Industrial Management Journal

Print ISSN: 2008-5885

Online ISSN: 2423-5369

Project Evaluation and Selection in Technology Development Funds with Best-Worst Method (Case Study: Innovation and Prosperity Fund)

Marzieh Shaverdi

Ph.D. Candidate, Department of Science and Technology Policy, School of Progress Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. E-mail: marzieh_shaverdi@yahoo.com

Saeed Yaghoubi

*Corresponding author, Assistant Prof., Department of Industrial Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. E-mail: yaghoubi@iust.ac.ir

Behzad Soltani

Associate Prof., Department of Mechanical Engineering, School of Mechanical Engineering, Kashan University, Kashan, Iran. E-mail: bsoltani@kashanu.ac.ir

Abstract

Objective: Technology Development Funds (TDFs) are one of the most important innovations and so financing institutions must prioritize identifying and funding technological projects, due to the limitation of financial resources. The objective of this paper is to present a Multi-Criteria Decision-Making model (MCDM) for evaluation and selection of appropriate projects in TDFs and their resource allocation.

Methods: In this paper a combination of qualitative and quantitative methods is used. In the first step, important criteria for evaluating technological projects are identified by reviewing literature, reviewing documents and interviewing experts and by using the factor analysis method, the most important criteria in evaluating knowledge-based projects are determined. Then a multi-criteria decision-making model based on the Best-Worst Method (BWM) is presented considering financial, firm, technology, and market analysis and risk criteria.

Results: In this study, the results of the evaluation of 20 knowledge-based projects of the applicant for the interest-free loans and industrial production loans from the Innovation and Prosperity Fund (IPF) are presented. The results of the study indicate that the weight of the evaluation criteria has a significant effect on the results of the evaluation and the approval or rejection of projects.

Conclusion: A multi-criteria decision-making model based on the Best-Worst Method is presented in this study, that by using it, technology development funds can carefully evaluate the technological projects and accurately allocate limited national financial

resources to the best projects. Knowledge-based companies can also focus their strategies and initiatives on critical and important issues, considering important criteria in the evaluations.

Keywords: Multi-criteria Decision-making, Best-worst method, Technology development, Knowledge-based, Innovation & Prosperity Fund (IPF).

Citation: Shaverdi, M., Yaghoubi, S., & Soltani, B. (2019). Project Evaluation and Selection in Technology Development Funds with Best-Worst Method (Case Study: Innovation and Prosperity Fund). *Industrial Management Journal,* 11(3), 461-486. (*in Persian*)

Industrial Management Journal, 2019, Vol. 11, No.3, pp. 461-486

DOI: 10.22059/imj.2019.279267.1007582

Received: January 15, 2019; Accepted: June 30, 2019

© Faculty of Management, University of Tehran

مدیریت صنعتی
شاپا چاپی: ۵۸۸۵-۲۰۰۸
شاپا الکترونیکی: ۵۳۶۹-۲۴۲۳

ارزیابی و انتخاب طرح‌های صندوق توسعه فناوری با استفاده از روش بهترین ــ بدترین (مورد مطالعه: صندوق نوآوری و شکوفایی)

مرضیه شاوردی
دانشجوی دکتری، گروه سیاست‌گذاری علم و فناوری، دانشکده مهندسی پیشرفت، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. رایانامه: marzieh_shaverdi@yahoo.com

سعید یعقوبی
* نویسنده مسئول، دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران. رایانامه: yaghoubi@iust.ac.ir

بهزاد سلطانی
دانشیار، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده مهندسی مکانیک، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران. رایانامه: bsoltani@kashanu.ac.ir

چکیده

هدف: صندوق توسعه فناوری، یکی از نهادهای بسیار مهم تأمین مالی نوآوری است که به‌واسطه محدودیت منابع مالی ناگزیر باید طرح‌های فناورانه اولویت‌دار را شناسایی و تأمین مالی کند. هدف این مقاله، ارائه مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره برای ارزیابی و انتخاب طرح‌های مناسب در صندوق‌های توسعه فناوری و تخصیص منابع به آنها است.

روش: در این مقاله از ترکیبی از روش‌های کیفی و کمی استفاده شده است. در گام نخست، معیارهای مهم در ارزیابی پروژه‌های فناورانه با مرور ادبیات، بررسی اسناد و مصاحبه با صاحب‌نظران شناسایی شده و با استفاده از روش تحلیل عاملی، معیارهای بسیار مهم در ارزیابی طرح‌های دانش‌بنیان تعیین شده است. سپس مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر روش بهترین ـ بدترین با در نظر گرفتن معیارهای مالی، بنگاهی، فناوری، تحلیل بازار و ریسک ارائه شده است.

یافته‌ها: در این پژوهش، نتایج ارزیابی ۲۰ طرح دانش‌بنیان متقاضی تسهیلات قرض‌الحسنه و تولید صنعتی از صندوق نوآوری و شکوفایی ارائه شده است. نتایج پژوهش حاکی از آن است که در نظر گرفتن وزن برای معیارهای ارزیابی، بر نتیجه ارزیابی و تصویب یا رد طرح‌ها تأثیر شایان توجهی دارد.

نتیجه‌گیری: در این پژوهش، مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر روش بهترین ـ بدترین ارائه شده است که صندوق‌های توسعه فناوری می‌توانند با استفاده از آن، ارزیابی دقیقی از طرح‌های فناورانه داشته باشند و منابع محدود ملی را به‌نحو مناسب به بهترین طرح‌ها تخصیص دهند. شرکت‌های دانش‌بنیان نیز می‌توانند با توجه به معیارهای مهم در ارزیابی، راهبردها و اقدام‌های خود را روی مسائل کلیدی و مهم متمرکز کنند.

کلیدواژه‌ها: تصمیم‌گیری چندمعیاره، روش بهترین ـ بدترین، توسعه فناوری، دانش‌بنیان، صندوق نوآوری و شکوفایی.

استناد: شاوردی، مرضیه؛ یعقوبی، سعید؛ سلطانی، بهزاد (۱۳۹۸). ارزیابی و انتخاب طرح‌های صندوق توسعه فناوری با استفاده از روش بهترین ـ بدترین (مورد مطالعه: صندوق نوآوری و شکوفایی). *مدیریت صنعتی*، ۱۱(۳)، ۴۶۱- ۴۸۶.

مدیریت صنعتی، ۱۳۹۸، دوره ۱۱، شماره ۳، صص. ۴۶۱- ۴۸۶
DOI: 10.22059/imj.2019.279267.1007582
دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۲۵، پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۹
© دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

مقدمه

اقتصاد در عصر جدید از «اقتصاد منبع‌بنیان» فاصله گرفته و به «اقتصاد دانش‌بنیان» نزدیک شده است. در این دوران، موفقیت بنگاه‌ها و اقتصادهای ملی، بیشتر از هر چیز دیگری به اثربخشی استفاده از دانش و نوآوری بستگی دارد (عظیمی و برخورداری دورباش، ۱۳۸۹). بر اساس نظریه جدید رشد، دانش با ارتقای روش‌های تولید و بهبود محصول‌ها و خدمات، نرخ بازگشت سرمایه را افزایش می‌دهد (قانون بازده فزاینده). در نتیجه، با افزایش سرمایه‌گذاری روی دانش و فناوری می‌توان درصد رشد اقتصادی کشور را به‌طور مستمر افزایش داد (کیقبادی، ملکی‌فر و فتح‌اللهی‌پور، ۱۳۹۴). در دنیای امروزی و با تسلط فزاینده اقتصاد دانش‌بنیان، سرمایه‌گذاری روی پژوهش می‌تواند عامل اصلی موفقیت کشورها باشد. از سوی دیگر، منابع دولت‌ها محدود است و نمی‌توان از همه حوزه‌ها و محورهای پژوهشی حمایت کرد. بنابراین، به‌منظور استفاده کارآمد و اثربخش از منابع موجود، تعیین اولویت منطقی برای تصمیم‌گیری درباره تأمین مالی پژوهش و فناوری، اجتناب‌ناپذیر است. یکی از نقش‌های کلیدی هر دولتی در هدایت و سامان‌دهی پژوهش، تدوین برنامه‌ها و اولویت‌های پژوهشی برای حمایت دولتی است. اولویت‌گذاری در علم و فناوری، فرایندی راهبردی است که درصدد افزایش بازده سرمایه‌گذاری روی پژوهش، افزایش ارتباط پژوهش با اهداف اقتصادی و افزایش ارتباط پژوهش با اهداف بلندمدت جامعه است. عوامل متعددی در اولویت‌گذاری نقش دارند و بر یکدیگر اثر متقابل می‌گذارند و در فرایند انتخاب اولویت‌ها، تعارض‌هایی بین نیازهای اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی بروز می‌یابد (قاضی‌نوری و قاضی‌نوری، ۱۳۹۳).

یکی از مهم‌ترین نهادهایی که در تأمین مالی توسعه فناوری نقش دارند، «صندوق‌های توسعه فناوری» هستند و در ایران، «صندوق نوآوری و شکوفایی» این نقش را ایفا می‌کند. این صندوق‌ها که متولی حمایت از توسعه فناوری هستند، به‌واسطه محدودیت منابع مالی، ناگزیر باید از بین طرح‌های فناورانه فراوان متقاضی تأمین مالی انتخاب کنند و برای این انتخاب به روش و مبنایی منطقی نیاز دارند. در واقع، یکی از پرسش‌های کلیدی در حوزه اولویت‌گذاری، نحوه تعیین اولویت‌های موضوعی است. منظور، منطق حاکم و چارچوب کلی اولویت‌گذاری، روش‌ها و معیارهای به‌کاررفته و نحوه مشارکت ذی‌نفعان در این فرایند است. یکی از روش‌های مناسب برای ارزیابی و مقایسه کارایی و عملکرد پروژه‌های فناورانه، روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که امکان ارزیابی و مقایسه پروژه‌ها با در نظر گرفتن معیارهای مختلف را فراهم می‌کند. از جمله این روش‌ها می‌توان به فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)[1]، فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP)[2]، تاپسیس[3] و روش بهترین ـ بدترین[4] اشاره کرد. در منابع مختلف، برای ارزیابی پروژه‌های فناورانه با استفاده از این روش‌ها معیارهای متنوعی معرفی شده است (قاضی‌نوری و قاضی‌نوری، ۱۳۹۳؛ یو[5]، ۲۰۰۷ و داوودپور، رضایی و اشرفی[6]، ۲۰۱۲).

در روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، پس از شناسایی عوامل بیان‌شده در منابع مختلف، می‌توان یکی از مدل‌های نام‌برده را مبنای ارزیابی قرار داد یا با استفاده از این مدل‌ها و نظرسنجی از خبرگان مرتبط، فهرستی متناسب با اهداف و راهبردهای سازمان تهیه کرد و بر اساس آن پروژه‌ها را ارزیابی کرد.

1. Analytic Hierarchy Process (AHP)
2. Analytic Network Process (ANP)
3. Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)
4. Best-Worst Method (BWM)
5. Yu
6. Davoudpour, Rezaee & Ashrafi

تاکنون، ارزیابی‌های صندوق نوآوری و شکوفایی مبتنی بر بررسی و قضاوت‌های کیفی درباره طرح‌های فناورانه بوده است که به طولانی شدن فرایند بررسی و نیز برخی نارضایتی‌ها از عملکرد این سازمان منجر شده است. از این رو، توسعه و به‌کارگیری روشی منسجم و منطقی برای ارزیابی و انتخاب طرح‌های فناورانه و تخصیص دقیق منابع مالی به این طرح‌ها در بافتار صندوق ضروری به نظر می‌رسد. این مقاله درصدد ارائه رویکردی نظام‌مند برای ارزیابی و انتخاب طرح‌های فناورانه شرکت‌های دانش‌بنیان با توجه به میزان اهمیت معیارهای مختلف ارزیابی بر مبنای روش تصمیم‌گیری چندمعیاره بهترین ـ بدترین است. بدین منظور، ابتدا معیارهای مختلف ارزیابی پروژه‌ها با مرور ادبیات و مصاحبه با خبرگان شناسایی شده است. سپس با نظرسنجی از فعالان حوزه علم و فناوری و با استفاده از روش تحلیل عاملی تأییدی مهم‌ترین معیارها شناسایی شده و در نهایت نمونه‌ای از ارزیابی طرح‌های دانش‌بنیان بر مبنای مدل نهایی و با استفاده از روش بهترین ـ بدترین ارائه شده است.

ساختار مقاله بدین شرح است که در بخش دوم پیشینه پژوهش ارائه شده است. بخش سوم مقاله به روش‌شناسی اختصاص دارد، تحلیل یافته‌های حاصل از ارزیابی ۲۰ طرح فناورانه در صندوق نوآوری و شکوفایی با استفاده از این مدل در بخش چهارم ارائه شده است. در بخش پنجم نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادهای مرتبط بیان شده است.

پیشینه پژوهش

پژوهشگران برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها در حوزه‌های مختلف از روش‌های چندمعیاره استفاده کرده‌اند. بی و ژان[1] (۲۰۱۱) رویکردی چندمعیاره مبتنی بر فرایند تحلیل شبکه‌ای فازی برای انتخاب پروژه‌های فناوری اطلاعات ارائه کرده‌اند. در رویکرد پیشنهادی آنها، روابط بین معیارهای ارزیابی با استفاده از ساختار شبکه‌ای در نظر گرفته می‌شود و سپس برای ارزیابی اهمیت رابطه بین معیارها از روش فازی استفاده می‌شود. در چارچوب ANP پیشنهادی، ۲۰ معیار ارزیابی پروژه‌ها در چهار دسته مالی، بنگاهی، فنی و ریسک بیان شده است.

