



## The effects of green investment, financial development, and digitalization on economic sustainability

Seyyed Kamal Sadeghi <sup>1\*</sup>, Ali Hassan Naama Al-Suwaidi <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Professor, Department of Economic Development and Planning, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

<sup>2</sup> Master's student in Economic Sciences, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran

\*Corresponding author, Email.: [seyedghi@yahoo.com](mailto:seyedghi@yahoo.com)

مقاله در دست انتشار

**Keywords:**

Economic Sustainability, Green Investment, Financial Development, Digitalization, Quantile Regression (QARDL), MENA Countries.

**Introduction**

Economic sustainability, as a pillar of sustainable development, encompasses the strengthening of economic foundations alongside environmental preservation and effective utilization of human resources. Achieving economic security involves access to sustainable livelihoods, beneficial employment, reliable financial resources, and environmentally compatible technologies. Understanding the determinants of this sustainability and proposing solutions for its realization—especially in developing countries—is of high importance. This study focuses on Middle Eastern and North African (MENA) countries from 2000 to 2021, examining the role of three key variables—green investment, financial development, and digitalization—in enhancing the economic sustainability index. Given environmental challenges, fossil energy consumption pressures, and opportunities arising from modern technologies, transitioning to a sustainable economy requires integrating financial policies, technological innovation, and environmentally friendly investments. Exploring these relationships can provide a roadmap for policymakers.

**Methodology**

This study is quantitative-analytical in nature, covering MENA countries—including Iran, Saudi Arabia, the UAE, Egypt, and others—during the 2000–2021 period. The statistical method used is quantile panel regression with the QARDL approach, which allows for examining relationships across different levels of the dependent variable's distribution (quantiles) and analyzing nonlinear effects. Short- and long-term impacts of variables were assessed across quantiles 0.25, 0.50, 0.75, and 0.95. Data sources include the World Bank, encompassing trade, agriculture, renewable energy, bank credit, broad money, internet access, and more. Index construction, such as the Economic Sustainability (ES) index, was conducted using Principal Component Analysis (PCA) based on variables like trade, agricultural value added, forestry and fisheries, population growth, inflation, final consumption, and exports. Green Investment (GI) was measured using renewable energy consumption and the ratio of total energy use to GDP; Digitalization (DFI) through indicators like internet usage and mobile subscriptions; and Financial Development (FD) via domestic credit to the private sector and broad money. The QARDL method was selected due to non-normal data, outliers, and the need for analysis across multiple points in the dependent variable's distribution.

**Received:**

22/Mar/2024

**Revised:**

22/Mar/2024

**Accepted:**

16/Jun /2024

Before model estimation, the Levin, Lin & Chu (LLC) test confirmed stationarity of variables at level or first difference. The Variance Inflation Factor (VIF) test verified the absence of severe multicollinearity among independent variables. Given the Jarque-Bera normality test results indicating non-normality and outliers, quantile regression was justified over mean-based methods like OLS.

**Findings**

- Model estimates across quantiles (0.25, 0.50, 0.75, 0.95) show that all independent variables have a positive and significant effect on the economic sustainability index, indicating robustness and reliability. The  $R^2$  values range from 0.89 to 0.93 across quantiles, reflecting excellent model fit.
- In the 0.95 quantile—representing countries with the highest economic sustainability—green investment has the greatest impact (coefficient: 0.648), followed by digitalization (0.233) and financial development (0.120).
- This positive and significant pattern is consistent across all quantiles, suggesting that these relationships hold at various levels of economic sustainability, though the intensity of effects varies.



### Key Interpretations

- Digitalization enhances productivity, improves financial infrastructure and transparency, and enables the development of modern trade and financial services.
- Green investment reduces pollution and optimizes energy use, simultaneously promoting economic growth and environmental protection.
- Financial development facilitates access to funding for innovative and green projects, serving as a key driver of economic sustainability.

### Discussion and Conclusion

The findings clearly demonstrate that policies promoting green investment, financial sector development, and accelerated digital transformation can synergistically play a decisive role in achieving economic sustainability in MENA countries. The study concludes that combining green investment, financial development, and digitalization not only improves economic sustainability but also offers a roadmap for developing countries to achieve sustainable development goals. Economically, increased investment in green infrastructure—such as renewable energy—leads to job creation, economic growth, pollution reduction, biodiversity preservation, and resource optimization. Digitalization boosts productivity, creates new job opportunities, and expands access to global markets, enhancing national competitiveness. Financial development supports sustainability by improving access to financial services and markets, facilitating funding for sustainable projects, and managing risks.

### Key Recommendations

- Governments should offer financial incentives and supportive policies for green projects.
- Digital infrastructure and modern technologies should be strengthened to ensure affordable and widespread access to services.
- Financial markets should be developed, and innovative financing tools for environmentally friendly projects introduced.
- Integrated policies that simultaneously strengthen all three factors can generate synergistic effects and accelerate progress toward Sustainable Development Goals (SDGs).

The study's findings on the positive impact of green investment align with previous research, and its results regarding digitalization and financial development are consistent with similar studies. By focusing on the MENA region and employing advanced econometric methods, this research provides a comprehensive understanding of how modern economic factors interact to achieve sustainability.

**How to cite this article:**

Sadeghi, S.K, & Al-Suwaidi, A.H.N. (2025) The effects of green investment, financial development, and digitalization on economic sustainability . *Green Development Management Studies*, 4(2), 1-22. <https://doi.org/10.22077/jgdms.2024.7449.1109>

مقاله در دست انتشار





## اثرات سرمایه‌گذاری سبز، توسعه مالی و دیجیتالی‌شدن بر پایداری اقتصادی

سید کمال صادقی<sup>۱\*</sup>، علی حسن نعمه السویدی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> استاد، گروه توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

<sup>۲</sup> دانشجوی کارشناسی‌ارشد علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

\* ایمیل نویسنده مسئول: [seyedghi@yahoo.com](mailto:seyedghi@yahoo.com)

### چکیده

### واژگان کلیدی:

پایداری نظام اقتصادی مفهومی چندبعدی است که به تقویت ساختارهای اقتصادی و تحقق امنیت اقتصادی از طریق ایجاد معیشت پایدار، اشتغال مولد، استقرار نظام مالی کارآمد و توسعه فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست اشاره دارد؛ امری که مستلزم بهره‌گیری مؤثر از سرمایه انسانی است. بنابراین درک عوامل تعیین‌کننده و ارائه راهکار جهت پایداری اقتصادی، مقوله‌ای مهم تلقی می‌گردد. بر این اساس، هدف از مطالعه حاضر، بررسی اثرات سرمایه‌گذاری سبز، توسعه مالی، دیجیتالی‌شدن بر پایداری اقتصادی با استفاده از رویکرد اقتصادسنجی پانل کوانتایل (QARDL) طی دوره زمانی ۲۰۰۰-۲۰۲۱ در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا می‌باشد. از ترکیب متغیرهای تجارت، کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری، ارزش افزوده، رشد جمعیت، نرخ تورم، مخارج مصارف نهایی و صادرات کالا و خدمات با بهره‌گیری از روش تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)، شاخص کلی پایداری اقتصادی استخراج شده است. یافته‌ها حاکی از آن است که در تمامی چندک‌های ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۰/۹۵، سرمایه‌گذاری سبز، توسعه مالی، دیجیتالی‌شدن، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر شاخص پایداری اقتصادی داشته است و نشان‌دهنده استحکام نتایج تحقیق است. در چندک ۰/۹۵ افزایش یک واحدی سرمایه‌گذاری سبز، توسعه مالی، دیجیتالی‌شدن به ترتیب موجب افزایش ۰/۶۴۸، ۰/۱۲۰ و ۰/۲۳۳ واحدی شاخص پایداری اقتصادی شده است و ضریب تأثیری گذاری سرمایه‌گذاری سبز بر شاخص پایداری اقتصادی در این چندک نسبت به سایر متغیرها بیشتر است. این یافته‌ها می‌تواند نقشه راهی برای کشورهای در حال توسعه ایجاد کند تا از دیجیتالی‌شدن، سرمایه‌گذاری سبز و توسعه مالی در بخش‌های تولیدی برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار استفاده نمایند.

دیجیتالی‌شدن، توسعه مالی، سرمایه‌گذاری سبز، روش اقتصادسنجی کوانتایل.

### تاریخ دریافت:

۳ فروردین ۱۴۰۳

### تاریخ بازنگری:

۳ فروردین ۱۴۰۳

### تاریخ پذیرش:

۲۷ خرداد ۱۴۰۳



## مقدمه

منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا، حوزه‌های مهم در رونق اقتصادی بین‌المللی محسوب می‌گردد. به دلیل آب و هوای منحصر به فرد، فراوانی منابع طبیعی، آسیب‌پذیری زیست‌محیطی و قرار گرفتن در معرض قیمت‌های بسیار بی‌ثبات انرژی، توجه جهانی را به خود جلب کرده است. منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا تقریباً ۶۰٪ از منابع نفت جهان، تقریباً ۴۵٪ از ذخایر گاز طبیعی را در اختیار دارد. فراوانی منابع طبیعی مانند نفت و گاز طبیعی و صادرات و مصرف آنها، تقاضای انرژی و اهمیت استراتژیک منطقه را افزایش داده است. رشد اقتصادی در این منطقه با مصرف عظیم منابع طبیعی پشتیبانی می‌شود و این امر باعث صنعتی شدن، جهانی شدن و رویدادهای ناپایدار در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا شده است. به عنوان مثال، تقریباً ۸۵ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای به دلیل تولید بالای صنعتی و مصرف انرژی رخ می‌دهد. بنابراین، مصرف انرژی در منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا تحت سلطه افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی است (سعود و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۲۳).

علیرغم توسعه اقتصادی قابل توجه منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا، هنوز مرحله اول صنعتی شدن را که باعث مصرف بالای انرژی (و انتشار گازهای گلخانه‌ای)، با سطح پایین تولید محصولات پیشرفته می‌شود، به پایان نرسانده است. وابستگی زیاد به منابع طبیعی، بهره‌وری پایین و نرخ رشد ناپایدار، ادغام ضعیف با اقتصادهای جهانی، بیکاری مزمن، عدم اصلاحات نهادی، ظرفیت ناکافی تحقیقات و صادرات پایین بخش غیرنفتی، موانع ساختاری اصلی این منطقه هستند و این عوامل را می‌توان به عنوان ضعف در پایداری اقتصادی این منطقه به حساب آورد (جان و گوزگور<sup>۲</sup>، ۲۰۱۷؛ یالتا و یالتا<sup>۳</sup>، ۲۰۲۱).

از این رو، یکی از مسائل اساسی منطقه، یافتن مسیری برای رشد اقتصادی پایدار و کم‌کربن است. در سال‌های اخیر، سرمایه‌گذاری سبز، توسعه مالی و دیجیتالی‌شدن به عنوان سه عامل کلیدی برای حرکت به سمت اقتصاد پایدار معرفی شده‌اند. سرمایه‌گذاری سبز با تمرکز بر پروژه‌های دوستدار محیط‌زیست، به کاهش تغییرات اقلیمی کمک می‌کند (لوکونن و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۹؛ سونگ و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۹؛ شیباتا<sup>۶</sup>، ۲۰۲۱).

دیجیتالی‌شدن و توسعه مالی به دلیل تحولات سریع فناوری اطلاعات و نوآوری‌های دیجیتال، اقتصاد جهانی را متحول کرده است (ویشنفسکی و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۲۰). رشد شبکه‌ها، اینترنت و پذیرش گسترده فناوری‌های دیجیتال، تغییرات عمیقی در زندگی ایجاد کرده و همه‌گیری کووید-۱۹ از سال ۲۰۲۰ این روند را تسریع کرده است (الکساندرووا و همکاران<sup>۸</sup>، ۲۰۲۲؛ ناگی و ورسن سموشی<sup>۹</sup>، ۲۰۲۲). دیجیتالی‌شدن با تقویت نوآوری اجتماعی و کاربرد سریع در تولید و خدمات، به موتور رشد اقتصادی برای شرکت‌ها، دولت‌ها و مناطق تبدیل شده و به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، پتانسیل‌ها و چالش‌های آن برای پایداری اقتصادی مورد توجه محققان قرار گرفته است (برودنی و توتاک<sup>۱۰</sup>، ۲۰۲۲).

بازارهای مالی و مؤسسات مالی هر دو اجزای اساسی یک نظام مالی محسوب می‌شوند. رشد اقتصادی عمدتاً از طریق وجود یک سیستم پولی قوی و کارآمد تسهیل می‌گردد؛ سیستمی که منابع را به‌صورت خلاقانه به کار می‌گیرد و توزیع مؤثرتر آن‌ها را ممکن می‌سازد.

1. Saud et al

2. Can and Gozgor,

3. Yalta and Yalta

4. Luukkanen et al

5. Song et al

6. Shibata

7. Vyshnevskiy et al

8. Aleksandrova et al

9. Nagy & Veresne Somosi

10. Brodny & Tutak

مطالعات پیشین، از جمله پژوهش محی‌الدین و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۹)، اهمیت توسعه مالی را در تقویت پایداری اقتصادی برجسته کرده‌اند. در کشورهای در حال توسعه که هنوز در مراحل اولیه‌ی رشد اقتصادی قرار دارند، پیوند میان خروجی‌های اقتصادی و توسعه مالی در حال تقویت است. در مقابل، کشورهای در حال توسعه با نظام‌های مالی کمتر توسعه‌یافته در چرخه‌های معیوب گرفتار شده‌اند؛ چرخه‌ای که در آن، توسعه ناکافی مالی به عملکرد ضعیف اقتصادی منجر می‌شود (وو و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۲۰).

