Journal of Strategic Value Chain Management, 3 (10), 2026, 73-96.

Journal of Strategic Value Chain Management

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

ISSN: 3092-6386

Semnan University

Formulation and Prioritization of Industry 4.0 Development Strategies for Enhancing Firms' Value Chains

Mohammad Ali Beheshtinia*

Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Semnan University, Semnan, Iran.

E-mail: beheshtinia@semnan.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Full Paper

Article history:
Received: 2026-05-09
Revised: 2026-05-21
Accepted: 2026-06-15

Keywords:
Industry 4.0 ;
Value Chain;
Strategy Formulation;
SWOT;
Multi-Criteria Decision-Making.

EXTENDED ABSTRACT

Background and Objectives: The development of Industry 4.0, as one of the most important approaches to industrial transformation, plays a significant role in improving the value chain, increasing productivity, and enhancing the competitiveness of economic enterprises. Therefore, the present study was conducted with the aim of formulating and prioritizing Industry 4.0 development strategies to strengthen the value chain of economic enterprises at the microeconomic level.

Materials and Methods: In this study, first, using SWOT analysis, ten strengths, ten weaknesses, ten opportunities, and ten threats were identified. Based on these factors, forty Industry 4.0 development strategies were formulated to strengthen the value chain of economic enterprises. Subsequently, nine criteria were determined for evaluating the strategies. The relative importance of the criteria was calculated using the Analytic Hierarchy Process (AHP). Finally, the strategies were ranked using the Fuzzy CoCoSo method.

Results: The results of the study showed that the criteria of effectiveness, creation of competitive advantage, and attractiveness of return on investment had the greatest importance in evaluating the strategies. Furthermore, the strategies of developing artificial intelligence education, developing domestic Internet of Things (IoT) platforms, and strengthening cybersecurity were identified as the most important and highest-priority Industry 4.0 development strategies in Iran.

Conclusion: A comparison of the Fuzzy CoCoSo method with other multi-criteria decision-making methods demonstrated the high consistency and validity of the results obtained through this method. Overall, the findings of this study can provide a practical basis for policymakers and industrial managers in formulating Industry 4.0 development programs and optimally allocating resources to strengthen the value chain of domestic companies.

Cite this article as:
Beheshtinia, M. A. (2026). Formulation and Prioritization of Industry 4.0 Development Strategies for Enhancing Firms' Value Chains. *Journal of Strategic Value Chain Management, 3(10), 73-96.*

DOI: https://doi.org/10.22075/svcm.2026.41149.1112

© 2026 authors retain the copyright and full publishing rights. Journal of Strategic Value Chain Management Published by **Semnan University Press**.

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

* Corresponding author.
E-mail address: beheshtinia@semnan.ac.ir
https://orcid.org/0000-0001-8062-3934

مدیریت زنجیره ارزش راهبردی

https://svcm.semnan.ac.ir

ISSN: 3092-6386

تدوین و اولویت‌بندی استراتژی‌های توسعه صنعت نسل چهارم به منظور ارتقاء زنجیره ارزش بنگاه‌ها

محمد علی بهشتی نیا*

دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران.

ایمیل: semnan.ac.ir@beheshtinia

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله کامل علمی- پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۲/۱۹
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۲/۳۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۲۵

واژه‌های کلیدی:
صنعت نسل چهارم؛
زنجیره ارزش؛
تدوین استراتژی؛
SWOT؛
تصمیم گیری چند معیاره.

چکیده

سابقه و هدف: توسعه صنعت نسل چهارم به‌عنوان یکی از مهم‌ترین رویکردهای تحول صنعتی، نقش مهمی در بهبود زنجیره ارزش، افزایش بهره‌وری و ارتقای رقابت‌پذیری بنگاه‌های اقتصادی ایفا می‌کند. از این‌رو، پژوهش حاضر با هدف تدوین و اولویت‌بندی استراتژی‌های توسعه صنعت نسل چهارم ، به‌منظور تقویت زنجیره ارزش بنگاه‌های اقتصادی در سطح اقتصاد خرد، انجام شده است.

روش: در این پژوهش، ابتدا با استفاده از تحلیل SWOT، ده نقطه قوت، ده نقطه ضعف، ده فرصت و ده تهدید شناسایی شد و بر مبنای آن‌ها چهل استراتژی توسعه‌ای نسل چهارم ، به‌منظور تقویت زنجیره ارزش بنگاه‌های اقتصادی تدوین گردید.. سپس، نه معیار جهت استراتژیها تعیین شد. اهمیت نسبی معیارها با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی محاسبه و در ادامه، استراتژی‌ها با بهره‌گیری از روش کوکوسوی فازی رتبه‌بندی شدند.

یافته‌ها: نتایج پژوهش نشان داد که معیارهای اثربخشی، ایجاد مزیت رقابتی و جذابیت نرخ بازگشت سرمایه، بیشترین اهمیت را در ارزیابی استراتژی‌ها دارند. همچنین، استراتژی‌های توسعه آموزش هوش مصنوعی، توسعه پلتفرم‌های داخلی اینترنت اشیا و تقویت امنیت سایبری، به‌عنوان مهم‌ترین و اولویت‌دارترین استراتژی‌های توسعه صنعت نسل چهارم در ایران شناسایی شدند.

نتیجه‌گیری: مقایسه روش کوکوسوی فازی با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره نشان‌دهنده همخوانی و اعتبار بالای نتایج این روش است. در مجموع، نتایج این پژوهش می‌تواند مبنایی کاربردی برای سیاست‌گذاران و مدیران صنعتی در تدوین برنامه‌های توسعه صنعت نسل چهارم و تخصیص بهینه منابع در راستای تقویت زنجیره ارزش شرکت‌های داخلی فراهم سازد.

استناد: بهشتی نیا، محمد علی. (۱۴۰۵). تدوین و اولویت‌بندی استراتژی‌های توسعه صنعت نسل چهارم به منظور ارتقاء زنجیره ارزش بنگاه‌ها. *مجله مدیریت زنجیره ارزش راهبردی*، ۳ (۱۰)، ۷۳-۹۶.

DOI: https://doi.org/10.22075/svcm.2026.41149.1112

ناشر: دانشگاه سمنان

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، تحولات فناورانه عمیقی در ساختار صنایع و اقتصاد جهانی رخ داده است که از آن با عنوان انقلاب صنعتی چهارم[1] یاد می‌شود. این تحول با اتکا بر فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیا[2]، هوش مصنوعی[3]، کلان‌داده[4]، رایانش ابری[5] و سیستم‌های سایبر-فیزیکی[6]، موجب تغییرات بنیادین در نحوه تولید، ارائه خدمات و خلق ارزش در بنگاه‌های اقتصادی شده است (بهشتی نیا و همکاران، ۲۰۲۶) . در چنین شرایطی، کشورهایی که بتوانند خود را با این موج تحول هماهنگ سازند، از مزایای قابل توجهی در زمینه افزایش بهره‌وری، ارتقاء رقابت‌پذیری و توسعه پایدار برخوردار خواهند شد. در مقابل، عدم انطباق با این روند، می‌تواند به تشدید شکاف فناوری، کاهش توان رقابتی و وابستگی اقتصادی منجر گردد. از این‌رو، توسعه صنعت نسل چهارم به یکی از اولویت‌های اساسی سیاست‌گذاران و مدیران بنگاه‌های اقتصادی در سطح جهان تبدیل شده است (احمد مرتضی و همکاران، ۲۰۲۴) .

در این میان، یکی از مهم‌ترین پیامدهای استقرار فناوری‌های صنعت نسل چهارم، تأثیر آن بر ساختار و کارکرد زنجیره ارزش بنگاه‌ها است. مفهوم زنجیره ارزش پورتر[7] به‌عنوان یکی از چارچوب‌های کلیدی در تحلیل مزیت رقابتی، بیان می‌کند که بنگاه‌ها از طریق بهینه‌سازی فعالیت‌های اصلی و پشتیبان خود می‌توانند ارزش بیشتری برای مشتریان ایجاد کنند (شفیعی نیکابادی، ۱۴۰۴).

تدوین استراتژی‌های توسعه صنعت نسل چهارم می‌تواند به بهبود و ارتقای زنجیره ارزش بنگاه‌های اقتصادی کمک شایانی نماید. این استراتژی‌ها از طریق هوشمندسازی فرایندهای تولید، کاهش هزینه‌ها، افزایش سرعت تصمیم‌گیری، بهبود کیفیت محصولات و خدمات، و ارتقای بهره‌وری عملیاتی، ارزش افزوده بیشتری برای بنگاه‌ها ایجاد می‌کنند. همچنین، بهره‌گیری از فناوری‌های صنعت نسل چهارم موجب بهبود مدیریت زنجیره تأمین، افزایش انعطاف‌پذیری تولید، کاهش اتلاف منابع و ارتقای توان پاسخ‌گویی به نیازهای مشتریان می‌شود (رد و همکاران، ۲۰۲۲) .

از سوی دیگر، تدوین و اجرای این استراتژی‌ها می‌تواند ارتباط میان بخش‌های مختلف بنگاه، از جمله تأمین، تولید، توزیع، بازاریابی و خدمات پس از فروش را تقویت کرده و زمینه ایجاد مزیت رقابتی پایدار را فراهم سازد. در نتیجه، بنگاه‌های اقتصادی خواهند توانست جایگاه خود را در زنجیره ارزش داخلی و بین‌المللی ارتقا داده و سطح رقابت‌پذیری خود را افزایش دهند (هان و همکاران، ۲۰۲۴) .

فناوری‌های نوین این امکان را فراهم می‌سازند که فعالیت‌های مختلف زنجیره ارزش به‌صورت هوشمند، یکپارچه و داده‌محور مدیریت شوند. در نتیجه، بهبود زنجیره ارزش در سطح بنگاه (اقتصاد خرد) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اهداف توسعه صنعت نسل چهارم مطرح می‌شود. با این حال، در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، هنوز راهبردهای مشخص و اولویت‌بندی‌شده‌ای برای بهره‌گیری از این فناوری‌ها در راستای تقویت زنجیره ارزش شرکت‌ها ارائه نشده است. این خلأ، ضرورت انجام پژوهش‌های کاربردی در این حوزه را دوچندان می‌کند (لی و همکاران، ۲۰۲۳) .

[1] Industry 4.0
[2] Internet of Things
[3] Artificial Intelligence
[4] Big Data
[5] Cloud Computing
[6] Cyber-Physical Systems
[7] Porter’s Value Chain

بر این اساس، مسئله اصلی این پژوهش آن است که چگونه می‌توان با بهره‌گیری از رویکردهای علمی و نظام‌مند، استراتژی‌های مؤثر برای توسعه صنعت نسل چهارم جهت بهبود زنجیره ارزش بنگاههای اقتصادی در ایران را شناسایی و اولویت‌بندی نمود. در این راستا، پژوهش حاضر تلاش می‌کند با ترکیب ابزارهای تحلیل استراتژیک و روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، چارچوبی جامع برای طراحی و ارزیابی این استراتژی‌ها ارائه دهد.

از نظر روش‌شناسی، این پژوهش در چند گام اصلی انجام شده است. در گام نخست، با استفاده از تحلیل سوات[1] ، نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای مرتبط با توسعه صنعت نسل چهارم جهت بهبود زنجیره ارزش بنگاههای اقتصادی در ایران شناسایی شده است. سپس، بر مبنای این عوامل، مجموعه‌ای از استراتژی‌های توسعه‌ای صنعت نسل چهارم جهت بهبود زنجیره ارزش بنگاههای اقتصادی در قالب چهار دسته تهاجمی(SO)، رقابتی(ST)، محافظه‌کارانه (WO) و دفاعی (WT) تدوین گردیده است. در گام بعد، به‌منظور ارزیابی و مقایسه این استراتژی‌ها، مجموعه‌ای از معیارهای تصمیم‌گیری شامل موثر بودن، امکان‌پذیری، ریسک اجرا، هزینه، زمان اجرا، جذابیت نرخ بازگشت سرمایه، ایجاد مزیت رقابتی، مقبولیت و پیچیدگی اجرا تعیین شده است. اهمیت نسبی این معیارها با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی[2] محاسبه شده و در نهایت، استراتژی‌ها با بهره‌گیری از روش تصمیم‌گیری چندمعیاره کوکوسو فازی[3] رتبه‌بندی شده‌اند. این رویکرد ترکیبی، امکان تحلیل همزمان عوامل کیفی و کمی را فراهم ساخته و به تصمیم‌گیری دقیق‌تر کمک می‌کند.

نوآوری این پژوهش را می‌توان در دو بعد اصلی مورد توجه قرار داد. نخست، تدوین یک مجموعه جامع شامل چهل استراتژی توسعه صنعت نسل چهارم به منظور تقویت اجزای کلیدی زنجیره ارزش بنگاههای اقتصدی است که می‌تواند به‌عنوان یک چارچوب راهبردی برای سیاست‌گذاران و مدیران مورد استفاده قرار گیرد. دوم، برای نخستین‌بار، استراتژی‌های استخراج‌شده بر اساس مجموعه‌ای از ۹ معیار مختلف و با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مورد ارزیابی و اولویت‌بندی قرار گرفته‌اند که این امر به افزایش دقت و کاربردپذیری نتایج پژوهش کمک می‌کند.

با توجه به مطالب فوق، سؤال اصلی این پژوهش به‌صورت زیر مطرح می‌شود:

استراتژی‌های بهینه برای توسعه صنعت نسل چهارم در ایران با هدف بهبود زنجیره ارزش بنگاه‌های داخلی کدام‌اند و اولویت اجرای آن‌ها چگونه است؟

در راستای پاسخ به این سؤال، سؤالات فرعی زیر نیز مورد بررسی قرار می‌گیرند:

۱. مهم‌ترین نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای مرتبط با توسعه صنعت نسل چهارم در ایران کدام‌اند؟

۲. چه استراتژی‌هایی را می‌توان بر اساس تحلیل سوات برای توسعه صنعت نسل چهارم جهت بهبود زنجیره ارزش بنگاهها تدوین کرد؟

۳. معیارهای مؤثر در ارزیابی و انتخاب استراتژی‌های توسعه صنعت نسل چهارم کدام‌اند؟

۴. اهمیت نسبی هر یک از این معیارها چگونه است؟

۵. امتیاز استراتژی‌های تدوین‌شده در هر یک از معیارها به چه صورت است؟

ساختار مقاله به‌گونه‌ای تنظیم شده است که در بخش دوم، به مرور ادبیات و پیشینه تحقیق پرداخته می‌شود. در بخش سوم، روش‌شناسی پژوهش شامل مراحل انجام تحقیق، ابزارهای مورد استفاده و نحوه جمع‌آوری داده‌ها تشریح می‌گردد.