آقا، جاربو و متر[2] (۲۰۱۳) مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره بر اساس نظر ذی‌نفعان مختلف را برای اولویت‌بندی پروژه‌های صنعتی نوار غزه پیشنهاد داده‌اند. در این مدل که بر AHP مبتنی است، معیارهای تصمیم‌گیری از نظر دولت‌مردان، مشاوران صنعتی و دانشگاهیان شناسایی شده است، ۴۲ زیرمعیار در شش دسته اقتصادی، مالی، فنی، بازاریابی، محیط زیستی و سیاسی ـ اجتماعی برای ارزیابی پروژه‌ها در نظر گرفته شده و صنایع مختلف نوار غزه رتبه‌بندی و تحلیل شده است.

یکی از مسائل بسیار مهم در انتخاب سبد پروژه‌ها، ریسک آنها است و رویکرد بهینه‌سازی سبد پروژه درصدد کمینه کردن ریسک کلی سبد است. عباسیان‌جهرمی و رجایی[3] (۲۰۱۲)، برای انتخاب سبد پروژه‌های شرکت‌های پیمانکاری، یک مدل چندمعیاره فازی مبتنی بر ریسک ارائه کرده‌اند و معیارهای سنجش ریسک پروژه‌ها را در شش دسته ریسک قرارداد، ریسک مالی و اقتصادی ریسک منابع، ریسک صنعت، ریسک پروژه و ریسک شرکت بیان کرده‌اند. سپس با استفاده از شاخص ریسک محاسبه‌شده، برای بهینه‌سازی سبد پروژه‌ها، یک مدل برنامه‌ریزی خطی صفر و یک ارائه

1. Bai & Zhan
2. Agha, Jarbo & Matr
3. Abbasianjahromi & Rajaie

کرده‌اند. چاترجی، حسین و کار[1] (۲۰۱۸) نیز برای اولویت‌بندی پروژه‌ها و مدیریت سبد پروژه‌ها یک مدل AHP فازی ارائه کرده‌اند. در این مدل، معیارهای اصلی انتخاب پروژه‌ها در شش دسته مسائل تجاری، ریسک انتخاب پروژه، مالکان پروژه، رقابت در واگذاری پروژه، مسائل عملیاتی داخلی و سایر عوامل ارائه شده است. جعفرنژاد و یوسفی‌زنوز (۱۳۸۷)، برای رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه‌های حفاری، مدلی فازی ارائه کرده‌اند. در این مدل، پس از تشریح چهار دسته ریسک فنی ـ عملیاتی، مدیریت پروژه، درون‌سازمانی و برون‌سازمانی، ریسک‌های فنی ـ عملیاتی برای ارائه مدل مد نظر قرار گرفته است.

رویکرد دیگری که در مدل‌های ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها، به‌ویژه پروژه‌های مدیریت شهری، مد نظر قرار گرفته است، رویکرد توسعه پایدار است. تیپارات و تاسیپچ[2] (۲۰۱۳) چارچوبی یکپارچه مبتنی بر ترکیب روش‌های ویکور (VIKOR)[3] و AHP فازی برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌های پژوهشی با رویکرد توسعه پایدار ارائه کرده‌اند که در آن پس از شناسایی معیارهای ارزیابی، در چهار دسته تأثیر محیط زیستی، اولویت‌های ساکنان، هزینه‌ها و سهولت نگه‌داری و تعمیرها، برای تعیین وزن معیارها از روش AHP فازی و برای تعیین امتیاز و رتبه‌بندی پروژه‌ها از روش ویکور استفاده شده است. بایسال، کایا، کارامن، ساروکن و انگین[4] (۲۰۱۵) نیز برای انتخاب پروژه‌های شهری یک روش چندمعیاره فازی دومرحله‌ای ارائه کرده‌اند. در این مدل، در مرحله نخست، برای انتخاب گروه‌های اصلی پروژه‌ها از تاپسیس فازی استفاده می‌شود و سپس با استفاده از AHP فازی، بهترین پروژه‌های شهری انتخاب می‌شوند. در این مدل، برای انتخاب پروژه‌ها هفت معیار پیشنهاد داده شده است که عبارت‌اند از برآورده کردن نیازهای اجتماعی، رضایت ساکنان، رضایت کارکنان، زمان تکمیل پروژه، هزینه پروژه، تأثیر بر توسعه ناحیه و هزینه سالانه نگه‌داری و تعمیرها. طهماسبی بیرگانی و یزدان‌دوست[5] (۲۰۱۸)، برای ارزیابی طرح‌های مدیریت زهکشی شهری، چارچوبی یکپارچه با ترکیب روش‌های AHP، آنتروپی و تاپسیس ارائه کرده‌اند. در این مدل، معیارهای تصمیم‌گیری در پنج دسته اقتصادی، محیط زیستی، اجتماعی، فنی و برنامه‌ریزی تقسیم‌بندی شده است.

در ارائه مدل‌های ارزیابی پروژه‌ها، بررسی پروژه‌های شش سیگما نیز مد نظر پژوهشگران قرار گرفته است. این پروژه‌ها معمولاً پروژه‌هایی بلندمدت با هزینه فراوان هستند و در راستای بهبود کیفیت محصول‌ها و خدمات سازمان‌ها اجرا می‌شوند. وانگ، شو و زنگ[6] (۲۰۱۴)، برای انتخاب پروژه‌های شش سیگما یک مدل ترکیبی چندمعیاره ارائه کرده‌اند. این مدل دربردارنده سه فاز است که عبارت است از: ۱. تعیین شبکه روابط بین معیارها با استفاده از روش دیماتل (DEMATEL)[7]، ۲. تعیین وزن معیارها با استفاده از ANP و ۳. اولویت‌بندی پروژه‌ها با استفاده از روش ویکور. معیارهای این مدل، در شش بعد راهبرد، امکان‌پذیری، تأثیر بر امور مالی، تأثیر بر عملیات، تأثیر بر کارکنان و تأثیر بر

1. Chatterjee, Hossain & Kar
2. Thipparat & Thaseepetch
3. VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (Multi-Criteria Optimization and Compromise Solution))
4. Baysal, Kaya, Kahraman, Sarucan & Engin
5. Tahmasebi & Yazdandoost
6. Wang, Hsu & Tzeng
7. Decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL)

مشتریان دسته‌بندی شده است. وینوث و سوارناکار[1] (۲۰۱۵) نیز برای انتخاب پروژه‌های شش سیگمای ناب، مدلی ترکیبی بر مبنای دیماتل، ANP و تاپسیس فازی ارائه کرده‌اند. معیارهای این مدل، در شش دسته امکان‌پذیری عملیاتی، تعهد مدیریت و مشارکت کارکنان، تأثیر مشتری، تأثیر مالی، پتانسیل یادگیری و رشد و راهبرد کسب‌وکار و شایستگی‌های محوری ارائه شده است.

پروژه‌های پژوهش، توسعه و تجاری‌سازی فناوری نیز مستلزم صرف هزینه‌های فراوان هستند. از این رو، انتخاب پروژه‌های مناسب با احتمال موفقیت زیاد، اهمیت فراوانی دارد. چیانگ و چه[2] (۲۰۱۰)، برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌های توسعه محصول جدید، یک مدل ارزیابی چندمعیاره مبتنی بر AHP فازی، DEA فازی و شبکه باور بیزی ارائه کردند که معیارهای آن در دو دسته ارائه شده است: دسته نخست معیارهای ریسک شامل ریسک عرضه به بازار، ریسک درآمد مورد انتظار و ریسک قابلیت تولید بوده و دسته دوم معیارهای هزینه و درآمد شامل هزینه توسعه، درآمد مورد انتظار و ارزش تجاری فناوری است.

کاراوگ، تاوسینگزکالتای و چاندراچای[3] (۲۰۱۵)، برای ارزیابی توانمندی تجاری‌سازی پروژه‌های پژوهش و توسعه، روشی ترکیبی مبتنی بر مدل‌سازی معادله‌های ساختاری (SEM) و تاپسیس ارائه کرده‌اند. آنها ابتدا با بررسی ۲۷۲ پروژه موفق کارآفرینی و پژوهشی در صنایع مختلف تایلند، فهرستی از معیارها تهیه کرده‌اند و سپس با استفاده از مدل‌سازی معادله‌های ساختاری عوامل مهم و تأثیرگذار را شناسایی کرده‌اند. در مرحله بعدی با استفاده از روش تاپسیس، ۴۵ پروژه پژوهش و توسعه را ارزیابی کرده‌اند. شش معیار مهم شناسایی‌شده در این مدل عبارت‌اند از بازاریابی، فناوری، مالی، تأثیر غیرمالی، مالکیت فکری و منابع انسانی.

موهانتی، آگراوال، چاودری و تیواری[4] (۲۰۰۵) نیز برای انتخاب پروژه‌های پژوهش و توسعه، یک رویکرد ANP فازی ارائه کرده‌اند. در این مدل، پروژه‌های پژوهش و توسعه در چهار سطح سلسله‌مراتبی ارزیابی می‌شود که عبارت‌اند از واحدهای مختلف بنگاه، فازهای مختلف پروژه‌های پژوهش و توسعه، معیارهای تصمیم‌گیری، مشخصه‌ها و مشخصه‌های فرعی. معیارهای این مدل شامل شایستگی پروژه، ریسک و دسته‌بندی نوع پروژه‌های پژوهشی است. عباسی، اشرفی، خیرخواه، بنیاد و قربانزاده کریمی (۱۳۹۲) چارچوبی برای ارزیابی سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه ارائه کرده‌اند. این چارچوب دربردارنده چهار فاز «تولید پروژه‌ها»، «ارزیابی پروژه‌ها»، «انتخاب سبد» و «تنظیم سبد» است. در این چارچوب در فاز ارزیابی پروژه‌ها از معیارهای کارت امتیازی متوازن و معیارهای عدم قطعیت و در فاز انتخاب سبد از مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)[5] ـ کارت امتیازی متوازن استفاده شده است.

خلاصه‌ای از منابع بررسی‌شده و شکاف پژوهش در جدول ۱ ارائه شده است. در این پژوهش، هفت دسته معیار شناسایی‌شده در مدل اولیه در نظر گرفته شده است.

1. Vinodh & Swarnakar
2. Chiang & Che
3. Karaveg, Thawesaengskulthai & Chandrachai
4. Mohanty, Agarwal, Choudhury & Tiwari
5. Data Envelopment Analysis (DEA)

جدول ۱. منابع منتخب مرتبط با مدل‌های چندمعیاره ارزیابی و انتخاب پروژه

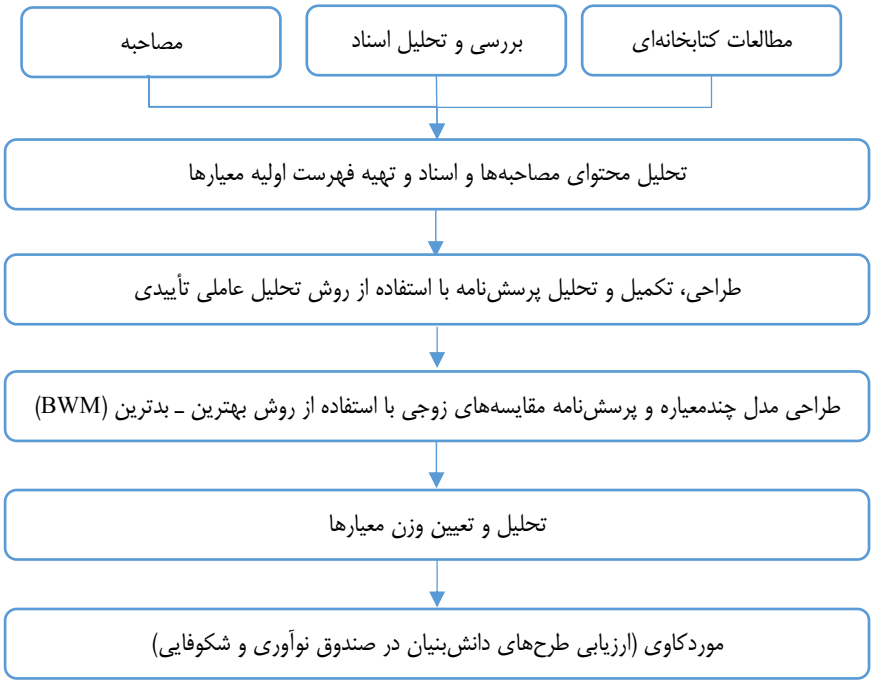
نویسندگان	روش مدل‌سازی													معیارهای در نظر گرفته‌شده در مدل							بافتار به کارگیری مدل	
	AHP/ FAHP	ANP/ FANP	DEA	SAW/ FSAW	VIKOR	DEMATEL	SEM	TOPSIS/ FTOPSIS	CFA/ EFA	Entropy	BWM	مالی/ اقتصادی	ریسک	بنگاهی	سیاسی ـ اجتماعی	محیط زیستی	فنی/ فناوری	تحلیل بازار	سطح بنگاه	سطح ملی
موهانتی و همکاران، ۲۰۰۵		✓												✓			✓	✓	✓	
چیانگ و چه، ۲۰۱۰	✓		✓									✓	✓						✓	
بی و ژان، ۲۰۱۱		✓										✓	✓	✓			✓		✓	
عباسیان جهرمی و رجایی، ۲۰۱۲				✓									✓							✓
آقا و همکاران، ۲۰۱۳	✓											✓			✓	✓	✓	✓		✓
تیمارات و تاسیچ، ۲۰۱۳	✓				✓							✓					✓			✓
عباسی و همکاران، ۱۳۹۲			✓											✓	✓	✓			✓	
وانگ و همکاران، ۲۰۱۴		✓			✓	✓													✓	
کاراوگا و همکاران، ۲۰۱۵							✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
بایسال و همکاران، ۲۰۱۵	✓							✓				✓			✓					✓
وینوث و سوارناکار، ۲۰۱۵		✓	✓			✓		✓				✓		✓			✓		✓	
چاتر جی و همکاران، ۲۰۱۸	✓											✓	✓	✓			✓			✓
طهماسبی بیرگانی و یزدان‌دوست، ۲۰۱۸	✓							✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓			✓
مقاله حاضر									✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓

با توجه به منابع و شکاف پژوهش شناسایی‌شده، نوآوری‌های مقاله حاضر عبارت است از به‌کارگیری روش ترکیبی کمی ـ کیفی، توسعه مدلی مبتنی بر تحلیل عاملی و روش بهترین ـ بدترین برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌های فناورانه در سطح ملی و در نظر گرفتن مجموعه‌ای کامل از معیارهای ارزیابی که در مقاله‌های پیشین ارائه نشده است.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی و از نظر روش جمع‌آوری اطلاعات، توصیفی ــ پیمایشی است و برای انجام آن ترکیبی از روش‌های کمی و کیفی به‌کار گرفته شده است. جامعه آماری این پژوهش، فعالان حوزه علم و فناوری، معاونان، مدیران و کارشناسان ارزیابی صندوق نوآوری و شکوفایی است.

