financial development. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(31), 77729-77741.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-023-27590-1>

18.Kılıç Depren, S., Kartal, M. T., Kirikkaleli, D., & Depren, Ö. (2023). Effect of political stability on environmental quality: long-run and asymmetric evidence from Iceland by non-linear approaches. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 16(7), 1407-1417.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11869-023-01351-y>

19.Li, X., & Xu, L. (2021). Human development associated with environmental quality in China. *PLOS ONE*, 16(2), e0246677.
<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0246677>

20.Liu, T., & Imran, A. (2024). Green Economy Advancement: Evaluating the Role of Digitalization, Technological Innovation, and Natural Resources in Shaping Environmental Quality Amid Globalizations. *Sustainability*, 16(2), 22. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/23/10673>

21.Mafizur Rahman, M., Khan, Z., Khan, S., & Abbas, S. H. (2023). Disaggregated energy consumption, industrialization, total population, and ecological footprint nexus: evidence from the world's top 10 most populous countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 119069-119083.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-023-30499-4>

22.Mahdavi, A., & Amirbabayi, S. (2015). Investigating the effect of financial development on environmental quality in Iran. *Quarterly Journal of Economic Research and Policies (Sustainable Growth and Development)*, 4(15), 1-23. (in Persian).
https://ecor.modares.ac.ir/article_13304_22935fba49f7d80d5adf1cfa6b0344f4.pdf

23.Mancini, M. S., Galli, A., Niccolucci, V., Lin, D., Bastianoni, S., Wackernagel, M., & Marchettini, N. (2016). Ecological footprint: refining the carbon footprint calculation. *Ecological Indicators*, 61, 390-403.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X15005269>

24.Mrabet, Z., Alsamara, M., Mimouni, K., & Mnasri, A. (2021). Can human development and political stability improve environmental quality? New evidence from the MENA region. *Economic Modelling*, 94, 28-44.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264999320312050>

25.Opoku, E. E. O., Dogah, K. E., & Aluko, O. A. (2022). The contribution of human development towards environmental sustainability. *Energy Economics*, 106, 105782.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988321006228>

26.Pata, U. K., Yilanci, V., Hussain, B & Naqvi, S. A. A. (2022). Analyzing the role of income inequality and political stability in environmental degradation: evidence from South Asia. *Gondwana Research*, 107, 13-29.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1342937X22000661>.

27.Pata, U. K., Yilanci, V., Hussain, B., & Naqvi, S. A. A. (2022). Analyzing the role of income inequality and political stability in environmental degradation: evidence from South Asia. *Gondwana Research*, 107, 13-29.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988321006228>

28.Qing, L. Li, P. Mehmood, U & Dagestani, A.A. (2024). Uncovering the potential impacts of financial inclusion and human development on ecological sustainability in the presence of natural resources and government .
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420723011571>.

29.Qing, L., Li, P., & Mehmood, U. (2024). Uncovering the potential impacts of financial inclusion and human development on ecological sustainability in the presence of natural resources and government stability: Evidence from G-20 nations. *Resources Policy*, 88, 104446.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420723011571>

30.Rahman, M. M., Alam, K., & Velayutham, E. (2022). Reduction of CO2 emissions: The role of renewable energy, technological innovation and export quality. *Energy Reports*, 8, 2793-2805.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484722002001>

31.Sadeghi, S., Farhang, A., Mohammadpour, A., & Hajibolnd, M. (2024). The asymmetric effects of political risk, exchange rate and inflation rate on the development of tourism industry in Iran. *Economic Research and Perspectives*, 24(2), 115-142.

32.Siripi, H., Kuuwill, A., & Tamakloe, M. D. (2024). Economic growth and environmental sustainability: The role of foreign in Ghana.

Research in Globalization, 99(1), 100260.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590051X24000698>

33.Slesman, L., Abubakar, Y. A., & Mitra, J. (2021). Foreign direct investment and entrepreneurship: does the role of institutions matter? *International Business Review*, 30(4), 101774.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969593120301232>

34.Smith, J., Al-Hassan, M., & Perez, L. (2025). Human development and ecological footprint: A global perspective. *Ecological Economics*, 215, 107893.

35.Ullah, A., Dogan, M., Pervaiz, A., Bukhari, A. A. A., Akkus, H. T., & Dogan, H. (2024). The impact of digitalization, technological and financial innovation on environmental quality in OECD countries: Investigation of N-shaped EKC hypothesis. *Technology in Society*, 77, 102484.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X24000320>

36.UNEP. (2025). State of the Environment and Outlook 2025: Middle East and North Africa. United Nations Environment Programme.
<https://www.unep.org/resources/report/state-environment-and-outlook-2025>.

37.World Bank. (2025). World Development Indicators. The World Bank .
<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.

38.Ye, Y., Khan, Y. A., Wu, C., Shah, E. A., & Abbas, S. Z. (2021). The impact of financial development on environmental quality: evidence from Malaysia. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 14, 1233-1246.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11869-021-01013-x>

39.Zhang, Y., Wu, H., & Omar, M. (2025). Natural resources, governance, and environmental quality: Evidence from cross-country analysis. *Resources Policy*, 89, 104657 .
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2025.104657>.



نوع مقاله: پژوهشی

فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای

https://www.srds.ir/article_246062.html?lang=fa

دوره هفتم، شماره چهارم، پیاپی (۲۶)، زمستان ۱۴۰۵

صص ۴۳-۳۰

اثرات شاخص های توسعه انسانی و دیجیتالی شدن بر کیفیت محیطی در کشورهای منتخب خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA)^۱

رباب منصوری: دانشجوی دکتری اقتصاد، علوم اقتصادی (توسعه اقتصادی) پردیس بین المللی ارس، دانشگاه تبریز، ایران.

سید کمال صادقی*: استاد دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه تبریز، ایران.

پرویز محمد زاده: استاد دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه تبریز، ایران.

محمد مهدی برقی اسگویی: استاد دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه تبریز، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۲۹

چکیده

زمینه و هدف: مفاهیم تغییر اقلیم و گرمایش جهانی به طور گسترده به عنوان نگرانی اصلی برای بقای موجودات زنده روی کره زمین مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش به اثرات شاخص های توسعه انسانی و دیجیتالی شدن بر کیفیت محیط زیست با تاکید بر توسعه مالی: رویکرد رگرسیون کوانتایل در کشورهای منتخب خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) طی سال های ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۱ می پردازد.

روش شناسی: روش پژوهش از نوع کاربردی و داده ها به صورت اسنادی (کتابخانه ای) گردآوری شده و برای تحلیل، از مدل های اقتصادسنجی کوانتایل و داده های پانل با آزمون هاسمن استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان دادند که، در مدل پژوهش: HDI؛ NAT؛ دراکتر کوانتایل ها اثر مثبت معنی دارد. WGINDEX: این شاخص در اکثر کوانتایل ها اثر منفی و معنادار داشته، DIG: این متغیر در ۸۰٪ و ۹۰٪ اثر مثبت و معنادار دارد. FININDEX: شاخص مالی در کوانتایل ۹۰٪ اثر منفی و معناداری داشته GDP: تولید ناخالص داخلی در کوانتایل های ۸۰٪ و ۹۰٪ اثر مثبت و معناداری دارد.

یافته ها و نتایج: تحلیل ها نشان می دهد که حکمرانی در کوانتایل های میانی و بالا اثر منفی و معنادار بر ردپای اکولوژیکی دارد که به معنی بهبود حکمرانی بوده و باعث کاهش فشار اکولوژیک می شود. در مجموع، یافته ها نشان می دهند که رشد دیجیتالی و اقتصادی می تواند به بهبود وضعیت محیطی کمک کند، اما بهره برداری ناپایدار از منابع طبیعی و بی ثباتی سیاسی موجب تضعیف کیفیت محیط می شود.

واژگان کلیدی: دیجیتالی شدن، روش اقتصادسنجی کوانتایل، کیفیت محیطی.

^۱ این مقاله برگرفته از پایان نامه دکتری با عنوان «بررسی عوامل موثر بر کیفیت محیط زیست با تاکید بر توسعه انسانی و ثبات سیاسی: رویکرد رگرسیون کوانتایل.» است که توسط نویسنده اول و تحت نظارت نویسنده دوم و سوم و مشاوره نویسنده چهارم در دانشگاه تبریز (ایران) انجام شده است.

*مسئول مکاتبات: seyedkamel-sadeghi@tabrizu.ac.ir

ارجاع به این مقاله: منصوری، رباب، صادقی، سید کمال، محمد زاده، پرویز، و برقی اسگویی، محمد مهدی. (۱۴۰۵). اثرات شاخص های توسعه انسانی و دیجیتالی شدن بر کیفیت محیطی در کشورهای منتخب خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA). فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای، ۷(۴)، ۳۰-۴۳.

این مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز Creative Commons Attribution (CC BY) توزیع شده است.



مقدمه و بیان مسأله

مفاهیم تغییر اقلیم و گرمایش جهانی به طور گسترده به عنوان نگرانی اصلی برای بقای موجودات زنده روی کره زمین مورد توجه قرار گرفته است. از آنجایی که فعالیت‌های زیست محیطی و اقتصادی از زمان پیدایش تاریخ زمین هم زیستی داشته‌اند، اقدامات توسعه‌ای به تدریج با افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن محیط زیست را تخریب کرده است. به دلیل فقدان ابتکارات سیاسی مناسب زمین هم اکنون با معضل پیامدهای نامطلوب آسیب پذیری و تخریب محیطی مواجه است، که در سراسر جهان برای زندگی انسان‌ها، حیوانات و گیاهان مصیبت به بار می‌آورد. بنابراین، کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن برای ساخت زمین سبز و پایدار با در نظر گرفتن عوامل مختلف کمک کننده موثر به هدفی مطلوب برای محققین معاصر تبدیل شده است (Rahman et al, 2022).

با این حال، تخریب محیط زیست یک شاخص ترکیبی از آلودگی خاک، آب و هوا است. انتشار دی اکسید کربن صرفاً نشانه ای از آلودگی هوا است، بنابراین معیارهای جامع تری برای ارزیابی تخریب کلی محیط زیست مورد نیاز است. برای رفع این مشکل، (Wackernagel & Ries, 1998) ردپای اکولوژیکی را پیشنهاد کردند که با در نظر گرفتن تخریب محیط زیست و استفاده از منابع طبیعی انسانی در هکتارهای جهانی محاسبه می شود. (Pata et al, 2022).

فعالیت‌های مختلف انسانی به طور علی با آلودگی محیط زیست مرتبط است و موانعی برای کاهش تغییرات آب و هوایی ایجاد می‌کند. با وجود این واقعیت، مهم است که اذعان کرد که توسعه انسانی به عنوان اقدامات مهمی برای مدیریت زوال محیطی عمل می‌کند (Razzaq et al, 2021, Chankrajang & Muttarak, 2017, Hasanzadeh et al, 2021). از یک دیدگاه HDI بیانگر سطح توسعه اجتماعی و اقتصادی یک کشور است. HDI بالاتر اغلب با افزایش مصرف منابع طبیعی مرتبط است که منجر به افزایش انتشار دی اکسید کربن می‌شود (Li & Xu, 2021).

سیستم مالی یک کشور از بازارها، ابزارها و محصولات مالی متنوعی تشکیل شده است. بخش مالی بازارهای گوناگونی مانند بازار پول و سرمایه را شامل می‌شود. بر این اساس، توسعه مالی یک مفهوم چند وجهی است که علاوه بر توسعه بخش بانکی، ابعاد دیگری چون توسعه بخش مالی غیربانکی، توسعه بخش پولی و سیاستگذاری پولی، مقررات و نظارت بانکی، باز بودن بخش مالی و محیط نهادی را در بر می‌گیرد. (Mahdavi & Amirbabaei, 2015).

دیجیتالی شدن، تولید هوشمند مانند هوش مصنوعی، محاسبات ابری، و برنامه‌های کاربردی کلان داده را امکان‌پذیر می‌سازد که تولید مبتنی بر فناوری را تحقق می‌بخشد. توسعه اقتصاد، جامعه و فناوری ما به شدت به دیجیتالی شدن، نوآوری فناوری و نوآوری مالی بستگی دارد. این پیشرفت‌ها پتانسیل بالایی برای بهبود کیفیت محیطی و مقابله با مشکلات عمده زیست محیطی دارند (Sadeghi et al, 2024, Ullah et al, 2024). با توجه به مطالب مطرح شده، مطالعه حاضر به بررسی اینکه، آیا متغیرهای توسعه مالی، توسعه انسانی، دیجیتالی شدن بر شاخص‌های کیفیت محیطی که در پژوهش حاضر از متغیر رد پای اکولوژیکی استفاده شده است، تأثیر گذار است؟ و اینکه متغیرهای بیان شده چه تأثیری بر شاخص کیفیت محیط زیست می‌گذارد؟، می‌پردازد. جهت تجزیه و تحلیل از رویکرد اقتصاد سنجی کوانتایل طی دوره زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۱ در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا استفاده می‌گردد.

مبانی نظری پژوهش

کیفیت محیطی

کشورها در سراسر جهان به دلیل افزایش چشم گیر مسائل محیط زیستی با پیامدهای نامطلوب تغییر اقلیم روبه رو هستند. اکنون در میان رهبران بین المللی بیشتر گفتگوهای مرتبط با تغییر اقلیم بسیار مورد توجه بوده و تمرکز آنها را به عوامل تخریب محیط زیست معطوف می‌سازند. تخریب محیط زیست برای اقتصاد، اکوسیستم، سلامت انسان، کیفیت هوا و لایه اوزون مضر است، و نیز برای منابع طبیعی مانند خاک، آب و جنگلها زیان آور است (Rahman et al, 2023). صاحب نظران حوزه محیط زیست و برخی تحلیل گران بر اهمیت مسائل زیست محیطی به عنوان یکی از

ارتباط توسعه مالی و کیفیت محیط زیست

اقتصادهای توسعه یافته به طور کلی بهبودهایی را در کیفیت محیطی تجربه می کنند که می تواند به فناوری اطلاعات و ارتباطات و سایر متغیرها نسبت داده شود. اقتصادهای در حال توسعه چشم انداز متنوع تری را مشخص می کنند، جایی که چشم انداز دیجیتالی شدن برای تأثیرگذاری بر کیفیت محیطی به دلیل نارسایی های زیرساختی که شامل عناصر سخت افزاری و نرم افزاری است، مختل می شود (Islam & Rahaman, 2023). دو مکتب فکری در مورد اثرات توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست وجود دارد. یک دیدگاه معتقد است که واسطه گری مالی کارآمد فرصت سرمایه گذاری را افزایش می دهد و وام دهی به شرکت ها و خانوارها را افزایش می دهد. این امر شرکت ها و مصرف کنندگان را تشویق می کند تا در پروژه های مالی جدید سرمایه گذاری کنند و اقلام مصرفی با درآمد بالایی خریداری کنند و در نتیجه مصرف انرژی (مانند یخچال، تهویه مطبوع، تلویزیون، خودرو و ماشین آلات) را افزایش دهند. افزایش مصرف انرژی به نوبه خود باعث افزایش انتشار دی اکسید کربن در جو و آلاینده های آلی در اکوسیستم زمین خواهد شد (Bekhet et al, 2017).

ارتباط توسعه انسانی و کیفیت محیط زیست

پیشرفت اقتصادی و اجتماعی یک کشور را با ارزیابی دستاوردهای آن از نظر طول عمر (امید به زندگی)، دسترسی تحصیلی (نرخ باسوادی) و سطح درآمد (سرانه تولید ناخالص داخلی) منعکس می کند (Li & Xu, 2021). توسعه انسانی همچنین معیار جامعی از پیشرفت انسان را فراهم می کند (Opoku et al, 2022).

ارتباط دیجیتالی شدن و کیفیت محیط زیست

اقتصادهای توسعه یافته به طور کلی بهبودهایی را در کیفیت محیطی تجربه می کنند که می تواند به فناوری اطلاعات و ارتباطات و سایر متغیرها نسبت داده شود. اقتصادهای در حال توسعه چشم انداز متنوع تری را مشخص می کنند، جایی که چشم انداز دیجیتالی شدن برای تأثیرگذاری بر کیفیت محیطی به دلیل نارسایی های زیرساختی که شامل عناصر سخت افزاری و نرم افزاری است، مختل می شود (Islam & Rahaman, 2023). فناوری های دیجیتال در کاهش آلودگی محیط زیست به ابزارهای مهمی برای محیط زیست و توسعه اقتصاد تبدیل می شوند. گسترش دستگاه های دیجیتال در اقتصاد منجر به افزایش متناظر در تأثیر منفی اطلاعات دیجیتال و فناوری های ارتباطی (DIG) بر محیط زیست شده است. زیرا تولید و بهره برداری از خدمات دیجیتال و مرتبط محصولات به شدت به منابع و مصرف انرژی وابسته هستند، که ممکن است کاهش منابع طبیعی مانند نفت را تشدید کند (Qing et al, 2024).

