

The Conceptual Structure of Scholarly Knowledge in the Field of Science and Technology Governance in Iran: A Scientometric Analysis

Hamid Ahmadi¹ , and Fariborz Piroo² 

1. Corresponding author, Department of Knowledge and Information Science, Faculty of Social Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran. Email: hamid_ahmadi@razi.ac.ir

2. Department of Sociology, Faculty of Social Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran. Email: f.pairo@razi.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received 25 January 2024

Received in revised form 20
March 2024

Accepted 26 March 2024

Available online 30 March
2024

Keywords:

science and technology
governance,
scientometric analysis,
co-word analysis,
conceptual structure mapping,
information clustering

ABSTRACT

Objective: Science and technology governance is widely recognized as a fundamental pillar of sustainable development and national progress. It encompasses the processes of formulating, implementing, and evaluating policies and initiatives related to the development and application of science and technology at national, regional, and global levels. In Iran, the governance of science and technology has emerged as a central topic in scholarly research. However, the conceptual dimensions of this broad research field remain somewhat unclear and unstructured. This study aims to investigate how the conceptual dimensions of science and technology governance have evolved and expanded in Iran. Accordingly, the primary objective is to examine the conceptual structure of scholarly knowledge within this field in the Iranian context.

Method: This study is applied in nature and employs a scientometric approach, specifically utilizing co-word analysis methodology. The research population consists of 673 articles published between 1994 and October 2024. Data were collected from Iranian databases. For data analysis and visualization, software tools such as UCINET, NetDraw, VOSviewer, and SPSS were used.

Results: The co-word analysis of the articles published in this field yielded 3,433 distinct concepts (or keywords), with approximately 15% being highly significant (appearing more than five times). Additionally, more than 100 new concepts have emerged in the literature over the past decade. The clustering results revealed 15 independent and semi-independent thematic clusters. Based on network analysis metrics, the overall density of the conceptual network was approximately 2,145, while the connection strength between high-impact concepts ranged from 6 to 52. The highest connection scores corresponded to the most frequently occurring concepts in this domain.

Conclusions: The current study demonstrated that, due to the diversity of topics addressed in the research, this domain is extensive, multidimensional, and complex in terms of the number of concepts. Its dynamic nature, rapid technological advancements, and profound impacts on various aspects of social, economic, and environmental life have introduced emerging concepts in recent years. Additionally, the clustering of concepts in the field of science and technology governance appears multidimensional, interdisciplinary, and diverse. Given the prominence of concepts such as "policy, priority, development leadership, supportive infrastructure, public trust, scientific diplomacy, ethical regulations," and others, the influence of governance on science and technology governance is evident. This study sought to provide a clearer picture of the complex and multifaceted field of science and technology governance in Iran by examining concepts, conceptual relationships, and the network structure of this domain. The significance of this research lies in providing a foundation for better decision-making and informed policymaking in this area. This study represents a small but significant step toward a deeper understanding of the concepts of science and technology governance.

Cite this article: Ahmadi, H., & Piroo, F. (2025). The conceptual structure of scholarly knowledge in the field of science and technology governance in Iran: A scientometric analysis. *Academic Librarianship and Information Research*, 59 (1), 1-24. <http://doi.org/10.22059/jlib.2025.388209.1768>



© The Author(s).

DOI: <http://doi.org/10.22059/jlib.2025.388209.1768>

Publisher: University of Tehran.

Introduction

Governance of science and technology is considered one of the essential pillars of sustainable development and the advancement of nations. It refers to the process of designing, implementing, and monitoring policies and actions related to the development and utilization of science and technology at the national, regional, and global levels. In Iran, the governance of science and technology has emerged as a pivotal topic in scientific research. However, the conceptual dimensions of this extensive research area are somewhat unclear and fragmented. The main research question that has attracted the author's attention is: by analyzing the content of these studies in Iran, how have the conceptual dimensions of science and technology governance evolved over time? Answering this question sheds light on the dimensions and concepts introduced by researchers in related studies. Therefore, this study examines the concepts, conceptual networks, and clusters formed in research on this field in Iran using a scientometric approach and relevant techniques. In other words, the study analyzes the conceptual dimensions of research in the field of science and technology governance as a key issue, with the aim of fostering knowledge in this important area in Iran.

Method

The present research is an applied study in terms of its objective and employs a scientometric approach, utilizing co-word analysis techniques. Co-word analysis, clustering of information, and conceptual network mapping are some of the techniques used, reflecting their growing importance in scientometric analyses. These techniques serve various functions, including studying the intellectual structure of authors, researchers, and knowledge domains, as well as tracking the dynamics and progression of science. They also provide a method for analyzing conceptual relationships in texts and documents. The study's population comprises 673 articles published from 1994 to October 2024. Data collection tools include Persian databases, and the analysis and mapping processes were conducted using software such as UCINET, NetDraw, VOSviewer, and SPSS.

Results

The results of the co-word analysis on these studies led to the extraction of 3,433 concepts or keywords, with approximately 15% of the concepts having significant weight and occurring more than five times. Moreover, in the past decade, over 100 new concepts have been introduced into the literature of this research field. On the other hand, clustering results led to the formation of 15 independent and semi-independent thematic clusters, as outlined in Table 1. The findings of this study reveal a systematic clustering of concepts discussed in research on the governance of science and technology. Based on the analyses conducted using this study's methodology, 15 distinct thematic domains can be identified in this field. The clustering of the research domain in science and technology governance exhibits a multidimensional and comprehensive structure due to the complex and interdisciplinary nature of scientific and technological issues.

An analysis of the identified clusters indicates that research in science and technology in Iran covers a wide range of topics, spanning educational and economic issues to policymaking and science diplomacy. Clusters such as "Science and Technology Policy for Sustainable Scientific Leadership" and "Innovation in Products and Organizations" primarily focus on strategic and applied aspects, while clusters like "Comparative Studies of Technology and Innovation Systems" examine cross-system comparisons. This thematic diversity reflects the research literature's simultaneous attention to theoretical dimensions (including futures studies and grounded theory) and operational aspects (such as performance evaluation and technology indicators). Such a structure can assist policymakers and researchers in better understanding research priorities and the relationships between different clusters. Based on network analysis metrics, the overall concentration of the conceptual network was calculated at approximately 0.2145, indicating a relatively scattered network, with most nodes connected to only a few others. Among these, based on the degree centrality metric of social network analysis, the concepts "technology," "science and technology park," "science," "knowledge-based companies," and "innovation" were found to play the most significant roles in maintaining the cohesion of the conceptual network in this research area, with scores of 0.947, 0.743, 0.639, and 0.474, respectively. Furthermore, in the map of the field of science and technology governance, the concepts "technology," "science and technology park," "innovation," and "Iran" formed the core of the field, with scores of 0.2687, 0.2679, 0.2678, and 0.2674, respectively. The strength of connections between high-frequency concepts in this field ranged from 52 to 6, with the highest scores belonging to the most frequently occurring concepts in this domain.

Table 1. Clusters of concepts in research on science and technology governance in Iran

Clusters	The Topic of clusters	Number of concepts
1	Technological and Smart Education	11
2	Innovation System and Sustainable Development of Science and Technology in Iran	11
3	Knowledge-Based Economy with Emphasis on Technology and Organizational Knowledge Management in the Context of Modern Transformations	8
4	Measurement and Analysis of Scientometrics in Scientific and Technological Outputs	8
5	Modeling and Analysis of Organizational and Regional Innovation Systems	8
6	Policy Making and Development of Science and Technology for Sustainable Scientific Leadership	7
7	Science and Technology Policies in the Environment and Beyond	7
8	Science and Technology Diplomacy in Islamic Civilization	6
9	Analysis of International Scientific Collaborations with a Science Diplomacy Approach	6
10	Innovation in Products, Organizations, and Companies	5
11	Science and Technology Evaluation Indicators with a Focus on Information Technologies	4
12	Futures Studies and Foresight-Oriented Science Production	3
13	Performance Evaluation Based on Grounded Theory	2
14	Analysis of Social Collaboration Networks	2
15	Comparative Studies of Technology and Innovation Systems	2

Conclusions

The present study revealed that due to the breadth of topics discussed in research, this field is extensive, multifaceted, and complex in terms of the number of concepts. Its dynamism, rapid technological advancements, and their profound impacts on various aspects of social, economic, and environmental life have brought about emerging concepts in recent years. Moreover, the clustering of concepts in the field of science and technology governance is multidimensional, interdisciplinary, and diverse. It appears that the influence of governance on science and technology governance is evident, given the presence of concepts such as "policy, priority, development leadership, supportive infrastructure, public trust, scientific diplomacy, ethical regulations," and similar notions. This study aimed to provide a clearer picture of this complex and multifaceted domain in Iran by examining concepts, conceptual relationships, and the network structure of science and technology governance.

The significance of this study lies in its contribution to better decision-making and informed policymaking in this area. Science and technology governance not only aids in advancing knowledge and innovation but also plays a key role in managing social, economic, and cultural transformations. Understanding the conceptual and networked relationships in this field helps us chart clearer and more sustainable paths for the future.

With this research, a small yet significant step has been taken toward a deeper understanding of the concepts of science and technology governance. It is hoped that this effort can serve as a foundation for future research and the development of more effective policies. Our outlook on the future of this field is based on collaboration and mutual understanding among researchers, policymakers, and society.

Author Contributions

All authors contributed equally to the conceptualization of the article and writing of the original and subsequent drafts. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Data Availability Statement

Data available on request from the authors.

Acknowledgements

The authors would like to thank anonymous reviewers.

Ethical Considerations

The authors avoided data fabrication, falsification, and plagiarism, and any form of misconduct.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

ساختار مفهومی دانش پژوهی حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران: تحلیل علم سنجی

حمید احمدی^۱، و فریبرز پیرو^۲

۱. نویسنده مسئول، گروه علم اطلاعات و دانش شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: hamid_ahmadi@razi.ac.ir
۲. گروه جامعه شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. رایانامه: f.pairo@razi.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۰۶ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۱۲/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۱/۰۶ تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۱/۱۰	هدف: حکمرانی علم و فناوری به عنوان یکی از ارکان اساسی توسعه پایدار و پیشرفت کشورها محسوب می شود و به فرایند طراحی، اجرا، و نظارت بر سیاست ها و اقدامات مرتبط با توسعه و استفاده از علم و فناوری در سطح ملی، منطقه ای و جهانی اشاره دارد. در ایران حوزه حکمرانی علم و فناوری به عنوان یکی از موضوعات محوری در پژوهش های علمی مطرح شده است؛ اما ابعاد مفهومی این حوزه پژوهشی گسترده، تا حدودی ناشخص و غیر منسجم است. آنچه ذهن پژوهشگر این نوشتار به عنوان مسئله اصلی پژوهش به خود جلب کرده این است که با مطالعه محتوای این پژوهش ها در ایران، می توان پی برد که ابعاد حکمرانی علم و فناوری از لحاظ مفهومی تا به امروز چگونه در ایران بسط و گسترش پیدا کرده است؟ از این رو، هدف اصلی پژوهش ساختار مفهومی دانش پژوهی این حوزه در ایران است. روش پژوهش: پژوهش حاضر از لحاظ هدف جزء پژوهش های کاربردی است و با رویکرد علم سنجی و با روش تحلیل هم واژگانی اجرا شده است. جامعه مورد مطالعه شامل ۶۷۳ مقاله از ۱۳۷۳ تا مهر ۱۴۰۳ است. ابزار گردآوری داده ها شامل پایگاه های اطلاعاتی فارسی است و برای تجزیه و تحلیل و همچنین ترسیم نقشه ها از نرم افزارهای «یوسی آی نت»، «نت دراو» و «وس ویوئر»، و اس.پی.اس.اس استفاده شد. یافته ها: نتایج روش تحلیل هم واژگانی بر روی این پژوهش ها، منجر به استخراج ۳۴۳۳ مفهوم یا کلیدواژگان گردید و در حدود ۱۵ درصد از مفاهیم دارای وزن بالا و بیش از ۵ بار فراوانی داشته اند. همچنین در ده سال اخیر بیش از ۱۰۰ مفهوم جدید وارد ادبیات این حوزه پژوهشی شده است. از سوی دیگر، نتایج خوشه بندی منجر به تشکیل ۱۵ خوشه موضوعی مستقل و نیمه مستقل گردید. بر اساس شاخص های تحلیل شبکه، تمرکز کل شبکه مفهومی عددی در حدود ۲۱۴۵ است و قدرت پیوند بین مفاهیم بر قدرت این حوزه از عدد ۵۲ تا عدد ۶ متغیر است. بیشترین نمره پیوندها متعلق به مفاهیم پربسامد این حوزه است. نتیجه گیری: پژوهش کنونی نشان داد به دلیل گستردگی مباحث مطرح شده در پژوهش ها، این حوزه از لحاظ تعداد مفاهیم، حوزه پژوهشی گسترده، چندوجهی و پیچیده است و به علت پویایی، تحول سریع فناوری ها و تأثیرات عمیق آنها بر جنبه های مختلف زندگی اجتماعی، اقتصادی و محیطی، در چند سال اخیر مفاهیم نوظهوری را به همراه داشته است. همچنین خوشه بندی مفاهیم حوزه پژوهشی حکمرانی علم و فناوری به شکلی چندبعدی، میان رشته ای و متنوع است. به نظر می رسد با توجه به حضور مفاهیمی همچون سیاست، اولویت، راهبر توسعه، زیرساخت حمایتی، اعتماد عمومی، دیپلماسی علمی، مقررات اخلاقی و مفاهیمی از این دست، تأثیر حاکمیت بر حکمرانی علم و فناوری مشهود است. در این پژوهش، تلاش شد تا با بررسی مفاهیم، روابط مفهومی و ساختار شبکه ای حکمرانی علم و فناوری، تصویری شفاف تر از این حوزه پیچیده و چندوجهی در ایران ارائه شود. اهمیت این مطالعه در فراهم آوردن بستری برای تصمیم گیری های بهتر و سیاست گذاری های آگاهانه در این زمینه است. با این پژوهش، گامی کوچک، اما مهم در مسیر شناخت عمیق تر مفاهیم حکمرانی علم و فناوری برداشته شد.