به‌منظور شناسایی معیارهای مهم در ارزیابی طرح‌های دانش‌بنیان، علاوه بر بررسی ادبیات موجود، از بررسی اسناد ارزیابی طرح‌های دانش‌بنیان، حضور در جلسه‌های کمیته اعتباری صندوق نوآوری و شکوفایی (کمیته ارزیابی و تصویب طرح‌ها) و مصاحبه با معاونان و اعضای کمیته اعتباری برای تکمیل فهرست معیارها استفاده شد. در مرحله بعد ضمن تحلیل محتوای مصاحبه‌ها و اسناد و تطبیق معیارهای بیان‌شده با معیارهای موجود در ادبیات، از ۲۲۲ معیار شناسایی‌شده، ۶۵ معیار دارای بیشترین تعداد تکرار در هفت دسته (مالی/ اقتصادی، ریسک، بنگاهی، سیاسی ـ اجتماعی، محیط زیستی، فنی/ فناوری و تحلیل بازار) برای طراحی پرسش‌نامه در نظر گرفته شد. در این پرسش‌نامه، با استفاده از طیف لیکرت پنج‌تایی (خیلی کم تا خیلی زیاد) درباره اهمیت معیارها در ارزیابی طرح‌های دانش‌بنیان از مخاطبان پرسیده شد. پس از جمع‌آوری و تحلیل پرسش‌نامه‌های مرحله نخست با استفاده از روش تحلیل عاملی تأییدی، ۴۶ معیار در پنج دسته (مالی، ریسک، بنگاهی، تحلیل بازار و فناوری) در مدل نهایی باقی ماند. به‌منظور تعیین وزن این معیارها، از روش بهترین ـ بدترین و پرسش‌نامه مرتبط با آن استفاده شد. فرایند پژوهش در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱. فرایند پژوهش

مروری بر روش بهترین ــ بدترین

روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، امکان ارزیابی کمی و کیفی معیارهای متعدد و بررسی گزینه‌های مختلف با توجه به این معیارها را فراهم می‌کنند و در نتیجه در مقایسه با سایر روش‌های تصمیم‌گیری پرکاربردتر هستند (کاکوان و مدیری، ۱۳۹۷). تاکنون، مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مختلف در حوزه‌های گوناگون توسعه داده شده است؛ برای مثال، مدل AHP برای اولویت‌بندی پیچیدگی‌های زنجیره تأمین (خاتمی فیروزآبادی، الفت، امیری و شریفی، ۱۳۹۶)، ترکیب ANP و ویکور برای تعیین سیاست‌های نگهداری و تعمیرها (خدایاری و عبداله‌زاده، ۱۳۹۷)، ترکیب ANP، DEMATEL و VIKOR برای رتبه‌بندی موانع پذیرش مدیریت دانش در زنجیره تأمین (کاکوان و مدیری، ۱۳۹۷)، ترکیب روش‌های AHP، آنتروپی و تاپسیس برای ارزیابی طرح‌های مدیریت زهکشی شهری (طهماسبی بیرگانی و یزدان‌دوست، ۲۰۱۸) و روش سوارا (SWARA)[1] برای اولویت‌بندی خدمات تجاری‌سازی پارک‌های علم و فناوری (آقازاده، محمدی و زادبر، ۱۳۹۷). یکی از روش‌های جدید تصمیم‌گیری چندمعیاره که در سال ۲۰۱۵ ارائه شده، روش بهترین ـ بدترین است که اگرچه با برخی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مبتنی بر مقایسه‌های زوجی مشابه است، اما در مقایسه با سایر روش‌ها به مقایسه‌های زوجی و در نتیجه به داده‌های کمتری نیاز دارد. در این روش به ماتریس کامل مقایسه‌های زوجی نیازی نیست و فقط مقایسه‌های زوجی اصلی برای معیارها انجام می‌شود و بر اساس آن وزن معیارهای مدل تعیین می‌شود. تعداد مقایسه‌های زوجی در روش AHP برابر با $\frac{n(n-1)}{2}$ و در روش BWM برابر با $2n-3$ است (رضایی[2]، ۲۰۱۵).

از روش بهترین ـ بدترین در مسائل متنوعی مانند ارزیابی ریسک (ترابی، گیاهی و صاحب‌جم‌نیا[3]، ۲۰۱۶)، بخش‌بندی تأمین‌کنندگان (رضایی، وانگ و تاوازی[4]، ۲۰۱۵)، انتخاب تأمین‌کنندگان (رضایی، نیسپلینگ، سارکیس و تاوازی[5]، ۲۰۱۶ و گوپتا و باروا[6]، ۲۰۱۷)، بررسی موانع پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز (فلاح لاجیمی، عرب، بهرام‌زاده، ۱۳۹۵)، مدیریت زنجیره تأمین پایدار (احمدی، کیوسی ـ سارپونگ و رضایی[7] و احمد، رضایی، صدقیانی و تاوازی[8]، ۲۰۱۷)، مدیریت کمبود منابع آب (چیت‌ساز و آذرینوند[9]، ۲۰۱۶)، مدیریت نوآوری (گوپتا و باروا، ۲۰۱۶)، سنجش کارایی پروژه‌های دکترا با همکاری دانشگاه و صنعت (سلیمی و رضایی[10]، ۲۰۱۶)، ارزیابی خروجی‌های علمی (سلیمی[11]، ۲۰۱۷) و ارزیابی عملکرد پژوهش و توسعه (سلیمی و رضایی، ۲۰۱۸) استفاده شده است. اما تاکنون، این روش در ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها به‌ویژه پروژه‌های فناورانه با هدف تأمین مالی برترین پروژه‌ها به‌کار نرفته است. مراحل این روش به شرح زیر است (رضایی، ۲۰۱۵):

۱. تعیین معیارهای تصمیم‌گیری. در این مرحله، معیارهای تصمیم‌گیری $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ شناسایی می‌شوند.

۲. تعیین بهترین (مهم‌ترین) و بدترین (کم‌اهمیت‌ترین) معیار. در این مرحله تصمیم‌گیرنده مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین معیار را انتخاب می‌کند.

1. Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)
2. Rezaei
3. Torabi, Giahi & Sahebjamnia
4. Rezaei, Wang & Tavasszy
5. Rezaei, Nispeling, Sarkis & Tavasszy
6. Gupta & Barua
7. Ahmadi, Kusi-Sarpong & Rezaei
8. Ahmad, Rezaei, Sadaghiani & Tavasszy
9. Chitsaz & Azarnivand
10. Salimi & Rezaei
11. Salimi

۳. تعیین اولویت مهم‌ترین معیار در مقایسه با همه معیارها با استفاده از اعداد ۱ تا ۹. بردار «بهترین در مقایسه با سایر[1]» به شکل زیر خواهد بود:

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn}) \quad \text{رابطه ۱)}$$

که در آن، a_{Bj} نشان‌دهنده اولویت مهم‌ترین معیار B در مقایسه با معیار jام است و $a_{BB} = ۱$.

۴. تعیین اولویت همه معیارها در مقایسه با کم‌اهمیت‌ترین معیار با استفاده از اعداد ۱ تا ۹. بردار «سایر در مقایسه با بدترین»[2] به شکل زیر خواهد بود:

$$A_W = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})^T \quad \text{رابطه ۲)}$$

که در آن، a_{jW} نشان‌دهنده اولویت معیار jام در مقایسه با کم‌اهمیت‌ترین معیار W است و $a_{WW} = ۱$.

۵. یافتن وزن بهینه $(w_۱^*, w_۲^*, \dots, w_n^*)$. وزن بهینه برای هر معیار، وزنی است که برای هر جفت $\frac{w_B}{w_j}$ و $\frac{w_j}{w_W}$ داریم $\frac{w_B}{w_j} = a_{Bj}$ و $\frac{w_j}{w_W} = a_{jW}$. بدین منظور باید راه حلی بیابیم که قدر مطلق تفاضل‌های $\left|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}\right|$ و $\left|\frac{w_j}{w_W} - a_{jW}\right|$ را برای همه jها کمینه می‌کند. به بیان دیگر، باید برای یافتن وزن‌ها، مسئله بهینه‌سازی زیر را حل کنیم:

$$Min \ \max_j \left\{\left|\frac{w_B}{w_j} - a_{Bj}\right|, \left|\frac{w_j}{w_W} - a_{jW}\right|\right\} \quad \text{رابطه ۳)}$$

s.t.

$$\sum_j w_j = 1 \quad \text{رابطه ۴)}$$

$$w_j \geq 0 \quad j = 1,2, \dots, n \quad \text{رابطه ۵)}$$

این مدل را می‌توان به‌صورت خطی و به شکل زیر نوشت (سلیمی و رضایی، ۲۰۱۸):

$$Min \ \xi^L \quad \text{رابطه ۶)}$$

s.t.

$$\left|w_B - a_{Bj} w_j\right| \leq \xi^L \quad j = 1,2, \dots, n \quad \text{رابطه ۷)}$$

$$\left|w_j - a_{jW} w_W\right| \leq \xi^L \quad j = 1,2, \dots, n \quad \text{رابطه ۸)}$$

$$\sum_j w_j = 1 \quad \text{رابطه ۹)}$$

$$w_j \geq 0 \quad j = 1,2, \dots, n \quad \text{رابطه ۱۰)}$$

1. Best-to-Others
2. Others-o-Worst

با حل این مسئله، می‌توان وزن‌های بهینه معیارها و مقدار تابع هدف بهینه (ξ^{L*}) را به دست آورد. ξ^{L*} معادل با «شاخص سازگاری» است و هرچه مقدار آن به صفر نزدیک‌تر باشد، سازگاری مقایسه‌های زوجی تصمیم‌گیرندگان بیشتر است (سلیمی، ۲۰۱۷).

برای مسائل چندمعیاره چندسطحی، باید وزن هر سطح را جداگانه با استفاده از روش BWM به دست آورد. وزن کلی[1] زیرمعیارها از طریق ضرب وزن زیرمعیار در وزن معیار مرتبط محاسبه می‌شود. امتیاز نهایی هر گزینه با توجه به رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$Score = \sum_{j} w_j^* \times x_{ij}\,, \qquad i = 1, \dots, m$$

رابطه ۱۱)

که در آن x_{ij} امتیاز گزینه i در معیار j است.

یافته‌های پژوهش

به‌منظور شناسایی معیارهای مهم در ارزیابی طرح‌های دانش‌بنیان، از سه منبع ادبیات موجود، مصاحبه و بررسی اسناد ارزیابی طرح‌های در صندوق نوآوری و شکوفایی استفاده شد. در مجموع با بررسی این منابع، ۲۲۲ معیار شناسایی شد. تحلیل نتایج این بررسی در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. تحلیل نتایج بررسی منابع مختلف برای شناسایی معیارها

عنوان	تعداد معیارها	توضیح‌ها
معیارهای حاصل از مرور ادبیات	۱۹۳	معیارهای حاصل از بررسی مقاله‌های مرتبط با مدل‌های چندمعیاره ارزیابی و انتخاب پروژه در بافتار بنگاهی و ملی
معیارهای حاصل از تحلیل محتوای مصاحبه‌ها	۱۱۱	• شامل ۲۶ معیار جدید که در ادبیات ذکر نشده بود (مانند اعتبارسنجی مالی شرکت، اهلیت شرکت، ساختار سازمانی اجراکننده طرح، ثبات ترکیب نیروی انسانی شرکت، ساختار مالی و سهام‌داری شرکت، شفافیت مالی شرکت و...). • اشاره به معیارهای سیاسی ـ اجتماعی در مصاحبه‌ها بسیار کم‌رنگ بود. • در مصاحبه‌ها به معیارهای محیط زیستی اشاره‌ای نشد.
معیارهای حاصل از بررسی روش ارزیابی کنونی صندوق نوآوری و شکوفایی	۸۳	• شامل هشت معیار که در مصاحبه‌ها ذکر نشده بود (مانند درآمد سالانه، نسبت سود به آورده شرکت، سیستم مدیریت کیفیت و...). • شامل ۲۶ معیار که در ادبیات ذکر نشده بود، اما در مصاحبه‌ها ذکر شده بود (مانند اعتبارسنجی مالی شرکت، اهلیت شرکت و...).

در مرحله بعد، با توجه به فراوانی معیارهای بیان‌شده در منابع مختلف، معیارهای دارای فراوانی بیش از چهار (شامل ۶۵ معیار در هفت دسته) برای طراحی پرسش‌نامه اولیه در نظر گرفته شد. نمونه‌ای از تحلیل فراوانی معیارها در جدول ۳ ارائه شده است.

