Journal of Strategic Value Chain Management, 2 (7), Winter 2025, 103-126.

Journal of Strategic Value Chain Management

Journal homepage: https://svcm.semnan.ac.ir/

ISSN: 3092-6386

Semnan University

Modeling Sustainable Development-Based Financing for Electricity Industry Startups

Sara Gholamtoobi
MSc. Student of Accounting, Department of Accounting, To.C., Islamic Azad University, Tonekabon, Iran.
sara.gholamtoobi@iau.ir

Elham Fazeli Veisari *
Assistant Professor of Business Entrepreneurship, Department of Management and Accounting, To.C., Islamic Azad University, Tonekabon, Iran.
elhamfv@iau.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2025-10-14
Revised: 2025-10-25
Accepted: 2025-10-29

Keywords:
Energy startups;
Electricity industry;
Financing;
Renewable Energy;
Sustainable development.

EXTENDED ABSTRACT

Background and Objectives: Given the pivotal role of renewable energies in achieving sustainable development, the effective financing of startups operating in the electricity industry, which stand at the forefront of these transformations, has emerged as a critical challenge. Accordingly, this study aims to identify the key factors influencing the financing of electricity industry startups and to develop a conceptual model for analyzing the interrelationships among these factors within the framework of sustainable development.

Materials and Methods: This study is developmental–applied in nature, aiming not only to identify and analyze key financing components but also to provide a practical model for improving financing processes in the energy startup sector. Text mining using RapidMiner was conducted on 17,000 scientific articles (2015–2025), and after screening, 200 relevant articles were analyzed. Key financing components were identified and grouped into five clusters. Preliminary results were reviewed by experts and adjusted if necessary. Cluster convergence, thematic coherence, and clustering accuracy were assessed to ensure reliability. In the quantitative phase, causal relationships between clusters were analyzed using the DEMATEL technique. DEMATEL identifies influencing and influenced variables to clarify the structure of relationships. Data were collected through a structured questionnaire based on DEMATEL, completed by 10 selected experts in energy and financing via judgmental sampling. A four-point Likert scale was used for responses. Calculations were performed using Microsoft Excel. Participants provided verbal informed consent voluntarily. This research process adhered to research ethics standards.

Results: In the qualitative phase, the key components of energy startup financing were identified and categorized into five main clusters: infrastructure development, adoption of new technologies, policy and sustainability, market and business models, and innovative financial methods. The clustering results indicate that the financing of energy startups

* Corresponding author.
E-mail address: elhamfv@iau.ac.ir
https://orcid.org/0000-0003-0814-4474

is influenced by a set of interconnected factors that can be grouped into these five key dimensions. The cluster of "adoption of energy and emerging technologies" highlights the importance of investing in clean energy innovations and electric vehicles. Similarly, the "innovative financial methods" cluster emphasizes the critical role of modern investment models, green financial instruments, and risk management in financing these technologies. Moreover, the "policy and sustainability" cluster underlines that governments and international institutions significantly shape the financing landscape of energy startups through supportive policies, decarbonization regulations, and sustainable development strategies. The "market and business models" cluster points to the necessity of creating new markets, innovating business models, and focusing on distributed energy production. Finally, the "infrastructure development" cluster reveals that without enhancing and optimizing energy networks, the other clusters alone cannot ensure the sustainable growth of energy startups.

Findings from the quantitative phase demonstrate that policy and sustainability are the most influential factors in shaping the financing system of energy startups, as they directly affect regulatory frameworks, infrastructure, and business models. On the other hand, innovative financial methods and the adoption of new technologies are more dependent on macro policies, infrastructure readiness, and prevailing market conditions.

Conclusion: Mining, and the DEMATEL technique. Key findings highlight that innovative financing methods (such as venture capital, crowdfunding, and green bonds) are effective in addressing financial challenges in energy startups. The DEMATEL analysis identified government policies, financial incentives, and energy infrastructure development as critical factors influencing sustainable financing models. These insights provide valuable guidance for optimizing financing strategies to support the growth and sustainability of energy startups.

Cite this article as:

Gholamtoobi, S., & Fazeli Veisari, E. (2025). Modeling Sustainable Development-Based Financing for Electricity Industry Startups. *Journal of Strategic Value Chain Management*, *2*(7), 103-126.

DOI: https://doi.org/10.22075/svcm.2025.39396.1062

© 2024 authors retain the copyright and full publishing rights. Journal of Strategic Value Chain Management Published by **Semnan University Press**.

This is an open access article under the CC-BY-4.0 license. (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0).

مدیریت زنجیره ارزش راهبردی

https://svcm.semnan.ac.ir

ISSN: 3092-6386

مدل‌سازی تأمین مالی مبتنی بر توسعه پایدار استارتاپ‌های صنعت برق[1]

سارا غلام توبی

دانشجوی کارشناسی ارشد حسابداری، گروه حسابداری، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران.

sara.gholamtoobi@iau.ir

الهام فاضلی ویسری *

استادیار، گروه مدیریت و حسابداری، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران.

elhamfv@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۲۲-۰۷-۱۴۰۴

تاریخ بازنگری: ۰۳-۰۸-۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۰۷-۰۸-۱۴۰۴

واژه‌های کلیدی:

استارتاپ‌های انرژی؛

انرژی تجدیدپذیر؛

تأمین مالی؛

توسعه پایدار؛

صنعت برق.

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به نقش حیاتی انرژی‌های تجدیدپذیر در تحقق توسعه پایدار، تأمین مالی اثربخش استارتاپ‌های فعال در صنعت برق که در خط مقدم این تحولات قرار دارند، به یکی از چالش‌های اساسی تبدیل شده و مستلزم مدلی جامع برای تحلیل عوامل کلیدی آن است. هدف این پژوهش، شناسایی مؤلفه‌های اثرگذار در تأمین مالی استارتاپ‌های صنعت برق و ارائه مدلی مفهومی برای تحلیل روابط میان این مؤلفه‌ها با رویکرد توسعه پایدار است.

روش: پژوهش حاضر از نظر هدف، توسعه‌ای-کاربردی و از نظر ماهیت، توصیفی-تحلیلی با رویکرد آمیخته (کیفی-کمی) است. در بخش کیفی، با استفاده از روش متن‌کاوی و نرم‌افزار رپیدماینر، داده‌های حاصل از ۱۷٬۰۰۰ مقاله علمی منتشرشده در بازه زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۵ بررسی و پس از غربال‌گری، ۲۰۰ مقاله منتخب تحلیل شد. در این مرحله، مؤلفه‌های کلیدی تأمین مالی شناسایی و در قالب پنج خوشه اصلی دسته‌بندی گردیدند. داده‌های بخش کمی از طریق پرسش‌نامه ساختارمند مبتنی بر تکنیک دیمتل و با استفاده از طیف لیکرت چهار درجه‌ای گردآوری شد. این پرسش‌نامه توسط ۱۰ نفر از خبرگان حوزه انرژی و تأمین مالی، با روش نمونه‌گیری قضاوتی تکمیل گردید. روش دیمتل ابزاری تحلیلی مبتنی بر نظریه گراف است که با تفکیک مؤلفه‌ها به عوامل اثرگذار و اثرپذیر، ساختار روابط میان آن‌ها را مشخص می‌کند و درک بهتری از مسائل پیچیده ارائه می‌دهد. کلیه محاسبات با استفاده از نرم‌افزار اکسل انجام شد. مشارکت خبرگان به‌صورت داوطلبانه و با رضایت آگاهانه شفاهی صورت گرفت و این فرایند مطابق با استانداردهای اخلاق پژوهش انجام شده است.

[1] مقاله حاضر برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تنکابن است.

یافته‌ها: در بخش کیفی، مؤلفه‌های کلیدی تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی شناسایی و در قالب پنج خوشه اصلی شامل توسعه زیرساخت‌ها، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، سیاست‌گذاری و پایداری، بازار و مدل‌های کسب‌وکار، و روش‌های نوین مالی دسته‌بندی شدند. نتایج خوشه‌بندی نشان می‌دهد که تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل مرتبط قرار دارد که می‌توان آن‌ها را در این پنج بعد اصلی دسته‌بندی کرد. خوشه «بهره‌گیری از فناوری‌های نوین» بیانگر اهمیت سرمایه‌گذاری در نوآوری‌های انرژی پاک و خودروهای الکتریکی است. همچنین خوشه «روش‌های نوین تأمین مالی» نقش کلیدی مدل‌های سرمایه‌گذاری نوین، ابزارهای مالی سبز و مدیریت ریسک را در تأمین مالی این فناوری‌ها نشان می‌دهد. خوشه «سیاست‌گذاری و پایداری» بر اهمیت نقش دولت‌ها و نهادهای بین‌المللی در شکل‌دهی به مسیر تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی از طریق سیاست‌های حمایتی، قوانین کربن‌زدایی و راهبردهای توسعه پایدار تأکید دارد. خوشه «بازار و مدل‌های کسب‌وکار» بر ضرورت توسعه بازارهای جدید، نوآوری در مدل‌های کسب‌وکار و تمرکز بر تولید توزیع‌شده انرژی اشاره دارد. در نهایت، خوشه «توسعه زیرساخت‌ها» نشان می‌دهد که بدون بهبود و بهینه‌سازی شبکه‌های انرژی، سایر عوامل به‌تنهایی نمی‌توانند رشد پایدار استارتاپ‌های انرژی را تضمین کنند. یافته‌های بخش کمی نشان می‌دهد که سیاست‌گذاری و پایداری تأثیرگذارترین عوامل بر سیستم تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی هستند، چرا که چارچوب‌های قانونی، زیرساخت‌ها و مدل‌های کسب‌وکار را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در مقابل، روش‌های نوین تأمین مالی و بهره‌گیری از فناوری‌های جدید بیشتر تابع سیاست‌های کلان، زیرساخت‌های آماده و شرایط بازار هستند.

نتیجه‌گیری: یافته‌های کلیدی نشان دادند که روش‌های نوین تأمین مالی مانند سرمایه‌گذاری خطرپذیر، تأمین مالی جمعی و اوراق قرضه سبز، راهکارهای مؤثری برای رفع چالش‌های مالی استارتاپ‌های انرژی هستند. تحلیل دیمتل عوامل کلیدی تأثیرگذار بر مدل‌های تأمین مالی پایدار را شامل سیاست‌های دولتی، مشوق‌های مالی و توسعه زیرساخت‌های انرژی شناسایی کرد. این نتایج راهنمایی‌های ارزشمندی برای بهینه‌سازی استراتژی‌های تأمین مالی جهت حمایت از رشد و پایداری استارتاپ‌های انرژی ارائه می‌دهد.

استناد: غلام توبی، سارا و فاضلی ویسری، الهام. (۱٤۰٤). مدل‌سازی تأمین مالی مبتنی بر توسعه پایدار استارتاپ‌های صنعت برق. . *مجله مدیریت زنجیره ارزش راهبردی*، ۲(۷)، ۱۰۳-۱۲٦.

DOI: https://doi.org/10.22075/svcm.2025.39396.1062

ناشر: دانشگاه سمنان

۱. مقدمه

در سال‌های اخیر، روند گذار جهانی به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر و حرکت به‌سوی اقتصادهای کم‌کربن، ساختارهای سنتی تولید و مصرف انرژی را با چالش‌های اساسی روبرو کرده است. در این میان، صنعت برق به‌عنوان زیرساخت حیاتی توسعه پایدار، بیش از سایر بخش‌ها نیازمند تحول فناورانه و نوسازی مدل‌های اقتصادی خود است (بنیانی و علی‌محمدلو[1]، ۲۰۱۸). استارتاپ‌های حوزه انرژی با بهره‌گیری از نوآوری‌های فناورانه، می‌توانند نقشی کلیدی در ارتقاء بهره‌وری، کاهش آلاینده‌ها و تسریع گذار به انرژی پاک ایفا کنند (سلیمانی شیجانی و همکاران، ۱۴۰۱). با این حال، شکل‌گیری و رشد این استارتاپ‌ها در صنعت برق، نیازمند سازوکارهای تأمین مالی متناسب با ویژگی‌های فناورانه، سرمایه‌بر و بلندمدت این حوزه است، موضوعی که به یکی از چالش‌های اصلی توسعه انرژی‌های نو در سطح ملی و بین‌المللی تبدیل شده است (رنه واسکز-اُردونز[2] و همکاران، ۲۰۲۳).

