



شناسایی و تحلیل عوامل موثر بر تأمین مالی در صنعت برق با رویکرد پایداری

نیما اژدری¹، پیمان غفاری آشتیانی^{2*}، محمد حسن ملکی³، امید علی عادل⁴

- 1- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی اراک، اراک، ایران
 - 2- دانشیار، گروه مدیریت بازرگانی، دانشگاه آزاد اسلامی اراک، اراک، ایران
 - 3- دانشیار، گروه مدیریت، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه قم، قم، ایران
 - 4- دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه قم، قم، ایران
- * اراک، 3818966143، pe.ghafari@iau.ac.ir

چکیده

هدف پژوهش حاضر، شناسایی و تحلیل عوامل موثر بر تأمین مالی در صنعت برق با رویکرد پایداری است. طرح‌های کارایی انرژی نمونه‌ای مهم و موثر از رویکرد پایداری در بخش انرژی هستند. تحقیق حاضر از نظر جهت گیری، کاربردی بوده و از منظر روش‌شناسی، ماهیت کمی دارد. در این پژوهش برای تحلیل داده‌ها از دو روش کمی دلفی فازی و مارکوس استفاده شد. جامعه نظری پژوهش، مدیران و کارشناسان تأمین مالی و پایداری در صنعت برق بوده و روش نمونه‌گیری به صورت قضاوتی است. حجم نمونه در این مطالعه برابر با 10 نفر است. برای گردآوری داده‌های پژوهش از ابزارهای مصاحبه و پرسشنامه (خبره‌سنجی و اولویت‌سنجی) استفاده شد. این پژوهش در چند مرحله انجام شد. در گام اول، عوامل موثر بر تأمین مالی طرح‌های کارایی انرژی با استفاده از مرور پیشینه و مصاحبه با خبرگان استخراج شد. 31 عامل استخراج شده با توزیع پرسشنامه‌های خبره‌سنجی و روش دلفی فازی غربال شد. 10 عامل دارای عدد دیفازی بالاتر از 0/7 بودند و برای اولویت‌بندی نهایی انتخاب شدند. بر اساس خروجی مارکوس، عوامل پایین بودن بهای انرژی در ایران، عدم توجه به الزامات محیط زیستی و مصرف انرژی در تأمین مالی و ارائه تسهیلات و اولویت سوخت‌های فسیلی در ایران برای سیاست‌گذاران به ترتیب بیشترین اولویت را داشتند. پیشنهادهای پژوهش بر اساس عوامل اولویت‌دار و مصاحبه با گروه‌های کانونی توسعه یافت.

کلیدواژه‌گان: تأمین مالی، پایداری، رویکرد پایدار، کارایی انرژی، تجهیزات هوشمند

Identifying and analyzing factors affecting financing in the electricity industry with a sustainable approach

Nima azhdari¹, Peyman ghafari ashtiani^{2*}, Mohammad hasan maleki³, Omid ali adeli⁴

1- PhD Student, Department of Management, Islamic Azad University, Arak, Iran

2- Associate Professor, Department on Business Management, Islamic Azad University, Arak, Iran

3- Associate Professor, Department of Management, Faculty of Economic and Administrative Sciences, University of Qom, Qom, Iran

4- Associate Professor, Department of Economic, Faculty of Economic and Administrative Sciences, University of Qom, Qom, Iran

* P.O.B. 3818966143 Arak, Iran, pe.ghafari@iau.ac.ir

Received: 14 January 2024 Accepted: 26 October 2024

Abstract

The purpose of this research is to identify and analyze the factors affecting financing in the electricity industry with a sustainable approach. Energy efficiency plans are an important and effective example of a sustainable approach in the energy sector. The current research is applied in terms of orientation and quantitative in nature from the point of view of methodology. In this research, two quantitative methods, fuzzy Delphi and Marcos, were used for data analysis. The theoretical population of the research is the managers and experts of financing and sustainability in the electricity industry and the sampling method is judgmental. The sample size in this study is equal to 10 people. To collect research data, interview tools and questionnaires (expert assessment and priority assessment) were used. This research was done in several stages. In the first step, the factors affecting the financing of energy efficiency projects were extracted using literature review and interviews with experts. 31 extracted factors were screened by distribution of expert questionnaires and fuzzy Delphi method. 10 factors had a de fuzzy number higher than 0.7 and were selected for final prioritization. According to Marcos's output, the factors of low energy prices in Iran, lack of attention to environmental requirements and energy consumption in financing and lending loans, and the priority of fossil fuels in Iran were the most important factors for policymakers, respectively.

Keywords: Financing, Sustainability, Sustainable Approach, Energy Efficiency, Smart Equipment

1- مقدمه

بخش برق در بین حامل‌های انرژی از اهمیت زیادی برخوردار است. این حوزه یکی از مهم‌ترین بازارهای انرژی جهان است که در سال 2018، حدود 19 درصد از مصرف نهایی انرژی اقتصاد بین‌الملل را به خود اختصاص داده است [1]. در عین حال این بخش پیشروترین حامل در بخش انرژی محسوب می‌شود. با توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه انرژی الکتریسیته در سرتاسر دنیا و حتی نقاط دور از شبکه، طبیعتاً مصرف برق به صورت روزانه افزایش بیشتری می‌یابد و یکی از پرکاربردترین موارد مصرف نهایی انرژی محسوب می‌شود. برآوردها نشان می‌دهد که متوسط رشد نرخ مصرف برق طی ده سال‌های 2009 تا 2018، سالانه حدود سه درصد بوده است [1]. بر اساس آخرین آمار ارائه شده تحت عنوان ترازنامه انرژی، سرانه مصرف برق خانگی در ایران معادل ۱۰۵۸ کیلووات ساعت برای هر نفر تخمین زده می‌شود. این در صورتی است که متوسط این آمار در دنیا معادل ۱۸۲ کیلووات ساعت است [2]. به عبارت دیگر میزان سرانه مصرف برق خانگی در ایران شش برابر میانگین جهانی است. عوامل متعددی بر مصرف برق مشترکین و بنگاه‌ها موثر هستند. توسعه شهرنشینی، تحول در سبک زندگی، بهای کم انرژی و پایین بودن سهم هزینه آن در کل هزینه‌های مصرفی خانوار، فقدان فرهنگ مناسب مصرف و استفاده از تجهیزات خانگی با بهره‌وری کم در مصرف انرژی از علل اصلی افزایش در شدت انرژی بخش خانگی است. به همین خاطر در ایران، بخش خانگی - عمومی - تجاری بیشترین سهم را در روند صعودی شدت انرژی داشته است. مقایسه الگوی بخشی مصرف نهایی انرژی نیز در ایران با الگوی جهانی بیانگر تفاوت‌های آشکاری است. سهم مصرف انرژی حوزه صنعت در ایران بسیار کمتر از متوسط جهانی و بر عکس سهم بخش خانگی - تجاری و بخش حمل و نقل بیشتر از میانگین بین‌المللی است [3]. یکی از پروژه‌های مهم در صنعت برق با توجه به مصرف زیاد انرژی در ایران و هدررفت آن، پروژه‌های کارایی انرژی هستند. یکی از راهکارهای پیشنهادی برای کاهش شکاف انرژی و نگهداشت محیط زیست، استفاده از طرح‌های کارایی انرژی است [4-6]. انرژی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های تولیدی و مصرفی، نقش مهمی در مناسبات اقتصادی و سیاسی ایفا می‌کند. کاهش سرانه مصرف انرژی می‌تواند علاوه بر اثرات غیر مالی مثل امنیت انرژی، پیشرفت اجتماعی و پایداری محیط زیست، نقش موثری در بهبود رفاه و توسعه اقتصادی جامعه بازی کند. طرح‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی مثل استفاده از تجهیزات هوشمند انرژی از جمله راهکارهای موثر بهبود کارایی انرژی است. یکی از دغدغه‌های اصلی در پیاده‌سازی پروژه‌های بهینه‌سازی، تامین مالی این طرح‌ها است. این نوع طرح‌ها به علت ماهیت فعالیت، فقدان دارایی قابل وثیقه‌گذاری، عدم تقارن اطلاعاتی، پراکندگی و الگوی جریانات نقد خود مستلزم زیرساخت‌های نهادی و مالی پیچیده‌تری بوده و ضرورت دارد تا چارچوب‌های پشتیبان و الگوهای تامین مالی خاصی برای آن‌ها طراحی شود [7-10]. ایران با داشتن یکی از بالاترین نسبت‌های سرانه مصرف انرژی در دنیا می‌تواند ظرفیت قابل ملاحظه‌ای در زمینه کارایی انرژی داشته باشد؛ اما پیش‌شرط تحقق این پتانسیل این است

که علاوه بر حمایت‌های دولتی، بخش خصوصی نیز در این امر ورود کند. مطالعات پیشین در این حوزه نشان می‌دهد که طرح‌های کارایی انرژی از منظر اقتصادی دارای صرفه و توجیه هستند. در صورتی که بتوان مدل‌ها و راهبردهای مطلوبی برای تامین مالی این طرح‌ها توسعه داد، رشد همه‌جانبه بازار کارایی انرژی قابل تصور خواهد بود [11-13].

