

A Financing Model of Photovoltaic Industry in Iran: Combination of Grounded Theory and Neural Networks Model

Batoul Zargar 

PhD. Candidate, Department of Industrial Management,
Qom Branch, Islamic Azad University, Qom, Iran

Ali Emami Meibodi  *

Associate Professor, Energy Economics Dept., Faculty of
Economics, Allameh Tabatabaee University, Tehran, Iran

Hossein Jahangirnia 

Assistant Professor, Accounting Dept., Faculty of
Accounting, Islamic Azad University, Qom, Iran

Mozhgan Safa 

Assistant Professor, Accounting Dept., Faculty of
Accounting, Islamic Azad University, Qom, Iran

Abstract

It is necessary to develop the photovoltaic industry due to the criticality of reducing economic dependence on fossil fuels and mitigating air pollution. Therefore, the present study aims to propose a financing model for this industry in Iran. This is an applied-developmental study, in terms of purpose. It is developmental because it provides a framework for financing the industry. On the other hand, it is of an applied nature, as its results find direct application in developing this industry. The modeling draws on a mixed-method approach combining the qualitative methodology of grounded theory and the quantitative method of artificial neural networks. The study's population comprises the financial, economic, and technical experts of the photovoltaic industry. Semi-structured interviews took place with 25 experts chosen through targeted sampling, combining maximum variation with snowball sampling methods. The findings indicate that the investment funds (one of the primary strategies of community financing), bank loans (one of the private financing strategies), power purchase agreements (a government incentive), public funding by modifying the fossil power tariffs, along with guarantees and insurances are among the strategic priorities for financing this industry. In sum, the financing model of the photovoltaic industry demonstrates that based on the current context in Iran, it is possible to create a profitability perspective and a supportive atmosphere for the photovoltaic industry by adopting diverse strategies.

Keywords: Photovoltaic, Financing, Grounded Theory, Neural Networks

JEL Classification: L94 , P48 , G32 , O16


* Corresponding Author: emami@atu.ac.ir

How to Cite: Zargar, B., Emami Meibodi, A., Jahangirnia, H., Safa, M. (2020). A Financing Model of Photovoltaic Industry in Iran: Combination of Grounded Theory and Neural Networks Model. *Iranian Energy Economics*, 37 (10), 73-97.



ارائه مدل تأمین مالی صنعت فتوولتائیک در ایران - ترکیب نظریه داده بنیاد با شبکه‌های عصبی^۱


دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران

بتول زرگر 


دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

علی امامی میبدی *

استادیار گروه حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران

حسین جهانگیرنیا 

استادیار گروه حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران

مژگان صفا 

چکیده

به دلیل ضرورت توسعه صنعت فتوولتائیک که از لزوم کاهش وابستگی اقتصاد کشور به سوخت‌های فسیلی و کاهش آلودگی هوا ناشی می‌شود، هدف پژوهش حاضر، ارائه مدلی جهت تأمین مالی این صنعت در کشور است. این تحقیق از نظر هدف، توسعه‌ای - کاربردی است؛ توسعه‌ای بودن آن به دلیل ارائه یک چارچوب برای تأمین مالی صنعت، و کاربردی بودن آن به دلیل امکان کاربرد مستقیم نتایج در توسعه این صنعت است. برای مدل‌سازی، از ترکیب روش کیفی داده بنیاد و روش کمی شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شده است. جامعه تحقیق مشتمل بر خبرگان حوزه مالی، اقتصادی و فنی صنعت فتوولتائیک بوده که از طریق مصاحبه نیمه‌ساختاریافته و رویکرد نمونه‌گیری هدفمند، ترکیب روش حداکثر تنوع با روش گلوله برفی، ۲۵ نفر مورد مصاحبه قرار گرفته‌اند. یافته‌ها نشان داد که صندوق‌های سرمایه‌گذاری از راهبردهای اصلی تأمین مالی عمومی، وام بانکی از راهبردهای تأمین مالی شخصی، قرارداد خرید تضمینی از مشوق‌های دولتی، تأمین مالی دولتی از محل تعدیل تعرفه برق فسیلی و وجود ضمانت‌ها و بیمه‌ها، از جمله اولویت‌های راهبردی تأمین مالی این صنعت شناسایی شدند. در نتیجه نهایی می‌توان بیان داشت که با توجه به بسترهای موجود در کشور، در مدل تأمین مالی صنعت فتوولتائیک از طریق راهبردهای متنوع، دید سودآوری و فضای حمایتی برای صنعت ایجاد می‌شود.

کلیدواژه‌ها: فتوولتائیک، تأمین مالی، داده بنیاد، شبکه عصبی

۱. مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری رشته مدیریت صنعتی - مالی دانشگاه آزاد اسلامی واحد قم است

* نویسنده مسئول: emami@atu.ac.ir

طبقه‌بندی JEL: O16 , G32 , P48 , L94



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. مقدمه

ایران از لحاظ مصرف انرژی به منظور تولید کالاها و خدمات، وضعیت مطلوبی نداشته و از جمله کشورهای با شدت انرژی بسیار بالا محسوب می‌شود به طوری که در سال ۲۰۲۰ در رتبه اول کشورهای با بیشترین شدت انرژی قرار گرفته است. شدت انرژی در جهان در بازه ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ سالانه به طور متوسط ۱/۲ درصد کاهش یافته است در حالی که شدت انرژی در ایران در همین بازه زمانی، سالانه ۲/۶ درصد افزایش یافته است (انردیتا^۱، ۲۰۲۱). مصرف سوخت‌های فسیلی مهم‌ترین عامل انتشار گازهای گلخانه‌ای است و این گازها علاوه بر ایجاد آلودگی، در ساختار و ترکیبات جو زمین نیز تأثیر می‌گذارند و باعث تغییرات اقلیمی می‌شوند. بنابراین به موازات رشد مصرف انواع سوخت‌های فسیلی، میزان انتشار انواع آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای در ایران از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۹، نرخ رشد سالانه ۴/۷ درصد را نشان می‌دهد (وزارت نیرو، ۱۳۹۹). از این نظر، ایران در زمره ۱۰ کشور اول جهان در انتشار گازهای گلخانه‌ای است (انردیتا، ۲۰۲۱).

منابع انرژی تجدیدپذیر علاوه بر آن که راهکاری برای کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌باشند، عاملی برای بهبود شاخص‌های کلان اقتصادی و دارای پتانسیل بسیار خوبی برای تحقق مفهوم انرژی پایدار هستند ((کریمی و همکاران، ۱۳۹۹) و (امامی‌مبیدی و همکاران، ۱۳۹۶)). از این رو، توسعه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر آنچنان در سطح جهان ضرورت یافته که در سال ۲۰۱۹، ظرفیت تولید برق فتوولتائیک در جهان، حدود ۶۳۴ گیگاوات برآورد شده است که در مقایسه با ظرفیت یک گیگاوات سال ۲۰۰۰، رشد سریع و غیرقابل باوری را نشان می‌دهد (استاتیستا^۲، ۲۰۲۰).

در حالی که کشور ایران، علی‌رغم برخورداری از تابش نور خورشید با قدرت و توان مطلوب ((بانک جهانی^۳، ۲۰۲۰) و (احمد^۴، ۲۰۱۸))، و امکان نصب بیش از ۶۰ گیگاوات نیروگاه خورشیدی در مساحتی حدود ۲۰۰۰ کیلومترمربع (عباسی گودرزی و ملکی، ۱۳۹۶)، صرفاً از ظرفیت ۴۵۵/۵ مگاوات انرژی خورشیدی در حال بهره‌برداری است (سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی (ساتبا)، ۱۴۰۰).

1. Enerdata
2. Statista
3. The World Bank
4. Ahmad

بر اساس تحقیقات صورت گرفته، یکی از مهم‌ترین موانع توسعه انرژی خورشیدی در ایران، وجود هزینه‌های بالای سرمایه اولیه و در نتیجه، عدم امکان تأمین مالی مناسب در این بخش است ((سرلکی و حسن‌بیگی، ۱۳۹۸) و (اسماعیل‌زاده و همکاران، ۱۳۹۷) و (شهسواری و طباطبایی یزدی، ۱۳۹۶)).

مطالعات موردی در سطح جهان، نشان داده است که ابزارهای سرمایه‌گذاری مختلفی برای تأمین مالی انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد و به وسیله آن‌ها می‌توان از سد هزینه سرمایه‌ای بالای این فناوری‌ها عبور نموده و به منافع آن‌ها دست یافت (یانگ و لیو^۱، ۲۰۲۰) و (یانگ و همکاران^۲، ۲۰۱۹) و (لم و لاو^۳، ۲۰۱۸)). در ضمن، باید توجه داشت که مؤثر واقع شدن روش‌های تأمین مالی به شرایط صنعت و قوانین هر کشور نیز وابسته است (امامی‌مبیدی، ۱۳۹۸).