استناد: احمدی، حمید؛ پیرو، فریبرز (۱۴۰۴). ساختار مفهومی دانش پژوهی حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران: تحلیل علم سنجی. *تحقیقات کتابداری و اطلاع رسانی دانشگاهی*، ۵۹ (۱)، ۱-۲۴. <http://doi.org/10.22059/jlib.2025.388209.1768>



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه تهران.

مقدمه

پیشرفت و توسعه علمی منجر به گسترش دانش، فهم بهتر از جهان و ارتقای فناوری‌ها می‌شود. معمولاً توسط تیم‌های پژوهشی، دانشمندان و پژوهشگران از طریق مطالعات تجربی، تحلیل‌های نظری و فعالیت‌های علمی صورت می‌گیرد. علاوه بر آن، کیفیت زندگی انسان‌ها را تسهیل می‌بخشد. همچنین دانش، فناوری و روش‌های جدید ایجاد و گسترش می‌یابند (نیکولز و پتزولد^۱، ۲۰۲۱). پیشرفت یا توسعه علمی در دوران حاضر، دیگر یک خواسته یا انتخاب نیست، بلکه یک ضرورت است که همه جوامع باید آن را محور کار خود قرار دهند. در شرایط کنونی که عصر اطلاعات و دانش را تجربه می‌کنیم، ارزش این دو مقوله بیش از هر زمان و دوره‌ای است.

در طول زمان، سیاست‌های مختلفی با هدف توسعه و به‌کارگیری علم، فناوری و نوآوری در سطح کشور اتخاذ شده است. از آنجاکه این سیاست‌ها اهداف کلانتری را دنبال می‌کنند و اجرای آنها عموماً به مصرف منابع مالی، انسانی و غیره می‌انجامد، ضروری است که اثربخشی‌شان در طول زمان ارزیابی شود تا انحراف احتمالی آنها مشخص و برطرف شود و ضمن جلوگیری از اتلاف احتمالی، منابع بیشتری نیز برای یادگیری سیاست‌ها فراهم شود (بوشهری و باقری، ۱۳۹۵). حکمرانی علم و فناوری به عنوان یکی از ارکان اساسی توسعه پایدار و پیشرفت کشورها محسوب می‌شود و به فرایند طراحی، اجرا، و نظارت بر سیاست‌ها و اقدامات مرتبط با توسعه و استفاده از علم و فناوری در سطح ملی، منطقه‌ای و جهانی اشاره دارد.

حکمرانی علم و فناوری به چارچوب‌ها، سازوکارها و فرایندهایی اشاره دارد که توسعه، اجرا و قانون‌گذاری پیشرفت‌های علمی و فناوری را هدایت می‌کنند. هدف این حکمرانی ضمن پرداختن به چالش‌های اخلاقی، اجتماعی و سیاسی، تضمین مشارکت مثبت علم و فناوری در جامعه است (آراپوستاتیس و لابوری^۲، ۲۰۲۰). این مفهوم در تلاش است تا از طریق ایجاد سازوکارهای مناسب، تولید دانش، انتقال فناوری، و استفاده از نوآوری به نحوی سامان‌دهی شود که بیشترین منافع اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی حاصل شود. به طور کلی اهداف حکمرانی علم و فناوری به توسعه پایدار، افزایش رقابت‌پذیری، تقویت نوآوری و بهبود جایگاه کشورها در اقتصاد ارتقای کیفیت زندگی با فناوری‌های پیشرفته و حوزه سلامت و آموزش و ارتباطات، عدالت علمی و اطمینان از توزیع عادلانه منابع علمی و فناوری برای همه اقشار جامعه و تقویت زیرساخت‌های امنیت ملی و مقابله با تهدیدات نوظهور مانند جنگ‌های سایبری و غیره بر می‌گردد.

یکی از جدیدترین حوزه‌های مربوط به حکمرانی، حکمرانی علم و فناوری است که قدمتی حدود دو دهه دارد که رهیافت حکمرانی را به مطالعات اجتماعی علم اضافه و حوزه جدیدی را ایجاد کرد که تفاوت‌های اساسی و قابل‌توجهی را با حوزه‌های دیگر مطالعات اجتماعی علم نظیر مطالعات علم و فناوری، جامعه‌شناسی و روانشناسی علم رقم زده است. سیاست‌گذاری علم و فناوری، رویکرد تجاری‌سازی علم و فرایند خلق ثروت از طریق علم را دنبال و حکمرانی علم، فرایندها و نحوه جهت‌دهی و راهبری علم را بررسی می‌نماید و به دنبال فهم این مسئله اصلی است که علم چگونه راهبری و جهت‌دهی می‌شود (قلی‌پور، ۱۴۰۰). مطالعه فرایند سیاست‌گذاری علم و فناوری می‌تواند با فراهم نمودن شرایط تبیین و ارزیابی سیاست‌های اتخاذ شده در این حوزه، آگاهی سیاست‌گذاران، دانشگاهیان و سایر ذی‌نفعان را در این حوزه بهبود داده و به توسعه اقتصادی، اجتماعی و رقابت‌پذیری بین‌المللی یک کشور با ایجاد حلقه‌های بازخورد و یادگیری در سطوح مختلف سیاستی اعم از فراملی، ملی و منطقه‌ای کمک می‌نماید. بر این اساس، سیاست‌گذاری علم و فناوری و مفیاهم، رویکردها و ابزارهای مختلف آن رشد قابل‌توجهی را شاهد بوده اسیت (حاجی‌حسینی، کریم‌میان، ۱۳۹۸).

تولید علم در ادبیات جمهوری اسلامی ایران نیز جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده، به طوری که نهضت تولید علم و جنبش نرم‌افزاری ذهن تمام سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان امور علمی و پژوهشی را به خود مشغول نموده و در اسناد بالادستی از جمله: سیاست‌های کلی علم و فناوری، نقشیه جامع علمی کشور، سند چشم‌انداز ۱۴۰۴، قوانین بودجه سنواتی و برنامه‌های توسعه پنج ساله کشور

^۱. Nichols & Petzold

^۲. Arapostathis & Laborie

مورد تأکید قرار گرفته است. بر این اساس، در سال‌های اخیر در ایران حوزه حکمرانی علم و فناوری به عنوان یکی از موضوعات محوری در پژوهش‌های علمی، رساله‌ها و پایان‌نامه‌های تحصیلی، کتاب‌ها و غیره مطرح شده است و همچنین همایش‌هایی در این حوزه انجام شده است. تحلیل محتوای و دانش‌پژوهی این پژوهش‌ها باعث می‌شود چارچوب مفهومی و ابعاد آن را بهتر و مهمتر از آن، دیدگاه پژوهشگرانی ایرانی در این حوزه را شناسایی کنیم.

تحلیل محتوا با رویکرد علم‌سنجی و روش‌های آن باعث می‌شود چارچوب مفهومی و ابعاد آن را بهتر و مهمتر از آن، دیدگاه پژوهشگرانی ایرانی در این حوزه را شناسایی کنیم. در این میان، تحلیل هم‌واژگانی یا هم‌رخدادی واژگان یکی از فنون علم‌سنجی است که شامل تجزیه و تحلیل آماری از مقالات و مستندات منتشر شده بر اساس واژه‌های کلیدی است (عباسی و همکاران، ۱۴۰۰). هم‌رخدادی کلیدواژه‌ها میزان ارتباط میان یک مجموعه مدارک را نشان می‌دهد و با مقایسه نقشه‌های حاصل در بازه زمانی مشخص، پویایی علم در زمینه موضوع مورد مطالعه معلوم می‌شود. (مدیتاتی و همکاران، ۲۰۱۸) همچنین کاربردهای دیگر آن، ترسیم شبکه مفهومی، تحلیل مفاهیم متون، کشف الگوهای برجسته و رویدادهای نوظهور مفهومی و به بیان ساده، شناخت مفاهیم پرکاربرد در یک حوزه علمی است (احمدی و عصاره، ۱۳۹۶). به طور کلی، تحلیل هم‌واژگانی یک روش علم‌سنجی است که برای مطالعه روابط بین کلمات کلیدی یا اصطلاحات در مجموعه‌ای از متون، مانند مقالات علمی، گزارش‌ها یا سایر اسناد به کار می‌رود. این روش به شناسایی الگوها، موضوعات و روندها در یک حوزه خاص کمک می‌کند و از طریق تحلیل میزان هم‌رخدادی کلمات یا اصطلاحات در اسناد یکسان، ساختار فکری یک حوزه را آشکار می‌سازد. در این روش، با تحلیل کلمات کلیدی پرتکرار، می‌توان حوزه‌های پژوهشی نوظهور یا روندهای جدید را شناسایی، مفاهیم و موضوعات را خوشه بندی و ساختار فکری و روابط مفهومی در یک حوزه پژوهشی را درک کرد. همچنین ارتباطات بین موضوعات از رشته‌های مختلف را شناسایی و به واسطه آن می‌توان پی برد که یک حوزه پژوهشی تا چه حد مورد مطالعه قرار گرفته و شکاف‌های موجود در آن را شناسایی کرد.

آنچه ذهن پژوهشگران این نوشتار به عنوان مسئله اصلی پژوهش به خود جلب کرده این است که با مطالعه محتوای این پژوهش‌ها در ایران، می‌توان پی برد که ابعاد حکمرانی علم و فناوری از لحاظ مفهومی تا به امروز چگونه در ایران بسط و گسترش پیدا کرده است؟ به عبارتی، بر اساس محتوای پژوهش‌ها، ساختار مفهومی یا واژگانی حکمرانی علم و فناوری در ایران چگونه است؟ پاسخ به این پرسش تا حدود زیادی ابعاد و مفاهیم مطرح شده طبق آنچه که پژوهشگران در پژوهش‌های مرتبط با این حوزه انجام دادند روشن می‌کند. به عبارتی این پژوهش انعکاسی از آنچه در ایران در مورد این حوزه پژوهش شده را نمایان می‌سازد. لذا در این پژوهش مفاهیم، شبکه مفهومی و خوشه‌های مفهومی شکل گرفته در پژوهش‌های این حوزه در ایران با رویکرد علم‌سنجی و با تکنیک‌های آن مورد پژوهش قرار می‌گیرد. به عبارتی، ابعاد مفهومی پژوهش‌های حوزه حکمرانی علم و فناوری به عنوان مسئله اصلی با هدف دانش‌پژوهی این حوزه با اهمیت در ایران، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. به منظور دست یافتن به هدف فوق و پاسخ پرسش اصلی، پرسش‌های زیر مطرح می‌شود:

۱. مفاهیم پربسامد در پژوهش‌های حوزه پژوهشی حکمرانی علم و فناوری در ایران چه مفاهیمی هستند؟
۲. مفاهیم نوظهور در ادبیات حوزه پژوهشی حکمرانی علم و فناوری در ایران چه مفاهیمی هستند؟
۳. خوشه‌بندی هوشمند مفاهیم حوزه پژوهشی حکمرانی علم و فناوری در ایران شامل چند خوشه است؟
۴. ساختار شبکه مفهومی دانش حوزه پژوهشی حکمرانی علم و فناوری در ایران چگونه ترسیم شده است؟
۵. زوج‌های برتر هم‌رخدادی در شبکه مفهومی حوزه حکمرانی علم و فناوری چه مفاهیمی هستند؟

پیشینه پژوهش

حکمرانی علم و فناوری به بررسی روندها، رویکردها و مفاهیمی می‌پردازد که به تدریج این حوزه را شکل داده‌اند. حکمرانی علم و فناوری به عنوان یک حوزه میان‌رشته‌ای در تعامل با علوم اجتماعی، علوم سیاست‌گذاری، و فناوری، به مطالعه نظام‌ها و فرایندهای مرتبط با تولید، انتشار، استفاده و نظارت بر دانش و فناوری می‌پردازد. این حوزه تقریباً سه دوره تاریخی را سپری کرده

است: دوره پیش‌نویس: در این دوره، حکمرانی علم و فناوری بیشتر به صورت غیررسمی و تحت تأثیر نهادهای مذهبی، فرهنگی و سیاسی انجام می‌شد. علم و فناوری عموماً در خدمت اهداف خاص مانند کشاورزی یا نظامی بود، دوره نوین: با ظهور انقلاب صنعتی و پیشرفت‌های علمی، نهادهای حکمرانی رسمی مانند دانشگاه‌ها، انجمن‌های علمی و دولت‌ها به طور فعال در توسعه و مدیریت علم و فناوری مشارکت کردند و دوره معاصر: در دهه‌های اخیر، پیچیدگی‌های فناوری‌های نوظهور (مانند هوش مصنوعی، بیوتکنولوژی و فناوری‌های کوانتومی) و تأثیرات جهانی آنها، رویکردهای چندوجهی و میان‌رشته‌ای را در حکمرانی ضروری کرده است (گزارش علوم یونسکو^۱، ۲۰۲۱).