با توجه به مطالب بیان شده، پژوهش حاضر با تکیه بر شواهد تجربی و چارچوب‌های نظری، اثرات سرمایه‌گذاری سبز، توسعه مالی و دیجیتالی‌شدن را بر شاخص پایداری اقتصادی را طی دوره زمانی ۲۰۲۱-۲۰۰۰ با استفاده از روش اقتصادسنجی کوانتایل در کشورهای حوزه منا بررسی می‌نماید. پژوهش‌های داخلی در این زمینه مشاهده نگردید و نسبت به پژوهش‌های خارجی نیز، از نظر روش‌شناسی و اینکه تاثیر هر سه متغیر را با هم بر شاخص کلی پایداری بررسی کند، مشاهدات محدود است. در ضمن پژوهش حاضر در مورد ساخت شاخص ترکیبی با روش تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA) برای استخراج شاخص کلی پایداری اقتصادی نیز دارای نوآوری می‌باشد. فرضیات تحقیق به شرح زیر است ۱- دیجیتالی‌شدن تاثیر مثبت و معنی داری بر پایداری اقتصادی در کشورهای حوزه منا دارد ۲- سرمایه‌گذاری سبز تاثیر مثبت و معنی داری بر پایداری اقتصادی در کشورهای حوزه منا دارد ۳- توسعه مالی تاثیر مثبت و معنی داری بر پایداری اقتصادی در کشورهای حوزه منا دارد. در سازمان‌دهی مطالعه حاضر، بخش دوم، مروری بر ادبیات موضوعی تحقیق را ارائه می‌نماید. بخش‌های سوم و چهارم، داده‌های مورد استفاده و روش‌شناسی تحقیق و همچنین یافته‌های تجربی را توصیف می‌کنند. بخش پنجم نیز، به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها اختصاص داده شده است.

## ۲- مبانی نظری

### ۲-۱- پایداری اقتصادی

سازمان ملل متحد بر لزوم دستیابی همه کشورها به اهداف توسعه پایدار تا سال ۲۰۳۰ تاکید می‌کند تا همه کشورها بتوانند به سطحی از توسعه دست یابند که نیازهای حال حاضر را بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای برآوردن نیازهای خود برآورده کند. توسعه پایدار مهم است زیرا به دنبال ایجاد محدودیت برای مصرف فعلی است تا اطمینان حاصل شود که نسل‌های آینده پایگاه منابعی را به ارث می‌برند که کمتر از میراث نسل قبلی نیست (گوتام و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۱۹). توسعه پایدار از طریق حذف فقر و گرسنگی، سلامت و رفاه خوب، آموزش با کیفیت، برابری جنسیتی، آب پاک و فاضلاب، انرژی مقرون به صرفه و پاک، مناسب و معقول، تأثیر مثبتی بر جامعه خواهد داشت. کار و رشد اقتصادی، صنعت، نوآوری و زیرساخت، کاهش نابرابری، شهرها و جوامع پایدار، مصرف و تولید مسئولانه، اقدام هماهنگ آب و هوا، حفاظت از حیات دریایی، حیوانات حفاظت از زندگی و نهادهای قوی (راشد و شاه<sup>۴</sup>، ۲۰۲۱).

### ۲-۲- ارتباط سرمایه‌گذاری سبز و پایداری اقتصادی

#### درونی‌سازی آثار جانبی

در اقتصاد محیط‌زیست، آثار جانبی<sup>۵</sup> به هزینه‌ها یا منافع غیرمستقیمی گفته می‌شود که فعالیت‌های اقتصادی بر اشخاص یا محیط‌زیست خارج از بازار تحمیل می‌کنند. هنگامی که این آثار بیرونی در تصمیم‌گیری‌های اقتصادی لحاظ نشوند، شکست بازار<sup>۶</sup> رخ می‌دهد. برای رفع این ناکارآمدی، سیاست‌گذاران به دنبال درونی‌سازی آثار جانبی<sup>۷</sup> هستند؛ به این معنا که هزینه‌ها یا منافع اجتماعی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی به‌طور مستقیم در تصمیمات تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان منعکس شود.

<sup>1</sup> Mohieldin et al

<sup>2</sup> Wu et al

<sup>3</sup> Gautam et al

<sup>4</sup> Rashed and Shah

<sup>5</sup> Externalities

<sup>6</sup> Market Failure

<sup>7</sup> Internalization of externalities



یکی از مصادیق بارز آثار جانبی منفی، انتشار گازهای گلخانه‌ای است که منجر به گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی می‌شود. از آنجا که هزینه‌های زیست‌محیطی انتشار کربن معمولاً در قیمت محصولات و خدمات لحاظ نمی‌گردد، بازار به‌طور طبیعی انگیزه‌ای برای کاهش آن ندارد. در نتیجه، دولت‌ها و نهادهای بین‌المللی از ابزارهایی مانند مالیات پیگویی (مالیات کربن) و استانداردهای زیست‌محیطی برای درونی‌سازی این هزینه‌ها استفاده می‌کنند. هدف از این سیاست‌ها آن است که قیمت واقعی فعالیت‌های آلاینده دربرگیرنده هزینه‌های اجتماعی انتشار گازهای گلخانه‌ای باشد تا رفتار اقتصادی به سمت تولید و مصرف پایدارتر هدایت شود (پیگو<sup>۱</sup>، ۱۹۲۰؛ واریان<sup>۲</sup>، ۲۰۱۴؛ استرن<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷؛ نوردهاوس<sup>۴</sup>، ۲۰۱۵؛ استیگلitz<sup>۵</sup>، ۲۰۱۹).

#### فرضیه پورتر

فرضیه پورتر توسط مایکل پورتر و کرک ون در لینده<sup>۶</sup> در دهه ۱۹۹۰ مطرح شد و بیان می‌کند که مقررات زیست‌محیطی سخت‌گیرانه و هوشمندانه، لزوماً به کاهش رقابت‌پذیری بنگاه‌ها منجر نمی‌شوند؛ بلکه می‌توانند محرک نوآوری، افزایش بهره‌وری و بهبود عملکرد اقتصادی باشند. این دیدگاه برخلاف باور سنتی است که مقررات زیست‌محیطی را صرفاً هزینه‌زا می‌دانست. به بیان ساده‌تر، وقتی شرکت‌ها تحت فشار استانداردهای زیست‌محیطی قرار می‌گیرند، راهکارهای نوآورانه و بهینه‌سازی فرآیندها را توسعه می‌دهند که می‌تواند هزینه‌های ناشی از مقررات را جبران کرده و حتی بهره‌وری و رقابت‌پذیری آن‌ها را افزایش دهد (پورتر و ون در لینده<sup>۶</sup>، ۱۹۹۵؛ آمبک و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۱۳).

در این زمینه سرمایه‌گذاری سبز مکمل این ابزارهاست<sup>۱۰</sup>، زیرا شرکت‌ها با سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پاک، انرژی تجدیدپذیر و فرآیندهای تولید کم‌کربن، می‌توانند هزینه‌های مالیاتی و زیست‌محیطی خود را کاهش دهند و در عین حال بهره‌وری و رقابت‌پذیری خود را افزایش دهند و به مقررات زیست‌محیطی نیز پایبند باشند. اهداف توسعه پایدار سازمان ملل متحد، اهمیت سرمایه‌گذاری سبز را در دستیابی به اقتصاد کم‌کربن به طور کامل شناسایی کرده‌اند (میتی و کایال<sup>۱۱</sup>، ۲۰۱۷).

سرمایه‌گذاری سبز، که شامل سرمایه‌گذاری متمرکز بر پروژه‌ها یا کسب و کارهایی است که به حفظ منابع طبیعی، تولید و ارتقای انرژی‌های جایگزین، حفاظت از هوا و آب و سایر اقدامات دوستدار محیط زیست اختصاص دارند (موسا و همکاران<sup>۱۲</sup>، ۲۰۲۲). سرمایه‌گذاری سبز می‌تواند به کاهش استفاده از منابع انرژی مضر مانند زغال سنگ و سایر سوخت‌های فسیلی کمک کند. به عنوان نتیجه، هر هزینه‌ای که کارایی کل فرآیند تولید را بهبود بخشد، به عنوان یک سرمایه‌گذاری سبز محسوب می‌شود. چنین سرمایه‌گذاری‌هایی فراتر از بهره‌وری انرژی و انرژی‌های تجدیدپذیر می‌روند تا شامل پردازش و بازیافت زباله، بهداشت آب، کنترل آلودگی صنعتی، حفظ تنوع زیستی و کاهش تغییرات اقلیمی شوند و منجر به پایداری اقتصادی شوند (ژو و همکاران<sup>۱۳</sup>، ۲۰۱۷). علیرغم مطالعات محدود در این زمینه، برخی از

1 . Pigou

2 . Varian

3 . Stern

4 . Nordhaus

5 . Stiglitz

6 . Porter Hypothesis

7 . Porter & van der Linde

8 . Porter & van der Linde

9 . Ambec

11 Maiti & Kayal

12 Musah et al

13 Zu et al

۱۰. اشاره به درونی‌سازی آثار جانبی و فرضیه پورتر

پژوهش‌ها، اهمیت سرمایه‌گذاری سبز را در ترویج رشد سبز، کاهش تخریب محیط زیست و دستیابی به توسعه پایدار برجسته نموده‌اند (سان و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۲۱).

### ۳-۲- ارتباط دیجیتالی شدن و پایداری اقتصادی

دیجیتالی شدن با ورود فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات به فرآیندهای اقتصادی، توانایی بنگاه‌ها و اقتصادها در استفاده بهینه از منابع، کاهش هزینه‌ها و بهبود کارایی را افزایش می‌دهد. این تحول موجب کاهش مصرف انرژی و مواد، بهینه‌سازی زنجیره تأمین و افزایش شفافیت در مدیریت مالی و عملیاتی می‌شود که مستقیماً با اهداف پایداری اقتصادی همسو است. به عبارت دیگر، دیجیتالی شدن می‌تواند اثرات مثبت محیط‌زیستی و اقتصادی را تقویت کرده و ریسک‌ها و هدررفت منابع را کاهش دهد. به عنوان مثال، استفاده از سیستم‌های هوشمند مدیریت انرژی در کارخانه‌ها و شبکه‌های دیجیتال حمل‌ونقل، موجب کاهش انتشار کربن، بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری سرمایه می‌شود. بنابراین، دیجیتالی شدن نه تنها یک ابزار بهره‌وری اقتصادی است، بلکه یک محرک مهم برای تحقق توسعه پایدار محسوب می‌شود (بوگین و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۸؛ بانگا<sup>۳</sup>، ۲۰۲۰).

یکی از مکانیسم‌هایی که از طریق آن، فناوری‌های دیجیتال بر رشد تأثیر می‌گذارند، چگونگی تحول مدل‌های کسب و کار برای تجارت آنلاین و الکترونیکی بوده که انعطاف‌پذیری در عملیات بانکی و ارتباطات بهبود یافته را ترویج می‌کنند و در نهایت بهره‌وری و تولید ناخالص داخلی را تقویت می‌نماید (شیباتا<sup>۴</sup>، ۲۰۲۱). دیجیتالی شدن به طور قابل توجهی، کارایی تخصیص منابع را افزایش داده، هزینه‌های تولید را به شدت کاهش داده و تقاضا و سرمایه‌گذاری را به طور قابل توجهی در تمامی بخش‌های اقتصادی، تحریک کرده است. اکثر کشورها، استراتژی‌های دیجیتالی سازی را ایجاد کرده و آن‌ها را به عنوان بخشی اساسی برای تقویت رقابت اصلی خود و دستیابی به اهداف توسعه پایدار به دلیل پیشرفت سریع فناوری اطلاعات مشاهده کرده‌اند. با تأثیر دیجیتالی شدن بر تقریباً تمامی جنبه‌های اقتصاد، ظهور الگوی جدید تکنولوژی-اقتصادی، یک نقطه عطف برای اقتصاد جهانی بوده است (فیلیپاک و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۲۳).

مدل‌های رشد اخیر، بهبود فناوری را به عنوان یک تعیین‌کننده حیاتی در رشد اقتصادی شناسایی می‌کنند (منتسیف و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۲۰). برخلاف مدل رشد سولوو که فناوری را برون‌زا در نظر می‌گیرد، یک مدل رشد جدید به وجود آمده که پیشرفت فناوری را درون‌زا در نظر می‌گیرد. علاوه بر این، گفته می‌شود که نرخ‌های فناوری مدرن، نه تنها توسعه اقتصاد را تحت تأثیر قرار می‌دهند، بلکه نتایج دیگری مانند طول عمر متوسط، سطح دموکراسی، نتایج مرتبط با سلامت، نرخ فقر و سواد را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند. بسیاری از اقتصاددانان و دانشمندان بر بررسی تأثیر دیجیتالی شدن بر خروجی‌های کشورهای پیشرفته و در حال ظهور به دلیل پیشرفت‌های عظیم فناوری در سه دهه گذشته تمرکز کرده‌اند. بر اساس ادبیات مربوط به نوآوری فناوری، این امر، نقش حیاتی در تقویت توسعه اقتصادی و پایداری آن، در هر دو کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه ایفا می‌کند. به نظر می‌رسد پیشرفت‌های فناوری، از طریق تأمین تقاضا برای اقلام دیجیتال، از جمله ابزارهای ارتباطی، نرم‌افزار و کامپیوترها و افزایش بهره‌وری و سرمایه‌گذاری در صنایع پیشرفته، به توسعه اقتصادی کمک می‌کنند (الکساندرووا و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۲۲).