بنابراین توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر امری ضروری است و تأمین مالی از مهم‌ترین چالش‌های این مسیر شناسایی شده است. از این رو، موضوع تأمین مالی این انرژی‌ها به یک مبحث مطالعاتی وسیع در سطح جهان تبدیل شده است. لذا این پژوهش به دلیل خلأ تحقیقاتی که در این زمینه در کشور وجود دارد، قصد دارد بر اساس شرایط و قوانین مرتبط با صنعت فتوولتائیک در کشور، با ارائه مدلی جهت تأمین مالی آن، در راستای گره‌گشایی از ساختار نامناسب سبد انرژی کشور گام بردارد. به منظور دستیابی به هدف این تحقیق، در ادامه پس از ارائه توضیحاتی در خصوص ادبیات نظری و پیشینه پژوهش در بخش دوم، روش و مراحل پژوهش در بخش سوم بیان گردیده و یافته‌ها در بخش چهارم، ارائه و تحلیل شده است. در بخش پایانی نیز به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات پرداخته شده است.

۲. ادبیات نظری و پیشینه پژوهش

انرژی خورشیدی به عنوان یک منبع فناپذیر انرژی، یکی از مهم‌ترین انرژی‌های تجدیدپذیر و یکی از بهترین جایگزین‌ها برای سوخت‌های فسیلی به شمار می‌آید (عرفان^۴ و همکاران، ۲۰۲۱). فتوولتائیک، روشی برای تبدیل انرژی خورشیدی به جریان الکتریکی است. استفاده از سیستم فتوولتائیک برای تولید برق، یک روش مستقیم، بی‌نیاز از تجهیزات

-
1. Yang and Liu
 2. Yang et al.
 3. Lam and Law
 4. Irfan et al.

پیچیده و دارای بازدهی نسبتاً مناسب می‌باشد. در طراحی سیستم‌های فتوولتائیک، میزان ساعات آفتابی روزانه منطقه‌ای که سیستم در آن نصب خواهد شد به عنوان یک عامل مؤثر در نظر گرفته می‌شود. هرچه میزان ساعات آفتابی بیشتر باشد پنل‌های کمتری برای تولید برق، مورد نیاز است (کاظمی، ۱۳۹۶).

با توجه به هزینه‌های اولیه بالای تأمین و نصب تجهیزات فتوولتائیک، امکان فراهم آوردن سرمایه مورد نیاز برای اجرای پروژه به راحتی فراهم نیست (کریمی و همکاران، ۱۳۹۹). در چنین شرایطی، ضروری است منابع مالی به شیوه‌ای مناسب مدیریت شوند. به علم مدیریت منابع مالی، تأمین مالی گفته می‌شود. بنابراین، انتخاب روش تأمین مالی مناسب، به ویژه در کشورهای در حال توسعه و دارای بحران‌های مالی، از اهمیت بالایی برخوردار است (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۶). از این رو، مشاهده می‌شود در پروژه‌های بزرگ فتوولتائیک که در سطح جهان به اجرا رسیده‌اند، از ترکیبی از ابزارهای تأمین مالی استفاده شده است؛ به طوری که در همین راستا، لم و لاو (۲۰۱۸)، با هدف ارائه راهنمایی در مورد تصمیمات تأمین منابع مالی برای کارآفرینان نوپا در بازار انرژی تجدیدپذیر، ابزارهای ترکیبی تأمین مالی به کار گرفته شده در پروژه‌های نیروگاه خورشیدی آمریکا، ایتالیا، مراکش و دانمارک را مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. در واقع، نکته مهم، انتخاب شکل صحیح روش تأمین مالی با توجه به شرایط هر پروژه و کشور میزبان پروژه است (امامی میدی، ۱۳۹۸).

مطالعات خارجی متعددی در زمینه تأمین مالی انرژی‌های تجدیدپذیر صورت گرفته است. برخی مطالعات، روش‌های مختلف تأمین مالی را برای انرژی‌های تجدیدپذیر مورد بررسی قرار داده‌اند؛ به طوری که آریفین و همکاران^۱ (۲۰۲۱)، با هدف یافتن مدل تأمین مالی بهینه برای صنعت فتوولتائیک، ۱۱ مدل ترکیبی و غیر ترکیبی از روش‌های وام کم بهره، کمک مالی بین‌المللی، مشوق‌های مالیاتی و خرید تضمینی دولتی را با استفاده از شاخص‌های امکان‌سنجی اقتصادی ارزش فعلی خالص، نرخ بازگشت سرمایه و نرخ بازده داخلی، مورد مقایسه قرار داده و نتیجه گرفتند که ترکیب خرید تضمینی دولتی، کمک مالی بین‌المللی و وام کم‌بهره راهکاری بهینه برای تأمین مالی فتوولتائیک از میان روش‌های مورد بررسی در کشور اندونزی می‌باشد. لینهارت و همکاران^۲ (۲۰۲۱) نیز با هدف پیشنهاد طرح مناسبی برای تأمین مالی نیروگاه‌های فتوولتائیک پشت‌بامی در اتریش، از طریق

1. Arifin et al.

2. Linhart et al.

اندازه گیری ارزش فعلی خالص و دوره بازگشت سرمایه، نشان دادند که تأمین مالی جمعی به جای انفرادی، حتی با نرخ بهره وام بالاتر، دوره بازگشت سرمایه ای کمتری دارد. همچنین یانگ و لیو (۲۰۲۰)، با هدف بررسی روش تأمین مالی لیزینگ برای صنعت فتوولتائیک چین، یک مطالعه موردی بر روی جریان نقدی پروژه با استفاده از لیزینگ انجام دادند و نهایتاً لیزینگ را به عنوان یک روش مناسب تأمین مالی برای صنعت فتوولتائیک چین معرفی نموده و نتیجه گیری کردند که هرچه مدت اجاره طولانی تر باشد، نرخ بهره کمتر است و بنابراین برای شرکت های فعال در صنعت فتوولتائیک، انتخاب خوبی می تواند باشد. یانگ و همکاران (۲۰۱۹) نیز با هدف ارائه یک طرح تأمین مالی برای صنعت فتوولتائیک چین، از طریق مطالعه موردی و محاسبه شاخص ارزش فعلی خالص پروژه، روش های تأمین مالی وام و لیزینگ را برای صنعت فتوولتائیک مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه می رسند که وام با بهره پایین و دوره بازپرداخت طولانی، موجب افزایش اعتماد سرمایه گذاران و بهبود نرخ بازگشت سرمایه می شود و در صورت استفاده از روش لیزینگ، بازگشت سرمایه سریع تر نیز روی می دهد. در همین راستا پیشنهاد می کنند دولت، سیاست های تأمین مالی را در جهت افزایش اعتماد مؤسسات مالی ارائه دهنده وام ها به صنعت فتوولتائیک، بازنگری و بهبود بخشد. همچنین ایسا^۱ (۲۰۱۹)، با هدف علت یابی و ارائه راهکار برای تأمین مالی انرژی تجدیدپذیر، از طریق تجزیه و تحلیل توصیفی، به بررسی و مقایسه وضعیت تأمین مالی انرژی تجدیدپذیر در کشورهای نیجریه و برزیل پرداخته و به این نتیجه دست یافت که برزیل در ارتقاء بخش انرژی تجدیدپذیر موفق بوده ولی نیجریه به سبب اراده سیاسی ضعیف و عدم وجود یک چارچوب و مدل مشخص برای تأمین مالی انرژی تجدیدپذیر، در این بخش شکست خورده است. لیو و چو^۲ (۲۰۱۸) نیز با هدف بررسی تأمین مالی خصوصی در صنایع انرژی های تجدیدپذیر کشور چین، با استفاده از تجزیه و تحلیل سوات^۳، به این نتیجه دست یافتند که در صورت اتخاذ برخی حالات عملکردی در صنعت، سرمایه خصوصی در بازار انرژی تجدیدپذیر چین، مشوق خوبی برای توسعه انرژی های تجدیدپذیر خواهد بود.

