

Science and Technology Diplomacy from a Scientometric Perspective: A Meta-Synthesis of Global Policy Dimensions and Indicators

Soornaz Shadi¹

Hamzehali Nour-

mohammadi^{2*}

Maryam Salami³

Faeze Delghand⁴

Abstract

Purpose: In contemporary scholarship, Science and Technology Diplomacy (STD) is recognized as a major mechanism linking scientific systems, technological capabilities, and countries' policy objectives. In this framework, scientific interactions and the flow of knowledge and technology are not merely "research collaborations"; they can directly shape governments' strategic interests, strengthen innovation capacity, improve economic resilience, and enhance international standing. Accordingly, the number of studies in this field has increased in recent years. However, there is still no coherent global picture of the dimensions, components, and indicators that shape STD, and this gap remains a key challenge for knowledge production and for using research findings in policy decision-making. Since the field is inherently interdisciplinary and is addressed through diverse approaches, its scattered elements need to be integrated through scientometric methods in order to establish a clear analytical framework. This study uses a metasynthesis approach to extract, organize, and explain the dimensions and indicators of STD in a way that supports policy-making through a scientometric perspective. It also examines how STD emerges from the combination of different dimensions and indicators, and identifies recurring elements in the literature as markers of success or mechanisms of realization. Ultimately, the study aims to clarify the field's conceptual structure and categorize key components into reliable dimensions and indicators for assessment and evaluation.

Methodology: This qualitative study uses a systematic metasynthesis design based on the seven-step framework of Sandelowski and Barroso (2007). A systematic search was conducted in reputable academic databases using keywords such as Science Diplomacy, STI Diplomacy, and their Persian equivalents. The search covered Scopus, Web of Science, Google Scholar, IranDoc, and other relevant sources. In total, 1,957 records were identified at the initial stage. After screening according to inclusion and exclusion criteria, and based on title, abstract, full text, and conceptual fit with the research questions, 30 studies were selected for final analysis. Study quality was assessed using a 10-item evaluation tool. Data were then extracted and coded in three stages: open coding to identify initial concepts, axial coding to connect overlapping concepts and form broader categories, and selective coding to integrate categories into a coherent conceptual structure. To ensure credibility, inter-coder agreement was reported using a kappa-based index, and reliability was judged to be

¹Ph.D. Student, Department of Knowledge and Information Science, Payame Noor University, Tehran,

Iran., sornaz.shadi@gmail.com

^{2*}Professor, Department of Knowledge and Information Science, University Shahed, Tehran, Iran. nourmo-

hammadi@shahed.ac.ir

³Ph.D. Associate Professor., Department of Knowledge and Information Science, Payame Noor University, Teh-

ran, Iran. m.salami@pnu.ac.ir

⁴Ph.D. Associate Professor., Department of Knowledge and Information Science, Payame Noor University, Teh-

Receive:

.././....

Acceptance:

.././....

acceptable.

Findings: The findings show that STD can be organized into several broad dimensions. First, the outcome/result-oriented dimension refers to outcomes such as innovation performance, knowledge commercialization, national competitiveness, and international standing. In the literature, these outcomes are reflected in indicators such as improved innovation capacity, increased scientific outputs, and the conversion of research findings into tangible economic and technological benefits. Second, the enabling resources dimension includes technological infrastructure, specialized human capital, and financial-economic resources. Factors such as access to advanced technologies, the ability to absorb and transfer knowledge and technology, investment in R&D, and the role of economic resources in sustaining scientific and technological activities are highlighted as contextual elements. Third, the operational-interactive dimension refers to the mechanisms through which cooperation and interaction are implemented. This includes international scientific collaboration, global networking, joint knowledge production, participation in conferences and joint projects, and the role of public diplomacy and scientific soft power as tools of influence. Fourth, the policy-institutional dimension emphasizes coherent governance and institutional structures. It includes specialized institutions for foreign-science policymaking, strategic science and technology documents, multi-stakeholder participation mechanisms, transparency in policymaking, and institutional coordination as the main foundations for realizing STD.

Conclusion: The metasynthesis findings show that the selected studies use a range of indicators and components to assess and analyze this field. The evidence brings these indicators together across different dimensions and clarifies which ones function more often as success factors and which appear as strategies or realization mechanisms. A considerable number of indicators were identified across multiple conceptual structures, and these structures were systematically organized into four broad dimensions. Overall, the study demonstrates that STD is a multilayered concept: its realization depends not only on knowledge production, but also on aligning human and technological capacities, enabling international interaction, and providing institutional and policy frameworks. The resulting scientometric metasynthesis framework offers an operational basis for assessing and evaluating STD performance and for organizing science and technology policies at the national level. It can also support international comparative studies by enabling structural comparison and systematic evaluation of countries' actions in the STD domain. Finally, using scientometric approaches in this field helps consolidate the literature, identify gaps, guide future research, and strengthen the link between specialized knowledge and policymaking.

Keywords: Science and technology diplomacy, Meta-synthesis, Scientometrics, Science policy, Research indicators

دیپلماسی علم و فناوری با رویکرد علم‌سنجی: فراترکیبی از ابعاد و شاخص‌های سیاستی در سطح جهانی

سورناز شادی^۱

حمزه‌علی نورمحمدی^{۲*}

مریم سلامی^۳

فائزه دلقندی^۴

چکیده

هدف: دیپلماسی علم و فناوری به‌عنوان ابزاری کلیدی در تعاملات بین‌المللی، به ارتقای همکاری‌های علمی، تقویت نوآوری و توسعه سیاست‌های علم‌محور در سطح جهانی کمک می‌کند. هدف این مطالعه، ارائه چارچوبی یکپارچه از دیپلماسی علم و فناوری از طریق فراترکیبی نظام‌مند از ابعاد و شاخص‌های سیاستی جهانی است؛ چارچوبی که مؤلفه‌های پراکنده این حوزه را منسجم کرده و مبنایی برای تحلیل، ارزیابی و سیاست‌گذاری فراهم آورد.

روش‌شناسی: این پژوهش با اتکا به الگوی هفت‌مرحله‌ای سندلوسکی و باروسو، از رویکرد کیفی و تحلیل مضمون بهره برده است. ابتدا ۱۹۵۷ رکورد اولیه از پایگاه‌های معتبر علمی استخراج شد. پس از غربالگری و ارزیابی کیفی، ۳۰ مقاله منتخب برای تحلیل نهایی استفاده گردید. تحلیل داده‌ها منجر به شناسایی شاخص‌ها، مؤلفه‌ها و ابعاد دیپلماسی علم و فناوری شد.