1. Global weight

جدول ۳. نمونه تحلیل فراوانی (تکرار) معیارها در منابع مختلف

معیارها	فراوانی در			
	مقاله‌ها	مصاحبه‌ها	ارزیابی‌ها	مجموع
اعتبارسنجی مالی شرکت	۰	۱۲	۱	۱۳
بازگشت سرمایه	۴	۸	۱	۱۳
جریان نقدینگی بنگاه	۲	۷	۱	۱۰
نسبت سود به آورده شرکت	۰	۰	۱	۱
جزئیات بودجه پروژه	۲	۳	۱	۶
نسبت منفعت به هزینه	۱	۰	۰	۱
سود سالانه	۲	۴	۱	۷
دوره بازگشت سرمایه	۴	۲	۱	۷
نسبت هزینه عملیاتی به ارزش‌افزوده	۱	۱	۰	۲

پس از تهیه فهرست معیارها، برای نظرسنجی درباره اهمیت آنها در طیف پنج‌تایی لیکرت پرسش‌نامه‌ای طراحی شد. به‌منظور اطمینان از روایی پرسش‌نامه، پرسش‌نامه اولیه در اختیار اساتید مرتبط، مدیران صندوق نوآوری و شکوفایی، خبرگان حوزه سیاست‌گذاری علم و فناوری و آمار قرار گرفت و پس از جمع‌آوری نظرهای ایشان درباره تعداد پرسش‌ها، نحوه بیان آنها، تقدم و تأخر آنها و طیف گزینه‌های پاسخ، اصلاح‌های لازم در پرسش‌نامه انجام شد.

با توجه به اینکه برای تحلیل عاملی تأییدی، حداقل ۲۰۰ نمونه لازم است (حبیبی و عدن‌ور، ۱۳۹۶)، پرسش‌نامه به صورت آنلاین طراحی شد و لینک و توضیح‌های مرتبط با آن از طریق رسانه‌های اجتماعی و ایمیل برای بیش از ۵۰۰ نفر از فعالان حوزه سیاست‌گذاری علم و فناوری و نهادهای حاکمیتی مرتبط با شرکت‌های دانش‌بنیان ارسال شد. در نهایت از ۳۵۷ بازدید صورت‌گرفته از پرسش‌نامه، ۱۱۶ پرسش‌نامه تکمیل شد که نشان‌دهنده میزان پاسخ ۳۲ درصدی است.

برای سنجش پایایی پرسش‌نامه از شاخص آلفای کرونباخ و نسخه ۲۰ نرم‌افزار SPSS (IBM) استفاده شد. مقدار شاخص آلفای کرونباخ برابر با ۰/۹۶۵ بود که نشان‌دهنده پایایی مناسب پرسش‌نامه است. به‌منظور ارزیابی کفایت نمونه‌گیری برای انجام تحلیل عاملی و نیز ارزیابی اینکه آیا داده‌های موجود برای تحلیل عاملی مناسب است یا خیر، به ترتیب از آزمون کایزر مایر (KMO)[1] و آزمون بارتلت[2] استفاده شد. آزمون KMO شاخصی را ارائه می‌کند که مقادیر هم‌بستگی مشاهده‌شده را با هم‌بستگی جزئی مقایسه می‌کند و از این طریق مشخص می‌کند که آیا واریانس متغیرهای پژوهش، تحت تأثیر واریانس مشترک برخی عامل‌های پنهان و اساسی قرار دارد یا خیر. مقادیر کوچک KMO حاکی از آن است که هم‌بستگی بین زوج متغیرها را نمی‌توان با سایر متغیرها تبیین کرد. مقادیر KMO بیشتر از ۰/۶ بیانگر کفایت داده‌ها برای انجام تحلیل عاملی است. در این پژوهش مقدار شاخص KMO برابر با ۰/۸۰۶ است. در آزمون بارتلت نیز سطح معناداری کوچک‌تر از ۰/۰۵، مناسب بودن داده‌ها را تأیید می‌کند. این آزمون بررسی می‌کند که چه هنگام ماتریس هم‌بستگی، ماتریس واحد یا همانی است. زمانی که ماتریس هم‌بستگی بین متغیرها، ماتریس واحد و همانی نباشد، بین متغیرها ارتباط معناداری وجود دارد و امکان شناسایی و تعریف عامل‌های جدید بر اساس هم‌بستگی متغیرها وجود دارد. در صورتی که فرض صفر آزمون بارتلت، یعنی فرض همانی بودن ماتریس رد شود، تحلیل عاملی

1. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) 2. Bartlett

برای شناسایی ساختار عوامل مناسب است. عدد معناداری آزمون بارتلت در این پژوهش برابر با ۰ بود که بیـانگر مناسـب بودن داده‌ها است.

جدول ٤. مدل چندمعیاره ارزیابی طرح‌های دانش‌بنیان

معیارهای مالی	معیارهای تحلیل بازار	معیارهای بنگاهی	معیارهای ریسک	معیارهای فناوری
اعتبارسنجی مالی شرکت	اندازه بازار بالقوه/ بالفعل	ساختار سازمانی اجراکننده طرح	ریسک عرضه به بازار	پژوهش‌ها (امکان‌سنجی) اولیه
بازگشت سرمایه	سهم بازار مورد انتظار (خارجی/ داخلی)	ساختار مالی و سهام‌داری شرکت	ریسک مالی ـ اعتباری	دوره عمر فناوری
جریان نقدینگی بنگاه	رشد تقاضا/ روند بازار	نوع شرکت (نوپا، تولیدی)		سطح آمادگی فناوری
جزئیات بودجه پروژه	مزیت رقابتی محصول/ خدمت	شفافیت مالی شرکت		تأثیر بر ارتقای سطح فناوری در سطح بنگاهی
سود سالانه	بازار هدف	سابقه و رفتار اعتباری شرکت با سایر نهادهای مالی		تأثیر بر ارتقای سطح فناوری در سطح ملی
دوره بازگشت سرمایه	تحلیل رقبا	تیم چندرشته‌ای/ چندمهارتی و منعطف		تأثیر بر ارتقای سطح فناوری در سطح بین‌المللی
میزان سرمایه‌گذاری ثابت	تعامل‌های بازاری بالقوه محصول با محصول قبلی	تجربه کسب‌وکار/ تجربه کاری مدیران پروژه		نوآورانه بودن طرح
نقطه سر به سر	تأثیر پروژه بر عرضه و تقاضا	شایستگی‌های کارکنان/ دانش و تجربه تیم پروژه		
ارزش خالص فعلی (NPV)	پیش‌بینی درآمد طرح	صلاحیت‌ها و اهلیت‌های فنی و شخصیتی تیم مجری طرح		
میزان بازده داخلی	قیمت محصول	توانمندی طراحی فرایندهای اجرایی طرح		
سهم آورده شرکت	زیرساخت بازاریابی و فروش	در دسترس بودن کارکنان پژوهشی/ ماهر		
		در دسترس بودن مواد خام/ قطعه‌ها (زنجیره تأمین)		
		دسترسی به زیرساخت‌های فنی (تجهیزهای آزمایشگاهی و ...)		
		ساختار حقوقی شرکت (مسئولیت محدود، سهامی خاص، ...)		
		(درصد) یکپارچگی عمودی/ وابستگی و ارتباط طرح با سایر طرح‌ها		

پس از تأیید کفایت داده‌ها و مناسب بودن آنها، تحلیل عاملی تأییدی با نسخه ۲۰ نرم‌افزار SPSS (IBM) انجام شد. با توجه به نتایج این تحلیل، متغیرهایی که عدد اشتراک کمتر از ۰/۵ داشتند (تمامی زیرمعیارهای دو دسته سیاسی ـ اجتماعی و محیط زیستی و برخی زیرمعیارهای سایر دسته‌ها) از مدل نهایی حذف شدند. در نهایت ۴۶ معیار در پنج دسته باقی ماندند که با عناوین مالی، ریسک، بنگاهی، فناوری و تحلیل بازار مشخص شدند و برای طراحی مدل چندمعیاره مد نظر قرار گرفتند (جدول ۴). هیچ یک از زیرمعیارهای سیاسی ـ اجتماعی و محیط زیستی در مدل نهایی تأیید نشد. این امر نشان‌دهنده توجه ناچیز سیاست‌گذاران علم و فناوری کشور به مسائل محیط زیستی و سیاسی ـ اجتماعی در طراحی و اجرای سیاست‌های مرتبط با حمایت از توسعه فناوری است.

وزن معیارها

به‌منظور تعیین اهمیت معیارها در ارزیابی طرح‌های دانش‌بنیان، از روش بهترین ـ بدترین استفاده شد و با مصاحبه و نظرسنجی از مدیران و کارشناسان صندوق، وزن معیارهای ارزیابی تعیین شد. وزن بهینه معیارها و زیرمعیارها با استفاده از روش بهترین ـ بدترین محاسبه شد و در جدول ارائه شده است. میزان سازگاری همه مقایسه‌های زوجی نزدیک به صفر (بین ۰/۰۴ تا ۰/۱) بود که نشان‌دهنده قابلیت اعتماد نتایج است.

جدول ۵. اهمیت (وزن) معیارها و زیرمعیارهای ارزیابی طرح‌های دانش‌بنیان

معیار	وزن معیار	زیرمعیار	وزن زیرمعیار	وزن کلی زیرمعیار
مالی	۰/۱۵۸	اعتبارسنجی مالی شرکت	۰/۱۰۵	۰/۰۱۶
		بازگشت سرمایه	۰/۲۲۳	۰/۰۳۵
		جریان نقدینگی بنگاه	۰/۰۹۶	۰/۰۱۵
		جزئیات بودجه پروژه	۰/۰۳۸	۰/۰۰۶
		سود سالانه	۰/۱۰۱	۰/۰۱۵
		دوره بازگشت سرمایه	۰/۰۷۷	۰/۰۱۲
		میزان سرمایه‌گذاری ثابت	۰/۰۵۴	۰/۰۰۸
		نقطه سر به سر	۰/۰۶۸	۰/۰۱۰
		ارزش خالص فعلی (NPV)	۰/۰۹۶	۰/۰۱۵
		میزان بازده داخلی	/۰۹۰	۰/۰۱۴
		سهم آورده شرکت	۰/۰۵۲	۰/۰۰۸
تحلیل بازار	۰/۱۵۸	اندازه بازار بالقوه/ بالفعل	۰/۰۹۸	۰/۰۱۵
		سهم بازار مورد انتظار (خارجی/ داخلی)	۰/۰۹۳	۰/۰۱۴
		رشد تقاضا/ روند بازار	۰/۰۸۴	۰/۰۱۳
		مزیت رقابتی محصول/ خدمت	۰/۱۲۴	۰/۰۱۹
		بازار هدف	۰/۱۰۶	۰/۰۱۶
		تحلیل رقبا	۰/۰۹۹	۰/۰۱۵

ادامه جدول ۵

معیار	وزن معیار	زیرمعیار	وزن زیرمعیار	وزن کلی زیرمعیار
تحلیل بازار	۰/۱۵۸	تعامل‌های بازاری بالقوه محصول با محصول قبلی	۰/۰۸۳	۰/۰۱۳
		تأثیر پروژه بر عرضه و تقاضا	۰/۰۶۹	۰/۰۱۰
		پیش‌بینی درآمد طرح	۰/۰۸۷	۰/۰۱۳
		قیمت محصول	۰/۰۸۵	۰/۰۱۳
		زیرساخت بازاریابی و فروش	۰/۰۷۲	۰/۰۱۱
بنگاهی	۰/۰۷۰	ساختار سازمانی اجراکننده طرح	۰/۰۵۶	۰/۰۰۳
		ساختار مالی و سهام‌داری شرکت	۰/۰۵۲	۰/۰۰۳
		نوع شرکت (نوپا و تولیدی)	۰/۰۵۱	۰/۰۰۳
		شفافیت مالی شرکت	۰/۰۶۴	۰/۰۰۴
		سابقه و رفتار اعتباری شرکت با سایر نهادهای مالی	۰/۰۷۷	۰/۰۰۵
		تیم چندرشته‌ای/ چندمهارتی و منعطف	۰/۰۸۸	۰/۰۰۶
		تجربه کسب‌وکار/ تجربه کاری مدیران پروژه	۰/۰۸۵	۰/۰۰۵
		شایستگی‌های کارکنان/ دانش و تجربه تیم پروژه	۰/۰۸۰	۰/۰۰۵
		صلاحیت‌ها و اهلیت‌های فنی و شخصیتی تیم مجری طرح	۰/۰۹۰	۰/۰۰۶
		توانمندی طراحی فرایندهای اجرایی طرح	۰/۰۷۱	۰/۰۰۴
		در دسترس بودن کارکنان پژوهشی/ ماهر	۰/۰۶۷	۰/۰۰۴
		در دسترس بودن مواد خام/ قطعه‌ها (زنجیره تأمین)	۰/۰۶۳	۰/۰۰۴
		دسترسی به زیرساخت‌های فنی (تجهیزهای آزمایشگاهی و...)	۰/۰۶۷	۰/۰۰۴
		ساختار حقوقی شرکت (مسئولیت محدود، سهامی خاص،...)	۰/۰۳۴	۰/۰۰۲
		(درصد) یکپارچگی عمودی/ وابستگی و ارتباط طرح با سایر طرح‌ها	۰/۰۵۵	۰/۰۰۳
ریسک	۰/۴۲۶	ریسک عرضه به بازار	۰/۵۵۰	۰/۲۳۴
		ریسک مالی ـ اعتباری	۰/۴۵۰	۰/۱۹۱
فناوری	۰/۱۸۸	پژوهش‌های (امکان‌سنجی) اولیه	۰/۱۳۱	۰/۰۲۴
		دوره عمر فناوری	۰/۱۴۸	۰/۰۲۷
		سطح آمادگی فناوری	۰/۱۴۰	۰/۰۲۶
		تأثیر بر ارتقای سطح فناوری در سطح بنگاهی	۰/۱۵۳	۰/۰۲۸
		تأثیر بر ارتقای سطح فناوری در سطح ملی	۰/۱۴۱	۰/۰۲۶
		تأثیر بر ارتقای سطح فناوری در سطح بین‌المللی	۰/۱۲۹	۰/۰۲۴
		نوآورانه بودن طرح	۰/۱۵۸	۰/۰۲۹