### ۴-۲- ارتباط توسعه مالی و پایداری اقتصادی

مالی شومپیتر

<sup>1</sup> Sun et al

<sup>2</sup> . Bughin et al

<sup>3</sup> . Banga

<sup>4</sup> Shibata

<sup>5</sup> Filipiak et al

<sup>6</sup> Mentsiev et al

<sup>7</sup> Aleksandrova et al



مالی شومپیتر<sup>۱</sup> مفهومی است که بر نقش سیستم‌های مالی در تسهیل نوآوری و رشد اقتصادی مبتنی بر تکنولوژی تأکید دارد و برگرفته از نظریه ژوزف شومپیتر<sup>۲</sup> است. مطابق این دیدگاه، هدف اصلی سیستم مالی تأمین سرمایه برای بنگاه‌های نوآور و پروژه‌های تحقیق و توسعه است، نه صرفاً تأمین مالی کوتاه‌مدت یا معاملات روزمره. در این چارچوب، منابع مالی باید به گونه‌ای تخصیص یابند که فرآیند خلاقیت و تخریب<sup>۳</sup> را تقویت کنند. خلاقیت و تخریب یک نظریه کلیدی در اقتصاد است که توسط ژوزف شومپیتر مطرح شد. این مفهوم بیان می‌کند که نوآوری‌های اقتصادی و فناوری‌های جدید، روش‌ها، محصولات یا بنگاه‌های قدیمی و ناکارآمد را کنار می‌زنند و جای خود را به گزینه‌های کارآمدتر و نوآورانه می‌دهند. به عبارت ساده‌تر، برای اینکه رشد اقتصادی و پیشرفت فناوری حاصل شود، باید روش‌ها و فناوری‌های قدیمی از بین بروند تا راه برای نوآوری و بهره‌وری جدید باز شود. این فرآیند نه تنها به افزایش تولید و کارایی کمک می‌کند، بلکه موتور اصلی توسعه اقتصادی و تغییرات ساختاری در اقتصاد است. به بیان دیگر، این مفهوم نشان می‌دهد که نوآوری اقتصادی و توسعه پایدار، بدون یک سیستم مالی پویا که منابع را به پروژه‌های خلاقانه تخصیص دهد، امکان‌پذیر نیست (آگیون و همکاران،<sup>۴</sup> ۲۰۱۰).

### نظریه واسطه‌گری مالی

نظریه واسطه‌گری مالی<sup>۵</sup> نشان می‌دهد که واسطه‌های مالی مانند بانک‌ها و بازارهای سرمایه، نقش حیاتی در جمع‌آوری پس‌انداز و تخصیص بهینه سرمایه به سرمایه‌گذاران سودآور دارند. این واسطه‌ها با کاهش هزینه‌های تراکنش و مدیریت عدم تقارن اطلاعات، ریسک سرمایه‌گذاری را کاهش می‌دهند و منابع مالی را به پروژه‌هایی اختصاص می‌دهند که بیشترین بازده اقتصادی را دارند. این نظریه عمدتاً توسط دایموند<sup>۶</sup> (۱۹۸۴) مطرح شد و اساس بسیاری از مطالعات مدرن در بانکداری و اقتصاد مالی است. واسطه‌گری مالی نه تنها موجب افزایش بهره‌وری سرمایه و رشد اقتصادی می‌شود، بلکه نقش کلیدی در توسعه بازارهای مالی و پایداری اقتصادی نیز دارد (فریکساکس و روشه<sup>۷</sup>، ۲۰۰۸؛ دایموند، ۱۹۸۴).

بنابراین با توجه به نظریات بیان شده توسعه مالی، یک تعیین‌کننده کلیدی بوده که برای توسعه و پایداری اقتصادی فراهم می‌کند. علاوه بر این، بخش مالی نیز بودجه قابل توجهی برای نوآوری فراهم می‌کند که توسعه انرژی جدید و فن‌آوری‌های کاهش انتشار دی‌اکسید کربن را بیشتر حمایت می‌کند (هانگ و همکاران<sup>۸</sup>، ۲۰۲۲).

مؤسسات مالی نقش مهمی در تأمین مالی اهداف توسعه پایدار ایفا کنند. مؤسسات مالی از طریق نقش خود به عنوان واسطه‌های مالی نقش مهمی در فرآیند توسعه ایفا می‌کنند. مؤسسات مالی برای حمایت از فعالیت‌ها و پروژه‌هایی که منجر به نتایج توسعه بهتر برای جامعه می‌شود، بودجه ارائه می‌کنند. ثبات مالی به ثبات مؤسسات مالی و بازارهای عمده‌ای اشاره دارد که سیستم مالی را تشکیل می‌دهند. ثبات مالی بسیار مهم است زیرا اعتماد به سیستم مالی را القا می‌کند و سرمایه‌گذاران، سپرده‌گذاران و پس‌اندازکنندگان را تشویق می‌کند تا وجوهی را که به واحدهای دارای کسری هدایت می‌شود را تأمین کنند. از این رو، داشتن یک سیستم مالی سالم، اثبات و سالم برای حمایت از تخصیص کارآمد منابع مالی در سراسر اقتصاد بسیار مهم است (النحاس و همکاران<sup>۹</sup>، ۲۰۲۲).

### ۳-پیشینه تجربی تحقیق

#### مطالعات خارجی

1. Schumpeterian finance

2. Joseph Schumpeter

3. Creative Destruction

4. Aghion et al

5. Financial Intermediation Theory

6. Diamond

7. Freixas & Rochet

8. Hung et al

9. Elnahass et al

سیگو<sup>۱</sup> (۲۰۲۵) به بررسی اثرات دیجیتالی شدن بر توسعه پایدار اقتصادی و عملکرد زیست‌محیطی طی دوره زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۲۰ در ۲۹ کشور اروپایی با استفاده از روش رگرسیون پانل و تخمین اثرات ثابت پرداخته است. نتایج پژوهش حاکی از آن است که دیجیتالی شدن اقتصاد تأثیر مثبت و معناداری بر توسعه اقتصادی پایدار و بهبود عملکرد زیست‌محیطی داشته است.

اوزیلی و یورمبر<sup>۲</sup> (۲۰۲۴) به بررسی اثرات توسعه مالی بر پایداری اقتصادی طی دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۸ با استفاده از روش اقتصادسنجی گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آنها که با استفاده از داده‌های ۲۶ کشور منتخب انجام شده است حاکی از آن است توسعه مالی بر سطح توسعه پایدار تأثیر معناداری دارد و تأثیر آن در کشورهای آسیایی منفی است.

الفاکی و احمد<sup>۳</sup> (۲۰۲۴) در پژوهشی با استفاده از روش اقتصادسنجی اثرات تصادفی در نمونه‌ای از کشورهای آسیایی اقیانوس آرام طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۲۰۱۸ به بررسی اثرات دیجیتالی شدن و جهانی شدن بر پایداری اقتصادی پرداخته‌اند. نتایج پژوهش آنها نشان دهنده آن است که دیجیتالی شدن و جهانی شدن تأثیر مثبت و معنی داری بر پایداری اقتصادی داشته است.

گاریبا و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۲۴) پژوهشی با عنوان ارزیابی تأثیر دیجیتالی شدن بر پایداری اقتصادی: نقش میانجی نوآوری تکنولوژیک را بررسی نموده‌اند. یافته‌های آنها که با استفاده از مجموعه داده‌های پانل کشورهای اتحادیه اروپا از سال ۲۰۱۸ تا ۲۰۲۳ و روش مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) برای تحلیل اثرات مستقیم و غیرمستقیم استفاده شده است، نشان می‌دهد که دیجیتالی شدن به طور مثبت و قابل توجهی بر نوآوری فناورانه تأثیر می‌گذارد، که به نوبه خود، پیشرفت پایداری را تقویت می‌کند. علاوه بر این، نوآوری فن‌آوری به طور مثبت رابطه بین دیجیتالی‌سازی عمومی و پایداری را واسطه می‌کند.

دویگل و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۲۴) به بررسی اثرات دیجیتالی شدن، کارایی دولت و نوآوری فناورانه بر پایداری اقتصادی در نمونه‌ای از داده‌های منتخب کشورهای اتحادیه اروپا طی دوره زمانی ۲۰۱۷-۲۰۲۲ با استفاده از روش اقتصادسنجی گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) انجام داده‌اند. جهت شاخص پایداری اقتصادی از مصرف، ساختار و شدت انرژی استفاده شده است. نتایج نشان دهنده آن است که دیجیتالی شدن، کارایی دولت و نوآوری فناورانه تأثیر مثبت و معنی دار بر پایداری اقتصادی داشته است.

فان<sup>۶</sup> (۲۰۲۴) در پژوهشی به تجزیه و تحلیل تأثیر سرمایه‌گذاری‌های سبز، رشد اقتصادی سبز و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر پایداری اقتصادی طی دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰ با استفاده از داده‌های منتخب اقتصادهای اتحادیه کشورهای جنوب شرقی آسیا (ASEAN) پرداخته‌اند. جهت شاخص پایداری اقتصادی از متغیرهای زیست‌محیطی، اجتماعی و حاکمیتی استفاده شده است. نتایج پژوهش آنها که با استفاده از روش اقتصادسنجی حداقل مربعات معمولی (OLS) انجام شده است، نشانده آن است که تمامی متغیرهای ذکر شده تأثیر مثبت و معنی‌دار بر پایداری اقتصادی داشته است.

تکین تورهان<sup>۷</sup> (۲۰۲۳) به بررسی نقش توسعه بخش مالی و سطح تحصیلات در دستیابی به پایداری اقتصادی (اشتغال و رشد اقتصادی) در کشورهای عضو بریکس<sup>۸</sup> طی دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۰ با استفاده از آزمون‌های هم‌انباشتگی و علیت. نتایج نشان دادند که توسعه مالی و تحصیلات در بلندمدت تأثیر مثبتی بر پایداری اقتصادی دارند، و تأثیر تحصیلات کمی بیشتر است.

### مطالعات داخلی

جلالیان و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان بررسی رابطه مدیریت سبز و عملکرد پایداری اقتصادی (عملکرد اقتصادی، عملکرد زیست‌محیطی و عملکرد اجتماعی: مورد مطالعه شرکت‌های فعال در صنعت پتروشیمی) و با استفاده از روش پژوهش پیمایشی

1. Cigu

2. Ozili & Iorember

3. Elfaki & Ahmed

4. Gariba et al

5. Dzwigol et al

6. Phan

7. Tekin Turhan et al

8. BRICS



تحلیلی که جامعه آماری پژوهش شامل ۱۶ شرکت پتروشیمی استان خوزستان (شامل ۳۷۴ نفر از مدیران و سرپرستان) است، با استفاده از روش تحلیل ساختاری نشان دادند که مدیریت سبز تاثیر مثبت بر عملکرد پایدار داشته است.

در یک جمع بندی از پیشینه مطالعات، تحقیقات خارجی سیگو(۲۰۲۵)، الفاکی و احمد (۲۰۲۴)، گاریبا و همکاران (۲۰۲۴)، دوینگل و همکاران (۲۰۲۴) به بررسی فقط اثرات دیجیتالی شدن بر پایداری اقتصادی پرداخته‌اند و سه متغیر دیجیتالی شدن، سرمایه گذاری سبز و توسعه مالی را بر پایداری اقتصادی بررسی نکرده‌اند. از لحاظ روش اقتصاد سنجی بکار رفته متفاوت می‌باشد و بکار بردن یک شاخص کلی پایداری که با روش تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی در پژوهش حاضر بدست آمده است، نیز مشاهده نگردید و صرفا برخی از متغیرها را به عنوان شاخص پایداری اقتصادی آورده‌اند. تحقیقات فان (۲۰۲۴) نیز به بررسی سرمایه گذاری سبز بر پایداری اقتصادی پرداخته‌اند و از لحاظ روش شناسی و بکار بردن شاخص پایداری اقتصادی نیز متفاوت است و شاخص پایداری اقتصادی پژوهش حاضر جامع تر می‌باشد و با روش تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی بدست آمده است. مطالعات تکین تورهان(۲۰۲۳) نیز به بررسی اثرات توسعه مالی بر پایداری اقتصادی با روش اقتصادی سنجی و شاخص پایداری اقتصادی متفاوت با پژوهش حاضر انجام داده است. در مورد پژوهش های داخلی نیز مشاهدات محدود است. تحقیقات جلالیان و همکاران (۱۴۰۰) نیز تاثیر مدیریت سبز بر پایداری اقتصادی را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند و از هر لحاظ متفاوت با پژوهش حاضر است.

از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) برای ایجاد یک شاخص کلی پایداری اقتصادی از ترکیب متغیرهای تجارت، کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری، ارزش افزوده، رشد جمعیت، نرخ تورم، مخارج مصارف نهایی و صادرات کالا و خدمات استفاده گردیده است. همچنین از روش کوانتایل که داده‌ها را در چندک‌های مختلف بررسی کرده است و از این طریق نیز به استحکام نتایج می‌توان پی برد وجه تمایز دیگر پژوهش حاضر محسوب می‌گردد.