جستجو در ابعاد حوزه مورد پژوهش در ایران و خارج نشان داد تاکنون پژوهشی با روش‌ها و فنون علم‌سنجی در حوزه این انجام نشده است؛ اما چندین پژوهش ابعاد و مفاهیم مرتبط با حوزه حکمرانی علم فناوری با روش این پژوهش و سایر روش‌های دیگری مورد مطالعه قرار داده اند. این پژوهش‌ها به شرح زیر تشریحی می‌گردد.

قلی‌پور و عبیری (۱۴۰۱) در پژوهشی با روش مروری ۴۸ مدرک مرتبط با حوزه حکمرانی علم در سطح بین‌المللی را با هدف شناسایی گستره آن مورد مطالعه قرار دادند. یافته‌های آنها حاکی از آن است که تمرکز مطالعات بر مشارکت عمومی و جنبه‌های نظریه سیاسی حکمرانی علم و چالش‌های اخلاقی پیشرفت‌های علم و فناوری بود. روش تحلیلی-توصیفی و بعد از آن مطالعه موردی پرکاربردترین روش در پژوهش‌های حکمرانی علم بوده است. همچنین کشور انگلستان و پس از آن هلند دو کشوری هستند که بیشترین انتشار را در این حوزه داشته‌اند. از نظر زمانی رشد تولیدات علمی در دو دهه اخیر فزاینده بوده است و این امر نشان می‌دهد که ادبیات علمی این حوزه به تدریج در حال تکامل و غنی شدن است. اخلاق حکمرانی علم و نظریه سیاسی حکمرانی علم دو ضلع از این حوزه بوده‌اند که بیشترین آثار درباره آنها بوده است. نظریه حکمرانی علم، ابزارها و روش‌ها و اقتصاد و مالیه پژوهش اضلاعی بوده‌اند که کمتر به آنها پرداخته شده است و هنوز به غنای نظری و تجربی چندانی نرسیده‌اند. در پژوهش‌های انجام شده کمتر از روش‌های تجربی استفاده شده است و این نشان می‌دهد که این حوزه این ظرفیت را دارد که با به‌کارگیری طرح‌ها و روش‌های پژوهشی تجربی، بر غنای نظری و عملی آن افزوده شود.

پژوهش آرای و عسکری (۱۴۰۲) اخیراً با هدف بررسی و ارزیابی وضعیت موجود حکمرانی علم و فناوری و ارائه دلالت‌های سیاست‌گذارانه و راه‌حل‌های عملیاتی مبتنی بر اسناد بالادستی معطوف به تحقق مفاد بیانیه گام دوم انقلاب اسلامی با روش توصیفی-تحلیلی و از طریق مطالعات اسنادی و کتابخانه‌ای انجام داده‌اند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد بر اساس گزارش‌های پایگاه‌های معتبر علمی به رغم تحریم‌های مالی و علمی گسترده علیه جمهوری اسلامی ایران از اول انقلاب تاکنون، پیشرفت و رشد تولیدات و استنادات علمی و فناوریانه کشور در سطوح منطقه‌ای و بین‌المللی در حوزه‌های مختلف حکمرانی شتابان و قابل توجه بوده است. آنها در این پژوهش تأکید دارند که برای نیل به مرجعیت علمی در چهل سال دوم انقلاب اسلامی بایستی شاخص‌های کیفی تولید علم، تقویت دیپلماسی فعالانه و کنشگرانه علمی و فناوری، توازن مطلوب بین تولیدات علمی و شاخص‌های کسب‌وکار و نوآوری، تقویت بازار محصولات فناوریانه، اتخاذ سازوکار و تسهیل انتقال فناوری و نیز افزایش سهم بخش خصوصی و غیردولتی در هزینه‌های تحقیق و توسعه کشور صورت پذیرد.

در پژوهشی دیگر، احمدی و پرهام‌نیا (۱۴۰۳) حوزه پژوهش‌های مرجعیت علمی در ایران را به منظور تحلیل ساختار مفهومی این پژوهش‌ها مورد بررسی قرار دادند. این پژوهش با روش‌های تحلیل هم‌واژگانی، خوشه‌بندی اطلاعات و تحلیل شبکه اجتماعی انجام شده است و جامعه آماری آن شامل شامل کلیه مدارک علمی اعم از مقاله‌های فارسی، کتاب‌ها، پایان‌نامه‌های تحصیلی و پروژه‌های تحقیقاتی است. نتایج نشان می‌دهد که حوزه مرجعیت علمی، پژوهش‌های این حوزه در ایران هنوز جوان است و دایره گستره پیوند آن به جز چند مفهوم در حوزه دینی، در سایر حوزه‌ها کمتر مورد پژوهش قرار گرفته است؛ اما بعد از مطرح شدن آن توسط مقام معظم رهبری، در سال‌های اخیر پژوهش‌های مرتبط با آن تا حدودی رشد داشته است؛ ولی دامنه آن گسترده نیست. این وضعیت در نقشه‌های به دست آمده به‌خوبی مشهود است. بیشتر مفاهیم به دست آمده در محور تبیین و ابعاد نظری مرجعیت علمی بوده است. در این میان، پژوهشگران از روایات، احادیث و آیات قرآن در تبیین مرجعیت علمی در ایران

^۱. Unesco Science Report

سود برده‌اند. در مجموع این پژوهش تصویر کلانی مفهومی از حوزه مرجعیت علمی را ارائه می‌دهد. از لحاظ زمینه موضوعی این پژوهش به حوزه حکمرانی علم و فناوری بسیار نزدیک است و تا حدودی می‌توان از نتایج و یافته‌های آن در جهت تبیین مفهومی حوزه حکمرانی علم و فناوری بهره جست.

احمدی (۱۴۰۳) در پژوهشی با عنوان «تحلیل و ترسیم مفهومی پژوهش‌های مرتبط با نقشه جامع علمی کشور» با هدف تحلیل و ترسیم ساختار مفهومی پژوهش‌های مرتبط با نقشه جامع علمی به عنوان سندی برای توسعه، به منظور بررسی محتوای این پژوهش‌ها و کمک به بازنگری سند در آینده مورد مطالعه قرار داده است. پژوهش حاضر بر اساس رویکرد علم‌سنجی با روش‌های تحلیل هم‌واژگانی، خوشه‌بندی اطلاعات و تحلیل شبکه اجتماعی انجام شده است. یافته‌های این پژوهش شامل مفاهیم پر بسامد، خوشه‌بندی مفاهیم و شبکه مفهومی است و نتایج حاکی از این است مفاهیم مرتبط با پژوهش‌های مرتبط با نقشه جامع علمی کشور و خوشه‌های تشکیل شده متنوع بوده و طیف نسبتاً گسترده‌ای از مقوله‌ها را شامل می‌شود. شبکه مفهومی مرتبط با این سند شبکه‌ای متراکم است و مفاهیم در ارتباط قابل قبولی با هم هستند و همگرایی مفهومی در آن وجود دارد. این پژوهش تصویر کلانی از مفاهیم و مقوله‌های که در نقد و بررسی آن انجام شده است را نشان داد. با توجه به این که نقشه جامع علمی کشور سندی راهبردی در علم و فناوری کشور است، می‌توان از نتایج آن در تبیین حوزه حکمرانی علم و فناوری بهره‌برداری کرد.

علاوه بر این، سه پژوهش فوق که با روش و زمینه مورد مطالعه مقاله حاضر نزدیک‌تر است، کوثری و علیزاده (۱۳۹۸) مطالعه تطبیقی وضعیت حکمرانی علم، فناوری و نوآوری در ایران و کشورهای منتخب را مورد مطالعه قرار دادند. این پژوهش که با روش مطالعه کتابخانه انجام شده است، نتایج آن نشان می‌دهد سه کشور پرتغال، نروژ و ژاپن از منظر سه شاخص تفکیک نهادی، ساز و کار هماهنگی و نحوه تأمین مالی مورد بررسی تطبیقی با ایران قرار گرفتند. این پژوهش در پایان نیز با توجه به نتایج تحقیق، پیشنهادهایی جهت تدوین الگوی حکمرانی نظام علم، فناوری و نوآوری ایران ارائه می‌دهد. همچنین حاجی‌حسینی و کریم میان (۱۳۹۸) در مطالعه «فرایند سیاست‌گذاری و حکمرانی علم، فناوری و نوآوری» را با روش کتابخانه مورد تبیین قرار دادند. آنها در این پژوهش حوزه علم، فناوری و نوآوری به عنوان یکی از مهمترین مسائل عمومی که بر جامعه و رقابت‌پذیری ملی آن اثرگذار است متأثر از مداخلات مستقیم و غیرمستقیم دولت می‌دانند. همچنین نتایج آنها حاکی از این است که در عرصه سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری، مفهوم حکمرانی به علت پرداختن به نقش‌ها و تعاملات نقش‌آفرینان که منجر به سیاست‌گذاری می‌شود همواره در کنار فرایند سیاست‌گذاری مورد توجه پژوهشگران و سیاست‌گذاران بوده است. این مقاله ضمن بررسی مبانی و مفاهیم سیاست‌گذاری عمومی و حکمرانی، دلالت‌های این دو حوزه نظری در فضای علم، فناوری و نوآوری را مورد توجه قرار داده و با مطالعه موردی بخش فاوا گوشه‌ای از کاربرد این مباحث را نیز به تصویر کشیده است.

بررسی پیشینه‌های مطالعات حوزه حکمرانی علم و فناوری نشان می‌دهد که این حوزه به عنوان یکی از مباحث کلیدی در سیاست‌گذاری عمومی و توسعه ملی مطرح شده است. همچنین بدون یک چارچوب حکمرانی مؤثر، دستیابی به اهداف توسعه پایدار، عدالت اجتماعی و رقابت‌پذیری جهانی دشوار خواهد بود. در مجموع، پیشینه‌های پژوهشی این حوزه مطالعاتی حاکی از این است که این حوزه نیازمند تعامل مستمر میان پژوهشگران، سیاست‌گذاران و جامعه برای توسعه رویکردهای جامع‌تر و پایدارتر است.

روشناسی

این پژوهش از نوع کاربردی است و از فنون حوزه علم‌سنجی استفاده شده است. تحلیل هم‌واژگانی یا هم‌رخدادی واژگان خوشه‌بندی اطلاعات و شبکه مفهومی از جمله این فنون است که نمایانگر اهمیت روزافزون آن در تحلیل‌های حوزه علم‌سنجی است و دارای کارکردهای متعددی از جمله مطالعه ساختار فکری نویسندگان، پژوهشگران، حوزه‌های دانش‌پژوهی، پویایی و حرکت علم و دانش و همچنین روشی برای تحلیل روابط مفهومی در متون و اسناد است (احمدی و عصاره، ۱۳۹۶).

در پژوهش حاضر برای تحلیل شبکه مفهومی از شاخص‌های تحلیل شبکه اجتماعی استفاده شد. شاخص‌های تحلیل شبکه اجتماعی بر اساس شبکه انسانی است و شامل شاخص مرکزیت درجه، مرکزیت بینابینی، شاخص مرکزیت نزدیکی و بردار ویژه^۱ است (Fu et al, 2018). در این پژوهش از شاخص مرکزیت درجه و مرکزیت بینابینی برای پی بردن به مفاهیم تأثیرگذار بر روی نقشه مفهومی استفاده شد. همچنین خوشه‌بندی مفاهیم بر اساس روش کی منس^۲ است (سلیمانی‌نژاد و سلاجقه (۱۳۹۷).