یافته‌ها: دیپلماسی علم و فناوری، حوزه‌ای چندبعدی و شبکه‌محور است و شامل چهار بعد کلان می‌باشد: (۱) پیامدی (مرتبط با نوآوری و تجاری‌سازی دانش)؛ (۲) منابع توانمندساز (شامل سرمایه انسانی، سرمایه‌گذاری در پژوهش و توسعه، و زیرساخت فناوریانه)؛ (۳) عملیاتی-تعاملی (مبتنی بر همکاری‌های علمی بین‌المللی، شبکه‌سازی جهانی و تحرک نخبگان)؛ و (۴) سیاستی-نهادی (ناظر بر حکمرانی، هماهنگی بین‌بخشی و تدوین راهبردهای ملی). شاخص‌های شناسایی شده در این ابعاد، مستقیماً در سیاست‌گذاری دیپلماسی علم و فناوری اثرگذارند و کاربرد علم‌سنجی در تدوین استراتژی‌های علمی را نشان می‌دهند. همچنین، ۳۶ شاخص در ۹ مؤلفه و ۵ بعد به عنوان عوامل مهم موفقیت، و ۴۵ شاخص در ۱۴ مؤلفه و ۲ بعد به عنوان استراتژی‌ها و روش‌های دیپلماسی علم و فناوری شناسایی شد.

نتیجه‌گیری: این مطالعه با یکپارچه‌سازی مفاهیم پراکنده در ادبیات دیپلماسی علم و فناوری، به انسجام نظری در این حوزه کمک کرده است. چارچوب تحلیلی حاصل، مبنایی عملیاتی برای ارزیابی عملکرد، طراحی سیاست‌های علمی و مطالعات تطبیقی بین‌المللی فراهم می‌آورد و بر اهمیت استراتژیک این حوزه و ضرورت تدوین سیاست‌های منسجم تأکید دارد.

واژگان کلیدی: دیپلماسی علم و فناوری، فراترکیب، علم‌سنجی، سیاست‌گذاری علم، شاخص‌های پژوهشی.

۱. دانشجوی دکتری علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران sornaz.shadi@gmail.com
۲. استاد گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران nourmohammadi@shahed.ac.ir
۳. دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران m.salami@pnu.ac.ir
۴. استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشگاه پیام نور، ایران delghandi@pnu.ac.ir

مقدمه و بیان مسئله

امروزه علم و فناوری به یکی از مؤلفه‌های بنیادین قدرت ملی، رقابت‌پذیری اقتصادی و جایگاه بین‌المللی کشورها تبدیل شده است. در چنین بستری، دیپلماسی علم و فناوری به‌عنوان سازوکاری راهبردی برای پیوند دادن ظرفیت‌های علمی با اهداف سیاست خارجی و مدیریت چالش‌های فراملی ظهور کرده است. این حوزه در تقاطع سیاست علم و روابط بین‌الملل قرار دارد و واجد منطقی دوگانه است که از یک‌سو در خدمت منافع ملی و از سوی دیگر در راستای تولید خیر عمومی جهانی عمل می‌کند (Krasnyak & Ruffini, 2020). دسته‌بندی سه‌گانه علم برای دیپلماسی، علم در دیپلماسی و علم با دیپلماسی نیز نشان می‌دهد که این مفهوم صرفاً به همکاری‌های پژوهشی محدود نیست، بلکه طیفی از ترتیبات نهادی، شبکه‌ای و سیاستی را در بر می‌گیرد. در سال‌های اخیر، نقش علم‌سنجی در پشتیبانی از سیاست‌گذاری علم و فناوری بیش از گذشته برجسته شده است؛ زیرا این رویکرد امکان تحلیل ساختاری، فهم روندهای پژوهشی و ارزیابی مبتنی بر شواهد را برای نظام حکمرانی علم فراهم می‌کند. پژوهش‌های تازه این حوزه نشان می‌دهد که علم‌سنجی نه‌تنها ابزار اندازه‌گیری فعالیت علمی است، بلکه بستری برای تحلیل عمیق‌تر سازوکارهای حکمرانی، شناسایی الگوهای تولید دانش و حمایت از سیاست‌گذاری مسئولانه پژوهش را نیز فراهم می‌سازد. برای مثال، زاهدی (۱۴۰۳) با تمرکز بر رویکردهای نوین علم‌سنجی، نشان می‌دهد که شاخص‌ها و مدل‌های جدید می‌توانند ارزیابی مسئولانه‌تر و دقیق‌تری از عملکرد پژوهشی ارائه دهند. همچنین، مطالعه احمدی و پیرو (۱۴۰۴) ساختار مفهومی دانش‌پژوهی حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران را از طریق تحلیل علم‌سنجی بازسازی کرده و تصویر روشنی از لایه‌های معرفتی این حوزه ارائه می‌کند. مجموعه این مطالعات نشان می‌دهد که علم‌سنجی می‌تواند حلقه اتصال موثری میان دانش تخصصی، سیاست‌گذاری و دیپلماسی علم و فناوری باشد و چارچوب‌های تحلیلی یکپارچه‌ای برای مطالعه تحولات علمی و راهبری آنها فراهم کند. با وجود رشد چشمگیر ادبیات، دیپلماسی علم و فناوری همچنان با ابهام مفهومی و پراکندگی تحلیلی مواجه است. این مفهوم در مطالعات مختلف به‌عنوان ابزار قدرت نرم، مکانیسم بین‌المللی‌شدن علم، محرک رقابت فناورانه یا سازوکار حل مسائل جهانی صورت‌بندی شده است (Sabzalieva et al., 2021). برخی پژوهش‌ها بر کارکردهای انتقال فناوری و تبادل دانش تأکید دارند (Marina, 2020)، در حالی که برخی دیگر بر ضرورت تعریف شاخص‌های سنجش‌پذیر برای ارزیابی اثربخشی آن تمرکز کرده‌اند (Cao & Zhao, 2022). افزون بر این، مطالعات موردی نشان می‌دهد که کشورهایی مانند ژاپن توانسته‌اند از طریق دیپلماسی علم و فناوری موقعیت فناورانه و قدرت نرم خود را تقویت کنند (Lopez-Aranguren, 2023) و در سطح شهری نیز اکوسیستم‌های نوآوری و شبکه‌های علمی نقش تعیین‌کننده‌ای در بین‌المللی‌شدن ایفا می‌کنند (Roig et al., 2020). همچنین شاخص‌هایی همچون تعاملات بین‌المللی، مقالات مشترک و پلتفرم‌های برون‌مرزی به‌عنوان سنجش‌های ظرفیت این حوزه معرفی شده‌اند (Wang et al., 2022). در همین راستا، دیدگاه ایده‌آل‌گرایانه اولیه دیپلماسی علم، اخیراً با دیدگاهی ساخت‌گرایانه‌تر جایگزین شده که بر ارزش استراتژیک روزافزون علم و فناوری و پیامدهای سیاسی آن تأکید می‌کند (Olšáková, 2023). نشریات تخصصی و کمیته‌های IEEE نقش مهمی در ایجاد ارتباط بین متخصصان و سیاست‌گذاران برای حل مسائل پیچیده و ایجاد اجماع در مورد ارزش‌های مشترک دارند (Kun, 2024). پایگاه‌های همکاری بین‌المللی علم و فناوری با چالش‌هایی همچون کمبود بودجه، ضعف در گسترش فعالیت‌های بین‌المللی و کمبود متخصصان مسلط به زبان‌های خارجی مواجه هستند (Wang et al., 2022). از سویی تاریخچه‌ی چهارده ساله دیپلماسی علم و فناوری در چین نشان می‌دهد که این نوع دیپلماسی به چین کمک کرده تا در مراحل مختلف از جمله شکستن محاصره‌های بین‌المللی و از سرگیری تعاملات با کشورهای غربی به اهداف خود دست یابد (Li et al., 2023). برخی پژوهش‌ها به ارائه پیشنهادها برای سیاست علم و فناوری پرداخته‌اند به‌عنوان مثال در پژوهشی شش موضوع سیاستی کلان شامل «منابع انسانی و مهارت‌ها»، «قوانین و مقررات»، «زیرساخت‌های اطلاعاتی»، «ارتباطات ملی، منطقه‌ای و جهانی»، «بخش اطلاعات» و «بخش اقتصاد اطلاعات» به همراه هفده موضوع فرعی معرفی شده که برای هر یک سیاست‌های اجرایی، نیازمندی‌های لازم و سنجش‌های ارزیابی پیشنهاد شده است (نامداریان و علیدوستی، ۱۴۰۲). گاهی چارچوبی برای توسعه دیپلماسی علم و فناوری با کشورهای هدف بر اساس مفاهیم قرآن کریم ارائه شده که بر اساس آن، موفقیت در این حوزه نیازمند انتخاب دقیق کشور هدف، اعتمادسازی تدریجی، توسعه ظرفیت‌های