رگرسیون کوانتایل با نگاهی دقیق و جامع در ارزیابی متغیر پاسخ، امکان دخالت متغیرهای توضیحی در تمام قسمت‌های توزیع نه تنها در مرکز ثقل داده‌ها بلکه در تمام قسمت‌های توزیع به ویژه در دنباله‌های ابتدایی و انتهایی را فراهم می‌کند. از سوی دیگر رگرسیون کوانتایل زمانی که توزیع خطا غیر نرمال است و در توزیع‌هایی با دنباله‌های بلند و نامتقارن و همچنین با وجود ناهمگنی در رگرسیون به برآورد پارامترها می‌پردازد. برخلاف رگرسیون معمولی (رگرسیون میانگین)، که فقط تأثیر متغیرهای مستقل را بر میانگین متغیر وابسته می‌سنجد. بنابراین ما در پژوهش حاضر از رگرسیون کوانتایل، جهت مطالعه بهتر جنبه‌های پویای تأثیر متغیرهای سرمایه گذاری سبز، دیجیتالی شدن و توسعه مالی بر پایداری اقتصادی ارائه شده و در مجموع چهار کوانتایل برای تخمین، که شامل ۰/۲۵ را برای کوانتایل پایین، ۰/۵۰ برای کوانتایل میانی و ۰/۷۵ و ۰/۹۵ برای کوانتایل‌های بالا انتخاب شده است.

#### ۴- روش‌شناسی تحقیق

براساس مطالعات ارائه شده در بخش ادبیات و پیشینه تحقیق، نیز با الهام از مدل مورد مطالعه در پژوهش هانگ<sup>۱</sup> (۲۰۲۳) و همچنین با توجه به دسترس بودن اطلاعات مربوط به متغیرها، در این مطالعه برای بررسی اثرات شاخص های سرمایه گذاری سبز، توسعه مالی و دیجیتالی شدن بر شاخص پایداری اقتصادی معادله زیر در نظر می‌شود:

(۱)

$$ES_{it}(\tau) = \beta_0(\tau) + \beta_1(\tau)GI_{it} + \beta_2(\tau)DFI_{it} + \beta_3(\tau)FD_{it} + \varepsilon_{it}$$

در معادله فوق  $t$  نشان دهنده زمان؛  $i$  مقاطع (کشورها)؛  $B_0$  ضریب عرض از مبدأ؛  $B_1$  تا  $B_3$  ضرایب متغیرهای توضیحی؛  $ES$  شاخص

پایداری اقتصادی و متغیر وابسته؛  $GI$ ،  $DFI$  و  $FD$  به ترتیب شامل متغیرهای شاخص سرمایه گذاری سبز، شاخص شمول مالی دیجیتالی و شاخص توسعه مالی و  $\tau$  نشان دهنده کوانتایل می‌باشد.

<sup>۱</sup> . Hung

از متغیرهای استفاده از اینترنت، اشتراک تلفن همراه (به ازای هر ۱۰۰ نفر) جهت ایجاد شاخص ترکیبی دیجیتالی شدن؛ مصرف انرژی تجدیدپذیر (درصد کل مصرف انرژی نهایی)، نسبت کل مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی برای ایجاد شاخص ترکیبی سرمایه گذاری سبز؛ تجارت (درصدی از تولید ناخالص داخلی)، کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری، ارزش افزوده (درصد تولید ناخالص داخلی)، رشد جمعیت (درصد سالانه)، تورم، قیمت مصرف کننده (سالانه %)، مخارج مصرف نهایی، صادرات کالا و خدمات (درصد تولید ناخالص داخلی) جهت ایجاد شاخص ترکیبی پایداری اقتصادی و همچنین از متغیرهای اعتبارات داخلی به بخش خصوصی توسط بانک ها (درصد تولید ناخالص داخلی) و پول گسترده (% تولید ناخالص داخلی) در ایجاد شاخص توسعه مالی بکار گرفته شده است. معمولاً در اکثر تحقیقات به دلایل مختلف با حجم زیادی از متغیرها روبرو هستیم. برای تحلیل دقیقتر داده‌ها و رسیدن به نتایجی علمی‌تر و در عین حال عملیاتی‌تر، پژوهشگران به دنبال کاهش حجم متغیرها و تشکیل ساختار جدیدی برای آنها می‌باشند. یکی از روش‌هایی که می‌توان به اهداف فوق دست یافت روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی می‌باشد. تحلیل مؤلفه‌های اصلی از روش‌های آماری چند متغیره است که می‌توان از آن برای کاهش تعداد متغیرها و تفسیر بهتر اطلاعات استفاده کرد. اعمال این روش، متغیرهای ورودی اولیه به مؤلفه‌های جدید بدون همبستگی تبدیل می‌شوند؛ به طوری که مؤلفه‌های ایجاد شده، ترکیبی خطی از متغیرهای ورودی‌اند. به علاوه چون در تشکیل مؤلفه‌ها از تمام متغیرها استفاده می‌گردد، در نتیجه اطلاعات متغیرهای اولیه با کمترین تلفات به وسیله مؤلفه‌های حاصل ارائه می‌شود و باعث از دست دادن جنبه‌های اطلاعاتی داده‌های اصلی نمی‌شود. به‌طور کلی، روش تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA)، از روش‌های رایج برای داده‌کاهی و یا وزندهی به متغیرهای مؤثر بر یک شاخص ترکیبی است (ورمونت و مجیدسون<sup>۱</sup>، ۲۰۰۵).

تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) یک تکنیک آماری برای کاهش ابعاد داده‌هاست که داده‌های چندبعدی را به مجموعه‌ای از مؤلفه‌های مستقل با حفظ حداکثر اطلاعات (واریانس) تبدیل می‌کند. مزایای PCA شامل کاهش پیچیدگی محاسباتی با حذف ابعاد کم‌اهمیت، رفع هم‌خطی بین متغیرها، بهبود کارایی مدل‌های یادگیری ماشین، و امکان مصورسازی داده‌ها در فضای دو یا سه بعدی برای تحلیل بصری است. این روش همچنین به شناسایی الگوهای پنهان در داده‌ها و فشرده‌سازی کارآمد آن‌ها کمک می‌کند. خروجی‌های کلیدی PCA عبارتند از: (۱) مؤلفه‌های اصلی: محورهای متعامد که بیشترین واریانس داده‌ها را توضیح می‌دهند؛ (۲) نسبت واریانس توضیح داده‌شده: درصدی از کل اطلاعات که هر مؤلفه حفظ می‌کند، اغلب برای انتخاب تعداد مؤلفه‌های بهینه (مثلاً پوشش ۹۰-۹۵٪ واریانس) استفاده می‌شود؛ (۳) امتیازات: مختصات داده‌ها در فضای جدید مؤلفه‌ها، مناسب برای تجسم و تحلیل؛ و (۴) بارگذاری‌ها: وزن‌های متغیرهای اصلی در هر مؤلفه، که نقش هر متغیر در تشکیل مؤلفه‌ها را نشان می‌دهد. این خروجی‌ها در تحلیل داده‌های پیچیده، پیش‌پردازش برای مدل‌سازی، و تفسیر روابط بین متغیرها در روش‌شناسی تحقیق کاربرد دارند و به دلیل کارایی و سادگی، در مقالات علمی به‌طور گسترده استفاده می‌شوند.

در روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی ابتدا داده‌های اولیه که شامل  $n$  مشاهده و  $p$  متغیر هستند، به صورت ماتریس  $X$  با ابعاد  $p \times n$  نمایش داده می‌شوند. برای حذف اثر مقیاس‌های متفاوت متغیرها، داده‌ها استاندارد سازی می‌شوند تا هر متغیر میانگین صفر و واریانس یک داشته باشد. استاندارد سازی هر متغیر  $X_{ij}$  از داده‌ها به شرح زیر است:

(۲)

$$\frac{X_j - X_{ij}}{j_s} = Z_{ij}$$

که در آن  $X_j$  میانگین و  $j_s$  انحراف معیار متغیر  $j$ ام است. ماتریس داده استاندارد شده  $Z_{ij}$  با ابعاد  $p \times n$  حاصل می‌شود که سطرهای آن مشاهدات و ستون‌های متغیرهای استاندارد شده را نشان می‌دهد.

<sup>۱</sup> . Vermunt, J. K., & Magidson



برای محاسبه روابط خطی بین متغیرها، نیاز به محاسبه ماتریس هم بستگی داریم. این ماتریس از حاصلضرب ترانهاده ماتریس  $Z$  ( $Z^T$ ) در خود  $Z$  بدست می‌آید. ترانهاده ماتریس  $Z$  ( $Z^T$ ) به معنای تبدیل سطرهای ماتریس به ستون‌ها و ستون‌ها به سطرها است؛ بنابراین اگر  $Z$  ابعاد  $p * n$  داشته باشد، ترانهاده آن ابعادی برابر  $n * p$  خواهد داشت. با ضرب  $Z^T$  در  $Z$  با حاصلضربی با ابعاد  $p * p$  به دست می‌آید که نشان دهنده روابط بین متغیرها است. این حاصلضرب بر  $n-1$  تقسیم می‌شود تا ماتریس همبستگی نهایی به شکل زیر تعریف می‌گردد:

$$\frac{Z^T Z}{n-1} = R \quad (3)$$

که در آن  $R$  ماتریس همبستگی متغیرهای استاندارد شده است. سپس با حل مسئله مقادیر ویژه روی ماتریس  $R$  مولفه‌های اصلی استخراج می‌شوند. معادله مقادیر ویژه به صورت زیر است:

$$\lambda_i V_i = R V_i$$

که در آن  $\lambda_i$  مقادیر ویژه و  $V_i$  بردار ویژه مربوط به مولفه اصلی  $i$  ام است. هر بردار ویژه ترکیب خطی وزن‌های مربوط به متغیرها را نشان می‌دهد که مولفه اصلی را می‌سازد. در نهایت مولفه‌های اصلی به صورت ضرب ماتریس داده‌های استاندارد شده در بردارهای ویژه محاسبه می‌شوند:

$$Z V_i = P C_i$$

که  $P C_i$  مولفه اصلی  $i$  ام و بردار  $V_i$  وزن‌های ترکیب خطی آن است. برای تعیین اهمیت هر مولفه، درصد واریانس که توسط هر مولفه توضیح داده می‌شود از طریق مقادیر ویژه محاسبه می‌شود:

$$100 * \frac{\lambda_i}{\sum_{j=1}^p \lambda_j}$$

بنابراین معادله ۶ فرمول درصد واریانس توضیح داده شده توسط مولفه  $i$  ام است که در این فرمول:  $\lambda_i$  مقادیر ویژه مربوط به مولفه  $i$  ام؛  $p$  تعداد کل مولفه‌ها (یا تعداد متغیرهای اولیه) است؛  $\sum_{j=1}^p \lambda_j$  مجموع تمام مقادیر ویژه است که برابر با کل واریانس داده‌ها می‌باشد و عدد ۱۰۰ برای تبدیل نسبت به درصد است (کرمی زاده و همکاران، ۲۰۱۳). در این تحقیق نمونه مورد مطالعه، شامل داده‌های سالانه ۱۹ کشور خاورمیانه و شمال آفریقا (MANA) طی دوره زمانی ۲۰۰۰-۲۰۲۱ که از سایت بانکی جهانی استخراج شده است می‌باشد. این کشورها عبارتند از: الجزایر، بحرین، جیبوتی، مصر، ایران، عراق، اردن، کویت، لبنان، لیبی، مالت، مراکش، عمان، قطر، عربستان سعودی، سوریه، تونس، امارات متحده عربی، یمن می‌باشد. همچنین در این پژوهش از روش رگرسیون کوانتایل برای برآورد مدل استفاده شده است. مدل رگرسیون کوانتایل (QARDL) به دلیل توانایی منحصربه‌فرد خود در تحلیل روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیرهای اقتصادی، به‌ویژه در داده‌های با توزیع غیرنرمال، برای مطالعات اقتصادسنجی انتخاب شده است. این روش، برخلاف مدل‌های سنتی که بر میانگین داده‌ها تمرکز دارند، امکان بررسی روابط در کوانتایل‌های مختلف (مانند کوانتایل‌های پایین، میانی یا بالا) را فراهم می‌کند و از این‌رو، درک جامع‌تری از رفتار متغیرها در شرایط مختلف اقتصادی (مانند رونق یا رکود) ارائه می‌دهد. قدرت کوانتایل در مدل‌سازی هم‌زمان پویایی‌های کوتاه‌مدت (از طریق وقفه‌های توزیعی) و تعادل بلندمدت (از طریق

روابط هم‌جمعی) است، که آن را برای تحلیل روابط پیچیده اقتصادی مناسب می‌سازد. همچنین، این روش با مدیریت ناهمسانی واریانس و توزیع‌های غیرنرمال، نتایج قوی‌تری نسبت به مدل‌های خطی استاندارد ارائه می‌دهد، که برای تحلیل دقیق داده‌های اقتصادی در روش‌شناسی مقاله حیاتی است (چو و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۸).