جامعه مورد مطالعه این پژوهش شامل مقاله‌های فارسی تا آذر ماه ۱۴۰۳ است. برای گردآوری داده‌ها از پایگاه‌های اطلاعاتی مانند «پایگاه تخصصی نور، بانک اطلاعات نشریات کشور، پایگاه استنادی جهان اسلام و پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی»^۳، استفاده شد. برای بازیابی مدارک مرتبط با حوزه حکمرانی علم و فناوری، از تمام راهکارهای جستجو اعم از پیشرفته، ساده و مروری و بعضاً متن‌کاوی نیمه خودکار برای بازیابی مقالات مرتبط استفاده گردید. در مرحله اول در مجموع تمام پایگاه‌ها حدود ۱۴۰۰ مقاله استخراج شد. در مرحله بعدی با روش‌های معمول در نرم‌افزار Word و Excel همپوشانی آنها برطرف گردید. در نهایت، ۶۷۳ مقاله کاملاً مرتبط با دانش حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران در این پژوهش انتخاب شد. ملاک انتخاب، کیفیت داده برای تحلیل دقیق حوزه بوده و از نمونه‌گیری استفاده نشده است. مراحل اجرا پژوهش در چند گام به شرح زیر است:

گام اول: برای استخراج مفاهیم از مدارک، دو روش وجود دارد: روش نخست، تحلیل محتوای دستی و روش دوم، متن‌کاوی خودکار. در روش دستی، واژگان و مفاهیم به صورت یک‌جا از عنوان، چکیده و کلیدواژگان توصیفگر استخراج می‌شوند. در پژوهش حاضر، از روش متن‌کاوی نیمه‌خودکار (تلفیقی) برای گردآوری داده‌های مورد نیاز استفاده شد.

گام دوم: آماده‌سازی و انتخاب نهایی مفاهیم، در این مرحله، معمولاً چهار عمل صورت می‌گیرد شامل یکدست‌سازی واژه‌ها، برچسب‌گذاری، تهیه سیاهه کلمات بازدارنده و انتخاب روش و عملی که به وسیله آن از میان واژه‌های استخراج شده اولیه، مفاهیم یا کلیدواژه‌های مهم انتخاب شود. برای تبدیل واژگان به مفاهیم و انتخاب نهایی در مرحله بعدی، از روشی با نام C-value استفاده شده است. روش C-value از جمله روش‌هایی است که تلفیقی از روش‌های زبانی و آماری را برای استخراج واژه‌های ترکیبی استفاده می‌کند. در پژوهش حاضر از روش زبانی C-value شامل برچسب‌گذاری بخشی از کلام، پالایه زبانی و سیاهه بازدارنده استفاده شد. برچسب‌گذاری بخشی از کلام، شامل اختصاص دادن برچسب‌های گرامری (نظیر اسم، صفت، فعل، حرف اضافه، ضمیر و ...) به هر واژه در متن است (احمدی و پرهام‌نیا، ۱۴۰۳). در این روش، سه پالایه زبانی در رابطه ۱ در نظر گرفته شده است:

1. Noun+Noun

2. (Adj|Noun)+Noun

3. ((Adj|Noun) + ((Adj|Noun) * (Noun preposition)?) (Adj|Noun) * Noun

بر اساس این پالایه‌ها، واژگان و یا کلیدواژگانی که در مرحله قبل به دست آمده بودند، از طریق آنها نمایه‌سازی مفهومی شد و در واقع، برخی از واژگان، تبدیل به مفاهیم ترکیبی شدند. به عبارتی، برای مفهوم‌سازی برخی از مفاهیم از این سه پالایه زبانی استفاده گردید.

گام سوم: در گام سوم برای ترسیم نقشه‌ها و خوشه‌بندی‌ها از ماتریس هم‌رخدادی واژگان استفاده شد. تحلیل ویژگی‌ها و شاخص‌های ماتریس هم‌رخدادی مهمترین مرحله از تحلیل هم‌رخدادی واژگان است. در این پژوهش از طریق نرم‌افزار راور ماتریس^۴ ماتریس‌های هم‌رخدادی مفاهیم یا واژگان استخراج شد

گام چهارم: رتبه‌بندی مفاهیم، خوشه‌بندی، تحلیل و ترسیم نقشه یا شبکه مفهومی با داده‌های هم‌رخدادی،

1. Degree, Betweness, Closeness, Eigenvector (Centrality)

2. K-means

3. Noormags, Magiran, ISC, Scientific Information Database (SID)

4. Ravar_matrix

تجزیه و تحلیل داده‌ها در چند مرحله و با هدف پاسخگویی به پرسش‌های پژوهش انجام شد. در این فرآیند، تغییر فرمت و تبدیل داده‌ها متناسب با هر پرسش صورت گرفت و در برخی موارد از نرم‌افزارهای تخصصی استفاده گردید. برای نمونه، به‌منظور پاسخ به پرسش اول و تعیین فراوانی مفاهیم، از نرم‌افزار «راور ماتریس» بهره گرفته شد و همچنین ماتریس هم‌رخدادی با همین نرم‌افزار ایجاد گردید. در مرحله خوشه‌بندی و محاسبه وزن مفاهیم (تعیین مفاهیم متناظر)، از یک ماتریس متقارن ۱۴۱×۱۴۱ با حداقل بسامد ۱۰ به عنوان نقطه برش استفاده شد. سپس، با کمک نرم‌افزار «نت‌دراو»، فرمت خروجی نرم‌افزار «ووس‌ویور» استخراج گردید تا خوشه‌های با کیفیتی استخراج شود. همچنین برای تهیه نقشه‌های مفهومی از یک ماتریس متقارن دیگری ۲۵۶×۲۵۶ استفاده شد. علاوه بر این، برای محاسبه شاخص درجه از بخش تحلیل شبکه در نرم‌افزار «یو.سی.آی.نت» استفاده شد. در نهایت، با انجام محاسبات و تحلیل‌های آماری، داده‌ها در قالب جداول و نقشه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند و پاسخ پرسش‌های پژوهش تحلیل شد.

یافته‌های پژوهش

پرسش اول: مفاهیم پربسامد در پژوهش‌های حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران چه مفاهیمی هستند؟

یکی از یافته‌های این پژوهش، رصد مفاهیم مرتبط با این حوزه در ایران است. بر این اساس، نتایج روش تحلیل هم‌واژگانی بر روی این پژوهش‌ها، منجر به استخراج ۳۴۳۳ مفهوم یا کلیدواژگان گردید. در جدول ۱، مفاهیم با فراوانی بالا آن ارائه شده است. در این میان، بیش از ۷۵ درصد مفاهیم فقط یک بار در پژوهش‌ها ظاهر شدند.

جدول ۱. مفاهیم پربسامد پژوهش‌های حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران

فراوانی	مفاهیم	فراوانی	مفاهیم	فراوانی	مفاهیم	فراوانی	مفاهیم
۳۰	پروانه‌های ثبت اختراع	۳۸	اسناد بالادستی	۶۴	توسعه	۲۷۶	علم و فناوری
۳۰	تکنولوژی	۳۸	اقتصاد مقاومتی	۶۲	تولید علم	۲۴۳	علم
۳۰	توسعه فناوری	۳۸	آینده‌نگاری	۵۶	آموزش عالی	۲۰۸	شرکت‌های دانش‌بنیان
۳۰	چارچوب انتظام بخش	۳۸	تجاری‌سازی	۵۰	مرکز رشد	۱۸۴	نوآوری
۳۰	سیاست‌گذاری عمومی	۳۸	عملکرد نوآورانه	۴۸	ارزیابی علم و فناوری	۱۷۶	ایران
۳۰	فرصت‌ها	۳۶	سیاست	۴۸	شبکه‌های همکاری	۱۷۴	فناوری و نوآوری
۳۰	مدل‌سازی معادلات ساختاری	۳۶	شاخص‌های علم و فناوری	۴۸	فناوری اطلاعات	۱۶۸	سیاست‌گذاری علم و فناوری
۳۰	نظام ملی نوآوری	۳۶	نظام نوآوری منطقه‌ای	۴۸	قدرت نرم	۱۴۲	پارک علم و فناوری
۳۰	نظام نوآوری	۳۶	نگاشت نهادی	۴۶	ارزیابی عملکرد	۱۲۸	دیپلماسی علم و فناوری
۳۰	نوآوری سازمانی	۳۶	نوآوری باز	۴۶	مقالات	۱۰۲	همکاری علمی
۳۰	هوش مصنوعی	۳۴	الگو علم و فناوری	۴۶	همکاری‌های علمی بین‌المللی	۱۰۰	علم‌سنجی
۲۸	برنامه‌های توسعه	۳۴	تمدن اسلامی	۴۲	اخلاق	۹۲	مدیریت دانش
۲۸	توسعه پایدار	۳۲	توسعه علم و فناوری	۴۲	اقتصاد دانش‌بنیان	۹۰	سیاست علم و فناوری
۲۸	توسعه علمی	۳۲	فناوری اطلاعات و ارتباطات	۴۲	راهبرد	۸۴	آموزش
۲۸	توسعه نوآوری	۳۰	اخلاق سیاست‌گذاری	۴۲	یادگیری	۷۸	آینده‌پژوهی
۲۸	فناوری‌های نوین ارتباطی	۳۰	اخلاق کاربردی	۴۰	شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری	۷۶	فناوری‌های نوین

در جدول ۱، بیشترین فراوانی مفاهیم مربوط به مفهوم «علم و فناوری»، مفهوم «علم»، همکاری علمی، شرکت‌های دانش‌بنیان، سیاست‌گذاری علم و فناوری، پارک علم و فناوری، دیپلماسی علم و فناوری، علم‌سنجی، مدیریت دانش، سیاست علم

پرسش دوم: مفاهیم نوظهور در ادبیات حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران چه مفاهیمی هستند؟

در شکل ۱، ۱۰۱ مفهوم جدید که به نحوی به دفعات با مفهوم حکمرانی علم و فناوری در ایران هم‌رخدادی داشته‌اند، مشاهده می‌شود. برای شناسایی مفاهیم نوظهور در حوزه حکمرانی علم و فناوری، تحلیل زمانی انجام شد. در این راستا، کلیه مفاهیم مورد بررسی در سه بازه زمانی متمایز دسته‌بندی شدند: دوره اولیه (از ابتدا تا سال ۱۳۸۰)، دوره دوم (۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰) و دوره آخر (۱۳۹۰ تا ۱۴۰۳). سپس هر دوره به صورت نظام‌مند با دو دوره دیگر مورد مقایسه تطبیقی قرار گرفت. برای انجام این تحلیل، از مجموعه نرم‌افزارهای آفیس بهره گرفته شد. پس از انجام پردازش‌های متعدد و اعمال تغییرات لازم در ساختار داده‌ها، مفاهیمی که منحصرأ در دوره متأخر (۱۳۹۰-۱۴۰۳) ظاهر شده و در دو دوره قبلی حضور نداشتند، به عنوان مفاهیم نوظهور شناسایی و استخراج شدند. برای تجسم بهتر این تحولات مفهومی، داده‌های حاصل در قالب ماتریس‌های تحلیلی سازماندهی شدند. در نهایت، با استفاده از نرم‌افزار تخصصی ووس، ویور، نقشه‌های شبکه‌ای از تحولات مفهومی، ترسیم گردید که به صورت

بصری ظهور و بروز مفاهیم جدید در دوره متأخر را نمایش می‌دهد. در سال‌های اخیر این مفاهیم مسئله اصلی پژوهش نویسندگان بوده‌اند و در دانشگاه‌ها نیز مورد بحث و نقد است. برخی از این مفاهیم فقط ۱ الی ۲ بار در پژوهش‌ها مطرح شده‌اند و تعدادی از این مفاهیم در خوشه‌بندی‌ها این حوزه نقش کلیدی دارند.

پرسش سوم: خوشه‌بندی هوشمند مفاهیم حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران شامل چند خوشه است؟

در ادامه نتایج مربوط به تحلیل مفاهیم این حوزه در ایران، به منظور شناسایی الگوی رایج ارتباطات مفهومی در مدارک مورد بررسی و درک کلی از موضوع‌های حاکم بر آنها، خوشه‌های مفهومی مرتبط با پژوهش‌ها مورد بررسی قرار گرفت و شناسایی شدند. در جدول ۲ نمونه‌هایی از نتایج خوشه‌بندی مشاهده می‌شود.