با توجه به پیچیدگی‌های ویژه صنعت برق، استارتاپ‌های فعال در این حوزه با چالش‌های خاصی در تأمین مالی مواجه‌اند. صنعت برق که شامل تولید، انتقال و توزیع انرژی است، نیازمند زیرساخت‌های گسترده و فناوری‌های پیشرفته‌ای مانند شبکه‌های هوشمند، سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی و فناوری‌های دیجیتال است (بخشایش و همکاران، ۱۴۰۳). علاوه بر این، وابستگی شدید این صنعت به سیاست‌های دولتی و مقررات زیست‌محیطی، فرآیند جذب سرمایه را پیچیده‌تر کرده است. در کشورهای در حال توسعه، این چالش‌ها به دلیل محدودیت‌های مالی، زیرساختی و نوسانات سیاسی، بیش از پیش محسوس است و تأمین مالی استارتاپ‌ها در این حوزه را به یک مسئله حیاتی تبدیل می‌کند. در همین راستا، مدل‌های سنتی تأمین مالی مانند وام‌های بانکی و سرمایه‌گذاری‌های خصوصی غالباً پاسخگوی نیازهای بلندمدت و پرریسک این استارتاپ‌ها نیستند (زیولو[3] و همکاران، ۲۰۲۳). به‌علاوه، رشد فناوری‌های نوین مالی و دیجیتال، فرصت‌های جدیدی را برای تأمین مالی پدید آورده است که شامل سرمایه‌گذاری خطرپذیر، تأمین مالی جمعی دیجیتال، اوراق قرضه سبز و به‌کارگیری فناوری‌هایی نظیر بلاک‌چین و هوش مصنوعی می‌شود. بهره‌گیری از این روش‌ها ضمن کاهش ریسک‌ها و افزایش شفافیت، امکان دسترسی گسترده‌تر به سرمایه را فراهم می‌کند و به رشد پایدار استارتاپ‌های حوزه انرژی کمک می‌نماید. با این حال، نبود چارچوب‌های تحلیلی جامع برای ارزیابی همزمان این عوامل، یکی از خلأهای مهم در ادبیات تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی محسوب می‌شود (الحاربی[4] و همکاران، ۲۰۲۳؛ اسکر[5] و همکاران، ۲۰۲۳).

با وجود پیشرفت‌های قابل توجه در زمینه تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی، پژوهش‌های پیشین عمدتاً بر روش‌های سنتی متمرکز بوده‌اند و چارچوب‌های جامع و کارآمدی برای ارزیابی مدل‌های نوین مبتنی بر تحلیل داده و متن‌کاوی ارائه نشده است (کامیلری و برسیانی[6]، ۲۰۲۲). این خلأ پژوهشی باعث شده تا نیاز به مطالعاتی که با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین بتوانند الگوهای بهینه تأمین مالی را شناسایی کنند، بیش از پیش احساس شود. همچنین، بررسی تأثیر این مدل‌ها بر رشد و پایداری استارتاپ‌های انرژی، از جنبه‌های کمتر پژوهش شده این حوزه به شمار می‌آید (فلاچیتا[7] و همکاران، ۲۰۲۲). با توجه به اهمیت توسعه پایدار، استارتاپ‌های حوزه انرژی نو می‌توانند نقش کلیدی در مدیریت بهینه منابع و کاهش اثرات زیست‌محیطی داشته باشند. تأمین مالی پایدار و نوآورانه این استارتاپ‌ها نه تنها به رشد اقتصادی کمک می‌کند، بلکه می‌تواند گذار به انرژی‌های تجدیدپذیر را تسریع نماید و فرصت‌های شغلی جدید ایجاد کند (این[8] و همکاران، ۲۰۲۰؛

[1] Bonyani & Alimohammadlou
[2] René Vásquez-Ordóñez
[3] Zioło
[4] Alharbi
[5] Skare
[6] Camilleri & Bresciani
[7] Falchetta
[8] In

جیها و لیسلی[1]، ۲۰۲۰). استفاده از تحلیل‌های پیشرفته متن‌کاوی و داده‌کاوی در این زمینه می‌تواند به بهبود دقت ارزیابی ریسک و بهینه‌سازی راهبردهای سرمایه‌گذاری کمک کند (برگست[2]، ۲۰۱۵؛ ماتی[3]، ۲۰۲۲).

با وجود رشد روزافزون استارتاپ‌های فعال در حوزه انرژی، به‌ویژه در صنعت برق، چالش‌های مربوط به تأمین مالی همچنان یکی از موانع اساسی در مسیر توسعه این شرکت‌ها به‌شمار می‌آید. مدل‌های سنتی تأمین مالی به دلیل ماهیت فناورانه، بلندمدت و پرریسک این استارتاپ‌ها پاسخگوی نیازهای واقعی آن‌ها نیستند. درعین‌حال، مطالعات پیشین اغلب بر یکی از جنبه‌های این مسئله تمرکز داشته و دیدگاه یکپارچه‌ای نسبت به روابط علّی بین ابعاد کلیدی ارائه نکرده‌اند. نوآوری این پژوهش در استفاده هم‌زمان از متن‌کاوی و تحلیل دیمتل برای شناسایی و تحلیل ساختاری عوامل مؤثر بر تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی است، به‌گونه‌ای که مدلی جامع و داده‌محور شامل تعامل میان سیاست‌های حمایتی، زیرساخت‌ها و ابزارهای مالی ارائه می‌شود. هدف اصلی این پژوهش، شناسایی و تحلیل نظام‌مند مؤلفه‌ها و روابط بین آن‌ها در فرآیند تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی در صنعت برق با رویکرد توسعه پایدار است. نتایج این مطالعه می‌تواند چارچوبی عملی و راهگشا برای سیاست‌گذاران، سرمایه‌گذاران و مدیران استارتاپ‌ها در بهینه‌سازی فرآیند تأمین مالی ارائه دهد و به توسعه پایدار صنعت انرژی کمک کند.

۲. پیشینه پژوهش

۱.۲. مبانی نظری

استارتاپ‌ها به‌عنوان شرکت‌های نوپا که به دنبال ارائه راهکارهای نوآورانه برای حل مسائل بازار هستند، نقش کلیدی در رشد اقتصادی و تحولات فناوری ایفا می‌کنند. ویژگی‌های استارتاپ‌ها شامل رشد سریع، مدل‌های کسب‌وکار مقیاس‌پذیر و وابستگی زیاد به نوآوری است (ماتی، ۲۰۲۲). در حوزه انرژی، استارتاپ‌ها به دلیل نیاز به سرمایه‌گذاری‌های کلان اولیه و وابستگی به فناوری‌های پیچیده، چالش‌های منحصر به فردی را تجربه می‌کنند (غلام توبی و فاضلی ویسری، ۱۴۰۴). برخلاف سایر استارتاپ‌ها، شرکت‌های فعال در این حوزه به شدت تحت تأثیر سیاست‌های انرژی و قوانین زیست‌محیطی هستند، که این امر پیچیدگی بیشتری به فرآیند تأمین مالی آن‌ها اضافه می‌کند (زیولو و همکاران، ۲۰۲۳).

چالش‌های تأمین مالی استارتاپ‌های حوزه انرژی را می‌توان در چند محور اصلی دسته‌بندی کرد. نخست، هزینه‌های بالای تحقیق و توسعه فناوری‌های انرژی نو سبب شده است تا سرمایه‌گذاران سنتی تمایل کمی به سرمایه‌گذاری در این بخش داشته باشند (شهباز[4] و همکاران، ۲۰۲۱). دوم، ریسک فناورانه بالا و طولانی بودن دوره بازگشت سرمایه باعث می‌شود که تأمین مالی این استارتاپ‌ها با موانع جدی مواجه شود (الحاربی و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین، تغییرات مداوم در سیاست‌های دولتی و نوسانات قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر مستقیمی بر تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران دارد (فلاچیتا و همکاران، ۲۰۲۲).

مدل‌های تأمین مالی سنتی مانند وام‌های بانکی و تأمین مالی از طریق سرمایه‌گذاران شخصی به دلیل ماهیت پرریسک و نیازهای مالی بلندمدت استارتاپ‌های حوزه انرژی، ناکارآمد به نظر می‌رسند (لال و پارک[5]، ۲۰۲۰). روش‌های جایگزین شامل سرمایه‌گذاری خطرپذیر، تأمین مالی جمعی، سرمایه‌گذاری فرشته و استفاده از ابزارهای نوین مالی مانند بلاک‌چین می‌شود (اسکر و همکاران، ۲۰۲۳). با این حال، مدل‌های سنتی تأمین مالی معمولاً به دلیل سخت‌گیری‌های زیاد، دسترسی محدود به سرمایه را برای استارتاپ‌های انرژی نو دشوار می‌کنند (الحاربی و همکاران، ۲۰۲۳). در مقابل،

[1] Jha & Leslie
[2] Bergset
[3] Maiti
[4] Shahbaz
[5] Lall & Park

مدل‌های نوین مانند سرمایه‌گذاری خطرپذیر و تأمین مالی جمعی به‌عنوان گزینه‌های جایگزین مطرح شده‌اند که انعطاف‌پذیری بیشتری دارند و امکان جذب سرمایه از گروه‌های گسترده‌تری از سرمایه‌گذاران را فراهم می‌کنند (اسکر و همکاران، ۲۰۲۳). علاوه بر این، استفاده از روش‌های داده‌محور مانند تحلیل کلان‌داده‌ها و یادگیری ماشین، امکان ارزیابی دقیق‌تر ریسک‌های سرمایه‌گذاری را فراهم کرده و سرمایه‌گذاران را قادر می‌سازد تصمیمات بهینه‌تری بگیرند (کامیلری و برسیانی، ۲۰۲۲). بررسی نمونه‌های موفق در کشورهای توسعه‌یافته نشان می‌دهد که ترکیب مدل‌های تأمین مالی نوین با ابزارهای تحلیلی مبتنی بر داده، نرخ موفقیت استارتاپ‌های انرژی را به میزان قابل‌توجهی افزایش داده است (ون در هیوول و پاپ[1]، ۲۰۲۳).

از جمله دیگر ابزارهای مالی نوین، اوراق قرضه سبز هستند که با هدف تأمین مالی پروژه‌های پایدار و دوستدار محیط‌زیست منتشر شده و امکان جذب سرمایه‌گذاران علاقه‌مند به توسعه پایدار را فراهم می‌آورند (سول‌ییچ نیکولای[2] و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین، صندوق‌های سرمایه‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر با جذب سرمایه‌های خصوصی و نهادی، توسعه زیرساخت‌های انرژی پاک را تسهیل می‌کنند (سول‌ییچ نیکولای و همکاران، ۲۰۲۳). علاوه بر این، مدل‌های مشارکتی دولتی–خصوصی با ترکیب سرمایه‌گذاری دولتی و خصوصی، بستری مناسب برای تأمین مالی پروژه‌های انرژی نو فراهم می‌آورند (فینیلا دلا کروز[3] و همکاران، ۲۰۲۰).

سرمایه‌گذاری خطرپذیر به‌عنوان یکی از منابع کلیدی تأمین مالی استارتاپ‌ها شناخته می‌شود. بر اساس نظریه سرمایه‌گذاری خطرپذیر، سرمایه‌گذاران این حوزه با پذیرش سطح بالایی از ریسک، بازده بالقوه بالاتری را انتظار دارند (اسکر و همکاران، ۲۰۲۳). این نوع سرمایه‌گذاری معمولاً شامل حمایت مالی، راهبردی و مدیریتی از سوی سرمایه‌گذاران برای افزایش شانس موفقیت استارتاپ‌ها می‌شود (سیچیلو[4] و همکاران، ۲۰۲۳). در استارتاپ‌های حوزه انرژی، سرمایه‌گذاری خطرپذیر بویژه در مراحل اولیه توسعه فناوری‌های تجدیدپذیر و راهکارهای ذخیره‌سازی انرژی نقش کلیدی دارد، زیرا این فناوری‌ها اغلب نیازمند سرمایه‌گذاری‌های کلان و بازه بازگشت طولانی مدت هستند (ایل‌باهار[5] و همکاران، ۲۰۲۲).