رگرسیون‌های حداقل مربعات معمولی در مواقعی که خطاهای رگرسیونی توزیع غیرنرمال داشته باشند، غیرکارا می‌باشند. درحالی که رگرسیون کوانتایل در مواردی که خطاها توزیع نرمال نداشته و یا داده‌های پرت داشته باشیم، قوی‌تر عمل می‌کند. علاوه بر این، در رگرسیون کوانتایل برخلاف رگرسیون معمولی از حداقل نمودن مجموع قدرمطلق باقیمانده‌های موزون برای برآورد پارامتر الگو استفاده می‌شود که به آن روش حداقل قدرمطلق انحرافات<sup>۲</sup> (LAD) گفته می‌شود.<sup>۳</sup>

در روش رگرسیون چندکی، بر خلاف رگرسیون حداقل مربعات، توابع چندک گوناگون از یک توزیع شرطی برآورد می‌شود. از این رو هر رگرسیون چندکی در واقع یک نقطه منحصر به فرد (روی دو دنباله توزیع و یا مرکز توزیع) از توزیع شرطی را نشان می‌دهد که با قراردادن این رگرسیون‌های مختلف کنار هم، نمای جامع‌تری از توزیع شرطی نمایان خواهد شد. این وضعیت زمانی که توزیع شرطی شکل استاندارد نداشته باشد، بطور نمونه نامتقارن بودن شکل توزیع، وجود توزیع‌های دم پهن<sup>۴</sup> و یا توزیع‌ها منقطع، می‌تواند بسیار مفید باشد. مهم‌ترین نقش رگرسیون چندکی، شناسایی شکل توزیع متغیر وابسته در سطوح مختلف متغیر مستقل می‌باشد. این اتفاق با برآزش الگوهای رگرسیون متعدد بر یک مجموعه داده‌ها به ازای چندک‌های مختلف امکان‌پذیر می‌باشد (کونکر و هالوک<sup>۵</sup>، ۲۰۰۱).

چو و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۵) با کنار هم قرار دادن روش ARDL و روش تخمین چندک معرفی شده توسط کرونکر و باست<sup>۷</sup> (۱۹۷۸)، روش تخمین کوانتایل را معرفی کردند. به این صورت که مدل کوانتایل امکان آزمون اثر تعادلی بلندمدت و بررسی همزمان رابطه بلندمدت و کوتاه مدت متغیرها در چندک‌های مختلف را فراهم می‌کند. همچنین مدل کوانتایل کمک می‌کند تا وابستگی غیر خطی بین تمام متغیرهای تحقیق بررسی شود. این موضوع نسبت به مدل‌های رگرسیون مرسوم که تمرکز بر رابطه خطی از طریق میانگین تخمین‌زن‌ها می‌باشد، یک مزیت محسوب می‌گردد. علاوه بر این، کاربرد مدل کوانتایل توجیهی به منظور بررسی تغییر در سری زمانی بر اساس چندک‌های مختلف است. بر این اساس چو و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که اگر یک رابطه ARDL به صورت زیر باشد:

$$Y_{it} = \alpha_{i*} + \sum_{j=1}^p \phi_{ij*} Y_{it-j} + \sum_{j=0}^q \theta'_{j*} X_{it-j} + U_{it} \quad (3)$$

در معادله فوق  $U_t$  جزء خطا و  $p$  و  $q$  درجه وقفه‌ها هستند. در این میان می‌توان رابطه فوق را بر اساس چندک  $n$  ام متغیر  $Y$  به صورت زیر بازنویسی کرد.

$$Y_t = \alpha_{i*}(\tau) + \sum_{j=1}^p \phi_{ij*}(\tau) Y_{it-j} + \sum_{j=0}^q \theta'_{ij*}(\tau) X_{it-j} + U_{it}(\tau) \quad (4)$$

<sup>1</sup> . Cho et al

<sup>2</sup> . Least Absolute Deviations.

<sup>3</sup> . Tian, Jiti, and Yang, "A Quantile Regression Approach to Panel Data Analysis of Health Care Expenditure in OECD Countries," 6.

<sup>4</sup> Fat Tail

<sup>5</sup> . Koenker and Hallock

<sup>6</sup> . Chu et al

<sup>7</sup> . Koenker and Bassett



در رابطه فوق  $\tau \in (0,1)$  (بین صفر و یک) نشان‌دهنده چندانک می‌باشد. از روش کوانتایل در مطالعات مختلف از جمله هشمی و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۲)، حموده و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۲) و عباس و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۲۲) استفاده شده که در همه این مطالعات به مانند، مطالعه حاضر از رویکرد چو و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۵) استفاده شده است.

تعریف عملیاتی متغیرهای پژوهش در جدول (۱) ارائه شده است:

### جدول ۱- معرفی متغیرها

منبع	توضیحات	نماد	متغیرها
بانک جهانی	مصرف انرژی تجدیدپذیر (درصد کل مصرف انرژی نهایی <sup>۵</sup> )، نسبت کل مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی- شاخص سرمایه‌گذاری سبز با متغیرهای ذکر شده و با روش PCA به یک شاخص کلی تبدیل شده.	GI	شاخص سرمایه‌گذاری سبز
بانک جهانی	استفاده از اینترنت <sup>۶</sup> ؛ اشتراک تلفن همراه (به ازای هر ۱۰۰ نفر <sup>۷</sup> )- شاخص دیجیتالی شدن با متغیرهای ذکر شده و با روش PCA به یک شاخص کلی تبدیل شده.	DFI	شاخص دیجیتالی شدن
بانک جهانی	اعتبارات داخلی به بخش خصوصی توسط بانک‌ها (درصد تولید ناخالص داخلی <sup>۸</sup> ) و پول گسترده (%) تولید ناخالص داخلی <sup>۹</sup> )- شاخص توسعه مالی با متغیرهای ذکر شده و با روش	FD	شاخص توسعه مالی

<sup>1</sup> Hashmi et al

<sup>2</sup> Hammoudeh et al

<sup>3</sup> Abbass et al

<sup>4</sup> Cho et al

<sup>5</sup> Renewable energy consumption (% of total final energy consumption)

<sup>6</sup> Individuals using the Internet (% of population)

<sup>7</sup> Mobile cellular subscriptions (per 100 people)

<sup>8</sup> Domestic credit to private sector by banks (% of GDP)

<sup>9</sup> Broad money (% of GDP)

PCA به یک شاخص کلی  
تبدیل شده.

تجارت (درصدی از تولید ناخالص داخلی <sup>۱</sup> )، کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری، ارزش افزوده (درصد تولید ناخالص داخلی <sup>۲</sup> )، رشد جمعیت (درصد سالانه <sup>۳</sup> )، تورم، قیمت مصرف کننده (سالانه % <sup>۴</sup> )، مخارج مصرف نهایی <sup>۵</sup> ، صادرات کالا و خدمات (درصد تولید ناخالص داخلی <sup>۴</sup> ) - شاخص پایداری اقتصادی با متغیرهای ذکر شده و با روش PCA به یک شاخص کلی تبدیل شده.	شاخص پایداری اقتصادی ES	بانک جهانی
--	-------------------------	------------

## ۵- ارائه نتایج پژوهش

پیش از انجام تخمین و ارائه نتایج، توصیف آماری متغیرهای پژوهش در جدول ۲ و همچنین در نمودارهای ۱ تا ۴ آورده است. با توجه به نتایج آماره جارک برا و سطح احتمال آن که کمتر از ۰/۰۵ است، کلیه داده‌های مورد استفاده غیر نرمال بوده که این نشان می‌دهد، استفاده از رگرسیون کوانتایل می‌تواند نتایج بهتری ارائه دهد.

### جدول ۲- توصیف آماری متغیرهای تحقیق

آمار	سرمایه گذاری سبز	دیجیتالی شدن	توسعه مالی	پایداری اقتصادی
میانگین	۵/۲۸۵۶۸۱	۷۵/۰۵۶۰۲	۸۲/۸۴۷۴۳	۲/۳۱E+۱۰
میانه	۱/۰۰۰۰۰۹	۷۸/۵۲۰۲۸	۷۳/۲۸۰۰۲	۱/۲۲E+۱۰
حداکثر	۳۴/۶۲۰۰۰	۱۹۷/۱۰۷۴	۲۵۳/۹۴۶۲	۱/۷۳E+۱۱
حداقل	۰/۰۱۰۰۰۰	۰/۱۲۰۴۰۲	۳/۵۱۹۱۰۰	۰/۱۹۲۴۰۱
انحراف معیار	۸/۱۵۹۱۶۶	۴۱/۸۹۳۹۵	۴۳/۸۱۳۶۸	۲/۹۳E+۱۰
چولگی	۲/۲۲۱۲۳۱	۰/۰۵۴۴۳۳	۱/۴۹۴۵۳۸	۲/۴۲۰۱۷۱
کشیدگی	۷/۴۲۸۵۷۹	۲/۳۷۰۳۰۰	۵/۸۱۹۹۶۹	۹/۶۰۶۷۸۰
آماره جارک-برا	۵۶۵/۶۲۴۴	۷/۰۹۵۴۹۹	۲۶/۷۴۵۴	۱۱۶۲/۶۹۳

<sup>۱</sup> . Trade (% of GDP)

<sup>۲</sup> . Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP)

<sup>۳</sup> . Population growth (annual %)

<sup>۴</sup> . Inflation, consumer prices (annual %)

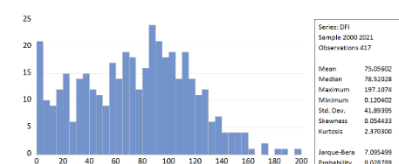
<sup>۵</sup> Final consumption expenditure (current US\$)

<sup>۶</sup> . Exports of goods and services (% of GDP)

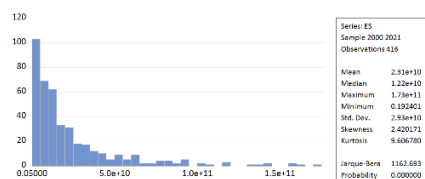


سطح احتمال	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۲۸۷۸۹	۰/۰۰۰۰۰۰
مجموع	۹/۶۱E+۱۲	۳۰۸۱۹/۲۴	۳۱۲۹۸/۳۶	۱۸۲۳/۵۶۰
مشاهدات	۴۱۶	۳۷۲	۴۱۷	۳۴۵

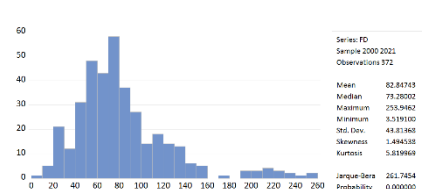
مأخذ: یافته‌های پژوهش



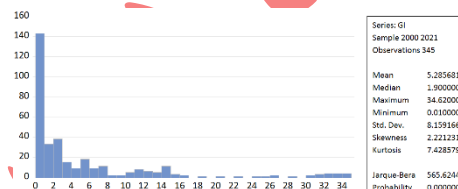
نمودار ۲- شاخص پایداری اقتصادی



نمودار ۱- شاخص دیجیتالی‌شدن



نمودار ۴- شاخص سرمایه‌گذاری سبز



نمودار ۳- شاخص توسعه مالی

### آزمون ریشه واحد

برای ممانعت از رخ دادن پدیده رگرسیون کاذب در انجام تخمین مدل، ابتدا ضروری است که ساکن بودن متغیرها آزمون شود. برای انجام پایایی متغیرها در دیتاهای تابلویی، از آزمون‌های خاص این نوع از اطلاعات می‌توان استفاده کرد. در اینجا از آزمون لوین، لین و چو<sup>۱</sup>، که کاربرد بیشتری در بررسی ساکن بودن متغیرها در دیتاهای تابلویی دارد، استفاده می‌شود. لوین، لین و چو نشان دادند که در داده‌های ترکیبی، استفاده از آزمون ریشه واحد برای ترکیب داده‌ها، دارای قدرت بیشتری نسبت به استفاده از آزمون ریشه واحد برای هر مقطع به صورت جداگانه می‌باشد (لوین و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۲). در پژوهش حاضر برای بررسی دقیق‌تر علاوه بر آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو<sup>۳</sup> از آزمون ریشه واحد ایم، پسران و شین<sup>۴</sup> نیز بکار گرفته شده است.

نتایج آزمون لوین و همکاران (۲۰۰۲) و ایم، پسران و شین در جدول (۳) ارائه شده است. در آزمون ریشه واحد ذکر شده اگر ارزش احتمال کمتر از ۵٪ باشد فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد در سطح اطمینان ۹۵ درصد رد می‌شود. با توجه به نتایج جدول و سطح احتمال آن، متغیرهای پایداری اقتصادی، توسعه مالی و سرمایه‌گذاری سبز با یکبار تفاضل گیری مانا شده‌اند، در حالی که شمول مالی دیجیتالی در سطح مانا می‌باشد.

1. Levin Lin & Chu (2002)

2. Levi and et

3. LLC

4. IPS

### جدول ۳- آزمون ریشه واحد

لوین، لین و چو		ایم، پسران و شین	
سطح	یکبار تفاضل گیری	سطح	یکبار تفاضل گیری
۱/۰۰۰۰	*-۹/۱۵۴۰۱	۱/۴۹۲۳۰	*-۳/۱۹۱۴۶
*-۴/۴۳۶۵۱	-	*-۲/۷۵۷۶۹	-
-۰/۵۸۲۹۴	*-۱۲/۳۱۴۳	۱/۸۸۶۹۸	*-۶/۶۰۲۸۲
۰/۲۱۶۱۶	*-۸/۹۸۰۸۶	۱/۰۳۵۵۶	*-۳/۱۹۱۴۶

\* نشانگر معنی دار بودن در سطح خطای کمتر از ۵٪- اعداد، آماره t

مأخذ: یافته‌های پژوهش

هم‌خطی وضعیتی است که نشان می‌دهد یک متغیر توضیحی تابعی خطی از سایر متغیرهای توضیحی است. اگر هم خطی در یک معادله رگرسیون بالا باشد، بدین معنی است که بین متغیرهای توضیحی همبستگی بالایی وجود دارد، که سبب ارباب ضرایب برآوردی خواهد شد. مشکل همخطی را می‌توان از طریق متغیر جایگزین یا از طریق افزایش تعداد نمونه (مشاهدات) و در مرحله آخر از سر ناچاری یکی از متغیرهایی که سبب همخطی شده است، حذف کرد. لازم به ذکر است در واقعیت همیشه ما با مشکل همخطی مواجه هستیم، ولی آنچه اهمیت دارد شدت همخطی است نه وجود آن. برای بررسی هم خطی از آزمون عامل تورم واریانس<sup>۱</sup> بهره گرفته شده است. در صورتی که میزان عامل تورم واریانس کمتر از ۱۰ باشد، رای به وجود همخطی بین متغیرهای توضیحی داده می‌شود (گجراتی، ۱۳۹۲؛ کایگون و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۱؛ اوبرایان<sup>۳</sup>، ۲۰۱۷). با توجه به نتایج آزمون هم‌خطی که در جدول (۴) گزارش شده است، هم خطی بین متغیرهای توضیحی تحقیق رد می‌گردد.