مطالعات داخلی درباره انرژی های تجدیدپذیر، به موضوعاتی همچون تحلیل وضعیت، تأثیر بر رشد اقتصادی، پتانسیل و موانع رشد صنعت این انرژی ها پرداخته اند به

1. Isah
2. Liu and Chu
3. SWOT

طوری که خیاطیان و همکاران (۱۳۹۹)، با هدف تحلیل تطور تاریخی صنعت فتوولتائیک در ایران، با استفاده از روش داده بنیاد و مصاحبه با خبرگان این صنعت، به این نتیجه دست یافتند که در دوره اول (۱۳۷۰ تا ۱۳۸۵) تمرکز بر آشنایی مسئولین با انرژی‌های تجدیدپذیر، در دوره دوم (۱۳۸۵ تا ۱۳۹۴) تمرکز بر روی حمایت از توسعه صنعت و در دوره سوم (۱۳۹۴ تا ۱۳۹۸) جهت‌گیری به سمت ایجاد بازار صنعت در کشور هدایت شده است. برخی مطالعات به ارتباط بین گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی در کشور پرداخته‌اند؛ به طوری که باصری و همکاران (۱۳۹۸) با هدف بررسی اثرات مالی گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی ایران، بر اساس روش الگوهای خودرگرسیون با وقفه‌های تأخیری، نتیجه گرفتند که تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر با شدت و ضعف‌های مختلف بر رشد اقتصادی اثر گذاشته و این رشد به نوبه خود بر میزان تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشور تأثیر داشته است. همچنین قائد و همکاران (۱۳۹۸) با هدف بررسی تأثیر انواع انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی ایران، با استفاده از الگوی خودتوضیح‌برداری، روش جوهانسون - جوسیلیوس و روش تصحیح خطا، نتیجه گرفتند که در بلندمدت، سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در انرژی‌های تجدیدپذیر باعث افزایش رشد اقتصادی می‌شود. مطالعاتی در کشور، موانع توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را بررسی نموده‌اند؛ به طوری که سرلکی و حسن بیگی (۱۳۹۸) با هدف ارائه اطلاعات فنی و ابزارهای سیاسی برای رفع برخی موانع پیش روی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران، بر اساس تجزیه و تحلیل توصیفی، هزینه‌های اولیه فوق‌العاده زیاد، مشکلات فناوری، کمبود منابع مالی کافی برای پرداخت در هزینه خرید و وجود منابع غنی نفت در ایران را محدودیت‌های اصلی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران معرفی می‌کنند. آقایی و همکاران (۱۳۹۸) نیز با هدف بررسی رابطه توسعه مالی و توسعه تکنولوژی انرژی‌های تجدیدپذیر در دو گروه کشورهای منتخب توسعه‌افته و در حال توسعه، با استفاده از الگوی پانل توبیت^۱، نتیجه گرفتند که توسعه بازار سهام در کشورهای توسعه‌افته و توسعه کل بازارهای مالی در کشورهای در حال توسعه بیشترین تأثیر را بر توسعه فناوری نصب انرژی بادی، زیست‌توده و انرژی خورشیدی خواهد داشت.

1. Tobit

در حوزه روش پژوهش، پژوهشگرانی همچون شفیعی و میرابی (۱۳۹۹) برای طراحی مدل تأمین مالی در شرکت‌های بزرگ صنعت فولاد، و رضایی و همکاران (۱۳۹۷) برای ارائه مدل بومی تأمین منابع مالی پایدار در سازمان بیمه درمانی کشور از روش تحقیق نظریه داده بنیاد استفاده نمودند که وجه مشترک تمامی این تحقیقات، فقدان الگوی مدون در موضوع مورد مطالعه است. سایر تحقیقاتی که صرفاً به بررسی یک یا دو روش تأمین مالی خاص پرداخته‌اند، از روش‌هایی مانند پنل دیتا توسط کوتان و همکاران (۲۰۱۷)، پویایی سیستم‌ها توسط لو و همکاران (۲۰۱۸) و تحلیل پست^۱ توسط تان و همکاران (۲۰۱۸) استفاده شده است.

بنابراین علی‌رغم وجود مطالعاتی در کشور در زمینه تأثیر توسعه صنایع انرژی تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی، شناسایی سیر تحول تاریخی صنعت فتوولتائیک ایران به سمت ایجاد بازار آن در دوره کنونی و نیز مشخص شدن هزینه‌های اولیه زیاد و کمبود منابع کافی به عنوان موانع اصلی توسعه صنعت، یک خلأ تحقیقاتی در زمینه تأمین مالی صنعت فتوولتائیک وجود دارد. این در حالی است که موضوع تأمین مالی صنعت فتوولتائیک به شدت مورد توجه پژوهشگران سایر کشورها، به ویژه اتحادیه اروپا و کشور چین قرار گرفته است. مطالعات خارجی، اغلب به بررسی یک یا چند روش تأمین مالی پرداخته‌اند، ولی این پژوهش در راستای سیر تحول این صنعت در کشور، به ارائه یک چارچوب برای تأمین مالی فتوولتائیک با استفاده از روش تحقیق آمیخته پرداخته است. در این پژوهش به جای شیوه معمول تئوری داده بنیاد که روش متداول برای پاسخگویی به پرسش‌های نوین در زمینه‌های فاقد مبانی نظری کافی برای تدوین هرگونه فرضیه و آزمون است، به منظور کاهش میزان اثرپذیری از پیش‌فرض‌های ذهنی پژوهشگر، از ترکیب روش تئوری داده بنیاد با روش شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده می‌شود که در زیر شرح داده شده است.

۳. روش

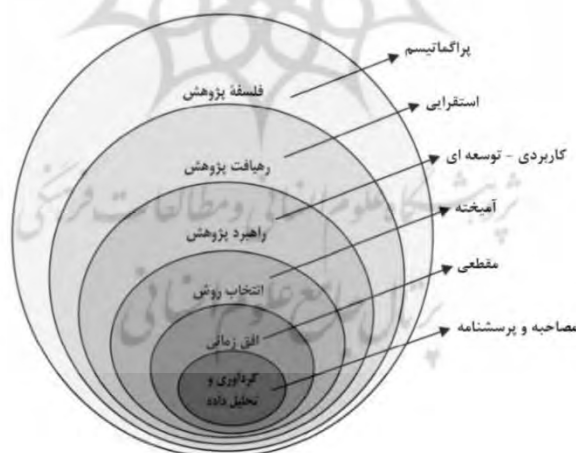
بر مبنای مدل پیاز پژوهش ساندرز^۲، چون پژوهش حاضر حاصل ترکیب روش‌های کمی و کیفی می‌باشد، در لایه پارادایم پراگماتیسم قرار می‌گیرد و پژوهشگر از طریق تعامل با موضوع مورد پژوهش به شناخت آن نائل می‌شود. به دلیل ارائه یک چارچوب برای تأمین

1. PEST

2. Saunders' Research Onion

مالی صنعت و امکان کاربرد مستقیم نتایج در توسعه این صنعت، از نظر هدف، در دسته پژوهش‌های کاربردی - توسعه‌ای قرار دارد و از آنجا که بر اساس تجزیه و تحلیل داده‌های گردآوری شده، به توسعه یک نظریه می‌پردازد، تحقیق استقرایی می‌باشد. در این تحقیق از روش پژوهش آمیخته اکتشافی متوالی استفاده شده است و بر اساس ترکیب روش کیفی داده بنیاد و روش کمی شبکه‌های عصبی مصنوعی که توسط هونکلا و همکاران^۱ (۲۰۱۰) پیشنهاد شد، عمل شده است. درخصوص ترکیب نظریه داده بنیاد با شبکه عصبی، در پژوهش هونکلا و همکاران (۲۰۱۰)، آنالیز داده بنیاد مفهوم بین ذهنی، به عنوان یک روش برای افزایش فهم متقابل و افزایش مشارکت ذی‌نفعان استفاده شده است. قبادی و همکاران (۱۳۹۵) نیز مدل خلاقیت سازمانی را با استفاده از کاربرد شبکه‌های عصبی در پژوهش‌های داده بنیاد طراحی نموده و نتیجه گرفتند که در این روش ترکیبی، با افزوده شدن مرحله توزیع پرسشنامه در نهایت منجر به شفاف‌تر شدن مراحل انجام پژوهش داده بنیاد به کمک شبکه عصبی می‌شود و با تفکر جمعی مشارکت‌کنندگان همراه است. در طراحی چارچوب پژوهش حاضر، داده‌ها در مرحله کیفی از طریق مصاحبه و در مرحله کمی از طریق پرسشنامه گردآوری شده است.

شکل ۱. پیاز پژوهش



جامعه تحقیق، مشتمل بر خبرگانی با معیارهای مشخص برای انتخاب، از جمله تسلط بر مسائل صنعت، سابقه کاری مرتبط و همچنین برخورداری از دانش علمی در حوزه فنی

1. Honkela et al.

این صنعت و یا در حوزه‌های مالی و اقتصادی بوده است. به منظور نمونه‌گیری از جامعه مورد نظر، از رویکرد نمونه‌گیری هدفمند، ترکیب روش حداکثر تنوع با روش گلوله برفی استفاده شد و از صاحب‌نظران، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته به عمل آمد. اشباع تئوریک به عنوان معیار تعیین حجم نمونه مورد استفاده قرار گرفت.

۱-۳. مراحل پژوهش

از آنجا که این پژوهش از نوع آمیخته اکتشافی است و از دو مرحله کیفی (نظریه داده بنیاد) و کمی (شبکه‌های عصبی مصنوعی) تبعیت می‌کند، به توصیف اجمالی این مراحل پرداخته خواهد شد.

الف) بخش کیفی: علل استفاده از روش داده بنیاد در بخش کیفی را می‌توان این‌گونه خلاصه نمود: با توجه به هدف پژوهش، به ویژه وجه ارائه الگوی بومی، این تحقیق نیازمند روشی بوده است که قابلیت ایجاد مفاهیم و مضامین نوآورانه را داشته باشد. در ضمن، در این پژوهش باید از روشی استفاده شود که ابزار گردآوری اطلاعات در آن به صورت تعاملی باشد که این ویژگی در روش داده بنیاد وجود داشت.