داخلی و تبعیت از رهبری نظام است (نوروزی و همکاران، ۱۴۰۱). به عنوان مثالی دیگر، جایزه مصطفی به‌عنوان ابزاری برای دیپلماسی علم و فناوری بررسی شده و ابعاد مفهومی محوری آن شامل جامعه مخاطب جهان اسلام، غیردولتی‌سازی برگزاری جایزه، پشتیبانی حاکمیتی، همکاری‌های بین‌المللی علمی و فناوری، تأکید بر رجحان آثار فناورانه، شبکه‌سازی و ترویج و نظام داوری است (نریمانی و همکاران، ۱۴۰۴). با این حال، مسئله اساسی آن است که این ابعاد و شاخص‌ها اغلب به‌صورت پراکنده و بدون انسجام مفهومی ارائه شده‌اند و بیشتر توصیفی‌اند تا تحلیلی. ادبیات موجود کمتر به این پرسش پرداخته است که چگونه می‌توان مؤلفه‌های سیاستی-نهادی، منابع توانمندساز، سازوکارهای اجرایی و پیامدهای دیپلماسی علم و فناوری را در قالب یک ساختار تحلیلی منسجم صورت‌بندی کرد. در غیاب چنین چارچوبی، ارزیابی عملکرد، مقایسه بین‌المللی و طراحی سیاست‌های اثربخش با محدودیت‌های جدی مواجه می‌شود. از این‌رو، شکاف نظری اصلی در این حوزه نه در فقدان مطالعات موردی، بلکه در نبود تبیین تحلیلی روابط میان ابعاد سیاستی، نهادی، عملیاتی و پیامدی است. این پژوهش با بهره‌گیری از فراترکیب نظام‌مند مطالعات بین‌المللی، در پی توسعه چارچوبی تحلیلی است که بتواند ساختار درونی این حوزه را روشن سازد. بدین‌منظور، ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های دیپلماسی علم و فناوری در ادبیات بین‌المللی شناسایی، طبقه‌بندی و بازسازی مفهومی می‌شوند تا روابط میان سطوح مختلف این حوزه به‌صورت یکپارچه تبیین گردد. نوآوری این مقاله در آن است که نشان می‌دهد موفقیت دیپلماسی علم و فناوری، تابعی از هم‌افزایی ساختاری میان لایه‌های سیاستی، نهادی و اجرایی در کنار پیامدهای علمی و اقتصادی است؛ به‌گونه‌ای که گسست در هر یک از این لایه‌ها می‌تواند کارآمدی کل نظام را تضعیف کند. بنابراین، مسئله اصلی این پژوهش نه صرفاً شناسایی فهرستی از مؤلفه‌ها، بلکه فهم رابطه میان آن‌ها و صورت‌بندی یک چارچوب مفهومی منسجم برای تحلیل و ارزیابی دیپلماسی علم و فناوری است. بر این اساس پژوهش حاضر می‌کوشد به این پرسش پاسخ دهد که چگونه می‌توان با بهره‌گیری از رویکرد علم‌سنجی و فراترکیب، ابعاد و شاخص‌های مرتبط با دیپلماسی علم و فناوری را شناسایی، دسته‌بندی و تبیین کرد؟

پرسش‌های پژوهش

بر اساس موارد ذکر شده پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به این پرسش‌های تحلیلی است:

۱. شاخص‌های دیپلماسی علم و فناوری در عرصه بین‌المللی کدامند؟
۲. عوامل مهم در موفقیت دیپلماسی علم و فناوری کشورها چیست؟
۳. استراتژی‌ها و روش‌های دیپلماسی علم و فناوری در عرصه بین‌المللی به چه صورت است؟

چارچوب نظری

۱. تحولات مفهومی دیپلماسی علم و فناوری

دیپلماسی علم و فناوری در دو دهه اخیر از یک مفهوم نوظهور به حوزه‌ای تثبیت‌شده در ادبیات سیاست علم و روابط بین‌الملل تبدیل شده است. این مفهوم در ابتدا به‌عنوان پیوندی میان همکاری‌های علمی و اهداف سیاست خارجی مطرح شد، اما به‌تدریج دامنه آن به مدیریت چالش‌های جهانی، رقابت فناورانه و قدرت نرم گسترش یافت. به تعبیر کراسنیاک و روفینی (Krasnyak & Ruffini, 2020)، دیپلماسی علمی در تقاطع علم و سیاست خارجی عمل می‌کند و واجد منطق دوگانه «منافع ملی-خیر عمومی جهانی» است. در عین حال، گونه‌های سه‌گانه علم برای دیپلماسی، علم در دیپلماسی و علم با دیپلماسی نشان می‌دهد که این مفهوم صرفاً یک ابزار سیاست خارجی نیست، بلکه سازوکاری تعاملی میان جامعه علمی و ساختارهای حکمرانی است. با این حال، همان‌گونه که پژوهش سبالیوا و همکاران نشان داد، تنوع برداشت‌ها از دیپلماسی علم باعث شکل‌گیری گفت‌وگوهای متکثر و گاه متعارض شده است (Sabzalieva et al., 2021). این مفهوم گاه در چارچوب همکاری جهانی و گاه در منطق رقابت ژئوپلیتیکی تحلیل می‌شود. چنین دوگانگی‌ای نشان می‌دهد که دیپلماسی علم واجد ماهیتی هم‌زمان تعاملی و رقابتی است.