[1] Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (SWOT)
[2] Analytic Hierarchy Process (AHP)
[3] Fuzzy Combined Compromise Solution (F-CoCoSo)

در بخش چهارم، نتایج حاصل از اجرای مراحل مختلف تحقیق، شامل شناسایی عوامل تحلیل سوات، تدوین استراتژی‌ها، تعیین وزن معیارها و رتبه‌بندی استراتژی‌ها ارائه و تحلیل می‌شود. در نهایت، در بخش پنجم، جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و پیشنهادهای کاربردی و پژوهشی آینده ارائه خواهد شد.

۲. پیشینه پژوهش

تحقیقات متعددی در سطح استراتژیک به مباحث صنعت نسل ۴/۰ پرداخته اند.

اگراوال و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی قابلیت‌های لازم برای افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین در یک شرکت تولیدی مبتنی بر صنعت نسل چهارم پرداختند. آن‌ها با استفاده از روش ترکیبی فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و تاپسیس[1] فازی، موانع مختلف (استراتژیک، فناوری، فرهنگی، فردی و سازمانی) را شناسایی و وزن‌دهی کردند. سپس شش قابلیت کلیدی را اولویت‌بندی کردند که در این میان، قابلیت برنامه‌ریزی مهم‌ترین عامل شناخته شد. نتایج پژوهش چارچوبی کاربردی برای مقابله با موانع و بهبود تاب‌آوری زنجیره تأمین ارائه می‌دهد.

ازدمیر (2022) به بررسی ارزیابی عملکرد صنعت نسل چهارم در شرکت‌های تولیدی کوچک و متوسط با استفاده از یک مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی پرداخت. در این تحقیق با ترکیب روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و روش جمع وزنی[2]، چارچوبی برای سنجش عملکرد در شرایط عدم‌قطعیت و ارزیابی‌های زبانی ارائه شده است. این مدل برای پنج شرکت به‌کار گرفته شد تا کارایی آن در عمل بررسی شود. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که این رویکرد می‌تواند به‌عنوان ابزاری مرجع برای ارزیابی عملکرد پیاده‌سازی صنعت نسل چهارم مورد استفاده قرار گیرد.

داداش پور و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی و ارائه یک چارچوب انتخاب فناوری‌های صنعت نسل چهارم برای سیستم‌های تولیدی با استفاده از روش‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و تاپسیس فازی پرداختند. آن‌ها این چارچوب را برای رتبه‌بندی فناوری‌ها بر اساس معیارهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی طراحی و در یک مطالعه موردی واقعی به کار گرفتند. نتایج نشان داد که سیستم‌های سایبر-فیزیکی، تحلیل کلان‌داده و ربات‌های صنعتی خودکار به‌عنوان سه فناوری برتر شناخته می‌شوند. این پژوهش رویکردی انعطاف‌پذیر برای کمک به تصمیم‌گیران در انتخاب فناوری‌های مناسب تحول دیجیتال ارائه می‌دهد.

جانا و پاتل (۲۰۲۳) به بررسی و تدوین راهبردهای پیاده‌سازی صنعت نسل چهارم در صنعت خودروسازی هند با رویکردی مبتنی بر منطق فازی پرداختند. آن‌ها با استفاده از روش‌های فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی فازی و دمتل[3] فازی ، عناصر کلیدی چارچوب را شناسایی، اولویت‌بندی و روابط علّی میان آن‌ها را تحلیل کردند. نتایج نشان داد که «مهارت‌های تصمیم‌گیری و مدیریت» مهم‌ترین عامل در پیاده‌سازی و «سرور پایگاه داده مرکزی» مهم‌ترین عنصر در پایداری بلندمدت است. این پژوهش چارچوبی پایدار و بومی‌سازی‌شده برای اجرای مؤثر فناوری‌های صنعت نسل چهارم ارائه می‌دهد.

عبدالله و همکاران (2023) به بررسی تأثیر فناوری‌های صنعت نسل چهارم بر استراتژی‌های تولید و خروجی‌های آن پرداختند. آن‌ها با استفاده از یک مدل ترکیبی تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و تاپسیس فازی،

[1] TOPSIS
[2] WSM
[3] DEMATEL

اهمیت معیارها و رتبه‌بندی فناوری‌ها را تحلیل کردند. نتایج نشان داد که معیار هزینه مهم‌ترین عامل در پیاده‌سازی این فناوری‌ها است. همچنین، تولید افزایشی[1] به‌عنوان مناسب‌ترین فناوری برای رقابت در سطح جهانی شناسایی شد.

فرناندز و همکاران(2024) به بررسی پیاده‌سازی صنعت نسل چهارم در بنگاه‌های کوچک و متوسط با استفاده از ترکیب روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و سیستم‌های استنتاج فازی پرداختند. آن‌ها ابتدا موانع اصلی این تحول را از طریق مرور ادبیات شناسایی کرده و با بهره‌گیری از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی اهمیت آن‌ها را تعیین کردند. سپس با استفاده از سیستم استنتاج فازی، مدلی برای ارزیابی میزان آمادگی و انطباق سازمان‌ها ارائه دادند. نتایج پژوهش چارچوبی کاربردی برای خودارزیابی و تدوین راهبردهای بهبود در مسیر تحول دیجیتال فراهم می‌کند.

گورکان و همکاران (۲۰۲۴) به ارزیابی و انتخاب استراتژی‌های صنعت نسل چهارم برای تحول دیجیتال در صنعت خودروسازی پرداختند. آن‌ها با ارائه یک مدل تصمیم‌گیری ترکیبی مبتنی بر مجموعه‌های فازی و روش کوکوسو فازی، معیارهای مؤثر را شناسایی و تحلیل کردند. نتایج نشان داد که توسعه مدل‌های کسب‌وکار جدید مبتنی بر فناوری بهترین استراتژی برای تحول دیجیتال است و کمبود فعالیت‌های تحقیق و توسعه مهم‌ترین عامل تأثیرگذار محسوب می‌شود.

برخی تحقیقات نیز تحلیل سوات را در صنعت نسل ۴/۰ به خدمت گرفته اند.

بختیاری و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی ویژگی‌های صنعت ۴/۰ با استفاده از تحلیل سوات پرداختند تا عوامل مؤثر بر پذیرش و اجرای آن را شناسایی کنند. آن‌ها نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای مرتبط با این رویکرد را تحلیل کردند. نتایج نشان می‌دهد که درک این عوامل می‌تواند به فعالان صنعتی در پیاده‌سازی مؤثر صنعت ۴/۰ کمک کند. همچنین، بهره‌گیری از فرصت‌ها و نقاط قوت می‌تواند به کاهش اثرات منفی تهدیدها و ضعف‌ها منجر شود.

اسزام و نازارکو (۲۰۲۰) به بررسی عوامل تعیین‌کننده توسعه صنعت ۴/۰ در سطح منطقه‌ای با استفاده از تحلیل سوات توسعه‌یافته پرداختند. آن‌ها با ارائه یک چارچوب تحلیلی، نقاط قوت و ضعف داخلی و همچنین فرصت‌ها و تهدیدهای داخلی و خارجی مؤثر بر توسعه این صنعت را شناسایی کردند. این روش با مطالعه موردی منطقه پودلاسکی در لهستان به‌کار گرفته شد و کارایی آن نشان داده شد. نتایج بیانگر آن است که این رویکرد می‌تواند به سیاست‌گذاران در تدوین راهبردهای توسعه صنعت ۴/۰ و بهبود بهره‌وری انرژی در سطح منطقه‌ای کمک کند.

جیان و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی عوامل مؤثر بر پیاده‌سازی صنعت نسل چهارم در صنعت تولیدی هند پرداختند و با استفاده از نظرسنجی از مدیران و متخصصان، ۲۰ عامل داخلی و خارجی را شناسایی کردند. سپس با به‌کارگیری تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی، این عوامل در قالب ابعاد چهارگانه سوات دسته‌بندی و با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی اولویت‌بندی شدند. نتایج نشان داد افزایش بهره‌وری مهم‌ترین نقطه قوت، نیاز به مهارت‌های تخصصی مهم‌ترین ضعف، افزایش اعتماد به تراکنش‌های اینترنتی مهم‌ترین فرصت و مقاومت کارکنان در برابر فناوری مهم‌ترین تهدید است. این پژوهش چارچوبی ترکیبی برای تحلیل و ارزیابی استراتژیک صنعت نسل چهارم ارائه می‌دهد.

مطلبی و همکاران (۲۰۲۵) به بررسی راهبردهای پیاده‌سازی صنعت ۴/۰ در زنجیره تأمین صنعت فولاد با استفاده از تحلیل سوات، نظریه بازی‌ها و تحلیل شکاف پرداختند. آن‌ها با بهره‌گیری از روش دلفی فازی و نظرات خبرگان، عوامل کلیدی و سیاست‌های مؤثر را شناسایی و ترکیب بهینه آن‌ها را تعیین کردند. همچنین فاصله میان وضعیت فعلی زنجیره

[1] Additive Manufacturing

تأمین فولاد ایران و وضعیت مطلوب در چارچوب صنعت ۴/۰ مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که این صنعت به‌ویژه از نظر زیرساخت و توازن زنجیره تأمین فاصله قابل‌توجهی با اهداف مطلوب دارد و نیازمند بهبودهای اساسی است.

پاندی و خورانا (۲۰۲۶) به بررسی تدوین چارچوبی برای پذیرش صنعت نسل چهارم در صنایع تولیدی هند پرداختند و با استفاده از مرور نظام‌مند ادبیات و تحلیل سوات، عوامل داخلی و خارجی مؤثر بر این تحول را شناسایی کردند. بر اساس این تحلیل و نظر خبرگان، ده استراتژی کلیدی استخراج شد و سپس با بهره‌گیری از روش مدل‌سازی ساختاری تفسیری ، روابط سلسله‌مراتبی میان آن‌ها تحلیل گردید. نتایج نشان داد انجام تحلیل هزینه–فایده فناوری‌ها و حمایت‌های سیاستی دولت از مهم‌ترین استراتژی‌های پیشران هستند. این پژوهش چارچوبی ساختاری برای درک ارتباطات بین استراتژی‌ها و تسهیل تدوین نقشه راه صنعت نسل چهارم ارائه می‌دهد.

در میان تحقیقاتی که از تحلیل سوات در حوزه صنعت نسل ۴/۰ استفاده کرده‌اند، هیچ‌یک به تدوین استراتژی‌های توسعه این صنعت با هدف اثرگذاری بر زنجیره ارزش بنگاه‌های اقتصادی نپرداخته‌اند. همچنین، این مطالعات عمدتاً تنها به تدوین استراتژی‌ها بسنده کرده و رتبه‌بندی آن‌ها را مدنظر قرار نداده‌اند. پژوهش انجام‌شده توسط جبان و همکاران (۲۰۲۱) نیز صرفاً به رتبه‌بندی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها پرداخته و به رتبه‌بندی استراتژی‌ها توجهی نداشته است. علاوه بر این، به‌منظور ارزیابی و مقایسه استراتژی‌های تدوین‌شده، مجموعه‌ای از ۹ معیار شامل معیارهای مؤثر بودن، امکان‌پذیری، ریسک موفقیت، هزینه اجرا، زمان اجرا، جذابیت نرخ بازگشت سرمایه، ایجاد مزیت رقابتی، مقبولیت و پیچیدگی اجرا شناسایی گردید. از این بین، برخی معیارها نظیر مؤثر بودن، امکان‌پذیری، هزینه اجرا، زمان اجرا، مقبولیت و پیچیدگی اجرا توسط تحقیقات پیشین جهت رتبه بندی استراتژیها در نظر گرفته شده اند (بهشتی نیا و همکاران، ۲۰۲۳) ، ولی معیارهای جذابیت نرخ بازگشت سرمایه، ایجاد مزیت رقابتی و ریسک موفقیت در این تحقیق پیشنهاد شده و به معیارهای پیشین اضافه شده اند.

۳. روش

در این پژوهش، تحلیل و اولویت‌بندی استراتژی‌های توسعه صنعت نسل چهارم در ایران با تأکید بر ارتقاء زنجیره ارزش بنگاه‌ها، از طریق یک رویکرد ترکیبی مبتنی بر تحلیل سوات، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و روش کوکوسو فازی انجام شده است. این رویکرد ترکیبی امکان شناسایی، ارزیابی و رتبه‌بندی نظام‌مند استراتژی‌ها را بر اساس معیارهای چندگانه فراهم می‌سازد. در این بخش، گام‌های اجرایی پژوهش، جامعه و نمونه آماری، و نحوه جمع‌آوری داده‌ها تشریح می‌گردد.

۳.۱.گام‌های تحقیق

برای پاسخگویی به سوالات پژوهش، فرآیند تحقیق در قالب شش گام اصلی طراحی و اجرا شده است:

گام ۱- شناسایی عوامل سوات: در این گام، عوامل داخلی (نقاط قوت و ضعف) و عوامل خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها) مرتبط با توسعه صنعت نسل چهارم جهت ارتقاء زنجیره ارزش بنگاه‌ها شناسایی گردید.

گام ۲- تدوین استراتژی‌های توسعه‌ای بر اساس سوات: با بهره‌گیری از ماتریس سوات، ترکیب عوامل شناسایی‌شده منجر به تدوین ۴۰ استراتژی در چهار دسته تهاجمی، رقابتی، محافظه‌کارانه و دفاعی گردید. این استراتژی‌ها با تمرکز بر بهبود اجزای اصلی و پشتیبان زنجیره ارزش شرکت‌ها طراحی شدند.

گام ۳- تعیین معیارهای ارزیابی استراتژی‌ها: در این مرحله، مجموعه‌ای از معیارهای تصمیم‌گیری چندمعیاره شامل موثر بودن، امکان‌پذیری، ریسک اجرا، هزینه، زمان اجرا، جذابیت نرخ بازگشت سرمایه، ایجاد مزیت رقابتی، مقبولیت و پیچیدگی اجرا شناسایی و نهایی شدند.

گام ۴- تعیین اهمیت نسبی معیارها با روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی: برای وزن‌دهی به معیارهای تصمیم‌گیری، از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شد. مقایسات زوجی میان معیارها توسط خبرگان تکمیل و وزن نهایی هر معیار محاسبه گردید.

گام ۵- امتیازدهی به استراتژی‌ها: استراتژی‌های تدوین‌شده بر اساس معیارهای تعیین‌شده و با استفاده از نظرات خبرگان، امتیازدهی شدند. این مرحله با هدف کمی‌سازی ارزیابی گزینه‌ها انجام گرفت.