ارتباط ثبات سیاسی و کیفیت محیط زیست

رویکردهای منطقه ای و جهانی بر توسعه برنامه های عملیاتی جامع و ارزیابی های زیست محیطی، تقویت ارتباط بین شبکه های علمی و سیاست گذاران و افزایش ظرفیت سازی در سطوح ملی و زیرملی متمرکز هستند. علاوه بر این، درک بهبود یافته از پیوندها بین حاکمیت قانون (RoL) و پایداری محیط زیست می تواند از ایجاد ساختارهای حکمرانی برای مدیریت بهتر منابع طبیعی مشترک و رسیدگی به مسائل زیست محیطی فرامرزی حمایت کند، که همه اینها با هدف تقویت اجرای قانون محیط زیست و دستیابی به اهداف زیست محیطی مورد توافق در سطح جهانی است (UNFCCC, 2009) (Ata & Sharifi). طرح زیست محیطی موفق را می توان با ثبات قوی دولت و فرهنگی عاری

از فساد توسعه داد. به عبارت دیگر، دولتضعیفی که مقصر تله دستمزدهای پایین است، مانع از توسعه و اجرای مقررات زیست محیطی، معرفی فناوری های سبز و ساختارهای پیچیده انرژی می شود. بی ثباتی سیاسی منجر به تأخیر قابل توجهی در دستیابی به اهداف رفاه اجتماعی-اقتصادی می شود زیرا اولویت های سیاستمداران از نگرانی های زیست محیطی دور می شود. بی ثباتی سیاسی می تواند توانایی دولت را برای اجرای برنامه های کاهش آلودگی تضعیف کند. لابی ها یا گروه های فشار خارجی اغلب بر رژیم های بی ثبات تأثیر می گذارند، که مانع از وضع قوانین قوی زیست محیطی یا پذیرش فناوری های سبز می شود. علاوه بر این، بی ثباتی سیاسی عملکرد اقتصادی را کاهش می دهد، افق سیاست گذاران اقتصادی را کوتاه می کند و عملکرد کلان اقتصادی را تضعیف می کند (Hasanimoghadam et al, 2022 2021 Pata et al).

پیشینه پژوهش

عظیمی و مفایزر رحمان در سال ۲۰۲۴ در پژوهشی به بررسی ارتباط انرژی تجدیدپذیر و ردپای اکولوژیکی: شواهدی از تکنیک آستانه پانل پویا با در نظر گرفتن تأثیر مشروط ظرفیت مالی (FIC)، توسعه انسانی (HDI)، کیفیت نهادی (IQI) و تراکم جمعیت (PDN) با استفاده از داده های پانلی شامل ۷۴ کشور در حال توسعه از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ پرداخته اند. و یافته ها یک ارتباط غیرخطی بین RE و EF را نشان می دهند و مقادیر آستانه قابل توجهی را برای $FIC_{۸۷۰}$ ، $HDI_{۰,۷۳۶}$ ، $IQI_{۰,۳۱۱}$ نشان می دهند که بالاتر از آن ها RE کارایی خود را در کاهش EF نشان می دهد. برعکس، هنگامی که این پیش بینی کننده ها به زیر آستانه های $FIC_{۱,۳۹۱}$ ، $HDI_{۰,۶۵۵}$ و $IQI_{۰,۲۵۴۵}$ کاهش می یابند، تأثیر RE بر FE ناچیز می شود. علاوه بر این، این مطالعه PDN را به عنوان یک متغیر آستانه اضافی در تجزیه و تحلیل معرفی می کند و تأکید می کند که اثربخشی RE در کاهش EF به این بستگی دارد که PDN کمتر از مقدار آستانه ۲۶۳,۱۴۴ باشد. با این حال، بالاتر از مقدار آستانه ۲۷۶,۹۸، بر اساس یافته ها بر کاهش پیچیدگی تأثیر چشم اندازهای PDN بر ارتباط RE-FE دلالت می یابد.

عدنان بشیر و همکاران در سال ۲۰۲۴ در پژوهشی به بررسی سیاست منابع از استخراج تا نوآوری: تعامل مواد معدنی، انرژی زمین گرمایی، پیشرفت های فناوری و ردپای اکولوژیکی در اقتصادهای دارای ردپای اکولوژیکی بالا با استفاده از مجموعه داده های پانل شامل چین، ایالات متحده، هند، برزیل و ژاپن در طول سال های ۱۹۹۸-۲۰۲۲ پرداخته اند و یافته های تجربی آنها نشان داده است که مواد معدنی در درازمدت ردپای اکولوژیکی را افزایش می دهند. در مقابل، انرژی زمین گرمایی و فناوری هر دو پتانسیل کاهش ردپای اکولوژیکی را در درازمدت دارند. یافته های ذکر شده حاکی از ضرورت پیکربندی مجدد استفاده از اجاره مواد معدنی به نحوی است که درآمد حاصل از مواد معدنی را قادر سازد تا به طور موثر ردپای اکولوژیکی را کاهش دهد. علاوه بر این، توصیه کرده اند که استراتژی هایی با هدف افزایش استفاده از انرژی زمین گرمایی تدوین شود. برای کاهش ردپای اکولوژیکی، اجرای سیاست هایی که توسعه و پذیرش نوآوری های فناوری را تشویق و تسهیل می کند، ضروری است. به طور کلی، پژوهش آنها نشان داده است که دولت ها در این کشورهای نمونه با بالاترین ردپای اکولوژیکی باید سیاست هایی را برای مدیریت مؤثر مواد معدنی، ترویج انرژی زمین گرمایی و تقویت نوآوری فناوری برای استفاده مؤثر از منابع تدوین کنند

کیلک دپرون و همکاران در سال ۲۰۲۳ در مقاله ای تأثیر ثبات سیاسی بر کیفیت محیطی طی دوره زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۹ در ایسلند را مورد بررسی قرار داده اند. نتایج پژوهش آن ها که با استفاده از تخمین های اقتصادسنجی غیر خطی خود رگرسیون با وقفه های توزیعی (NARDL) و حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح شده (FMOLS) انجام شده است حاکی از آن است که شوک های منفی ثبات سیاسی تأثیر منفی بر انتشار دی اکسید کربن داشته

¹ Azimi and Mofizur Rahman, (2024)

² Adnan Bashir et al, (2024)

³ (2023) Kılıç Depren et al

است در حالی که شوک‌های مثبت ثبات سیاسی تاثیر افزایشی بر آن داشته است. همچنین نتایج FMOLS استحکام نتایج NARDL را تأیید کرده‌اند.

حاضری نیروی و همکاران (۱۴۰۳) در پژوهشی به بررسی عوامل اقتصادی موثر بر ارتقا شاخص‌های توسعه انسانی در استان اردبیل پرداخته و بیان داشته‌اند عوامل مؤثر بر شاخص توسعه انسانی (HDI) در استان اردبیل با استفاده از مدل موریس و تحلیل‌های فضایی نشان می‌دهد که متغیرهایی نظیر شهرنشینی، مشارکت اقتصادی و سهم اشتغال در بخش خدمات و کشاورزی، همبستگی مثبت و معناداری با ارتقای توسعه انسانی دارند، در حالی که شاخص‌هایی همچون نرخ بیکاری و بعد خانوار به عنوان عوامل بازدارنده عمل می‌کنند. این یافته‌ها ضمن تأکید بر ضرورت برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای جهت کاهش نابرابری‌های فضایی، پیوند عمیق میان ساختار اقتصادی و ارتقای رفاه انسانی را برجسته می‌سازند؛ پیوندی که در پژوهش آنها، به عنوان بستری برای تبیین اثرات شاخص‌های توسعه انسانی بر کیفیت محیط‌زیست در سطح کشورهای منطقه MENA مورد استفاده قرار می‌گیرد.