۲. رویکردهای سیاستی و نهادی

در سطح سیاست‌گذاری، دیپلماسی علم و فناوری در قالب موافقت‌نامه‌های دوجانبه و چندجانبه، شبکه‌های همکاری پژوهشی و

انتصاب مشاوران علمی در ساختارهای دیپلماتیک نهادینه می‌شود. سبزیلیوا و همکاران با بهره‌گیری از چارچوب جریان‌های چندگانه نشان می‌دهند که شکل‌گیری سیاست‌های دیپلماسی علمی تابع هم‌ترازی میان مسئله، راه‌حل‌های سیاستی و جریان سیاسی است (Sabzalieva et al., 2021). از سوی دیگر، تجربه‌های ملی نشان می‌دهد که انسجام نهادی و هماهنگی میان بازیگران دولتی و غیردولتی نقشی تعیین‌کننده در اثربخشی این سیاست‌ها دارد. برای مثال، پژوهش لوپز-آرانگورن نشان داد که ژاپن با بهره‌گیری راهبردی از دیپلماسی علم و فناوری توانسته است محدودیت‌های ساختاری خود را به فرصت قدرت نرم تبدیل کند (Lopez-Aranguren, 2023). همچنین در سطح شهری، رونگ، سان وانگ و مانفردی-سانچز بر اهمیت اکوسیستم نوآوری، همکاری عمومی-خصوصی و شبکه‌سازی علمی در ارتقای جایگاه بین‌المللی تأکید دارند (Roig et al., 2020). این یافته‌ها نشان می‌دهد که دیپلماسی علم و فناوری نیازمند زیرساخت نهادی و حکمرانی هماهنگ است.

۳. شاخص‌ها و سنجه‌های عملیاتی

بخش مهمی از ادبیات به شناسایی شاخص‌های ارزیابی دیپلماسی علم و فناوری اختصاص یافته است. مارینا بر نقش این رویکرد در بهره‌گیری از فرصت‌های انتقال فناوری و تبادل دانش تأکید می‌کند (Marina, 2020). چاو و ژاو نیز بر ضرورت دسته‌بندی شاخص‌های ارزیابی اثربخشی سیاست‌های دیپلماسی علمی تأکید دارند (Cao & Zhao, 2022). در سطح عملیاتی وانگ و همکاران معتقدند که شاخص‌هایی نظیر تعداد تعاملات بین‌المللی، مقالات مشترک، سرمایه‌گذاری حمایتی، ایجاد پلتفرم‌های برون‌مرزی و جذب متخصصان خارجی را به‌عنوان سنجه‌های ظرفیت دیپلماسی علم و فناوری معرفی می‌کنند. این مطالعات نشان می‌دهد که سنجه دیپلماسی علم و فناوری مستلزم ترکیب شاخص‌های کمی (همکاری‌های پژوهشی، سرمایه‌گذاری، شبکه‌ها) و کیفی (حکمرانی، اعتمادسازی، انسجام راهبردی) است (Wang et al., 2022). با این حال، اغلب این شاخص‌ها به‌صورت پراکنده و بدون چارچوبی یکپارچه ارائه شده‌اند.

۴. نقش علم‌سنجی در سیاست‌گذاری علمی

علم‌سنجی طی سال‌های اخیر به یکی از ابزارهای بنیادین در تحلیل، پایش و جهت‌دهی سیاست‌گذاری علمی تبدیل شده است؛ زیرا با اتکا بر داده‌های استنادی، شبکه‌های همکاری، الگوهای تولید دانش و شاخص‌های اثرگذاری، امکان شناسایی وضعیت، روندها و شکاف‌های نظام علم و فناوری را فراهم می‌کند. در این چارچوب، علم‌سنجی نه تنها به توصیف کمی فعالیت‌های پژوهشی کمک می‌کند، بلکه با آشکارسازی بازیگران کلیدی، مراکز اثرگذار، و ساختارهای دانشی، زمینه را برای تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد در سطح سیاست‌گذاری فراهم می‌سازد. به‌ویژه شناسایی اشخاص، گروه‌ها و نهادهای اثرگذار در شبکه تولید و انتشار علم می‌تواند در اولویت‌بندی حمایت‌ها، طراحی همکاری‌های راهبردی و تدوین سیاست‌های هدفمند پژوهشی نقش تعیین‌کننده‌ای داشته باشد. از این منظر، علم‌سنجی ابزاری تحلیلی برای پیوند دادن تولید دانش با حکمرانی علم است و می‌تواند به ارتقای کارآمدی سیاست‌های علمی، تخصیص بهینه منابع و افزایش اثرگذاری پژوهش‌ها منجر شود (زاهدی، ۱۴۰۳؛ Narin et al., 1997).

۵. شکاف پژوهشی

مرور ادبیات نشان می‌دهد که اگرچه دیپلماسی علم و فناوری به‌عنوان یک حوزه سیاستی تثبیت شده است، اما همچنان از فقدان یک چارچوب تحلیلی جامع رنج می‌برد. مطالعات موجود عمدتاً یا موردی‌اند، یا بر یک بعد خاص (قدرت نرم، همکاری علمی، یا سیاست‌گذاری) تمرکز دارند و کمتر تلاشی برای ادغام ابعاد سیاستی، نهادی، عملیاتی و پیامدی در قالب یک ساختار منسجم صورت گرفته است. از این‌رو، نیاز به یک فراترکیب نظام‌مند برای یکپارچه‌سازی ابعاد و شاخص‌های این حوزه و ارائه چارچوبی تحلیلی که بتواند مبنای ارزیابی و طراحی سیاست قرار گیرد، بیش از پیش احساس می‌شود.