تا قبل از دهه 1960، برنامه‌ها و فعالیت‌ها بیشتر در مسیر تحقق ابعاد اقتصادی توسعه بوده است. در نتیجه چنین رویکردی، تغییرات اقلیمی، کاهش منابع و موضوعات مربوط به سلامتی انسان روندی نامطلوب داشت [14]. در اثر نتایج زیان‌بار توسعه اقتصادی صرف، آگاهی‌های اجتماعی و سیاسی در مورد پیامدهای مخرب توسعه صنعتی افزایش یافت و خط‌مشی‌های توسعه‌ای مبتنی بر کارایی اقتصادی صرف، موقعیت خود را از دست دادند و اصطلاح توسعه پایدار در دهه 1980 معرفی شد [15]. یکی از مهم‌ترین اصطلاحات مرتبط با پایداری، مسئولیت اجتماعی شرکت¹ است که به وسیله شورای جهانی کسب‌وکار برای توسعه پایدار به صورت تعهد کسب‌وکار به مشارکت در توسعه اقتصادی پایدار، همکاری با نیروی انسانی، خانواده آن‌ها و جامعه برای بهبود کیفیت زندگی توصیف شده است. عبارت CSR به این نکته اشاره دارد که هر سازمانی در محیطی فعالیت می‌کند که ذی‌نفعان متعددی وجود دارند. مفاهیم بنیادی این عبارت، نگهداشت محیط زیست، رفاه کارکنان و جامعه در زمان حال و آینده هستند که در قالب اصطلاحات رفاه اقتصادی، برابری اجتماعی و محافظت از محیط زیست توصیف می‌شوند [16]. در حقیقت شرکت‌ها و صنایع مختلف علاوه بر ابعاد اقتصادی و مالی، باید به پارامترهای اجتماعی و فرهنگی هم توجه کنند. رکن سوم، ملاحظات محیط زیستی و توجه به محیط بیرونی شرکت‌ها است. یکی از حوزه‌های مهم مرتبط با پایداری و حفظ محیط زیست، بخش انرژی است. آلودگی‌های مربوط به انرژی، بخش مهمی از اثرات مخرب زیست‌محیطی را تشکیل می‌دهند. نیروگاه‌های فسیلی یکی از مهم‌ترین منابع تامین برق در دنیا هستند. نیروگاه‌های فسیلی چالش‌های زیادی برای محیط زیست به وجود می‌آورند که می‌توان به استفاده از زمین و آب، انتشار ذرات و گازها به هوا، انتشار گرما، تغییرات اقلیمی، زباله‌های پسماندهای جامد و آلودگی صوتی اشاره نمود. به همین خاطر توسعه طرح‌هایی برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش شدت انرژی، میزان آلودگی محیط زیست را به میزان زیادی کاهش می‌دهد [17]. طرح‌هایی کارایی انرژی مثل تجهیزات هوشمند انرژی یک نمونه بسیار موثر برای بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش آلودگی‌های محیط زیستی ناشی از مصرف انرژی بی‌رویه هستند. در زمینه طرح‌های کارایی انرژی در صنعت برق، تحقیقات مختلفی صورت گرفته است. بخشی از مطالعات انجام شده در حوزه کارایی انرژی به بررسی مزایا و اثرات طرح‌های کارایی انرژی پرداخته‌اند. نگهداشت منابع طبیعی، کاهش آلودگی‌های محیطی و تولید کربن، کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، افزایش امنیت انرژی و کاهش کمبود انرژی‌های مقطعی از جمله مزایای غیر اقتصادی و بهبود رقابت‌پذیری، رشد بهره‌وری، افزایش مازاد اقتصادی و کاهش بارانه‌های پرداختی از جمله مزایای اقتصادی اشاره شده برای کارایی انرژی است [18-20].

¹ Corporate Social Responsibility

منابع، ریسک‌های پروژه و هزینه‌های تامین مالی به عنوان عمده‌ترین شاخص‌های تاثیرگذار در انتخاب روش تامین مالی پروژه می‌باشد. همچنین آن‌ها استفاده از مشارکت عمومی - خصوصی را به عنوان بهترین روش اجرای این پروژه‌ها بیان کردند. پاراماتی و همکاران^{۱۰} (2017) اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و بازار سهام را بر انتشار کربن مورد بررسی قرار داده‌اند. قلمرو مکانی مورد بررسی آن‌ها مشتمل بر پنبلی از کشورهای گروه 20 می‌باشد. نتایج نشان داد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی منجر به کاهش انتشار کربن شده، و مصرف انرژی پاک سبب کاهش انتشار کربن و افزایش تولید ناخالص داخلی در میان تمام کشورها شده است. کروپا و هاروی^{۱۱} (2017) به بررسی تامین مالی انرژی برق به صورت تجدیدپذیر در آمریکا پرداختند. این پژوهش انواع روش‌های تامین مالی متعارف انرژی در گذشته و زمان حال در آمریکا را مورد بررسی قرار داده است. همچنین این پژوهش، فرصت‌ها، کسب‌وکارها و چالش‌های انواع تامین مالی را در حوزه انرژی برق تجدیدپذیر ارزیابی کرده است. نگ و تائو^{۱۲} (2016) شکاف تامین مالی در صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر را تحلیل کرده‌اند. آن‌ها بیان کردند که به منظور رفع شکاف تامین مالی^{۱۳} در پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر لازم است که نیازهای رو به افزایش انرژی به صورت پایدار تامین شود. اصطلاح شکاف تامین مالی براساس دو مفهوم دسترسی به تامین مالی^{۱۴} و هزینه سرمایه^{۱۵} تعریف می‌شود. هزینه سرمایه بر سودآوری پروژه‌ها تاثیر دارد که معیار اصلی جهت سرمایه‌گذاری توسط تامین‌کنندگان سرمایه است. عدم بلوغ توسعه مالی در آسیا باعث افزایش شکاف تامین مالی در پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر شده است. همچنین با کمبود واسطه‌های مالی جهت اینکه سرمایه‌گذاری‌ها را با ابزارهای مالی مناسب انطباق دهد، روبه‌رو هستیم. براین اساس ایجاد کانال^{۱۶} های تامین مالی، این شکاف را کاهش می‌دهد و بودجه لازم را به این پروژه‌ها هدایت می‌نماید. ابزارهای اوراق قرضه (مشارکت) به منظور رفع علایم شکاف به عنوان راه حل، مطرح می‌شوند. سه ابزار درآمد ثابت با عنوان ابزارهای تامین مالی معرفی می‌شوند که عبارتند از: اوراق مشارکت ارز محلی^{۱۷}، اوراق قرضه (مشارکت) پروژه تحت حمایت دارایی^{۱۸} و اوراق قرضه (مشارکت) مالی سبز^{۱۹}. در کنار این ابزارهای تامین مالی، سیاست‌های پشتیبانی نیز ضرورت دارد. آلفن و همکاران^{۲۰} (2017) در مطالعه‌ای به تحلیل مقایسه‌ای روش‌های تامین مالی در پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی در کشور آلمان پرداختند و دو روش عمده تامین مالی در این حوزه را تامین مالی پروژه‌محور و تامین مالی از طریق مدل تنزیلی که اشاره به فروش دیون به بانک دارد را معرفی نمودند. آن‌ها در ادامه به بررسی مزیت‌ها و معایب این دو روش پرداخته و مزیت‌های تامین مالی پروژه‌محور را شامل موارد تسهیم ریسک‌های بازپرداخت، کاهش ریسک ورشکستگی و نظارت بر نحوه هزینه‌کرد منابع تامین شده معرفی کردند.

در مطالعه‌ای دیگر دواپریا و پریتوریوس^{۲۱} (2002) به بررسی مزیت‌های روش تامین مالی پروژه‌محور پرداختند. آن‌ها در پژوهش خود ابراز کردند که استفاده از روش‌های نوین تامین مالی که روش‌های تامین مالی پروژه‌محور نامیده می‌شوند در مقایسه با تامین مالی از طریق منابع عمومی دارای