گام ۶- رتبه‌بندی نهایی با کوکوسو فازی: در مرحله پایانی، برای رتبه‌بندی استراتژی‌ها از روش کوکوسو فازی استفاده شد. این روش با در نظر گرفتن عدم‌قطعیت و ابهام در قضاوت خبرگان، امکان انتخاب دقیق‌تر و واقع‌بینانه‌تر استراتژی‌های برتر را فراهم نمود.

۲.۳. جمع‌آوری داده‌ها

در این بخش نمونه آماری مورد استفاده و ابزارهای جمع آوری داده های مورد نیاز تحقیق بیان می گردد.

۱.۲.۳. نمونه آماری

در این تحقیق تعداد ۱۲ خبره بر اساس رویکرد نمونه‌گیری هدفمند و با توجه به دانش تخصصی در موضوعات مرتبط، به عنوان نمونه خبرگان انتخاب شده است. در این نوع پژوهش ها، انتخاب هدفمندِ یک نمونه‌ی کوچک اما غنی از اطلاعات به‌ویژه در نمونه‌گیری خبرگان، رویکردی رایج محسوب می‌شود (پاتون، ۲۰۱۵) . در این موارد حجم نمونه بر اساس اصلِ دستیابی به «کفایت اطلاعات» تعیین می‌شود و محاسبات آماری در تعیین آن مبنا قرار نمی گیرند (کریسول و پاث، ۲۰۱۸؛ لبورسکس و رابیناستین، ۱۹۹۵) . خبرگان این پژوهش بر اساس معیارهایی شامل: (۱) تحصیلات مرتبط با حوزه‌های مدیریت، مهندسی صنایع، فناوری اطلاعات و تحول دیجیتال، (۲) سابقه علمی یا اجرایی در زمینه صنعت نسل چهارم، تصمیم‌گیری چندمعیاره، مدیریت استراتژیک، زنجیره ارزش و توسعه فناوری، و (۳) برخورداری از حداقل ۹ سال سابقه تخصصی و حرفه‌ای انتخاب شدند. همچنین، به‌منظور افزایش اعتبار و جامعیت نظرات، ترکیبی از خبرگان دانشگاهی و مدیران و متخصصان صنعتی در فرآیند پژوهش مشارکت داده شد.

مشخصات خبرگان شامل حوزه تخصصی، سابقه کاری و موقعیت شغلی در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. لیست خبرگان و مشخصات آنها

ردیف	مدرک	رشته تحصیلی	سمت/شغل	سابقه	حوزه تخصصی
۱	دکتری	مهندسی صنایع	استاد دانشگاه	۱۸	تصمیم‌گیری چندمعیاره
۲	دکتری	مدیریت صنعتی	استاد دانشگاه	۱۵	مدیریت استراتژیک، زنجیره
۳	دکتری	مهندسی فناوری اطلاعات	استاد دانشگاه	۱۲	صنعت نسل چهارم، اینترنت اشیا
۴	کارشناسی	مهندسی صنایع	مدیر برنامه‌ریزی استراتژیک	۱۴	برنامه‌ریزی استراتژیک
۵	کارشناسی	مهندسی کامپیوتر	مدیر تحول دیجیتال	۱۱	هوش مصنوعی، تحول دیجیتال
۶	دکتری	مدیریت فناوری	مشاور ارشد کسب‌وکار	۱۷	نوآوری و توسعه فناوری
۷	کارشناسی	مهندسی صنایع	تحلیلگر ارشد سیستم‌ها	۱۰	بهینه‌سازی، تصمیم‌گیری

ردیف	مدرک	رشته تحصیلی	سمت/شغل	سابقه	حوزه تخصصی
۸	دکتری	مدیریت بازرگانی	استاد دانشگاه	۱۶	زنجیره تأمین، مزیت رقابتی
۹	کارشناسی	مهندسی مکانیک	مدیر تولید	۱۳	بهبود عملیات، تولید پیشرفته
۱۰	دکتری	مهندسی صنایع	پژوهشگر ارشد	۹	تحلیل داده، سیستم‌های تصمیم
۱۱	کارشناسی	مهندسی IT	مدیر پروژه فناوری اطلاعات	۱۲	رایانش ابری، سیستم‌های هوشمند
۱۲	دکتری	مدیریت دولتی	مشاور سیاست‌گذاری صنعتی	۲۰	سیاست‌گذاری، توسعه صنعتی

۲.۲.۳ . ابزارهای جمع آوری داده

در این پژوهش، به‌منظور گردآوری داده‌های مورد نیاز، از ترکیبی از روش‌های کیفی و کمی شامل سه مصاحبه عمیق و دو پرسشنامه ساختاریافته استفاده شده است. این رویکرد ترکیبی به منظور افزایش دقت، اعتبار و جامعیت داده‌ها و همچنین کاهش سوگیری در فرآیند تصمیم‌گیری چندمعیاره به کار گرفته شده است. تمامی مصاحبه‌ها و تکمیل پرسشنامه‌ها توسط همان ۱۲ نفر از خبرگان منتخب انجام شده است.

مصاحبه عمیق اول: در این مرحله، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان انجام شد تا نقاط قوت، نقاط ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهای مرتبط با توسعه صنعت نسل چهارم جهت بهبود زنجیره ارزش بنگاهها شناسایی شوند. هدف این مصاحبه، استخراج عوامل کلیدی داخلی و خارجی مؤثر بر ارتقاء زنجیره ارزش بنگاه‌ها بوده است. داده‌های حاصل از این مرحله مبنای تشکیل ماتریس سوات قرار گرفت.

مصاحبه عمیق دوم: در این مرحله، با استفاده از نتایج مصاحبه اول و ماتریس سوات، خبرگان در قالب جلسات تخصصی به تدوین استراتژی‌های توسعه صنعت نسل چهارم جهت بهبود زنجیره ارزش بنگاهها پرداختند. در این فرآیند، تعامل میان عوامل داخلی و خارجی بررسی و در نهایت ۴۰ استراتژی توسعه‌ای در قالب چهار دسته راهبردی(تهاجمی، رقابتی، محافظه‌کارانه و دفاعی) استخراج گردید.

مصاحبه عمیق سوم: در این مصاحبه، معیارهای لازم برای ارزیابی و رتبه‌بندی استراتژی‌ها از دید خبرگان شناسایی و نهایی شد.

پرسشنامه اول (ماتریس مقایسات زوجی): این پرسشنامه با هدف تعیین اهمیت نسبی معیارهای ارزیابی تدوین گردید. در این مرحله، خبرگان به مقایسه زوجی معیارها پرداخته و وزن هر معیار با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی محاسبه شد. گزینه‌های پاسخ‌دهی و معادل عددی آن‌ها در جدول ۲ ارائه شده است.

پرسشنامه دوم (ماتریس تصمیم): این پرسشنامه به منظور امتیازدهی به استراتژی‌های استخراج‌شده بر اساس هر یک از معیارهای تعیین‌شده طراحی شد. از آنجا که ارزیابی استراتژی‌ها با عدم قطعیت و ابهام همراه است، در این مرحله از اعداد فازی مثلثی برای ثبت نظرات خبرگان استفاده گردید. این رویکرد امکان مدل‌سازی بهتر عدم قطعیت در قضاوت انسانی را فراهم می‌کند و دقت نتایج را افزایش می‌دهد. گزینه‌های پاسخ‌دهی و معادل عددی فازی آن‌ها در جدول ۲ ارائه شده است. هر دو پرسشنامه استاندارد بوده و روایی آن‌ها در پژوهش‌های پیشین تأیید شده است(بهشتی نیا و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین، پایایی پرسشنامه اول با نرخ ناسازگاری ۰/۰۲ و پایایی پرسشنامه دوم با ضریب آلفای کرونباخ ۰/۹۱ تأیید شد. در پرسشنامه دوم به‌منظور امکان انجام آزمون پایایی، داده ها دفازی‌سازی شدند و سپس مقدار آلفای کرونباخ بر اساس مقادیر حاصل محاسبه گردید.

جدول ۲. گزینه های پرسشنامه ها و معادل عددی آنها

پرسشنامه دوم (ماتریس تصمیم) (ردهی و برهان، ۲۰۲۲)		پرسشنامه اول (ماتریس مقایسات زوجی) (بهشتی نیا و همکاران، ۲۰۲۲)	
مقدار	اصطلاح زبانی	مقدار	اصطلاح زبانی
(۱,۱,۲)	بسیار کم	۱	به یک اندازه مهم
(۱,۲,۳)	کم	۳	اهمیت متوسط
(۲,۳,۴)	متوسط	۵	مهم
(۳,۴,۵)	زیاد	۷	بسیار مهم
(۴,۵,۵)	بسیار زیاد	۹	کاملاً مهم
		۶, ۴, ۲ و ۸	مقادیر میانی

یک عدد فازی مثلثی به صورت $\tilde{L} = (l_1, l_2, l_3)$ تعریف می‌شود که در آن l_1مقدار حداقل ممکن، l_2مقدار محتمل‌ترین و l_3مقدار حداکثر ممکن است. اگر $\tilde{M} = (m_1, m_2, m_3)$ و $\tilde{L} = (l_1, l_2, l_3)$ دو عدد فازی مثلثی باشند آنگاه عملگرهای ریاضی بین آنها از روابط زیر به دست می آید (بهشتی نیا و همکاران، ۲۰۲۵) .

$$\tilde{L} + \tilde{M} = (l_1 + m_1, l_2 + m_2, l_3 + m_3) \quad (۱)$$

$$\tilde{L} - \tilde{M} = (l_1 - m_3, l_2 - m_2, l_3 - m_1) \quad (۲)$$

$$\tilde{L} \times \tilde{M} = (min(l_1m_1, l_1m_3, l_3m_1, l_3m_3), l_2m_2, max(l_1m_1, l_1m_3, l_3m_1, l_3m_3)) \quad (۳)$$

$$\tilde{L}/\tilde{M} = (min(l_1/m_1, l_1/m_3, l_3/m_1, l_3/m_3), l_2/m_2, max(l_1/m_1, l_1/m_3, l_3/m_1, l_3 \quad (۴)$$

همچنین به منظور غیرفازی نمودن یک عدد فازی نظیر $\tilde{M} = (m_1, m_2, m_3)$ از رابطه زیر استفاده می شود.

$$D(\tilde{M}) = \frac{(m_1 + 4 \times m_2 + m_3)}{6} \quad (۵)$$

فاصله دو عدد فازی مثلثی نیز از رابطه زیر به دست می آید.

$$Dis(\tilde{M}, \tilde{L}) = 1/3 \times \sqrt{(l_1 - m_1)^2 + (l_2 - m_2)^2 + (l_3 - m_3)^2} \quad (۶)$$

۳.۳. تکنیک‌های مورد استفاده

در این پژوهش، به منظور تحلیل و اولویت‌بندی استراتژی‌های توسعه صنعت نسل چهارم در ایران با تأکید بر ارتقاء زنجیره ارزش بنگاه‌ها، از سه روش اصلی شامل تحلیل سوات، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی و روش کوکوسو فازی استفاده شده است. در ادامه، هر یک از این روش‌ها به‌صورت مختصر تشریح می‌گردد.

۱.۳.۳. تحلیل سوات

تحلیل سوات ابزاری برای بررسی وضعیت سازمان یا پروژه است که بر چهار عامل نقاط قوت[1]، نقاط ضعف[2]، فرصت‌ها[3]

[1] Strengths
[2] Weaknesses
[3] Opportunities

و تهدیدها[1] تمرکز دارد و به برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری بهتر کمک می‌کند. در این تحلیل، استراتژی‌های تهاجمی برای استفاده از نقاط قوت در بهره‌گیری از فرصت‌ها، استراتژی‌های محافظه‌کارانه برای کاهش نقاط ضعف با استفاده از فرصت‌ها، استراتژی‌های رقابتی برای مقابله با تهدیدها از طریق نقاط قوت و استراتژی‌های دفاعی برای کاهش نقاط ضعف و جلوگیری از تهدیدها با توجه نقاط قوت ، نقاط ضعف ، فرصت‌ها و تهدیدها تهیه می شوند (ابونوری و بهشتی نیا، ۱۴۰۴).

۲.۳.۳. روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی

روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است که توسط ساعتی ارائه شده و برای تعیین وزن نسبی معیارها و انتخاب گزینه‌های برتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش بر اساس مقایسات زوجی بین معیارها یا گزینه‌ها و تبدیل قضاوت‌های کیفی به مقادیر کمی عمل می‌کند. در این تحقیق از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی جهت تعیین وزن معیارها استفاده شده است. مراحل اصلی روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی مورد استفاده عبارت‌اند از :

گام ۱: تشکیل ماتریس مقایسات زوجی: اگر n معیار وجود داشته باشد و معادل عددی مقایسه‌ی دو معیار i و j را با a_{ij} نشان داده شود، آنگاه ماتریس مقایسات زوجی یک ماتریس $n \times n$ در رابطه‌ی زیر نشان داده شده است:

$$A=[a_{ij}]_{n\times n} . | \ a_{ij}=\frac{1}{a_{ji}}, \ i.j=1,2. \ldots . n \quad (۷)$$

گام۲: با استفاده از رابطه زیر ماتریس مقایسات زوجی را نرمالایز می‌شود. که a_{ij} پارامتر شده نرمالایز مقدار a_{ij}^{*} می‌باشد.

$$a_{ij}^{*} = a_{ij} / \sum_{i=1}^{n} a_{ij} \quad (۸)$$

گام ۳: وزن نهایی هر معیار از رابطه زیر بدست می‌آید. که W_i وزن نهایی معیار i می‌باشد.

$$W_i = \sum_{i=1}^{n} \frac{a_{ij}^{*}}{n} \ , \ i.j=1,2. \ldots . n \quad (۹)$$

۳.۳.۳.کوکوسو فازی

روش کوکوسو یکی از روشهای تصمیم گیری چند معیاره است که یک مدل یکپارچه از ترکیبهای مختلف دو شاخص به نامهای مدل جمع وزنی (WSM) و مدل ضرب وزنی (WPM) استفاده می کند (اولتاز و همکاران، ۲۰۲۱) . گامهای روش کوکوسو فازی بصورت زیر می باشد.

گام ۱- ابتدا وزن معیارها و ماتریس تصمیم را به عنوان ورودی دریافت کنید. وزن معیارها را با $W = [w_j]_{1\times n}$ نشان دهید که w_j وزن معیار jام است. ماتریس تصمیم را با $\tilde{X}=[\tilde{x}_{ij}]_{m\times n}$ نشان دهید که $\tilde{x}_{ij} = (x_{ij}^{l}, x_{ij}^{m}, x_{ij}^{u})$ امتیاز فازی گزینه iام در معیار jام است.