برای شروع کار با روش داده بنیاد، ابتدا با بررسی ادبیات پژوهش و مشاوره با متخصصان حوزه، سؤالات مصاحبه طراحی شد. بعد از انجام هماهنگی‌های لازم جهت انجام مصاحبه، مصاحبه‌ها به صورت فایل صوتی ضبط و پس از پیاده‌سازی آن، کار کدگذاری با تفکیک متن به عناصر دارای پیام آغاز شد. در این پژوهش، به منظور کدگذاری و مدیریت داده‌ها از نرم‌افزار MAXQDA استفاده شد. پس از آن سعی شد که بر اساس اطلاعات کلی به دست آمده از ادبیات موضوع و مصاحبه‌ها، سازهایی به عنوان کدگذاری محوری طراحی گردد.

سپس به منظور ارائه نتایج حاصل از بخش کیفی به بخش کمی، مهم‌ترین و پرتکرارترین کدهای مورد اشاره مشارکت‌کنندگان با فراوانی بیشتر از ۴ انتخاب شدند. این گام در واقع در جهت کمی‌سازی داده‌ها انجام شد که در پژوهش داده بنیاد سنتی، نیازی به این مرحله وجود ندارد (قبادی و همکاران، ۱۳۹۵).

ب) بخش کمی: از آنجا که در پژوهش داده بنیاد، در ایجاد رابطه بین مفاهیم، پیش‌فرض‌های ذهنی پژوهشگر بر روی فرایند تحلیل اثرگذار می‌باشد، هونکلا و همکاران

(۲۰۱۰) پیشنهاد دادند تا سازه‌های حاصل از روش داده بنیاد با رویکرد کمی تأیید شوند به این ترتیب که بعد از تعیین کدهای باز و سازه‌ها، رابطه کدهای محوری با کدهای باز طی پرسشنامه ماتریسی از مشارکت کنندگان مورد سؤال قرار گیرد. پرسشنامه‌های به دست آمده شامل سه بعد کدهای باز، کدهای محوری و پاسخگویان را نشان می‌دهد. برای اینکه بتوان اطلاعات را به نرم‌افزاری که اطلاعات دوبعدی را می‌پذیرد، وارد کرد، فرض می‌شود داده‌ها در سه بعد یک مکعب مستطیل توزیع شده‌اند و به عبارتی، در دستگاه مختصات سه بعدی قرار دارند. با ضرب یک بعد در بعد دیگر، مکعب به یک صفحه تبدیل می‌شود. این صفحه به صورت یک ماتریس متقاطع، آماده تحلیل است.

برای خوشه‌بندی داده‌ها از روش نقشه‌های خودسازمان‌دهنده و نرم‌افزار سومین^۱ استفاده شد. داده‌های ماتریسی کاهش بعد یافته را وارد نرم‌افزار نموده و نمودار خروجی گرافیکی و سایر اطلاعات جهت بررسی مشاهده شد.

۴. یافته‌ها

پس از اجرای کدگذاری باز در نرم‌افزار MAXQDA، ۲۷۲ کد شناسایی شد و ۴۳ کد از میان آن‌ها به عنوان مهم‌ترین و پرتکرارترین کدها مشخص شدند. این کدها در جدول ۱ آورده شده‌اند.

جدول ۱. پرتکرارترین کدهای باز

نیروگاه بزرگ	سهام بلندمدت
نیروگاه کوچک	ضمانت ریسک
سیستم‌های خورشیدی قابل حمل	ضمانت پروژه یا بیمه عملکرد سیستم
قدمت کم صنعت در کشور	ضمانت نقدینگی یا بیمه منابع
عدم وجود سوابق اجرایی برای بسیاری از روش‌های تأمین مالی در کشور	قرارداد خرید تضمینی دولتی برق تولیدی
ضرورت اقتصادی و زیست‌محیطی توسعه صنعت برای کشور	وام کم‌بهره، بلندمدت و دارای زمان استراحت
حذف یا کاهش یارانه سوخت‌های فسیلی	کمک بلاعوض
نرخ بهره وام بانکی	کاهش عوارض واردات تجهیزات
وضعیت ثبات اقتصادی کشور	حمایت مالیاتی و خرید از تولیدکننده داخلی
دستورالعمل‌های وام بانکی	الزامات قانونی برای شرکت‌های بزرگ

قوانین دولتی مربوطه	عوارض برق
میزان تعرفه خرید تضمینی	صادرات برق
قیمت تمام شده تجهیزات	بودجه‌های عمرانی
لیزینگ یا اجاره به شرط تملیک	حذف یا کاهش یارانه سوخت‌های فسیلی
صندوق سرمایه‌گذاری خورشیدی	افزایش تعرفه برق مشترکین پرمصرف
مؤسسه مالی پشتیبان	مالیات شرکت‌های آلاینده محیط‌زیست
تأمین مالی جمعی	اوراق قرضه سبز دولتی
اوراق قرضه سبز	توسعه اقتصادی
وام بانکی	بهبود سطح رفاه عمومی
سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	گسترش دید سودآوری به صنعت
خودتکایی	حاکمیت فضای حمایتی از صنعت
قرارداد خرید تضمینی شرکت‌های بزرگ	

منبع: یافته‌های تحقیق

در مرحله بعد، بر اساس مبانی نظری و مفاهیم واضح و روشن برگرفته از مصاحبه‌ها، مفاهیم اصلی و کلیدی پژوهش، به عنوان نتایج کدگذاری محوری احصا شد. جدول زیر کدهای محوری حاصل از مصاحبه را نشان می‌دهد.

جدول ۲. کدهای محوری یافته‌های حاصل از مصاحبه

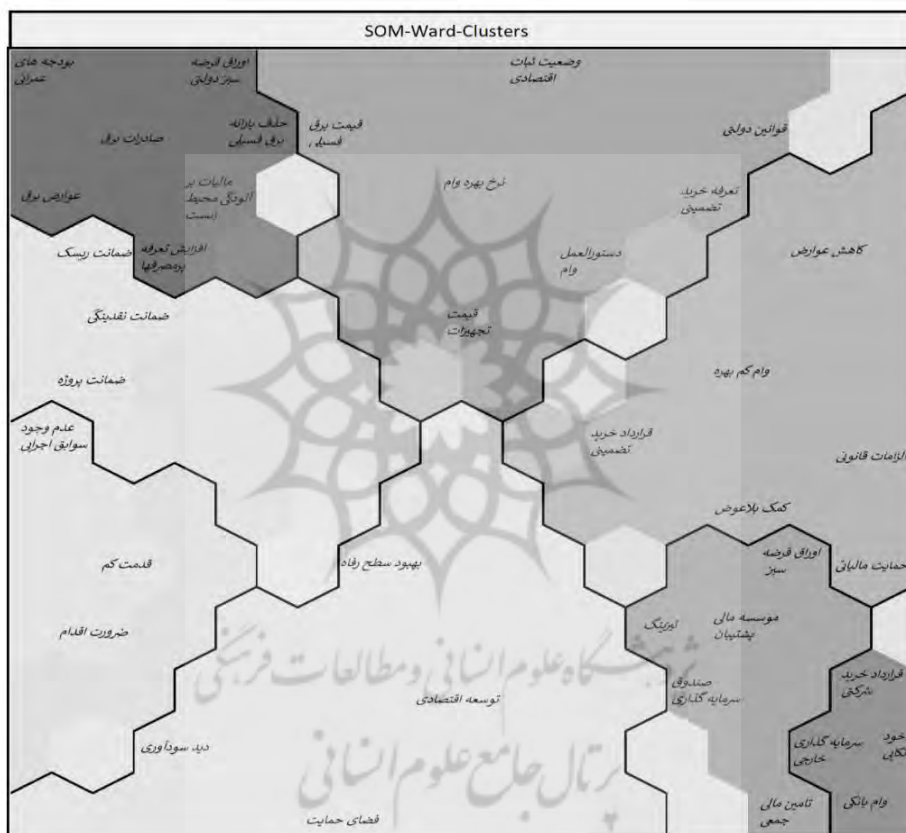
شرایط علی	شرایط مداخله‌گر	راهکارها	پیامدها
شکاف با وضع مطلوب ضرورت بازار مالی	قوانین دستورالعمل‌ها اقتصاد کلان فناوری	راهبردهای تأمین مالی	اقتصاد کلان دیدگاه سرمایه‌گذاران
		بخش خصوصی	
		راهبردهای تأمین مالی بخش دولتی	
		مشوق‌های دولتی برای بخش خصوصی	
		ضمانت و بیمه	

منبع: یافته‌های تحقیق

به منظور به دست آوردن رابطه کدهای محوری با کدهای باز، طی پرسشنامه ماتریسی، با توجه به ۴۳ کد تعیین شده با بالاترین فراوانی و نیز ۴ کد محوری اصلی و ۴ کد محوری فرعی زیرمجموعه راهکارها، از پرسشنامه‌ها، یک ماتریس مکعبی $43 \times 8 \times 8$ حاصل شد. در ماتریس مکعب مستطیل، عدد ۴۳ به تعداد گزاره‌های به دست آمده از کدگذاری باز، عدد ۸ به ستون‌های ماتریس (مفاهیم و یا سازه‌های مورد نظر و یا کدهای محوری) و دیگر عدد ۸ به پاسخگویان اشاره دارد. با تبدیل مکعب مستطیل ذکر شده به یک مستطیل، یعنی کاهش ابعاد از ۳ به ۲، امکان تحلیل و آنالیز توسط نرم‌افزار فراهم شد.