تأمین مالی طرح‌های کارایی انرژی یکی از مقولات مهم در بحث پایداری و تأمین مالی پایدار است. موضوع تأمین مالی پایدار یا سبز فرایندی است که در آن شرکت‌ها و سازمان‌ها بر اساس اقتضانات زیست‌محیطی، تسهیلات دریافت کرده و ارزیابی ریسک برای تحقق استانداردهای پایدار محیطی و پیشگیری از خطرات زیست‌محیطی انجام می‌پذیرد [21]. در بعضی پژوهش‌ها از محدودیت تأمین مالی به عنوان یکی از موانع توسعه بازار کارایی انرژی یاد شده است. [18,22] از فقدان دسترسی به سازوکارهای تأمین مالی مناسب به عنوان یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های بالفعل کردن پتانسیل کارایی انرژی در کشورهای در حال توسعه یاد کرده‌اند. همچنین بعضی مطالعات به موانع تأمین مالی طرح‌های کارایی انرژی پرداخته‌اند. تایلور^۱ و همکاران (2008) ساختار نهادی را به‌عنوان اصلی‌ترین مانع تأمین مالی کارایی انرژی می‌دانند. تجهیزات و دستگاه‌های هوشمند به عنوان یکی از طرح‌های کارایی انرژی با کاهش اتلاف انرژی و افزایش بهره‌وری در کاهش مصرف انرژی و به پایداری محیط زیستی کمک زیادی می‌کنند. اصلی‌ترین مانع برای حرکت به سوی هوشمندسازی تجهیزات در صنعت برق در ایران، مبحث تأمین مالی است. تحریم‌های گسترده، کاهش بودجه‌های دولتی و رشد قیمت‌ها سبب شده تا تأمین مالی این تجهیزات بسیار دشوار باشد. البته باید گفت که تأمین مالی نه فقط در ایران بلکه در اغلب کشورها مهم‌ترین چالش طرح‌های توسعه‌ای انرژی است [18,24-28]. در ادامه به برخی پژوهش‌های انجام شده در حوزه تأمین مالی پایدار انرژی اشاره می‌شود. لیو^۲ و همکاران (2022) به بررسی تاثیر تأمین مالی سبز، فین‌تک‌ها و شمول مالی روی کارایی انرژی پرداختند. اقتصادهای هفت کشور صنعتی (آمریکا، کانادا، فرانسه، بریتانیا، آلمان، ایتالیا و ژاپن) در تأمین منابع مالی طرح‌های کارایی انرژی دچار مشکل هستند. بحران‌های ناشی از شیوع کرونا، عدم انعطاف‌پذیری در اقتصادها، تعهدات مالی گسترده و شرایط پولی سخت اقتصادهای گروه هفت از مهم‌ترین موانع اصلی هستند. برای حل چنین مسائلی، برخی از فنون نوآورانه تأمین مالی مانند تأمین مالی سبز، شمول مالی و فین‌تک برای بررسی پیشنهاد شد. تحقیق حاضر نقش شمول مالی^۳، تأمین مالی سبز و فین‌تک را بر کارایی انرژی اقتصادهای گروه هفت بررسی کرده است. یافته‌های پژوهش نقش مهم فنون نوین تامین مالی را در بهره‌وری انرژی نشان داده است. مقایسه روش‌های تامین مالی نشان داد که تامین مالی سبز مطلوب‌ترین ابزار تامین مالی برای بهره‌وری انرژی در بین این سه مورد است. تفاوت در ویژگی‌ها، سازوکارهای تامین مالی، سیستم جریان وجوه، سیستم‌های تراکنش، و تنوع در پشتیبانی توسط موسسه مالی، دلایل اصلی کارایی کمتر شمول مالی و فین‌تک برای بهره‌وری انرژی هستند. به سیاست‌گذاران پیشنهاد شد که سیاست‌های پایدارتر و سازگارتر با سیستم انرژی را برای اعطای بودجه سبز به سیستم‌های انرژی اقتصادهای گروه هفت طراحی و تدوین کنند. بای و زانگ^۴ (2020) با بررسی چهار روش تامین مالی در پروژه‌های جایگاه‌های سوخت هیدروژن در چین به انتخاب روش تامین مالی بهینه با استفاده فرایند تحلیل سلسله مراتبی^۵ پرداختند. آن‌ها با در نظر گرفتن شاخص‌های متعدد جهت انتخاب روش کارآمد بیان کردند که تامین به موقع

¹⁰ Access to Finance

¹¹ Cost of Capital

¹² Channel

¹³ Local Currency Corporate Bond

¹⁴ Asset-based Project Bonds

¹⁵ Financial green bonds

¹⁶ Alfen, Kalidindi & Agunlana

¹⁷ Devapriya & Pretorius

¹ Taylor

² Liu

³ Financial inclusion

⁴ Bai & Zhang

⁵ Analytic Hierarchy Process

⁶ Paramati, Apergis, & Ummalla

⁷ Krupa & Harvey

⁸ Ng & Tao

⁹ Financing Gap

مزیت‌هایی از جمله استفاده از بازار سرمایه جهت تأمین مالی، بهبود قیمت‌های کالاها و خدمات اساسی و حذف یارانه‌ها، افزایش رقابت در سرمایه‌گذاری، دسترسی به فناوری‌های پیشرفته‌تر و پیشگیری از ایجاد انحصار در بازار آب و برق، انتقال مالکیت و مدیریت به بخش خصوصی و افزایش کارایی می‌باشد. تأمین مالی پروژه‌محور، تأمین مالی یک واحد اقتصادی به صورتی است که ارائه‌دهنده تسهیلات به جریان‌های نقدی ناشی از عملیات واحد اقتصادی و سایر دارایی‌های آن به عنوان ضمانت بازپرداخت وام پروژه توجه می‌کند. در واقع، روش تأمین مالی غیر ترازنامه‌ای متکی بر مزیت‌های عملیاتی پروژه است. در داخل کشور هم در این زمینه مطالعاتی صورت گرفته است که عمدتاً روی بررسی روش‌ها، مدل‌ها و راهبردهای تأمین مالی (علی‌الخصوص روش‌های مبتکرانه و نوین) و محدودیت‌های آن‌ها تمرکز کرده‌اند. بحرالعلوم و بختیار (2019) به تحلیل تطبیقی روش‌های تأمین مالی نیروگاه‌های حرارتی در ایران اقدام کردند. در پژوهش حاضر انواع شاخص‌های تاثیرگذار بر انتخاب روش تأمین مالی کارآمد و همچنین روش‌های تأمین مالی نیروگاه‌های حرارتی در ایران، بررسی شده است. برای اولویت‌بندی روش‌های تأمین مالی از یک نمونه ۱۸ نفره خبرگان این حوزه استفاده و سپس با بکارگیری روش AHP، به اولویت‌بندی روش‌های تأمین مالی با استفاده از معیارهای منتخب پرداخته شده است. نتایج نشان داد که تأمین مالی از طریق اوراق بهادار اسلامی (صکوک) از بالاترین کارآمدی برخوردار است و همچنین تأمین به موقع منابع مالی مهم‌ترین معیار از نظر خبرگان در انتخاب روش تأمین مالی در این پروژه‌ها شناخته شد. کاشانی‌پور و همکاران (2018) به طراحی ابزار تأمین مالی طرح‌های کارایی انرژی در ساختمان‌های مسکونی از طریق بازار سرمایه اقدام کردند. یکی از موانع اجرای طرح‌های بهینه‌سازی انرژی در ساختمان‌های مسکونی، محدودیت در تأمین مالی است. تأمین مالی این طرح‌ها به دلیل ماهیت متفاوت چندگانه، مستلزم ساختارهای مالی پیچیده‌تری است که می‌تواند در بستر بازار سرمایه تحقق یابد. در این پژوهش تلاش شد از طریق تحلیل مضمون منابع مرتبط، ابزارهایی برای تأمین مالی طرح‌های کارایی انرژی در بستر بازار سرمایه ایران طراحی شود. نتایج پژوهش نشان داد مضامین مربوط به تأمین مالی طرح‌های کارایی انرژی را می‌توان در چهار مضمون فراگیر ساختارهای نهادی، جایگاه بخش عمومی، مدل‌های قراردادی و الگوی تأمین مالی خلاصه نمود. در نهایت بر اساس شبکه مضامین استخراج شده و استنتاج نتایج توسط پژوهشگر، الگوی تأمین مالی کارایی انرژی حوزه مسکونی استخراج شد. طیب‌نیا و همکاران (2017) به بررسی کاربرد قراردادهای سلف موازی استاندارد بورس انرژی در پوشش ریسک قیمت بازار برق ایران اقدام کردند. نتایج این مطالعه برتری راهبردهای پویا را از منظر اثربخشی پوشش ریسک نشان داد. در بین روش‌های پویا برتری با مدل‌های واریانس ناهمسانی شرطی خود-رگرسیون با ضرایب همبستگی پویا و ایستا نسبت به مدل کاپولا-گارچ است، ولی با توجه به قید نقدینگی در معاملات قرارداد سلف استاندارد و تفاوت جزئی در کارایی و اثربخشی بین این مدل‌ها، موثر بودن روش کاپولا-گارچ مشخص می‌گردد. با توجه به کارایی پایین پوشش ریسک در کوتاه مدت در بازارهای برق ایران و جهان، و همچنین میزان نقدینگی در صنعت برق که موجب نگرش تأمین مالی به جای پوشش ریسک در فعالان بازار گردیده، توسعه معاملات بورس انرژی ایران و فعال‌تر شدن نمادهای بلندمدت‌تر به منظور پوشش کارتر ریسک قیمت به سیاست‌گذاران بازار برق و بورس انرژی ایران توصیه شد. میرزاخانی و