پیشینه پژوهش

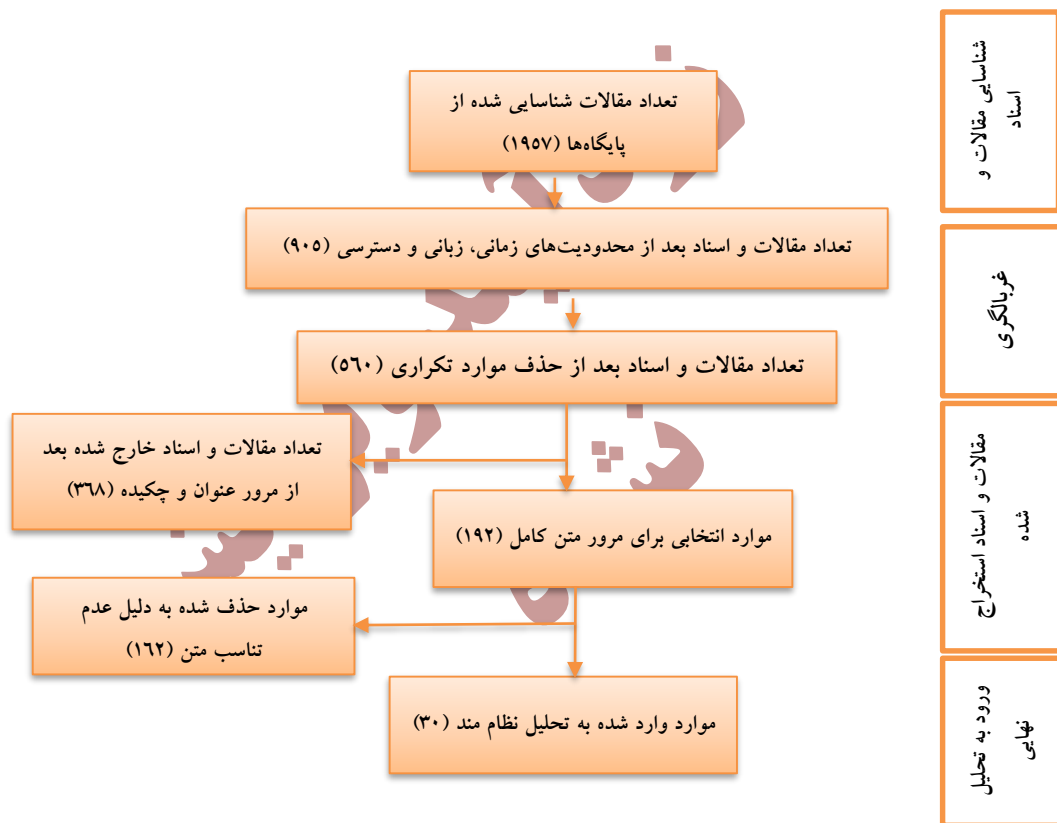
در دنیای پیچیده و به‌هم‌پیوسته امروز، «دیپلماسی علمی» به‌عنوان رویکردی نوین در سیاست خارجی و بر تقاطع علم، فناوری و روابط بین‌الملل، نقشی محوری ایفا می‌کند. این بخش به بررسی سیر تحول و یافته‌های کلیدی در این حوزه می‌پردازد. یزدان‌پناه و همکاران در سال ۱۴۰۲ با روش کیفی نشان دادند که همکاری‌های علمی بین‌المللی زمینه‌ساز اجماع داخلی و نهادسازی شده و تعامل علمی را به ابزاری برای پیشبرد اهداف سیاست داخلی و خارجی تبدیل می‌کند (یزدان‌پناه و دیگران، ۱۴۰۲). این دیدگاه با یافته‌های نوروزی و همکاران در سال ۱۴۰۱ هم‌خوانی دارد که با رویکردی کیفی و مستند به مفاهیم قرآن کریم، بر انتخاب دقیق

کشورهای هدف، اعتمادسازی، توسعه ظرفیت داخلی و همسویی فرهنگی تأکید کردند و دیپلماسی نرم را راهکاری کلیدی دانستند (نوروزی و همکاران ۱۴۰۱). در سطح سیاست‌گذاری کلان، در سال ۱۴۰۲ نامداریان و علیدوستی با تحلیل اسناد بالادستی در برنامه هفتم توسعه، شش محور کلان سیاستی (منابع انسانی، قوانین، زیرساخت‌ها) را شناسایی و سیاست‌های اجرایی و سنجه‌های ارزیابی برای آن‌ها پیشنهاد دادند نامداریان و علیدوستی (۱۴۰۲). هم‌زمان، اولشاکوا (Olšáková, 2023) با تحلیل اسناد نشان داد که درک دیپلماسی علم از حالت ایده‌آل‌گرایانه به رویکردی «پاساداده‌لوحانه» تغییر یافته که آسیب‌پذیری علم و تأثیر آن با منافع ملی را می‌پذیرد. تجربیات بین‌المللی نیز بر نقش ژئوپلیتیک و اکوسیستم نوآوری تأکید دارند. چن (Chen, 2025) با روش کیفی، چهار تناقض اصلی در سیاست علم و فناوری شامل تقابل رویکردهای دموکراتیک و اقتدارگرا، گذار از تجارت آزاد به خودکفایی امنیت‌محور، تضاد بین رفاه فناورانه و تهدیدات زیست‌محیطی، و خطر تبدیل مشارکت عمومی به پوپولیسم اطلاعاتی را شناسایی کرد. سبزالیوا و همکارانش (Sabzalieva et al., 2021) در مطالعه تطبیقی کانادا، هند، نروژ و بریتانیا با چارچوب جریان‌های چندگانه کینگدون، نشان دادند که اگرچه گفتمان‌های دیپلماسی علمی شکل گرفته‌اند، اما دینامیک‌های ژئوپلیتیکی بر آن‌ها تأثیرگذارند و همیشه با فرایندهای سیاسی هم‌راستا نیستند. روئگ و همکاران (Roig et al., 2020) در بررسی بارسلونا نیز نقش اکوسیستم نوآوری را برجسته کردند و بر لزوم بهبود همکاری‌های عمومی-خصوصی، شبکه‌سازی و شفافیت تأکید ورزیدند. تجربه چین نشان‌دهنده کارآمدی این ابزار در مدیریت شرایط پیچیده است. لی و همکاران (Li et al., 2023) در بررسی چهل ساله دیپلماسی علم و فناوری در چین، آن را ابزاری حیاتی برای شکستن محاصره‌های بین‌المللی و پیشبرد اهداف ملی دانستند و بر تعیین اهداف روشن‌تر تأکید کردند. وانگ و همکاران (Wang et al., 2022) نیز در بررسی پایگاه‌های همکاری در سین‌کیانگ، اگرچه نقش مثبت این پایگاه‌ها را تأیید کردند، اما به چالش‌های بودجه‌ای و کمبود متخصص اشاره نمودند و شاخص‌هایی مانند تعداد مقالات و کنفرانس‌ها را برای سنجش اثربخشی معرفی کردند. ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2025) با روش کیفی و تحلیل ۸۶۱ سند، نظام ارزیابی سیاست نوآوری علم و فناوری را در قالب چهار هدف فرعی (توانمندی نوآوری، کارایی نظام، سودمندی صنعتی و سطح خدمات مالی) و ۱۳ مؤلفه اصلی تدوین کردند؛ وزن‌دهی با روش آنتروپی نشان داد که «توانمندی نوآوری» با ۴۰/۷۱٪ بیشترین اهمیت را دارد و شاخص‌های سرمایه‌گذاری مالی آموزشی، توانایی پژوهش و توسعه در صنایع فناوری بالا و مدیریت محیط نوآوری، مهم‌ترین مؤلفه‌های اثرگذار هستند. در نهایت، تمرکز بر ابزارهای خاص و کشورهای در حال توسعه، ابعاد عملیاتی را روشن می‌سازد. نریمانی و همکاران در سال ۱۴۰۴ در مطالعه‌ای اکتشافی-کیفی نشان دادند که جوایز علمی بین‌المللی (مانند جایزه مصطفی) با مؤلفه‌هایی چون غیردولتی‌سازی و جامعه مخاطب، به شبکه‌سازی و ارتقای جایگاه علمی کمک می‌کنند (نریمانی و همکاران ۱۴۰۴). کُن (Kun, 2024) نیز با مطالعه موردی IEEE، نشان داد که نشریات تخصصی و کمیته‌های علمی از طریق ایجاد اجماع در مسائل اخلاقی، سیاست‌گذاران و متخصصان را پیوند می‌دهند. با مروری بر پیشینه، مشخص می‌شود که دیپلماسی علمی با رویکردهای علم‌سنجی و سیاست‌گذاری در هم تنیده شده و بر سه بعد «دیپلماسی برای علم»، «علم برای دیپلماسی» و «علم در دیپلماسی» تمرکز دارد. چهار گرایش شناسایی شده، از جمله گسترش بازیگران و ضرورت دانش علمی، نشان‌دهنده تکامل این حوزه در راستای نیازهای سیاست‌گذاری علمی است که رویکردهای جدیدی را برای سیاست خارجی ضروری می‌سازد.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش با رویکرد کیفی و با بهره‌گیری از روش فراترکیب نظام‌مند انجام شده است. فرایند پژوهش بر اساس مدل هفت‌مرحله‌ای سندلوسکی و باروسو (Sandelowski & Barroso, 2007) طراحی شد که شامل تدوین پرسش‌های پژوهش، جست‌وجوی نظام‌مند منابع، غربالگری و انتخاب مطالعات، ارزیابی کیفیت، استخراج داده‌ها، تحلیل و ترکیب یافته‌ها و در نهایت ارائه نتایج است. پس از تعیین سؤالات پژوهش، مرور نظام‌مند متون با هدف شناسایی جامع اسناد علمی مرتبط انجام شد. این مطالعه که در بازه زمانی از ۲۰۱۵-۲۰۲۵ برای منابع لاتین و مقالات منتشر شده از سال ۱۳۹۵-۱۴۰۴ برای منابع فارسی انجام شد، به تحلیل ادبیات موجود، اسناد سیاستی، داده‌های علم‌سنجی و گزارش‌های بین‌المللی می‌پردازد تا تصویری جامع از حوزه دیپلماسی علم و فناوری ترسیم نماید. با توجه به ماهیت بین‌رشته‌ای دیپلماسی علم و فناوری، جست‌وجوی منابع به صورت چندمنظوره در پایگاه‌های معتبر فارسی و لاتین صورت گرفت. پایگاه‌های لاتین شامل Scopus، Web of Science، ScienceDirect، Google Scholar و Emerald و پایگاه‌های فارسی شامل نورمگز، ایران‌داک، SID و سیویلیکا