برای خوشه‌بندی داده‌ها با روش نقشه‌های خودسازمانده و نرم‌افزار سوماین، از ساختاری دارای ۱۵۰ نرون در لایه خروجی استفاده شد. سرعت آموزش به صورتی تنظیم شد که نرم‌افزار بیشترین دقت را برای آموزش شبکه به صورت خودکار به کار برد. برای آموزش شبکه، مقدار کشش نیز ۰/۵ انتخاب شد. تحلیل داده‌های به دست آمده از شبکه‌های عصبی خودسازمانده و نرم‌افزار سوماین در شکل ۳ به صورت گرافیکی ارائه شده است.

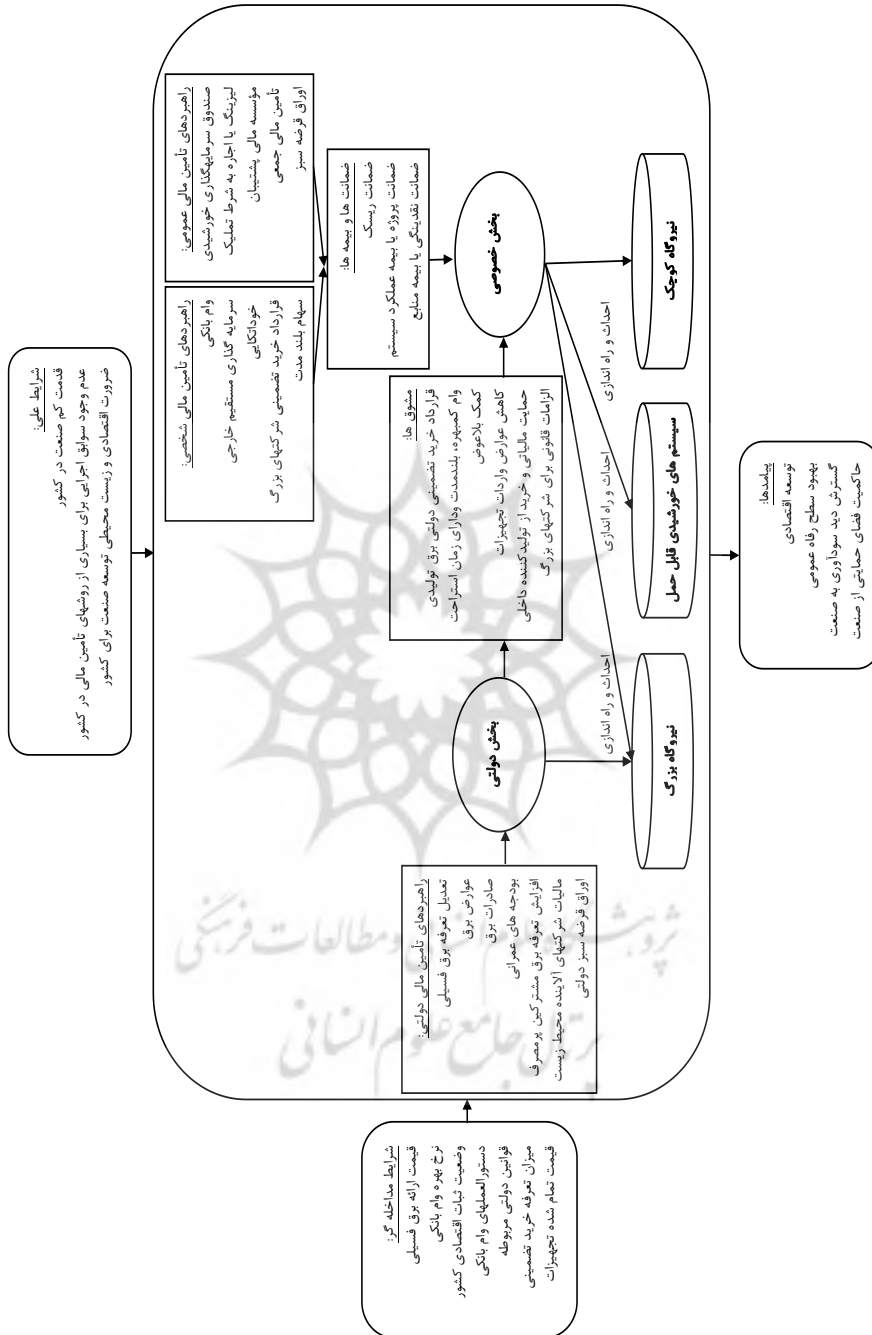
شکل ۲. نمودار گرافیکی خوشه‌بندی



منبع: یافته‌های تحقیق

در نهایت، با تجزیه و تحلیل خروجی نرم‌افزار که خوشه‌بندی گزاره‌های حاصل از مصاحبه را به وسیله شبکه عصبی ارائه نمود و با برقراری ارتباطات میان کدهای محوری، ۴ سازه در حوزه‌های بخش خصوصی، بخش دولتی، احداث و پارادایمی تکمیل گردید و از ترکیب این سازه‌ها، مدل تحقیق حاصل شد که در شکل ۳ نمایش داده شده است.

شکل ۵. مدل تأمین مالی صنعت فتوولتائیک در ایران



منبع: یافته های تحقیق

مدل به دست آمده شامل شرایط علی، شرایط مداخله‌گر، پیامدها، راهبردهای تأمین مالی دولتی، راهبردهای تأمین مالی خصوصی، مشوق‌های دولتی برای بخش خصوصی و راهبردهای تأمین مالی عمومی است.

مهم‌ترین مؤلفه‌های علت‌ساز تأمین مالی صنعت فتوولتائیک، قدمت کم این صنعت در کشور و رشد نه چندان زیادش، عدم وجود سوابق اجرایی برای بسیاری از روش‌های تأمین مالی در کشور، ضرورت اقتصادی و زیست محیطی توسعه صنعت برای کشور در این پژوهش شناسایی شده است که سرمایه‌بر بودن این صنعت، خود بر عدم رشد و عدم اجرای روش‌های تأمین مالی، مؤثر بوده است. از سوی دیگر ضرورت توسعه صنعت، از لزوم محدود نمودن مصرف سوخت‌های فسیلی، کاهش وابستگی اقتصاد کشور به سوخت‌های فسیلی، کاهش آلودگی هوا، جلوگیری از گرمایش آب و هوا و تغییرات اقلیمی ناشی می‌شود.

در تبیین مهم‌ترین مؤلفه‌های مداخله‌گر جهت تأمین مالی صنعت فتوولتائیک می‌توان به وضعیت ثبات اقتصادی کشور که بر میزان سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی اثرگذار است، قوانین دولتی مرتبط که می‌تواند دست و پاگیر بوده و مانعی برای سرمایه‌گذاری محسوب شود، قیمت ارائه برق فسیلی که ارزان بودن آن می‌تواند سودآوری صنعت فتوولتائیک را زیر سؤال ببرد، دستورالعمل‌های وام بانکی و نرخ بهره که می‌توانند به جای تسهیل سرمایه‌گذاری، به مانعی برای رشد صنعت تبدیل شوند، قیمت تمام شده تجهیزات که در صورت عدم رشد فناوری ساخت آن‌ها در داخل کشور و وجود مشکلات واردات، می‌توانند به مراتب سودآوری این صنعت را کاهش دهند و نیز میزان تعرفه خرید تضمینی برق تولیدی نیروگاه‌های خورشیدی که به شدت در میزان جذابیت این صنعت برای سرمایه‌گذاران تأثیرگذار است، اشاره نمود.

مهم‌ترین مؤلفه‌های پیامدها شامل چهار موضوع است؛ حاکمیت فضای حمایتی از صنعت که ناشی از سیاست‌گذاری‌های بخش خصوصی در ایجاد مشوق‌ها برای بخش خصوصی است، گسترش دید سودآوری به صنعت که ناشی از موفقیت استفاده از روش‌های مختلف تأمین مالی خواهد بود، بهبود سطح رفاهی که ناشی از رفع مشکلات قطعی برق و صادرات خواهد بود و نیز توسعه اقتصادی که از کاهش وابستگی اقتصاد کشور به سوخت‌های فسیلی ناشی می‌شود.