[1] Threats

گام ۲- ماتریس تصمیم نرمال‌شده را برای معیارهای منفی از رابطه ۱۰ و برای معیارهای مثبت از رابطه ۱۱ به دست آورید. این ماتریس به صورت $\widetilde{N}=[\tilde{n}_{ij}]_{m\times n}$ نمایش داده می‌شود که $\tilde{n}_{ij}=\left(n_{ij}^{l},n_{ij}^{m},n_{ij}^{u}\right)$ امتیاز نرمال شده گزینه iام در معیار jام است.

$$\tilde{n}_{ij}=\frac{\max(\tilde{x}_{ij})-\tilde{x}_{ij}}{\max(\tilde{x}_{ij})-\min(\tilde{x}_{ij})}=\left(\frac{max\,(x_{ij}^{u})-x_{ij}^{u}}{max\,(x_{ij}^{u})-min\,(x_{ij}^{l})}\ \ \frac{max\,(x_{ij}^{u})-x_{ij}^{m}}{max\,(x_{ij}^{u})-min\,(x_{ij}^{l})}\ \ \frac{max\,(x_{ij}^{u})-x_{ij}^{l}}{max\,(x_{ij}^{u})-min\,(x_{ij}^{l})}\right) \quad (۱۰)$$

$$\tilde{n}_{ij}=\frac{\tilde{x}_{ij}-\min(\tilde{x}_{ij})}{\max(\tilde{x}_{ij})-\min(\tilde{x}_{ij})}=\left(\frac{x_{ij}^{l}-\min(x_{ij}^{l})}{\max(x_{ij}^{u})-\min(x_{ij}^{l})},\frac{x_{ij}^{m}-\min(x_{ij}^{l})}{\max(x_{ij}^{u})-\min(x_{ij}^{l})},\frac{x_{ij}^{u}-\min(x_{ij}^{l})}{\max(x_{ij}^{u})-\min(x_{ij}^{l})}\right) \quad (۱۱)$$

گام ۳- برای هر گزینه i مجموع وزنی جمعی ($\tilde{S}_i=(s_i^l,s_i^m,s_i^u)$) و مجموع وزنی توانی ($\tilde{P}_i=(p_i^l,p_i^m,p_i^u)$) را با استفاده از راوابط زیر به دست آورید. رابطه ۱۲ مجموع وزنی امتیازات و رابطه ۱۳ مجموع توانی وزنی امتیازات می باشد(اولتاس و همکاران، ۲۰۲۱).

$$\tilde{S}_i=\sum_{j=1}^{m}w_j\times\tilde{n}_{ij}=\left(\sum_{j=1}^{m}w_j\times n_{ij}^{l},\sum_{j=1}^{m}w_j\times n_{ij}^{m},\sum_{j=1}^{m}w_j\times n_{ij}^{u}\right) \quad (۱۲)$$

$$\tilde{P}_i=\sum_{j=1}^{m}(\tilde{n}_{ij})^{w_j}=\left(\sum_{j=1}^{m}(n_{ij}^{l})^{w_j},\sum_{j=1}^{m}(n_{ij}^{m})^{w_j},\sum_{j=1}^{m}(n_{ij}^{u})^{w_j}\right) \quad (۱۳)$$

گام ۴- برای هر گزینه i به محاسبه سه نوع امتیاز تجمیعی [1]، $\widetilde{AS1}_i=(as1_i^l,as1_i^m,as1_i^u)$، $\widetilde{AS2}_i=(as2_i^l,as2_i^m,as2_i^u)$ و $\widetilde{AS3}_i=(as3_i^l,as3_i^m,as3_i^u)$ بپردازید. این امتیازها با استفاده از سه راهبرد تجمیع متفاوت و طبق روابط زیر به دست می‌آیند. این روابط از ادبیات موضوع استخراج شده است (اولتاس و همکاران، ۲۰۲۱). عبارات زیر مخرج در این روابط جهت نرمال سازی مقادیر شاخصها استفاده شده اند.

$$\widetilde{AS1}_i=\frac{\tilde{S}_i+\tilde{P}_i}{\sum_{i=1}^{m}(\tilde{S}_i+\tilde{P}_i)}=\left(\frac{s_i^l+p_i^l}{\sum_{i=1}^{m}(s_i^u+p_i^u)},\frac{s_i^m+p_i^m}{\sum_{i=1}^{m}(s_i^m+p_i^m)},\frac{s_i^u+p_i^u}{\sum_{i=1}^{m}(s_i^l+p_i^l)}\right) \quad (۱۴)$$

$$\widetilde{AS2}_i=\frac{\tilde{S}_i}{min_i\{\tilde{S}_i\}}+\frac{\tilde{P}_i}{min_i\{\tilde{P}_i\}}=\left(\frac{s_i^l}{min_i\{s_i^l\}}+\frac{p_i^l}{min_i\{p_i^l\}},\frac{s_i^m}{min_i\{s_i^l\}}+\frac{p_i^m}{min_i\{p_i^l\}},\frac{s_i^u}{min_i\{s_i^l\}}+\frac{p_i^u}{min_i\{p_i^l\}}\right) \quad (۱۵)$$

$$\widetilde{AS3}_i=\frac{\lambda\,\tilde{S}_i+(1-\lambda)\,\tilde{P}_i}{\lambda\max_i\{\tilde{S}_i\}+(1-\lambda)\max_i\{\tilde{P}_i\}}=\left(\frac{\lambda\,s_i^l+(1-\lambda)\,p_i^l}{\lambda\max_i\{s_i^u\}+(1-\lambda)\max_i\{p_i^u\}},\frac{\lambda\,s_i^m+(1-\lambda)\,s_i^m}{\lambda\max_i\{s_i^u\}+(1-\lambda)\max_i\{p_i^u\}},\frac{\lambda\,s_i^u+(1-\lambda)\,p_i^u}{\lambda\max_i\{s_i^u\}+(1-\lambda)\max_i\{p_i^u\}}\right) \quad (۱۶)$$

در رابطه (۱۶)، مقدار λ توسط تصمیم‌گیرندگان تعیین می‌شود (در این مطالعه، =λ۰/۵ در نظر گرفته شده است).

گام ۵- مقادیر فازی $\widetilde{AS1}_i$، $\widetilde{AS2}_i$، و $\widetilde{AS3}_i$ را غیرفازی کنید و مقادیر غیرفازی شده آنها را به ترتیب $AS1_i$، $AS2_i$ و $AS3_i$ بنامید.

1 Aggregation scores

گام ۶- امتیاز ارزیابی[1] نهایی برای هر گزینه i، (FAS_i) را با استفاده از رابطه زیر به دست آورید. گزینه‌ای که بالاترین امتیاز ارزیابی نهایی را کسب کند، به عنوان بهترین گزینه توسط روش کوکوسو شناخته می‌شود.

$$FAS_i=(AS1_i \times AS2_i \times AS3_i)^{1/3}+\frac{1}{3}(AS1_i+AS2_i+AS3_i) \quad (۱۷)$$

٤. یافته‌ها

در این بخش نتایج حاصل از پیاده سازی گامهای تحقیق بیان می گردد.

١.٤. شناسایی عوامل داخلی و خارجی

در گام نخست، عوامل مؤثر بر توسعه صنعت نسل چهارم در ایران با تأکید بر ارتقاء زنجیره ارزش بنگاه‌ها با استفاده از نظر خبرگان شناسایی گردید. این عوامل در دو دسته کلی شامل عوامل داخلی (نقاط قوت و ضعف) و عوامل خارجی (فرصت‌ها و تهدیدها) طبقه‌بندی شدند. خلاصه عوامل شناسایی‌شده در قالب ماتریس سوات در شکل ۱ ارائه شده است.

٢.٤. تدوین استراتژی‌های توسعه‌ای مبتنی بر ماتریس سوات

در گام دوم، با استفاده از ماتریس سوات، استراتژی‌های توسعه‌ای در چهار دسته تهاجمی ، رقابتی ، محافظه‌کارانه و دفاعی و بر مبنای نظر خبرگان تدوین گردید. این استراتژی‌ها از ترکیب نظام‌مند عوامل داخلی و خارجی استخراج شده و با تمرکز بر ارتقاء اجزای اصلی و پشتیبان زنجیره ارزش بنگاه‌ها شکل گرفتند. در مجموع، ۴۰ استراتژی توسعه‌ای شناسایی شد که هر یک به‌طور خاص یکی از ابعاد بهبود عملکرد زنجیره ارزش را هدف قرار می‌دهد. فهرست کامل استراتژی‌های تدوین‌شده در شکل ۲ ارائه شده است. در این شکل علاوه بر استراتژیها عواملی که آن استراتژی بر مبنای آنها استخراج شده است را نیز نشان می دهد. به طور مثال استراتژی " توسعه پلتفرم‌های اینترنت اشیا داخلی (SO1)" بر مبنای نقطه قوت " وجود شرکت‌های دانش‌بنیان (S4)" و فرصت " رشد اینترنت اشیا (O5)" استخراج شده است. همچنین در جدول ۳، حوزه اثرگذاری استراتژی‌های شناسایی‌شده بر اجزای زنجیره ارزش پورتر و ارزش ایجادشده توسط هر استراتژی ارائه شده است.

٣.٤. تعیین معیارهای ارزیابی استراتژی‌ها

به‌منظور ارزیابی و مقایسه استراتژی‌های تدوین‌شده، مجموعه‌ای از ۹ معیار شامل معیارهای مؤثر بودن (C1)، امکان‌پذیری (C2)، ریسک موفقیت (C3)، هزینه اجرا (C4)، زمان اجرا (C5)، جذابیت نرخ بازگشت سرمایه (C6)، ایجاد مزیت رقابتی (C7)، مقبولیت (C8) و پیچیدگی اجرا (C9) شناسایی گردید. معیارهای مؤثر بودن، امکان‌پذیری، جذابیت نرخ بازگشت سرمایه، ایجاد مزیت رقابتی و مقبولیت از نوع سود (مقدار بیشتر بهتر) و سایر معیارها از نوع هزینه (مقدار کمتر بهتر) هستند. سپس، به‌منظور تعیین اهمیت نسبی معیارهای ارزیابی، از روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شد. در این راستا، مقایسات زوجی بین معیارها توسط خبرگان انجام و ماتریس‌های مقایسه تشکیل گردید. وزن محاسبه شده معیارها در جدول ۴ ارائه شده است.

1 Appraisal score

٤.٤. امتیازدهی به استراتژی‌ها بر اساس معیارهای تصمیم‌گیری

استراتژی‌های تدوین‌شده بر اساس معیارهای تعیین‌شده و با استفاده از نظرات خبرگان مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج این مرحله منجر به تشکیل ماتریس تصمیم گردید که این ماتریس به‌عنوان ورودی اصلی برای مرحله رتبه‌بندی نهایی مورد استفاده قرار گرفت. ماتریس امتیازدهی استراتژی‌ها در جدول ۴ ارائه شده است. اعداد نشان داده شده در این جدول میانگین حسابی فازی امتیازات داده شده توسط خبرگان در پرسشنامه ماتریس تصمیم است.

٥.٤. رتبه‌بندی نهایی استراتژی‌ها با استفاده از روش کوکوسو فازی

در گام نهایی، به‌منظور رتبه‌بندی استراتژی‌ها در شرایط عدم‌قطعیت، از روش کوکوسو فازی استفاده شد. شاخص FAS_i در این روش و رتبه‌بندی نهایی استراتژی‌ها در جدول ۵ ارائه شده است.

فرصت‌ها		نقاط قوت	
شرح	کد	شرح	کد
رشد جهانی صنعت نسل چهارم	O1	نیروی انسانی جوان و تحصیل‌کرده	S1
تقاضای منطقه‌ای برای محصولات پیشرفته	O2	زیرساخت‌های دانشگاهی و پژوهشی مناسب	S2
توسعه اقتصاد دیجیتال	O3	بازار داخلی بزرگ	S3
امکان انتقال فناوری از کشورهای نوظهور	O4	وجود شرکت‌های دانش‌بنیان	S4
رشد اینترنت اشیا	O5	دسترسی به منابع انرژی ارزان	S5
توسعه هوش مصنوعی	O6	تجربه در صنایع مادر (نفت، گاز، فولاد)	S6
افزایش سرمایه‌گذاری در فناوری	O7	رشد اکوسیستم استارتاپی	S7
همکاری‌های بین‌المللی علمی	O8	توانمندی در مهندسی نرم‌افزار	S8
توسعه تجارت الکترونیک	O9	سیاست‌های کلان حمایت از فناوری	S9
سیاست‌های جهانی کاهش هزینه تولید	O10	موقعیت ژئوپلیتیک مناسب برای صادرات منطقه‌ای	S10
تهدیدها		**نقاط ضعف**	
شرح	کد	شرح	کد
تحریم‌های بین‌المللی	T1	ضعف در زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته	W1
رقابت شدید جهانی	T2	محدودیت دسترسی به فناوری‌های روز دنیا	W2
فرار مغزها	T3	کمبود سرمایه‌گذاری خارجی	W3
تغییر سریع فناوری	T4	ضعف در ارتباط صنعت و دانشگاه	W4
ریسک‌های امنیت سایبری	T5	بروکراسی پیچیده	W5
وابستگی به واردات تکنولوژی	T6	کمبود نیروی متخصص در فناوری‌های پیشرفته	W6
نوسانات اقتصادی	T7	نبود استانداردهای صنعتی به‌روز	W7
عدم ثبات قوانین	T8	ضعف در امنیت سایبری	W8
شکاف دیجیتال با کشورهای پیشرفته	T9	عدم یکپارچگی داده‌ها	W9
کاهش سرمایه‌گذاری خارجی	T10	وابستگی به واردات تجهیزات	W10