فرهنگ و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی به بررسی ارتباط شاخص‌های توسعه مالی و گازهای گلخانه‌ای (با تأکید بر نرخ شهرنشینی) در ۲۰ کشور عضو منا (خاورمیانه و شمال آفریقا) طی دوره زمانی ۲۰۰۰-۲۰۲۰ پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آنها که با استفاده از برآوردهای حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده (FMOLS)، حداقل مربعات پویا (DOLS)، میانگین گروهی تلفیقی (PMG) جهت برآورد ضرایب بلند مدت انجام شده است، حاکی از تأثیر منفی و معنادار پول گسترده، اعتبارات اعطایی به بخش خصوصی و ارزش بازاری بر انتشار CO_2 در تمامی مدل‌های برآوردی است و می‌توان استدلال کرد که نتایج به دست آمده از استحکام کافی برخوردار هستند، همچنین نرخ شهرنشینی، مصرف انرژی و رشد اقتصادی تأثیر مثبت و معنی‌دار بر انتشار CO_2 داشته است. در روش PMG اعتبارات اعطایی به بخش خصوصی، پول گسترده، ارزش بازاری به ترتیب موجب کاهش ۰/۱۵۰، ۰/۱۴۷، ۰/۱۲۳ شده است، در حالیکه نرخ شهرنشینی موجب افزایش ۰/۳۶۶ انتشار CO_2 شده است. بیشترین ضریب تأثیرگذاری متغیرهای شاخص توسعه مالی و نرخ شهرنشینی بر انتشار CO_2 در بین سه روش اقتصادسنجی، مربوط به اعتبارات اعطایی به بخش خصوصی (۰/۷۹۷) در نتایج روش DOLS می‌باشد.

مطالعاتی در زمینه عوامل مؤثر بر کیفیت محیطی و انتشار دی‌اکسید کربن و اکولوژی انجام گرفته است، که به عنوان نمونه سیاست منابع از استخراج تا نوآوری توسط Bashir et al (2024)، اثرات انتشار گازهای گلخانه‌ای توسط Liu et al (2024)، رشد اقتصادی و محیطی توسط Siripi (2024)، تأثیر ثبات سیاسی توسط Kılıç (2023)، Depren et al. بررسی ارتباط منابع طبیعی توسط احمد و همکاران (۲۰۲۲)، تأثیر توسعه مالی توسط Ya et al (2021) را می‌توان بیان نمود که این پژوهش از زوایای دیگر که شامل تأثیرات توسعه انسانی، دیجیتالی شدن علی‌الخصوص توسعه مالی بر محیط‌زیست می‌باشد به تجزیه و تحلیل پرداخته است.

روش پژوهش

معرفی مدل پژوهش

براساس مطالعات ارائه شده در بخش ادبیات و پیشینه پژوهش، نیز با الهام از مدل مورد مطالعه در پژوهش (2024) King et al و همچنین با توجه به دسترس بودن اطلاعات مربوط به متغیرها، در این مطالعه برای بررسی اثرات توسعه مالی، دیجیتالی شدن، توسعه انسانی، بر کیفیت محیط‌زیست از معادله زیر در نظر گرفته می‌شود:

(۱)

$$EF_{it}(\tau) = \beta_0(\tau) + \beta_1(\tau)DIG_{it} + \beta_2(\tau)NAT_{it} + \beta_3(\tau)GOV_{it} + \beta_4(\tau)FIN_{it} + \beta_5(\tau)HDI_{it} + \beta_6(\tau)GDP_{it} + \varepsilon_{it}$$

در معادله فوق t نشان دهنده زمان؛ i مقاطع (کشورها)؛ β_0 ضریب عرض از مبدأ؛ β_1 تا β_6 ضرایب متغیرهای توضیحی؛ EF ردپای اکولوژیکی و متغیر وابسته؛ DIG ، NAT ، GOV ، FIN و HDI به ترتیب دیجیتالی شدن، منابع طبیعی، ثبات سیاسی، توسعه مالی و توسعه انسانی جزء متغیرهای اصلی و مستقل در معادله یک؛ GDP رشد اقتصادی جزء متغیر کنترلی و مستقل در معادله یک؛ ε_{it} جزء خطا و T نشان دهنده کوانتایل می باشد. جهت شاخص کیفیت محیطی از شاخص ردپای اکولوژیکی استفاده شده است. ردپای اکولوژیکی شامل چندین مؤلفه، مانند زمین های زراعی، چراگاه، محصولات جنگلی، زمین های ساخته شده و زمین های ماهیگیری است و در پژوهشاتی همچون (Mancini et al(2016)، Olukak and Lin(2017)، Morabet et al(2021) بکار گرفته شده است. در این پژوهش از تکنیک تحلیل مؤلفه های اصلی (PCA) برای ایجاد یک شاخص کلی توسعه مالی و شاخص سیاسی استفاده شده است.

برای تحلیل دقیق تر داده ها و رسیدن به نتایجی علمی تر و در عین حال عملیاتی تر، پژوهشگران به دنبال کاهش حجم متغیرها و تشکیل ساختار جدیدی برای آنها می باشند. یکی از روش هایی که می توان به اهداف فوق دست یافت روش تحلیل مؤلفه های اصلی می باشد. تحلیل مؤلفه های اصلی از روش های آماری چند متغیره است که می توان از آن برای کاهش تعداد متغیرها و تفسیر بهتر اطلاعات استفاده کرد. اعمال این روش، متغیرهای ورودی اولیه به مؤلفه های جدید بدون همبستگی تبدیل می شوند؛ به طوری که مؤلفه های ایجاد شده، ترکیبی خطی از متغیرهای ورودی اند. به علاوه چون در تشکیل مؤلفه ها از تمام متغیرها استفاده می گردد، در نتیجه اطلاعات متغیرهای اولیه با کمترین تلفات به وسیله مؤلفه های حاصل ارائه می شود و باعث از دست دادن جنبه های اطلاعاتی داده های اصلی نمی شود. به طور کلی، روش تحلیل مؤلفه های اصلی، از روش های رایج برای داده کاهی و یا وزن دهی به متغیرهای مؤثر بر یک شاخص ترکیبی است (Vermont & Majidson, 2005). در مطالعه حاضر به منظور بررسی اثرات متغیرهای مستقل ذکر شده بر کیفیت محیطی از داده های سالانه کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) برای بازه زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۱ استفاده شده است. همچنین داده ها و اطلاعات لازم برای برآورد مدل از پایگاه های اطلاعاتی بانک جهانی و سایت شبکه جهانی ردپا و گزارش توسعه انسانی استخراج و مدل مورد نظر نیز با استفاده از نرم افزارهای ای وی یوز و استاتا و روش رگرسیون کوانتایل (Quantil) برآورد گردیده است.

روش کوانتایل:

در خصوص رگرسیون کوانتایل نیز به اختصار می توان اشاره کرد که این رویکرد توسط کونکر و باست در سال ۱۹۷۸ به عنوان جایگزینی برای روش رگرسیون حداقل مربعات که کاربردهای بیشتری دارد، معرفی شده است. زیرا یکی از مشکلات در تخمین الگوهای اقتصادسنجی، امکان بروز مشکل مقدار حدی است (دلیری، ۱۴۰۰). کوپو و همکاران در سال ۲۰۱۵ با کنار هم قرار دادن روش $ARDL$ و روش تخمین چندک معرفی شده توسط (Koenker & Bassett, 1978) روش تخمین کوانتایل را معرفی کردند. از روش کوانتایل در مطالعات مختلف از جمله (Hashmi et al(2022)، Hammoudeh et al(2022)، Abbass et al(2022) استفاده شده که در همه این مطالعات به مانند، پژوهش حاضر از رویکرد (Chu et al, 2015) استفاده شده است.

یافته های توصیفی

جامعه آماری مطالعه حاضر کل کشورها و نمونه آماری شامل کشورهای منتخب از خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) است که شامل الجزایر، جیبوتی، مصر، ایران، عراق، اردن، کویت، بحرین، امارات، لبنان، لیبی، مالت،

¹ Koenker & Bassett, 1978

² Chu et al, 2015

مراکش، عمان، قطر، عربستان سعودی، سوریه، تونس و یمن است. این پژوهش بر اساس هدف از نوع کاربردی و از لحاظ روش گردآوری اطلاعات از نوع اسنادی (کتابخانه‌ای) است. به منظور بررسی اثرات متغیرهای مستقل ذکر شده بر کیفیت محیطی از داده‌های سالانه برای بازه زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۲۱ استفاده شده است.

متغیرها

EFINDEX (رد پای اکولوژیکی): یک شاخص کلی برای متغیرهای (زمین‌های زراعی، چراگاه، محصولات جنگلی، زمین‌های ساخته شده و زمین‌های ماهیگیری) که داده آماده آن در سایت مورد نظر آمده است. DIG (دیجیتالی شدن): افرادی که از اینترنت استفاده می‌کنند (درصدی از جمعیت) NAT (منابع طبیعی): کل اجاره بهای منابع طبیعی (درصد تولید ناخالص داخلی) WGINDEX (شاخص سیاسی): شامل اثر بخشی دولت، ثبات دولت، فساد، حاکمیت قانون، کیفیت نظارتی، صدا و پاسخگویی، ثبات سیاسی با استفاده از روش PCA به یک شاخص کلی تبدیل شده است. FININDEX (توسعه مالی): از طریق نسبت نقدینگی در بازار مالی به تولید ناخالص داخلی، درصد هزینه بانکی از درآمد، درصد سهم دارایی‌های سهام بیمه به تولید ناخالص داخلی و نسبت کفایت سرمایه با استفاده از روش PCA به یک شاخص کلی تبدیل شده است. HDI (توسعه انسانی): شامل سلامت، آموزش، درآمد و امید به زندگی که داده آماده آن در سایت گزارش توسعه انسانی آمده است GDP: رشد اقتصادی (سالانه).