«معیار ریسک» (با وزن ۰/۴۲۶) مهم‌ترین معیار است و پس از آن معیار فناوری (با وزن ۰/۱۸۸) و معیارهای مالی و تحلیل بازار (با وزن ۰/۱۵۸) قرار دارد. معیارهای بنگاهی (با وزن ۰/۰۷۰) با اختلاف، کم‌اهمیت‌ترین معیارها است. وزن کلی زیرمعیارها (حاصل‌ضرب وزن زیرمعیار در وزن معیار مرتبط) در ستون پنجم جدول ۵ ارائه شده است. در میان زیرمعیارهای مالی، مهم‌ترین معیار «بازگشت سرمایه» است و پس از آن «اعتبارسنجی مالی شرکت»، «ارزش خالص فعلی»، «جریان نقدینگی بنگاه» و «سود سالانه» قرار دارد. بازگشت سرمایه مناسب، احتمال بازپرداخت تسهیلات را افزایش می‌دهد و از این رو در مقایسه با سایر عوامل بیشترین اهمیت را یافته است. در میان زیرمعیارهای تحلیل بازار، «مزیت رقابتی محصول/ خدمت» بیشترین اهمیت را دارد. محصول‌های دانش‌بنیان با توجه به فناوری پیشرفته و پیچیده‌ای که دارند، برای ورود موفق به بازار به مزیت رقابتی شایان توجه نیاز دارند. در زیرمعیارهای بنگاهی، «صلاحیت‌ها و اهلیت‌های فنی و شخصیتی تیم مجری طرح» بیشترین اهمیت را دارد. تعداد تکرار این معیار در مصاحبه‌ها نیز بسیار بیشتر از سایر معیارها بود که حاکی از اهمیت فوق‌العاده اهلیت تیم مجری طرح در ارزیابی و تخصیص منابع ملی به طرح‌های فناورانه است. در زیرمعیارهای ریسک، «ریسک عرضه به بازار» مهم‌تر از «ریسک مالی ـ اعتباری» است. اگر فناوری بازار مناسب داشته باشد، می‌تواند به درآمد مناسب دست یابد و بدین ترتیب، ریسک مالی طرح نیز کاهش می‌یابد. «نوآورانه بودن طرح» مهم‌ترین معیاری است که در زیرمعیارهای مرتبط با فناوری مد نظر قرار می‌گیرد و کم‌اهمیت‌ترین معیار، «تأثیر بر ارتقای سطح فناوری در سطح بین‌المللی» است. این امر نشان‌دهنده توجه اندک به بازارهای بین‌المللی برای حمایت از توسعه محصول‌های فناورانه است.

امتیاز طرح‌های دانش‌بنیان

طرح‌های دانش‌بنیان برای دریافت انواع تسهیلات شامل قرض‌الحسنه نمونه‌سازی، قبل از تولید صنعتی، تولید صنعتی، سرمایه در گردش، لیزینگ و ضمانت‌نامه به صندوق نوآوری و شکوفایی ارائه می‌شود.

در راستای ارزیابی طرح‌های دانش‌بنیان با استفاده از مدل ارائه‌شده، ۲۰ طرح متقاضی قرض‌الحسنه نمونه‌سازی (طرح‌های ۱ تا ۱۰) و تسهیلات تولید صنعتی (طرح‌های ۱۱ تا ۲۰) مد نظر قرار گرفت. طرح‌های متقاضی تسهیلات نمونه‌سازی که سطح آمادگی فناوری آنها پایین است معمولاً در مقایسه با سایر طرح‌ها ریسک بیشتری دارد، بازار چندانی ندارد، بازگشت سرمایه آن در طولانی‌مدت محقق می‌شود و ممکن است مدیران آنها تجربه کسب‌وکار چندانی نداشته باشند. درخواست تسهیلات تولید صنعتی، معمولاً از جانب شرکت‌هایی ارائه می‌شود که در سطوح بالاتر آمادگی فناوری قرار دارند، مدیران باتجربه و تیم‌های چندتخصصی در اختیار دارند، از نظر اندازه بازار و مزیت رقابتی در بازار، جایگاهی به‌نسبت مطلوب دارند و درصدد گسترش تسهیلات تولیدی خود هستند.

به‌منظور محاسبه امتیاز نهایی طرح‌ها، در هر زیرمعیار به طرح‌ها امتیازی در مقیاس ۱ تا ۹ اختصاص یافت و امتیاز نهایی با استفاده از رابطه ۱۱ محاسبه شد. امتیازدهی به زیرمعیارها با توجه به سیاست‌های کلان صندوق، طرح کسب‌وکار شرکت، استعلام وضعیت اعتباری و مالی شرکت از نهادهای مرتبط، ارزیابی سطح آمادگی فناوری و ... با در نظر داشتن نوع طرح مطابق با نظام امتیازدهی ارائه‌شده در جدول ۶ انجام می‌شود.

جدول ٦. نظام امتیازدهی به طرح‌های دانش‌بنیان

ردیف	معیارهای ارزیابی	نحوه امتیازدهی
	معیارهای مالی	
۱	اعتبارسنجی مالی شرکت	متناسب با رتبه اعتباری شرکت در نظام مالی و بانکی: رتبه اعتباری بین ۰ تا ۱۰۰: ۱ امتیاز؛ بین ۱۰۰ تا ۲۰۰: ۲ امتیاز؛ بین ۲۰۰ تا ۳۰۰: ۳ امتیاز؛ بین ۳۰۰ تا ۴۰۰: ۴ امتیاز؛ بین ۴۰۰ تا ۵۰۰: ۵ امتیاز؛ بین ۵۰۰ تا ۶۰۰: ۶ امتیاز؛ بین ۶۰۰ تا ۷۰۰: ۷ امتیاز؛ بین ۷۰۰ تا ۸۰۰: ۸ امتیاز؛ بین ۸۰۰ تا ۹۰۰: ۹ امتیاز
۲	بازگشت سرمایه	کمتر از ۵ درصد: ۱ امتیاز؛ بین ۵ تا ۱۰ درصد: ۲ امتیاز؛ بین ۱۰ تا ۱۵ درصد: ۳ امتیاز؛ بین ۱۵ تا ۲۰ درصد: ۴ امتیاز؛ بین ۲۰ تا ۲۵ درصد: ۵ امتیاز؛ بین ۲۵ تا ۳۰ درصد: ۶ امتیاز؛ بین ۳۰ تا ۳۵ درصد: ۷ امتیاز؛ بین ۳۵ تا ۴۰ درصد: ۸ امتیاز؛ بیش از ۴۰ درصد: ۹ امتیاز
۳	جریان نقدینگی بنگاه	امتیاز با بررسی جریان عملیاتی، سرمایه‌گذاری و تأمین مالی مشخص می‌شود. جریان منفی عملیاتی و جریان مثبت سرمایه گذاری و تأمین مالی (بحران مالی): ۱ امتیاز؛ جریان منفی عملیاتی، سرمایه گذاری و تأمین مالی: ۲ امتیاز؛ جریان منفی عملیاتی و تأمین مالی و جریان مثبت سرمایه گذاری: ۳ امتیاز؛ جریان منفی عملیاتی و سرمایه گذاری و جریان مثبت تأمین مالی: ۴ امتیاز؛ جریان مثبت عملیاتی، سرمایه‌گذاری و تأمین مالی: ۵ امتیاز؛ جریان مثبت عملیاتی و سرمایه‌گذاری و جریان منفی تأمین مالی (تفسیر منفی: جریان عملیاتی پاسخ گوی نقدینگی لازم نیست): ۶ امتیاز؛ جریان مثبت عملیاتی و سرمایه گذاری و جریان منفی تأمین مالی (تفسیر مثبت: واگذاری دارایی ها به‌منظور محدود کردن دامنه فعالیت): ۷ امتیاز؛ جریان مثبت عملیاتی و تأمین مالی و جریان منفی سرمایه گذاری: ۸ امتیاز؛ جریان مثبت عملیاتی و جریان منفی سرمایه‌گذاری و تأمین مالی (ایده‌آل): ۹ امتیاز
۴	جزئیات بودجه پروژه	در صورتی که بودجه با جزئیات کامل و برای تمام سال‌های اجرای پروژه ارائه شده باشد: ۹ امتیاز در صورتی که هیچ اطلاعاتی از بودجه پروژه ارائه نشده باشد: ۱ امتیاز
۵	سود سالانه	نسبت سود به هزینه کمتر از ۱: ۱ امتیاز؛ نسبت سود به هزینه برابر با ۱: ۳ امتیاز؛ نسبت سود به هزینه بیشتر از ۱ و کمتر از پروژه های مشابه: ۵ امتیاز؛ نسبت سود به هزینه بیشتر از ۱ و برابر با پروژه های مشابه: ۷ امتیاز؛ نسبت سود به هزینه بیشتر از ۱ و بیشتر از پروژه‌های مشابه: ۹ امتیاز
۶	دوره بازگشت سرمایه	بیش از ۴ سال: ۱ امتیاز؛ بین ۳ تا ۴ سال: ۳ امتیاز؛ بین ۲ تا ۳ سال: ۵ امتیاز؛ بین ۱ تا ۲ سال: ۷ امتیاز؛ کمتر از ۱ سال: ۹ امتیاز
۷	میزان سرمایه‌گذاری ثابت	برای درخواست قرض الحسنه: بیش از ۵ میلیارد تومان: ۱ امتیاز؛ بین ۳ تا ۵ میلیارد تومان: ۳ امتیاز؛ بین ۱ تا ۳ میلیارد تومان: ۵ امتیاز؛ بین ۸۰۰ میلیون تا ۱ میلیارد تومان: ۷ امتیاز؛ کمتر از ۸۰۰ میلیون تومان: ۹ امتیاز برای درخواست سایر تسهیلات: بیش از ۸ میلیارد تومان: ۱ امتیاز؛ بین ۶ تا ۸ میلیارد تومان: ۳ امتیاز؛ بین ۴ تا ۶ میلیارد تومان: ۵ امتیاز؛ بین ۲ تا ۴ میلیارد تومان: ۷ امتیاز؛ کمتر از ۲ میلیارد تومان: ۹ امتیاز
۸	نقطه سر به سر	طرح در سال پنجم به نقطه سربه‌سر می‌رسد: ۱ امتیاز؛ طرح در سال چهارم به نقطه سربه‌سر می‌رسد: ۳ امتیاز؛ طرح در سال سوم به نقطه سربه‌سر می‌رسد: ۵ امتیاز؛ طرح در سال دوم به نقطه سربه‌سر می‌رسد: ۷ امتیاز؛ طرح در سال اول به نقطه سربه‌سر می‌رسد: ۹ امتیاز
۹	ارزش خالص فعلی (NPV)	ارزش خالص فعلی منفی است: ۱ امتیاز؛ ارزش خالص فعلی مثبت است: ۹ امتیاز
۱۰	میزان بازده داخلی	کمتر از ۵ درصد: ۱ امتیاز؛ بین ۵ تا ۱۰ درصد: ۲ امتیاز؛ بین ۱۰ تا ۱۵ درصد: ۳ امتیاز؛ بین ۱۵ تا ۲۰ درصد: ۴ امتیاز؛ بین ۲۰ تا ۲۵ درصد: ۵ امتیاز؛ بین ۲۵ تا ۳۰ درصد: ۶ امتیاز؛ بین ۳۰ تا ۳۵ درصد: ۷ امتیاز؛ بین ۳۵ تا ۴۰ درصد: ۸ امتیاز؛ بیش از ۴۰ درصد: ۹ امتیاز