در حوزه تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری، مفهوم ریسک و بازده همواره محوریت داشته است. نظریه‌های مالی مدرن نظیر مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای تأکید دارند که بازده مورد انتظار یک دارایی تابعی از ریسک سیستماتیک آن است (ون در هیوول و پاپ، ۲۰۲۳). در زمینه استارتاپ‌های حوزه انرژی، سطح بالای عدم قطعیت و هزینه‌های اولیه موجب می‌شود که ارزیابی دقیق ریسک و مدیریت آن اهمیت ویژه‌ای پیدا کند (پاکولسکا و پونیاتوفسکا-یاکش[6]، ۲۰۲۲). از سوی دیگر، بهره‌گیری از تحلیل‌های داده‌محور و مدل‌های هوش مصنوعی در پیش‌بینی ریسک‌های مالی استارتاپ‌ها، افق جدیدی برای کاهش عدم قطعیت‌های سرمایه‌گذاری ایجاد کرده است (هتیچ و کاچی[7]، ۲۰۲۲).

تحقق تأمین مالی پایدار برای استارتاپ‌های انرژی نیازمند تعامل مؤثر میان سرمایه‌گذاران خصوصی، مؤسسات مالی و سیاست‌گذاران است. درحالی‌که سرمایه‌گذاران به دنبال تعادل میان ریسک و بازده هستند، سیاست‌گذاران وظیفه تسهیل قوانین و توسعه زیرساخت‌های حمایتی را بر عهده دارند (ژو[8] و همکاران، ۲۰۲۲). شواهد نشان داده‌اند که سیاست‌های مالیاتی تشویقی، وام‌های کم‌بهره و صندوق‌های حمایتی دولتی می‌توانند نقش مؤثری در جذب سرمایه برای این

[1] van den Heuvel & Popp
[2] Suljić Nikolaj
[3] Pinilla-De La Cruz
[4] Cicchiello
[5] Ilbahar
[6] Pakulska & Poniatowska-Jaksch
[7] Hettich & Kachi
[8] Xu

استارتاپ‌ها ایفا کنند (شهباز و همکاران، ۲۰۲۱). در کنار این سیاست‌ها، توسعه بازارهای مالی سبز و ابزارهای نوین همچون اوراق قرضه سبز و صندوق‌های سرمایه‌گذاری پایدار نیز از جمله راهکارهای پیشنهادی در این زمینه هستند (زیولو و همکاران، ۲۰۲۳).

با رشد فناوری‌های دیجیتال و تحولات ساختاری بازارهای مالی، مدل‌های نوین تأمین مالی انرژی‌های نو از اهمیت فزاینده‌ای برخوردار شده‌اند (یوکسل[1] و همکاران، ۲۰۲۳). این رویکردها نه‌تنها امکان دسترسی گسترده‌تر به منابع مالی را برای استارتاپ‌های فعال در این حوزه فراهم می‌کنند، بلکه موجب افزایش شفافیت، کاهش هزینه‌های تراکنش و تسهیل فرآیند سرمایه‌گذاری نیز می‌شوند (هیانگفو[2] و همکاران، ۲۰۲۳).

یکی از این مدل‌ها، سرمایه‌گذاری جمعی دیجیتال است که با استفاده از پلتفرم‌های آنلاین، امکان جذب سرمایه از طیف گسترده‌ای از سرمایه‌گذاران خرد را فراهم می‌آورد (مورنو[3] و همکاران، ۲۰۲۲). مطالعات نشان داده‌اند که سرمایه‌گذاری جمعی به‌ویژه در کشورهایی که سیستم‌های مالی سنتی حمایت کافی ندارند، می‌تواند نقش مهمی در تسریع توسعه پروژه‌های انرژی‌های نو ایفا کند (هرنچیچ[4] و همکاران، ۲۰۲۳). علاوه بر این، توسعه فناوری‌های فین‌تک و هوش مصنوعی در این حوزه باعث بهبود تصمیم‌گیری‌های مالی و افزایش اطمینان سرمایه‌گذاران شده است (سیافیرا[5] و همکاران، ۲۰۲۴). همچنین، فن‌آوری‌های نوظهور مالی شامل دیجیتال‌سازی، اتوماسیون، بیومتریک، مدیریت هویت و بلاک‌چین، پردازش و جمع‌آوری اطلاعات مالی را تسهیل می‌کنند و دسترسی سریع‌تر و گسترده‌تر به منابع مالی در میان شرکت‌ها را ممکن می‌سازند (پناهی گرجی محله و همکاران، ۱۴۰۳).

فناوری بلاک‌چین و قراردادهای هوشمند نیز به‌عنوان رویکردهایی نوین در تأمین مالی انرژی‌های تجدیدپذیر مطرح هستند (آلاو و کاو[6]، ۲۰۲۲). این فناوری‌ها با حذف واسطه‌های مالی و ایجاد بستری شفاف و قابل‌اعتماد، امکان انجام تراکنش‌های مالی را بدون نیاز به نظارت متمرکز فراهم می‌کنند (فالوادیا[7] و همکاران، ۲۰۲۲). تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از بلاک‌چین در بازارهای انرژی موجب افزایش کارایی و کاهش هزینه‌های عملیاتی می‌شود (زامفیرسکو[8] و همکاران، ۲۰۱۹). قراردادهای هوشمند نیز با اجرای خودکار تعهدات مالی، به کاهش ریسک‌های تأمین مالی کمک می‌کنند (تارک و اسماعیل[9]، ۲۰۲۲).

تحلیل داده‌محور و بهره‌گیری از هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری انرژی‌های نو نیز به‌عنوان تحولی اساسی شناخته می‌شود (لی و همکاران، ۲۰۲۳). استفاده از الگوریتم‌های یادگیری ماشین و تحلیل کلان‌داده‌ها امکان ارزیابی دقیق‌تر پروژه‌های سرمایه‌گذاری را فراهم کرده و بازدهی بالقوه پروژه‌ها را پیش‌بینی می‌کند (باگچاندانی و تریودی[10]، ۲۰۲۱). همچنین، سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی توانسته‌اند تحلیل ریسک و مدیریت پرتفوی سرمایه‌گذاری را ارتقا دهند و این مسئله نقش مؤثری در جذب سرمایه‌های جدید به حوزه انرژی‌های نو داشته است (امیری و همکاران، ۱۴۰۰).

[1] Yüksel
[2] Huangfu
[3] Moreno
[4] Herenčić
[5] Syafira
[6] Alao & Cuffe
[7] Falwadiya
[8] Zamfirescu
[9] Tarek & Ismail
[10] Bhagchandani & Trivedi

۲.۲. پیشینه تجربی

در سال‌های اخیر، تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی، به‌ویژه در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های نوآورانه، توجه زیادی را به خود جلب کرده است (رنه واسکز-اُردونز و همکاران، ۲۰۲۳). این پژوهش‌ها به تحلیل راهکارهای مختلف تأمین مالی و شناسایی مدل‌های موفق در این حوزه می‌پردازند (سانگانی[1]، ۲۰۲۳). در این راستا، سرمایه‌گذاران و نهادهای مالی به‌دنبال رویکردهایی هستند که بتوانند با کاهش ریسک‌ها و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، فرآیند تأمین مالی را برای استارتاپ‌ها تسهیل کنند (ساچ و هام[2]، ۲۰۲۲). پیشینه تحقیق حاضر به بررسی مقالات و مطالعات مختلف در این زمینه پرداخته و به شناسایی چالش‌ها و فرصت‌های موجود در تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی خواهد پرداخت.

آینه همکاران (۱۴۰۳) پژوهشی با هدف شناسایی عوامل موفقیت استارتاپ‌های فناورمحور در صنعت فین‌تک ایران ارائه کردند. پژوهش با استفاده از روش داده‌بنیاد و رویکرد آمیخته انجام شده است. یافته‌ها نشان دادند که عوامل مختلفی مانند تمرکز بر نیازهای واقعی مشتری، به‌کارگیری فناوری‌های پیشرفته، حمایت حاکمیتی و ایجاد محیط کسب‌وکار مناسب از جمله عوامل موفقیت هستند. همچنین، استفاده از بازارهای سرمایه تخصصی برای جذب سرمایه‌گذاری، بالاترین اولویت را دارد. تحلیل کمی با استفاده از تکنیک AHP انجام شده است.

در مقایسه با رویکردهای کمی و مدل‌محور رایج در مطالعات تأمین مالی استارتاپ‌ها، پژوهش غلام توبی و فاضلی ویسری (۱۴۰۴) با بهره‌گیری از تحلیل کیفی مضمون، به بررسی عمیق‌تر ادبیات تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی پرداخته است. این مطالعه با تحلیل ۹۰ مقاله علمی، پنج مؤلفه کلیدی شامل منابع مالی نوین، نقش سیاست‌گذاری، شرایط بازار، نوآوری فناورانه و ساختار اکوسیستم را شناسایی کرده است. برخلاف بسیاری از مطالعات که تمرکز خود را بر مدل‌های کمی می‌گذارند، این پژوهش با رویکردی نظام‌مند، چارچوبی جامع برای درک ابعاد غیرمالی و سیاستی مؤثر بر تأمین مالی ارائه می‌دهد که می‌تواند مکملی برای مطالعات مدل‌محور، از جمله پژوهش حاضر باشد.

مخرج[3] و همکاران (۲۰۲۴) به بررسی تأمین مالی استارتاپ‌های سبز در مراحل اولیه پرداخته و انواع سرمایه‌گذاران، مدل‌های مالی موجود و چالش‌های این استارتاپ‌ها را بررسی کردند. استفاده از روش مروری سیستماتیک برای تحلیل اکوسیستم مالی سبز، نشان می‌دهد که در حال حاضر اکوسیستم‌های مالی در آمریکا و اروپا غالب هستند، ولی منابع جدیدی مانند کمک‌های مالی، سرمایه‌گذاری سهامی و سرمایه‌گذاری جمعی در حال ظهور هستند. نتایج مقاله به لزوم نوآوری در ابزارهای تأمین مالی عمومی و همکاری سیاست‌گذاران برای تسریع تجاری‌سازی نوآوری‌های پاک اشاره می‌کند.

ژو و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهشی به بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و رابطه غیرخطی آن با رشد این منابع انرژی پرداختند. نتایج نشان داد که قبل از رسیدن به سطح خاصی از سرمایه‌گذاری، رشد انرژی‌های تجدیدپذیر محدود است، اما پس از عبور از آستانه، این سرمایه‌گذاری تأثیر مثبتی بر رشد آن دارد. پیشنهاد شد که دولت چین به گسترش سرمایه‌گذاری در این حوزه ادامه دهد و بازار مالی کارآمدی را برای حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر ایجاد کند.

زیولو و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی به بررسی نحوه گنجاندن ریسک‌های ESG (محیط زیستی، اجتماعی، و حاکمیتی) در مدل‌های کسب‌وکار شرکت‌ها، به ویژه در شرکت‌های بخش انرژی، پرداختند. نتایج نشان داد که شرکت‌های بزرگ و متوسط به‌طور معمول ریسک ESG را در سیستم‌های مدیریت ریسک خود در نظر می‌گیرند، در حالی که این موضوع در شرکت‌های کوچک و استارتاپ‌ها کمتر مشاهده می‌شود. این یافته‌ها می‌توانند برای

[1] Sangani
[2] Schuh & Hamm
[3] Mukherjee

سیاست‌گذاران مفید باشند تا از حمایت‌های مالی برای تحولی به سوی پایداری در مدل‌های کسب‌وکار حمایت کنند.

اسکر و همکاران (۲۰۲۳) مدلی برای حمایت از تصمیم‌گیری صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر در تأمین مالی پروژه‌های استارتاپی توسعه دادند. نتایج نشان داد که این مدل می‌تواند به مقامات نظارتی و سرمایه‌گذاران برای بهینه‌سازی تصمیمات کمک کند. الحاربی و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر تأمین مالی سبز (اوراق قرضه سبز) بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر را در ۴۴ کشور طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۰ بررسی کردند و دریافتند که این ابزار مالی تأثیر قابل‌توجهی در کشورهایی با ظرفیت تکنولوژیکی بالا دارد.

سیچیلو و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی به بررسی ارتباط بین اقتصاد دایره‌ای، انرژی‌های تجدیدپذیر و سرمایه‌گذاری جمعی سهامی پرداختند. یافته‌ها نشان داد که شرکت‌هایی که در کشورهایی با مصرف بالای انرژی تجدیدپذیر قرار دارند، عملکرد بهتری در جذب سرمایه از پلتفرم‌های سرمایه‌گذاری جمعی دارند. این مطالعه همچنین نشان داد که تولید برق تجدیدپذیر و استفاده از زیست‌توده می‌توانند بر ارزش معاملات تأثیرگذار باشند. نتایج می‌توانند برای سیاست‌گذاران و محققان در زمینه پایداری زیست‌محیطی و موفقیت‌های تجاری مفید باشند.