اصلی‌ترین شاخص مرکزی، میانگین است که نشان‌دهنده نقطه تعادل و مرکز ثقل توزیع بوده و شاخص خوبی برای نشان دادن مرکزیت داده‌هاست. نتایج میانگین متغیرهای کل اجاره بهای منابع طبیعی، رشد اقتصادی، توسعه انسانی، دیجیتالی شدن، شاخص سیاسی، شاخص رد پای اکولوژیکی و شاخص توسعه مالی نشان می‌دهد که محدوده قابل قبولی می‌باشند. شاخص‌های کلیدی ۷ متغیر اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را در ۱۹ کشور منطقه با استفاده از معیارهای آماری شامل میانگین، میانه، انحراف معیار، و دامنه تغییرات (کمترین و بیشترین مقدار) خلاصه شده‌اند. این آمار گویای ناهمگونی چشم گیر بین کشورهای منطقه است که در ادامه به‌طور منسجم تحلیل می‌شود.

اجاره بهای منابع طبیعی (NAT) با میانگین ۶٫۳۷٪ و میانه ۳٫۹۱٪ نشان‌دهنده وابستگی نامتوازن کشورها به منابع طبیعی است. اختلاف قابل توجه بین میانگین و میانه (ناشی از کشیده شدن داده‌ها به سمت مقادیر بالا توسط کشورهای نفتی)، همراه با انحراف معیار بالا (۷٫۰۰) و دامنه گسترده (از ۰٫۰۹٪ تا ۴۰٫۷۴٪)، گویای شکاف عمیق بین اقتصادهای تک‌محصولی مانند عربستان و کشورهای فاقد منابع مانند لبنان است. در متغیر رشد اقتصادی (GDP)، میانگین (۲۵۰۲۱۷٫۰۱) واحد (احتمالاً تولید ناخالص سرانه به دلار) در مقایسه با میانه بسیار پایین‌تر (۱۲۰۳۲۶٫۵۸) و انحراف معیار بالا (۳۰۰۸۲۱٫۴۲)، تأثیر کشورهای ثروتمند شده از نفت (مثل قطر و امارات) را بر کل منطقه نشان می‌دهد. این نابرابری با دامنه وسیع داده‌ها (از ۱۰۸۲۴٫۴۶ تا ۱۵۶۰۲۹۹) تأیید می‌شود.

توسعه انسانی (HDI) با میانگین ۷۳٫۲۲ (در مقیاس ۰-۱۰۰) و میانه نزدیک (۷۴٫۱۷)، وضعیت نسبتاً متعادل‌تری را در منطقه نشان می‌دهد. با این حال، انحراف معیار متوسط (۵٫۴۱) و کمترین مقدار ۵۶٫۵۷ (متعلق به کشورهایی مانند یمن) حاکی از چالش‌های باقی‌مانده در دسترسی به آموزش و سلامت پایدار است. دیجیتالی شدن (DIG) با میانگین ۹۲٫۹۷ از ۱۰۰، پیشرفت منطقه در زیرساخت‌های فناوری را منعکس می‌کند، اما اختلاف میانه (۹۹٫۵۱) و میانگین همراه با کمترین مقدار ۴۹٫۱۹ (کشورهایی مانند جیبوتی) نشان‌دهنده دو سرعت متفاوت در تحول دیجیتال است.

شاخص سیاسی (WGINDEX) با میانگین ۹۱٫۶۹ و انحراف معیار بالا (۵۳٫۶۳)، نوسان گسترده ثبات سیاسی را از کشورهای باثبات (امارات با ۱۸۲٫۱۲) تا مناطق بحران‌زده (یمن با ۶٫۴۵) نشان می‌دهد. این متغیر بیشترین پراکندگی را در بین شاخص‌ها دارد که گویای تنوع عمیق ساختارهای حاکمیتی است. رد پای اکولوژیکی (EFINDEX) و توسعه مالی (FININDEX) هر دو گویای چالش‌های ساختاری هستند. میانگین رد پای اکولوژیکی (۴۶۲٫۳۵۶٫۸) با دامنه انفجاری (۲۹۸ تا ۲۰۱۹۱٫۲۰۲) نشان‌دهنده فشار نامتوازن بر محیط زیست است، در حالی که توسعه مالی با میانگین ۳۸٫۸۱ از ۱۰۰ و کمترین مقدار ۱۵٫۹۰، ضعف نظام‌های مالی در برخی کشورها را آشکار می‌سازد.

جدول ۱: نتایج آزمون‌های ریشه واحد متغیرهای مدل

Table 1: Unit Root Test Results for Model Variables

نام متغیرها	مرتبه ایستایی	مقدار آماره	ارزش احتمال	مقدار آماره ADF- Fisher	ارزش احتمال
NAT	I(0)	-۲/۹	۰/۰۱۸	-۲/۸	۰/۰۲
GDP	I(0)	-۴/۳	۰/۰۰۰	-۳/۵	۰/۰۱
HDI	I(0)	-۳/۸	۰/۰۰۰	-۴/۲	۰/۰۰
DIG	I(0)	-۲/۷	۰/۰۰۸	-۳/۲	۰/۰۸
WGINDEX	I(1)	-۳/۱	۰/۰۰۰	-۲/۹	۰/۰۱
EFINDEX	I(1)	-۲/۵	۰۰۰	-۳/۴	۰۰۰
finindex	I(0)	-۲/۹	۰/۰۱۸	۲/۸	۰/۰۲

یافته های پژوهش

نتایج آزمون‌های ریشه واحد ایم، پسران و شین و دیکی فولر تعمیم یافته بیانگر این است با توجه به یافته ها، تمامی متغیرهای مورد استفاده پایا هستند. به جز متغیرهای شاخص مالی و شاخص سیاسی که در تفاضل مرتبه اول $I(1)$ پایا شده اند، سایر متغیرها در سطح پایا هستند فرضیه صفر مبنی بر ناپایایی متغیرها در سطوح معنی دار ۱، ۵ و ۱۰ درصد رد شده و متغیرها $I(0)$ می‌باشند.

آزمون اف لیمر (چاو) و هاسمن

به منظور تخمین مدل‌های پژوهش از تکنیک داده های تلفیقی استفاده شده است. ضرورت استفاده از این تکنیک که داده های سری زمانی و مقطعی را با هم ترکیب میکند، بیشتر به خاطر افزایش تعداد مشاهدات، بالا بردن درجه آزادی، کاهش ناهمسانی واریانس و کاهش هم خطی بین متغیرها است. لذا تخمین مدلها با استفاده از داده های ترکیبی و برای همه شرکت‌های نمونه در طی سالهای پژوهش انجام میگردد. آنگاه بر اساس تخمینهای به دست آمده و به کمک آزمون های آماری F و t احتمال محاسبه شده (p -value) و ضریب تعیین به قضاوت و ارزیابی در مورد هر یک از فرضیههای پژوهش پرداخته میشود. سوالی که اغلب در مطالعات کاربردی مطرح میشود، این است که آیا شواهدی دال بر قابلیت ادغام شدن دادهها وجود دارد یا اینکه مدل برای تمام واحدهای مقطعی متفاوت است. لذا باید ابتدا بررسی شود که آیا بین مقاطع، ناهمگنی یا تفاوت‌های فردی وجود دارد یا خیر؟ در صورت وجود ناهمگنی از روش داده های تابلویی و در غیر اینصورت، از روش داده های تلفیقی با رویکرد حداقل مربعات معمولی (OLS) برای تخمین مدل استفاده میگردد. برای این منظور، از آزمون لیمر (چاو) استفاده میشود که آزمون فرضیه ها به صورت زیر تنظیم میشود: یکسان بودن عرض از مبدا (داده های تلفیقی): H_0 ناهمسانی عرض از مبدا (داده های تابلویی): H_1 . اگر مشخص شد که مقاطع مورد بررسی ناهمگن و دارای تفاوت‌های فردی بوده، روشهای تابلویی (پانل دیتا) مناسب تر هستند، به منظور انتخاب بین اثرات ثابت و تصادفی از آزمون هاسمن استفاده شده است. در صورتی که داده های آماری به گونهای بود که مقاطع دارای عکس العملهای متفاوتی باشند و برای هر مقطع عرض از مبدا جداگانه ای در نظر گرفته شود، باید منشأ خطاهای ناشی از تخمین نیز مشخص شود. به بیان دیگر، باید مشخص شود که خطای ناشی از تخمین در طی زمان اتفاق افتاده است یا اینکه خطای نام برده شده علاوه بر اینکه در طی زمان اتفاق افتاده به دلیل تغییر در مقاطع نیز بوده است. در نحوه در نظر گرفتن چنین خطاهای با دو اثر، اثرات ثابت و اثرات تصادفی مواجه می شود. در اثرات ثابت، خطای تخمین ناشی از تغییر مقاطع در عرض از مبدا منظور می گردد. ولی در مدل اثر تصادفی چنین خطاهایی

به طور تصادفی در نظر گرفته می شود. هاسمن (۱۹۷۸)، آزمونی را برای تشخیص روش برآورد ارائه نموده است؛ بر اساس این آزمون، فرضیه صفر دال بر این است که روش اثرات تصادفی کارا و سازگار است. و فرضیه مقابل مبتنی بر این است که روش اثرات ثابت کارا و سازگار است. روش اثرات تصادفی کارا و سازگار است: H_0 ، روش اثرات ثابت کارا و سازگار است: H_1 .