ادامه جدول ٦

ردیف	معیارهای ارزیابی	نحوه امتیازدهی
۱۱	سهم آورده شرکت	کمتر از ۵ درصد: ۱ امتیاز؛ بین ۵ تا ۱۰ درصد: ۳ امتیاز؛ بین ۱۰ تا ۱۵ درصد: ۵ امتیاز؛ بین ۱۵ تا ۲۰ درصد: ۷ امتیاز؛ بیش از ۲۰ درصد: ۹ امتیاز
	معیارهای ریسک	
۱۲	ریسک عرضه به بازار	برآوردی از ریسک انجام نشده است: ۱ امتیاز؛ شاخص ریسک بیش از ۱۵ درصد: ۳ امتیاز؛ شاخص ریسک بین ۱۰ تا ۱۵ درصد: ۵ امتیاز؛ شاخص ریسک بین ۵ تا ۱۰ درصد: ۷ امتیاز؛ شاخص ریسک کمتر از ۵ درصد: ۹ امتیاز
۱۳	ریسک مالی ـ اعتباری	برآوردی از ریسک انجام نشده است: ۱ امتیاز؛ شاخص ریسک بیش از ۱۵ درصد: ۳ امتیاز؛ شاخص ریسک بین ۱۰ تا ۱۵ درصد: ۵ امتیاز؛ شاخص ریسک بین ۵ تا ۱۰ درصد: ۷ امتیاز؛ شاخص ریسک کمتر از ۵ درصد: ۹ امتیاز
	معیارهای بنگاهی	
۱۴	ساختار سازمانی اجراکننده طرح	ساختار سازمانی مدونی وجود ندارد: ۱ امتیاز؛ ساختار سازمانی در سطح کلان تدوین شده است: ۵ امتیاز؛ ساختار سازمانی مدون شده است، اما متناسب با ویژگی های طرح نیست: ۷ امتیاز؛ ساختار سازمانی متناسب با ویژگی‌های طرح تدوین و اجرا شده است: ۹ امتیاز
۱۵	ساختار مالی و سهام‌داری شرکت	ساختار مالی و سهام داری شرکت شفاف نیست: ۱ امتیاز؛ سرمایه ثبتی شرکت کمتر از ۱۰ میلیون تومان است: ۳ امتیاز؛ سرمایه ثبتی شرکت بین ۱۰ تا ۱۰۰ میلیون تومان است: ۵ امتیاز؛ سرمایه ثبتی شرکت بیش از ۱۰۰ میلیون تومان است: ۹ امتیاز
۱۶	نوع شرکت (نوپا و تولیدی)	برای درخواست قرض‌الحسنه: نوپا: ۹ امتیاز؛ تولیدی: ۳ امتیاز برای درخواست سایر تسهیلات: نوپا: ۳ امتیاز؛ تولیدی: ۹ امتیاز
۱۷	شفافیت مالی شرکت	اظهارنامه مالیاتی ارائه نشده است: ۱ امتیاز؛ اظهارنامه مالیاتی ارائه شده و شرکت زیان ده نشان داده شده است: ۳ امتیاز؛ اظهارنامه مالیاتی، بدون فاکتورهای فروش و قراردادها ارائه شده است: ۷ امتیاز؛ اظهارنامه مالیاتی، فاکتورهای فروش و قراردادها ارائه شده است: ۹ امتیاز
۱۸	سابقه و رفتار اعتباری شرکت با سایر نهادهای مالی	تضامین قبلی به اجرا گذاشته شده است: ۱ امتیاز؛ تسهیلات قبلی معوق شده است: ۳ امتیاز؛ تسهیلات قبلی با تأخیر بازپرداخت شده است: ۵ امتیاز؛ تسهیلات قبلی به موقع بازپرداخت شده است: ۷ امتیاز؛ شرکت با اتکا به منابع مالی خود فعالیت کرده و از سایر نهادها تسهیلات قبلی نداشته است: ۹ امتیاز
۱۹	تیم چندرشته‌ای/ چندمهارتی و منعطف	تیم پروژه فقط دربردارنده افراد فنی یا مدیریتی یا حقوقی یا مالی است: ۱ امتیاز؛ تیم پروژه دربردارنده افراد فنی و مدیریتی است: ۳ امتیاز؛ تیم پروژه دربردارنده افراد فنی و حقوقی است: ۵ امتیاز؛ تیم پروژه دربردارنده افراد فنی و مالی است: ۷ امتیاز؛ تیم پروژه دربردارنده افراد فنی، مدیریتی، حقوقی و مالی است: ۹ امتیاز
۲۰	تجربه کسب‌وکار/ تجربه کاری مدیران پروژه	تجربه مدیریتی کمتر از ۱ سال: ۱ امتیاز؛ بین ۱ تا ۳ سال: ۳ امتیاز؛ بین ۳ تا ۵ سال: ۵ امتیاز؛ بین ۵ تا ۷ سال: ۷ امتیاز؛ بیش از ۷ سال: ۹ امتیاز
۲۱	شایستگی‌های کارکنان/ دانش و تجربه تیم پروژه	دانش مرتبط در تیم وجود ندارد: ۱ امتیاز؛ دانش مرتبط و میانگین تجربه تیم کمتر از ۱ سال: ۳ امتیاز؛ دانش مرتبط و میانگین تجربه تیم بین ۱ تا ۳ سال: ۵ امتیاز؛ دانش مرتبط و میانگین تجربه تیم بین ۳ تا ۵ سال: ۷ امتیاز؛ دانش مرتبط و میانگین تجربه تیم بیش از ۵ سال: ۹ امتیاز
۲۲	صلاحیت‌ها و اهلیت‌های فنی و شخصیتی تیم مجری طرح	حاصل جمع امتیازهای زیر تا سقف ۹ امتیاز: هر سال سابقه فعالیت مرتبط: ۱ امتیاز؛ هر گواهی حسن انجام کار از کارفرمایان/ مشتریان قبلی: ۱ امتیاز؛ هر گواهی‌نامه استاندارد: ۱ امتیاز؛ هر جایزه یا تقدیرنامه تخصصی: ۱ امتیاز

ادامه جدول ٦

ردیف	معیارهای ارزیابی	نحوه امتیازدهی
۲۳	توانمندی طراحی فرایندهای اجرایی طرح	فرایندهای اجرایی مدون وجود ندارد: ۱ امتیاز؛ طراحی فرایندها برون سپاری شده است: ۳ امتیاز؛ طراحی فرایندها با کمک تیم مشاور انجام می‌شود: ۵ امتیاز؛ طراحی فرایندها به‌صورت داخلی آغاز شده است: ۷ امتیاز؛ طراحی فرایندها به‌صورت داخلی انجام شده است و توانمندی کامل برای طراحی فرایندهای جدید در داخل شرکت وجود دارد: ۹ امتیاز
۲۴	در دسترس بودن کارکنان پژوهشی/ ماهر	نسبت کارکنان پژوهشی/ ماهر به کل کارکنان کمتر از ۱۰ درصد: ۱ امتیاز؛ بین ۱۰ تا ۲۵ درصد: ۳ امتیاز؛ بین ۲۵ تا ۵۰ درصد: ۵ امتیاز؛ بین ۵۰ تا ۷۵ درصد: ۷ امتیاز؛ بیش از ۷۵ درصد: ۹ امتیاز
۲۵	در دسترس بودن مواد خام/ قطعه‌ها (زنجیره تأمین)	دسترسی به مواد خام/ قطعه ها در داخل کشور امکان پذیر نیست: ۱ امتیاز؛ دسترسی به مواد خام/ قطعه‌ها در کشورهای همسایه امکان‌پذیر نیست: ۳ امتیاز؛ دسترسی به مواد خام/ قطعات در کشورهای همسایه امکان‌پذیر است: ۵ امتیاز؛ دسترسی به مواد خام/ قطعه‌ها در سطح کشور وجود دارد: ۷ امتیاز؛ دسترسی به مواد خام/ قطعه‌ها در سطح کشور، استان‌های هم‌جوار و استان محل اجرای طرح وجود دارد: ۹ امتیاز
۲۶	دسترسی به زیرساخت‌های فنی (تجهیزهای آزمایشگاهی و...)	دسترسی ندارد: ۱ امتیاز؛ به زیرساخت‌های فنی سایر نهادها دسترسی دارد: ۵ امتیاز؛ زیرساخت‌های فنی لازم را در شرکت دارد: ۹ امتیاز
۲۷	ساختار حقوقی شرکت (مسئولیت محدود، سهامی خاص،...)	مسئولیت محدود: ۱ امتیاز؛ تعاونی: ۳ امتیاز؛ تضامنی: ۵ امتیاز؛ سهامی عام: ۷ امتیاز؛ سهامی خاص: ۹ امتیاز
۲۸	(درصد) یکپارچگی عمودی/ وابستگی و ارتباط طرح با سایر طرح‌ها	بدون وابستگی و ارتباط: ۱ امتیاز؛ دارای وابستگی و هم‌سویی کامل: ۹ امتیاز
	معیارهای فنی/ فناوری	
۲۹	پژوهش‌ها [امکان‌سنجی] اولیه	امکان‌سنجی اولیه انجام نشده است: ۱ امتیاز؛ امکان‌سنجی اولیه ناقص انجام شده است: ۵ امتیاز؛ امکان‌سنجی اولیه به‌طور کامل انجام شده است: ۹ امتیاز
۳۰	دوره عمر فناوری	فناوری در دوره زوال است: ۱ امتیاز؛ در دوره بلوغ است: ۴ امتیاز؛ در دوره رشد است: ۷ امتیاز؛ در دوره جنینی است: ۹ امتیاز
۳۱	سطح آمادگی فناوری	برای درخواست قرض‌الحسنه: سطح آمادگی ۸ تا ۹: ۱ امتیاز؛ سطح آمادگی ۶ تا ۷: ۳ امتیاز؛ سطح آمادگی ۴ تا ۵: ۵ امتیاز؛ سطح آمادگی ۳: ۷ امتیاز؛ سطح آمادگی ۲: ۸ امتیاز؛ سطح آمادگی ۱: ۹ امتیاز برای درخواست سایر تسهیلات: سطح آمادگی ۱ تا ۳: ۱ امتیاز؛ سطح آمادگی ۴ تا ۵: ۳ امتیاز؛ سطح آمادگی ۶: ۵ امتیاز؛ سطح آمادگی ۷: ۷ امتیاز؛ سطح آمادگی ۸: ۸ امتیاز؛ سطح آمادگی ۹: ۹ امتیاز
۳۲	تأثیر بر ارتقای سطح فناوری در سطح بنگاهی	تأثیری ندارد: ۱ امتیاز؛ تأثیرگذاری در سطح واحد سازمانی: ۵ امتیاز؛ تأثیرگذاری در سطح کل بنگاه: ۹ امتیاز
۳۳	تأثیر بر ارتقای سطح فناوری در سطح ملی	تأثیری ندارد: ۱ امتیاز؛ تأثیرگذاری در سطح شهرهای هم جوار: ۵ امتیاز؛ تأثیرگذاری در سطح کشور: ۹ امتیاز
۳۴	تأثیر بر ارتقای سطح فناوری در سطح بین‌المللی	تأثیری ندارد: ۱ امتیاز؛ تأثیرگذاری در سطح کشورهای همسایه: ۵ امتیاز؛ تأثیرگذاری در سطح جهانی: ۹ امتیاز

ادامه جدول ٦

ردیف	معیارهای ارزیابی	نحوه امتیازدهی
۳۵	نوآورانه بودن طرح	وجود محصول های مشابه متعدد: ۱ امتیاز؛ وجود ۱ تا ۳ محصول مشابه: ۳ امتیاز؛ وجود ۱ محصول مشابه با قابلیت‌های مشابه: ۵ امتیاز؛ وجود ۱ محصول با قابلیت‌های کمتر: ۷ امتیاز؛ نبود محصول مشابه: ۹ امتیاز
	معیارهای تحلیل بازار	
۳۶	اندازه بازار بالقوه/ بالفعل	به اندازه بازار استانی: ۱ امتیاز؛ بازار محلی: ۳ امتیاز؛ بازار ملی: ۵ امتیاز؛ بازار کشورهای همسایه: ۷ امتیاز؛ بازار جهانی: ۹ امتیاز
۳۷	سهم بازار مورد انتظار (خارجی/ داخلی)	کمتر از ۱۰ درصد: ۱ امتیاز؛ بین ۱۰ تا ۲۰ درصد: ۲ امتیاز؛ بین ۲۰ تا ۳۰ درصد: ۳ امتیاز؛ بین ۳۰ تا ۴۰ درصد: ۴ امتیاز؛ بین ۴۰ تا ۵۰ درصد: ۵ امتیاز؛ بین ۵۰ تا ۶۰ درصد: ۶ امتیاز؛ بین ۶۰ تا ۷۰ درصد: ۷ امتیاز؛ بین ۷۰ تا ۸۰ درصد: ۸ امتیاز؛ بیش از ۸۰ درصد: ۹ امتیاز
۳۸	رشد تقاضا/ روند بازار	روند نزولی: ۱ امتیاز؛ رشد سالانه ۱ تا ۵ درصد: ۳ امتیاز؛ رشد سالانه ۵ تا ۱۰ درصد: ۵ امتیاز؛ رشد سالانه ۱۰ تا ۱۵ درصد: ۷ امتیاز؛ رشد سالانه بیش از ۱۵ درصد: ۹ امتیاز
۳۹	مزیت رقابتی محصول/ خدمت	مزیت رقابتی خاصی ندارد: ۱ امتیاز؛ مزیت هزینه‌ای دارد: ۳ امتیاز؛ مزیت کیفی و هزینه‌ای دارد: ۵ امتیاز؛ مزیت کیفی، هزینه‌ای و خدماتی دارد: ۷ امتیاز؛ مزیت کیفی، هزینه‌ای، خدماتی و فناورانه دارد: ۹ امتیاز
۴۰	بازار هدف	بازار هدف استانی: ۱ امتیاز؛ بازار هدف منطقه‌ای: ۳ امتیاز؛ بازار هدف ملی: ۵ امتیاز؛ بازار هدف کشورهای همسایه: ۷ امتیاز؛ بازار هدف جهانی: ۹ امتیاز
۴۱	تحلیل رقبا	تحلیلی از رقبا ارائه نشده است: ۱ امتیاز؛ وجود رقبای فراوان با فناوری پیشرفته تر: ۳ امتیاز؛ وجود رقبایی با فناوری مشابه: ۵ امتیاز؛ وجود رقبایی با فناوری سطح پایین‌تر: ۷ امتیاز؛ بی‌رقیب بودن در بازار: ۹ امتیاز
۴۲	تعامل‌های بازاری بالقوه محصول با محصول قبلی	به کاهش فروش محصول قبلی منجر می‌شود (هم‌جنس‌خواری): ۱ امتیاز؛ تغییر در فروش محصول قبلی ایجاد نمی‌کند: ۵ امتیاز؛ به افزایش فروش محصول قبلی منجر می‌شود: ۹ امتیاز
۴۶	تأثیر پروژه بر عرضه و تقاضا	بدون تأثیر بر تقاضا، به افزایش عرضه محصول‌های مشابه منجر می‌شود: ۱ امتیاز؛ تأثیری بر افزایش تقاضا ندارد: ۳ امتیاز؛ تأثیری بر عرضه محصول های مشابه ندارد و به افزایش تقاضا منجر می‌شود: ۵ امتیاز؛ به کاهش عرضه محصول‌های مشابه با فناوری پایین‌تر منجر می‌شود: ۷ امتیاز؛ به کاهش عرضه محصول‌های مشابه با فناوری پایین‌تر و افزایش تقاضا منجر می‌شود: ۹ امتیاز
۴۴	پیش‌بینی درآمد طرح	پیش بینی ارائه نشده است/ درآمد طرح کاهشی است: ۱ امتیاز؛ درآمد طرح ثابت است: ۳ امتیاز؛ درآمد طرح با مقدار خطی افزایشی می‌یابد: ۷ امتیاز؛ درآمد طرح با میزان نمایی افزایش می‌یابد: ۹ امتیاز
۴۵	قیمت محصول	در مقایسه با محصول‌های مشابه تعیین می‌شود. قیمت کاملاً رقابتی (با اختلاف زیاد در مقایسه با مشابه): ۹ امتیاز؛ قیمت کمتر از محصول‌های مشابه: ۷ امتیاز؛ قیمت برابر با محصول‌های مشابه: ۵ امتیاز؛ قیمت بیشتر از محصول‌های مشابه: ۱ امتیاز
۴۶	زیرساخت بازاریابی و فروش	حاصل جمع امتیازهای زیر: داشتن وبگاه اینترنتی: ۲ امتیاز؛ داشتن پلت‌فرم بازاریابی و فروش: ۱ امتیاز؛ دسترسی به بانک‌های اطلاعاتی مشتریان بالقوه: ۲ امتیاز؛ داشتن شعب فروش: ۲ امتیاز؛ داشتن تیم بازاریابی: ۲ امتیاز