کامیلری و برسیانی (۲۰۲۲) استفاده از پلتفرم‌های تأمین مالی جمعی برای کسب‌وکارهای کوچک و استارتاپ‌ها را تحلیل کردند و دریافتند که این پلتفرم‌ها فرصت‌ها و چالش‌های متعددی را برای سرمایه‌گذاران فراهم می‌کنند. فلاچیتا و همکاران (۲۰۲۲) نیز بر نقش سرمایه‌گذاری خصوصی در تأمین مالی پروژه‌های انرژی‌های غیرمتمرکز در کشورهای با درآمد پایین تأکید کردند.

تحقیقات ویت[1] و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد که مدل‌های نوآورانه کسب‌وکار مبتنی بر فناوری‌های صنعت می‌توانند به توسعه پایدار کمک کنند.

ریس[2] و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی به بررسی مدل‌های تجاری جوامع انرژی در اروپا پرداختند، با تمرکز بر تولید، مصرف و تجارت انرژی محلی. هشت مدل تجاری مختلف جوامع انرژی شناسایی شدند که در پس‌زمینه چارچوب‌های قانونی اتحادیه اروپا قرار دارند. تحقیق نشان داد که مدل‌های خودمصرفی سنتی غالب هستند، در حالی که مدل‌هایی که خدماتی مانند انعطاف‌پذیری تقاضا و تحرک الکتریکی را ارائه می‌دهند هنوز نادرند. این پژوهش بر نیاز به تحقیق بیشتر در مورد مدل‌های نوآورانه تأکید دارد.

سیمشاوزر[3] (۲۰۲۱) به مشکلات بازار برق ملی استرالیا در دوره ۲۰۱۶–۲۰۲۰ پرداخته که در آن ۱۳,۰۰۰ مگاوات انرژی تجدیدپذیر وارد بازار شد. این سرمایه‌گذاری‌ها باعث مشکلاتی مانند کاهش قدرت سیستم و محدودیت تولید شده‌اند. مقاله پیشنهاد می‌دهد که استفاده از «منطقه‌های انرژی تجدیدپذیر» برای حل این مشکلات از طریق بهینه‌سازی ظرفیت انتقال برق و تامین مالی جدید مفید باشد.

الی[4] و همکاران (۲۰۲۱) به تحلیل بیبلیومتریک پژوهش‌های علمی در زمینه تأمین مالی انرژی‌های تجدیدپذیر از سال ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۸ با استفاده از پایگاه داده وب آف ساینس[5] پرداخته است. نتایج نشان داد که بیشتر تحقیقات بر روی سیاست‌های مبتنی بر بازار در کشورهای توسعه‌یافته و تکنولوژی‌های بالغ (خورشیدی و بادی) متمرکز است. همچنین، این مطالعه بر اهمیت سرمایه‌گذاری خصوصی در این حوزه تأکید کرده و نیاز به تحقیقات بیشتر در این زمینه را مطرح می‌کند.

[1] Wit
[2] Reis
[3] Simshauser
[4] Elie
[5] Web of Science

اسکندروا[1] و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی توسعه تأمین مالی و یارانه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر در سه کشور اروپایی مبتنی بر سوخت فسیلی یعنی لهستان، هلند و بریتانیا پرداختند. این پژوهش مکانیزم‌های مالی مختلفی مانند کمک‌های مالی، سرمایه‌گذاری اجتماعی و تأمین مالی جمعی را بررسی کرده و بر نقش آن‌ها در زیرساخت‌های انرژی پایدار تأکید دارد. تغییرات الگوهای تأمین مالی، تغییرات در مسئولیت‌ها و تنش‌ها در میان گروه‌های ذینفع مورد تحلیل قرار گرفته و در نهایت به آینده نوسازی و سیاست‌های انرژی تجدیدپذیر پرداخته شده است.

بررسی منابع علمی مرتبط با تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی نشان‌دهنده روند رو به رشد توجه به نوآوری‌های مالی و نقش سیاست‌های حمایتی در این حوزه است. پژوهش‌ها چالش‌ها و فرصت‌های متعددی را در مسیر تأمین مالی این استارتاپ‌ها شناسایی کرده‌اند و بر لزوم توسعه ابزارهای مالی نوین و همکاری بین سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران تأکید دارند. با وجود پیشرفت‌ها، هنوز کمبود مطالعاتی در زمینه مدل‌های کارآمد تأمین مالی مخصوص استارتاپ‌های انرژی در کشور ما مشاهده می‌شود که ضرورت تحقیقات عمیق‌تر در این حوزه را برجسته می‌سازد. این شکاف پژوهشی، زمینه‌ساز انجام تحقیق حاضر و ارائه راهکارهای نوآورانه برای بهبود روند تأمین مالی در این بخش است.

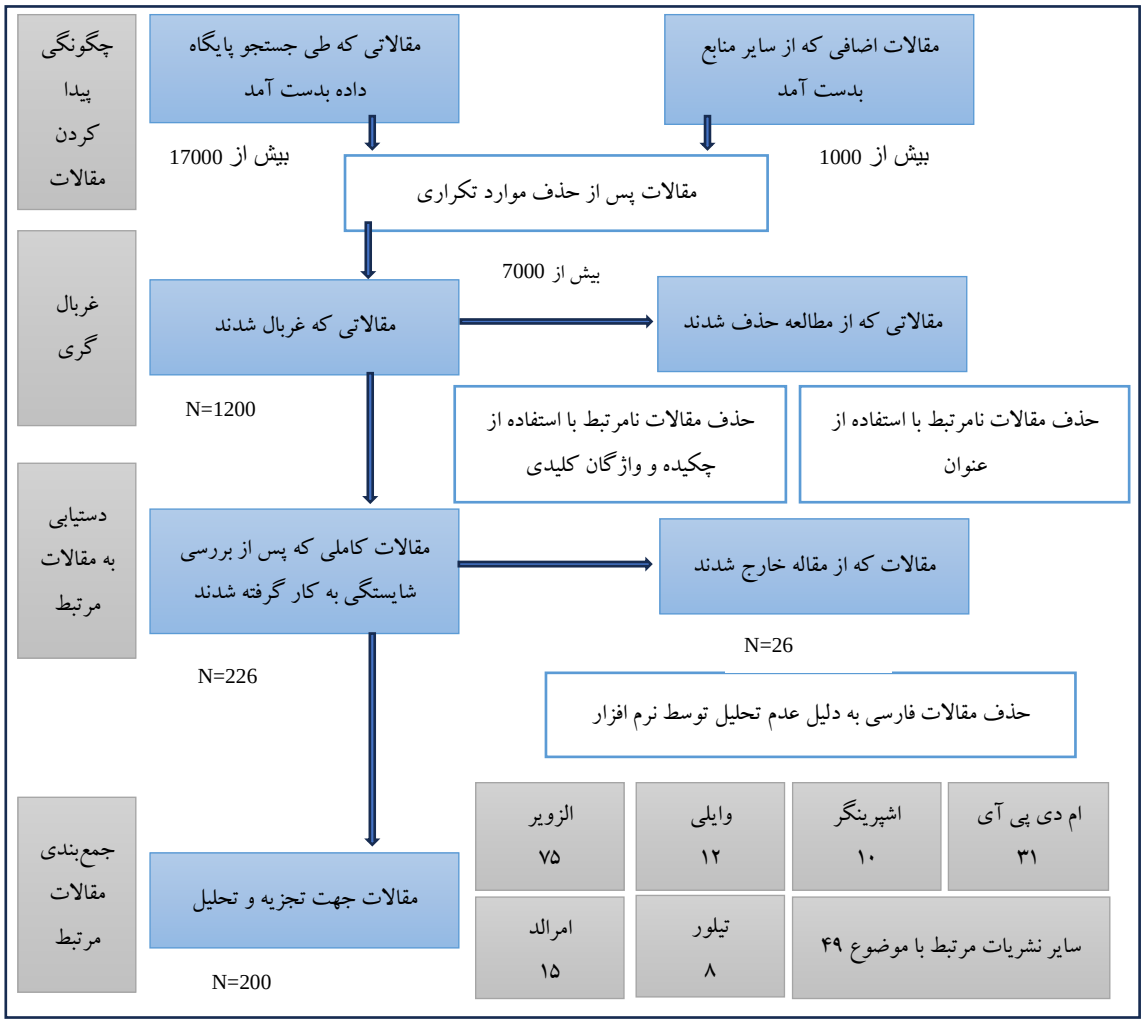
۳. روش

پژوهش حاضر از نظر هدف، توسعه‌ای–کاربردی است؛ زیرا علاوه بر تبیین روابط بین متغیرها، به ارائه مدل و راهکارهایی برای بهبود فرآیند تأمین مالی در صنعت برق نیز می‌پردازد. این پژوهش به روش ترکیبی انجام شده است و شامل دو بخش کیفی و کمی می‌باشد. در بخش کیفی، از روش متن‌کاوی برای شناسایی و دسته‌بندی داده‌های مرتبط با تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی استفاده شده و در بخش کمی، یافته‌های استخراج‌شده از مرحله کیفی با استفاده از روش دیمتل مورد تحلیل و آزمون قرار گرفتند. در ادامه مراحل انجام پژوهش به تفصیل تشریح می‌شود.

الف- مرحله کیفی: متن‌کاوی

در این مرحله، از روش متن‌کاوی برای شناسایی و استخراج الگوهای کلیدی در حوزه تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی استفاده شده است. این روش به پژوهشگران امکان می‌دهد تا حجم وسیعی از داده‌های متنی را تحلیل کرده و روابط پنهان میان مفاهیم را آشکار کنند. متن‌کاوی که به‌عنوان یکی از روش‌های استاندارد در مرورهای نظام‌مند شناخته می‌شود، بستر لازم را برای انجام تحلیلی دقیق و ساختاریافته فراهم می‌کند (اسایوا و آلداروا[2]، ۲۰۲۱). در این راستا، از منابع علمی معتبر مرتبط با موضوع پژوهش بهره گرفته شده و چارچوب مفهومی و مراحل اجرایی فرآیند متن‌کاوی در ادامه به تفصیل ارائه خواهد شد. شکل ۱ روش‌شناسی مرور نظام‌مند پژوهش را نمایش می‌دهد. تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار رپیدماینر انجام شده است.

[1] Iskandarova
[2] Isaeva & Aldarova



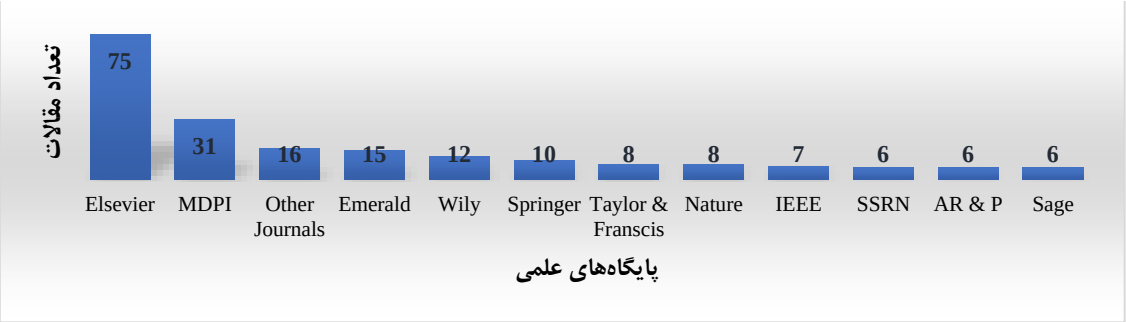
شکل ۱. روش‌شناسی برای مرور نظام‌مند مبانی نظری (منبع: نگارنده)

فرآیند تحلیل شامل مراحل زیر است:

۱. **گردآوری داده‌های متنی:** داده‌های موردنیاز از پایگاه‌های علمی معتبر مانند الزویر[1]، اسپرینگر[2]، وایلی[3]، امرالد[4]، تیلور و فرانسیس[5]، ساینس دایرکت[6] و سایر منابع تخصصی مرتبط در بازه زمانی ۲۰۱۵ الی ۲۰۲۵ جمع‌آوری شد. در مجموع، بیش از ۱۷۰۰۰ مقاله علمی مرتبط با تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی مورد بررسی اولیه قرار گرفتند.