جدول ۲ نمونه‌ای از خروجی خوشه‌بندی مفاهیم پژوهش‌های حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران (خوشه اول و دوم) با نرم‌افزار ووس ویور

خوشه	وزن	محور Y	محور X	مفاهیم	کد مفاهیم
۱	۴۸	۳۱۲۴	۴۹۵	آموزش	۱
۱	۳۰	۳۹۱	۲۹۱۷	فناوری‌های نوین	۱۰۵
۱	۲۸	۳۰۴۱	۳۷۷۵	یادگیری	۱۳۷
۱	۲۰	۳۷۳۸	۴۰۴۵	دانش آموزان	۶۷
۱	۱۸	۳۸۵۵	۵۸۸۵	پیشرفت	۵۲
۱	۱۸	۲۷۵۲	۴۶۳۳	هوش مصنوعی	۱۳۶
۱	۱۴	۲۹۱۷	۲۲۹۹	آموزش و پرورش	۳۶
۱	۱۴	۲۹۵۹	۴۹۵	فضای مجازی	۹۹
۱	۱۴	۱۴	۴۰۹۲	فناوری نوین	۱۰۳
۱	۱۰	۷۰۵۵	۷۳۱۵	الگو	۸
۱	۸	۳۱۱	۴۵۴	نظام آموزش عالی	۱۲۱
۲	۱۰۴	۶۰۳۴	۶۳۸۷	علم و فناوری	۹۲
۲	۷۶	۵۳۷۲	۵۲۴۳	ایران	۴۶
۲	۲۲	۷۳۴۵	۴۸۹۶	تجاری‌سازی	۱۲
۲	۲۰	۷۶۲۱	۷۱۶	نگاشت نهادی	۱۳۷
۲	۱۶	۸۵۸۶	۵۰۱۲	توسعه فناوری	۶۳
۲	۱۶	۶۹۱۷	۵۵۱۴	نظام ملی نوآوری	۱۲۳
۲	۱۴	۴۸۲۱	۵۷۳	اسناد بالادستی	۴۲
۲	۱۴	۶۸۷۶	۷۶۶۴	سناریو	۷۶
۲	۱۰	۳۸۹۷	۹	رشد اقتصادی	۷۵
۲	۱۰	۵۱۲۴	۷۷۰۹	محیط زیست	۱۱۲
۲	۸	۶۷۶۶	۸۲۵	نظام علم و فناوری	۱۲۲

نتایج خوشه‌بندی منجر به تشکیل ۱۵ خوشه اصلی برای مفاهیم حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران گردید. استخراج این خوشه‌ها حاصل ماتریس هم‌رخدادی ۱۴۰ مفهوم با حداقل ۱۰ بسامد است. دلیل انتخاب این تعداد بسامد استخراج خوشه‌های با کیفیت است. نحوی نام‌گذاری خوشه‌ها بر اساس مفهوم غالب یا چند مفهوم با وزن بالا است. به عنوان مثال، در خوشه اول به دلیل این‌که مفهوم «آموزش» دارای وزن بالایی بوده، نام این خوشه ممکن است مباحث حوزه آموزش فناوریانه و هوشمند باشد. در این میان، سایر مفاهیم که در خوشه‌ها دارای وزن بیشتری دارند در نظر گرفته می‌شوند. به دلیل حجم مقاله ذکر تمام مشخصات کلیه خوشه‌ها مقدور نیست. در جدول ۳ نتایج تمام خوشه‌ها ارائه شده است.

جدول ۳. خوشه‌های شکل گرفته مفاهیم پژوهش‌های حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران

خوشه‌ها	نام خوشه	تعداد مفاهیم	مفاهیم پر وزن	وزن مفاهیم
۱	آموزش فناورانه و هوشمند	۱۱	آموزش	۴۸
			فناوری‌های نوین	۳۰
			یادگیری	۲۸
			دانش آموزان	۲۰
			پیشرفت	۱۸
			هوش مصنوعی	۱۸
			آموزش و پرورش	۱۴
			فضای مجازی	۱۴
			فناوری نوین	۱۴
			الگو	۱۰
			نظام آموزش عالی	۸
۲	نظام نوآوری و توسعه علم و فناوری پایدار در ایران	۱۱	علم و فناوری	۱۰۴
			ایران	۷۶
			تجاری‌سازی	۲۲
			نگاشت نهادی	۲۰
			توسعه فناوری	۱۶
			نظام ملی نوآوری	۱۶
			اسناد بالادستی	۱۴
			سناریو	۱۴
			رشد اقتصادی	۱۰
			محیط زیست	۱۰
			نظام علم و فناوری	۸
			مدیریت دانش	۳۸
			اقتصاد دانش بنیان	۲۴
۳	اقتصاد دانش محور با تکیه بر فناوری و مدیریت دانش سازمانی در بستر تحولات نوین	۸	اقتصاد مقاومتی	۲۰
			راهبرد	۱۸
			اینترنت	۱۴
			تکنولوژی	۱۰
			فرهنگ سازمانی	۱۰
			فناوری‌های نوین ارتباطی	۸
			علم سنجی	۵۶
			مقالات	۳۴
۴	سنجش و تحلیل علم سنجی تولیدات علمی و فناورانه	۸	تولیدات علمی	۳۰
			هم‌تألیفی	۳۰
			پروانه‌های ثبت اختراع	۲۶
			تحلیل استنادی	۲۶
			تحلیل محتوا	۱۸
			رابطه علم و فناوری	۱۴
			نوآوری	۸۰
			مدل‌سازی ساختاری تفسیری	۴۰

۳۰	تحلیل عاملی تاییدی	۸	مدلسازی و تحلیل نظام‌های نوآوری سازمانی و منطقه‌ای	۵
۲۴	نوآوری باز			
۲۰	مدل‌سازی معادلات ساختاری			
۲۰	نظام نوآوری منطقه‌ای			
۱۰	عملکرد شرکت			
۶	عوامل سازمانی			
۸۶	سیاست‌گذاری علم و فناوری	۷	سیاست‌گذاری و توسعه علم و فناوری برای مرجعیت علمی پایدار	۶
۳۲	آموزش عالی			
۱۶	توسعه علمی			
۱۶	نظام نوآوری			
۱۲	توسعه علم و فناوری			
۱۲	مرجعیت علمی			
۱۰	اخلاق			
۸	توسعه پایدار			
۱۲۸	پارک علم و فناوری	۷	سیاست‌های علم و فناوری در محیط‌زیست و غیره	۷
۹۲	شرکت‌های دانش بنیان			
۳۶	مراکز رشد			
۱۴	دانشگاه			
۱۴	کارآفرینی			
۱۴	نوآوری سازمانی			
۱۲	عملکرد سازمانی			
۲۳۶	فناوری	۶	دیپلماسی علم و فناوری در تمدن اسلام	۸
۱۳۰	علم			
۳۰	دیپلماسی			
۲۴	همکاری‌های علمی			
۲۰	تمدن اسلامی			
۱۶	دیپلماسی علمی			
۶۰	دیپلماسی علم و فناوری	۶	تحلیل همکاری‌های علمی بین‌المللی با رویکرد دیپلماسی علم	۹
۲۴	قدرت نرم			
۲۲	همکاری‌های علمی بین‌المللی			
۱۸	تحلیل مضمون			
۱۸	دلفی فازی			
16	فراترکیب			
۲۸	سیاست علم و فناوری	۵	نوآوری در محصولات ، سازمان‌ها و شرکت‌ها	۱۰
۲۸	عملکرد نوآورانه			
۱۲	فناوری اطلاعات و ارتباطات			
۱۰	انتشارات علمی			
۸	ارزیابی سیاست			
۳۸	ارزیابی علم و فناوری	۴	شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری با تکیه به فناوری‌های اطلاعاتی	۱۱
۳۰	شاخص‌های علم و فناوری			
۲۲	فناوری اطلاعات			
۲۰	ارزیابی			

۱۲	آینده پژوهی و تولید علم آینده‌نگر	۳	آینده پژوهی	۴۲
			تولید علم	۳۸
			آینده نگاری	۱۸
۱۳	ارزیابی عملکرد مبتنی بر نظریه داده‌بنیاد	۲	ارزیابی عملکرد	۲۴
			نظریه داده‌بنیاد	۱۸
۱۴	تحلیل شبکه‌های همکاری اجتماعی	۲	تحلیل شبکه اجتماعی	۸
			شبکه‌های همکاری	۶
۱۵	مطالعات تطبیقی فناوری و نظام‌های نوآوری	۲	فناوری و نوآوری	۸۲
			مطالعه تطبیقی	۱۰

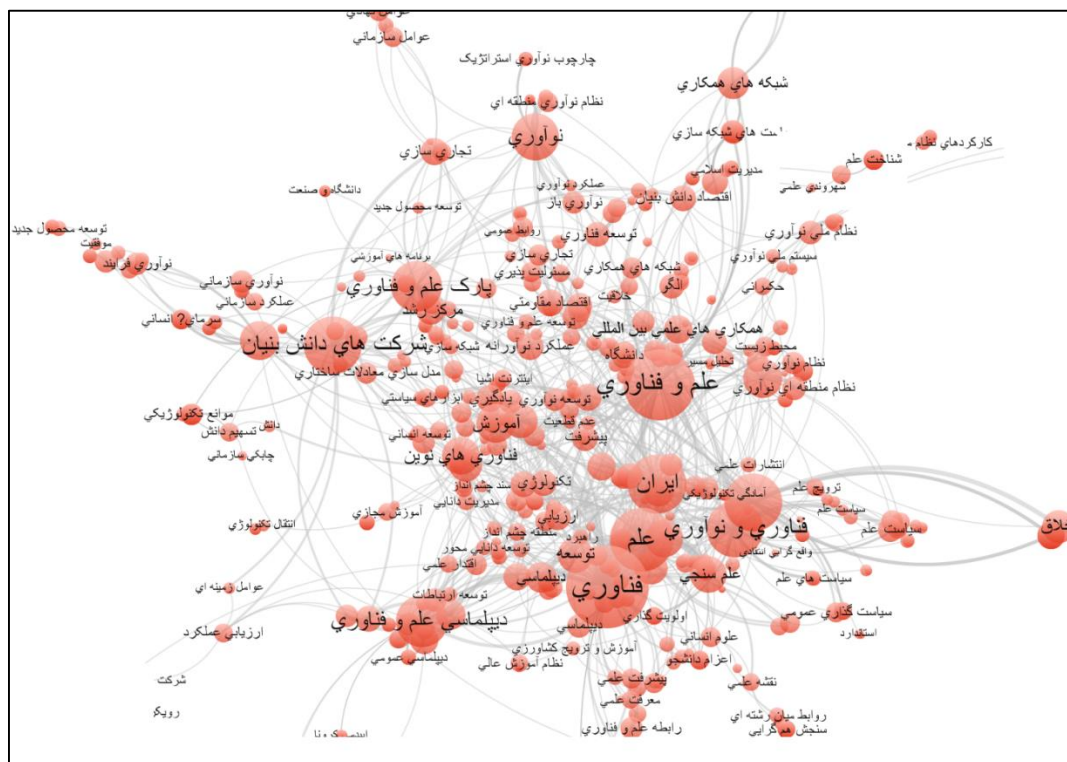
روش خوشه‌بندی این پژوهش منجر به استخراج ۱۵ خوشه در حوزه دانش پژوهی حکمرانی علم و فناوری در ایران گردید. گستردگی و میان‌رشته‌ای بودن این حوزه پژوهشی با این تعداد خوشه موضوعی معنادار است. به عبارتی، این الگوریتم توانسته داده‌ها را بر اساس شباهت درونی به گروه‌های مشخص تقسیم کند. وزن خوشه‌ها معمولاً به تعداد نقاط داده‌ای که در هر خوشه قرار گرفته‌اند اشاره دارد. جدول فوق به خوشه‌های موضوعی در حوزه‌های علم، فناوری و نوآوری می‌پردازد که هر کدام بر اساس مفاهیم کلیدی، وزن مفاهیم و تعداد آنها دسته‌بندی شده‌اند. خوشه‌های اصلی شامل «آموزش فناوری و هوشمند»، «نظام نوآوری و توسعه علم و فناوری پایدار در ایران»، «اقتصاد دانش‌محور»، و «دیپلماسی علم و فناوری در تمدن اسلامی» هستند که هر یک به ترتیب بر مفاهیمی مانند هوش مصنوعی، تجاری‌سازی فناوری، مدیریت دانش، و همکاری‌های علمی بین‌المللی تمرکز دارند. وزن مفاهیم در هر خوشه نشان‌دهنده اهمیت نسبی آنهاست. برای مثال، در خوشه «دیپلماسی علم و فناوری»، مفاهیم «فناوری» (با وزن ۲۳۶) و «علم» (با وزن ۱۳۰) بیشترین تأثیر را دارند، در حالی که خوشه‌های دیگر مانند «ارزیابی عملکرد مبتنی بر نظریه داده‌بنیاد» یا «تحلیل شبکه‌های همکاری اجتماعی» با تعداد مفاهیم کمتر و وزن پایین‌تر، حوزه‌های تخصصی‌تری را پوشش می‌دهند.