بر اساس شاخص تصویب تعریف‌شده، طرح‌هایی با امتیاز بیش از میانگین (۵)، تصویب و سایر طرح‌ها رد می‌شود. امتیاز نهایی هر طرح، بدون در نظر گرفتن وزن معیارها و نیز با توجه به وزن معیارهای ارزیابی در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷. امتیاز طرح‌های دانش‌بنیان

شماره طرح	امتیاز بدون در نظر گرفتن وزن معیارها	تصویب/ رد طرح	امتیاز بر اساس معیارهای					امتیاز وزنی کلی	تصویب/ رد طرح
			مالی	تحلیل بازار	بنگاهی	ریسک	فناوری		
۱	۵/۰۰۰	تصویب	۴/۰۸۰	۵/۴۴۲	۵/۴۵۶	۲/۳۵	۵/۱۹۱	۳/۸۶۳	رد
۲	۵/۳۹۱	تصویب	۴/۷۷۹	۴/۶۱۲	۶/۲۷۱	۴/۶۰	۵/۳۷۳	۴/۸۹۲	رد
۳	۵/۰۴۳	تصویب	۳/۳۶۸	۵/۹۵۶	۵/۲۷۹	۴/۷۰	۵/۳۳۱	۴/۸۴۷	رد
۴	۵/۰۲۱	تصویب	۴/۱۷۱	۵/۱۵۳	۵/۹۴۳	۳/۷۵	۴/۰۹۹	۴/۲۵۷	رد
۵	۵/۸۲۶	تصویب	۵/۸۴۳	۵/۹۹۳	۶/۷۱۳	۲/۱۰	۴/۹۷۹	۴/۱۷۰	رد
۶	۴/۴۳۴	رد	۳/۵۶۷	۴/۲۰۳	۵/۳۰۱	۱/۰۰	۴/۹۱۸	۲/۹۴۹	رد
۷	۴/۷۶۰	رد	۵/۸۱۶	۵/۲۴۱	۳/۵۴۲	۳/۷۰	۵/۹۹۲	۴/۶۹۷	رد
۸	۴/۳۶۹	رد	۳/۲۶۵	۳/۷۵۸	۴/۳۵۷	۳/۷۰	۶/۱۲۵	۴/۱۴۲	رد
۹	۴/۵۶۵	رد	۳/۸۰۴	۴/۷۰۸	۴/۲۵۵	۴/۸	۵/۸۰۵	۴/۷۷۸	رد
۱۰	۵/۸۴۷	تصویب	۶/۲۸۶	۵/۳۸۳	۵/۷۹۸	۵/۷۰	۶/۵۴۵	۵/۹۰۸	تصویب
۱۱	۴/۶۳۰	رد	۵/۷۲۱	۵/۰۸۶	۳/۸۸۸	۷/۰۰	۲/۴۹۱	۵/۴۲۹	تصویب
۱۲	۴/۴۵۶	رد	۴/۲۰۶	۴/۵۲۳	۴/۹۴۹	۴/۴۵	۵/۴۰۴	۴/۶۳۷	رد
۱۳	۵/۰۴۳	تصویب	۴/۹۹۴	۴/۳۹۵	۴/۴۵۳	۵/۸۵	۵/۸۱۹	۵/۳۸۱	تصویب
۱۴	۵/۲۶۰	تصویب	۶/۶۴۰	۴/۸۸۵	۴/۹۹۹	۶/۵۵	۴/۶۵۴	۵/۸۳۶	تصویب
۱۵	۴/۹۵۶	رد	۴/۱۱۴	۵/۴۳۱	۵/۶۱۵	۵/۱۵	۳/۶۹۶	۴/۷۸۹	رد
۱۶	۴/۹۷۸	رد	۵/۹۶۰	۴/۴۰۰	۵/۳۰۳	۴/۷۰	۴/۱۷۷	۴/۷۹۵	رد
۱۷	۵/۱۹۵	تصویب	۴/۹۸۲	۵/۳۴۰	۵/۶۰۵	۵/۷۵	۴/۸۴۸	۵/۳۸۴	تصویب
۱۸	۴/۵۰۰	رد	۴/۳۶۴	۴/۲۰۳	۴/۲۰۹	۴/۴۵	۴/۹۹۹	۴/۴۸۳	رد
۱۹	۴/۵۴۳	رد	۴/۳۲۶	۴/۲۶۸	۴/۱۷۱	۷/۹۰	۴/۱۴۹	۵/۷۹۵	تصویب
۲۰	۵/۶۳۰	تصویب	۴/۸۴۴	۴/۷۱۲	۶/۲۲۴	۷/۹۰	۵/۷۲۹	۶/۳۸۷	تصویب

همان‌طور که در جدول ۷ مشاهده می‌شود، در صورتی که بدون در نظر گرفتن وزن، میانگین ساده امتیاز معیارهای مختلف برای هر طرح محاسبه شود، طرح ۱۰ بیشترین امتیاز و طرح ۸ کمترین امتیاز را به دست می‌آورد. همچنین در این حالت، از میان طرح‌های متقاضی تسهیلات قرض‌الحسنه، طرح‌های ۱ تا ۵ و طرح ۱۰ تصویب شده و طرح‌های ۶ تا ۹ رد می‌شوند. اما در نظر گرفتن وزن برای معیارها، تفاوت شایان توجهی در نتیجه ارزیابی طرح‌ها ایجاد می‌کند و فقط طرح ۱۰ جزء طرح‌های مصوب قرار می‌گیرد. این امر ناشی از ریسک زیاد طرح‌های نمونه‌سازی و وزن بسیار زیاد معیار ریسک در مقایسه با سایر معیارها در ارزیابی است. طرح ۱۰، علاوه بر داشتن امتیاز مقبول در معیار ریسک، در سایر

معیارها نیز در مقایسه با سایر طرح‌های نمونه‌سازی، امتیاز بهتری کسب کرده است. همچنین بدون در نظر گرفتن وزن برای معیارها، طرح‌های ۳ (قرض‌الحسنه) و ۱۳ (تولید صنعتی) امتیازی یکسان کسب می‌کنند. این در حالی است که طرح ۱۳ از نظر معیارهای مالی، ریسک و فناوری امتیاز بهتری به دست می‌آورد و با در نظر گرفتن وزن برای معیارها این طرح مصوب و طرح ۳ رد می‌شود.

در میان طرح‌های متقاضی تسهیلات تولید صنعتی، طرح ۱۱ و ۱۹ که بدون در نظر گرفتن وزن برای معیارها رد شده است، با توجه به میانگین وزنی جزء طرح‌های مصوب قرار می‌گیرد. امتیاز مطلوب این دو طرح در معیار ریسک، توانسته است کاستی‌های سایر معیارها را جبران کند.

بررسی و مقایسه طرح‌ها با توجه به هر یک از معیارها نیز بینش مناسبی در اختیار قرار می‌دهد. برای مثال دو طرح ۱۳ و ۱۷ که امتیاز وزنی تقریباً یکسانی دارند، در معیارهای مختلف امتیازهای متفاوتی کسب کرده‌اند. امتیاز طرح ۱۷ در معیارهای تحلیل بازار و بنگاهی بهتر از طرح ۱۳ است و برعکس، طرح ۱۳ در معیارهای مالی، ریسک و فناوری امتیاز بهتری کسب کرده است.

نتایج حاصل از پژوهش انجام‌شده، نشان‌دهنده تأثیر و اهمیت در نظر گرفتن وزن برای معیارهای ارزیابی است و وضعیت دقیق هر طرح را از نظر هر دسته از معیارها مشخص می‌کند. شرکت‌ها می‌توانند با توجه به اهمیت هر یک از معیارها و نیز با توجه به امتیازی که در هر معیار کسب کرده‌اند، راهبردهای خود را در راستای بهبود طرح‌ها و ارتقای وضعیت پروژه‌های خود طراحی و اجرا کنند. برای مثال، شرکت ارائه‌دهنده طرح ۲ که از نظر معیارهای بنگاهی امتیاز بسیار خوبی کسب کرده است، برای بهبود طرح خود می‌تواند در راستای کاهش ریسک طرح و ارتقای وضعیت خود در بازار اقدام‌هایی انجام دهد. بدین منظور می‌تواند روی ریسک عرضه به بازار و مزیت رقابتی محصول/ خدمت تمرکز کند که به‌ترتیب زیرمعیارهای دارای بیشترین وزن در معیار ریسک و تحلیل بازار است (جدول ۷).

به منظور اعتبارسنجی مدل، چهار طرح که با مدل ارزیابی قبلی تصویب شده بود و دو مورد از آنها با شکست مواجه شده بود (خاتمه ناموفق)، با مدل پیشنهادی ارزیابی و امتیازدهی شد. امتیاز طرح‌های ناموفق و موفق به‌ترتیب برابر با ۴/۱۷، ۴/۲۶، ۵/۸ و ۵/۴ به دست آمد که نشان‌دهنده اعتبار مدل ارائه‌شده در ارزیابی و تصویب طرح‌های دانش‌بنیان است.

از روش‌شناسی ارائه‌شده در این پژوهش می‌توان در راستای دو هدف بهره‌برداری کرد که عبارت‌اند از ۱. طراحی روشی نظام‌مند در صندوق‌های توسعه فناوری برای ارزیابی و مقایسه طرح‌های دانش‌بنیان و تخصیص بهینه منابع محدود ملی به بهترین و مناسب‌ترین طرح‌ها و ۲. تعیین اهمیت (وزن) معیارهای مختلف ارزیابی طرح‌های دانش‌بنیان و ارائه رهنمود برای تدوین راهبردها و اقدامات اجرایی شرکت‌های دانش‌بنیان.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

طی سال‌های اخیر پژوهشگران مختلف، برای ارزیابی و انتخاب پروژه‌ها در بافتار بنگاهی و ملی و در حوزه‌های مختلف (از پروژه‌های شهری تا پروژه‌های پژوهش و توسعه و تجاری‌سازی) مدل‌ها و روش‌های متنوعی ارائه کرده‌اند

(عباسیان‌جهرمی و همکاران ۲۰۱۲، آقا و همکاران ۲۰۱۳، تیپارات و همکاران ۲۰۱۳، وانگ و همکاران ۲۰۱۴، چاترجی و همکاران ۲۰۱۸ و طهماسبی بیرگانی و همکاران ۲۰۱۸). در این پژوهش‌ها برای ارزیابی پروژه‌ها، معیارهای مختلفی پیشنهاد شده است، مانند بازار بالقوه، بازگشت سرمایه، ارزش خالص فعلی پروژه، دوره عمر فناوری، هزینه توسعه محصول و ... . همچنین روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره متنوعی مانند فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی، فرایند تحلیل شبکه‌ای، تاپسیس و ویکور برای ارزیابی طرح‌ها به‌کار گرفته شده است. در این پژوهش، مدلی چندمعیاره مبتنی بر روش بهترین ـ بدترین برای ارزیابی و انتخاب طرح‌های دانش‌بنیان ارائه شد. این روش مبتنی بر مقایسه‌های زوجی برای تعیین وزن معیارها است و در مقایسه با روش‌هایی مانند تاپسیس دقت بیشتری دارد، از سوی دیگر با توجه به اینکه فقط به مقایسه‌های زوجی اصلی نیاز دارد، در مقایسه با روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و فرایند تحلیل شبکه‌ای ساده‌تر است و اجرای آن به صرف زمان کمتری نیاز دارد.