### جدول ۴- آزمون هم خطی

متغیرهای مستقل	عامل تورم واریانس
سرمایه گذاری سبز	۱/۰۹
دیجیتالی شدن	۱/۱۴
توسعه مالی	۱/۰۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، در این پژوهش به منظور تخمین معادله از روش رگرسیون پانل کوانتایل استفاده شده است. رگرسیون چندکی یک روش آماری با قابلیت محاسبه و رسم منحنی‌های رگرسیونی متفاوت و منطبق با نقاط صدکی مختلف می‌باشد، که ضمن بیان تصویری کامل و جامع از داده‌ها، امکان سنجش ارتباط متغیرهای مستقل با چندک‌های مورد نظر متغیر وابسته را بدون نیاز به نرمال بودن داده‌ها و حتی در حضور نقاط دور افتاده فراهم می‌کند یعنی این رگرسیون نسبت به داده‌های دور افتاده نیز نیرومند می‌باشد. از سوی

1 Variance Inflation Factor (VIF)

2. Cabigon et al

3. O'Brien



دیگر برخلاف رگرسیون حداقل مربعات که روی میانگین شرطی یعنی پارامتر مکان متمرکز است، رگرسیون چندکی استراتژی منظمی را برای تعیین چگونگی تاثیر متغیرهای مستقل روی مکان و مقیاس و شکل توزیع پیشنهاد می‌کند (تیان و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۶). نتایج تجربی آزمون جاک برا و سطح احتمال آن که در قسمت تحلیل توصیفی داده‌ها آورده شده است، فرضیه صفر نرمال بودن داده‌ها را رد می‌کند و دارای مقادیر پرت هستند. بنابراین، با توجه به این موارد می‌توان از این رویکرد اقتصادسنجی استفاده کرد و در تحقیقاتی همچون جیانگ و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۳) نیز تأیید گردیده است. در پژوهش حاضر از چهار چندک ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۰/۹۵ استفاده شده است. همانطور که داده‌های جدول (۵) نشان می‌دهد در تمامی کوانتایل‌های مختلف، اثرات سرمایه‌گذاری سبز، توسعه مالی و دیجیتالی شدن تاثیر مثبت و معنی دار بر پایداری اقتصادی داشته است و نشانه استحکام نتایج است. ضریب تعیین رگرسیون برآوردی برای کوانتیل‌های مختلف نیز بین ۰/۸۹ تا ۰/۹۳ متغیر می‌باشد. در کوانتایل ۰/۹۵ سرمایه‌گذاری سبز با ضریب تاثیر گذاری ۰/۶۴۸، دیجیتالی شدن با ضریب تاثیر گذاری ۰/۲۳۳ و توسعه مالی با ضریب تاثیر گذاری ۰/۱۲۰ موجب افزایش پایداری اقتصادی شده است. برای مثال اثر گذاری دیجیتالی شدن بر پایداری اقتصادی در کوانتایل‌های مختلف توزیع به‌طور قابل توجهی متفاوت است. در کوانتایل پایین (۰/۲۵)، که معمولاً نشان‌دهنده اقتصادهای با پایداری کمتر یا شرایط اقتصادی ضعیف‌تر هستند، دیجیتالی شدن تأثیر اندکی بر پایداری اقتصادی دارد، که می‌تواند به دلیل کمبود زیرساخت‌های لازم، دسترسی محدود به فناوری، یا ناکافی بودن مهارت‌های دیجیتال در این اقتصادها باشد. در مقابل، در کوانتایل بالا (۰/۹۵)، که نشان‌دهنده اقتصادهای با پایداری بالاتر یا شرایط اقتصادی قوی‌تر هستند، دیجیتالی شدن تأثیر مثبت و قوی‌تری بر پایداری اقتصادی دارد، احتمالاً به دلیل وجود زیرساخت‌های پیشرفته‌تر، سرمایه‌گذاری بیشتر در فناوری، و توانایی بهتر در بهره‌برداری از دیجیتالی شدن برای بهبود کارایی، نوآوری و رشد اقتصادی. این نتایج حاکی از آن است که سیاست‌گذاری‌های اقتصادی باید بر تقویت زیرساخت‌های دیجیتال و ارتقای مهارت‌ها در اقتصادهای با پایداری پایین‌تر متمرکز شوند تا تأثیر مثبت دیجیتالی شدن به‌صورت یکنواخت‌تر در کل توزیع پایداری اقتصادی مشاهده شود.

اقتصاد دیجیتال فعال‌ترین حوزه در توسعه اقتصادی است و یکی از ویژگی‌های مهم آن این است که مبتنی بر یک سیستم مالی جدید با پشتیبانی فناوری اطلاعات است، بنابراین در حوزه‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی گسترش می‌یابد و نقش مهمی ایفا می‌کند. در تحریک مصرف، تشویق سرمایه‌گذاری و ایجاد شغل (جیانگ و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۲۱). توسعه اقتصادی را نمی‌توان از حمایت مالی که بخشی جدایی‌ناپذیر از روند رشد است جدا کرد (لی و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۹). برای پیشرفت بخش‌ها و مؤسسات مالی متعارف، تحقق تبدیل کسب‌وکار مالی از مبتنی بر اعتبار و وثیقه به مبتنی بر داده‌ها مفید است (گومبر و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۷). به عنوان مثال، اینترنت اشیا حجم زیادی از داده‌ها را تولید می‌کند. هوش مصنوعی و رایانش ابری کارایی پردازش داده‌ها را بهبود می‌بخشد. داده‌های بزرگ بازخوردهای به موقع ارائه می‌دهند و برای تغییر شکل و مهندسی مجدد مدل‌های کسب و کار امیدوارکننده هستند (مورو ویسکونتی<sup>۶</sup>، ۲۰۱۸). علاوه بر این، برنامه‌های کاربردی دیجیتال ارزان‌تر هستند و ممکن است امکان کاهش به موقع هزینه را فراهم کنند (مورو ویسکونتی، ۲۰۲۰). تامین مالی دیجیتال، شامل خدمات و محصولات مالی دیجیتال مانند اعتبار آنلاین، پرداخت موبایلی، تامین مالی دیجیتال، تامین مالی زنجیره تامین تجارت الکترونیک و غیره، تاثیر چند بعدی و ترکیبی بر عملکرد اقتصادی دارد. از یک طرف، ظهور و رواج اینترنت و سایر فناوری‌های نوآورانه می‌تواند یک محیط اقتصادی را تشکیل دهد که اقتصادهای مقیاس، صرفه‌جویی در دامنه و اثر دم بلند را پوشش می‌دهد، که منجر به تحقق دگرگونی مدل‌های سنتی کسب‌وکار اعتباری می‌شود. تطبیق عرضه و تقاضا در سراسر مرزهای جغرافیایی و

1 Tian et al

2. Jiang et al

3. Jiang et al

4. Le et al

5. Gomber et al

6. Moro Visconti

در نتیجه معرفی یک سیستم قیمت‌گذاری بهتر برای دستیابی به تعادل اقتصادی (بک و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۸). از سوی دیگر، ارتباط نزدیک‌تر بین اینترنت و صنعت مالی، بوم‌شناسی توسعه جدیدی را ایجاد کرده است (آرنر و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۸). گسترش کانال‌های تامین مالی برای شرکت‌های کوچک و متوسط و گروه‌های آسیب‌پذیر، کاهش آستانه خدمات مالی، بهبود تسهیلات تامین مالی و در نتیجه رونق فعالیت‌های اقتصادی (گوا و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۲۰). با توسعه مالی و دیجیتالی‌شدن، بهینه‌سازی تخصیص منابع و کاهش ریسک‌ها تا حد امکان است. توسعه مالی به مدیریت ریسک‌ها، کاهش هزینه‌های تامین مالی خارجی کمک می‌کند (راجان و همکاران<sup>۴</sup>، ۱۹۹۶؛ بیانچی<sup>۵</sup>، ۲۰۱۰). در سال‌های اخیر، تامین مالی دیجیتال، با تکیه بر فناوری‌های نوآورانه مانند فناوری اطلاعات، فناوری داده‌های بزرگ و محاسبات ابری، زمینه‌ای برای توسعه برای کاهش هزینه‌های تراکنش‌های مالی، بهره‌برداری از تقاضای بالقوه کاربران و گسترش دامنه فراهم کرده است. دسترسی به خدمات مالی برای بخش‌های مالی سنتی مانند بانک‌ها، تامین مالی دیجیتال با کاهش صف‌ها در بانک‌ها، به حداقل رساندن اسناد و مدارک، و نیاز به شعبه‌ها و مراکز فیزیکی کمتر، نویدبخش کاهش هزینه‌ها است. برای دپارتمان‌های نظارت مالی و پولی، تامین مالی دیجیتال برای کاهش مقدار پول نقد فیزیکی در گردش و کمک به مهار تورم بالا در کشورهای در حال توسعه و فقیر کمک می‌کند. با توجه به شرکت‌ها و افراد، تامین مالی دیجیتال کانال‌های تامین مالی و اعتبارات را غنی‌تر کرده، رویه‌های تراکنش را ساده کرده و در دسترس بودن و راحتی خدمات مالی را ارتقا داده است. به عنوان یک مدل مالی جدید، مالی دیجیتال به مکمل قدرتمندی برای سیستم مالی سنتی تبدیل شده است که بر بسیاری از جنبه‌های عملکرد اقتصادی تأثیر می‌گذارد (نوگراهنی<sup>۶</sup>، ۲۰۲۰). انرژی‌های تجدیدپذیر به تامین انرژی پاک و مقرون به صرفه کمک می‌کند و همچنین عوامل محیطی آلاینده را کاهش می‌دهد. انتشار گازهای گلخانه‌ای که لایه اوزون را تخریب می‌کند، اقلیم را مختل می‌کند و منابع طبیعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، می‌تواند غلبه کند. در دسترس بودن منابع زنده و غیر زنده شرکت‌ها را قادر می‌سازد تا توسعه اقتصادی را حفظ کنند (مجید<sup>۷</sup>، ۲۰۲۰؛ ژائو و همکاران<sup>۸</sup>، ۲۰۲۲). پژوهش حاضر در مورد تأثیر گذاری مثبت سرمایه گذاری سبز بر پایداری اقتصادی با مطالعات محمد و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۲۵)، آنیلی و همکاران<sup>۱۰</sup> (۲۰۲۳)، جیارونانی<sup>۱۱</sup> (۲۰۱۹)، چانگ و همکاران<sup>۱۲</sup> (۲۰۲۲) و یوسف و همکاران<sup>۱۳</sup> (۲۰۲۱) هم سو است. همچنین در زمینه تأثیر دیجیتالی‌شدن و توسعه مالی با تحقیقاتی همچون منتسیف و همکاران<sup>۱۴</sup> (۲۰۲۲)، شیباتا<sup>۱۵</sup> (۲۰۲۱)، سیگو (۲۰۲۵)، اوزیلی و یورمبر (۲۰۲۴)، الفاکی و احمد (۲۰۲۴)، گاریبا و همکاران (۲۰۲۴)، دویگل و همکاران (۲۰۲۴)، فان (۲۰۲۴)، روحانی راد (۱۴۰۲)، متقی و همکاران (۱۴۰۴)، فراهانی و موسوی (۱۴۰۳) هم سو است.

1 . Beck et al

2 . Arner et al

3 . Guo et al

4 . Rajan et al

5 . Bianchi

6 . Nugraheni

7 . Majid

8 . Zhao et al

9 . Mohammed et al

10 . Agnelli

11 . Guuney

12 . Chang et al et al

13 . Yousaf et al

14 . Mentsiev et al

15 . Shibata



### جدول ۵- نتایج تخمین ضرایب الگوی پژوهش با استفاده از رگرسیون کوانتایل

متغیر وابسته: شاخص پایداری اقتصادی

کوانتایل		۰/۲۵		۰/۵۰		۰/۷۵		۰/۹۵	
متغیرها	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t	ضریب	آماره t	ضریب
توسعه مالی	۰/۲۱۴*	۳/۲۷۲	۰/۵۰۸*	۵/۱۸۷*	۰/۱۰۵*	۸/۳۹۱	۰/۱۲۰*	۶/۳۲۵	t
دیجیتالی‌شدن	۰/۱۵۳*	۲/۳۹۷	۰/۳۷۷*	۲/۹۶۸*	۰/۱۴۱*	۵/۰۵۳	۰/۲۳۳*	۵/۲۷۹	t
سرمایه‌گذاری سبز	۰/۸۲۱*	۳/۸۲۳	۰/۱۰۴*	۳/۲۰۲*	۰/۱۵۲*	۳/۶۲۹	۰/۶۴۸*	۴/۹۳۹	t
C	۰/۹۶۰*	۷/۴۹۵	۰/۵۸۱*	۱۰/۵۸۱*	۰/۴۱۳*	۸/۷۰۲	۰/۵۱۹*	۶/۸۰۰	t
R <sup>2</sup>	۰/۹۳		۰/۹۱		۰/۸۹		۰/۹۰		

متغیر وابسته: شاخص پایداری اقتصادی

\*S نشانگر معنی‌دار بودن در سطح خطای کمتر از ۵٪

C: عرض از مبدا - R<sup>2</sup>: ضریب تعیین

مأخذ: یافته‌های تحقیق

#### نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در پژوهش حاضر اثرات شاخص‌های سرمایه‌گذاری سبز، توسعه مالی و دیجیتالی‌شدن بر شاخص پایداری اقتصادی در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور از داده‌های بازه زمانی ۲۰۰۰-۲۰۲۱ و روش رگرسیون پانل کوانتایل مورد استفاده قرار گرفت تا از این مسیر امکان تحلیل بهتری فراهم گردد.