شکل ۱- شناسایی عوامل تحلیل سوات

		فرصت‌ها O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7, O8, O9, O10			تهدیدها T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10		
		کد استراتژی	شرح	مبتنی بر کدام	کد استراتژی	شرح	مبتنی بر کدام
نقاط قوت	**S1**	SO1	توسعه پلتفرم‌های IoT داخلی	S4 + O5	ST1	توسعه فناوری بومی	S2 + T1
	S2	SO2	صادرات خدمات نرم‌افزاری	S8 + O2	ST2	افزایش امنیت سایبری	S8 + T5
	S3	SO3	ایجاد هاب منطقه‌ای فناوری	S10 + O2	ST3	حفظ نخبگان	S1 + T3
	S4	SO4	توسعه AI بومی	S2 + O6	ST4	رقابت‌پذیری صنعتی	S6 + T2
	S5	SO5	جذب سرمایه استارتاپی	S7 + O7	ST5	توسعه بازار منطقه‌ای	S10 + T2
	S6	SO6	دیجیتالی‌سازی صنایع نفت	S6 + O1	ST6	کاهش وابستگی فناوری	S4 + T6
	S7	SO7	توسعه تجارت الکترونیک صنعتی	S3 + O9	ST7	چابک‌سازی نوآوری	S7 + T4
	S8	SO8	همکاری علمی بین‌المللی	S2 + O8	ST8	توسعه زیرساخت داده	S9 + T9
	S9	SO9	تولید محصولات هوشمند	S1 + O1	ST9	تنوع‌بخشی محصولات	S3 + T7
	S10	SO10	توسعه خدمات ابری	S8 + O3	ST10	تثبیت سیاست‌های حمایتی	S9 + T8
نقاط ضعف	**W1**	WO1	جذب سرمایه خارجی فناوری	W3 + O7	WT1	توسعه تولید داخلی تجهیزات	W10 + T6
	W2	WO2	توسعه آموزش AI	W6 + O6	WT2	اصلاح ساختار اداری	W5 + T8
	W3	WO3	ارتقاء زیرساخت دیجیتال	W1 + O3	WT3	افزایش امنیت سایبری	W8 + T5
	W4	WO4	انتقال فناوری	W2 + O4	WT4	برنامه نگهداشت نخبگان	W6 + T3
	W5	WO5	استاندارد سازی صنعتی	W7 + O1	WT5	کاهش وابستگی خارجی	W2 + T1
	W6	WO6	تقویت امنیت سایبری	W8 + O5	WT6	مدیریت ریسک اقتصادی	W3 + T7
	W7	WO7	یکپارچه‌سازی داده‌ها	W9 + O3	WT7	کاهش شکاف دیجیتال	W1 + T9
	W8	WO8	توسعه همکاری دانشگاه و صنعت	W4 + O8	WT8	به‌روزرسانی استانداردها	W7 + T4
	W9	WO9	کاهش وابستگی واردات	W10 + O4	WT9	تقویت اکوسیستم نوآوری	W4 + T2
	W10	WO10	ساده‌سازی فرآیندها	W5 + O9	WT10	توسعه سیاست‌های پایدار	W5 + T8

شکل ۲- لیست استراتژی‌ها

۷.٤. مقایسه با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره

به‌منظور ارزیابی اعتبار و میزان پایداری نتایج حاصل از روش کوکوسو فازی، نتایج رتبه‌بندی استراتژی‌ها با نتایج حاصل از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مقایسه شده است. روشهای مورد مقایسه شامل ویکور فازی[1] (بهشتی نیا و امیدی، ۲۰۱۷) ، آراس فازی[2] (زاوادسکاس و ترکسیس، ۲۰۲۳) ، آراسکور فازی[3] (بهشتی نیا و همکاران، ۲۰۲۵) ، وایسیس فازی[4] (بهشتی نیا و همکاران، ۲۰۲۳) ، روش جمع وزنی فازی[5]، روش ضرب وزنی فازی[6] و واسپاس فازی[7] (آگراوال و همکاران، ۲۰۲۰) ، تاپکور فازی[8] (سدادی و بهشتی نیا ، ۲۰۱۹) و پرامسیس فازی[9] (بهشتی نیا و همکاران، ۲۰۲۳) هستند. نتایج

[1] F-VIKOR
[2] F-ARAS
[3] F-ARASKOR
[4] F-VISIS
[5] F-WSM
[6] F-WPM
[7] F-WASPAS
[8] F-TOPKOR
[9] F-PROMSIS

رتبه‌بندی استراتژی‌ها توسط روش‌های مختلف در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۳. اثرگذاری استراتژی‌ها بر اجزای زنجیره ارزش پورتر و ارزش ایجادشده توسط آنها

ارزش ایجادشده	بخش اثرگذار در زنجیره ارزش	کد استراتژی
افزایش هوشمندسازی فرآیندها، کاهش هزینه و	عملیات، توسعه فناوری	SO1- توسعه پلتفرم‌های اینترنت اشیا داخلی
ایجاد درآمد ارزی و توسعه بازارهای بین‌المللی	بازاریابی و فروش، خدمات	SO2- صادرات خدمات نرم‌افزاری
جذب سرمایه و تبدیل ایران به مرکز نوآوری منطقه	زیرساخت سازمانی، توسعه	SO3- ایجاد هاب منطقه‌ای فناوری
تصمیم‌گیری هوشمند و افزایش مزیت رقابتی	عملیات، توسعه فناوری	SO4- توسعه هوش مصنوعی بومی
تسریع نوآوری و توسعه کسب‌وکارهای فناور	زیرساخت سازمانی، تدارکات	SO5- جذب سرمایه استارتاپی
کاهش اتلاف منابع و بهبود بهره‌وری صنعتی	عملیات، لجستیک	SO6- دیجیتالی‌سازی صنایع نفت
افزایش دسترسی بازار و کاهش هزینه مبادلات	بازاریابی و فروش، خدمات	SO7- توسعه تجارت الکترونیک صنعتی
انتقال دانش و ارتقاء توان نوآوری	توسعه فناوری، منابع انسانی	SO8- همکاری علمی بین‌المللی
ایجاد ارزش افزوده و تمایز محصول	عملیات، بازاریابی	SO9- تولید محصولات هوشمند
کاهش هزینه IT و افزایش انعطاف‌پذیری سازمان	زیرساخت فناوری، خدمات	SO10- توسعه خدمات ابری
کاهش وابستگی خارجی و افزایش تاب‌آوری	توسعه فناوری	ST1- توسعه فناوری بومی
حفاظت از داده‌ها و افزایش اعتماد مشتری	زیرساخت سازمانی، فناوری	ST2- افزایش امنیت سایبری
جلوگیری از خروج دانش و تقویت سرمایه انسانی	مدیریت منابع انسانی	ST3- حفظ نخبگان
افزایش کیفیت و بهره‌وری تولید	عملیات، بازاریابی	ST4- رقابت‌پذیری صنعتی
افزایش سهم بازار و درآمد صادراتی	بازاریابی و فروش	ST5- توسعه بازار منطقه‌ای
استقلال فناوری و کاهش ریسک تحریم	توسعه فناوری، تدارکات	ST6- کاهش وابستگی فناوری
تسریع توسعه محصولات و خدمات جدید	توسعه فناوری، زیرساخت	ST7- چابک‌سازی نوآوری
بهبود تحلیل داده و تصمیم‌گیری	زیرساخت فناوری	ST8- توسعه زیرساخت داده
جذب مشتریان جدید و کاهش ریسک بازار	عملیات، بازاریابی	ST9- تنوع‌بخشی محصولات
افزایش اطمینان سرمایه‌گذاری	زیرساخت سازمانی	ST10- تثبیت سیاست‌های حمایتی
تأمین منابع مالی و انتقال دانش	زیرساخت سازمانی، توسعه	WO1- جذب سرمایه خارجی فناوری
ارتقاء مهارت نیروی انسانی	منابع انسانی، توسعه فناوری	WO2- توسعه آموزش هوش مصنوعی
افزایش آمادگی تحول دیجیتال	زیرساخت فناوری	WO3- ارتقاء زیرساخت دیجیتال
بهبود توان فنی و نوآوری	توسعه فناوری	WO4- انتقال فناوری
افزایش کیفیت و قابلیت رقابت	عملیات، زیرساخت سازمانی	WO5- استانداردسازی صنعتی
کاهش ریسک حملات سایبری	زیرساخت فناوری	WO6- تقویت امنیت سایبری
بهبود هماهنگی و تصمیم‌گیری	عملیات، زیرساخت فناوری	WO7- یکپارچه‌سازی داده‌ها
تجاری‌سازی دانش و نوآوری	توسعه فناوری، منابع انسانی	WO8- توسعه همکاری دانشگاه و صنعت
افزایش تاب‌آوری زنجیره تأمین	تدارکات، عملیات	WO9- کاهش وابستگی واردات
کاهش بروکراسی و افزایش سرعت عملکرد	عملیات، زیرساخت سازمانی	WO10- ساده‌سازی فرآیندها
کاهش وابستگی و تقویت تولید ملی	عملیات، تدارکات	WT1- توسعه تولید داخلی تجهیزات
افزایش کارایی و چابکی سازمان	زیرساخت سازمانی	WT2- اصلاح ساختار اداری
حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی	زیرساخت فناوری	WT3- افزایش امنیت سایبری
حفظ دانش سازمانی	منابع انسانی	WT4- برنامه نگهداشت نخبگان
افزایش استقلال اقتصادی	تدارکات، توسعه فناوری	WT5- کاهش وابستگی خارجی
کاهش آسیب‌پذیری در بحران‌ها	زیرساخت سازمانی	WT6- مدیریت ریسک اقتصادی
افزایش فراگیری فناوری	منابع انسانی، خدمات	WT7- کاهش شکاف دیجیتال
بهبود کیفیت و انطباق جهانی	عملیات، توسعه فناوری	WT8- به‌روزرسانی استانداردها
افزایش تعاملات نوآورانه	توسعه فناوری، زیرساخت	WT9- تقویت اکوسیستم نوآوری
ثبات بلندمدت و بهبود فضای کسب‌وکار	زیرساخت سازمانی	WT10- توسعه سیاست‌های پایدار