مدل ارائه‌شده در این پژوهش ، دربردارنده ۴۶ معیار مهم در پنج دسته معیارهای مالی، بنگاهی، تحلیل بازار، ریسک و فناوری است. این مدل، از یک سو ابزاری مناسب در اختیار صندوق‌های توسعه فناوری قرار می‌دهد تا نقش قضاوت‌های کیفی در تصمیم‌گیری درباره طرح‌ها را کاهش دهند و بتوانند با ارزیابی دقیق طرح‌های فناورانه، منابع مالی محدود ملی را به‌نحو مناسب در اختیار بهترین طرح‌ها قرار دهند. از سوی دیگر، شرکت‌های دانش‌بنیان با توجه به معیارهای مهم در ارزیابی و مد نظر داشتن آنها در تدوین راهبردهای سازمانی خود، می‌توانند روی مسائل مهم و کلیدی تمرکز کنند و با اجرای اقدام‌های مناسب، کیفیت طرح‌های خود را ارتقا دهند و در اجرای طرح‌ها موفق‌تر عمل کنند. مزیت دیگر مدل ارائه‌شده این است که بر خلاف مدل‌هایی مانند AHP مستلزم مقایسه زوجی طرح‌ها با یکدیگر نیست و می‌توان طرح‌های دریافتی را مستقل از یکدیگر و به‌محض دریافت طرح ارزیابی و امتیازدهی کرد. این مدل، دقیق‌تر از مدل کیفی کنونی در ارزیابی طرح‌های فناورانه در صندوق است و در مقایسه با مدل کیفی دقت بیشتری دارد.

در این پژوهش، عوامل زمینه‌ای تأثیرگذار در ارزیابی طرح‌های دانش‌بنیان (مانند شناخت قبلی کارشناسان و مدیران از شرکت، سوگیری‌های احتمالی در ارزیابی و قضاوت درباره طرح‌ها و ...) مد نظر قرار نگرفته است و پژوهش‌های آتی می‌تواند روی مدل‌سازی این مسائل تمرکز کند. همچنین، وزن معیارها برای انواع مختلف تسهیلات صندوق‌های توسعه فناوری یکسان در نظر گرفته شده است و می‌توان در پژوهش‌های آتی، به‌تفکیک انواع روش‌های تأمین مالی، مدلی ارائه کرد.

منابع

آقازاده، هاشم؛ محمدی، میثم؛ زادبر، حسن (۱۳۹۷). شناسایی و مقایسه اولویت خدمات تجاری‌سازی مورد نیاز برای شرکت‌های رشدی و توسعه‌ای مستقر در پارک علم و فناوری دانشگاه تهران. *مدیریت صنعتی*، ۱۰(۴)، ۵۲۵ –۵۵۰.

جعفرنژاد، احمد؛ یوسفی‌زنوز، رضا (۱۳۸۷). ارائه مدل فازی رتبه‌بندی ریسک در پروژه‌های حفاری شرکت پتروپارس. *مدیریت صنعتی*، ۱(۱)، ۲۱ – ۳۸.

حبیبی، آرش؛ عدن‌ور، مریم (۱۳۹۶). *مدل‌یابی معادله‌های ساختاری و تحلیل عاملی* (چاپ ششم)، تهران: انتشارات جهاد دانشگاهی.

خاتمی فیروزآبادی، سیدمحمدعلی؛ الفت، لعیا؛ امیری، مقصود؛ شریفی، حمید (۱۳۹۶). اولویت‌بندی پیشران‌های پیچیدگی زنجیره تأمین با استفاده از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی. *مدیریت صنعتی*، ۹(۱)، ۷۹ – ۱۰۲.

خدایاری، مصطفی؛ عبداله‌زاده، سهراب (۱۳۹۷). رویکردی برای تعیین سیاست‌های مناسب نگهداری و تعمیرها چندمحصولی با استفاده از شبیه‌سازی و تصمیم‌گیری چندمعیاره. *مدیریت صنعتی*، ۱۰(۲)، ۲۷۹ – ۲۹۶.

عباسی، محمد؛ اشرفی، مریم؛ خیرخواه، امیرسامان؛ بنیاد، حمید؛ قربانزاده کریمی، حمیدرضا (۱۳۹۲). انتخاب سبد پروژه‌های پژوهش و توسعه با استفاده از یک مدل ترکیبی تحلیل پوششی داده‌ها ـ کارت امتیازی متوازن. *فصل‌نامه سیاست علم و فناوری*، ۵(۳)، ۶۷ – ۸۲.

عظیمی، ناصرعلی؛ برخورداری دورباش، سجاد (۱۳۸۹). *شناسایی بنیان‌های اقتصاد دانش‌بنیاد* (چاپ اول). تهران: انتشارات مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.

فلاح لاجیمی، حمیدرضا؛ عرب، علیرضا؛ بهرام‌زاده، هوشمند (۱۳۹۵). بررسی موانع پیاده‌سازی زنجیره تأمین سبز در صنایع فولاد استان مازندران با رویکرد ترکیبی BSC/BWM. *مدیریت صنعتی*، ۸(۴)، ۶۵۳ – ۶۸۴.

قاضی‌نوری، سیدسپهر؛ قاضی‌نوری، سیدسروش (۱۳۹۳). *مقدمه‌ای بر سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری* (چاپ دوم). تهران: انتشارات دانشگاه تربیت مدرس.

کاکوان، شایا؛ مدیری، محمود (۱۳۹۷). رتبه‌بندی راه‌های غلبه بر موانع پذیرش مدیریت دانش در زنجیره تأمین با رویکرد تصمیم‌گیری فازی ترکیبی (مطالعه موردی: شرکت ساپکو). *مدیریت صنعتی*، ۱۰(۴)، ۶۵۱ – ۶۷۶.

کیقبادی، مرضیه؛ ملکی‌فر، فرخنده؛ فتح‌اللهی‌پور، حمید (۱۳۹۴). *اقتصاد دانش‌بنیان و نظریه جدید رشد؛ همراه با نمای جهانی سیاست علم و فناوری در ۵۲ کشور* (چاپ اول). تهران: انتشارات آینده پژوه.

References

Abbasianjahromi, H., Rajaie, H. (2012). Developing A Project Portfolio Selection Model for Contractor Firms Considering the Risk Factor. *Journal of Civil Engineering and Management*, 18(6), 879–889.

Abbassi, M., Ashrafi, M., Kheirkhah, A.S., Bonyad, H. & Ghorbanzadeh Karimi, H. (2013). R&D Project Portfolio Selection by Developing a Hybrid DEA-BSC Model. *Journal of Science & Technology Policy*, 5(3), 67-82. (*in Persian*)

Agha, S.R., Jarbo, M.H., Matr, S.J. (2013). A Multi-Criteria Multi-Stakeholder Industrial Projects Prioritization in Gaza Strip. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 38(5), 1217-1227.

Aghazadeh, H., Mohammadi, M., Zadbar, H. (2019). Identifying and Comparing the Priority of Commercialization Services Required for Growing and Developing Companies Based in Tehran University Science and Technology Park. *Industrial Management Journal*, 10(4), 525-550. (*in Persian*)

Ahmad, W.N.K.W., Rezaei, J., Sadaghiani, S. & Tavasszy, L.A. (2017). Evaluation of the External Forces Affecting the Sustainability of Oil and Gas Supply Chain Using Best Worst Method. *Journal of Cleaner Production*, 153, 242-252.

Ahmadi, H.B., Kusi-Sarpong, S., Rezaei, J. (2017). Assessing the Social Sustainability of Supply Chains Using Best Worst Method. *Resources, Conservation and Recycling*, 126, 99-106.

Azimi, N., Barkhordari Doorbash, S. (2010). *Identifying the Roots of Knowledge-based Economy* (1st Ed.). Tehran: National Research Institute for Science Policy Press. (*in Persian*)

Bai, H., Zhan, Z. (2011). An IT Project Selection Method Based on Fuzzy Analytic Network Process. *International Conference on System Science, Engineering Design and Manufacturing Informatization*. ICSEM 2011. China, 22-23 October.

Baysal, M.E., Kaya, İ., Kahraman, C., Sarucan, A. & Engin, O. (2015). A Two Phased Fuzzy Methodology for Selection among Municipal Projects. *Technological and Economic Development of Economy*, 21(3), 405-422.

Chatterjee, K., Hossain, S.A., Kar, S. (2018). Prioritization of Project Proposals in Portfolio Management Using Fuzzy AHP. *OPSEARCH*, 55(2), 478-501.

Chiang, T., Che, Z.H. (2010). A Fuzzy Robust Evaluation Model for Selecting and Ranking NPD Projects Using Bayesian Belief Network and Weight-Restricted DEA. *Expert Systems with Applications*, 37(11), 7408–7418.

Chitsaz, N., Azarnivand A. (2016). Water Scarcity Management in Arid Regions Based on An Extended Multiple Criteria Technique. *Water Resources Management*, 31(1), 233-250.

Davoudpour, H., Rezaee, S., Ashrafi, M. (2012). Developing a framework for renewable technology portfolio selection. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 4291-4297.

Fallh Lajimi, H.R., Arab, A.R., Bahramzadeh, H. (2017). Investigate the Barriers of Implementation of Green Supply Chain in Mazandaran Steel Industry with a Combined Approach BSC/BWM. *Industrial Management Journal*, 8(4), 653-684. (*in Persian*)

Ghazinoory, S., Ghazinoori, S. (2014). *Science, Technology and Innovation Policy Making; An Introduction* (2nd Ed.). Tehran: Tarbiat Modares University Press. (*in Persian*)

Gupta, H., Barua, M.K. (2016). Identifying Enablers of Technological Innovation for Indian MSMEs Using Best–Worst Multi Criteria Decision Making Method, *Technological Forecasting and Social Change*, 107, 69-79.

Gupta, H., Barua, M.K. (2017). Supplier Selection Among SMEs on the Basis of Their Green Innovation Ability Using BWM And Fuzzy TOPSIS. *Journal of Cleaner Production*, 152, 242-258.

Habibi, A., Adnvar, M. (2017). *Structural Equation Modeling and Factor Analysis* (6th Ed). Tehran: Academic Center for Education, Culture and Research Press. (*in Persian*)

Jafarnejad, A., Yousefi Zenouz, R. (2009). Proposing a Fuzzy Risk Rating Model in PetroPars Drilling Projects. *Industrial Management Journal*, 1(1), 21-38. (*in Persian*)

Kakwan, Sh., Modiri, M. (2019). Ranking Solutions to Overcome Barriers to the Adoption of Knowledge Management in the Supply Chain Considering a Combined Fuzzy Decision-

Making Approach (Case Study: SAPCO Company). *Industrial Management Journal*, 10(4), 651-676. (*in Persian*)

Karaveg, C., Thawesaengskulthai, N., Chandrachai, A. (2015). A Combined Technique Using SEM And TOPSIS For the Commercialization Capability Of R&D Project Evaluation. *Decision Science Letters*, 4(3), 379-396.

Keyghobadi, M., Malekifar, F., Fathollahi, H. (2015). *Knowledge-based Economy and New Growth Theory, with Global Profile of Science and Technology Policy in 52 Countries* (1st Ed.). Tehran: Ayandepajooh Press. (*in Persian*)

Khatami Firoozabadi, S.M.A., Olfat, L., Amiri, M., & Sharifi, H. (2017). Prioritizing Supply Chain Complexity Drivers using Fuzzy Hierarchical Analytical Process. *Industrial Management Journal*, 9(1), 79-102. (*in Persian*)

Khodayari, M., Abdollahzadeh, S. (2018). Proposing an Approach to Determine the Appropriate Multi-product Preventive and Maintenance Policies Using Simulation and MCDM. *Industrial Management Journal*, 10(2), 279-296. (*in Persian*)

Mohanty, R.P., Agarwal, R., Choudhury, A.K. & Tiwari, M. K. (2005). A Fuzzy ANP-Based Approach to R&D Project Selection: A Case Study. *International Journal of Production Research*, 43(24), 5199-5216.

Rezaei, J. (2015). Best-Worst Multi-Criteria Decision-Making Method. *Omega*, 53, 49-57.

Rezaei, J., Nispeling, T., Sarkis, J. & Tavasszy, L. (2016). A Supplier Selection Life Cycle Approach Integrating Traditional and Environmental Criteria Using the Best Worst Method. *Journal of Cleaner Production*, 135, 577-588.

Rezaei, J., Wang, J., Tavasszy, L. (2015). Linking Supplier Development to Supplier Segmentation Using Best Worst Method. *Expert Systems with Applications*, 42(23), 9152-9164.

Salimi, N. & Rezaei, J. (2016). Measuring Efficiency of University-Industry Ph. D. Projects Using Best Worst Method. *Scientometrics*, 109 (3), 1911–1938.

Salimi, N. (2017). Quality Assessment of Scientific Outputs Using the BWM. *Scientometrics*, 112(1), 195-213.

Salimi, N., & Rezaei, J. (2018). Evaluating Firms' R&D Performance Using Best Worst Method. *Evaluation and Program Planning*, 66, 147-155.

Tahmasebi, B.Y., Yazdandoost, F. (2018). An Integrated Framework to Evaluate Resilient-Sustainable Urban Drainage Management Plans Using A Combined-Adaptive MCDM Technique. *Water Resources Management*, 32(8), 2817-2835.

Thipparat, T., Thaseepetch, T. (2013). An Integrated VIKOR and Fuzzy AHP Method for Assessing a Sustainable Research Project. *World Applied Sciences Journal*, 22(12), 1729-1738.

Torabi, S. A., Giahi, R., Sahebjamnia, N. (2016). An Enhanced Risk Assessment Framework for Business Continuity Management Systems. *Safety Science*, 89, 201-218.

Vinodh S., Swarnakar. (2015). Lean Six Sigma Project Selection Using Hybrid Approach Based on Fuzzy DEMATEL–ANP–TOPSIS. *International Journal of Lean Six Sigma*, 6(4), 313-338.

Wang, F.K., Hsu, C.H., Tzeng, G.H. (2014). Applying a Hybrid MCDM Model FOR Six Sigma Project Selection. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014, 1-14.

Yu, O.S. (2007). *Technology Portfolio Planning and Management; Practical Concepts and Tools*. USA: Springer Science & Business Media.