نتایج پژوهش نشان داد که در تمامی کوانتایل‌های ۰/۲۵، ۰/۵۰، ۰/۷۵ و ۰/۹۵ شاخص‌های توسعه مالی، سرمایه‌گذاری سبز و دیجیتالی‌شدن تاثیر مثبت و معنی‌دار بر پایداری اقتصادی داشته است. برای مثال در کوانتایل میانه افزایش یک واحدی سرمایه‌گذاری سبز، دیجیتالی‌شدن و توسعه مالی به ترتیب موجب افزایش ۰/۱۰۴، ۰/۳۷۷ و ۰/۵۰۸ واحدی شاخص پایداری اقتصادی شده است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که توسعه مالی با ضریب ۰/۵۰۸، در کشورهای منا که اغلب با چالش‌های دسترسی به منابع مالی مواجه‌اند، نقش محوری در تقویت ثبات اقتصادی از طریق گسترش بازارهای مالی و تسهیل سرمایه‌گذاری ایفا می‌کند. دیجیتالی‌شدن با ضریب ۰/۳۷۷، با بهبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات، افزایش کارایی و دسترسی به بازارهای جهانی، به رقابت‌پذیری و رشد اقتصادی کمک کرده است. سرمایه‌گذاری سبز با ضریب ۰/۱۰۴، در منطقه‌ای که با مسائل زیست‌محیطی مانند کمبود آب و وابستگی به سوخت‌های فسیلی مواجه است، از طریق ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش هزینه‌های زیست‌محیطی به پایداری اقتصادی یاری رسانده است. این نتایج بر لزوم سیاست‌گذاری‌های منطقه‌ای برای تقویت زیرساخت‌های مالی، گسترش فناوری‌های دیجیتال و سرمایه‌گذاری در پروژه‌های سبز تأکید دارد تا پایداری اقتصادی در کشورهای منا بهبود یابد.

از آزمون لوین، لین و چو و ایم، پسران و شین برای بررسی مانایی متغیرها استفاده شده است. متغیرهای پایداری اقتصادی، توسعه مالی و سرمایه‌گذاری سبز با یکبار تفاضل گیری مانا شده‌اند، در حالی که شمول مالی دیجیتال در سطح مانا می‌باشد. از محدودیت‌های این تحقیق، نبود داده‌های برخی کشورهای مورد مطالعه از جمله فلسطین می‌باشد و به همین دلیل از نمونه بررسی حذف گردید.

تفسیر اقتصادی را بدین گونه می‌تواند مطرح کرد که افزایش سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های سبز، مانند انرژی‌های تجدیدپذیر و حفاظت از محیط زیست، باعث ایجاد شغل و رشد اقتصادی می‌شود. این اقدامات می‌توانند به افزایش تولید و درآمد ملی کمک کنند و بهبود ثبات و وضعیت اقتصادی کشور منجر شود. سرمایه‌گذاری در صنایع سبز معمولاً باعث کاهش آلودگی هوا و آب، کاهش مصرف منابع طبیعی و حفظ تنوع زیستی می‌شود. این اقدامات به حفظ محیط زیست کمک می‌کنند و هزینه‌های مربوط به تغییرات اقلیمی و آلودگی را کاهش می‌دهد. سرمایه‌گذاری در فناوری‌های سبز می‌تواند به افزایش بهره‌وری و کاهش هزینه‌ها منجر شود. این اقدامات باعث تحول در صنایع دستی شده و رقابت‌پذیری کشور را افزایش دهند. علاوه بر این به کاهش وابستگی به منابع انرژی فسیلی و تحریک نوآوری و توسعه صنایع جدید منجر می‌شود. همه این اقدامات به توسعه اقتصادی پایدار و ثبات اقتصادی کمک می‌کنند. استفاده از فناوری‌های دیجیتالی، مانند هوش مصنوعی، اینترنت و اوتوماسیون، بهبود بهره‌وری و کارایی در اقتصاد را ایجاد می‌کند. این به معنای کاهش هدر رفت منابع، بهبود فرایندها و کاهش هزینه‌ها است که باعث افزایش توانمندی رقابتی کشورها می‌شود. دیجیتالی شدن می‌تواند به ایجاد فرصت‌های جدید کسب و کار، رشد صنایع نوظهور و افزایش اشتغال منجر شود. این افزایش فعالیت‌های اقتصادی منجر به افزایش تولید، درآمد ملی و رشد اقتصادی می‌شوند. امکانات دیجیتالی شدن به شرکت‌ها این امکان را می‌دهد که به طریقی کارآمدتر و کم هزینه تر به بازارهای جهانی دسترسی پیدا کنند، این به توسعه تجارت بین‌المللی و افزایش درآمد صادراتی کمک می‌کند. توسعه مالی نیز شامل فعالیت‌هایی مانند ایجاد و توسعه بازارهای مالی، افزایش دسترسی به خدمات مالی برای افراد و شرکت‌ها و تسهیل سرمایه‌گذاری و فعالیت‌های اقتصادی است. این توسعه می‌تواند به عنوان یک عامل کلیدی در بهبود پایداری اقتصادی عمل کند.

#### پیشنهادات

با توجه به یافته‌ها تحقیق حاضر مبنی بر اینکه توسعه مالی، دیجیتالی شدن و سرمایه‌گذاری سبز موجب بهبود پایداری اقتصادی کشورهای مناسبت شده است، برای توسعه مالی: ایجاد بازار اوراق سبز یا توسعه فین تک‌ها؛ برای دیجیتالی شدن: سرمایه‌گذاری در زیرساخت اینترنت پرسرعت و برای سرمایه‌گذاری سبز: یارانه انرژی‌های تجدیدپذیر پیشنهاد می‌گردد. پیشنهاد برای تحقیقات آینده: بررسی نقش کیفیت نهادی، سرمایه انسانی یا سیاست‌های مالیاتی سبز بر شاخص پایداری اقتصادی تجزیه و تحلیل گردد.

#### منابع

- جلالیان لرکی، رضا؛ باورصاد، بلقیس و علیزاده، صابر. (۲۰۲۱). بررسی رابطه مدیریت سبز و عملکرد پایداری (عملکرد اقتصادی، عملکرد زیست محیطی و عملکرد اجتماعی): مورد مطالعه شرکت‌های فعال در صنعت پتروشیمی. *پیشرفت‌های مالی و سرمایه‌گذاری* ۳۲-۱، (۴)۲ [10.30495/afi.2022.1943475.1056](https://doi.org/10.30495/afi.2022.1943475.1056)
- روحانی راد، شایان (۱۴۰۲). تاثیر پذیرش فناوری های مالی (فین تک) بر عملکرد پایدار با نقش میانجی امور مالی سبز و نوآوری سبز در بانک های تجاری تهران، *نشریه مطالعات مدیریت توسعه سبز*. ۱۲-۱۱۲، (۱)۲ [10.22077/JGMD.2023.6505.1036](https://doi.org/10.22077/JGMD.2023.6505.1036)
- فراهانی، طیبه و موسوی، طیبه. (۱۴۰۳). تاثیر کسب و کار الکترونیکی بر عملکرد مالی پایدار با توجه به نقش میانجی نوآوری سازمان، *نشریه مطالعات مدیریت توسعه سبز*، (۱)۳، ۲۶۹-۲۷۷ [10.22077/JGMD.2023.6388.1031](https://doi.org/10.22077/JGMD.2023.6388.1031)
- متقی، سمیرا؛ پائین افراکتی، مهدی رستمی و جدی دلشاد، جواد. (۱۴۰۴). بررسی تاثیر توسعه مالی و مدیریت توسعه بر رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست، *نشریه مطالعات مدیریت توسعه سبز*، (۴)۲، ۱۹۹۹-۲۲۲ [10.22077/JGDMS.2024.7800.1157](https://doi.org/10.22077/JGDMS.2024.7800.1157)

Aghion, P., Bachetta, P., Banerjee, A., & Manova, K. (2010). Capital Markets and Innovation-Driven Growth: Schumpeterian Perspectives. *The Quarterly Journal of Economics*, 125 (3), 1045–1107.

Agnelli, A., Costa, H., & Dussaux, D. (2023). \*The economic benefits of early green innovation: Evidence from the automotive sector\*. *OECD Environment Working Papers*, No. 209. OECD Publishing. DOI:10.1787/c13d5d61-en



- Aleksandrova, A., Truntsevsky, Y., & Polutova, M. (2022). Digitalization and its impact on economic growth. *Brazilian Journal of Political Economy*, 42(2), 424-441. <https://doi.org/10.1590/0101-31572022-3306>
- Ali, K., Bakhsh, S., Ullah, S., Ullah, A., Ullah, S., 2021. Industrial growth and CO2 emissions in Vietnam: the key role of financial development and fossil fuel consumption. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 28 (6), 7515–7527. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10996-6>
- Ambec, S., Cohen, M. A., Elgie, S., & Lanoie, P. (2013). The Porter Hypothesis at 20: Can environmental regulation enhance innovation and competitiveness? *Review of Environmental Economics and Policy*, 7 (1), 2–22).
- Arner, D. W., Barberis, J., & Buckley, R. P. (2018). RegTech: Building a better financial system. In *Handbook of blockchain, digital finance, and inclusion, Volume 1* (pp. 359-373). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-810441-5.00016-6>
- Banga, R. (2020). Digitalization and Sustainable Development: Emerging Issues and Policy Implications. *Journal of International Development*, 32 (6), 900–922.
- Beck, T., Pamuk, H., Ramrattan, R., & Uras, B. R. (2018). Payment instruments, finance and development. *Journal of Development Economics*, 133, 162-186. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2018.01.005>
- Bianchi, M. (2010). Credit constraints, entrepreneurial talent, and economic development. *Small business economics*, 34, 93-104. <https://doi.org/10.1007/s11187-009-9197-3>
- Brodny, J., Tutak, M. (2022). Analyzing the level of digitalization among the enterprises of the European Union member states and their impact on economic growth. *J. Open Innov.* 8 (2), 70. <https://doi.org/10.3390/joitmc8020070>
- Bughin, J., Hazan, E., Ramaswamy, S., Chui, M., Allas, T., Dahlström, P., Henke, N., & Trench, M. (2018). Digital Europe: Pushing the frontier, *capturing the benefits*. McKinsey Global Institute.
- Chang, L., Taghizadeh-Hesary, F., & Saydaliev, H. B. (2022). How do ICT and renewable energy impact sustainable development? *Renewable Energy*. 199, 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.08.082>
- Cho, J. S., & Shin, Y. (2018). Dynamic Quantile Regression in Time Series. *Journal of Econometrics*, 207(2), 248–276.
- Cho, J. S., Kim, T.-H., & Shin, Y. (2015). Quantile cointegration in the autoregressive distributed-lag modeling framework. *Journal of Econometrics*, 188(1), 281–300. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2015.05.003>
- Deng, X., Bakhsh, S., Ali, K., & Anas, M. (2024). How does green investment, financial inclusion, and digitalization drive environmental sustainability in China? A perspective based on quantile-on-quantile regression and wavelet coherence analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 1-32. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04894-x>
- Diamond, D., & Intermediation, F. (1984). Delegated monitoring. *Review of Economics Studies* L, 1, 393-414.
- Dzwigol, H., Kwilinski, A., Lyulyov, O., & Pimonenko, T. (2024). Digitalization and Energy in Attaining Sustainable Development: Impact on Energy Consumption, Energy Structure, and Energy Intensity. *Energies*, 17(5), 1213. <https://doi.org/10.3390/en17051213>
- Elfaki, K. E., & Ahmed, E. M. (2024). Digital technology adoption and globalization innovation implications on Asian Pacific green sustainable economic growth. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 10(1), 100221. <https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100221>
- Elnahass, M., Marie, M., & Elgammal, M. (2022). Terrorist attacks and bank financial stability: Evidence from MENA economies. *Review of quantitative finance and accounting*, 59(1), 383-427. <https://doi.org/10.1007/s11156-022-01043-1>
- Filipiak, B. Z., Dylewski, M., & Kalinowski, M. (2023). Economic development trends in the EU tourism industry. Towards the digitalization process and sustainability. *Quality & Quantity*, 57(Suppl 3), 321-346. <https://doi.org/10.1007/s11135-020-01056-9>
- Farahani, Tayyebeh and Mousavi, Tayyebeh. (2024). The impact of e-business on sustainable financial performance with regard to the mediating role of organizational innovation, *Journal of Green Development Management Studies*, 3(1), 269-277 (In Persian). <https://doi.org/10.22077/JGMD.2023.6388.1031>
- Filipiak, B.Z., Dylewski, M., Kalinowski, M., 2020. Economic development trends in the EU tourism industry. Towards the digitalization process and sustainability. *Quality & Quantity* 1–26. <https://doi.org/10.1007/s11135-020-01056-9>
- Freixas, X., & Rochet, J.-C. (2008). *Microeconomics of Banking* (2nd ed.). MIT Press.
- Gao, X., Zheng, H. (2017). Environmental concerns, environmental policy and green investment. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 14 (12), 1570. <https://doi.org/10.3390/ijerph14121570>