۲. **پالایش و غربالگری مقالات:** مقالاتی که ارتباط مستقیم با موضوع تحقیق نداشتند یا اطلاعات کافی ارائه نمی‌دادند حذف شدند و تعداد مقالات به ۱۲۰۰ مورد کاهش یافت. معیارهای غربالگری شامل ارتباط مستقیم با تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی، ارائه داده‌های کافی برای تحلیل، استفاده از روش‌های معتبر پژوهشی، انتشار در مجلات علمی معتبر بوده است. پس از این مرحله، متن کامل مقالات منتخب مورد بررسی دقیق قرار گرفت و در نهایت ۲۰۰ مقاله برای تحلیل متن‌کاوی انتخاب شد. شکل ۲ تعداد مقالات استخراج‌شده از هر پایگاه علمی را نشان می‌دهد.

[1] Elsevier
[2] Springer
[3] Wiley
[4] Emerald
[5] Taylor & Francis
[6] ScienceDirect



شکل ۲. تعداد مقالات مرتبط با موضوع پژوهش (منبع: نگارنده)

۳. **پیش‌پردازش داده‌ها:** داده‌های متنی استخراج‌شده از مقالات، پیش از تحلیل، تحت فرآیند پیش‌پردازش قرار گرفتند که شامل نرمال‌سازی متون، حذف نویزهای متنی، حذف توقف‌واژه‌ها، کوچک‌نویسی، حذف علائم نگارشی و ریشه‌یابی واژگان بود. این اقدامات به استانداردسازی و یکدست‌سازی داده‌ها کمک کرده و دقت تحلیل‌های بعدی را افزایش داد (کاتوریا[1] و همکاران، ۲۰۲۱).

٤. **تبدیل داده‌های متنی به بردار عددی:** پس از پیش‌پردازش، داده‌های متنی با استفاده از روش TF-IDF به بردارهای عددی تبدیل شدند. این مرحله با هدف سنجش اهمیت نسبی واژگان در مجموعه مقالات انجام شد و زیرساخت لازم برای تحلیل‌های عددی فراهم گردید (فن و کویین[2]، ۲۰۱۸).

٥. **تحلیل محتوا و خوشه‌بندی مفاهیم:** به‌منظور شناسایی موضوعات کلیدی، روش‌های پردازش زبان طبیعی و الگوریتم خوشه‌بندی K-means برای گروه‌بندی مفاهیم مرتبط با تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی به کار گرفته شد (پروبیرز[3] و همکاران، ۲۰۲۲). انتخاب این الگوریتم به دلیل قابلیت بالای آن‌ها در شناسایی الگوهای پنهان در متون و خوشه‌بندی داده‌های غیرساختاریافته بوده است. در این مرحله، کلمات کلیدی و عبارات پرتکرار شناسایی شده و ارتباطات میان آن‌ها تحلیل گردید. این فرآیند به استخراج عوامل کلیدی در تأمین مالی این استارتاپ‌ها کمک کرد (آرورا[4] و همکاران، ۲۰۱۶).

٦. **اعتبارسنجی نتایج:** به‌منظور افزایش اعتبار پژوهش، نتایج اولیه توسط خبرگان حوزه تأمین مالی انرژی بررسی شد و در صورت لزوم اصلاحاتی در خوشه‌بندی داده‌ها اعمال گردید. همچنین، معیارهایی مانند همگرایی خوشه‌ها، انسجام موضوعی و صحت خوشه‌بندی برای ارزیابی کیفیت نتایج مورد استفاده قرار گرفتند.

نتایج این مرحله، خوشه‌بندی مفاهیم مرتبط با تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی بود که پایه و مبنای طراحی مدل تحقیق قرار گرفت.

ب- مرحله کمی: تحلیل داده‌ها

روش دیمتل ابزاری تحلیلی مبتنی بر نظریه گراف است که با تفکیک متغیرها به مؤلفه‌های اثرگذار و اثرپذیر، ساختار روابط میان آن‌ها را مشخص می‌کند و درک بهتری از مسائل پیچیده ارائه می‌دهد (ابراهیمی[5]، ۲۰۲۳). این روش به دلیل اثربخشی آن در شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های توسعه پایدار در مطالعات پیشین نظیر بخشی‌زاده برج و همکاران (۱۴۰۳) انتخاب شد و می‌تواند در مدل‌سازی تأمین مالی استارتاپ‌های صنعت برق نیز به کار گرفته شود. داده‌های بخش کمی این پژوهش از طریق پرسش‌نامه ساختارمند مبتنی بر تکنیک دیمتل گردآوری شد و توسط ۱۰ نفر از خبرگان حوزه انرژی و تأمین مالی

[1] Kathuria
[2] Fan & Qin
[3] Probierz
[4] Arora
[5] EbrahİMİ

و با روش نمونه‌گیری قضاوتی تکمیل گردید. خبرگان شامل ۷ مرد و ۳ زن با میانگین ۱۲ سال سابقه مدیریتی و پژوهشی در صنعت انرژی و استارتاپ‌ها و تحصیلات کارشناسی ارشد یا دکتری در رشته‌های مهندسی یا مدیریت بودند و سابقه فعالیت در حوزه‌هایی مانند سرمایه‌گذاری در انرژی، تأمین مالی استارتاپ‌ها، سیاست‌گذاری اقتصادی و تحلیل ساختاری داشتند. انتخاب آن‌ها با هدف بهره‌گیری از دیدگاه‌های تخصصی برای اجرای روش دیمتل و ارائه مدل نهایی پژوهش انجام شد. هدف این ابزار، بررسی روابط علّی میان شاخص‌های استخراج‌شده از مرحله کیفی و سنجش میزان اثرگذاری و اثرپذیری آن‌ها بود. کلیه محاسبات نیز با استفاده از نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۱۹ انجام شد.

لذا در کل پنج مرحله زیر را می‌توان برای انجام تکنیک دیمتل مورداستفاده قرارداد:

۱. **تشکیل ماتریس تأثیر مستقیم (aij):** گروه ارزیاب با استفاده از اعداد ۰ تا ۴ که به ترتیب نشان‌دهنده بدون تأثیر، تأثیر بسیار کم، تأثیر کم، تأثیر متوسط، تأثیر بالا و تأثیر بسیار بالا است میزان تأثیر مؤلفه (i) بر مؤلفه (j) را تعیین کردند. از این رو بدلیل استفاده از دیدگاه چند نفر، از میانگین ساده نظرات خبرگان استفاده شد. در این پژوهش، مشارکت خبرگان به‌صورت داوطلبانه و با رضایت آگاهانه انجام شد. رضایت مشارکت‌کنندگان به‌صورت شفاهی و پس از توضیح کامل اهداف پژوهش اخذ گردید.

۲. **نرمال کردن ماتریس تأثیر مستقیم:** به‌منظور یکسان‌سازی مقادیر، ماتریس مقایسات زوجی نرمال‌سازی شده و مقادیر آن در بازه استاندارد قرار گرفت.

۳. **محاسبه ماتریس ارتباط کامل (T):** ماتریس ارتباط کامل از طریق رابطه (۱) محاسبه شد، که در آن M ماتریس ارتباط مستقیم، I ماتریس همانی و T نشان‌دهنده تأثیرات کلی (مستقیم و غیرمستقیم) میان متغیرهاست.

رابطه ۱) $$T=\frac{1}{I-M}\times M$$

۴. **محاسبه شاخص‌های اثرگذاری و اثرپذیری (D) و (R):** با محاسبه مجموع سطرها و ستون‌های ماتریس ارتباط کامل از طریق روابط (۲) و (۳)، میزان اثرگذاری (D) و اثرپذیری (R) برای هر شاخص به‌دست آمد. $D > R$ شاخص اثرگذار و $D < R$ شاخص اثرپذیر است.

رابطه ۲) $$R=[r_i]_{n\times 1}=\left[\sum_{j=1}^{n} t_{ij}\right]_{n\times 1}$$

رابطه ۳) $$D=[D_i]_{n\times 1}=\left[\sum_{i=1}^{n} t_{ij}\right]_{n\times 1}$$

۵. **تعیین نقشه روابط شبکه (NRM):** با تعیین مقدار آستانه[1]، روابط کم‌اهمیت حذف شده و تنها ارتباطات معنی‌دار میان شاخص‌ها در نقشه روابط شبکه (NRM) نمایش داده شد. برای محاسبه مقدار آستانه روابط کافی است تا میانگین مقادیر ماتریس T محاسبه شود. بعد از آنکه شدت آستانه تعیین شد، تمامی مقادیر ماتریس T که کوچکتر از آستانه باشد صفر شده یعنی آن رابطه علی در نظر گرفته نمی‌شود.

۴. یافته‌ها

الف- تحلیل کلمات کلیدی و خوشه‌بندی موضوعات به روش متن‌کاوی

در این پژوهش، مجموعه‌ای از مقالات علمی مرتبط از پایگاه‌های داده معتبر تحلیل شد. نتایج نشان داد که مفاهیمی نظیر تأمین مالی، سرمایه‌گذاری، انرژی‌های تجدیدپذیر، سیاست‌گذاری انرژی، شبکه هوشمند، اقتصاد انرژی، و مدل‌های

[1] Threshold

کسب‌وکار نوآورانه بیشترین تکرار را داشته‌اند. با بهره‌گیری از روش خوشه‌بندی K-means، مفاهیم استخراج‌شده در پنج بُعد اصلی دسته‌بندی شدند؛ که در شکل ۳ نشان داده شده است.

شکل ۳. خوشه‌بندی موضوعات و شاخص‌های کلیدی (منبع: نگارنده)

نتایج خوشه‌بندی نشان می‌دهد که حوزه تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی تحت تأثیر مجموعه‌ای از عوامل مرتبط قرار دارد که می‌توان آن‌ها را در پنج بعد اصلی دسته‌بندی کرد. خوشه «استفاده از انرژی و فناوری‌های نوین» بیشترین ارتباط را با پیشرفت‌های تکنولوژیک و بهره‌گیری از نوآوری‌های انرژی دارد و بیانگر اهمیت سرمایه‌گذاری در فناوری‌های انرژی پاک و خودروهای الکتریکی است. در همین راستا، خوشه «بهره‌گیری از روش‌های نوین تأمین مالی» نشان می‌دهد که مدل‌های سرمایه‌گذاری نوین، ابزارهای مالی سبز و مدیریت ریسک، نقش کلیدی در تأمین مالی این فناوری‌ها دارند.

علاوه بر این، خوشه «سیاست‌گذاری و پایداری» تأکید دارد که دولت‌ها و نهادهای بین‌المللی از طریق سیاست‌های حمایتی، قوانین کربن‌زدایی و توسعه پایدار، تأثیر مستقیمی بر مسیر تأمین مالی و رشد استارتاپ‌های انرژی دارند. از سوی دیگر، خوشه «بازار و مدل‌های کسب‌وکار» بر نیاز به توسعه بازارهای جدید، نوآوری در مدل‌های کسب‌وکار و تمرکز بر تولید توزیع‌شده انرژی اشاره دارد. در نهایت، خوشه «توجه به زیرساخت‌ها و توسعه آن‌ها» نشان می‌دهد که بدون توسعه شبکه‌های انرژی و بهینه‌سازی زیرساخت‌های موجود، سایر عوامل به‌تنهایی نمی‌توانند تأثیر پایداری بر رشد استارتاپ‌های انرژی داشته باشند.

تحلیل روند سالانه

جدول ۱ بررسی تغییرات مفاهیم پرتکرار طی سال‌های اخیر را نشان می‌دهد.