جدول ٤. وزن معیارها و ماتریس تصمیم فازی

وزن معیار	۰/۱۹۱۲	۰/۱۲۵۲	۰/۰۹۳۲	۰/۱۰۱۷	۰/۰۶۹۵	۰/۱۴۰۶	۰/۱۷۱۸	۰/۰۵۴۵	۰/۰۵۲۳
کد استراتژی	مؤثر بودن(C1)	امکان‌پذیری(C2)	ریسک موفقیت(C3)	هزینه اجرا(C4)	زمان اجرا(C5)	جذابیت نرخ بازگشت سرمایه(C6)	ایجاد مزیت رقابتی(C7)	مقبولیت(C8)	پیچیدگی اجرا(C9)
SO1	(۳/۶۷,۴/۶۷,۴/۹۲)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۷۵)	(۲,۲/۹۲,۳/۹۲)	(۱/۹۲,۲/۹۲,۳/۹۲)	(۲/۵,۳/۴۲,۴/۱۷)	(۳/۷۵,۴/۷۵,۵)	(۳/۴۲,۴/۴۲,۴/۸۳)	(۳,۴,۵)	(۱/۸۳,۲/۷۵,۳/۷۵)
SO2	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۷۵)	(۳/۵,۴/۵,۴/۹۲)	(۱/۳۳,۲/۲۵,۳/۲۵)	(۱/۲۵,۲/۰۸,۳/۰۸)	(۱/۳۳,۲/۳۳,۳/۳۳)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۹۲)	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۵)	(۳,۴,۵)	(۱/۰۸,۱/۸۳,۲/۸۳)
SO3	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۸۳)	(۱/۷۵,۲/۶۷,۳/۶۷)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۶۷)	(۳/۷۵,۴/۷۵,۵)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۹۲)	(۳/۳۳,۴/۳۳,۴/۸۳)	(۳/۳۳,۴/۳۳,۴/۹۲)	(۲,۳,۴)	(۳/۷۵,۴/۷۵,۵)
SO4	(۳/۴۲,۴/۴۲,۴/۸۳)	(۲/۱۷,۳/۱۷,۴/۰۸)	(۳/۰۸,۴/۰۸,۴/۸۳)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۸۳)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۷۵)	(۳/۲۵,۴/۲۵,۴/۸۳)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۹۲)	(۲,۳,۴)	(۳/۰۸,۴/۰۸,۴/۹۲)
SO5	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۵)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۶۷)	(۱/۸۳,۲/۷۵,۳/۷۵)	(۱/۷۵,۲/۷۵,۳/۷۵)	(۲/۴۲,۳/۴۲,۴/۳۳)	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۴۲)	(۳/۰۸,۴/۰۸,۴/۸۳)	(۳,۴,۵)	(۲/۰۸,۳/۰۸,۴/۰۸)
SO6	(۳/۶۷,۴/۶۷,۵)	(۲/۶۷,۳/۶۷,۴/۵۸)	(۲/۴۲,۳/۴۲,۴/۳۳)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۸۳)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۶۷)	(۳/۷۵,۴/۷۵,۴/۹۲)	(۳/۶۷,۴/۶۷,۴/۹۲)	(۳,۴,۵)	(۳/۲۵,۴/۲۵,۵)
SO7	(۳,۴,۴/۸۳)	(۲/۶۷,۳/۶۷,۴/۵۸)	(۱/۲۵,۲,۳)	(۱/۳۳,۲,۳)	(۱/۵۸,۲/۵,۳/۵)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۸۳)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۷۵)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۹۲)	(۱/۴۲,۲/۳۳,۳/۳۳)
SO8	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۷۵)	(۱/۱۷,۲,۳)	(۳/۸۳,۴/۸۳,۵)	(۲,۳,۴)	(۳/۱۷,۴/۱۷,۴/۷۵)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۷۵)	(۲/۳۳,۳/۳۳,۴/۲۵)	(۱/۲۵,۲/۰۸,۳/۰۸)	(۲,۳,۳/۹۲)
SO9	(۳/۵۸,۴/۵۸,۵)	(۲,۳,۴)	(۲,۳,۴)	(۳/۱۷,۴/۱۷,۴/۷۵)	(۳/۱۷,۴/۱۷,۴/۷۵)	(۳/۶۷,۴/۶۷,۵)	(۳/۷۵,۴/۷۵,۴/۹۲)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۶۷)	(۲/۶۷,۳/۶۷,۴/۵۸)
SO10	(۳/۴۲,۴/۴۲,۴/۸۳)	(۳/۳۳,۴/۳۳,۵)	(۱/۸۳,۲/۸۳,۳/۸۳)	(۲/۱۷,۳/۱۷,۴/۱۷)	(۲/۲۵,۳/۱۷,۴/۱۷)	(۳/۳۳,۴/۳۳,۴/۹۲)	(۳/۷۵,۴/۷۵,۴/۹۲)	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۵۸)	(۱/۹۲,۲/۸۳,۳/۸۳)
ST1	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۹۲)	(۲/۱۷,۳/۱۷,۴/۱۷)	(۳,۴,۴/۹۲)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۵۸)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۵۸)	(۳/۶۷,۴/۶۷,۴/۸۳)	(۳/۷۵,۴/۷۵,۴/۹۲)	(۳/۰۸,۴/۰۸,۴/۸۳)	(۳,۴,۴/۷۵)
ST2	(۴,۵,۵)	(۳/۱۷,۴/۱۷,۴/۹۲)	(۱/۵,۲/۴۲,۳/۴۲)	(۱/۸۳,۲/۸۳,۳/۸۳)	(۲,۳,۳/۹۲)	(۲/۶۷,۳/۶۷,۴/۶۷)	(۳/۲۵,۴/۲۵,۴/۸۳)	(۳/۰۸,۴/۰۸,۴/۸۳)	(۲,۳,۳/۹۲)
ST3	(۳,۴,۵)	(۱/۸۳,۲/۸۳,۳/۸۳)	(۲/۲۵,۳/۲۵,۴/۱۷)	(۲,۳,۴)	(۲/۶۷,۳/۶۷,۴/۵)	(۲/۶۷,۳/۶۷,۴/۶۷)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۵۸)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۸۳)	(۱/۷۵,۲/۶۷,۳/۶۷)
ST4	(۳/۵,۴/۵,۵)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۷۵)	(۲/۴۲,۳/۴۲,۴/۳۳)	(۳,۴,۴/۶۷)	(۲/۶۷,۳/۶۷,۴/۵)	(۳/۳۳,۴/۳۳,۴/۸۳)	(۳/۶۷,۴/۶۷,۵)	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۵۸)	(۳/۱۷,۴/۱۷,۴/۸۳)
ST5	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۶۷)	(۲,۳,۴)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۶۷)	(۱/۵,۲/۵,۳/۵)	(۲/۱۷,۳/۱۷,۴/۰۸)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۵۸)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۷۵)	(۲,۲/۹۲,۳/۸۳)	(۲,۳,۳/۹۲)
ST6	(۳/۳۳,۴/۳۳,۴/۷۵)	(۲/۱۷,۳/۱۷,۴/۱۷)	(۲/۴۲,۳/۴۲,۴/۴۲)	(۳/۱۷,۴/۱۷,۴/۷۵)	(۲/۶۷,۳/۶۷,۴/۵)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۹۲)	(۳/۶۷,۴/۶۷,۴/۹۲)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۶۷)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۶۷)
ST7	(۲/۶۷,۳/۶۷,۴/۵)	(۳,۴,۴/۸۳)	(۱/۹۲,۲/۹۲,۳/۸۳)	(۱/۸۳,۲/۸۳,۳/۸۳)	(۱/۵۸,۲/۵,۳/۵)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۷۵)	(۳,۴,۴/۸۳)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۶۷)	(۱/۸۳,۲/۸۳,۳/۷۵)
ST8	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۸۳)	(۲,۳,۴)	(۲/۴۲,۳/۴۲,۴/۴۲)	(۳,۴,۴/۶۷)	(۲/۳۳,۳/۳۳,۴/۳۳)	(۳/۵,۴/۵,۴/۸۳)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۹۲)	(۲/۲۵,۳/۲۵,۴/۰۸)	(۳/۱۷,۴/۱۷,۴/۸۳)
ST9	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۵۸)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۷۵)	(۱/۸۳,۲/۷۵,۳/۷۵)	(۱/۸۳,۲/۸۳,۳/۸۳)	(۲/۱۷,۳/۱۷,۴/۰۸)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۶۷)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۶۷)	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۵۸)	(۲/۳۳,۳/۳۳,۴/۲۵)
ST10	(۳/۸۳,۴/۸۳,۵)	(۱/۸۳,۲/۸۳,۳/۸۳)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۶۷)	(۱/۶۷,۲/۶۷,۳/۶۷)	(۳,۴,۴/۶۷)	(۳/۴۲,۴/۴۲,۴/۸۳)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۶۷)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۶۷)	(۲/۱۷,۳/۱۷,۴/۰۸)
WO1	(۳/۵,۴/۵,۴/۹۲)	(۱/۱۷,۲/۰۸,۳/۰۸)	(۳/۶۷,۴/۶۷,۴/۹۲)	(۳/۱۷,۴/۱۷,۴/۷۵)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۵۸)	(۳/۲۵,۴/۲۵,۴/۷۵)	(۳/۲۵,۴/۲۵,۴/۷۵)	(۲/۴۲,۳/۴۲,۴/۲۵)	(۲/۶۷,۳/۶۷,۴/۵۸)
WO2	(۳/۵,۴/۵,۴/۸۳)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۷۵)	(۱/۲۵,۱/۹۲,۲/۹۲)	(۱/۴۲,۲/۲۵,۳/۲۵)	(۲/۱۷,۳/۱۷,۴/۰۸)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۹۲)	(۳/۲۵,۴/۲۵,۴/۸۳)	(۳/۴۲,۴/۴۲,۴/۸۳)	(۱/۹۲,۲/۸۳,۳/۸۳)
WO3	(۳/۷۵,۴/۷۵,۴/۹۲)	(۲/۲۵,۳/۲۵,۴/۱۷)	(۲/۱۷,۳/۰۸,۴/۰۸)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۸۳)	(۳/۳۳,۴/۳۳,۴/۶۷)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۹۲)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۹۲)	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۵)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۸۳)
WO4	(۳/۳۳,۴/۳۳,۴/۸۳)	(۱/۱۷,۲,۳)	(۳/۴۲,۴/۴۲,۵)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۶۷)	(۲/۳۳,۳/۳۳,۴/۳۳)	(۳/۳۳,۴/۳۳,۴/۸۳)	(۳/۴۲,۴/۴۲,۴/۸۳)	(۱/۸۳,۲/۷۵,۳/۶۷)	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۵۸)
WO5	(۲/۵,۳/۵,۴/۴۲)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۷۵)	(۱/۱۷,۲,۳)	(۱/۰۸,۲,۳)	(۲/۶۷,۳/۶۷,۴/۳۳)	(۲/۵,۳/۵,۴/۴۲)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۶۷)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۵۸)	(۱/۷۵,۲/۵۸,۳/۵۸)
WO6	(۳/۶۷,۴/۶۷,۵)	(۳,۴,۴/۸۳)	(۱,۱/۸۳,۲/۸۳)	(۲/۱۷,۳/۱۷,۴/۱۷)	(۱/۶۷,۲/۳۳,۳/۳۳)	(۲/۶۷,۳/۶۷,۴/۵)	(۳/۷۵,۴/۷۵,۵)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۵۸)	(۲,۲/۹۲,۳/۸۳)
WO7	(۳/۶۷,۴/۶۷,۴/۹۲)	(۲,۳,۳/۹۲)	(۲/۱۷,۳/۱۷,۴/۱۷)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۸۳)	(۲/۳۳,۳/۳۳,۴/۳۳)	(۳/۸۳,۴/۸۳,۵)	(۳/۶۷,۴/۶۷,۵)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۶۷)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۶۷)
WO8	(۳/۶۷,۴/۶۷,۴/۹۲)	(۲/۳۳,۳/۳۳,۴/۲۵)	(۲,۳,۴)	(۲/۱۷,۳/۱۷,۴/۱۷)	(۲/۳۳,۳/۳۳,۴/۳۳)	(۳/۳۳,۴/۳۳,۴/۸۳)	(۳,۴,۴/۶۷)	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۵)	(۲,۲/۹۲,۳/۸۳)
WO9	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۸۳)	(۱/۹۲,۲/۸۳,۳/۸۳)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۸۳)	(۳,۴,۴/۹۲)	(۲/۳۳,۳/۳۳,۴/۳۳)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۵)	(۳/۴۲,۴/۴۲,۴/۷۵)	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۵)	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۵۸)
WO10	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۶۷)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۷۵)	(۱/۲۵,۲/۱۷,۳/۱۷)	(۱/۵۸,۲/۵۸,۳/۵۸)	(۱/۲۵,۲/۲۵,۳/۲۵)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۶۷)	(۲/۴۲,۳/۴۲,۴/۴۲)	(۳/۲۵,۴/۲۵,۴/۷۵)	(۱/۲۵,۲,۳)
WT1	(۳/۳۳,۴/۳۳,۴/۷۵)	(۲/۰۸,۳,۴)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۷۵)	(۳/۲۵,۴/۲۵,۴/۷۵)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۹۲)	(۳/۵,۴/۵,۴/۹۲)	(۳/۳۳,۴/۳۳,۴/۸۳)	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۴۲)	(۳/۸۳,۴/۸۳,۵)
WT2	(۲/۵,۳/۵,۴/۴۲)	(۱/۲۵,۲/۰۸,۳/۰۸)	(۳,۴,۴/۸۳)	(۱/۹۲,۲/۷۵,۳/۶۷)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۶۷)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۶۷)	(۱/۸۳,۲/۶۷,۳/۶۷)	(۱/۸۳,۲/۵۸,۳/۵۸)	(۳,۴,۴/۹۲)
WT3	(۳/۵,۴/۵,۵)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۷۵)	(۱/۰۸,۱/۹۲,۲/۹۲)	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۳۳)	(۱/۸۳,۲/۷۵,۳/۷۵)	(۲/۶۷,۳/۶۷,۴/۵۸)	(۳/۳۳,۴/۳۳,۴/۹۲)	(۲/۴۲,۳/۴۲,۴/۳۳)	(۱/۸۳,۲/۸۳,۳/۸۳)
WT4	(۳/۵,۴/۵,۴/۸۳)	(۲/۲۵,۳/۲۵,۴/۱۷)	(۱/۹۲,۲/۹۲,۳/۹۲)	(۲/۱۷,۳/۰۸,۳/۹۲)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۷۵)	(۳/۴۲,۴/۴۲,۴/۷۵)	(۳/۵,۴/۵,۴/۸۳)	(۳/۴۲,۴/۴۲,۴/۹۲)	(۲,۳,۴)
WT5	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۸۳)	(۲/۰۸,۳/۰۸,۴)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۸۳)	(۲/۴۲,۳/۴۲,۴/۳۳)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۶۷)	(۳/۶۷,۴/۶۷,۴/۹۲)	(۳/۴۲,۴/۴۲,۴/۸۳)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۶۷)	(۳,۴,۴/۹۲)
WT6	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۵۸)	(۲/۰۸,۳/۰۸,۴)	(۳/۰۸,۴/۰۸,۴/۹۲)	(۲/۱۷,۳/۰۸,۳/۹۲)	(۱/۹۲,۲/۹۲,۳/۸۳)	(۲/۸۳,۳/۸۳,۴/۷۵)	(۲,۲/۹۲,۳/۸۳)	(۲/۴۲,۳/۴۲,۴/۳۳)	(۱/۸۳,۲/۸۳,۳/۸۳)
WT7	(۳/۷۵,۴/۷۵,۵)	(۱/۶۷,۲/۵۸,۳/۵۸)	(۳/۰۸,۴/۰۸,۴/۹۲)	(۳/۲۵,۴/۲۵,۴/۶۷)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۵)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۴/۹۲)	(۳/۳۳,۴/۳۳,۴/۸۳)	(۳/۰۸,۴/۰۸,۴/۷۵)	(۳/۵۸,۴/۵۸,۵)
WT8	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۷۵)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۷۵)	(۱/۹۲,۲/۹۲,۳/۹۲)	(۲/۵,۳/۴۲,۴/۱۷)	(۱/۷۵,۲/۷۵,۳/۷۵)	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۵۸)	(۲/۳۳,۳/۳۳,۴/۳۳)	(۲/۷۵,۳/۷۵,۴/۵۸)	(۲/۴۲,۳/۴۲,۴/۴۲)
WT9	(۳/۴۲,۴/۴۲,۴/۸۳)	(۲/۰۸,۳/۰۸,۴)	(۱/۹۲,۲/۹۲,۳/۹۲)	(۲/۳۳,۳/۲۵,۴)	(۲/۹۲,۳/۹۲,۴/۷۵)	(۳/۶۷,۴/۶۷,۴/۹۲)	(۴,۵,۵)	(۳/۰۸,۴/۰۸,۴/۷۵)	(۱/۹۲,۲/۹۲,۳/۹۲)
WT10	(۳/۵۸,۴/۵۸,۵)	(۲/۰۸,۳/۰۸,۴)	(۳/۲۵,۴/۲۵,۵)	(۱/۷۵,۲/۴۲,۳/۴۲)	(۳/۲۵,۴/۲۵,۴/۹۲)	(۳/۷۵,۴/۷۵,۴/۹۲)	(۳,۴,۵)	(۲/۵۸,۳/۵۸,۴/۵)	(۱/۹۲,۲/۹۲,۳/۹۲)