بودند. کلیدواژه‌های جست‌وجو بر اساس مفاهیم اصلی حوزه و معادل‌های هم‌معنا طراحی شدند و ترکیباتی از واژه‌های Science Diplomacy, STI Diplomacy, Science and Technology Diplomacy, Innovation Diplomacy, International S&T Cooperation, Collaboration و معادل‌های فارسی آن‌ها را دربر می‌گرفت. برای افزایش دقت بازیابی، از عملگرهای بولی AND و OR، جست‌وجوی پیشرفته در عنوان و چکیده، و در موارد لازم از ترکیب واژگان هم‌خانواده و مترادف استفاده شد. نتایج اولیه جست‌وجو پس از حذف موارد تکراری، پالایش بر اساس عنوان و چکیده، و اعمال معیارهای ورود و خروج، وارد مرحله استخراج داده و کدگذاری شدند. بدین صورت که در مرحله نخست، ۱۹۵۷ رکورد شناسایی گردید. پس از حذف موارد تکراری و اعمال محدودیت‌های زمانی، زبانی و دسترسی، ۹۰۵ سند باقی ماند. در ادامه، با مرور عنوان و چکیده، ۳۶۸ مورد حذف شد و ۱۹۲ متن کامل مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت، ۳۰ مطالعه با کیفیت که دارای ارتباط مستقیم مفهومی با دیپلماسی علم و فناوری و روش‌شناسی معتبر بودند، وارد تحلیل نهایی شدند. شکل ۱ نشان دهنده‌ی فرایند جست‌وجو و انتخاب مطالعات است.



شکل ۱. فرایند جست‌وجو و انتخاب مطالعات

معیارهای ورود مقالات به تحلیل نهایی شامل: ۱. ارتباط مستقیم با دیپلماسی علم و فناوری، ۲. انتشار در بازه زمانی مشخص، ۳. دسترسی به متن کامل، ۴. برخورداری از روش‌شناسی معتبر و قابل اتکا بود. همچنین مطالعات فاقد انسجام مفهومی یا کیفیت روش‌شناختی مناسب حذف شدند. در این پژوهش، کدگذاری داده‌ها بر مبنای تحلیل محتوای کیفی و با رویکرد استقرایی انجام شد. پس از انتخاب مقالات نهایی، ابتدا متن کامل هر مقاله چندین بار مطالعه شد. داده‌های استخراج‌شده با استفاده از تحلیل مضمون و کدگذاری سه‌مرحله‌ای (باز، محوری و انتخابی) تحلیل شدند. مفاهیم شناسایی‌شده به صورت سلسله‌مراتبی در قالب «ابعاد»، «مؤلفه‌ها» و «شاخص‌ها» سازمان‌دهی شدند. سپس این واحدهای معنایی به عنوان کدهای اولیه برچسب‌گذاری شدند. در مرحله بعد، کدهای مشابه از نظر معنا و کارکرد در قالب مقوله‌های فرعی و سپس مقوله‌های اصلی ادغام شدند. در نهایت، با مقایسه

مستمر کدها و مقوله‌ها، روابط میان آن‌ها مشخص و چارچوب نهایی پژوهش استخراج شد. به این ترتیب، کدها نه به صورت پیشینی، بلکه در جریان خوانش و مقایسه داده‌ها و بر اساس الگوهای تکرارشونده در متون منتخب ساخته شدند. در نهایت، ۴۵ شاخص در قالب ۸ مؤلفه و ۴ بعد کلان شناسایی شد. فراوانی هر شاخص نشان‌دهنده میزان تأکید ادبیات بر اهمیت آن در حوزه دیپلماسی علم و فناوری است.