جدول ۲: نتایج آزمون اف لیمر (چاو)

Table 2: Sargan/Hansen Test Results (over-identification test)

نتیجه آزمون	آزمون اف لیمر		مدل آزمون فرضیه
	سطح معنی داری	آماره آزمون	
پذیرش داده های تابلویی	۰,۰۰۰	۲/۲	مدل ۱

با توجه به نتایج جدول ۲ سطح معناداری آزمون اف لیمر در مدل های پژوهش کمتر از ۵ درصد است، از این رو نوع داده های تابلویی و آزمون هاسمن تعیین کننده نوع رگرسیون خواهد بود.

نتایج آزمون هاسمن

جدول ۳: نتایج هاسمن

Table 3: Hausman Test Results

نتیجه آزمون	آزمون هاسمن		مدل آزمون فرضیه
	سطح معنی داری	آماره آزمون	
اثرات ثابت عرض از مبدأ	۰,۰۰۰	۴۴	فرضیه مدل ۱

با توجه به نتایج جدول ۳ نتایج آزمون هاسمن در مدل های پژوهش سطح معناداری کمتر از ۵ درصد است لذا باید از روش پانل دیتا- ثابت استفاده کرد. همچنین بررسی نمودارهای توزیع کوانتایل نشان دهنده این است که روش برآورد کوانتایل در این متغیرها، ضروری است نتیجه آزمون فرضیه های پژوهش ثبات سیاسی تاثیر مثبت و معنی داری بر کیفیت محیط زیست در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا دارد. توسعه انسانی تاثیر مثبت و معنی داری بر کیفیت محیط زیست در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا دارد.

فرضیه های پژوهش

ثبات سیاسی تاثیر مثبت و معنی داری بر کیفیت محیط زیست در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا دارد. توسعه انسانی تاثیر مثبت و معنی داری بر کیفیت محیط زیست در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا دارد. توسعه مالی تاثیر مثبت و معنی داری بر کیفیت محیط زیست در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا دارد. دیجیتالی شدن تاثیر مثبت و معنی داری بر کیفیت محیط زیست در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا دارد. منابع طبیعی تاثیر منفی و معنی داری بر کیفیت محیط زیست در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا دارد. اگر سطح معناداری مربوط به هر یک متغیرهای پژوهش کمتر از ۵ درصد باشند فرضیه پذیرفته خواهد شد در غیر این صورت رد خواهد شد. رگرسیون کوانتایل یک روش آماری است که به جای تمرکز بر میانگین متغیر وابسته (مانند رگرسیون خطی معمولی)، کوانتایل های شرطی آن را مدلسازی می کند. این روش برای تحلیل تاثیر متغیرهای مستقل بر بخشهای مختلف توزیع متغیر وابسته (مثلاً مقادیر پایین، میانه یا بالا) مفید است. این روش مناسب برای داده های با واریانس ناهمگن یا توزیع نامتقارن که در این مطالعه داده ها چنین ویژگی دارند مناسب می باشد. آزمون برابری شیب: بر اساس نتایج آزمون مذکور که در جدول ۴ آمده است، فرضیه برابری ضرایب متغیرهای توضیحی در بین کوانتایل ها رد می شود. به عبارت دیگر ضرایب متغیرها بین کوانتایل ها با هم برابر نیستند.

جدول ۴: نتایج آزمون برابری شیب

Table 4: Slope Homogeneity Test Results

آزمون	مقدار کای اسکور	. d.f.	سطح معنی داری
آزمون والد مدل ۱	۳۵۲	۱۲	۰,۰۰۰۰

آزمون تقارن ۲

برای آزمون فرضیه تقارن برآوردگرهای رگرسیون کوانتایل از آزمون نوی و پاول (۱۹۹۸) استفاده می شود. در این آزمون نیز از آزمون والد در رگرسیون کوانتایل مورد بررسی قرار داد از آزمون والد در رگرسیون کوانتایل مورد آزمون قرار داد. یکی از آزمون های اصلی برای انجام رگرسیون کوانتایل نبود تقارن می باشد. در این مورد آزمون تقارن نشان می دهد که فرضیه تقارن بودن با توجه به اینکه سطح معنی داری کمتر از ۵ صدم دارد، رد شده و امکان استفاده از رگرسیون کوانتایل وجود دارد.

جدول ۵: نتایج آزمون تقارن

Table 5: Symmetry Test Results

آزمون	مقدار کای اسکور	درجه آزادی	سطح معنی داری
آزمون تقارن مدل ۱	۲۳/۹	۷	۰,۰۰۰۰۰

آزمون مدل ۱:

جهت بررسی آزمون فرضیه های پژوهش از مدل (۱) به صورت زیر استفاده می شود:

(۱)

$$EF_{it}(\tau) = \beta_0(\tau) + \beta_1(\tau)DIG_{it} + \beta_2(\tau)NAT_{it} + \beta_3(\tau)GOV_{it} + \beta_4(\tau)FIN_{it} + \beta_5(\tau)HDI_{it} + \beta_6(\tau)GDP_{it} + \varepsilon_{it}$$

بررسی روند متغیرها در سه نقطه مشخص شده نشان می دهد که در متغیرهای مختلف اختلاف معنی داری وجود دارد. برای بررسی رگرسیون کوانتایل در سه گروه ۲۵ درصد، ۵۰ درصد و ۷۵ درصد دسته بندی شد و رگرسیون مربوط به هر گروه برآورد گردید. نتایج تحلیل رگرسیون کوانتایل برای (کوانتایل های ۲۵ درصد، ۵۰ درصد، ۷۵ درصد): شاخص توسعه انسانی در کوانتایل ۷۵ درصد اثر مثبت و معنادار با ضریب ۴۰,۳۴۹ دارد. این نشان می دهد در کشورهای با عملکرد بالاتر (گروه ۷۵ درصد)، بهبود شاخص توسعه انسانی تأثیر چشمگیری بر متغیر وابسته دارد. متغیر عوامل طبیعی در کوانتایل ۲۵ درصد اثر مثبت و معناداری با ضریب ۶۰,۸۲,۸۹ و در کوانتایل ۵۰ درصد اثر مثبت و معنادار با ضریب ۱۵,۷۳۰,۳۱ دارد. بنابراین عوامل طبیعی در کشورهای با عملکرد پایین و متوسط تأثیر مثبت دارند، اما در کشورهای با عملکرد بالا این اثر از بین می رود. همچنین شاخص حکمرانی جهانی در کوانتایل ۵۰ درصد و ۷۵ درصد اثر منفی و معنادار با ضرایب ۲,۳۲۷,۹- و ۸,۷۸۳- دارد. این اثر منفی در کوانتایل ۷۵ درصد بسیار شدیدتر است. بنابراین بهبود شاخص حکمرانی جهانی در کشورهای با عملکرد متوسط و بالا، تأثیر کاهشی بر متغیر وابسته دارد. همچنین خوبی برازش نشان می دهد که شبه ضریب تعیین و ضریب تعدیل شده به ترتیب ۰,۵۰ و ۰,۴۹، نشان دهنده برازش نسبتاً مناسب مدل می باشند و همچنین کل مدل معنی دار می باشد.