مجموعه حوزه پدیده محوری در مدل تأمین مالی صنعت فتوولتائیک، منجر به تولید برق خورشیدی در نیروگاه‌های کوچک و بزرگ و یا از طریق سیستم‌های خورشیدی قابل حمل می‌شود. در اینجا بخش دولتی نقش کلیدی در توسعه صنعت و نیز ایجاد انگیزه برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی ایفا می‌کند. بخش دولتی می‌تواند از طریق اخذ عوارض برق در قبوض، بودجه‌های عمرانی، صادرات برق، حذف یا کاهش یارانه سوخت‌های فسیلی، افزایش تعرفه برق مشترکین پرمصرف، اخذ مالیات از شرکت‌های آلاینده محیط زیست و انتشار اوراق قرضه سبز دولتی، هزینه احداث و راه‌اندازی نیروگاه‌های بزرگ خورشیدی و نیز ارائه مشوق‌هایی برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی را تأمین نماید. مهم‌ترین مشوق‌های دولت برای بخش خصوصی شامل قرارداد خرید تضمینی برق خورشیدی تولیدی توسط بخش خصوصی، وام کم‌بهره، بلندمدت و دارای زمان استراحت، کمک بلاعوض، کاهش عوارض واردات تجهیزات، حمایت مالیاتی و خرید از تولیدکننده داخلی، همچنین الزام قانونی شرکت‌های بزرگ به تولید برق مصرفی خود از منابع تجدیدپذیر می‌باشد.

راهبردهای تأمین مالی بخش خصوصی مشتمل بر راهبردهای تأمین مالی شخصی و تأمین مالی عمومی است که ضمانت‌ها و بیمه‌ها مکملی برای هر دوی آن‌ها خواهند بود. وام بانکی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، مدل تأمین مالی خودتکایی، قرارداد خرید تضمینی برق تولیدی توسط شرکت‌های بزرگ و سهام بلندمدت، به عنوان مؤثرترین راهبردهای تأمین مالی شخصی در این پژوهش شناسایی شده‌اند. برای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، شرکت‌های بین‌المللی در صورتی تأمین مالی پروژه را در یک کشور انجام می‌دهند که در آن کشور، بازدهی سرمایه‌ای مناسبی برای سرمایه‌گذار خارجی وجود داشته باشد. قرارداد خرید تضمینی برق خورشیدی تولیدی توسط شرکت‌های بزرگ، نیازمند وجود الزام قانونی برای کاهش مصرف برق و تولید برق از منابع تجدیدپذیر برای شرکت‌های بزرگ می‌باشد. سهام بلندمدت به معنی کمک سرمایه‌ای در ازای سهام‌داری می‌باشد و از شرکت تولیدکننده برای رشد بلندمدت و توسعه مداوم پشتیبانی می‌کند ولی لازمه سرمایه‌گذاری افراد در این شرکت، آن است که شرکت دارای سابقه خوب و کیفیت کار بالا باشد.

مؤثرترین راهبردهای تأمین مالی عمومی شناسایی شده در پژوهش، عبارتند از صندوق سرمایه‌گذاری خورشیدی، لیزینگ یا اجاره به شرط تملیک، مؤسسه مالی پشتیبان، تأمین مالی جمعی و اوراق قرضه سبز. صندوق سرمایه‌گذاری خورشیدی، با ایجاد تیمی با

تجربه و متخصص با هدف توسعه بازار صنعت فتوولتائیک به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی خورشیدی اختصاص می‌یابد. لیزینگ یا اجاره به شرط تملیک، در مناطقی کارایی بیشتری خواهد داشت که زیرساخت تأمین مالی و بازاریابی مستحکم و پابرجایی دارند. مؤسسه مالی پشتیبان، حتی اگر فاقد اعتبار کافی بر تأمین مالی باشد، باید از طریق منابع مختلف برای ارتقاء سرمایه‌گذاری‌های اساسی در صنعت فتوولتائیک حمایت شود. در تأمین مالی جمعی، مقادیر نسبتاً ناچیز سرمایه از تعداد زیادی افراد و بدون واسطه‌های مالی با انجام دعوت‌های عمومی و انتشار مطالب تصویری از پروژه‌ها جمع‌آوری می‌شود. منتشرکننده اوراق قرضه سبز متعهد می‌شود از درآمد پروژه در سررسیدها، سود را و نهایتاً در پایان عمر اوراق، اصل مبلغ را پرداخت نماید ولی برای انتشار این اوراق باید مراحل گوناگون قانونی از سوی شرکت انتشاردهنده طی شود و هزینه‌های معینی صرف گردد. لذا این دو باعث می‌شود که اکثر شرکت‌های کوچک نتوانند از امکان انتشار اوراق قرضه برخوردار گردند.

در این پژوهش مشخص شد که ضمانت‌ها و بیمه‌ها، علی‌رغم ایجاد افزایش در هزینه‌های پروژه، به منظور ایجاد اطمینان و انگیزه در سرمایه‌گذاران، می‌توانند نقش مهمی را در تأمین مالی این صنعت ایفا کنند. انواع مؤثر ضمانت‌ها و بیمه‌ها در این صنعت، ضمانت موفقیت پروژه در ظرفیت تولیدی، ضمانت بازپرداخت بدهی‌های پروژه و ضمانت ریسک برای پوشش ریسک‌های سیاسی یا نظارتی مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر در قراردادهای بین‌المللی شناسایی شد.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

به منظور دستیابی به هدف نهایی این تحقیق، یعنی طراحی ساز و کاری مناسب برای تأمین مالی صنعت فتوولتائیک در کشور، با توجه به شرایط حاکم بر این صنعت و ویژگی‌های خاص مربوط به آن و نیز ترجیحات فعالان این حوزه، از ترکیب رهیافت نظریه داده‌بنیاد و شبکه‌های عصبی مصنوعی استفاده شد؛ به این صورت که پس از کدگذاری باز، با ایجاد سازه‌ها و تعیین روابط آن‌ها با کدهای شناسایی‌شده، پدیده اصلی، کشف و متعاقب آن مدل تشکیل گردید.

بررسی مقایسه‌ای نتایج به دست آمده از مطالعات قبلی با نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که در زمینه تجزیه و تحلیل وضعیت تأمین مالی صنعت فتوولتائیک،

این پژوهش مشابه آریفین و همکاران لینهارت و همکاران، ایساو لم، لاو عمل نموده است؛ با این تفاوت که در این پژوهش، پس از این تحلیل وضعیت، یک چارچوب برای تأمین مالی صنعت نیز ارائه نموده است. مطالعات داخلی صورت گرفته در حوزه صنعت فتوولتائیک نیز در حوزه پارادایمی بوده است. از دیدگاه شرایط علی و پیامدها، نتایج پژوهش حاضر با آقایی و همکاران باصری و همکاران و نیز قائد و همکاران هم سو بوده است. در خصوص شرایط مداخله گر نیز مشابه اسماعیل زاده و همکاران و سرلکی و حسن بیگی عمل نموده است. البته باید توجه داشت که در این پژوهش ها، موضوعات تأمین مالی به صورت کلی با عبارتی مانند پایین بودن بازده دستگاه های خورشیدی، هزینه های اولیه فوق العاده زیاد و کمبود منابع مالی نشان داده شده اند؛ در حالی که در مقاله حاضر، جزئیات مداخله گر در مسئله تأمین مالی صنعت فتوولتائیک در کشور به طور مشروح مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین نتایج این پژوهش، راهبردی همه جانبه در راستای پیشنهاد شهربانیان برای ارائه یک راهکار بازار - محور برای توسعه انرژی های تجدیدپذیر به صورت پایدار و توسط بخش های خصوصی و دولتی است.

از آنجا که در بخش وسیعی از مدل، شامل بخش شکاف با وضع مطلوب از شرایط علی، کلیه شرایط مداخله گر، مشوق ها برای بخش خصوصی و نیز بخشی از راهبردها، نقش مهمی برای بخش دولتی شناسایی شد، پیشنهاد می شود برنامه ریزی ها و سیاست گذاری های دولتی در حوزه تأمین مالی صنعت فتوولتائیک، با توجه ویژه به عقب ماندگی از برنامه های قبلی، مورد بازنگری قرار گیرد. همچنین چون بر اساس اطلاعات گردآوری شده، هم اکنون نیز برخی مشوق ها در حال اجرا می باشد ولی آگاهی های یکسانی در این زمینه، حتی برای فعالان صنعت وجود ندارد، لازم است بخش دولتی از شیوه های رسانه ای قوی تری برای اعلام قوانین حمایتی و تشویق بخش خصوصی برای سرمایه گذاری در این صنعت استفاده نماید. علاوه بر این، به دلیل شناسایی قیمت تمام شده تجهیزات، به عنوان یکی از شرایط مداخله گر، پیشنهاد می شود بخش دولتی علاوه بر سیاست های اتخاذی در حوزه مشوق ها و راهبردهای تأمین مالی، نقش حمایتی خود را از شرکت های دانش بنیان که در حوزه توسعه فناوری های این صنعت ورود پیدا می کنند، تقویت نماید.

بر اساس مدل حاصل در این پژوهش، یکی از حوزه هایی که بخش خصوصی با هزینه های اولیه کمتر از نیروگاه های خورشیدی و با تأثیرپذیری کمتر از شرایط مداخله گر، می تواند در آن ها فعالیت کند، سیستم های خورشیدی قابل حمل است، که در حال حاضر

تولید این محصولات در کشور بسیار محدود می‌باشد. بنابراین، پیشنهاد می‌شود شرکت‌های خصوصی فعال در صنعت فتوولتائیک از تولید چنین محصولاتی غافل نمانند. بر اساس نقش مداخله‌ای شناسایی شده برای یارانه‌های غیراصولی تخصیصی به برق فسیلی در کشور، که هم به دلیل ایجاد تبعاتی همچون ناعدالتی در توزیع یارانه‌ها، و هم به دلیل ناموفق بودن در ایجاد مانع برای مصرف بی‌رویه قشر پرمصرف، بر روی بخش مشوق‌ها در مدل، تأثیر گذاشته و جذابیت سرمایه‌گذاری در هر یک از انواع منابع تجدیدپذیر را از بین برده است، پیشنهاد می‌شود در تعرفه برق فسیلی به ویژه برای گروه پرمصرف، تجدیدنظر اساسی صورت پذیرد.