جدول ۵. مقایسه رتبه بندی توسط روشهای مختلف

رتبه بندی											
استراتژی	FAS_i	کوکوسو فازی	ویکور فازی	F-ARAS	آراسکور فازی	وایسیس فازی	روش جمع وزنی فازی	روش ضرب وزنی فازی	واسپاس فازی	تاپکور فازی	پرامسیس فازی
SO1	۴/۵۵۲	۲	۱	۹	۱	۱	۶	۶	۶	۲	۴
SO2	۴/۵	۵	۲۶	۱	۲۰	۲۱	۱	۱	۱	۳۴	۲۲
SO3	۳/۵۳۷	۳۷	۲۷	۳۷	۲۹	۲۹	۳۵	۳۷	۳۵	۱۹	۳۶
SO4	۳/۸۱۲	۳۰	۲۰	۳۲	۲۴	۲۴	۳۲	۳۲	۳۲	۱۱	۲۸
SO5	۳/۸۷۵	۲۷	۳۵	۱۵	۳۶	۳۵	۲۱	۱۷	۱۹	۲۹	۳۰
SO6	۴/۲۰۸	۱۲	۷	۱۹	۸	۸	۱۴	۱۶	۱۵	۴۰	۳
SO7	۴/۳۸۵	۷	۲۳	۲	۱۷	۱۹	۴	۳	۴	۳۳	۲۴
SO8	۳	۳۹	۳۸	۳۹	۳۸	۳۸	۳۹	۳۹	۳۹	۳۵	۱
SO9	۴/۱۴۹	۱۴	۱۴	۲۲	۱۵	۱۴	۱۹	۲۱	۲۰	۷	۱۴
SO10	۴/۴۷۷	۶	۳	۱۰	۳	۳	۸	۸	۸	۵	۵
ST1	۴/۰۹۵	۱۷	۱۰	۲۵	۱۳	۱۱	۲۰	۲۳	۲۲	۴	۱۱
ST2	۴/۵۰۶	۴	۱۳	۷	۹	۹	۵	۵	۵	۱۷	۷
ST3	۳/۸۲۹	۲۹	۲۸	۲۴	۲۸	۲۸	۲۹	۲۷	۲۹	۲۶	۳۴
ST4	۴/۱۴۸	۱۵	۱۲	۲۰	۱۴	۱۳	۱۸	۱۹	۱۸	۱	۸
ST5	۳/۷۱	۳۳	۳۳	۲۷	۳۳	۳۳	۳۱	۳۱	۳۱	۳۱	۳۸
ST6	۴/۰۲۴	۲۳	۱۹	۲۸	۲۱	۲۰	۲۵	۲۵	۲۵	۶	۱۷
ST7	۴/۰۶۸	۱۹	۳۲	۱۱	۳۰	۳۰	۱۳	۱۲	۱۳	۲۸	۲۶
ST8	۴/۰۱۹	۲۴	۱۵	۲۹	۱۸	۱۷	۲۷	۲۶	۲۷	۱۴	۲۱
ST9	۳/۸۵۸	۲۸	۳۶	۱۶	۳۷	۳۷	۲۶	۲۰	۲۱	۳۰	۳۲
ST10	۴/۰۵	۲۱	۲۲	۲۱	۲۳	۲۳	۲۲	۲۲	۲۳	۲۱	۲۵
WO1	۳/۵۴۷	۳۶	۳۰	۳۸	۳۲	۳۲	۳۷	۳۸	۳۸	۲۳	۳۹
WO2	۴/۶۳	۱	۲	۳	۲	۲	۲	۲	۲	۲۲	۹
WO3	۴/۰۳۸	۲۲	۲۱	۳۰	۲۲	۲۲	۲۴	۲۸	۲۶	۳	۱۵
WO4	۳/۵۶۹	۳۵	۲۹	۳۶	۳۱	۳۱	۳۶	۳۶	۳۶	۲۷	۳۷
WO5	۳/۹۰۱	۲۶	۳۷	۶	۳۴	۳۶	۱۰	۱۰	۱۰	۳۸	۳۳
WO6	۴/۵۴	۳	۱۱	۴	۶	۷	۳	۴	۳	۲۴	۱۳
WO7	۴/۲۵۳	۱۱	۶	۱۷	۷	۶	۱۵	۱۵	۱۶	۸	۱۰
WO8	۴/۱۹۸	۱۳	۹	۱۴	۱۰	۱۰	۱۶	۱۴	۱۴	۲۰	۱۸
WO9	۳/۹۷۵	۲۵	۱۷	۳۱	۱۹	۱۸	۲۸	۳۰	۲۸	۱۶	۲۳
WO10	۴/۱۱۸	۱۶	۳۱	۵	۲۷	۲۷	۷	۷	۷	۳۷	۲۹
WT1	۳/۶۷۱	۳۴	۲۵	۳۵	۲۶	۲۶	۳۴	۳۴	۳۴	۱۰	۳۱
WT2	۲/۸۸۴	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۴۰	۳۹	۲
WT3	۴/۳۰۸	۹	۱۸	۸	۱۱	۱۵	۹	۹	۹	۲۵	۱۹
WT4	۴/۲۶۲	۱۰	۴	۱۳	۴	۵	۱۲	۱۳	۱۲	۱۳	۱۲
WT5	۴/۰۵۲	۲۰	۸	۲۶	۱۲	۱۲	۲۳	۲۴	۲۴	۹	۱۶
WT6	۳/۳۷۲	۳۸	۳۹	۳۴	۳۹	۳۹	۳۸	۳۵	۳۷	۳۶	۴۰
WT7	۳/۷۳۳	۳۱	۲۴	۳۳	۲۵	۲۵	۳۳	۳۳	۳۳	۱۵	۲۷
WT8	۳/۷۱۸	۳۲	۳۴	۲۳	۳۵	۳۴	۳۰	۲۹	۳۰	۳۲	۳۵
WT9	۴/۳۴۷	۸	۵	۱۲	۵	۴	۱۱	۱۱	۱۱	۱۲	۶
WT10	۴/۰۸۴	۱۸	۱۶	۱۸	۱۶	۱۶	۱۷	۱۸	۱۷	۱۸	۲۰

برای ارزیابی میزان هم‌راستایی نتایج روش‌ها، از شاخص SCR[1] استفاده شد. این شاخص بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود و بیانگر مجموع اختلاف رتبه گزینه‌ها بین دو روش مختلف است (بهشتی نیا و همکاران، ۲۰۲۶) .

$$SCR(a,b) = \sum_{i=1}^{n} | R_i^{(a)} - R_i^{(b)} | \quad (۱۸)$$

در این رابطه، $R_i^{(a)}$و $R_i^{(b)}$ به ترتیب رتبه گزینه i در دو روش a و b را نشان می‌دهند. هرچه مقدار SCR بین دو روش کمتر باشد، میزان تأیید، سازگاری و هم‌راستایی نتایج آن دو روش بیشتر خواهد بود. نتایج در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ٦. مقایسه شاخص SCR در روشهای مختلف

	کوکوسو فازی	ویکور فازی	F-ARAS	آراسکور فازی	وایسیس فازی	روش جمع وزنی فازی	روش ضرب وزنی فازی	واسپاس فازی	تاپکور فازی	پرامسیس فازی	مجموع SCR
کوکوسو فازی	۰	۲۴۶	۱۹۴	۱۸۲	۱۹۶	۱۰۶	۱۳۶	۱۲۲	۴۲۸	۲۶۸	۱۸۷۸
ویکور فازی	۲۴۶	۰	۴۲۸	۷۴	۵۶	۳۴۰	۳۷۲	۳۵۶	۲۷۴	۲۴۴	۲۳۹۰
F-ARAS	۱۹۴	۴۲۸	۰	۳۶۲	۳۷۸	۱۰۰	۶۰	۸۲	۵۶۶	۴۳۴	۲۶۰۴
آراسکور فازی	۱۸۲	۷۴	۳۶۲	۰	۲۲	۲۷۴	۳۰۶	۲۸۸	۳۳۶	۲۳۶	۲۰۸۰
وایسیس فازی	۱۹۶	۵۶	۳۷۸	۲۲	۰	۲۹۰	۳۲۲	۳۰۴	۳۱۸	۲۲۸	۲۱۱۴
روش جمع وزنی فازی	۱۰۶	۳۴۰	۱۰۰	۲۷۴	۲۹۰	۰	۴۲	۲۰	۵۰۲	۳۴۸	۲۰۲۲
روش ضرب وزنی فازی	۱۳۶	۳۷۲	۶۰	۳۰۶	۳۲۲	۴۲	۰	۲۶	۵۲۴	۳۸۰	۲۱۶۸
واسپاس فازی	۱۲۲	۳۵۶	۸۲	۲۸۸	۳۰۴	۲۰	۲۶	۰	۵۱۸	۳۶۴	۲۰۸۰
تاپکور فازی	۴۲۸	۲۷۴	۵۶۶	۳۳۶	۳۱۸	۵۰۲	۵۲۴	۵۱۸	۰	۳۸۶	۳۸۵۲
پرامسیس فازی	۲۶۸	۲۴۴	۴۳۴	۲۳۶	۲۲۸	۳۴۸	۳۸۰	۳۶۴	۳۸۶	۰	۲۸۸۸

نتایج نشان می دهد که روش کوکوسو فازی دارای کمترین مجموع مقادیر SCR نسبت به سایر روش‌ها است. این موضوع بیانگر آن است که نتایج حاصل از روش کوکوسو فازی بیشترین میزان همگرایی و تأیید را در میان روش‌های مورد بررسی داشته و توانسته است نوعی رتبه‌بندی مصالحه‌ای و متعادل میان نتایج روش‌های مختلف ارائه نماید. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که روش کوکوسو فازی از پایداری و قابلیت اعتماد مناسبی برای رتبه‌بندی استراتژی‌های توسعه صنعت نسل چهارم برخوردار است.

در راستای تقویت اعتبارسنجی نتایج، علاوه بر شاخصSCR، ضریب همبستگی پیرسون نیز بین نتایج رتبه‌بندی روش کوکوسو فازی و سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره محاسبه شد که نتایج در جدول ۷ ارائه شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، مجموع ضرایب همبستگی روش کوکوسو فازی نسبت به سایر روش‌ها مقدار بالاتری را نشان می‌دهد که

[1] Sum of changes in ranking (SCR)

بیانگر هم‌راستایی بیشتر نتایج این روش با سایر مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره است. این موضوع می‌تواند دلالت بر قابلیت اطمینان و استحکام مناسب نتایج روش کوکوسو فازی داشته باشد.

جدول ۷. مقایسه ضریب همبستگی پیرسون در روشهای مختلف

	کوکوسو فازی	ویکور فازی	F-ARAS	آراسکور فازی	وایسیس فازی	روش جمع وزنی فازی	روش ضرب وزنی فازی	واسپاس فازی	تاپکور فازی	پرامسیس فازی	مجموع ضرایب همبستگی پیرسون
کوکوسو فازی	۱	۰/۷۶۸۷	۰/۸۴۸۴	۰/۸۷۴۵	۰/۸۵۷	۰/۹۴۳۳	۰/۹۱۷۳	۰/۹۳۱	۰/۲۹۴۹	۰/۵۸۰۱	۸/۰۱۵۲
ویکور فازی	۰/۷۶۸۷	۱	۰/۳۷۷۵	۰/۹۷۴۱	۰/۹۸۴۶	۰/۵۶۱۵	۰/۵۰۰۴	۰/۵۳۱۹	۰/۶۷۰۴	۰/۶۴۱۳	۷/۰۱۰۴
F-ARAS	۰/۸۴۸۴	۰/۳۷۷۵	۱	۰/۵۳۴۵	۰/۵۰۰۶	۰/۹۵۸۹	۰/۹۸۳۹	۰/۹۷۴۱	-۰/۰۹۵۹	۰/۲۵۵۲	۶/۳۳۷۲
آراسکور فازی	۰/۸۷۴۵	۰/۹۷۴۱	۰/۵۳۴۵	۱	۰/۹۹۶۲	۰/۷۰۴۳	۰/۶۴۶۹	۰/۶۷۶۴	۰/۵۶۷۲	۰/۶۵۳۱	۷/۶۲۷۲
وایسیس فازی	۰/۸۵۷	۰/۹۸۴۶	۰/۵۰۰۶	۰/۹۹۶۲	۱	۰/۶۷۵۴	۰/۶۱۷۱	۰/۶۴۶۷	۰/۶۰۰۹	۰/۶۶۲۷	۷/۵۴۱۲
روش جمع وزنی فازی	۰/۹۴۳۳	۰/۵۶۱۵	۰/۹۵۸۹	۰/۷۰۴۳	۰/۶۷۵۴	۱	۰/۹۸۸۷	۰/۹۹۵۵	۰/۰۷۷۱	۰/۴۲۶۱	۷/۳۳۰۸
روش ضرب وزنی فازی	۰/۹۱۷۳	۰/۵۰۰۴	۰/۹۸۳۹	۰/۶۴۶۹	۰/۶۱۷۱	۰/۹۸۸۷	۱	۰/۹۹۶۴	۰/۰۱۵۸	۰/۳۷۱۹	۷/۰۳۸۴
واسپاس فازی	۰/۹۳۱	۰/۵۳۱۹	۰/۹۷۴۱	۰/۶۷۶۴	۰/۶۴۶۷	۰/۹۹۵۵	۰/۹۹۶۴	۱	۰/۰۴۶۷	۰/۴۰۰۴	۷/۱۹۹۱
تاپکور فازی	۰/۲۹۴۹	۰/۶۷۰۴	-۰/۰۹۵۹	۰/۵۶۷۲	۰/۶۰۰۹	۰/۰۷۷۱	۰/۰۱۵۸	۰/۰۴۶۷	۱	۰/۳۵۰۱	۳/۵۲۷۲
پرامسیس فازی	۰/۵۸۰۱	۰/۶۴۱۳	۰/۲۵۵۲	۰/۶۵۳۱	۰/۶۶۲۷	۰/۴۲۶۱	۰/۳۷۱۹	۰/۴۰۰۴	۰/۳۵۰۱	۱	۵/۳۴۰۹

۵. بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف تحلیل و اولویت‌بندی استراتژی‌های توسعه صنعت نسل چهارم در ایران با تأکید بر ارتقاء زنجیره ارزش بنگاه‌ها، با بهره‌گیری از رویکرد ترکیبی تحلیل سوات، فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی و کوکوسو فازی انجام شد و در نهایت، استراتژی‌های برتر شناسایی گردیدند. در این بخش، به بحث در خصوص نتایج به‌دست‌آمده، حوزه های اثر گذاری پژوهشی و همچنین زمینه‌های پیشنهادی برای تحقیقات آتی پرداخته می‌شود.

۵.۱. بحث در مورد نتایج

تحلیل وزن معیارهای ارزیابی استراتژی‌ها نشان داد که معیار «مؤثر بودن» با وزن ۰/۱۹۱۲ و پس از آن «ایجاد مزیت رقابتی» با وزن ۰/۱۷۱۸ بیشترین اهمیت را در ارزیابی استراتژی‌ها داشته‌اند. این یافته بیانگر آن است که خبرگان، استراتژی‌هایی را ترجیح داده‌اند که علاوه بر اثرگذاری مستقیم بر تحول صنعتی، بتوانند موقعیت رقابتی بنگاه‌های ایرانی را در بازارهای داخلی و منطقه‌ای تقویت کنند. همچنین معیار «جذابیت بازگشت سرمایه» با وزن ۰/۱۴۰۶ در رتبه سوم اهمیت قرار گرفت که نشان می‌دهد ملاحظات اقتصادی و سودآوری نیز در انتخاب استراتژی‌های توسعه‌ای نقش تعیین‌کننده‌ای دارند. همچنین، مقایسه روش کوکوسوی فازی با سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره نشان داد که این روش کمترین مقدار

SCR را در میان روش‌های مورد بررسی دارد. این موضوع بیانگر سازگاری و همخوانی بیشتر نتایج حاصل از روش کوکوسوی فازی با نتایج سایر روش‌ها و به عبارتی تایید نتایج آن توسط سایر روشها است.

بر اساس نتایج روش کوکوسوی فازی، استراتژی "توسعه آموزش هوش مصنوعی(WO2) " رتبه نخست را کسب کرده است. این نتیجه نشان می‌دهد که مهم‌ترین نیاز صنعت نسل چهارم در ایران، توسعه سرمایه انسانی متخصص و ارتقای مهارت‌های فناورانه است. کمبود نیروی انسانی ماهر در حوزه‌هایی مانند هوش مصنوعی، داده‌کاوی و اتوماسیون هوشمند، یکی از مهم‌ترین موانع تحول دیجیتال صنایع کشور محسوب می‌شود. بنابراین، سرمایه‌گذاری در آموزش و توانمندسازی نیروی انسانی می‌تواند بسترساز اجرای سایر استراتژی‌های تحول دیجیتال باشد.

از سوی دیگر، استراتژی "توسعه پلتفرم‌های اینترنت اشیا داخلی (SO1)" که رتبه دوم را کسب کرده، بیانگر اهمیت بومی‌سازی فناوری‌های کلیدی صنعت نسل چهارم است. توسعه پلتفرم‌های داخلی اینترنت اشیاء می‌تواند وابستگی فناوری کشور را کاهش داده و زمینه ایجاد اکوسیستم‌های نوآوری بومی را فراهم سازد. همچنین این استراتژی از منظر «مزیت رقابتی» و «مؤثر بودن» امتیاز بالایی کسب کرده که نشان‌دهنده ظرفیت آن در ارتقای بهره‌وری صنایع است.