جدول 1 تعریف انواع روش‌های تأمین مالی

نوع روش تأمین مالی	تعریف	منبع
--------------------	-------	------

موسویان (2016) به ارزیابی گواهی ظرفیت برای توسعه صنعت برق پرداختند. یکی از چالش‌های کلیدی بخش‌های مختلف اقتصادی از جمله صنعت برق، تأمین مالی است، بنابراین، همواره این صنعت نیازمند نوآوری‌های مالی به منظور طراحی ابزارها و نهادهای مالی جدید به منظور تأمین نیازهای تأمین مالی خود است. در ایران، توسعه صنعت برق به علت اتکای این صنعت به منابع دولتی و به طور عمده بودجه دولت، با چالش مواجه است و متناسب با رشد مصرف برق در کشور، منابع مالی جهت تولید ظرفیت جدید وجود ندارد از این رو، وزارت نیرو به عنوان مهم‌ترین نهاد سیاست‌گذاری صنعت برق در کشور همواره با کمبود منابع مالی مواجه می‌باشد و همواره به دنبال جذب مشارکت بخش خصوصی جهت سرمایه‌گذاری در صنعت برق است. یکی از الزامات لازم برای مشارکت بخش خصوصی در صنعت برق، ارائه راهکارها و ابزارهای مالی مناسب است که این ابزارها براساس نوآوری‌های مالی و متناسب با نیاز صنعت برق طراحی شده باشند. گواهی ظرفیت یکی از ابزارهای مالی طراحی شده برای تأمین مالی صنعت برق است که می‌تواند جهت تأمین مالی ایجاد نیروگاه‌های جدید بکار گرفته شود. در این پژوهش با استفاده از روش توصیفی تحلیلی و براساس فقه امامیه و متناسب با قوانین و مقررات بازار سرمایه ایران و نیاز صنعت برق، ابزار مالی گواهی ظرفیت معرفی شده است. ورهرامی (2014) به بررسی توسعه مالی و کارایی پروژه‌های انرژی در کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی¹ پرداختند. در این پژوهش از یک نمونه اقتصادسنجی و روش پنل برای تخمین رابطه میان تعداد تجهیزات جدید و نوین نصب شده در نیروگاه‌های برق (به عنوان جزئی از بخش انرژی) و میزان جذب منابع مالی در بخش برق و سرمایه ثابت خالص در این بخش برای کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی استفاده شده است. نتایج این مطالعه نشان داد که توسعه منابع مالی در بخش برق اثر مهم و مثبتی بر افزایش بکارگیری تجهیزات جدید در پروژه‌های برق دارد. از طرفی نتایج تخمین نشان داد که تخصیص بیشتر منابع به سایر بخش‌های انرژی به غیر از بخش برق اثر منفی بر میزان بکارگیری تجهیزات مدرن نصب شده در بخش برق دارد. نتایج برآورد الگوهای پژوهش نشان دادند که توسعه مالی و اعطای اعتبارات به طور مستقیم و از طریق رفع محدودیت‌های اعتباری با کاهش شدت انرژی و در نتیجه بهبود کارایی انرژی همراه است، اما این اثربخشی از کانال بهبود بهره‌وری کل عوامل تولید نیست. به عبارت دیگر در دوره مورد بررسی، توسعه مالی از کانال بهبود فناوری منجر به افزایش کارایی انرژی در اقتصاد ایران نشده است. تحقیقات انجام شده در حوزه تأمین مالی عمدتاً در بخش‌های سنتی انرژی مانند نفت و گاز انجام شده است و در این طرح‌ها تلاش شده تا انواع روش‌های تأمین مالی در این بخش، شناسایی و اولویت‌بندی شوند. در صنعت برق، عمده تحقیقات در زمینه تأمین مالی به طرح‌های متعارف مربوط می‌شود و تحقیقات کمی در حوزه پایداری انرژی صورت گرفته است. به همین خاطر با توجه به این نیاز و شکاف در ادبیات، تحقیق حاضر به دنبال شناسایی و اولویت‌بندی عوامل موثر بر تأمین مالی در صنعت برق با رویکرد پایداری است. جدول شماره 1، تعریف انواع روش‌های تأمین مالی را آورده است.

¹ Organization for Economic Co-operation and Development

پژوهش فعلی از حیث جمع‌آوری داده‌ها، مطالعه‌ای میدانی است و روش‌شناسی آن کمی می‌باشد. در این مطالعه، فنون دلفی فازی و مارکوس برای تحلیل داده‌ها، بکار گرفته شد. هر دو تکنیک دارای طبیعت کمی هستند. جامعه نظری پژوهش مشتمل بر مدیران، کارشناسان و مشاوران تامین مالی و پایداری در حوزه انرژی علی‌الخصوص صنعت برق می‌باشد. نمونه‌گیری بر اساس تخصص خبرگان در حوزه تامین مالی طرح‌های کارایی انرژی و تجهیزات هوشمند در صنعت برق انجام شد و 10 نفر به عنوان نمونه انتخاب شدند. ملاک گزینش حجم نمونه در این پژوهش، کفایت نظری است.

تحصیلات تمامی خبرگان دکتري بود و همه آن‌ها دارای حداقل 10 سال سابقه در حوزه تامین مالی در صنعت برق بودند. پنج نفر از آن‌ها علاوه بر سمت مشاوره و کارشناسی در صنعت برق، هیئت علمی دانشگاه‌های تهران، صنعتی امیرکبیر و دانشگاه صنعتی اصفهان بودند. این پنج نفر علاوه بر سابقه اجرایی و مشاوره در صنعت برق، در حوزه‌های پایداری و تامین مالی انرژی صاحب طرح پژوهشی و مقاله بودند. همچنین رتبه علمی آن‌ها حداقل دانشیار بود.

ابزارهای جمع‌آوری داده در این پژوهش، مصاحبه و پرسشنامه (پرسشنامه خبره‌سنجی و پرسشنامه اولویت‌سنجی مارکوس) هستند. میزان اهمیت عوامل پژوهش با نظر خبرگان تعیین شد. پرسشنامه خبره‌سنجی، مبتنی بر مرور ادبیات و مصاحبه‌های صورت گرفته با خبرگان تامین مالی بوده و دارای روایی محتوا می‌باشد. علاوه بر این با بکارگیری ضریب محتوایی لاوشه و اخذ نظر از خبرگان، اعتبار و روایی محتوایی عوامل پژوهش تأیید شد. پرسشنامه دوم به روش مارکوس ارتباط دارد که استاندارد بوده و روایی آن، تضمین است. البته این نکته را باید در نظر گرفت که ورودی این فنون، خروجی غربال با روش دلفی فازی است. در حقیقت ورودی پرسشنامه مارکوس، عوامل کلیدی‌تر بوده و از نظر خبرگان مهم تشخیص داده شده و طبیعی است که این پرسشنامه‌ها روایی به مراتب بالاتری نسبت به پرسشنامه خبره‌سنجی داشته باشند. خبرگان نظر خود را در مورد اهمیت هر عامل در یک طیف 10 تایی بیان کردند. عدد صفر بیانگر کمترین اهمیت و عدد 10 بیانگر بیشترین اهمیت است. به علت مناسب بودن تعداد خبرگان (10 خبره) و تعداد عوامل نهایی (ده عامل)، پرسشنامه اولویت‌سنجی مارکوس دارای سازگاری و پایایی است. در فنون تصمیم‌گیری، افزایش بیش از اندازه عوامل و خبرگان باعث ناسازگاری خروجی‌ها می‌شود. گام‌های تحقیق حاضر عبارتند از:

1. مرور پیشینه و مصاحبه با خبرگان پایداری و تامین مالی انرژی برای شناسایی عوامل موثر بر تامین مالی در صنعت برق با رویکرد پایداری؛
 2. غربال عوامل موثر بر تامین مالی با توزیع پرسشنامه‌های خبره‌سنجی و تکنیک دلفی فازی؛
 3. رتبه بندی عوامل پژوهش با توزیع پرسشنامه‌های اولویت‌سنجی و تکنیک مارکوس؛
 4. ارائه پیشنهادها و راهکارهایی برای بهبود تامین مالی در صنعت برق مبتنی بر پایداری.
- در این مطالعه از تکنیک مارکوس برای ارزیابی و رتبه‌بندی عوامل موثر بر تامین مالی صنعت برق با رویکرد پایداری استفاده شد. خبرگان نظر خود را در مورد هر عامل در یک طیف 10 تایی بیان کردند.