با توجه به مدل، برخی راهبردهای شناسایی شده، از جمله قرارداد خرید تضمینی شرکت‌های بزرگ و نیز مالیات شرکت‌های آلاینده محیط زیست، متأثر از شرایط مداخله‌گر قوانین دولتی بازدارنده در حوزه آلاینده‌گی محیط زیست می‌باشند که در حال حاضر این قوانین به شدت کم‌رنگ هستند. بنابراین، پیشنهاد می‌شود از شیوه‌های مالیاتی یا شیوه‌هایی مشابه گواهینامه‌های قابل معامله انرژی که در اتحادیه اروپا در حال اجرا می‌باشند، برای الزام شرکت‌های بزرگ و آلاینده محیط زیست به تولید برق از منابع تجدیدپذیر استفاده شود.

بر اساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر، راهبردهای تأمین مالی عمومی که کمترین تأثیر را از شرایط مداخله‌گر دریافت می‌کنند، بهترین مسیر تأمین مالی صنعت، محسوب می‌شوند. بنابراین پیشنهاد می‌شود صندوق‌های سرمایه‌گذاری فعال در این حوزه، علاوه بر استفاده از شیوه‌های تبلیغاتی مناسب برای افزایش آگاهی عمومی و در نتیجه، افزایش بازدهی خود، از تنوع‌بخشی تخصصی در روش‌های تأمین مالی خود استفاده کنند.

در مسیر این پژوهش، محدودیت‌هایی وجود داشته است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از عدم وجود پژوهش مشابه در صنعت فتوولتائیک ایران، عدم تمایل خبرگان مالی برای ورود به حوزه‌های صنایع توسعه‌نیافته در کشور و دشواری‌های برگزاری مصاحبه‌ها با توجه به شرایط کرونایی.

برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود در خصوص میزان بازدهی هر یک از روش‌های گسترده تأمین مالی که در این پژوهش ذکر شده، تحقیقات جداگانه و نیز به صورت مقایسه‌ای صورت پذیرد. همچنین به دلیل اهمیت توسعه منابع تجدیدپذیر که در مقدمه شرح داده شد، پیشنهاد می‌شود تحقیقات مشابه از فعالان در حوزه سایر منابع

تجدیدپذیر نیز صورت پذیرد. علاوه بر این، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌هایی درخصوص ایجاد توازن بین تولید و مصرف انرژی الکتریکی از طریق ایجاد شبکه انرژی هوشمند، و بهره‌برداری هم‌زمان از چند حامل مختلف انرژی از طریق هاب انرژی صورت پذیرد. لازم به توضیح است که نتایج حاصل از این پژوهش، می‌تواند به شرکت‌های فعال در صنعت فتوولتائیک در جهت انتخاب شیوه‌های نوین تأمین مالی، به وزارت نیرو و در جهت سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی مشوق‌ها برای بخش خصوصی، به سرمایه‌گذاران جهت در اختیار داشتن دید روشن برای ورود به صنعت و به پژوهشگران حوزه مالی و انرژی در جهت مسیریابی مطالعات آتی کمک کند.

۶. تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

ORCID

Batoul Zargar



<https://orcid.org/0000-0002-2599-4764>

Ali Emami Meibodi



<https://orcid.org/0000-0002-4823-4151>

Hosein Jahangirnia



<https://orcid.org/0000-0002-2669-5045>

Mozhgan Safa



<https://orcid.org/0000-0002-7245-8753>

۷. منابع

- ابراهیمی سروعلیا، محمدحسن. عظیمی، ماشاءاله. رودسازی، حبیب و قربانی‌زاده، وجه‌اله. (۱۳۹۶). تبیین الگوی تأمین مالی تعاونی‌ها برای شرکت‌های عمومی خصوصی در توسعه زیرساخت‌های کشور با استفاده از نظریه داده بنیاد. *تعاون و کشاورزی*، ۶(۲۱)، صفحات ۱۷۲-۱۴۹.
- اسماعیل‌زاده، محمد. نوری، سیامک. احمدی، علی و نورعلیزاده، حمیدرضا. (۱۳۹۷). بررسی تأثیر موانع نوآوری بر الگوی نوآوری در شرکت‌های حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر. *پژوهش‌های مدیریت در ایران*، ۲۲(۲)، صفحات ۲۲۵-۲۰۵.
- امامی میبدی، علی. جنگ‌آور، حسن. نورالهی، یونس. ستاری‌فر، محمد و خورسندی، مرتضی. (۱۳۹۶). بررسی و تحلیل تأثیر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص‌های کلان اقتصادی. *مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی (مطالعات راهبردی جهانی شدن)*، ۷(۲۴)، صفحات ۱۵۸-۱۳۷.
- امامی میبدی، علی. (۱۳۹۸). شناسایی و اولویت‌بندی استراتژی‌های بهبود نظام تأمین مالی صنایع نفت و گاز ایران. *مطالعات اقتصاد انرژی*، ۱۵(۶۲)، صفحات ۱۹-۲۵.

- آقایی، مجید. رضاقلی زاده، مهدیه و عبدی، یونس. (۱۳۹۸). توسعه مالی و توسعه تکنولوژی انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش‌های مختلف: کاربردی از الگوی پانل توییت. *تحقیقات اقتصادی*، ۵۴(۲)، صفحات ۲۵۳-۲۸۴.
- بصری، بیژن. عباسی، ابراهیم و کیانی، غفار. (۱۳۹۸). اثرات مالی گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی در ایران. *فصلنامه اقتصاد مالی*، ۱۳(۴۶)، صفحات ۱۶۱-۱۸۲.
- خیاطیان یزدی، محمداصداق. فرتاش، کیارش و قربانی، امیر. (۱۳۹۹). تحلیل تطور تاریخی توسعه فناوری سیستم‌های خورشیدی فتوولتائیک در ایران: رویکردی نهادی. *بهبود مدیریت*، ۱۴(۱)، صفحات ۱-۳۰.
- رضائی، محمدرضا. دائی کریم‌زاده، سعید. فدائی، مه‌ری و اعتباریان، اکبر. (۱۳۹۷). ارائه مدل بومی تأمین منابع مالی پایدار در سازمان بیمه درمانی کشور مبتنی بر اقتصاد مقاومتی. *فصلنامه علمی پژوهشی بیمه سلامت ایران*، ۱(۴)، صفحات ۱۴۳-۱۵۲.
- سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق ایران (ساتبا). (۱۴۰۰). *اطلاعات آماری*. سرلکی، احسان و حسن بیگی، سید رضا. (۱۳۹۸). پتانسیل‌های تولید و موانع فنی توسعه و بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران. *انرژی‌های تجدیدپذیر و نو*، ۶(۱)، صفحات ۱۴-۲۵.
- شفیعی، علی و میرابی، حیدر رضا. (۱۳۹۹). طراحی و اعتباریابی مدل تأمین مالی در شرکت‌های بزرگ صنعت فولاد. *اقتصاد مالی*، ۱۴(۵۱)، صفحات ۸۳-۱۱۴.
- شهسواری، امیر و طباطبایی یزدی، فاطمه. (۱۳۹۶). آیا انرژی خورشیدی می‌تواند جایگزین انرژی‌های فسیلی شود؟ فرصت‌ها و چالش‌ها. *چهارمین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط زیست*، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
- عباسی گودرزی، علی و ملکی، عباس. (۱۳۹۶). سیاست‌گذاری جمهوری اسلامی ایران در بهره‌برداری بهینه از منابع انرژی تجدیدپذیر. *مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی*، ۷(۲۳)، صفحات ۱۵۹-۱۷۴.
- قائد، ابراهیم. دهقانی، علی و فتاحی، محمد. (۱۳۹۸). بررسی تأثیر انواع انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی ایران. *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، ۹(۳۵)، صفحات ۱۳۷-۱۴۸.
- قبادی، شهاب. حسینی، سید یعقوب و ضیایی بیده، علیرضا. (۱۳۹۵). کاربرد شبکه‌های عصبی در پژوهش‌های داده بنیاد. *روش‌شناسی علوم انسانی*، ۲۲(۸۸)، صفحات ۱۴۳-۱۶۲.
- کاظمی، علیرضا. (۱۳۹۶). بررسی مشوق‌های مالی و مالیاتی بر توسعه تکنولوژی فتوولتائیک در ایران با استفاده از رویکرد پویایی سیستم. *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*. دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

کریمی، محمدشریف. سهیلی، کیومرث و برزگری، شیما. (۱۳۹۹). رابطه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی در ایران. *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۲۲(۶)، صفحات ۳۱-۴۷.