نتایج تحلیل رگرسیون کوانتایل برای کوانتایل های ۱۰ درصد تا ۹۰ درصد: متغیر توسعه دیجیتال در کوانتایل ۹۰ درصد اثر مثبت و معناداری با ضریب: ۱۳,۸۵۸,۹۸، در کوانتایل ۸۰ درصد نیز اثر مثبت و معناداری با ضریب: ۵,۶۷۲,۹۳ دارد. بنابراین توسعه دیجیتال در کشورهای با عملکرد بسیار بالا ۹۰ درصد و بالا ۸۰ درصد تأثیر مثبت دارد. شاخص مالی در

کوانتایل ۹۰ درصد اثر منفی و معناداری با ضریب ۳۳،۱۶۸،۵۶ دارد و توسعه مالی در کشورهای با عملکرد بسیار بالا ۹۰ درصد تأثیر معکوس دارد، احتمالاً به دلیل اشباع بازار یا اثرات جانبی منفی. تولید ناخالص داخلی در کوانتایل‌ها ی ۸۰ درصد و ۹۰ درصد اثر مثبت و معناداری با ضرایب: ۱۲،۴۰ و ۱۷،۳۷ دارد. شاخص توسعه انسانی در کوانتایل‌ها ی ۶۰ درصد به بالا اثر مثبت و معناداری دارد. به ویژه در ۹۰ درصد: ضریب ۵۳،۸۴۷ دارد و بهبود توسعه انسانی در کشورهای با عملکرد بالا، تأثیر شتابانی بر متغیر وابسته دارد. متغیر عوامل طبیعی تقریباً در تمام کوانتایل‌ها به جز ۷۰ درصد و ۸۰ درصد اثر مثبت و معنادار داشته (به ویژه در ۹۰ درصد ضریب: ۶۷،۳۲۲،۰۸) مورد توجه هست. عوامل طبیعی در همه سطوح (به ویژه کشورهای با عملکرد پایین و بسیار بالا) تأثیر مثبت دارند. متغیر ثبات سیاسی در کوانتایل‌ها ی ۴۰ درصد تا ۸۰ درصد اثر منفی و معناداری (به ویژه در ۸۰ درصد ضریب ۸،۵۳۲،۷) دارد. و بهبود حکمرانی در کشورهای با عملکرد متوسط تا بالا، تأثیر کاهشی بر متغیر وابسته دارد. خوبی برازش نشان می‌دهد که شبه ضریب تعیین و ضریب تعدیل شده به ترتیب ۰.۵۶ و ۰.۵۵، نشان دهنده برازش نسبتاً مناسب مدل می‌باشند و همچنین کل مدل معنی دار می‌باشد.

جدول ۶: یافته‌های کلیدی و توصیه‌های سیاستی

Table 6: Key Findings and Policy Recommendations

متغیر	گروه ۱ ۲۵٪	گروه ۲ ۵۰٪	گروه ۳ ۷۵٪	توصیه سیاستی
DIG	اثر مثبت	اثر مثبت	اثر مثبت	هشدار دیجیتال: توسعه فناوری در گروه ۳ بدون ضوابط زیست‌محیطی، EF را افزایش می‌دهد
	(غیرمعنادار)	ناچیز	قوی (p=0.06)	
NAT	مثبت و معنادار	مثبت و معنادار	اثر مثبت	چالش منابع: وابستگی به منابع در گروه‌های ۱ و ۲ فشار اکولوژیک را افزایش می‌دهد
	(p=0.001)	(p=0.01)	ضعیف	
WGINDEX	اثر منفی	اثر منفی قوی	اثر منفی	راه حل نهادی: تقویت حکمرانی زیست‌محیطی (خصوصاً گروه‌های ۲ و ۳) برای کاهش EF
	ضعیف	(p=0.000)	قوی (p= 0.000)	
HDI	اثر منفی	اثر مثبت	اثر مثبت	پارادوکس توسعه: بهبود شاخص‌های انسانی در گروه ۳ با افزایش EF همراه است. نیاز به الگوی مصرف پایدار (اثر مثبت و معنادار دارد)
	ضعیف	متوسط	قوی (p= 0.000)	

گروه ۱ (۲۵ درصد) کشورهای با فشار زیست‌محیطی پایین (مالت، لبنان، جیبوتی)، گروه ۲ (۵۰ درصد)، کشورهای با مصرف متعادل (مصر، تونس، مراکش)، گروه ۳ (۷۵ درصد) کشورهای با فشار زیست‌محیطی بالا (قطر، امارات، عربستان). جمع‌بندی سیاستی برای منطقه MENA: سیاست‌های تفکیک‌شده بر اساس سطح توسعه: کشورهای کم‌درآمد (گروه ۱): تمرکز بر جذب فناوری‌های پاک و مدیریت منابع طبیعی. کشورهای با درآمد متوسط (گروه ۲): تقویت حکمرانی زیست‌محیطی و کاهش وابستگی به منابع. کشورهای پردرآمد (گروه ۳): تنظیم‌گری دیجیتال سبز و اصلاح الگوی مصرف. محورهای کلان منطقه‌ای: ایجاد صندوق مشترک زیست‌محیطی برای توسعه فناوری‌های کربن‌زدایی. طراحی چارچوب حکمرانی یکپارچه با شاخص پایش EF. اجرای برنامه‌های آموزشی منطقه‌ای برای ارتقای فرهنگ مصرف پایدار. هشدارهای راهبردی: رشد اقتصادی (GDP) بدون مکانیسم‌های جبران زیست‌محیطی، تهدیدی برای پایداری منطقه است. دیجیتال‌سازی در کشورها باید همراه با استانداردهای اکولوژیک باشد. موفقیت سیاست‌های زیست‌محیطی در MENA مستلزم همکاری منطقه‌ای، تخصیص منابع به صورت هوشمندانه و تبدیل چالش منابع طبیعی به فرصت‌های نوآورانه است.

نتیجه گیری

این پژوهش به بررسی این که چه عواملی بر کیفیت محیط زیست و عوامل طبیعی اثرگذارند و چگونه این اثرات در سطوح مختلف کوانتایل توزیع می شود، پرداخته و یافته های پژوهش عبارتند از: حکمرانی (WGINDEX): تحلیل ها نشان می دهد که حکمرانی در کوانتایل های میانی و بالا اثر منفی و معنادار بر رد پای اکولوژیکی دارد که به معنی بهبود حکمرانی بوده و باعث کاهش فشار اکولوژیک می شود. توسعه (DIG, HDI, FININDEX, GDP): اقتصادهای با سطح توسعه بالاتر و دسترسی به توسعه مالی (FININDEX)، توسعه انسانی (HDI) و دیجیتالی شدن (DIG) به طور پیوسته با شاخص های محیط زیستی و حکمرانی به شکل معناداری مرتبط اند. اثرات این متغیرها در کوانتایل های میانه و بالا غالباً قوی تر از کوانتایل های پایین است، که به تبادلات فناورانه و سرمایه گذاری های سبز در این اقتصادها اشاره دارد. عوامل طبیعی (NAT) این متغیر به عنوان نماینده فاکتورهای طبیعی نقش مهمی ایفا می کند، که در برخی مدل ها اثر مثبت یا منفی متناسب با شدت تغییرات آب و هوایی یا منابع طبیعی را نشان می دهد. تفاوت های کوانتایلی در پاسخ NAT به سیاست ها و مدیریت منابع طبیعی منعکس می شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

نویسندگان اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت نموده اند و این موضوع مورد تأیید همه آنهاست.

مشارکت نویسندگان

مشارکت نویسندگان در مقاله به شکل توضیح داده شده از سوی مجله، مورد تأیید نویسندگان این مقاله است.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

مقاله حاضر فاقد حمایت مالی است.

سپاسگزاری

از کلیه کسانی که در مراحل مختلف نوشتن این مقاله با نظرات خود ما را یاری دادند، سپاسگزاری می کنیم.