3- یافته‌های پژوهش

[29]	الگوی نوین مالی در پشتیبانی از محیط‌زیست همراه با سودآوری اقتصادی با تمرکز بر دو مفهوم «سبز» و «تامین‌مالی» است. اوراق قرضه سبز یا اوراق قرضه پایداری نوعی سرمایه‌گذاری با درآمد ثابت است که برای تامین مالی پروژه‌هایی با اثرات زیست محیطی مطلوب استفاده می‌شود.	تامین مالی سبز
[33]	تامین مالی پروژه‌محور، تامین مالی یک واحد اقتصادی به صورتی است که ارائه‌دهنده تسهیلات به جریانان نقدی ناشی از عملیات واحد اقتصادی و سایر دارایی‌های آن به عنوان ضمانت بازپرداخت وام پروژه توجه می‌کند.	اوراق قرضه (مشارکت) مالی سبز
[35]	در دانش مالی یکی از ابزارهای قیمت‌گذاری است که جهت برآورد دارایی‌های مالی و ارزیابی میزان جذابیت فرصت‌های سرمایه‌گذاری در سهام شرکت‌ها بکار می‌رود.	تامین مالی از طریق مدل تنزیلی
[32]	اوراق مالی اسلامی یا صکوک، جایگزینی اسلامی برای اوراق قرضه محسوب می‌شوند و به‌عنوان ابزاری جدید جهت تامین مالی در نظر گرفته شده‌اند. صکوک نوعی دارایی مطمئن هستند که در دسته اوراق بهادار تضمینی و قابل معامله دسته‌بندی می‌شوند.	تامین مالی از طریق اوراق بهادار اسلامی (صکوک)
[36]	گواهی ظرفیت مالی طراحی شده جهت تامین مالی صنعت برق است که می‌تواند برای تامین مالی ایجاد نیروگاه‌های نو بکار گرفته شود.	گواهی ظرفیت
[39]	اوراق سلف موازی قراردادی است که طی آن مقدار مشخصی از یک دارایی پایه با قیمت معین و با تاریخ سررسید مشخصی، پیش فروش می‌شود. در این قرارداد، خریدار این قابلیت را دارد که قبل از رسیدن تاریخ سررسید، آن را در بازار ثانویه به شخص دیگری بفروشد.	قراردادهای سلف موازی
[38]		

2- روش شناسی تحقیق

مطالعه حاضر از منظر بنیان فلسفی، پسااثباتی (به دلیل استفاده از فنون کمی)؛ از جهت هدف، اکتشافی و از حیث جهت‌گیری، کاربردی است. همچنین

[35] بالا بودن هزینه‌های نظارت در طرح‌های کارایی انرژی

[38] مشکلات قانونی در روش‌های تأمین مالی جدید

[37.40] محدودیت‌های قانونی و شرعی در حوزه تأمین مالی و سرمایه‌گذاری

[33] عملکرد نامناسب واسطه‌های مالی

[43] پذیرش کم فناوری‌های جدید مالی مثل بلاک‌چین و کلان‌داده‌ها در حوزه انرژی بی‌توجهی به اهمیت گزارشات پایداری در سطح صنعت برق

[45] عدم توجه به الزامات محیط زیستی و مصرف انرژی در تأمین مالی و ارائه تسهیلات

[16] عدم توجه بانک‌ها و نهادهای مالی به ضرورت تأمین مالی مسئولانه

[42] فقدان اطلاع کافی بازار در دو سوی عرضه و تقاضای منابع مالی

[30] ریسک‌های زیاد طرح‌های کارایی انرژی فقدان دارایی قابل وثیقه‌گذاری اولویت سوخت‌های فسیلی در ایران برای سیاست‌گذاران، نهادهای مالی و سرمایه‌گذاران

[7] پراکندگی و الگوی جریان نقد

[22.7] زیرساخت‌های نهادی و مالی

[مصاحبه (نظر مشاور)] محدودیت‌های انتقال فناوری

[مصاحبه (نظر خبره مشاور)] تورم محصولات و تجهیزات وارداتی

عوامل موثر بر تأمین مالی از طریق مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان بدست آمد. نخست 24 عامل از مرور ادبیات بدست آمد. در ادامه با پنج نفر از خبرگان مصاحبه‌هایی انجام شد و هفت عامل به این لیست اضافه شد. در مجموع 31 عامل از طریق مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان بدست آمد. برای جستجوی مقالات، کلیدواژه‌های تأمین مالی، کارایی انرژی، تجهیزات هوشمند و پایداری مورد استفاده قرار گرفت. این کلیدواژه‌ها در پایگاه‌های اطلاعاتی مگ‌یران و الزویر در بازه زمانی 2000 تا 2023 جستجو شد. متون بر اساس شاخص CASP در روش فراترکیب ارزیابی شدند و نهایتاً 34 مقاله برای ارزیابی نهایی در نظر گرفته شد.

در مطالعات مختلف که به بررسی عوامل موثر بر یک پدیده می‌پردازند، عوامل داخلی و قابل کنترل و عوامل خارجی با قابلیت کنترل کمتر روی پدیده اثر دارند. عمدتاً محققان به دلیل اهمیت امکان سیاست‌گذاری بر عوامل داخلی تمرکز دارند. عوامل زمینه‌ای مانند ترحیم و سرمایه‌گذاری خارجی با توجه به کنترل کم سیاست‌گذار بر آن‌ها توسط خبرگان مورد توجه قرار نگرفت. هر چند این عوامل تأثیرگذاری بالایی دارند، ولی عمدتاً سیاست‌گذار کنترل کمی بر آن‌ها دارد.

افراد مصاحبه‌شونده یا مدیر بودند و یا مشاور و کارشناس. در جدول 2، علاوه بر منبع هر عامل مشخص شد که این عامل به نظر کارشناس و مشاور مربوط می‌شود و یا نظر مدیران صنعت برق.

جدول 3 لیست عوامل موثر بر تأمین مالی تجهیزات هوشمند

عوامل پژوهش	منابع
تنوع کم روش‌های تأمین مالی در کشور	[13]
تمرکز اغلب استارت‌آپ‌های مالی و فین‌تک‌ها روی بخش پرداخت	[29]
حاکمیت رویکرد بانک‌محور در تأمین مالی طرح‌ها در کشور	[38]
حمایت‌های کم بخش دولتی از طرح‌های سبز	[21.32.33.40]
اندازه کوچک طرح‌های کارایی انرژی نبود چارچوب‌های تخصیص ریسک در این طرح‌ها	[42]
نرخ تنزیل بالا در طرح‌های کارایی انرژی	[39]
ضعف بازار سرمایه و عمق کم آن	[35]
پایین بودن بهای انرژی در ایران	[31]
نبود اطلاعات کافی در مورد طرح‌های کارایی انرژی و تجهیزات هوشمند ناتوانی تحلیل‌های مهندسی مورد نیاز برای اطمینان از اجرای درست طرح‌های کارایی انرژی	[مصاحبه (نظر خبره مدیر)]
عدم اطمینان از برقراری صرفه‌جویی‌های پایدار	[مصاحبه (خبره کارشناس)]
توسعه بازارهای ثانویه با نقدشوندگی زیاد	[مصاحبه (خبره مشاور)]
پایین بودن امکان جذب سرمایه‌های خارجی	[31]
عدم تقارن اطلاعاتی	[10]

31 عامل موثر بر تأمین مالی در صنعت برق مورد نظر با توزیع پرسشنامه‌های خبره‌سنجی و بکارگیری تکنیک دلفی فازی غربال شدند. جدول شماره چهار، خروجی دلفی فازی را برای عوامل پژوهش نشان می‌دهد.

جدول 4 خروجی دلفی فازی برای عوامل موثر بر تأمین مالی

عوامل موثر بر تأمین مالی در صنعت برق	میانگین نظرات خبرگان			
	حد پایین	میان	حد بالا	عدد دلفی‌سازی شده
تنوع کم روش‌های تأمین مالی در کشور	0/14	0/26	0/43	0/28
تمرکز اغلب استارت‌آپ‌های مالی و فین‌تک‌ها روی بخش پرداخت	0/71	0/85	0/98	0/85
حاکمیت رویکرد بانک‌محور در تأمین مالی طرح‌ها در کشور	0/69	0/81	0/93	0/81
حمایت‌های کم بخش دولت از طرح‌های سبز	0/67	0/79	0/94	0/8

عدم توجه بانک‌ها و نهادهای مالی به ضرورت تأمین مالی مسئولانه فقدان اطلاع کافی بازار در دو سوی عرضه و تقاضای منابع مالی ریسک‌های زیاد طرح‌های کارایی انرژی فقدان دارایی قابل وثیقه گذاری اولویت سوخت‌های فسیلی در ایران برای سیاست‌گذاران، نهادهای مالی و سرمایه‌گذاران پراکندگی و الگوی جریانات نقد زیرساخت‌های نهادی و مالی محدودیت‌های انتقال فناوری تورم محصولات و تجهیزات وارداتی	0/32	0/51	0/6	0/48	اندازه کوچک طرح‌های کارایی انرژی نبود چارچوب‌های تخصیص ریسک در این طرح‌ها نرخ تنزیل بالا در طرح‌های کارایی انرژی ضعف بازار سرمایه و عمق کم آن پایین بودن بهای انرژی در ایران نبود اطلاعات کافی در مورد طرح‌های کارایی انرژی و تجهیزات هوشمند ناتوانی تحلیل‌های مهندسی مورد نیاز برای اطمینان از اجرای درست طرح‌های کارایی انرژی عدم اطمینان از برقراری صرفه‌جویی‌های پایدار توسعه بازارهای ثانویه با نقدشوندگی زیاد	0/12	0/23	0/35	0/23
	0/45	0/57	0/71	0/58		0/65	0/76	0/89	0/77
	0/28	0/39	0/59	0/42		0/28	0/45	0/58	0/44
	0/44	0/56	0/63	0/54		0/64	0/77	0/85	0/75
	0/7	0/82	0/9	0/81		0/76	0/88	0/95	0/86
	0/23	0/35	0/56	0/38		0/24	0/37	0/61	0/49
	0/68	0/77	0/94	0/8		0/18	0/31	0/47	0/32
	0/44	0/56	0/6	0/53		0/22	0/36	0/58	0/39
	0/37	0/58	0/63	0/53		0/14	0/27	0/38	0/26

عواملی که عدد دیفازی آن‌ها بالاتر از 0/7 است برای رتبه‌بندی نهایی با مارکوس گزینش شدند. 10 عامل دارای عدد دیفازی بیشتر از 0/7 بودند و برای اولویت‌بندی نهایی در نظر گرفته شدند. جدول شماره پنج، لیست عوامل نهایی پژوهش را نشان می‌دهد. برای اندازه‌گیری روایی محتوایی عوامل موثر بر تأمین مالی در صنعت برق از ضریب محتوایی مدل لاوشه استفاده شد. در این مطالعه برای اندازه‌گیری ضریب محتوایی، یک گروه پنل خبره 10 نفره شکل گرفت. ضرایب محتوایی عوامل نهایی غربال شده در جدول شماره پنج آمده است.