مجردی، سعید. (۱۳۹۶). ارزیابی اقتصادی تولید برق خورشیدی (فتوولتائیک) برای روشنایی معابر شهر بجنورد. دانشگاه علامه طباطبایی.

وزارت نیرو. (۱۳۹۹). مروری بر ۳۱ سال آمار انرژی کشور.

References

- Abbasi Godarzi, A., Maleki, A. (2017). Renewable Energy Policy in I.R.Iran. *Strategic Studies of Public Policy*, 7(23), pp. 159-174. [In Persian]
- Aghaei, M., Rezagholizadeh, M., Abdi, Y. (2019). Financial Development and Renewable Energy Technology Development in Different Sectors: Application of Panel Tobit Model. *Journal of Economic Research*, Vol. 54(2), pp. 253-284. [In Persian]
- Ahmad, FA. (2018). Valuation of solar power generating potential in Iran desert areas. *Applied Science and Environmental Management*, Vol. 22(6), pp. 967-972. Doi: 10.4314/jasem.v22i6.21
- Arifin, Z. (2021). An optimum financing scheme for baseload thin-film and monocrystalline PV plants in Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, Vol. 11(5), pp. 52-58. Doi: 10.32479/ijeeep.11387
- Baseri, B., Abbasi, E., Kiani, Gh. (2019). Financial Effects of Renewable Energy Development on Economic Growth in Iran. *Financial Economics*, Vol. 13(46), pp. 161-182. [In Persian]
- Ebrahimi, M.H., Azimi, M., Roodsaz, H., Ghorbanizadeh, V. (2017). Specification the Financing Cooperatives Models to Public-Private Contribution in Developing Infrastructure with Grounded Theory. *Co-Operation and Agriculture*, Vol. 6(21), pp. 149-172. [In Persian]
- Emami Meibodi, A. (2019). Identifying and Prioritizing Strategies for Improving Financing Systems of Iran's Oil and Gas Industry. *Energy Economics Review*. Vol. 15 (62), pp. 19-35. [In Persian]
- Emami Meibodi, A., Jangavar, H., Noorollahi, Y., Satarifar, M., Khorsandi, M. (2017). The Investigation and Analysis of the Renewable Energy Development of Macroeconomic Indicators. *Strategic Studies of Public Policy*, Vol. 7(24), pp. 137-158. [In Persian]
- ENERDATA. (2021). *Global Energy Statistical Yearbook*. <https://yearbook.enerdata.net/>
- Esmailzadeh, M., Noori, S., Aliahmadi, A., Nouralizadeh, H. (2021). Investigating Innovation Barriers Effects on Innovation Pattern in Renewable Energy Firms. *Management Research in Iran*, 22(2), pp. 205-225. [In Persian]

- Ghaed, E., Dehghani, A., Fattahy, M. (2019). The effect of Types renewable Resources on the Economic Growth of Iran. *Economic Growth and Development Research*, Vol. 9(35), pp. 137-148. [In Persian]
- Honkela, T., Janasik, N., Lagus, K. (2020). GICA: Grounded Intersubjective Concept Analysis, TKK Reports in Information and Computer Science.
- Irfan, M., Elavarasan, R. M., Hao, Y., Ferg, M., Sailan, D. (2021). An sseesmttt of nnnmmmm««williggsss s to tt iliz odar. eeergy i Cii aa: end-eeer«« rrr eeect.v *Journal of Cleaner Production*, Vol. 292(2): 126008. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126008>
- Isah, A. (2019). A tale of two countries: financing renewable energy in Nigeria and Brazil. *USAEE Working Paper*. 19-400. Doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3377029>
- Janati Meshkati, A., Jahangiri, A., Qobashi, A., (2017). Predicting energy consumption in Iran: Application of GM-ARMA model based on Hadrick-Prescott filter. *Economic Strategy*, Vol. 5(19), pp. 111-137. [In Persian]
- Karimi, M., Sohaili, K., Barzegari, S. (2020). The Relationship between Renewable Energy Consumption and Economic Growth in Iran. *Journal of Environmental Science and Technology*, Vol. 22(6), pp. 31-47. [In Persian]
- Kazemi, A. (2017). Investigating financial and tax incentives for the development of photovoltaic technology in Iran using the dynamics system. Faculty of Management, University of Tehran. [In Persian]
- Khayyatian Yazdi, M., Fartash, K., Ghorbani, A. (2020). Historical Analysis of Solar Photovoltaic Technology Development in Iran: An Institutional Approach. *Journal of Management Improvement*, Vol. 14(1), pp. 1-30. [In Persian]
- Kutan, A. M., Paramati, S. R., Ummalla, M., Zakari, A. (2018). Financing Renewable Energy Projects in Major Emerging Market Economies: Evidence in the perspective of sustainable economic development. *Emerging Markets Finance and Trade*, Vol. 54:8, pp. 1761-1777. Doi: <https://doi.org/10.1080/1540496X.2017.1363036>
- Lam, P. T.I. and Law, A. O.K. (2016). Crowdfunding for renewable and sustainable energy projects: An exploratory case study approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.60, pp.11-20. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.046>
- Linhart, M, Rodin, V, Moser, S, Kollmann, A. (2021). Citizen participation to finance PV power plants focused on self-consumption on company roofs- finding from an Austrian case study. *Energies*, Vol.14, 738. Doi: <https://doi.org/10.3390/en14030738>
- Liu, P, Chu, P. (2018)RRde will e«ffiaeeenniii vvsstmttt :wwwttiii mrr vv industry with private capital in China. *Journal of Modern Power Systems*

- and Clean Energy*. Vol. 7, 1385-1398. Doi: <https://doi.org/10.1007/s40565-018-0465-6>
- Lu, Y., Chang, R., Lim, S. (2018). Crowdfunding for solar photovoltaics development: A review and forecast. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 93, pp. 439-450. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.049>
- Ministry of Power. (2020). An overview of 31 years of the country's energy statistics. [In Persian]
- Mojaradi, S., (2018). Economic Evaluation of Solar Power Production (Photovoltaic) for Bojnurd ssss gg wyy ggggt igg. Allmm aaaa taaa University Faculty of Economics. [In Persian]
- Qobadi, Sh., Hoseini, S. Y., Ziaei Bide, A. (2016). Application of Neural Networks in Grounded Theory Research. *Methodology of Social Sciences and Humanities*, Vol. 22(88), pp. 143-162. [In Persian]
- Renewable Energy and Energy Efficiency Organization (SATBA). (2021). Statistics. [In Persian]
- Rezaee, M, Daei Karimzadeh, S, Fadaei, M, Etebarian, A. (2019). A Localized Model for Sustainable Financing in Iranian Health Insurance Organization: A Resilient-Economy-Based Approach. *Health Insurance*, Vol. 1(4), pp. 143-152. [In Persian]
- Sarlaki, E. and Hassan Beygi, S. R. (2019). Production Potentials and Technical Barriers Facing the Development and Utilization of Renewable Energies in Iran. *Renewable and New Energy*, Vol. 6(1), 14-25. [In Persian]
- ffff iā. A ii rbbi V (222)) Dssi- Validtti ff aaaaiii gg eeee l i Large Steel Industry Companies. *Financial Economics*, Vol. 14(51), pp. 83-114. [In Persian]
- Shahsavari, A., Tabatabaei Yazdi, F. (2017). Can Solar Energy Replace Fossil Fuels? Opportunities and Challenges. 4th International Conference on Environment Planning and Management, University of Tehran, Tehran, Iran. [In Persian]
- Statista. (2020). Global cumulative installed solar PV capacity worldwide from 2000 to 2020. <https://www.statista.com/statistics/280220/global-cumulative-installed-solar-pv-capacity/>
- Tan, Zh., Tan, Q., Rong, M. (2018). Analysis on the financing status of PV industry in China and the ways of improvement. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 93, pp. 409-420. Doi:10.1016/j.rser.2013.01.002
- The World Bank. (2020). Solar photovoltaic power potential by country. <https://www.worldbank.org/en/topic/energy/publication/solar-photovoltaic-power-potential-by-country>

- Yang, C, Liu, J. (2020). A case study on rent pricing of financial leasing of photovoltaic enterprises taking Henan Yicheng New Energy Co., Ltd. As an example. E3S Web of Conference 185, 01006. Doi: <http://doi.org/10.1051/e3sconf/202018501006>
- Yang, C, Shang, J, Yang, J. (2019). Economic benefit analysis of household distributed photovoltaic under different financing modes. 2nd International Conference on Information Management and Management Science, August 2019, pp. 150-154. Doi: <https://doi.org/10.1145/3357292.3357332>



استناد به این مقاله: زرگر، بتول، امامی میبدی، علی، جهانگیرنیا، حسین، صفا، مژگان. (۱۳۹۹). ارائه مدل تأمین مالی صنعت فتوولتائیک در ایران - ترکیب نظریه داده بنیاد با شبکه‌های عصبی، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۳۷ (۱۰)، ۷۳-۹۷.



Iranian Energy Economics is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.