جدول ۱. روند تغییرات مفاهیم در سال‌های مختلف (۲۰۲۰-۲۰۲۴)

سال	مفاهیم پرتکرار
۲۰۲۰	سیاست‌گذاری انرژی، سرمایه‌گذاری خطرپذیر، مشوق‌های مالی، کربن‌زدایی
۲۰۲۱	شبکه هوشمند، انرژی‌های تجدیدپذیر، وسایل نقلیه الکتریکی، انرژی پاک
۲۰۲۲	اقتصاد انرژی، توزیع انرژی، بازار جهانی انرژی، مدل‌های نوآورانه تأمین مالی
۲۰۲۳	توسعه پایدار، تأمین مالی جمعی، عدالت انرژی، کربن خنثی
۲۰۲۴	سرمایه‌گذاری سبز، انرژی هوشمند، مدل‌های کسب‌وکار نوآورانه، ذخیره‌سازی انرژی

در سال‌های اولیه (۲۰۲۰-۲۰۲۱)، سیاست‌های انرژی و سرمایه‌گذاری خطرپذیر در اولویت بودند که ناشی از تغییرات جهانی در قوانین کاهش کربن و حمایت‌های دولت‌ها از پروژه‌های سبز بود. با گذشت زمان (۲۰۲۲)، تمرکز روی

بهینه‌سازی بازارهای انرژی و توزیع هوشمند آن افزایش یافت که نشان‌دهنده حرکت از سیاست‌های کلان‌محور به سمت کاربردهای عملی‌تر فناوری‌های انرژی است. در ادامه این روند، در سال ۲۰۲۳ توجه به تأمین مالی جمعی و عدالت انرژی افزایش یافت که می‌تواند نشان‌دهنده تغییر رویکرد سرمایه‌گذاری از روش‌های سنتی به روش‌های نوین تأمین مالی باشد. این تغییرات در سال ۲۰۲۴ به اوج خود رسید، به‌طوری‌که مدل‌های کسب‌وکار نوآورانه و سرمایه‌گذاری سبز، به عنوان مهم‌ترین رویکردهای تأمین مالی در صنعت انرژی مطرح شدند.

ب- تحلیل روابط میان مؤلفه‌ها با روش دیمتل

برای بررسی شدت تأثیر متغیرها بر یکدیگر، ماتریس ارتباط مستقیم محاسبه شد که نشان‌دهنده تأثیرات مستقیم هر متغیر بر سایرین است. نظرات چند کارشناس با میانگین‌گیری حسابی ساده ترکیب شده و ماتریس ارتباط مستقیم M را تشکیل داده‌اند. ماتریس ارتباط مستقیم ابعاد در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. ماتریس ارتباط مستقیم (M) ابعاد

ابعاد	نماد	C1	C2	C3	C4	C5
استفاده از انرژی و فناوری‌های نوین	C1	۰	۲/۵	۲/۳	۲/۹	۲/۵
بهره‌گیری از روش‌های نوین تأمین مالی و سرمایه‌گذاری	C2	۲/۵	۰	۲/۶	۲/۲	۲/۵
سیاست‌گذاری و پایداری	C3	۳	۲/۴	۰	۲/۶	۲/۳
توجه به بازار و مدل‌های کسب‌وکار	C4	۲/۹	۲/۶	۲	۰	۲/۶
توجه به زیرساخت‌ها و توسعه آنها	C5	۲/۶	۳/۲	۲/۴	۲/۲	۰

ماتریس نرمال‌شده جهت مقایسه تأثیرات در جدول ۳ نمایش داده شده است.

جدول ۳. ماتریس نرمال شده(N) ابعاد

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	۰/۰۰۰	۰/۲۲۷	۰/۲۰۹	۰/۲۶۴	۰/۲۲۷
C2	۰/۲۲۷	۰/۰۰۰	۰/۲۳۶	۰/۲۰۰	۰/۲۲۷
C3	۰/۲۷۳	۰/۲۱۸	۰/۰۰۰	۰/۲۳۶	۰/۲۰۹
C4	۰/۲۶۴	۰/۲۳۶	۰/۱۸۲	۰/۰۰۰	۰/۲۳۶
C5	۰/۲۳۶	۰/۲۹۱	۰/۲۱۸	۰/۲۰۰	۰/۰۰۰

در ادامه، برای نمایش تأثیرات کلی میان متغیرها، ماتریس ارتباط کامل محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ٤. ماتریس ارتباط کامل (T) ابعاد

T	C1	C2	C3	C4	C5
C1	۲/۴۰۷	۲/۵۴۴	۲/۲۷۹	۲/۴۲۶	۲/۴۰۳
C2	۲/۵۱۷	۲/۲۸۵	۲/۲۳۲	۲/۳۱۵	۲/۳۳۲
C3	۲/۶۴۳	۲/۵۵۷	۲/۱۲۴	۲/۴۲۸	۲/۴۰۹
C4	۲/۵۹۶	۲/۵۳۲	۲/۲۴۵	۲/۱۹۹	۲/۳۹۱
C5	۰/۶۳۳	۲/۶۲۱	۲/۳۱۹	۲/۴۱۷	۲/۲۵۰

برای ترسیم نقشه روابط شبکه (NRM)، مقدار آستانه بر اساس میانگین مقادیر ماتریس T تعیین می‌شود تا روابط ضعیف حذف و فقط ارتباطات معنادار نمایش داده شوند. در این پژوهش، مقدار آستانه ۲/۴۴ محاسبه شد و تنها روابط قوی‌تر از این مقدار در نقشه نهایی لحاظ گردیدند. الگوی نهایی روابط معنادار در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵. الگوی روابط معنادار ابعاد

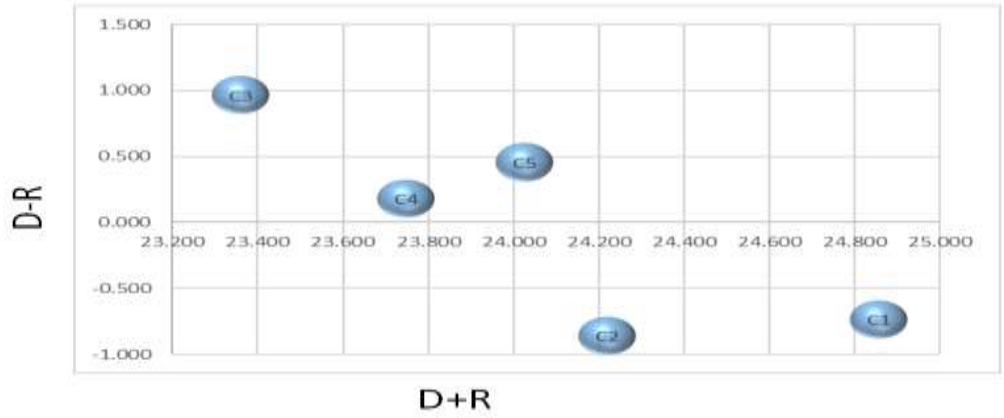
T	C1	C2	C3	C4	C5
C1	۲/۴۰۷۴۷۵۵	۲/۵۴۴۲۲۸۵	*	۲/۴۲۶۴۶۳۱	*
C2	۲/۵۱۶۷۷۲۷	*	*	*	*
C3	۲/۶۴۲۶۶۶۹	۲/۵۵۶۹۲۲۴	*	۲/۴۲۸۲۶۲۱	۲/۴۰۸۸۷۷
C4	۲/۵۹۶۱۲۳۹	۲/۵۳۱۵۲۹۹	*	*	*
C5	۲/۶۳۳۳۶۲	۲/۶۲۱۰۶۲۹	*	۲/۴۱۶۵۳۸۷	*

با توجه به الگوی روابط می‌توان نمودار علی را ترسیم کرد:

جدول ٦. الگوی روابط علی ابعاد

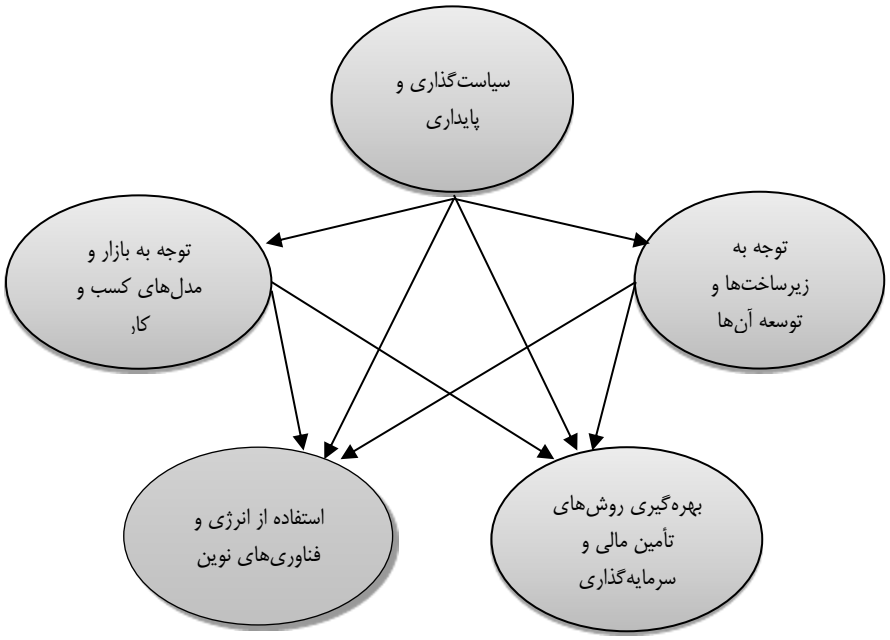
بعد	نماد	D	R	D+R	D-R
استفاده از انرژی و فناوری‌های نوین	C1	۱۲/۰۶۰	۱۲/۷۹۶	۲۴/۸۵۷	-۰/۷۳۶
بهره‌گیری از روش‌های نوین تأمین مالی و سرمایه‌گذاری	C2	۱۱/۶۸۰	۱۲/۵۳۸	۲۴/۲۱۹	-۰/۸۵۸
سیاست‌گذاری و پایداری	C3	۱۲/۲۶۱	۱۱/۱۹۹	۲۳/۳۵۹	۰/۹۶۲
توجه به بازار و مدل‌های کسب‌وکار	C4	۱۱/۹۶۳	۱۱/۷۸۵	۲۳/۷۴۸	۰/۱۷۷
توجه به زیرساخت‌ها و توسعه آنها	C5	۱۲/۲۴۰	۱۱/۷۸۵	۲۴/۰۲۵	۰/۴۵۵

در جدول ۶ جمع عناصر هر سطر (D) نشانگر میزان تاثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سیستم است. براین اساس سیاست‌گذاری تاثیر گذارترین بعد است؛ همچنین جمع عناصر ستون (R) برای هر عامل نشانگر میزان تاثیرپذیری آن عامل از سایر عامل های سیستم است. براین اساس استفاده از انرژی و فناوری‌های نوین تاثیر پذیرترین بعد است. بردار افقی (D + R)، میزان تاثیر و تاثر عامل مورد نظر در سیستم است. به عبارت دیگر هرچه مقدار (D + R) عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سیستم دارد. بردار عمودی (D - R)، قدرت تاثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. بطور کلی اگر (D - R) مثبت باشد، متغیر یک متغیر علی محسوب می‌شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود. این نتایج در شکل ۴ به تصویر کشیده شده است.



شکل ٤. نمودار اولویت بر اساس اثر پذیری/اثرگذاری خالص ابعاد (منبع: نگارنده)

بر اساس شکل ۴، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که سیاست‌گذاری و پایداری مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر سیستم تأمین مالی استارت‌آپ‌های حوزه انرژی هستند، زیرا بر چارچوب‌های قانونی، زیرساخت‌ها و مدل‌های کسب‌وکار تأثیر می‌گذارند. از سوی دیگر، روش‌های نوین تأمین مالی و سرمایه‌گذاری، همراه با استفاده از فناوری‌های جدید، بیشتر تحت تأثیر سیاست‌های کلان، زیرساخت‌ها و شرایط بازار قرار دارند. جهت درک بهتر این روابط، نقشه روابط دیمتل (NRM) در شکل ۵ ارائه شده است.



شکل ۵. نقشه روابط دیمتل (منبع: نگارنده)

۵. بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش به بررسی مدل‌های تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی در صنعت برق با استفاده از روش‌های تحلیل داده، متن‌کاوی و تکنیک دیمتل پرداخت. تحلیل متن‌کاوی مقالات علمی مرتبط نشان داد که مفاهیم کلیدی مرتبط با تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی در صنعت برق شامل سرمایه‌گذاری خطرپذیر، نوآوری انرژی، مدل کسب‌وکار پایدار و مقررات مالی انرژی هستند. خوشه‌بندی کلمات کلیدی نشان داد که موضوعات مرتبط با تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی در پنج بعد اصلی قابل طبقه‌بندی هستند: تأمین مالی و سرمایه‌گذاری، انرژی و فناوری، سیاست‌گذاری و پایداری، بازار و مدل‌های کسب‌وکار، و زیرساخت و توسعه، شکل ۶ مولفه ها را به نمایش می گذارد.