جدول 5 لیست عوامل غربال شده

ضرایب محتوایی	منابع	حروف مخفف	عوامل موثر بر تأمین مالی در صنعت برق
0/69	[29]	F1	تمرکز اغلب استارت‌آپ‌های مالی و فین‌تک‌ها روی بخش پرداخت
0/65	[38]	F2	حاکمیت رویکرد بانک‌محور در تأمین مالی طرح‌ها در کشور
0/73	[21,32,33,40]	F3	حمایت‌های کم بخش دولتی از طرح‌های سبز
0/63	[39]	F4	نبود چارچوب‌های تخصیص ریسک در این طرح‌ها
0/64	[31]	F5	ضعف بازار سرمایه و عمق کم آن
0/84	مصاحبه (خبره مشاور)	F6	پایین بودن بهای انرژی در ایران
0/75	[10]	F7	عدم تقارن اطلاعاتی

پایین بودن امکان جذب سرمایه‌های خارجی عدم تقارن اطلاعاتی بالا بودن هزینه‌های نظارت در طرح‌های کارایی انرژی مشکلات قانونی در روش‌های تأمین مالی جدید محدودیت‌های قانونی و شرعی در حوزه تأمین مالی و سرمایه‌گذاری عملکرد نامناسب واسطه‌های مالی پذیرش کم فناوری‌های جدید مالی مثل بلاک چین و کلان داده‌ها در حوزه انرژی بی‌توجهی به اهمیت گزارشات پایداری در سطح صنعت برق عدم توجه به الزامات محیط زیستی و مصرف انرژی در تأمین مالی و ارائه تسهیلات	0/19	0/31	0/47	0/32
	0/71	0/82	0/94	0/82
	0/34	0/52	0/68	0/51
	0/45	0/53	0/67	0/55
	0/24	0/45	0/51	0/4
	0/33	0/49	0/57	0/46
	0/3	0/37	0/56	0/41
	0/16	0/29	0/4	0/28
	0/76	0/85	0/96	0/86

جدول 7 ماتریس نرمال موزون (پنج خبره بعدی)

عوال پژوهش	خبره ششم	خبره هفتم	خبره هشتم	خبره نهم	خبره دهم
F1	0/05	0/04	0/078	0/06	0/08
F2	0/07	0/03	0/044	0/06	0/05
F3	0/06	0/07	0/089	0/08	0/06
F4	0/03	0/02	0/011	0/03	0/04
F5	0/06	0/04	0/033	0/03	0/02
F6	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
F7	0/09	0/07	0/1	0/08	0/07
F8	0/08	0/09	0/089	0/08	0/09
F9	0/08	0/08	0/078	0/08	0/08
F10	0/04	0/05	0/067	0/07	0/05
گزینه ایدئال	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
گزینه پادایدئال	0/03	0/02	0/011	0/03	0/02

در ادامه شاخص‌های چهارگانه تکنیک مارکوس شامل K_i^- ، K_i^+ و $f(K_i^+)$ و $f(K_i^-)$ که برای بررسی نهایی عوامل بکار می‌روند از روی مقادیر ماتریس نرمال موزون بدست می‌آیند. جدول شماره 8، امتیازات نهایی هر عامل را نشان می‌دهد و ملاک رتبه‌بندی و تحلیل نهایی است.

جدول 8 امتیاز نهایی عوامل موثر بر تامین مالی

عوال پژوهش	K_i^+	K_i^-	$f(K_i^+)$	$f(K_i^-)$	امتیاز نهایی	رتبه
F1	0/64	0/27	0/7788	0/2212	0/60	6
F2	0/46	0/64	0/7787	0/2212	0/43	8
F3	0/67	0/38	0/7788	0/2211	0/63	5
F4	0/41	0/44	0/7787	0/2212	0/38	9
F5	0/40	0/43	0/7788	0/2212	0/38	10
F6	0/98	0/45	0/7788	0/2211	0/92	1

عدم توجه به الزامات محیط زیستی و مصرف انرژی در تأمین مالی و ارائه تسهیلات اولویت سوخت‌های فسیلی در ایران برای سیاست‌گذاران، نهادهای مالی و سرمایه‌گذاران زیرساخت‌های نهادی و مالی	F_8	[44]	0/82
	F_9	[39]	0/78
	F_{10}	[8-16.20.5]	0/66

همان طور که ضراب محتوایی عوامل در جدول شماره پنج نشان می‌دهد، ضریب محتوایی همه عوامل غربال شده برای پتل 10 نفره بالای 0/62 است که نشان از روایی محتوایی عوامل منتخب است. در ادامه عوامل نهایی با تکنیک تصمیم‌گیری مارکوس مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این بخش اولویت‌بندی عوامل موثر بر تأمین مالی در صنعت برق با روش مارکوس انجام خواهد شد. نخست بایستی داده‌های ماتریس تصمیم بدست آید. هر یک از خبرگان، نظرات خود را در مورد اهمیت هر عامل در یک طیف 10 تایی ابراز کردند. در ادامه داده‌های ماتریس تصمیم با روش خطی، نرمال شد. سپس با ضرب وزن نظرات خبرگان در داده‌های ماتریس نرمال، ماتریس نرمال موزون بدست آمد. در این پژوهش به علت اختلاف ناچیز دانش و سمت خبرگان، وزن تمامی خبرگان با هم مساوی و برابر با 0/1 در نظر گرفته شد. جداول شماره 6 و 7، داده‌های ماتریس نرمال موزون را نشان می‌دهد.

جدول 6 ماتریس نرمال موزون (پنج خبره اول)

عوال پژوهش	خبره اول	خبره دوم	خبره سوم	خبره چهارم	خبره پنجم
F1	0/06	0/089	0/07	0/06	0/06
F2	0/05	0/033	0/04	0/04	0/05
F3	0/06	0/078	0/06	0/05	0/07
F4	0/05	0/1	0/06	0/03	0/04
F5	0/03	0/044	0/05	0/06	0/04
F6	0/1	0/1	0/08	0/1	0/1
F7	0/07	0/089	0/07	0/07	0/06
F8	0/08	0/1	0/1	0/09	0/09
F9	0/08	0/1	0/07	0/07	0/09
F10	0/05	0/044	0/08	0/06	0/09
گزینه ایدئال	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
گزینه پادایدئال	0/03	0/033	0/04	0/03	0/04

جدول بعدی، داده‌های ماتریس نرمال موزون را برای پنج خبره بعدی نشان می‌دهد. به علت حجم زیاد محاسبات، نتایج در دو جدول مجزا آورده شد.

ابزارهای بازار مشتقه، مزیت‌های بیشتری از جمله پوشش ریسک تأمین‌کنندگان و مصرف‌کنندگان را برای صنعت برق دارند. مطلب بعدی به ضعف‌های بخش بانکی و نهادهای مالی در کشور در حوزه پایداری مربوط می‌شود. بانک‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین نهادهای مالی باید به بحث حاکمیت شرکتی، شفافیت، گزارشات پایداری و الزمات زیست‌محیطی در تأمین مالی و ارائه تسهیلات توجه ویژه‌ای داشته باشند. توجه صرف بانک‌ها و نهادهای مالی روی سودآوری و شاخص‌های اقتصادی، سبب‌ساز نادیده گرفته شدن سایر طرح‌ها مثل صنعت برق و انرژی‌های جایگزین و آلودگی بیشتر محیط زیست خواهد شد. به همین خاطر بانک‌ها در ارزیابی طرح‌ها علاوه بر ابعاد اقتصادی، باید به عوامل دیگری چون ابعاد اجتماعی، زیست‌محیطی، تاب‌آوری و ریسک‌های آینده اهمیت بدهند.