پرسش چهارم: ساختار شبکه مفهومی پژوهش‌های حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران چگونه ترسیم شده است؟

به منظور درک روشن‌تری از روابط مفاهیم در پژوهشی حکمرانی علم و فناوری در ایران، با ابزارها و شیوه‌های مختلف نقشه‌ی مفهومی این حوزه ترسیم شد. روابط مفاهیم بر اساس شاخص هم‌رخدادی در اسناد این حوزه، پردازش شده و از طریق تکنیک ماتریس‌سازی به دست آمده است. در شکل ۲ نقشه شبکه مفهومی این حوزه با حداکثر ارتباطات نمایش داده شده است.

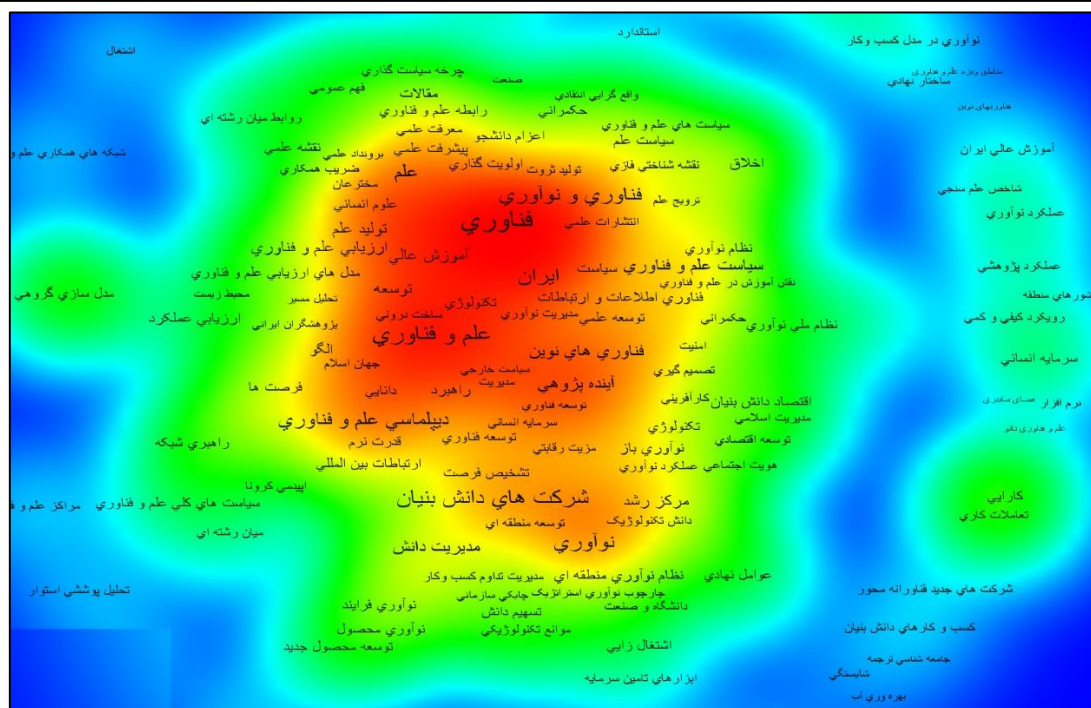
نقشه شبکه مفهومی شکل گرفته شامل گره‌ها (رأس‌ها) و لبه‌ها (یال‌ها) است. هر گره یک مفهوم یا کلیدواژه است که اندازه آن بستگی به فراوانی و دریافت لینک دارد و اندازه لبه‌ها نشان دهند قدرت لینک با سایر گره‌ها دارد. گره‌ها نشان‌دهنده واژگان یا مفاهیم کلیدی هستند. گره‌هایی که در مرکز شبکه قرار دارند، اغلب نقش پل ارتباطی بین مفاهیم مختلف ایفا می‌کنند. ضخامت لبه‌ها بیانگر تعداد هم‌رخدادی مفاهیم است و لبه‌های ضخیم‌تر نشان‌دهنده ارتباط قوی یا هم‌رخدادی بیشتر بین مفاهیم هستند. طول لبه‌ها در این نقشه نشان‌دهنده ارتباط قوی‌تر یا نزدیکی معنایی بیشتر بین مفاهیم هستند. بر اساس شاخص درجه، مفاهیم «فناوری» (۹۴۷)، «پارک علم و فناوری» (۷۴۳)، «علم» (۶۳۹)، «شرکت‌های دانش‌بنیان» (۴۷۴) و «نوآوری» بیشترین تأثیر را در انسجام شبکه مفهومی دارند. این مفاهیم بیشترین ارتباط مستقیم دارند و معمولاً مفاهیم پرکاربرد یا عمومی هستند. تمرکز شبکه بر اساس شاخص درجه در حدود ۹۰۵ است. برخی مفاهیم به عنوان پل ارتباطی عمل می‌کنند و نقش کلیدی در اتصال موضوعات مختلف دارند. در شبکه فوق، مفاهیم فناوری با نمره ۱۵،۷۹، سیاست‌گذاری علم و فناوری با نمره ۶،۹۴ و دیپلماسی علم و فناوری با ۴،۱۵ براساس شاخص بینابینی تحلیل شبکه اجتماعی بیشترین نقش در روابط بین مفاهیم دارند. شاخص کل شبکه از لحاظ شاخص بینابینی ۱۵،۵۴ است. این عدد نشان‌دهنده این است که تقریباً حدود ۱۵ درصد از مفاهیم درون شبکه توانسته‌اند بر اساس این شاخص پل ارتباطی بین مفاهیم باشند. از دیدگاه دیگری، برخی از مفاهیم به همه گره‌های دیگر نزدیک‌تر هستند و معمولاً به عنوان هسته معنایی یا موضوعی شبکه شناخته می‌شوند. در نقشه حوزه حکمرانی علم و فناوری

مفاهیم فناوری، پارک علم و فناوری، و نوآوری و ایران به ترتیب با نمرات: ۲,۶۸۷, ۲,۶۷۹, ۲,۶۸۷ و ۲,۶۷۴ هسته اصلی معنایی این حوزه را تشکیل می‌دهد. با این وصف، تمرکز کل شبکه مفهومی عددی حدود ۲۱۴۵ است که تا عدد ۱ فاصله زیادی دارند. به عبارت دیگر، شبکه نسبتاً پراکنده است و اکثر گره‌ها به تعداد کمی از گره‌های دیگر متصل هستند.



شکل ۲. نقشه شبکه مفهومی پژوهش‌های حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران بر اساس تحلیل هم‌واژگانی

جهت مشخص کردن نواحی داغ در شبکه مفهومی حوزه حکمرانی علم و فناوری نقشه چگالی در شکل ۳ ارائه می‌شود. نقشه چگالی زیر برای شناسایی مفاهیم کلیدی در این حوزه نمایش داده شده است. در روی نقشه، چگالی بالا با رنگ قرمز و تا حدی زرد هستند و چگالی پایین با رنگ‌های آبی سردتر مشاهده می‌شود. در این نقشه، میزان تجمع مفاهیم در یک فضای معنایی را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، مفاهیم داغ حوزه پژوهشی در وسط نقشه با رنگ قرمز مشخص هستند که همان مفاهیم پر تکرار هستند. زوج‌های مفهومی نقش معناداری در نقشه شبکه مفهومی دارند. در ادامه یافته‌ها به آن پرداخته می‌شود.



شکل ۳. نقشه چگالی (تراکمی) پژوهش‌های حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران بر اساس تحلیل هم‌واژگانی

پرسش پنجم، زوج‌های برتر هم‌رخدادی در شبکه مفهومی حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران چه مفاهیمی هستند؟

در پاسخ به پرسش پنجم بر اساس آنچه که در شبکه مفهومی حوزه پژوهشی حکمرانی علم و فناوری به دست آمد، تعدادی از مفاهیم این حوزه دارای بیشترین هم‌رخدادی یا همایی در شبکه مفهومی این حوزه هستند. در جدول ۴ تعداد ۱۸ هم‌رخدادی که دارای پیوند هستند، ارائه شده است.

جدول ۴. هم‌رخدادی مفاهیم پژوهش‌های حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران

هم‌رخدادی مفاهیم	قدرت پیوند	هم‌رخدادی مفاهیم	قدرت پیوند
علم**فناوری	۵۲	نظام منطقه‌ای نوآوری**سیاست علم و فناوری	۸
علم‌سنجی**همکاری علمی	۳۸	سیاست‌گذاری علم و فناوری**اخلاق	۸
آموزش**فناوری	۳۴	پارک علم و فناوری**شرکت‌های دانش‌بنیان	۸
فناوری**دیپلماسی	۱۵	دیپلماسی**علم	۸
ارزیابی علم و فناوری**شاخص‌های علم و فناوری	۱۵	فناوری اطلاعات**نیروهای پیشران	۶
فناوری**یادگیری	۱۰	آموزش**تکنولوژی	۶
قدرت نرم**قدرت سخت	۱۰	توسعه**فناوری	۶
علم***فناوری و نوآوری	۱۰	تجاری‌سازی**علم و فناوری	۶
سیاست علم**فناوری و نوآوری	۸	رشد اقتصادی**توسعه فناوری	۶

همان‌طور که مشاهده می‌شود، قدرت پیوندها بین ۶ تا ۵۲ متغیر است. بیشترین نمره پیوندها متعلق به مفاهیم پرسامد این حوزه است. مقیاس قدرت پیوندها از صفر تا ۱۰۰ است. هرچه به این اعداد به ۱۰۰ نزدیک‌تر باشند، نشان‌دهنده ارتباط مفهومی قدرتمندی هستند و بر عکس آن، بیانگر ارتباط ضعیف دو مفهوم با هم در مدارک است. در این میان، هم‌رخدادی علم و فناوری با قدرت پیوند ۵۶، همکاری علمی با قدرت پیوند ۳۸ و همین‌طور، آموزش و فناوری با نمره ۲۴ دارای بیشترین هم‌رخدادی هستند.

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف تحلیل دانش‌پژوهی حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران انجام شد و نتایجی به دست آمد. به دلیل گستردگی مباحث مطرح شده در پژوهش‌ها، مشخص گردید که این حوزه از لحاظ تعداد مفاهیم، حوزه پژوهشی چندوجهی و پیچیده است. نتایج یافته‌های به دست آمده در سؤال اول پژوهش حاکی از این است چندین مفهوم دارای فراوانی بالایی در پژوهش‌های داخلی است. در این باره می‌توان به مفاهیم کلیدی همچون «سیاست‌گذاری علم و فناوری» اشاره کرد. این مفهوم که شامل تدوین و اجرای خطمشی‌ها، راهبردها و برنامه‌های برای توسعه، ترویج و تنظیم فعالیت‌های علمی و فناوری در راستای اهداف ملی و اجتماعی است، به تعداد زیاد مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است.

حکمرانی علم و سیاست‌گذاری عمیقاً با سازوکارهای حاکمیتی طراحی شده‌اند تا اطمینان حاصل شود که پیشرفت‌های علمی به طور مؤثری در تصمیم‌گیری‌های سیاستی ادغام می‌شوند. این ادغام برای اتخاذ تصمیمات آگاهانه، معتبر و شفاف بسیار مهم است (گبل^۱ و همکاران، ۲۰۲۴). این نتیجه با برخی از مفاهیم پژوهش احمدی (۱۴۰۳) همسو است. وی در پژوهش خود مفاهیم «سیاست‌گذاری علم، آینده‌نگری فناوری، آینده‌نگری علم، تولید علم، سیاست‌گذاری فناوری و توسعه علمی» را به عنوان مفاهیم کلیدی در نقشه جامع علمی کشور شناسایی کرد. همچنین مفاهیم «شرکتهای دانش‌بنیان، پارک علم و فناوری، دیپلماسی علم و فناوری، همکاری علمی، آینده‌پژوهی و فناوری‌های نوین» از جمله مفاهیم کلیدی و کاربردی این حوزه برای حکمرانی علم و فناوری در جامعه است. این مباحث می‌تواند بخشی از مدیریت علم و فناوری باشد. اخلاق علم و فناوری، ارزیابی فناوری، نوآوری در علم و فناوری، انتقال فناوری، امنیت علم و فناوری از جمله مباحث کلیدی این حوزه است که با بسامد زیاد به عنوان محورهای مورد تبیین پژوهشگران در مقالات داخلی حضور پیدا کردند. احمدی و پرهام نیا (۱۴۰۳) در پژوهش خود مفهوم «دیپلماسی علم» را یکی از مفاهیم کلیدی حوزه مرجعیت علمی شناسایی کردند. این مفاهیم به صورت مجزا عمل نمی‌کنند، بلکه ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر دارند و بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند. به عنوان مثال، سیاست‌گذاری علم و فناوری می‌تواند بر مدیریت علم و فناوری، اخلاق و فناوری، ارزیابی فناوری تأثیر بگذارد. همچنین نوآوری و انتقال فناوری می‌تواند تحت تأثیر سیاست‌های علم و فناوری و عوامل اخلاقی و امنیتی قرار بگیرد.