- Gariba, M. I., Arthur, E. E., & Odei, S. A. (2024). Assessing the impact of public digitalization on sustainability: the mediating role of technological innovation in the context of the EU. *Discover Sustainability*, 5(1), 204. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00397-x>
- Gautam, P., Kumar, S., & Lokhandwala, S. (2019). Energy-aware intelligence in megacities. In *Current developments in biotechnology and bioengineering* (pp. 211-238). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64083-3.00011-7>
- Gomber, P., Koch, J. A., & Siering, M. (2017). Digital Finance and FinTech: current research and future research directions. *Journal of Business Economics*, 87, 537-580. <https://doi.org/10.1007/s11573-017-0852-x>
- Guo, F., Wang, J., Wang, F., Kong, T., Zhang, X., & Cheng, Z. (2020). Measuring China's digital financial inclusion: Index compilation and spatial characteristics. *China Economic Quarterly*, 19(4), 1401-1418.
- Guuney, T. (2019). Renewable energy, non-renewable energy and sustainable development. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 26(5), 389-397. <https://doi.org/10.1080/13504509.2019.1595214>
- 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://doi.org/10.1016/j.inteco.2022.01.007>
- 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://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102543>
- <https://doi.org/10.1093/reep/res016>
- Hung, N. T. (2023). Green investment, financial development, digitalization and economic sustainability in Vietnam: Evidence from a quantile-on-quantile regression and wavelet coherence. *Technological Forecasting and Social Change*, 186, 122185. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.122185>
- Hung, N. T., Trang, N. T., & Thang, N. T. (2022). Quantile relationship between globalization, financial development, economic growth, and carbon emissions: evidence from Vietnam. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(40), 60098-60116.
- Indriastuti, M., Chariri, A. (2021). The role of green investment and corporate social responsibility investment on sustainable performance. *Cogent Bus. Manag.* 8 (1),1960120. <https://doi.org/10.1080/23311975.2021.1960120>
- Jalalian Larki, R., Bavarsad, B., & Alizadeh, S. (2021). Examining the relationship between green management and sustainable performance (economic, environmental, and social performance): A case study of companies active in the petrochemical industry. *Advances in Finance and Investment*, 2(4), 1-32 (In Persian).
- Jiang, X., Wang, X., Ren, J., & Xie, Z. (2021). The nexus between digital finance and economic development: Evidence from China. *Sustainability*, 13(13), 7289. <https://doi.org/10.3390/su13137289>
- Jiang, Y., Sharif, A., Anwar, A., Cong, P. T., Lelchumanan, B., Yen, V. T., & Vinh, N. T. T. (2023). Does green growth in E-7 countries depend on economic policy uncertainty, institutional quality, and renewable energy? Evidence from quantile-based regression. *Geoscience Frontiers*, 101652. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2023.101652>
- Karamizadeh, S., Abdullah, S. M., Manaf, A. A., Zamani, M., & Hooman, A. (2013). An overview of principal component analysis. *Journal of signal and information processing*, 4(3), 173-175
- Koenker, R., & Hallock, K. F. (2001). Quantile regression. *Journal of economic perspectives*, 15(4), 143-156. <https://doi.org/10.1257/jep.15.4.143>
- Le, T. H., Chuc, A. T., & Taghizadeh-Hesary, F. (2019). Financial inclusion and its impact on financial efficiency and sustainability: Empirical evidence from Asia. *Borsa Istanbul Review*, 19(4), 310-322. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2019.07.002>
- Lenka, S.K., Sharma, R. (2020). Re-examining the effect of financial development on economic growth in India: does the measurement of financial development matter? *J.Asia Pac. Bus.* 21 (2), 124-142. <https://doi.org/10.1080/10599231.2020.1745050>
- Liu, H., Alharthi, M., Zafar, M.W., Tahir, M.S., Asghar, M.M. (2022). Understanding the role of Technology in Asian Economies: the environmental impact of remittances and economic complexity. *Eval. Rev.* 0193841X221120483. <https://doi.org/10.1177/0193841X22112048>
- Luukkanen, J., Kaivo-oja, J., Vähäkari, N., O'Mahony, T., Korkeakoski, M., Panula-Ontto, J., ... & Hogarth, N. (2019). Green economic development in Lao PDR: A sustainability window analysis of Green Growth Productivity and the Efficiency Gap. *Journal of cleaner production*, 211, 818-829. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.149>
- Maiti, M., & Kayal, P. (2017). Digitization: Its impact on economic development & trade. *Asian Economic and Financial Review*, 7(6), 541. <https://doi.org/10.18488/journal.aefr.2017.76.541.549>



- Majid, M. (2020). Renewable energy for sustainable development in India: Current status, future prospects, challenges, employment, and investment opportunities. *Energy, Sustainability and Society*, 10(1), 1–36. <https://doi.org/10.1186/s13705-019-0232-1>
- Mentsiev, A. U., Engel, M. V., Tsamaev, A. M., Abubakarov, M. V., & Yushaeva, R. S. (2020). The concept of digitalization and its impact on the modern economy. In *International Scientific Conference "Far East Con"(ISCFEC 2020)* (pp. 2960-2964). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200312.422>
- Mohammed, K. S., Magdalena, R., Alofaysan, H., et al. (2025). The Impact of Green and Energy Investments on Environmental Sustainability in China: A Technological and Financial Development Perspectives. *Environmental Modeling & Assessment*. Springer. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10666-025-10040-2>
- Mohanty, R.K., Bhanumurthy, N.R., 2019. Analyzing the dynamic relationships between physical infrastructure, financial development and economic growth in India. *Asian Econ. J.* 33 (4), 381–403. <https://doi.org/10.1111/asej.12190>
- Mottaghi, Samira; Payin Afrakati, Mehdi Rostami and Jadi Delshad, Javad. (2025). Studying the impact of financial development and development management on economic growth and environmental quality, *Journal of Green Development Management Studies*, 2(4), 199-222 (In Persian). <https://doi.org/10.22077/JGDMS.2024.7800.1157>
- Mohieldin, M., Hussein, K., Rostom, A.( 2019). On financial development and economic growth in Egypt. *Journal of Humanities and Applied Soc. Sci* Chen, H., Hongo, D.O., Ssali, M.W., Nyaranga, M.S., Nderitu, C.W., 2020. The asymmetric influence of financial development on economic growth in Kenya: evidence from NARDL. *SAGE Open* 10 (1). 2158244019894071. <https://doi.org/10.1108/JHASS-08-2019-0027>
- Moro Visconti, R., & Morea, D. (2019). Big data for the sustainability of healthcare project financing. *Sustainability*, 11(13), 3748. <https://doi.org/10.3390/su11133748>
- Moro Visconti, R., & Morea, D. (2020). Healthcare digitalization and pay-for-performance incentives in smart hospital project financing. *International journal of environmental research and public health*, 17(7), 2318. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072318>
- Mtar, K., Belazreg, W.( 2021). Causal nexus between innovation, financial development, and economic growth: The case of OECD countries. *J. Knowl. Econ.* 12 (1), 310–341. <https://doi.org/10.1007/s13132-020-00628-2>
- Nagy, S., Veresne Somosi, M.( 2022). The relationship between social innovation and digital economy and society. *Regional Statistics* 12 (2), 3–29. <https://doi.org/10.15196/RS120202.2022>.
- Ning, Y., Cherian, J., Sial, M.S., Álvarez-Otero, S., Comite, U., Zia-Ud-Din, M., 2022. Green bond as a new determinant of sustainable green financing, energy efficiency investment, and economic growth: a global perspective. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18454-7>
- Nordhaus, W. D. (2015). *The Climate Casino: Risk, Uncertainty, and Economics for a Warming World*. Yale University Press.
- Nugraheni, N. (2020). Crowdfunding-based fiduciary warrant in providing capital loans for small and medium enterprises. *Hasanuddin Law Review*, 6(3), 224-231. <https://doi.org/10.20956/halrev.v6i3.2201>
- Ozili, P. K., & Iorember, P. T. (2024). Financial stability and sustainable development. *International Journal of Finance & Economics*, 29(3), 2620-2646. <https://doi.org/10.1002/ijfe.2803>
- Phan, T. C. (2024). Impact of green investments, green economic growth and renewable energy consumption on environmental, social, and governance practices to achieve the sustainable development goals: A sectoral analysis in the ASEAN economies. *International Journal of Engineering Business Management*, 16, 18479790241231725. <https://doi.org/10.1177/18479790241231725>
- Pigou, A. C. (1920). *The Economics of Welfare*. Macmillan.
- Porter, M. E., & van der Linde, C. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9 (4), 97–118. DOI: 10.1257/jep.9.4.97
- Rajan, R. G., & Zingales, L. (1996). Financial dependence and growth (No. w5758). *National bureau of economic research*, 88(3), 559-586. <https://doi.org/10.3386/w5758>
- Rashed, A. H., & Shah, A. (2021). The role of private sector in the implementation of sustainable development goals. *Environment, Development and Sustainability*, 23(3), 2931-2948. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00718-w>
- Rouhani Rad, Shayan (2023). The impact of financial technology (FinTech) adoption on sustainable performance with the mediating role of green finance and green innovation in commercial banks in Tehran, *Journal of Green Development Management Studies*. 2(1), 112-127(In Persian). <https://doi.org/10.22077/JGMD.2023.6505.1036>
- Saud, S., Haseeb, A., Zafar, M. W., & Li, H. (2023). Articulating natural resource abundance, economic complexity, education and environmental sustainability in MENA countries: Evidence from advanced panel estimation. *Resources Policy*, 80, 103261. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103261>

- Shahbaz, M., Gyamfi, B.A., Bekun, F.V., Agozie, D.Q. (2022). Toward the fourth industrial revolution among E7 economies: assessment of the combined impact of institutional quality, bank funding, and foreign direct investment. *Evaluation Review*. 0193841X221112547. <https://doi.org/10.1177/0193841X221112547>
- Sharma, R., Kautish, P. (2020). Linkages between financial development and economic growth in the middle-income countries of South Asia: a panel data investigation *Vision* 24 (2), 140–150. <https://doi.org/10.1177/0972262920923908>
- Shibata, S. (2022). *Digitalization or flexibilization?* The changing role of technology in the political economy of Japan. *Review of International Political Economy*, 29(5), 1549-1576. <https://doi.org/10.1080/09692290.2021.1935294>
- Shibata, S. (2021). Digitalization or flexibilization? The changing role of technology in the political economy of Japan. *Rev. Int. Polit. Econ.* 1–45. <https://doi.org/10.1080/09692290.2021.1935294>
- Song, X., Zhou, Y., & Jia, W. (2019). How do economic openness and R&D investment affect green economic growth?—evidence from China. *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 405-415. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.050>
- Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press.
- Stiglitz, J. E. (2019). Addressing Climate Change through Price and Non-price Interventions. *European Economic Review*, 119, 594–612. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2019.05.007>
- Sun, Y., Li, H., Zhang, K., Kamran, H.W. (2021). Dynamic and casual association between green investment, clean energy and environmental sustainability using advance quantile ARDL framework. In: *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*. pp. 1–20. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.1997627>
- Tekin Turhan, A., Tokal, E., & Sart, G. (2023). The role of financial development and education level in achieving economic sustainability in BRICS countries. *Sustainability*, 15 (6), 5527. <https://doi.org/10.3390/su15065527>
- Tian, F., Gao, J., & Yang, K. (2016). A Quantile Regression Approach to Panel Data Analysis of Health Care Expenditure in OECD Countries, *Monash Business school*, Department of Econometrics and Business Statistics, working paper, 1-27. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2865062>
- Varian, H. R. (2014). *Intermediate Microeconomics: A Modern Approach* (9th ed.). W. W. Norton & Company.
- Vermunt, J. K., & Magidson, J. (2005). Factor analysis with categorical indicators: A comparison between traditional and latent class approaches. *New developments in categorical data analysis for the social and behavioral sciences*, 41-62. <https://doi.org/10.4324/9781410612021-4>
- Vyshnevskiy, O., Stashkevych, I., Shubna, O., & Barkova, S. (2020). Economic growth in the conditions of digitalization in the EU countries. *Studies of Applied Economics*, 38(4). <http://orcid.org/0000-0002-2375-6033>
- Wu, C.F., Huang, S.C., Chang, T., Chiou, C.C., Hsueh, H.P. (2020). The nexus of financial development and economic growth across major Asian economies: Evidence from bootstrap ARDL testing and machine learning approach. *J. Comput. Appl. Math.* 372, 112660. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2019.112660>
- Xu, Q., Lei, Y., Ge, J., Ma, X. (2017). Did investment become green in China? Evidence from a sectoral panel analysis from 2003 to 2012. *J. Clean. Prod.* 156, 500–506. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.075>
- Yousaf, Z., Radulescu, M., Nassani, A., Aldakhil, A. M., & Jianu, E. (2021). Environmental management system towards environmental performance of hotel industry: Does corporate social responsibility authenticity really matter? *Engineering Economics*, 32(5), 484–498. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.32.5.28619>
- Zhao, L., Zhang, Y., Sadiq, M., Hieu, V. M., & Ngo, T. Q. (2021). Testing green fiscal policies for green investment, innovation and green productivity amid the COVID-19 era. *Economic Change and Restructuring*. <https://doi.org/10.1007/s10644-021-09367-z>