یکی دیگر از چالش‌های مهم تأمین مالی در صنعت برق، توجه بیش از اندازه به طرح‌های مربوط به سوخت‌های فسیلی است. البته با توجه به منابع محدود، در بخش فسیلی هم در حال حاضر سخت‌گیری‌های گسترده‌ای وجود دارد. با این وجود در بخش انرژی‌های پاک و همچنین طرح‌های پایدار انرژی، مشکلات بیشتری وجود دارد. بسیاری از تصمیم‌سازان و سیاستسازان گذاران حتی این بخش را دارای اولویت و صرفه اقتصادی نمی‌دانند. سیاست‌گذاران دولتی، بانک‌ها و نهادهای مالی عمدتاً طرح‌های مربوط به سوخت فسیلی را تأمین مالی می‌کنند و به طرح‌های مربوط به پایداری انرژی شامل انرژی‌های تجدیدپذیر و بهینه‌سازی مصرف توجه کافی را ندارند. در صورتی که اغلب کشورها تلاش کرده‌اند تا به سمت متنوع کردن سبد انرژی رفته و حمایت‌های زیادی از طرح‌های بهینه‌سازی مصرف انجام دهند. یکی از اولویت‌های مهم بخش‌های مختلف انرژی مثل برق و گاز، توجه به هوشمندسازی است. این طرح‌ها بدون همکاری و هماهنگی وزارتخانه‌های مختلف مثل وزارت نیرو، نفت و اقتصاد امکان‌پذیر نخواهد بود. فین‌تک‌ها علی‌الخصوص فین‌تک‌های تأمین مالی با ابتکارات تأمین مالی مثل تأمین مالی جمعی نقش مهمی در تأمین مالی پروژه‌های کوچک انرژی دارند. توسعه این فین‌تک‌ها در گرو سرمایه‌گذاری و شراکت راهبردی بانک‌ها و حمایت‌های رگولاتوری مثل بانک مرکزی است. چالش بعدی به عدم تقارن اطلاعاتی مربوط می‌شود. اصلی‌ترین علل وجود عدم تقارن اطلاعاتی عبارتند از: فهم ضعیف فرصت‌های بازرگانی و مطلوبیت‌های اقتصادی طرح‌های کارایی انرژی، ضعف نهادهای مالی و بانک‌ها در ارزیابی ریسک‌های این پروژه‌ها، تحلیل‌های مهندسی ضعیف برای اطمینان از درستی اجرای طرح‌ها و عدم اطمینان در مورد وجود صرفه‌جویی‌های پایدار. این مشکل از طریق تیم‌های کارشناسی قوی و بین‌رشته‌ای حل می‌شود. همکاری بین وزارت نیرو، بانک‌ها و انجمن‌های تخصصی باعث تشکیل تیم‌های کارشناسی شده و عدم تقارن اطلاعاتی را کاهش خواهد داد. استفاده از فناوری‌هایی مثل هوش کسب و کار و کلان‌داده‌ها هم با تقویت تصمیم‌گیری داده‌محور به بانک‌ها در تصمیمات نهایی کمک خواهد کرد.

طرح‌های سبز در حوزه انرژی معمولاً به توسعه انرژی‌های پاک و کارایی انرژی مربوط می‌شوند. طرح‌های کارایی انرژی مثل استفاده از تجهیزات هوشمند انرژی با کاهش مصرف انرژی به بهبود وضعیت محیط زیست کمک می‌کنند. حمایت‌های بخش دولتی باید در سه قالب حمایت‌های مالی و تخصیص‌های بودجه‌ای، فرهنگ‌سازی و حذف قوانین مزاحم صورت گیرد. هر یک از این حمایت‌ها باید با همکاری نهادهای مختلف مثل موسسات مالی، وزارت اقتصاد، سازمان برنامه، وزارت نیرو و وزارت صمت صورت گیرد. برای

F_7	76/0	70/2	0/7788	0/2211	72/0	4
F_8	88/0	13/3	0/7788	0/2212	83/0	2
F_9	80/0	84/2	0/7788	0/2211	76/0	3
F_{10}	60/0	11/2	0/7788	0/2212	56/0	7

بر مبنای امتیازات هر عامل در جدول شماره هشت، عوامل پایین بودن بهای انرژی در ایران، عدم توجه به الزامات محیط زیستی و مصرف انرژی در تأمین مالی و ارائه تسهیلات، اولویت سوخت‌های فسیلی در ایران برای سیاست‌گذاران، نهادهای مالی و سرمایه‌گذاران، عدم تقارن اطلاعاتی و حمایت‌های کم بخش دولتی از طرح‌های سبز به ترتیب دارای بیشترین اولویت هستند. پیشنهادهای کاربردی پژوهش در بخش بحث و نتیجه‌گیری بر اساس عوامل اولویت‌دار ارائه خواهد شد. برای توسعه پیشنهادهای کاربردی، از مصاحبه با گروه‌های کانونی در یک پنل هفت نفره استفاده شد.

4- بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق حاضر در چند مرحله انجام شد. در گام اول، عوامل موثر بر تأمین مالی طرح‌های کارایی انرژی از طریق مرور پیشینه و مصاحبه ساختاریافته با خبرگان استخراج شد. 24 عامل از طریق مرور پیشینه و هفت عامل از طریق مصاحبه با خبرگان بدست آمد. این عوامل با توزیع پرسشنامه‌های خبره‌سنجی و روش دلفی فازی غربال شدند. 10 عامل دارای عدد دیفازی بالاتر از 0/7 بودند و برای اولویت‌بندی نهایی انتخاب شدند. در مرحله بعدی، خبرگان نظر خود را در مورد اهمیت عوامل غربال شده در یک طیف 10 تایی بیان کردند. عوامل غربال شده با روش مارکوس مورد ارزیابی قرار گرفتند و نهایتاً عوامل پایین بودن بهای انرژی در ایران، عدم توجه به الزامات محیط زیستی و مصرف انرژی در تأمین مالی و ارائه تسهیلات، اولویت سوخت‌های فسیلی در ایران برای سیاست‌گذاران، نهادهای مالی و سرمایه‌گذاران، عدم تقارن اطلاعاتی و حمایت‌های کم بخش دولتی از طرح‌های سبز به ترتیب با امتیازات 0/922، 0/836، 0/76، 0/724 و 0/637 دارای بیشترین اولویت در اثرگذاری بر تأمین مالی طرح‌های کارایی انرژی بودند. پیشنهادهای کاربردی پژوهش بر اساس عوامل اولویت‌دار و پنل هفت نفره با خبرگان توسعه یافت که در ادامه به آن‌ها پرداخته شده است.

یکی از رویکردهای مطلوب برای سامان‌بخشی به صنعت برق، مساعدت به شفاف‌سازی قیمت، تسهیل خصوصی‌سازی و کاربست سازوکارها و ظرفیت‌های بازار سرمایه و علی‌الخصوص بورس انرژی است. اولین نتیجه مثبت عرضه برق کل نیروگاه‌ها، شفاف‌شدن شرکت‌ها و معاملات برق است، زیرا با ورود هر عرضه‌کننده‌ای به بورس، آمار و اسناد همه عرضه‌ها و معاملات در معرض دید همه قرار می‌گیرد. مطلب دوم آنکه چون معاملات در محیطی شفاف انجام می‌شود، می‌توان اطمینان یافت که رقابتی عادلانه بین معامله‌گران صورت می‌گیرد و نهایتاً، کشف قیمت واقعی برق می‌تواند از درون سیستم عرضه و تقاضای حقیقی در بازار برق صورت گیرد. البته تمامی این مزیت‌ها و مطلوبیت‌ها می‌توانند در معاملات بازار فیزیکی برق هم بدست آیند، حال آنکه