استراتژی "تقویت امنیت سایبری (WO6) " نیز در رتبه ی سوم قرار گرفته‌است. این یافته اهمیت امنیت اطلاعات و حفاظت از زیرساخت‌های دیجیتال را در مسیر توسعه صنعت نسل چهارم نشان می‌دهد. با افزایش اتصال تجهیزات، اینترنت اشیاء و سیستم‌های ابری، ریسک حملات سایبری و تهدیدات امنیتی نیز افزایش می‌یابد. از این رو، موفقیت تحول دیجیتال بدون ایجاد زیرساخت‌های امن و پایدار امکان‌پذیر نخواهد بود.

در مقابل، استراتژی‌هایی مانند "اصلاح ساختار اداری (WT2)"، "همکاری علمی بین‌المللی (SO8)"، "مدیریت ریسک اقتصادی (WT6)" و "ایجاد هاب منطقه‌ای فناوری (SO3)" در رتبه‌های پایین قرار گرفته‌اند. دلیل اصلی این موضوع را می‌توان در هزینه‌های بالا، زمان‌بر بودن اجرا و ریسک‌های محیطی و سیاسی مرتبط با این استراتژی‌ها دانست. برای مثال، همکاری‌های علمی بین‌المللی در شرایط تحریم و محدودیت‌های بین‌المللی با موانع جدی مواجه است و به همین دلیل از منظر امکان‌پذیری امتیاز پایینی دریافت کرده است.

همچنین استراتژی «اصلاح ساختار اداری» اگرچه می‌تواند در بلندمدت اثرات مثبتی بر توسعه صنعتی داشته باشد، اما به دلیل پیچیدگی اجرایی، مقاومت نهادی و زمان‌بر بودن اصلاحات ساختاری، کمترین رتبه را کسب کرده است. این نتیجه نشان می‌دهد که خبرگان ترجیح داده‌اند بر استراتژی‌های عملیاتی‌تر و دارای بازده سریع‌تر تمرکز کنند.

۲.۵. حوزه های اثرگذاری پژوهش

این تحقیق با شناسایی ده نقطه قوت، ده نقطه ضعف، ده فرصت و ده تهدید، و نیز ارائه چهل استراتژی توسعه صنعت نسل چهارم، می‌تواند کمک شایانی به سیاست‌گذاران و مدیران نهادهای حاکمیتی، از جمله وزارت صنعت، معدن و تجارت، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری، سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران و اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران، در زمینه تدوین سیاست‌های صنعتی، شناسایی اولویت‌های سرمایه‌گذاری در صنعت نسل چهارم، بهبود سیاست‌های تحول دیجیتال و هوشمندسازی صنایع، و تخصیص بهینه منابع حمایتی و مالی ارائه نماید. همچنین، نتایج این تحقیق می‌تواند به بنگاه‌های صنعتی کمک کند تا زنجیره ارزش خود را بهبود بخشیده و سطح رقابت‌پذیری خود را ارتقا دهند.

از سوی دیگر، پیاده‌سازی هم‌زمان تمامی استراتژی‌ها، به دلیل محدودیت‌هایی نظیر هزینه، زمان و سایر منابع، معمولاً امکان‌پذیر نیست؛ بنابراین، لازم است استراتژی‌ها پیش از اجرا اولویت‌بندی شوند. در انتخاب استراتژی‌ها برای پیاده‌سازی، توجه به معیارهای مختلف به معنای در نظر گرفتن ابعاد گوناگون تصمیم‌گیری است. در مقابل، نادیده گرفتن برخی معیارها به منزله بی‌توجهی به بخشی از ابعاد تصمیم‌گیری خواهد بود. برای مثال، عدم توجه به معیار هزینه اجرا به این معناست که در انتخاب استراتژی‌ها، ملاحظات مالی به‌درستی لحاظ نشده است و این امر ممکن است در مرحله اجرا، مشکلاتی را در تأمین بودجه ایجاد کند.

در این تحقیق، برای نخستین بار، نه معیار مختلف به منظور ارزیابی و رتبه‌بندی استراتژی‌ها در نظر گرفته شده است. این موضوع نشان‌دهنده توجه به ابعاد مختلف پیاده‌سازی استراتژی‌ها است. بررسی مطالعات پیشین نشان می‌دهد که تاکنون هیچ‌یک از تحقیقات انجام‌شده چنین جامعیتی را در معیارهای ارزیابی و رتبه‌بندی استراتژی‌ها مدنظر قرار نداده‌اند. معیارهای انتخاب‌شده در این تحقیق می‌توانند به مدیران کمک کنند تا در فرایند انتخاب و پیاده‌سازی استراتژی‌ها، ابعاد مختلف تصمیم‌گیری را به‌صورت جامع‌تر مدنظر قرار دهند.

۳.۵. زمینه‌های تحقیقات آتی

بررسی و افزودن معیارهای دیگر برای ارزیابی و انتخاب استراتژی‌ها می‌تواند به‌عنوان زمینه‌ای برای تحقیقات آتی مطرح شود. همچنین، استفاده از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره یا روش‌های ترکیبی، از دیگر زمینه‌های پیشنهادی برای پژوهش‌های آینده است. افزون بر این، بهره‌گیری از اعداد فازی نوع دوم به‌منظور توصیف عدم‌قطعیت‌های موجود در متغیرهای بیانی نیز می‌تواند مسیر مناسبی برای تحقیقات آتی فراهم آورد.

تعارض منافع

هیچگونه تعارض منافعی در مورد این مقاله وجود ندارد.

منابع و ماخذ

ابونوری، دیبا و بهشتی‌نیا، محمدعلی. (۱۴۰۴). تدوین و اولویت‌بندی استراتژی‌های اقتصادی تأمین‌کنندگان صنعت خودرو با روش ماتریس SWOT و تحلیل QSPM: مطالعه موردی شرکت گسترش‌تک. مجله مدیریت زنجیره ارزش راهبردی، ۲(۵)، ۱- ۲۷. https://doi.org/10.22075/svcm.2025.37968.1028

شفیعی نیکابادی، محسن. (۱۴۰۴). مدلی برای شایستگی‌های کلیدی مدیران زنجیره ارزش و زنجیره تأمین. مجله مدیریت زنجیره ارزش راهبردی، ۲(۴)، ۴۰-۲۵. https://doi.org/10.22075/svcm.2025.36997.102

References

Agarwal, N., Seth, N., & Agarwal, A. (2021). Selecting Capabilities to Mitigate Supply Chain Resilience Barriers for an Industry 4.0 Manufacturing Company: An AHP-Fuzzy Topsis Approach. *Journal of Advanced Manufacturing Systems*, *21*. https://doi.org/10.1142/S0219686721500426

Agarwal, S., Kant, R., & Shankar, R. (2020). Evaluating solutions to overcome humanitarian supply chain management barriers: A hybrid fuzzy SWARA – Fuzzy WASPAS approach. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, *51*, 101838. https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101838

Ahmed Murtaza, A., Saher, A., Hamza Zafar, M., Kumayl Raza Moosavi, S., Faisal Aftab, M., & Sanfilippo, F. (2024). Paradigm shift for predictive maintenance and condition monitoring from Industry 4.0 to Industry 5.0: A systematic review, challenges and case study. *Results in Engineering*, *24*, 102935. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102935

Bakhtari, A. R., Waris, M. M., Mannan, B., Sanin, C., & Szczerbicki, E. (2020). Assessing Industry 4.0 Features Using SWOT Analysis. In P. Sitek, M. Pietranik, M. Krótkiewicz, & C. Srinilta, *Intelligent Information and Database Systems* Singapore.https://doi.org/10.1007/978-981-15-3380-8_19

Beheshtinia, M. A., Bahrami, F., Fathi, M., & Asadi, S. (2023). Evaluating and prioritizing the healthcare waste disposal center locations using a hybrid multi-criteria decision-making method. *Scientific Reports*, *13*(1), 15130. https://doi.org/10.1038/s41598-023-42455-w

Beheshtinia, M. A., Falsafi, P., Qorbani, A., & Jalinouszade, H. (2022). Evaluating and Ranking Digital Stores' Suppliers using TOPKOR Method. *International Journal of Engineering*, *35*(11), 2155–2163. https://doi.org/10.5829/ije.2022.35.11b.10

Beheshtinia, Mohammad A., Ghorbani, A., Fathi, M., Ghobakhloo, M., & Foroughi, B. (2026). Strategies for Realizing Industry 5.0 Inclusive Sustainability Goals for Sustainable Development: A Structured Framework for Overcoming Barriers and Guiding Transformation. *Business Strategy and the Environment*, *n/a*(n/a). https://doi.org/10.1002/bse.70755

Beheshtinia, M. A., & Omidi, S. (2017). A hybrid MCDM approach for performance evaluation in the banking industry. *Kybernetes*, *46*(8), 1386–1407. https://doi.org/10.1108/K-03-2017-0105

Beheshtinia, M. A., Safarzadeh, M. S., Fathi, M., Ghobakhloo, M., Al-Emran, M., & Tseng, M. L. (2025). Enhancing healthcare waste management: a novel hybrid multi-criteria decision-making method. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, *36*(5), 1095–1124. https://doi.org/10.1108/meq-09-2024-0368

Beheshtinia, M. A., Sayadinia, S., & Fathi, M. (2023). Identifying and prioritizing marketing strategies for the building energy management systems using a hybrid fuzzy MCDM technique. *Energy Science & Engineering*, *11*(11), 4324–4348. https://doi.org/10.1002/ese3.1584

Beheshtinia, M. A., Yaghobian, S. N., Fathi, M., Ghobakhloo, M., & Foroughi, B. (2025). Overcoming barriers to renewable energy adoption: A decision-making framework for strategy evaluation and implementation prioritization. *Cleaner Environmental Systems*, *18*, 100314. https://doi.org/10.1016/j.cesys.2025.100314

Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2016). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. SAGE Publications. ISBN: 9781506330198

Dadash Pour, P., Ahmed, A. A., Nazzal, M. A., & Darras, B. M. (2023). An Industry 4.0 Technology Selection Framework for Manufacturing Systems and Firms Using Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods. *Systems*, *11*(4), 192. https://doi.org/10.3390/systems11040192

Fernández, I., Puente, J., Ponte, B., & Gómez, A. (2024). Integration of AHP and fuzzy inference systems for empowering transformative journeys in organizations: Assessing the implementation of Industry 4.0 in SMEs. *Applied Intelligence*, *54*(23), 12357–12377. https://doi.org/10.1007/s10489-024-05816-0

Görçün, Ö. F., Mishra, A. R., Aytekin, A., Simic, V., & Korucuk, S. (2024). Evaluation of Industry 4.0 strategies for digital transformation in the automotive manufacturing industry using an integrated fuzzy decision-making model. *Journal of Manufacturing Systems*, *74*, 922–948. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2024.05.005

Han, L., Hou, H., Bi, Z. M., Yang, J., & Zheng, X. (2024). Functional Requirements and Supply Chain Digitalization in Industry 4.0. *Information Systems Frontiers*, *26*(6), 2273–2285. https://doi.org/10.1007/s10796-021-10173-1

Jain, V., Ajmera, P., & Davim, J. P. (2021). SWOT analysis of Industry 4.0 variables using AHP methodology and structural equation modelling. *Benchmarking: An International Journal*, *29*(7), 2147–2176. https://doi.org/10.1108/BIJ-10-2020-0546

Jena, A., & Patel, S. K. (2023). A hybrid fuzzy based approach for industry 4.0 framework implementation strategy and its sustainability in Indian automotive industry. *Journal of Cleaner Production*, *420*, 138369. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138369

Lee, J. Y., Kim, D., Choi, B., & Jiménez, A. (2023). Early evidence on how Industry 4.0 reshapes MNEs' global value chains: The role of value creation versus value capturing by headquarters and foreign subsidiaries. *Journal of International Business Studies*, *54*(4), 599–630. https://doi.org/10.1057/s41267-022-00596-6

Luborsky, M. R., & Rubinstein, R. L. (1995). Sampling in Qualitative Research: Rationale, Issues, and Methods. *Res Aging*, *17*(1), 89–113. https://doi.org/10.1177/0164027595171005

M. Abdullah, F., Al-Ahmari, A., & Anwar, S. (2023). A Hybrid Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Model for Evaluating the Influence of Industry 4.0 Technologies on Manufacturing Strategies. *Machines*, *11*, 310. https://doi.org/10.3390/machines11020310

Motallebi, S., Zandieh, M., Tabriz, A. A., & Tirkolaee, E. B. (2025). Assessing the industry 4.0 strategies for a steel supply chain: SWOT, game theory, and gap analysis. *Heliyon*, *11*(1), e41374. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e41374

Ozdemir, Y. S. (2022). A Spherical Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Model for Industry 4.0 Performance Measurement. *Axioms*, *11*(7), 325. https://doi.org/10.3390/axioms11070325

Pandey, B., & Khurana, M. K. (2026). Framework for Industry 4.0 Adoption Strategies in Indian Manufacturing Industries: A SWOT and N-ISM Approach. *Engineering Management Journal*, *38*(1), 63–80. https://doi.org/10.1080/10429247.2024.2434771

Patton, M. Q. (2015). *Qualitative Research and Evaluation Methods, Integrating Theory and Practice (4th ed.)*. Sage Publications. ISBN: 9781483301457

Rad, F. F., Oghazi, P., Palmié, M., Chirumalla, K., Pashkevich, N., Patel, P. C., & Sattari, S. (2022). Industry 4.0 and supply chain performance: A systematic literature review of the benefits, challenges, and critical success factors of 11 core technologies. *Industrial Marketing Management*, *105*, 268–293. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2022.06.009

Radhi, A. R., & Burhan, A. M. (2022). Multi-Criteria Optimization for Governmental Projects Priority Ranking Depending on Fuzzified Experts' Opinion using Hygiene Approach. *Journal of Engineering*, *28*(12), 113–124. https://doi.org/10.31026/j.eng.2022.12.08

Sedady, F., & Beheshtinia, M. A. (2019). A novel MCDM model for prioritizing the renewable power plants' construction. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, *30*(2), 383–399. https://doi.org/10.1108/MEQ-05-2018-0102

Szum, K., & Nazarko, J. (2020). Exploring the Determinants of Industry 4.0 Development Using an Extended SWOT Analysis: A Regional Study. *Energies*, *13*(22), 5972. https://doi.org/10.3390/en13225972

Ulutaş, A., Popovic, G., Radanov, P., Stanujkic, D., & Karabasevic, D. (2021). A new hybrid fuzzy PSI-PIPRECI A-CoCoSo MCDM based approach to solving the transportation company selection problem. *Technological and Economic Development of Economy*, *27*(5), 1227–1249. https://doi.org/10.3846/tede.2021.15058

Zavadskas, E., & Turskis, Z. (2010). A new additive ratio assessment (ARAS) method in multicriteria decision-making. *Technological and Economic Development of Economy 16*, 159–172. https://doi.org/10.3846/tede.2010.10