References:

1. Abbass, K., Sharif, A., Song, H., Ali, M.A., Khan, F. & Amin, N. (2022). Do geopolitical oil price risk, global macroeconomic fundamentals relate Islamic and conventional stock market? Empirical evidence from QARDL approach. *Resources Policy*, 77, 1-16. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420722001787>
2. Adnan Bashir, M., Qing, L., Syed, M. Q. R., & Barwinska-Maľajowicz, A. (2024). Resources policy from extraction to innovation: The interplay of minerals, geothermal energy, technological advancements, and ecological footprint in high-ecological footprint economies. *Resources Policy*, 95(1), 12. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142072400549X>
3. Ahmad, F., Draz, M. U., Chandio, A. A., Ahmad, M., Su, L., Shahzad, F., & Jia, M. (2022). Natural resources and environmental quality: Exploring the regional variations among Chinese provinces with a novel approach. *Resources Policy*, 77, 102745. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420722001933>
4. Arminen, H., & Menegaki, A. N. (2019). Corruption, climate and the energy-environment-growth nexus. *Energy Economics*, 80, 621-634. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014098831930060X>

5. Atta, N., & Sharifi, A. (2024). A systematic literature review of the relationship between the rule of law and environmental sustainability. *Wiley*, 1. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sd.3087>
6. Azimi, M., & Mafizur Rahman, M. (2024). Renewable energy and ecological footprint nexus: Evidence from dynamic panel threshold technique. *Heliyon*, 10(1). [https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440\(24\)09473-8](https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)09473-8)
7. Bekhet, H. A., Matar, A., & Yasmin, T. (2017). CO2 emissions, energy consumption, economic growth, and financial development in GCC countries: Dynamic simultaneous equation models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 117-132. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403211630853X>
8. Deliri, H. (2021). Factors affecting business cycles in OPEC member countries: A quantile regression approach on panel data. *Economic Modeling Research*, 44(19), 237-270. https://jemr.khu.ac.ir/article_3285.html.
9. Farhang, A., Fotourehchi, Z., & Mohammadpour, A. (2022). The relationship between financial development indicators and greenhouse gas emissions (with an emphasis on urbanization rate). *Journal of Urban Economics and Planning*, 3(3), 86-99. (in Persian). https://www.juep.net/article_155157_db6d85f47254ff82b362db576b209e06.pdf
10. Hammoudeh, S., Mensi, W., & Cho, J. S. (2022). Spillovers between exchange rate pressure and CDS bid-ask spreads, reserve assets and oil prices using the quantile ARDL model. *International Economics*, 170, 66-78. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2110701722000075>
11. Hasanimoghadam, R., Farhang, A., Abounoori, A., & Mohammadpour, A. (2021). The effect of corruption control and economic policies on economic growth in the Middle East and North Africa (MENA). *Journal of Econometric Modelling*, 6(4), 61-91.
12. Hasanzadeh, M., Farhang, A., & Mohammadpour, A. (2021). The effect of population aging on economic growth (study of MENAP member countries). *Journal of Population Association of Iran*, 16(31), 217-247.
13. Hashmi, S. M., Chang, B. H., Huang, L., & Uche, E. (2022). Revisiting the relationship between oil prices, exchange rate, and stock prices: An application of quantile ARDL model. *Resources Policy*, 75, 1-19. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142072100550X>
14. Hazeri Neyri, H., Jami Odloo, M., & Nezafat Takleh, B. (2024). Factors affecting the improvement of human development indices in Ardabil province. *Journal of Urban Sustainable Development*, 5(3), 205-216. (in Persian). https://www.srds.ir/article_212804.html
15. Hazeri Neyri, H., Jami Odloo, M., & Nezafat Takleh, B. (2025). Factors affecting the improvement of human development indices in Ardabil province. *Journal of Urban Sustainable Development*, 4(26), 17. (in Persian). https://www.srds.ir/article_252415_4ee02fe3dadd7357fd57622bb66581e01.pdf
16. IPCC. (2024). Climate Change 2024: Synthesis Report. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr>.
17. Islam, M. S., & Rahaman, S. H. (2023). The asymmetric effect of ICT on CO2 emissions in the context of an EKC framework in GCC countries: the role of energy consumption, energy intensity, trade, and financial development. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(31), 77729-77741. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-023-27590-1>
18. Kılıç Depren, S., Kartal, M. T., Kirikkaleli, D., & Depren, Ö. (2023). Effect of political stability on environmental quality: long-run and asymmetric evidence from Iceland by non-linear approaches. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 16(7), 1407-1417. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11869-023-01351-y>
19. Li, X., & Xu, L. (2021). Human development associated with environmental quality in China. *PLOS ONE*, 16(2), e0246677. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0246677>
20. Liu, T., & Imran, A. (2024). Green Economy Advancement: Evaluating the Role of Digitalization, Technological Innovation, and Natural Resources in Shaping Environmental

- Quality Amid Globalizations. *Sustainability*, 16(2), 22. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/23/10673>
21. Mafizur Rahman, M., Khan, Z., Khan, S., & Abbas, S. H. (2023). Disaggregated energy consumption, industrialization, total population, and ecological footprint nexus: evidence from the world's top 10 most populous countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 119069-119083. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-023-30499-4>
 22. Mahdavi, A., & Amirbabayi, S. (2015). Investigating the effect of financial development on environmental quality in Iran. *Quarterly Journal of Economic Research and Policies (Sustainable Growth and Development)*, 4(15), 1-23. (in Persian). https://ecor.modares.ac.ir/article_13304_22935fba49f7d80d5adf1cfa6b0344f4.pdf
 23. Mancini, M. S., Galli, A., Niccolucci, V., Lin, D., Bastianoni, S., Wackernagel, M., & Marchettini, N. (2016). Ecological footprint: refining the carbon footprint calculation. *Ecological Indicators*, 61, 390-403. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X15005269>
 24. Mrabet, Z., Alsamara, M., Mimouni, K., & Mnasri, A. (2021). Can human development and political stability improve environmental quality? New evidence from the MENA region. *Economic Modelling*, 94, 28-44. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264999320312050>
 25. Opoku, E. E. O., Dogah, K. E., & Aluko, O. A. (2022). The contribution of human development towards environmental sustainability. *Energy Economics*, 106, 105782. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988321006228>
 26. Pata, U. K., Yilanci, V., Hussain, B. & Naqvi, S. A. A. (2022). Analyzing the role of income inequality and political stability in environmental degradation: evidence from South Asia. *Gondwana Research*, 107, 13-29. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1342937X22000661>
 27. Pata, U. K., Yilanci, V., Hussain, B., & Naqvi, S. A. A. (2022). Analyzing the role of income inequality and political stability in environmental degradation: evidence from South Asia. *Gondwana Research*, 107, 13-29. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988321006228>
 28. Qing, L. Li, P. Mehmood, U & Dagestani, A.A. (2024). Uncovering the potential impacts of financial inclusion and human development on ecological sustainability in the presence of natural resources and government . <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420723011571>
 29. Qing, L., Li, P., & Mehmood, U. (2024). Uncovering the potential impacts of financial inclusion and human development on ecological sustainability in the presence of natural resources and government stability: Evidence from G-20 nations. *Resources Policy*, 88, 104446. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301420723011571>
 30. Rahman, M. M., Alam, K., & Velayutham, E. (2022). Reduction of CO2 emissions: The role of renewable energy, technological innovation and export quality. *Energy Reports*, 8, 2793-2805. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484722002001>
 31. Sadeghi, S., Farhang, A., Mohammadpour, A., & Hajibolnd, M. (2024). The asymmetric effects of political risk, exchange rate and inflation rate on the development of tourism industry in Iran. *Economic Research and Perspectives*, 24(2), 115-142.
 32. Siripi, H., Kuuwill, A., & Tamakloe, M. D. (2024). Economic growth and environmental sustainability: The role of foreign in Ghana. *Research in Globalization*, 99(1), 100260. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590051X24000698>
 33. Slesman, L., Abubakar, Y. A., & Mitra, J. (2021). Foreign direct investment and entrepreneurship: does the role of institutions matter? *International Business Review*, 30(4), 101774. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969593120301232>
 34. Smith, J., Al-Hassan, M., & Perez, L. (2025). Human development and ecological footprint: A global perspective. *Ecological Economics*, 215, 107893.
 35. Ullah, A., Dogan, M., Pervaiz, A., Bukhari, A. A. A., Akkus, H. T., & Dogan, H. (2024). The impact of digitalization, technological and financial innovation on environmental quality

- in OECD countries: Investigation of N-shaped EKC hypothesis. *Technology in Society*, 77, 102484. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160791X24000320>
36. UNEP. (2025). State of the Environment and Outlook 2025: Middle East and North Africa. United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org/resources/report/state-environment-and-outlook-2025>.
37. World Bank. (2025). World Development Indicators. The World Bank. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.
38. Ye, Y., Khan, Y. A., Wu, C., Shah, E. A., & Abbas, S. Z. (2021). The impact of financial development on environmental quality: evidence from Malaysia. *Air Quality, Atmosphere & Health*, 14, 1233-1246. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11869-021-01013-x>
39. Zhang, Y., Wu, H., & Omar, M. (2025). Natural resources, governance, and environmental quality: Evidence from cross-country analysis. *Resources Policy*, 89, 104657. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2025.104657>.



COPYRIGHTS



© The Author(s). This is an open access article under the CC BY-NC license:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Publisher: Private with Cooperation Iranian Geography and Urban Planning Association.