- [15] A. Shaikh, C. Kauppi and H. Pallard, Development of supportive housing for seniors in Iroquois Falls, Canada, *OIDA International Journal of Sustainable Development*, 6(03), pp.11-22, 2013.
- [16] J. Cader, R. Koneczna, & M. Smol, Corporate social responsibility as a significant factor of competitive advantage—a case study of energy companies in Poland, *Energy Reports*, no. 8, pp. 7989-8001, 2022.
- [17] M. Shahbaz, G. S. Uddin, I. U. Rehman, and K. Imran, Industrialization, electricity consumption and CO2 emissions in Bangladesh, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, no. 31, pp. 575-586, 2014.
- [18] A. Sarkar and J. Singh, Financing energy efficiency in developing countries—lessons learned and remaining challenges, *Energy Policy*, 38(10), pp. 5560-5571, 2010.
- [19] G. Killip, T. Fawcett, C. Cooremans, W. Wijns-Craus, K. Subramani and F. Voswinkel, Multiple benefits of energy efficiency at the firm level: a literature review, *European Council for an Energy Efficient Economy*, 2019.
- [20] A. Baniassadi, J. Heusinger, P. I. Gonzalez, S. Weber and H. W. Samuelson, Co-benefits of energy efficiency in residential buildings, *Energy*, no. 238, p. 121768, 2022.
- [21] U. Volz, Fostering green finance for sustainable development in Asia, 2018. Available at: <https://www.adb.org/sites/default/files/publication/403926/adb-wp814.pdf>
- [22] Y. Ning, J. Cherian, M. S. Sial, S. Álvarez-Otero, U. Comite and M. Zia-Ud-Din, Green bond as a new determinant of sustainable green financing, energy efficiency investment, and economic growth: a global perspective, *Environmental Science and Pollution Research*, 30(22), pp. 61324-61339, 2023.
- [23] R. P. Taylor, C. Govindarajulu, J. Levin, A. S. Meyer and W. A. Ward, *Financing energy efficiency: lessons from Brazil, China, India, and beyond*, World Bank Publications, 2008.
- [24] S. C. Bhattacharyya, Financing energy access and off-grid electrification: A review of status, options and challenges, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, no. 20, pp. 462-472, 2013.
- [25] D. Chirambo, Addressing the renewable energy financing gap in Africa to promote universal energy access: Integrated renewable energy financing in Malawi, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, no. 62, pp. 793-803, 2016.
- [26] A. R. Gupta and G. Bonds, Financing India's renewable energy vision, *ORF Issue Brief*, no. 336, 2020.
- [27] D. G. Owusu-Manu, L. M. Mankata, C. Debrah, D. J. Edwards and I. Martek, Mechanisms and challenges in financing renewable energy projects in sub-Saharan Africa: a Ghanaian perspective, *Journal of Financial Management of Property and Construction*, print (ahead of print), 2021.
- [28] A. S. Kukah et al., Exploring innovative energy infrastructure financing in Ghana: benefits, challenges and strategies, *International Journal of Energy Sector Management*, print (ahead of print), 2021.
- [29] H. Liu, P. Yao, S. Latif, S. Aslam and N. Iqbal, Impact of Green financing, FinTech, and financial inclusion on energy efficiency, *Environmental Science and Pollution Research*, 29(5), pp.1-12, 2022.
- [30] W. Bai and L. Zhang, How to finance for establishing hydrogen refueling stations in China? An analysis based on Fuzzy AHP and PROMETHEE, *International Journal of Hydrogen Energy*, 45(59), pp.34354-34370, 2020.
- [31] S. R. Paramati, N. Apergis and M. Ummalla, Financing clean energy projects through domestic and foreign capital: The role of political cooperation among the EU, the G20 and OECD countries, *Energy economics*, no. 61, pp. 62-71, 2017.
- [32] J. Krupa and L. D. Harvey, Renewable electricity finance in the United States: A state-of-the-art review, *Energy*, no. 135, pp. 913-929.
- [33] T. H. Ng and J. Y. Tao, Bond financing for renewable energy in Asia, *Energy Policy*, no. 95, pp. 509-517, 2016.
- [34] K. Alfen et al., Comparative analysis of financing methods in public-private partnership projects in Germany, *Project-oriented financing*, 13(5), pp.1096-1103, 2017.
- مثال وزارت صمت در مورد کسب مجوزها و راهاندازی کسب و کار و طرح‌ها با وزارت نیرو همکاری کند. نهادهای مالی و وزارت نیرو با همکاری سازمان برنامه تلاش کنند تا زیرساخت‌ها و بودجه‌های مورد نیاز را برای توسعه طرح‌های سبز تأمین کنند. بازار سرمایه هم با تنوع‌بخشی به ابزارهای مالی از جمله ابزارهای سبز می‌تواند به توسعه و تأمین مالی طرح‌های سبز کمک کند.
- در ارتباط با پیشنهادهای پژوهشی هم می‌توان به مواردی چون ارائه چارچوبی برای انتخاب تأمین مالی بهینه در حوزه طرح‌های کارایی انرژی و تأمین مالی پایدار انرژی در صنعت برق اشاره کرد. همچنین با توجه به اهمیت عوامل زمینه‌ای مثل تحریم‌ها و سرمایه‌گذاری خارجی، انجام تحقیقات با رویکرد تحلیل پیشران می‌تواند به استخراج مدل زیربنایی در صنعت برق منجر شود.

5- مراجع

- [1] S. Saint Akadiri, A. A. Alola, G. Olasehinde-Williams and M. U. Etokakpan, The role of electricity consumption, globalization and economic growth in carbon dioxide emissions and its implications for environmental sustainability targets. *Science of The Total Environment*, vol. 708, p.134653, 2020.
- [2] D. Fatourehchi, M. Noguchi, and H. Doloi, Iranian household electricity use compared to selected countries, *Encyclopedia*, 2(4), pp.1637-1665, 2022.
- [3] N. Akbari, H. Talbi, and A. Jalai, Investigating social and cultural factors affecting household energy consumption after the implementation of the subsidy targeting law (case study: Isfahan city), *Applied Sociology (Isfahan University Humanities Research Journal)*, 27(64), pp. 1-26, 2015. (in Persian)
- [4] S. Rezessy and P. Bertoldi, Voluntary agreements in the field of energy efficiency and emission reduction: Review and analysis of experiences in the European Union, *Energy Policy*, 39(11), pp. 7121-7129, 2011.
- [5] C. Abeelen, R. Harmsen and E. Worrell, Implementation of energy efficiency projects by Dutch industry. *Energy Policy*, no. 63, pp. 408-418, 2013.
- [6] J. S. Riti and Y. Shu. Renewable energy, energy efficiency, and eco-friendly environment (R-E5) in Nigeria. *Energy, Sustainability and Society*, 6(1), pp. 1-16, 2016.
- [7] J. Mangafić, O. Ridić, J. Nikolić and A. Smječanin, Energy efficiency financing strategies and obstacles for residential public buildings in the Balkan region, *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 9(2), pp. 333-338, 2021.
- [8] D. R. Hill, Energy Efficiency Financing: A review of risks and uncertainties. In *Energy Challenges for the Next Decade*, in: 16th IAEE European Conference, 2019.
- [9] S. P. Forrester, and T. G. Reames, Understanding the residential energy efficiency financing coverage gap and market potential, *Applied Energy*, no. 260, p. 114307, 2020.
- [10] H. Dargahi and K. Biabani Khamene. Financing energy efficiency: the case of Iran's economy, *Economy and Modeling Journal*, 5(19), pp. 29-58, 2013. (in Persian)
- [11] G. Kats, A. Menkin, J. Domm, and M. DeBold, Energy efficiency financing—Models and strategies, prepared by *Capital E for the Energy Foundation*, 2011.
- [12] C. Kim, R. O'Connor, K. Bodden, S. Hochman, W. Liang, S. Pauker and S. Zimmermann, *Innovations and opportunities in energy efficiency finance*, 2012. Available at: <https://www.wsgr.com/publications/PDFSearch/WSGR-EE-Finance-White-Paper-14.pdf>
- [13] C. Karakosta, A. Papapostolou, G. Vasileiou and J. Psarras, Financial schemes for energy efficiency projects: lessons learnt from in-country demonstrations. In *Energy Services Fundamentals and Financing* (pp. 55-78). Academic Press, 2021.
- [14] A. Carvalho, H. A. Matos and R. Gani. SustainPro- A tool for systematic process analysis, generation and evaluation of sustainable design alternatives, *Computers & Chemical Engineering*, no. 50, pp. 8-27, 2023.

- [35] K. A. K. Devapriya and F. Pretorius, The economic implication of project finance arrangements for BOO/BOT power projects in Asia, *Journal of construction research*, 3(02), pp. 285-309, 2002.
- [36] M. M. Bahrul Uloom and S. Bakhtiar, Comparative analysis of financing methods of thermal power plants in Iran, *Quarterly Journal of Energy Planning and Policy Research*, 6(3), pp. 221-250, 2019. (in Persian)
- [37] M. Kashaipour, A. Mousaviyan and A. Kochaki, Designing a financing tool for energy efficiency projects in residential buildings through the capital market using thematic analysis method, *Energy Engineering and Management Quarterly*, 9(4), pp. 46-59, 2018. (in Persian)
- [38] A. Tayebnia, M. Mehr Ara, M. Kianvand, The use of energy exchange standard parallel futures contracts in hedging the price risk of Iran's electricity market, *Ekhtaz Mali Journal*, 12(43), pp. 153-178, 2017. (in Persian)
- [39] R. Mirzakhani and S. A. Mousaviyan, Certificate of capacity; A suitable tool for the development of the electricity industry, *Islamic Financial Research Journal*, 6(11), p. 63, 2016. (in Persian)
- [40] V. Varahrami, Financial development and efficiency of energy projects: a case study of OECD countries, *Journal of Financial Economics*, 9(31), pp. 13-21, 2014. (in Persian)
- [41] A. Habibi, F. F. Jahantigh and A. Sarafrazi, Fuzzy Delphi technique for forecasting and screening items, *Asian Journal of Research in Business Economics and Management*, 5(2), pp. 130-143, 2015.
- [42] C. Amenta, E. R. Sanseverino and C. Stagnaro, Regulating blockchain for sustainability? The critical relationship between digital innovation, regulation, and electricity governance, *Energy Research & Social Science*, no.76, p.102060, 2021.
- [43] M. Mamun, Sustainability reporting of major electricity retailers in line with GRI: Australia evidence, *Journal of Accounting & Organizational Change*, (ahead-of-print), 2022.
- [44] D. A. S. D. R. Soares, E. C. Oliva, E. K. D. M. Kubo, V. Parente and K. T. Tanaka, Organizational culture and sustainability in Brazilian electricity companies. *RAUSP Management Journal*, no. 53, pp. 488-506, 2018.
- [45] M. A. Urban and D. Wójcik, Dirty banking: Probing the gap in sustainable finance, *Sustainability*, 11(6), pp.1745, 2019.