این پژوهش نشان داد برخی از مفاهیم در ده سال اخیر وارد ادبیات این حوزه پژوهشی شده‌اند. مفاهیم نوظهور در حوزه حکمرانی علم و فناوری به علت پویایی، تحول سریع فناوری‌ها و تأثیرات عمیق آنها بر جنبه‌های مختلف زندگی اجتماعی، اقتصادی و محیطی پدید آمده‌اند. این مفاهیم به دنبال پاسخ‌گویی به چالش‌های جدید و فرصت‌های پیش روی جامعه جهانی هستند که از پیشرفت‌های فناوری و علم ناشی می‌شوند. دلایل ظهور این مفاهیم می‌تواند شامل تحولات سریع فناوری‌های پیشرفته، چالش‌های اخلاقی و اجتماعی، تأثیرات گسترده فناوری بر زندگی، توسعه پایدار، تغییرات اقلیمی و گسترش جهانی‌سازی باشد. بنابراین، مفاهیم نوظهور در حکمرانی علم و فناوری پاسخی به پیچیدگی‌های ناشی از توسعه فناوری‌های پیشرفته و تغییرات سریع جهانی است. قرونه و همکاران (۱۴۰۱) موضوعات نوظهور را حاصل بذره‌های تغییر می‌دانند و در مرحله اول به صورت ایده‌ها، نوآوری‌ها و رخدادها مطرح می‌شوند و قابلیت توسعه را دارند و مغایر با پارادایم یا چارچوب مرسوم هستند.

تحلیل داده‌ها با روش‌شناسی این پژوهش منجر به شناسایی ۱۵ حوزه موضوعی متمایز شد. خوشه‌بندی حوزه پژوهشی حکمرانی علم و فناوری، به دلیل ماهیت پیچیده و میان‌رشته‌ای مسائل علمی و فناورانه، از ساختاری چندبعدی و جامع برخوردار است. تحلیل خوشه‌های شناسایی شده حاکی از آن است که پژوهش‌های حوزه علم و فناوری در ایران طیف گسترده‌ای از موضوعات را شامل می‌شود که از مباحث آموزشی و اقتصادی تا سیاست‌گذاری و دیپلماسی علمی را دربرمی‌گیرد. خوشه‌هایی نظیر «سیاست‌گذاری علم و فناوری برای مرجعیت علمی پایدار» و «نوآوری در محصولات و سازمان‌ها» عمدتاً بر جنبه‌های راهبردی و کاربردی تمرکز دارند؛ در حالی که خوشه‌هایی مانند «مطالعات تطبیقی فناوری و نظام‌های نوآوری» به بررسی مقایسه‌ای بین نظام‌های مختلف می‌پردازند. این تنوع موضوعی نشان‌دهنده توجه توأمان ادبیات پژوهش به ابعاد نظری (از جمله

¹. Gaebel

آینده‌پژوهی و نظریه داده‌بنیاد) و جنبه‌های عملیاتی (مانند ارزیابی عملکرد و شاخص‌های فناوری) است. چنین ساختاری می‌تواند به سیاست‌گذاران و پژوهشگران در درک بهتر اولویت‌های پژوهشی و روابط بین خوشه‌های مختلف یاری رساند.

یافته‌های این پژوهش از جهاتی با نتایج تحقیق قلی‌پور و عبیری (۱۴۰۱) در مورد ابعاد و قلمرو حکمرانی علم و فناوری همخوانی دارد. همچنین، تنوع موضوعی مشاهده‌شده در خوشه‌ها را می‌توان متأثر از عوامل متعددی دانست، از جمله: چالش‌های جهانی و مسائل دیپلماسی (آراپوستاتیس و لایوری، ۲۰۲۰)، حاکمیت آینده‌نگر در مدیریت علم و فناوری (خوئژائو^۱ و همکاران، ۲۰۲۰)، مشارکت عمومی و فرآیندهای دموکراتیک (راسل^۲، ۲۰۱۳)، نوآوری‌های نهادی و فناورانه (بخاری و سئونگوان^۳، ۲۰۲۴) و همچنین ملاحظات توسعه اقتصادی و اجتماعی (لی و سو^۴، ۲۰۱۵). تحلیل شبکه مفهومی پژوهش‌های حوزه حکمرانی علم و فناوری، تصویر روشنی از ساختار و روابط بین مفاهیم کلیدی این حوزه ارائه می‌دهد. شبکه تشکیل شده از گره‌ها (مفاهیم) و لبه‌ها (روابط) نشان‌دهنده یک سیستم پیچیده دانشی است که در آن برخی مفاهیم نقش محوری و قانونی ایفا می‌کنند. شبکه مفهومی حوزه نشان داد که مفاهیم آن نه تنها پرتکرارترین عناصر در ادبیات پژوهشی هستند، بلکه بیشترین ارتباطات را با سایر مفاهیم برقرار کرده‌اند و در واقع ستون‌های اصلی ساختار دانش این حوزه محسوب می‌شوند.

نقش حیاتی برخی مفاهیم به عنوان «پل‌های دانشی» از طریق شاخص بینایی آشکار شده است. مفاهیم «فناوری» «سیاست‌گذاری علم و فناوری» و «دیپلماسی علم و فناوری» به عنوان مهمترین مفاهیم واسطه عمل می‌کنند که ارتباط بین خوشه‌های مختلف موضوعی را تسهیل می‌نمایند. این یافته حاکی از آن است که این مفاهیم، حلقه‌های اتصال بین حوزه‌های تخصصی‌تر را تشکیل می‌دهند. تحلیل چگالی شبکه، نشان‌دهنده وجود چندین «منطقه داغ» پژوهشی است که حول مفاهیم محوری شکل گرفته‌اند. تمرکز شبکه بر اساس شاخص درجه و شاخص نزدیکی نشان‌دهنده ساختاری نسبتاً پراکنده با تمرکز بر چند مفهوم اصلی است. این الگو حاکی از آن است که اگرچه پژوهش‌های این حوزه از تنوع موضوعی برخوردارند، اما حول محورهای مشخصی متمرکز شده‌اند. همچنین مفاهیم کلیدی «فناوری»، «پارک علم و فناوری»، «نوآوری» و «ایران» با بالاترین نمرات نزدیکی به عنوان هسته معنایی شبکه شناسایی شده‌اند. در حوزه پژوهشی حکمرانی علم و فناوری مفاهیم زیادی هم‌رخدادی داشته‌اند. در این میان مفهوم علم و فناوری به تعداد زیادی در اسناد هم‌رخدادی داشته‌اند. نتیجه با هم‌آیی این دو مقوله ناشی از تنیدگی تعامل و تأثیر متقابل این دو حوزه، پیشرفت متقابل، کاربردی کردن دانش علمی و تسریع پیشرفت فناوری در علم می‌تواند باشد. یافته‌های این مقوله از پژوهش در هم‌رخدادی: علم و فناوری، فناوری و دیپلماسی، دیپلماسی و علم، آموزش و تکنولوژی علم-فناوری و نوآوری، سیاست علم - فناوری و نوآوری تا حدودی با پژوهش‌های قلی‌پور و عبیری (۱۴۰۱)، چاپرک و حاجی حسینی (۱۳۹۵) و زیبا کلام و احمدی (۱۳۹۰) همسو است.

نتایج این پژوهش نشان‌دهنده ساختار پیچیده و چندلایه حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران است که حول محور مفاهیم کلیدی «فناوری»، «سیاست‌گذاری علم و فناوری» و «نوآوری» سازمان یافته است. تحلیل شبکه مفهومی مؤید نقش محوری این مفاهیم به عنوان هسته‌های معنایی و پل‌های ارتباطی بین خوشه‌های موضوعی مختلف است. یافته‌ها حاکی از آن است که ادبیات پژوهشی این حوزه از یک سو، بر جنبه‌های راهبردی و کاربردی (مانند پارک‌های علم و فناوری و شرکت‌های دانش‌بنیان) و از سوی دیگر، بر مباحث نظری و سیاستی (مانند دیپلماسی علمی و آینده‌پژوهی) تمرکز دارد. ظهور مفاهیم نوظهور در این شبکه نشان‌دهنده پویایی و پاسخگویی این حوزه به تحولات سریع فناورانه و چالش‌های جهانی است. این ساختار شبکه‌ای، ضمن نشان دادن انسجام نسبی حوزه، شکاف‌های پژوهشی موجود و فرصت‌های تحقیقاتی آینده را برای توسعه مرزهای دانش در حکمرانی علم و فناوری نمایان می‌سازد.

¹. Xuezhao

². Russell

³. Bokhari & Seunghwan

⁴. Lee & Su

حکمرانی علم و فناوری به عنوان یکی از اولویت‌های کلیدی مسئولان کشور، به‌ویژه شورای انقلاب فرهنگی تلقی شده است. این شورا به عنوان متولی سیاست علمی و فرهنگی کشور، به دنبال افزایش گفتمان در این مسئله است، هدف از این گفتمان‌ها، ایجاد زیر ساخت‌های لازم، افزایش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، و سیاست‌گذاری‌های دقیق است. در دو دهه گذشته حوزه حکمرانی علم و فناوری یکی از حوزه‌های مورد پژوهش بوده است. در این مدت ما شاهد پژوهش‌های زیادی بوده‌ایم که در قالب‌های متعددی منتشر شده‌اند. در این میان تحلیل محتوای این پژوهش‌ها دارای نکات مهمی هستند که با روش‌ها و شیوه‌های مختلف قابل تجزیه و تحلیل است. در این پژوهش، تلاش شد تا با بررسی مفاهیم، روابط مفهومی و ساختار شبکه‌ای حکمرانی علم و فناوری، تصویری شفاف‌تر از این حوزه پیچیده و چندوجهی در ایران ارائه شود. اهمیت این مطالعه در فراهم آوردن بستری برای تصمیم‌گیری‌های بهتر و سیاست‌گذاری‌های آگاهانه در این زمینه است. حکمرانی علم و فناوری نه تنها به پیشبرد دانش و نوآوری کمک می‌کند، بلکه نقشی کلیدی در مدیریت تحولات اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی ایفا می‌کند. درک روابط مفهومی و شبکه‌ای این حوزه به ما کمک می‌کند تا بتوانیم مسیرهایی روشن‌تر و پایدارتر برای آینده ترسیم کنیم. با این پژوهش، گامی کوچک، اما مهم در مسیر شناخت عمیق‌تر مفاهیم حکمرانی علم و فناوری برداشته شد. امید است این تلاش بتواند به عنوان پایه‌ای برای تحقیقات آینده و توسعه سیاست‌های مؤثرتر مورد استفاده قرار گیرد. نگاه ما به آینده این حوزه، نگاهی مبتنی بر همکاری و درک متقابل میان پژوهشگران، سیاست‌گذاران و جامعه است.

پیشنهادهای اجرایی

با هدف عملیاتی‌سازی نتایج پژوهش حاضر، کمک به توسعه سیاست‌گذاری هوشمند، ارتقای سرمایه انسانی و افزایش تعاملات جهانی در حوزه حکمرانی علم و فناوری، پیشنهادهای اجرایی و کاربردی زیر ارائه می‌شوند:

۱. ایجاد شبکه‌های ملی و میان‌رشته‌ای همکاری علم و فناوری
با توجه به اهمیت همکاری‌های علمی و شکل‌گیری خوشه‌های مفهومی متنوع، توصیه می‌شود که بسترهای شبکه‌سازی میان دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و صنایع در حوزه علم و فناوری تقویت شود تا انتقال دانش و تجربیات سرعت یابد و پروژه‌های مشترک شکل گیرد.
۲. تعمیق سیاست‌گذاری مبتنی بر ارزیابی مستمر و داده‌محور
با توجه به نقش جدی سیاست‌گذاری و لزوم ارزیابی اثربخشی سیاست‌ها، پیشنهاد می‌شود که ساختارهای تصمیم‌گیری، برنامه‌ها و اقدامات حوزه علم و فناوری را با استفاده از شاخص‌ها و معیارهای علم‌سنجی شفاف و به‌روز، به صورت منظم مورد پایش و بازنگری قرار گیرند تا انحراف از اهداف شناسایی و اصلاح گردد.
۳. توسعه زیرساخت‌های فناوری، آموزش فناورانه و سرمایه انسانی آینده‌نگر
با توجه به ظهور مفاهیم نوینی مانند هوش مصنوعی و آموزش فناورانه، سرمایه‌گذاری هدفمند در توسعه زیرساخت‌های فناوری و بازنگری برنامه‌های آموزشی جهت ارتقای مهارت‌های فناورانه نیروی انسانی لازم است تا پاسخگوی نیازهای آینده‌محور کشور باشند.
۴. تقویت دیپلماسی علمی و فناوری و بهره‌گیری از ظرفیت‌های بین‌المللی
گسترش تعاملات علمی و فناورانه بین‌المللی و توجه ویژه به «دیپلماسی علم و فناوری» می‌تواند به توسعه پایدار کمک کند. ایجاد چارچوب‌های حمایتی برای مشارکت فعال در شبکه‌های علمی جهانی، جذب همکاری‌های خارجی و افزایش تأثیرگذاری منطقه‌ای و بین‌المللی ایران در حوزه علم و فناوری، از اقدامات کلیدی است.