شکل ٦. ابعاد تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی در صنعت برق

نتایج پژوهش حاضر با هدف تحلیل مدل تأمین مالی استارتاپ‌های صنعت برق با رویکرد توسعه پایدار، به شناسایی پنج عامل کلیدی تأثیرگذار بر این فرآیند پرداخت: سیاست‌گذاری و پایداری، زیرساخت و توسعه، فناوری‌های نوین انرژی، بازار و مدل‌های کسب‌وکار، و تأمین مالی و سرمایه‌گذاری. یافته‌ها نشان دادند که این مؤلفه‌ها در قالب یک ساختار علی و معلولی به یکدیگر وابسته‌اند و هرگونه تغییر در یکی از آن‌ها می‌تواند سایر عوامل را نیز تحت تأثیر قرار دهد.

بر اساس تحلیل‌های انجام‌شده، سیاست‌گذاری و پایداری به‌عنوان مؤثرترین عامل شناسایی شد. سیاست‌های حمایتی شفاف، پایدار و هدفمند می‌توانند ریسک سرمایه‌گذاری را کاهش داده و جذابیت ورود به بازار انرژی‌های نو را برای سرمایه‌گذاران افزایش دهند. در مقابل، سیاست‌های ناپایدار و متناقض، مانعی جدی برای تأمین مالی اثربخش خواهند بود.

زیرساخت و توسعه نیز از طریق کاهش ریسک عملیاتی و بهبود بهره‌وری، نقش مکملی در ایجاد شرایط مساعد برای جذب سرمایه ایفا می‌کند. کشورهایی که از زیرساخت‌های پیشرفته انرژی بهره‌مند هستند، توانسته‌اند فضای سرمایه‌گذاری بهتری برای استارتاپ‌های انرژی فراهم کنند.

در ادامه، فناوری‌های نوین انرژی همچون هوش مصنوعی، بلاک‌چین و سیستم‌های مدیریت هوشمند انرژی، هم در ارتقای کارایی و هم در تسهیل فرآیند تأمین مالی مؤثر واقع شده‌اند. این فناوری‌ها ضمن بهبود بازدهی پروژه‌ها، به افزایش شفافیت و اعتماد سرمایه‌گذاران نیز کمک می‌کنند.

یافته‌ها همچنین بر اهمیت مدل‌های کسب‌وکار نوین تأکید دارند؛ چراکه مدل‌های سنتی دیگر پاسخگوی نیازهای فعلی صنعت انرژی نیستند. در این میان، بهره‌گیری از خدمات انرژی، پلتفرم‌های دیجیتال و مدل‌های مشارکتی می‌تواند راهگشا باشد.

در نهایت، پژوهش نشان داد که تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی نیازمند رویکردی ترکیبی و چندمنبعی است. ابزارهایی مانند سرمایه‌گذاری خطرپذیر، اوراق قرضه سبز و تأمین مالی جمعی، در کنار تعامل مؤثر میان دولت، بازار و بخش خصوصی، می‌توانند چارچوبی کارآمد برای توسعه پایدار استارتاپ‌های انرژی فراهم سازند.

مقایسه یافته‌های این پژوهش با مطالعات پیشین نشان می‌دهد که برخی از نتایج با تحقیقات قبلی همخوانی داشته و برخی دیگر نوآوری‌هایی را ارائه کرده‌اند. پژوهش‌هایی مرتبط با مدل‌های نوین تأمین مالی که می‌توان به مطالعات مخرج و همکاران (۲۰۲۴) و اسکر و همکارن (۲۰۲۳) اشاره کرد، نشان دادند که روش‌های جدیدی مانند سرمایه‌گذاری جمعی و اوراق قرضه سبز در حال گسترش هستند. یافته‌های پژوهش حاضر نیز این نتیجه را تأیید می‌کند، اما تفاوت اصلی در این است که پژوهش کنونی با استفاده از تحلیل متن‌کاوی، عوامل تأثیرگذار بر این مدل‌ها را با جزئیات بیشتری استخراج کرده است. در اتباط با تحقیقات مرتبط با سیاست‌های دولتی و حمایت‌های مالی، پژوهش‌هایی مانند ژو و همکاران (۲۰۲۴) و الحاربی و همکاران بر نقش سیاست‌های حمایتی دولت و سرمایه‌گذاری عمومی در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر تأکید کرده‌اند. یافته‌های پژوهش حاضر نیز این نتیجه را تقویت می‌کند و نشان می‌دهد که سیاست‌های حمایتی بیشترین تأثیر را در ساختار تأمین مالی دارند. تفاوت اصلی پژوهش حاضر در این است که با استفاده از دیمتل، اثرگذاری این متغیر بر سایر شاخص‌ها به‌طور دقیق‌تری سنجیده شده است. پژوهش‌های مرتبط با ریسک‌های مالی و بازارهای سرمایه مانند زیولو و همکاران (۲۰۲۳) و سیکیلو و همکاران (۲۰۲۳) به چالش‌های ناشی از ریسک‌های ESG و بازارهای سرمایه برای استارتاپ‌های انرژی پرداخته‌اند. پژوهش حاضر نیز این موارد را تأیید می‌کند اما علاوه بر آن، نشان داده که توسعه زیرساخت‌های انرژی می‌تواند به کاهش این ریسک‌ها کمک کند.

مرور پیشینه نشان داد که بیشتر تحقیقات قبلی بر یکی از جنبه‌های تأمین مالی تمرکز داشته‌اند (مثلاً سیاست‌های دولتی یا مدل‌های مالی)، در حالی که این پژوهش با استفاده از ترکیب متن‌کاوی و تحلیل دیمتل، روابط بین ابعاد مختلف تأمین مالی را به‌صورت یکپارچه بررسی کرده است. همچنین، استفاده از روش‌های داده‌محور برای شناسایی عوامل کلیدی، جنبه نوآورانه‌ای به این پژوهش افزوده است. این پژوهش با ارائه مدلی جامع که شامل تعاملات بین سیاست‌های حمایتی، مدل‌های تأمین مالی و زیرساخت‌های انرژی است، رویکردی نوآورانه برای بهینه‌سازی تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی ارائه می‌دهد. علاوه بر این، استفاده هم‌زمان از روش متن‌کاوی برای شناسایی الگوهای مالی و تکنیک دیمتل برای تحلیل روابط بین عوامل کلیدی، از جنبه‌های نوآورانه این پژوهش محسوب می‌شود.

بر اساس یافته‌های پژوهش، بهبود سیاست‌های حمایتی دولت از طریق ارائه مشوق‌های مالیاتی، یارانه‌های انرژی و برنامه‌های تضمین سرمایه‌گذاری می‌تواند نقش مهمی در کاهش موانع مالی استارتاپ‌های حوزه انرژی ایفا کند. در کنار این موضوع، استفاده از فناوری‌های نوین مالی نظیر بلاک‌چین، قراردادهای هوشمند و پلتفرم‌های دیجیتال پیشنهاد می‌شود که می‌توانند با افزایش شفافیت مالی و کاهش هزینه‌های تراکنش، روند تأمین مالی را تسهیل کنند.

توسعه شبکه‌های هوشمند و زیرساخت‌های انرژی نیز از جمله عوامل کلیدی در بهبود مدل‌های تأمین مالی است. سرمایه‌گذاری در این بخش می‌تواند میزان ریسک‌های مالی را کاهش داده و جذابیت سرمایه‌گذاری را افزایش دهد. همچنین، ایجاد پلتفرم‌های تخصصی تأمین مالی جمعی به عنوان راهکاری برای ارتباط مؤثرتر بین سرمایه‌گذاران و استارتاپ‌های انرژی پیشنهاد می‌شود.

در حوزه پژوهش‌های آینده، بررسی تأثیر عوامل کلان اقتصادی مانند نرخ بهره، تورم و نوسانات ارزی بر تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. استفاده از روش‌های یادگیری ماشین و هوش مصنوعی برای تحلیل الگوهای تأمین مالی و ارزیابی ریسک‌های سرمایه‌گذاری نیز می‌تواند مسیر جدیدی برای تحقیقات فراهم کند. همچنین، مطالعه مقایسه‌ای بین سیاست‌های تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی در کشورهای مختلف و تحلیل داده‌های تجربی استارتاپ‌های موفق می‌تواند به شناسایی الگوهای پایدار تأمین مالی کمک کند. بررسی اثر ترکیب منابع مالی مختلف نیز پیشنهاد می‌شود تا مشخص شود که چگونه ترکیب سرمایه‌گذاری خطرپذیر و تأمین مالی جمعی می‌تواند بر موفقیت استارتاپ‌های انرژی تأثیرگذار باشد.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافع وجود ندارد.

منابع

آینه، معصومه؛ رضایی، بیژن و حسین پور، مهدی. (۱۴۰۳). شناسایی عوامل موفقیت استارت‌اپ‌های فناورمحور در حل چالش‌های صنعت فینتک ایران. *پژوهش های کارآفرینی و نوآوری، ۳(۴)، ۳۹-۶۲.* https://doi.org/10.22034/eir.2025.482832.1112

امیری، مقصود؛ رئیسی وانانی، ایمان؛ رضوی حاجی آقا، سید حسین و جعفری، ترانوش. (۱۴۰۰). توسعه هوش مصنوعی فازی و مدل برنامه‌ریزی چند هدفه برای بهینه‌سازی پورتفوی شرکت‌های سرمایه‌گذاری. *مطالعات مدیریت کسب و کار هوشمند، ۹(۳۶)، ۲۰۹-۲۴۳.* https://doi.org/10.22054/ims.2021.53443.1754

بخشایش، الهام؛ نیرومندفام، امیر؛ بخشایش، مهسا و پناهی، محمد. (۱۴۰۳). بررسی و مقایسه روش‌های تأمین مالی در صنعت برق (نمونه موردی: سرمایه‌گذاری در توسعه بخش بخار نیروگاه سیکل ترکیبی خرمشهر). *سومین کنفرانس بین المللی دانشجویان و مهندسان برق و انرژی های پاک،تهران.* https://civilica.com/doc/2105984

بخشی زاده برج، کبری؛ حمزوی، حسین و جمالی، محمدامین. (۱۴۰۳). شناسایی و اولویت‌بندی پیشران‌های بهینه‌سازی زنجیره ارزش پایدار صنعت پتروشیمی ایران با رویکرد آینده‌نگاری راهبردی. *مدیریت زنجیره ارزش راهبردی*، ۱(۳)، ۱-۲۶.
https://doi.org/10.22075/svcm.2025.36996.1024

پناهی گرجی محله، یوسف؛ نوذر اصل، کاوه و علی اکبری نوری، فهیمه. (۱۴۰۳). شناسایی فعالیت‌های دستیابی به پایداری در تأمین مالی زنجیره ارزش. *مدیریت زنجیره ارزش راهبردی، ۱(۲)، ۹۳-۱۰۶.* https://doi.org/10.22075/svcm.2024.34985.1001

سلیمانی شیجانی، سجاد؛ توانا، شهرام و خلیلی خمیران، مهدی. (۱۴۰۱). ارائه مدل تأمین مالی پروژه‌های ملی در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر (برق). *سومین کنفرانس بین المللی و ششمین کنفرانس ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط زیست.*
https://civilica.com/doc/1549116

غلام توبی، سارا و فاضلی ویسری، الهام. (۱۴۰۴). واکاوی کیفی ادبیات تأمین مالی استارتاپ‌های انرژی در صنعت برق: از مفاهیم نظری تا الگوهای نوین سرمایه‌گذاری. *همایش ملی تحقیقات کیفی در کارآفرینی و علوم اداری، چالوس.*
https://civilica.com/doc/2336506

References

Alao, O., & Cuffe, P. (2022). A Taxonomy of the Risks and Challenges of Embracing Blockchain Smart Contracts in Facilitating Renewable Electricity Transactions. 2022 IEEE PES/IAS PowerAfrica, Kigali, Rwanda, 1-5. http://dx.doi.org/10.1109/PowerAfrica53997.2022.9905345

Alharbi, S. S., Al Mamun, M., Boubaker, S., & Rizvi, S. K. A. (2023). Green finance and renewable energy: A worldwide evidence. Energy Economics, 118. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106499

Arora, P., Deepali, & Varshney, S. (2016). Analysis of K-Means and K-Medoids Algorithm For Big Data. Procedia Computer Science, 78, 507-512. https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.02.095

Bergset, L. (2015). The Rationality and Irrationality of Financing Green Start-Ups. Administrative Sciences, 5(4), 260-285. https://doi.org/10.3390/admsci5040260

Bhagchandani, A., & Trivedi, D. (2021). A Machine Learning Algorithm to Predict Financial Investment. In K. Kotecha, V. Piuri, H. N. Shah, & R. Patel, Data Science and Intelligent Applications Singapore. http://dx.doi.org/10.1007/978-981-15-4474-3_30