برای ارزیابی کیفیت مطالعات، از ابزار ارزیابی کیفی ده‌سؤالی استفاده شد و تنها پژوهش‌های دارای سطح کیفی مناسب وارد تحلیل شدند. همچنین به منظور سنجش پایایی کدگذاری، از ضریب کاپای کوهن استفاده شد. مقدار کاپا (۰,۷۴۳) و ۰,۶۸۲ در مراحل مختلف تحلیل (نشان‌دهنده سطح توافق متوسط به بالا میان کدگذاران و قابلیت اعتماد مناسب نتایج است).

یافته‌های پژوهش

به منظور پاسخگویی به سوالات پژوهش، ۳۰ سند معتبر علمی شامل مقالات پژوهشی، گزارش‌های سیاستی و اسناد راهبردی داخلی و خارجی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. انتخاب اسناد بر مبنای اعتبار علمی، ارتباط مستقیم با دیپلماسی علم و فناوری و پوشش تجارب کشورهای مختلف انجام شد. داده‌های استخراج‌شده با رویکرد تحلیل مضمون و کدگذاری چندمرحله‌ای تحلیل شدند و در نهایت، مفاهیم به صورت سلسله‌مراتبی در قالب ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌ها سازمان‌دهی شدند.

پاسخ به پرسش اول: شاخص‌های دیپلماسی علم و فناوری در عرصه بین‌المللی کدامند؟

تحلیل ۳۰ مطالعه معتبر بین‌المللی نشان داد که دیپلماسی علم و فناوری حوزه‌ای چندبعدی و شبکه‌محور است که از چهار بعد اصلی تشکیل شده است:

۱. بعد پیامدی-نتایج: تمرکز بر پیوند علم با اهداف اقتصادی، رقابت‌پذیری ملی و ارتقای جایگاه بین‌المللی کشورها. شاخص‌های کلیدی شامل تجاری‌سازی نتایج پژوهش، افزایش انتشارات علمی، و بهبود رتبه در شاخص جهانی نوآوری هستند.
۲. بعد منابع-توانمندساز: شامل زیرساخت‌های فناورانه، سرمایه انسانی متخصص و منابع مالی-اقتصادی است. شاخص‌هایی مانند استفاده از فناوری‌های پیشرفته، جذب و تبادل نیروی انسانی متخصص، و سرمایه‌گذاری در پژوهش و توسعه اهمیت ویژه دارند و نقش این بعد به عنوان پایه توانمندساز سایر ابعاد برجسته است.
۳. بعد عملیاتی-تعاملی: هسته اجرایی دیپلماسی علم و فناوری از طریق همکاری‌های بین‌المللی، شبکه‌سازی علمی و تولید مقالات و کنفرانس‌های مشترک شکل می‌گیرد. همچنین مؤلفه دیپلماسی عمومی و قدرت نرم علمی نشان‌دهنده استفاده از علم به عنوان ابزار نفوذ و ارتقای تصویر بین‌المللی است.
۴. بعد سیاستی-نهادی: وجود ساختارها، نهادها و چارچوب‌های حکمرانی منسجم برای تحقق اهداف سایر ابعاد ضروری است. شاخص‌هایی مانند تدوین اسناد راهبردی علم و فناوری، مشارکت ذی‌نفعان چندگانه و شفافیت در فرآیند سیاست‌گذاری، اهمیت این بعد را نشان می‌دهد. جدول ۱ خلاصه ساختار یافته این یافته‌ها را ارائه می‌دهد.

جدول ۱. شاخص‌ها، ابعاد و مؤلفه‌های دیپلماسی علم و فناوری

ابعاد	مؤلفه‌ها	شاخص‌ها	فراوانی
۱. پیامدی-نتایج	پیامدها و برونادهای علمی	نتایج پژوهش و تجاری‌سازی	۳
		پیوند علم با اهداف اقتصادی و رقابت‌پذیری ملی	۲
۲. منابع-توانمندساز		انتشارات علمی	۲

۲	بهبود رتبه در شاخص جهانی نوآوری	شاخص فناوریانه و نوآورانه	بعد منابع-توانمندساز	
۱۰	استفاده و انتقال فناوری و دسترسی به زیرساخت پژوهشی			
۸	ایجاد و توسعه انجمن علم و فناوری در جامعه			
۶	بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته براساس هوش مصنوعی			
۵	ثبت اختراعات مشترک و حقوق مالکیت فکری			
۴	دسترسی انحصاری به زیرساخت‌های اطلاعاتی و منابع پژوهشی			
۱۷	جذب و تبادل نیروی انسانی متخصص و استعدادهای علمی			
۴	ارزیابی کیفیت اطلاعات آینده‌نگر			
۳	تعداد پرسنل پژوهش و توسعه			
۲	داده‌های ادراکی و کیفی از مدیران مؤسسات			
۲	توانایی تحلیل بین‌رشته‌ای	شاخص سرمایه انسانی متخصص		
۲	تعداد دانشجویان تحصیلات تکمیلی و بین‌المللی تربیت‌شده			
۷	تأمین مالی از پژوهش و علم و فناوری			
۵	سرمایه‌گذاری بالا در پژوهش و توسعه			
۳	حجم بودجه‌های بین‌المللی و ملی			
۲	میزان سرمایه‌گذاری و توانمندسازی (آموزش، تولید کارگاه‌های ظرفیت‌سازی)			
۱	میزان درآمد اقتصادی از آموزش عالی فرامرزی			
۱	جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در فناوری‌های بالا			
۲۷	همکاری بین‌المللی پژوهشی (حل چالش‌های جهانی محیط زیست، بیماری)			
۲۲	ایجاد شبکه‌های علمی در سطح جهانی		شاخص شبکه‌سازی و همکاری علمی بین‌المللی	
۹	تعداد مقالات و کنفرانس‌های مشترک بین‌المللی و داخلی			
۶	عضویت شرکت‌های فناورانه مطرح بین‌المللی			
۵	تعامل با جامعه علمی داخلی و محلی			
۳	ایجاد و حفظ روابط علمی پایدار			
۲	تعداد تفاهم‌نامه‌های علمی			
۹	استفاده از علم در دیپلماسی و سیاست خارجی			
۴	همگرایی پژوهشی-سیاسی بر پایه ارزش‌ها و امنیت مشترک			
۴	تبلیغ دستاوردهای علمی برای افزایش نفوذ و قدرت ملی			
۱	توجه به اشتراکات فرهنگی			
۱	استفاده از سفارتخانه‌ها برای ترویج علم و نوآوری	شاخص دیپلماسی عمومی و قدرت نرم علمی		
۱۵	وجود ساختارها و نهادهای تخصصی در وزارت خارجه و نهادهای مرتبط			
۸	میزان مشارکت ذی‌نفعان چندگانه (دانشگاه، صنعت و دولت)			
۶	حضور بخش خصوصی در طرح‌های نوآوری بین‌المللی			
۵	انتصاب مشاور علمی در وزارت خارجه			
۲	موافقت‌نامه‌های همکاری علمی			
۲	ضمانت‌های اجرایی و تعهدات			
			شاخص‌های نهادی-ساختاری	بعد سیاستی-نهادی