ملاحظات اخلاقی

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان به طور مساوی در مفهوم‌پردازی مقاله و نگارش نسخه اولیه و پیش‌نویس‌های بعدی مشارکت داشته‌اند. همچنین، همه نویسندگان نسخه نهایی مقاله را خوانده و با انتشار آن موافقت کرده‌اند.

تعارض منافع

بنا بر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

مطالعه حاضر با حمایت معنوی معاونت پژوهشی دانشگاه رازی انجام شد.

سپاسگزاری

از داوران محترم به خاطر نظرات ارزشمندشان سپاسگزاری می‌شود.

منابع

- احمدی، حمید (۱۴۰۳). تحلیل و ترسیم مفهومی پژوهش‌های مرتبط با نقشه جامع علمی کشور. *کرسی‌های نظریه‌پردازی*، ۱ (۱)، ۲۳-۵۲.
<https://doi: 10.22126/tbih.2024.10588.1010>
- احمدی، حمید؛ پرهام‌نیا، فرشاد (۱۴۰۳). تحلیل و ترسیم شبکه مفهومی پژوهش‌های حوزه مرجعیت علمی در ایران: تحلیل هم‌واژگانی. *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۳۹ (۴)، ۱۲۲۵-۱۲۵۷. doi: 10.22034/jipm.2024.2025232.1582
- احمدی، حمید؛ و فریده عصاره (۱۳۹۶). بررسی مفاهیم، تعاریف و کارکردهای تحلیل هم‌واژگانی. *مطالعات ملی کتابداری و سازمان‌دهی اطلاعات*، ۱۲۵-۱۴۵. <https://www.sid.ir/paper/224340/fa>
- آرای، وحید؛ و عسکری ماسوله، سعید (۱۴۰۲). حکمرانی علم و فناوری مبتنی بر بیانیه گام دوم انقلاب اسلامی؛ دلالت‌های سیاستی. *جامعه‌شناسی سیاسی/انقلاب اسلامی*، ۱۴ (۱)، ۱۱۷-۱۳۶. https://www.psirj.ir/article_178412.html
- بوشهری، علیرضا؛ و ابوالفضل باقری (۱۳۹۵). ارزیابی سیاست‌های علم و فن‌آوری: موردکاوی به کارگیری نخبگان وظیفه در پروژه‌های تحقیقاتی. *بهبود مدیریت*، ۱۰ (۳)، ۱۰۷-۱۲۹. <https://doi: 10.22034/rahyaft.2023.11424.1432>
- چاپرک، علی، و حاجی حسینی، حجت‌الله (۱۳۹۵). رابطه علم و فناوری از منظر سیاست‌گذاری، آموزش مهندسی و حوزه عمومی. *راهبرد فرهنگ*، ۹ (۳۴)، ۴۵-۶۱. https://www.jsfc.ir/article_34098.html
- حاجی حسینی، حجت‌الله؛ و کریم‌میان، زهره (۱۳۹۸). فرایند سیاست‌گذاری و حکمرانی علم، فناوری و نوآوری، سیاست علم و فناوری، ۱۲ (۲)، ۷۱-۸۶. https://jstsp.nrisc.ac.ir/article_13687.html
- زیبا کلام، سعید و احمدی، مهدی (۱۳۹۰). رابطه علم و فناوری: طرح و نقد الگوی "فناوری به مثابه علم کاربردی". *سیاست علم و فناوری*، ۴ (۲)، ۱-۱۵. https://jstsp.nrisc.ac.ir/article_12824.html
- سلیمانی‌نژاد، عادل؛ سلاجقه، مژده؛ و طیبی، الهام (۱۳۹۷). خوشه‌بندی مقالات علمی بر پایه الگوریتم k_means مطالعه موردی: پایگاه پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک). *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۳۴ (۲)، ۸۷۱-۸۹۶. <https://doi: 10.35050/JIPM010.2019.060>
- عباسی، حمیدرضا؛ حسینی‌کیا، غلامحسین؛ و علی داوری (۱۴۰۰). نگاشت مفهومی رفتار کارآفرینانه کارکنان در سازمان‌های دولتی (رویکرد علم‌سنجی). *پژوهشنامه مدیریت اجرایی*، ۱۳ (۲۶)، ۱۹۳-۲۲۰. <https://doi:10.22080/JEM.2021.19737.3333>
- قرونه، حسن؛ بابکی راد، اعظم؛ و نصر اصفهانی، علیرضا (۱۴۰۱). نقش موضوعات نوظهور در حکمرانی آینده نگر (نوآیند). تهران، ایران: مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. https://report.mrc.ir/article_9287_16f533d53ae5baea47b676956db11f3b.pdf
- قلی‌پور، حسین (۱۴۰۰). *حکمرانی علم؛ دانشمندان چگونه راهبری میشوند*. تهران، انتشارات سروش.
- قلی‌پور، حسین؛ عبیری، رضا (۱۴۰۱). کاوشی درگستره حکمرانی علم: مروری قلمرویی. *پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی*، ۲۸ (۴)، ۶۹-۹۳. <https://doi: 10.22034/irphe.2022.705224>
- کوثری، سحر؛ و علیزاده، پریرسا (۱۴۰۰). مطالعه تطبیقی وضعیت حکمرانی علم، فناوری و نوآوری در ایران و کشورهای منتخب. *رهیافت*، ۸۲، ۴۱-۱۹. <https://doi: 10.22034/rahyaft.2021.10737.1223>

نجفی رستاقی، حیدر؛ و دهقانیان، حمید (۱۴۰۰). چالش‌های معرفتی در حکمرانی فناوری و ارائه راهکارهایی برای جمهوری اسلامی ایران. سیاست نامه علم و فناوری، ۱۱(۳)، ۷۸-۹۷. https://stpl.ristip.sharif.ir/article_22234.htm

References

- Abbasi, H. , Hosseininia, G. H., & Davari, A. (2021). Conceptual mapping of employees' entrepreneurial behavior in government organizations using a scientometric approach. *Journal of Executive Management*, 13(26), 193-220. <https://doi.org/10.22080/jem.2021.19737.3333>. (in Persian)
- Ahmadi, H. (2024). Conceptual analysis and drawing of researches related to "Comprehensive Scientific Map of Iran". *Theory-Building and Innovation Driven Discussion Panels in Humanities*, 1(1), 23-52. <https://doi.org/10.22126/tbih.2024.10588.1010>. (in Persian)
- Ahmadi, H. & Osareh, F. (2017): Examination of concepts, definitions, and applications of co-word analysis. *National Studies on Librarianship and Information Organization*, 28(1), 125-145. <https://www.sid.ir/paper/224340/fa>. (In Persian)
- Ahmadi, H. & Parhamnia, F. (2024): Analysis and conceptual network mapping of research in the field of scientific authority in Iran: Co-word analysis. *Journal of Information Processing and Management*, 39(4), 1225-1257. <https://doi.org/10.22080/jem.2021.19737.3333>. (In Persian)
- Araei, V., & Askari, S. (2023). Governance of science and technology based on the declaration of the second step of the Islamic revolution; Political implications. *Political Sociology of the Islamic Revolution*, 4(1), 117-136. https://www.psirj.ir/article_178412.html. (in Persian)
- Arapostathis, S., & Laborie, L. (2020). Governing technosciences in the age of grand challenges: A European historical perspective on the entanglement of science, technology, diplomacy, and democracy. *Technology and Culture*, 61(1), 318-329 <https://10.1353/tech.2020.0005>
- Bokhari, S. A. A., & Seunghwan, M. (2024). How do institutional and technological innovations influence the smart city governance? Focused on stakeholder satisfaction and crime rate. *Sustainability*, 16(10), 4246. <https://doi.org/10.3390/su16104246>
- Booshehri, A., & Bagheri, A. (2016). Science and technology policy assessment (case study on elite conscripts working in research projects). *Journal of Improvement Management*, 10(3), 107-129. https://www.behboodmodiriat.ir/article_43145.html. (In Persian)
- Chaparak, A., & Hajihosseini, H. (2016). Relationship between science and technology from the perspective of policymaking, engineering education and public sphere. *Strategy for Culture*, 9(34), 45-61. https://www.jsfc.ir/article_34098.html. (In Persian)
- Fu, C., Zeng, W., Ding, R., Mao, C., He, C., & Chen, G. (2018). Social network analysis of china computer federation co-author network. In *Human Centered Computing: Third International Conference, HCC 2017, Kazan, Russia, August 7–9, 2017, Revised Selected Papers 3* (pp. 422-432). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74521-3_45
- Gaebel, C., Novo, P., Johnson, D. E., & Roberts, J. M. (2024). Institutionalising science and knowledge under the agreement for the conservation and sustainable use of marine biodiversity of areas beyond national jurisdiction (BBNJ): Stakeholder perspectives on a fit-for-purpose Scientific and Technical Body. *Marine Policy*, 161, 105998. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2023.105998>
- Gharuneh, H., Babaki Rad, A., & Nasr Esfahani, A. (2023): The role of emerging topics in forward-looking governance (Futures Studies). Tehran, Iran: Research Center of the Islamic Consultative Assembly. https://report.mrc.ir/article_9287_16f533d53ae5baea47b676956db11f3b.pdf. (In Persian)
- Gholipour, H. (2021): *Science governance: How scientists are led*. Tehran: Soroush Publications. (In Persian)
- Gholipour, H., & Abiri, R. (2022). Exploring the scope of science governance: A scoping review. *Journal of Research and Planning in Higher Education*, 28(4), 69-93. <https://doi.org/10.22034/irphe.2022.705224>. (In Persian)
- Hajihoseini, H. and Karimmian, Z. (2019). STI Policy Process and Its Governance. *Journal of Science and Technology Policy*, 12(2), 71-86. https://jstp.nrisc.ac.ir/article_13687.html. (In Persian)

- Kosari, S., & Alizadeh, P. (2021). A comparative study of the governance of science, technology and innovation in Iran and selected countries. *Rahyافت*, 31(2), 1-22. <https://doi.org/10.22034/rahyaft.2021.10737.1223>. (In Persian)
- Lee, P. C., & Su, H. N. (2015, August). Evolution of science, technology and innovation policy in Asia: Case of China, South Korea, Japan and Taiwan. In *2015 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET)* (pp. 184-191). IEEE. <https://doi.org/10.1109/PICMET.2015.727310>
- Maditati, D.R., Munim, Z. H., Schramm, H-J.& Kummer, S. (2018). A review of green supply chain management: from bibliometric analysis to a conceptual framework and future research directions. *Resources, Conservation & Recycling*, 139, 150-162. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.08.004>
- Najafi Rastaghi, H., & Dehghanian, H. (2021). Theoretical challenges in technology governance and recommendations for the Islamic Republic of Iran. *Science and Technology Policy Letters*, 11(3), 78-97. https://stpl.ristip.sharif.ir/article_22234.htm. (In Persian)
- Nichols, M. D., & Petzold, A. M. (2021). A crisis of authority in scientific discourse. *Cultural Studies of Science Education*, 16(2), 643-650. <https://doi.org/10.1007/s11422-020-09989-1>
- Russell, A. W. (2013). Improving legitimacy in nanotechnology policy development through stakeholder and community engagement: forging new pathways. *Review of policy research*, 30(5), 566-587. <https://doi.org/10.1111/ropr.12037>
- Soleimani Nezhad, A., Salajegheh, M., & Tayyebi Nia, E. (2019). Clustering scientific articles based on the k_means algorithm case study: Iranian Research Institute for information Science and Technology (IranDoc). *Iranian Journal of Information Processing and Management*, 34(2), 871-896. <https://doi.org/10.35050/JIPM010.2019.060>. (In Persian)
- UNESCO Science Report (2021). *UNESCO Science Report: the race against time for smarter development*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf00000377433>
- Van Eck, N.J., & Waltman, L. (2017). Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer. *Scientometrics*, 111 (2), 1053–1070. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2300-7>
- Xuezhao, W. A. N. G., Quan, G. A. N., Yanpeng, W. A. N. G., & Xiwen, L. I. U. (2020). Forward-looking governance on disruptive technology Innovation. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences* (Chinese Version), 35(5), 620-628. <https://doi.org/10.16418/j.issn.1000-3045.20200417001>
- Zibakalam, S., & Ahmadi, M. (2011). Science-technology relationship: reconstruction and critique of “technology as applied science” model. *Journal of Science and Technology Policy*, 4(2), 1-15. https://jstp.nriscp.ac.ir/article_12824.html. (In Persian)