Bonyani, A., & Alimohammadlou, M. (2018). Identifying and prioritizing foreign companies interested in participating in post-sanctions Iranian energy sector. Energy Strategy Reviews, 21, 180-190. https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.05.008

Camilleri, M. A., & Bresciani, S. (2022). Crowdfunding small businesses and startups: a systematic review, an appraisal of theoretical insights and future research directions. European *Journal of Innovation Management, 27*(7), 2183-2209. https://doi.org/10.1108/ejim-02-2022-0060

Cicchiello, A. F., Gatto, A., & Salerno, D. (2023). At the nexus of circular economy, equity crowdfunding and renewable energy sources: Are enterprises from green countries more performant? *Journal of Cleaner Production, 410*. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136932

EbrahİMİ, S. H. (2023). Introducing the λ-Scale DEMATEL method: Developing the classical DEMATEL technique. Politeknik Dergisi, 26(2), 751-758. https://doi.org/10.2339/politeknik.961157

Elie, L., Granier, C., & Rigot, S. (2021). The different types of renewable energy finance: A Bibliometric analysis. Energy Economics, 93. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104997

Reis, F. G. I., Gonçalves, I., Lopes, A. R. M., & Henggeler Antunes, C. (2021). Business models for energy communities: A review of key issues and trends. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 144. https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111013

Falchetta, G., Michoud, B., Hafner, M., & Rother, M. (2022). Harnessing finance for a new era of decentralised electricity access: A review of private investment patterns and emerging business models. Energy Research & Social Science, 90. https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102587

Falwadiya, H., Dhingra, S., & Gupta, S. (2022). Blockchain for Industry 4.0: Emergence, Challenges, and Opportunities. In A. V.S., A. S, J. Goldston, & S. Williams (Eds.), Blockchain for Industry 4.0. CRC Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1201/9781003282914-3

Fan, H., & Qin, Y. (2018). Research on Text Classification Based on Improved TF-IDF Algorithm. International Conference on Network, Communication, Computer Engineering (NCCE 2018). http://dx.doi.org/10.2991/ncce-18.2018.79

Herenčić, L., Capuder, T., Kirac, M., & Čačić, G. (2023). Collective Citizen Energy Investment Models for Solar Power: Case Study Croatia. 2023 International Conference on Future Energy Solutions (FES), Vaasa, Finland. https://doi.org/10.1109/FES57669.2023.10182991

Hettich, P., & Kachi, A. (2022). Swiss Energy Governance: Political, Economic and Legal Challenges and Opportunities in the Energy Transition. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80787-0

Huangfu, J., Tang, Z., & Wang, X. (2023). Comparison of the Financing Approaches for New Energy Vehicle Industry. BCP Business & Management. https://doi.org/10.54691/bcpbm.v38i.3792

Ilbahar, E., Kahraman, C., & Cebi, S. (2022). Risk assessment of renewable energy investments: A modified failure mode and effect analysis based on prospect theory and intuitionistic fuzzy AHP. Energy, 239. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121907

In, S. Y., Monk, A. H. B., & Knox-Hayes, J. (2020). Financing Energy Innovation: The Need for New Intermediaries in Clean Energy. Sustainability, 12(24). https://doi.org/10.3390/su122410440

Isaeva, E., & Aldarova, D. (2021). Text-mining in Terms of Methodology and Development. 2021 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (ElConRus), St. Petersburg, Moscow, Russia. https://ieeexplore.ieee.org/document/9396437/authors#authors

Iskandarova, M., Dembek, A., Fraaije, M., Matthews, W., Stasik, A., Wittmayer, J. M., & Sovacool, B. K. (2021). Who finances renewable energy in Europe? Examining temporality, authority and contestation in solar and wind subsidies in Poland, the Netherlands and the United Kingdom. Energy Strategy Reviews, 38. https://doi.org/10.1016/j.esr.2021.100730

Jha, A., & Leslie, G. (2021). Start-up Costs and Market Power Lessons from the Renewable Energy Transition. https://doi.org/https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3603627

Kathuria, A., Gupta, A., & Singla, R. K. (2021). A Review of Tools and Techniques for Preprocessing of Textual Data. In: Singh, V., Asari, V., Kumar, S., Patel, R. (eds) Computational Methods and Data Engineering. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1227. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6876-3_31

Lall, S. A., & Park, J. (2020). How Social Ventures Grow: Understanding the Role of Philanthropic Grants in Scaling Social Entrepreneurship. Business & Society, 61(1), 3-44. https://doi.org/10.1177/0007650320973434

Li, J., Herdem, M. S., Nathwani, J., & Wen, J. Z. (2023). Methods and applications for Artificial Intelligence, Big Data, Internet of Things, and Blockchain in smart energy management. Energy and AI, 11. https://doi.org/10.1016/j.egyai.2022.100208

Maiti, M. (2022). Does development in venture capital investments influence green growth? Technological Forecasting and Social Change, 182. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121878

Moreno, A., Villar, J., Gouveia, C. S., Mello, J., & Rocha, R. (2022). Investments and Governance Models for Renewable Energy Communities. 2022 18th International Conference on the European Energy Market (EEM), Ljubljana, Slovenia. https://doi.org/10.1109/EEM54602.2022.9921004

Mukherjee, A., Owen, R., Scott, J. M., & Lyon, F. (2024). Financing green innovation startups: a systematic literature review on early-stage SME funding. Venture Capital, 1-27. https://doi.org/10.1080/13691066.2024.2410730

Pakulska, T., & Poniatowska-Jaksch, M. (2022). Digitalization in the Renewable Energy Sector—New Market Players. Energies, 15(13). https://doi.org/10.3390/en15134714

Pinilla-De La Cruz, G. A., Rabetino, R., & Kantola, J. (2020). Public-Private Partnerships (PPPs) in Energy: Identifying the Key Dimensions from Two Different Bibliometric Analyzes. In J. I. Kantola, S. Nazir, & V. Salminen, Advances in Human Factors, Business Management and Leadership Cham. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-50791-6_9

Probierz, B., Kozak, J., & Hrabia, A. (2022). A Comparative Study of Classification and Clustering Methods from Text of Books. In N. T. Nguyen, T. K. Tran, U. Tukayev, T.-P. Hong, B. Trawiński, & E. Szczerbicki, Intelligent Information and Database Systems Cham. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-031-21967-2_2

René Vásquez-Ordóñez, L., Lassala, C., Ulrich, K., & Ribeiro-Navarrete, S. (2023). Efficiency factors in the financing of renewable energy projects through crowdlending. *Journal of Business Research, 155*. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.113389

Sangani, D. R. (2023). A study on analysis of venture capital financing. *Journal of Management Research and Analysis, 10*(2), 124-127. https://doi.org/10.18231/j.jmra.2023.021

Schuh, G., & Hamm, c. (2022). Methodology for a Startup Lifecycle-dependent Approach of Financing for Investors and Deep Tech Startups. 2022 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), Kuala Lumpur, Malaysia. https://doi.org/10.1109/IEEM55944.2022.9989676

Shahbaz, M., Topcu, B. A., Sarıgül, S. S., & Vo, X. V. (2021). The effect of financial development on renewable energy demand: The case of developing countries. Renewable Energy, 178, 1370-1380. https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.06.121

Simshauser, P. (2021). Renewable Energy Zones in Australia's National Electricity Market. Energy Economics, 101. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105446

Skare, M., Gavurova, B., & Polishchuk, V. (2023). A decision-making support model for financing start-up projects by venture capital funds on a crowdfunding platform. *Journal of Business Research, 158.* https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113719

Suljić Nikolaj, S., Olgić Draženović, B., & Buterin, D. (2023). Green Bonds - Sustainable Forms of Financing. In M. Mihić, S. Jednak, & G. Savić, Sustainable Business Management and Digital Transformation: Challenges and Opportunities in the Post-COVID Era Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18645-5_26

Syafira, T., Jackson, S., & Tambunan, A. (2024). Fintech Integration with Crowdfunding and Blockchain in Industry 4.0 Era. Startupreneur Business Digital (*SABDA Journal), 3*(1), 10-18. https://doi.org/10.33050/sabda.v3i1.433

Tarek, D., & Ismail, T. (2022). Integrating Smart Contracts with WDNs Framework for Energy Management and Secure Transactions. 2022 10th International Japan-Africa Conference on Electronics, Communications, and Computations (JAC-ECC), Alexandria, Egypt. https://doi.org/10.1109/JAC-ECC56395.2022.10044027

Van den Heuvel, M., & Popp, D. (2023). The role of venture capital and governments in clean energy: Lessons from the first cleantech bubble. Energy Economics, 124. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106877

Wit, B., Dresler, P., & Surma-Syta, A. (2021). Innovation in Start-Up Business Model in Energy-Saving Solutions for Sustainable Development. Energies, 14(12). https://doi.org/10.3390/en14123583

Xu, G., Yang, M., Li, S., Jiang, M., & Rehman, H. (2024). Evaluating the effect of renewable energy investment on renewable energy development in China with panel threshold model. Energy Policy, 187. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.114029

Xu, Z., Meng, L., He, D., Shi, X., & Chen, K. (2022). Government Support's signaling effect on credit financing for new-energy enterprises. Energy Policy, 164. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112921

Yüksel, S., Dinçer, H., Çağlayan, Ç., & Mikhaylov, A. (2023). The Role of Digital Financial Issues on the Effectiveness of European Energy Policies. In P. Vardarlıer (Ed.), Multidimensional and Strategic Outlook in Digital Business Transformation: Human Resource and Management Recommendations for Performance Improvement (pp. 105-114). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23432-3_9

Zamfirescu, A., Șuhan, C., & Golovanov, N. (2019). Blockchain Technology Application in Improving of Energy Efficiency and Power Quality. 2019 54th International Universities Power Engineering Conference (UPEC), Bucharest, Romania. https://doi.org/10.1109/UPEC.2019.8893476

Zioło, M., Bąk, I., & Spoz, A. (2023). Incorporating ESG Risk in Companies' Business Models: State of Research and Energy Sector Case Studies. Energies, 16(4). https://doi.org/10.3390/en16041809

Translated References [In Persian]

Amiri, M. , Raeesi Vanani, I. , Razavi Hajiagha, S. H. and Jafari, T. (2021). Development of fuzzy Artificial Intelligence and Multi-Objective planning Model to Optimize the Portfolio of Investment Companies. Business Intelligence Management Studies, 9(36), 209-243. [In Persian] https://doi.org/10.22054/ims.2021.53443.1754

Ayeneh, M. , Rezaee, B. and Hosseinpour, M. (2025). Identifying the success factors of technology-oriented startups in solving the challenges of iran fintech industrial. *Journal of Entrepreneurship and Innovation Research, 3*(4), 39-62. [In Persian] https://doi.org/10.22034/eir.2025.482832.1112

Bakhshayesh, E., Niroumandfam, M., Bakhshayesh, M., & Panahi, M. (2024). Investigation and Comparison of Financing Methods in the Power Industry (Case Study: Investment in the Development of the Steam Section of Khorramshahr Combined Cycle Power Plant). Third International Conference for Students and Engineers of Electrical and Clean Energy, Tehran, Iran. [In Persian] https://civilica.com/doc/2105984

Bakhshizadeh Borj, K. , Hamzavi, H. and Jamali, M. (2025). Identifying and prioritizing drivers for optimizing the sustainable value chain of Iran's petrochemical industry with a strategic foresight approach. Strategic Value Chain Management, 1(3), 1-26. [In Persian] https://doi.org/10.22075/svcm.2025.36996.1024

Gholamtoobi, S., & Fazeli veisari, E. (2025). Qualitative Exploration of Financing Literature on Energy Startups in the Electricity Industry: From Theoretical Concepts to New Investment Patterns. National Conference on Qualitative Research in Entrepreneurship and Administrative Sciences, Chalous, Iran. [In Persian] https://civilica.com/doc/2336506

Panahi Gorji Mahalleh, Y., Nowzarasl, K. and Aliakbari Nouri, F. (2024). Identifying practices to achieve sustainability in value chain finance. Strategic Value Chain Management, 1(2), 93-106. [In Persian] https://doi.org/10.22075/svcm.2024.34985.1001

Soleimani Sheijani, S., Tovana, S., & Khalili Khomeiran, M. (2022). Providing a financing model for national projects in the field of renewable energy (electricity). 3th International Conference and 6th National Conference on Natural Resources and Environment. [In Persian] https://civilica.com/doc/1549116