۱	شفافیت و اعتبارسازی در مشاوره علمی	
۶	تدوین سند راهبردی مصوب علم و فناوری	
۲	انتصاب ویژه علم و فناوری	شاخص سیاست‌گذاری و
۱	گسترش بحث‌های عمومی در تعیین دستورکار پژوهشی و سیاستی	حاکمیت علمی
۱	نظام‌های سیاست‌گذاری یکپارچه	
۱	تأکید بر مشروعیت بخشی به سیاست‌ها از طریق شفافیت و پاسخگویی در فرآیندهای شفاف	

همان‌طور که جدول ۱ نشان می‌دهد، دیپلماسی علم و فناوری مفهومی چندبعدی و شبکه‌ای است که از تعامل هم‌زمان پیامدها، منابع، سازوکارهای عملیاتی و چارچوب‌های نهادی و سیاستی شکل می‌گیرد. در بُعد پیامدی-نتایج، تمرکز اسناد بر پیوند علم با اهداف اقتصادی، رقابت‌پذیری ملی و ارتقای جایگاه کشورها در شاخص‌های جهانی است. شاخص‌هایی نظیر تجاری‌سازی نتایج پژوهش، افزایش انتشارات علمی و بهبود رتبه در شاخص جهانی نوآوری نشان می‌دهد که دیپلماسی علم و فناوری نه تنها ابزار تعامل بین‌المللی، بلکه سازوکاری برای خلق ارزش اقتصادی و علمی در سطح ملی تلقی می‌شود. در بُعد منابع-توانمندسازی، شاخص‌های فناوری و نوآورانه، سرمایه انسانی متخصص و شاخص‌های مالی-زیرساختی نقش محوری دارند. فراوانی بالای شاخص‌هایی مانند استفاده و انتقال فناوری، بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرفته (به‌ویژه هوش مصنوعی)، جذب و تبادل نیروی انسانی متخصص، و سرمایه‌گذاری در پژوهش و توسعه نشان‌دهنده آن است که بدون تقویت زیرساخت‌های فناوری، مالی و انسانی، تحقق اهداف دیپلماسی علم و فناوری امکان‌پذیر نیست. این بُعد به‌عنوان پایه توانمندسازی سایر ابعاد عمل می‌کند و ظرفیت جذب، یادگیری و مشارکت مؤثر کشورها را تعیین می‌نماید. یافته‌ها در بُعد عملیاتی-تعاملی حاکی از آن است که شبکه‌سازی و همکاری علمی بین‌المللی، هسته اجرایی دیپلماسی علم و فناوری را شکل می‌دهد. شاخص‌هایی با فراوانی بالا مانند همکاری‌های بین‌المللی پژوهشی برای حل چالش‌های جهانی، ایجاد شبکه‌های علمی جهانی، و تولید مقالات و کنفرانس‌های مشترک، بیانگر نقش تعاملات علمی فرامرزی در اعتمادسازی، هم‌افزایی دانش و افزایش حضور علمی کشورها در نظام علم جهانی است. در کنار آن، مؤلفه دیپلماسی عمومی و قدرت نرم علمی نشان می‌دهد که علم به‌عنوان ابزار نفوذ نرم، در خدمت سیاست خارجی و ارتقای تصویر بین‌المللی کشورها قرار می‌گیرد. در نهایت، بُعد سیاستی-نهادی بر اهمیت وجود ساختارها، نهادها و سازوکارهای حکمرانی تأکید دارد. شاخص‌هایی نظیر وجود نهادهای تخصصی در وزارت خارجه، تدوین اسناد راهبردی مصوب علم و فناوری، مشارکت ذی‌نفعان چندگانه و شفافیت در فرآیندهای سیاست‌گذاری نشان می‌دهد که دیپلماسی علم و فناوری نیازمند چارچوب نهادی منسجم، تقسیم کار روشن و ضمانت‌های اجرایی مؤثر است. بدون چنین بستر نهادی، سایر ابعاد عملاً به نتایج پایدار منجر نخواهند شد. در مجموع، نتایج این تحلیل نشان می‌دهد که دیپلماسی علم و فناوری زمانی اثربخش خواهد بود که به‌صورت یک نظام یکپارچه دیده شود؛ نظامی که در آن پیامدهای اقتصادی و علمی، منابع و توانمندی‌ها، تعاملات عملیاتی و چارچوب‌های سیاستی-نهادی به‌طور هم‌زمان و هماهنگ تقویت شوند. این چارچوب می‌تواند مبنای طراحی مدل مفهومی، تدوین شاخص‌های ارزیابی و نیز سیاست‌گذاری ملی در حوزه دیپلماسی علم و فناوری قرار گیرد. تحلیل پایایی کدگذاری شاخص‌ها با ضریب کاپای کوهن $(P < 0.001)$ ، 0.705 نشان داد که توافق میان ارزیابان در سطح متوسط به بالا قرار دارد و نتایج قابل اعتماد است.

پاسخ به پرسش دوم: عوامل مهم در موفقیت دیپلماسی علم و فناوری کشورها چیست؟

با تجزیه و تحلیل متون مورد بررسی در این پژوهش تعداد ۳۶ شاخص، ۹ مؤلفه و ۵ بُعد شناسایی شد. در این چارچوب، «ابعاد» به‌عنوان سطوح کلان تحلیلی، بیانگر حوزه‌های اصلی مداخله و اثرگذاری دیپلماسی علم و فناوری هستند. «مؤلفه‌ها» نقش پیشران‌ها و سازوکارهای میانجی را ایفا می‌کنند که تحقق هر بُعد از طریق آن‌ها ممکن می‌شود، و «شاخص‌ها» به‌عنوان متغیرهای قابل مشاهده و سنجش، امکان ارزیابی عینی وضعیت کشورها در هر مؤلفه را فراهم می‌سازند. فراوانی هر شاخص نیز نشان‌دهنده میزان تأکید و اجماع اسناد مورد بررسی بر اهمیت آن در ادبیات علمی این حوزه است. نمودار ۱ خلاصه ساختاریافته این یافته‌ها را ارائه می‌دهد.

فناورانه و نوآورانه کشور با ۴ شاخص؛ پشتیبانی سیاسی، مالی- اقتصادی با ۳ شاخص و زیرساخت‌های علمی، اطلاعاتی و حقوقی پشتیبان با ۳ شاخص) است. این بعد سخت‌افزار و پشتوانه ملموس دیپلماسی علم و فناوری را مشخص می‌کند. موفقیت مستلزم تخصیص مناسب منابع مالی (اعم از دولتی و خصوصی) و وجود زیرساخت‌های پیشرفته آموزشی، پژوهشی، فناورانه و اطلاعاتی است. علاوه بر این، وجود قوانین شفاف، حمایتی و قابل اجرا برای تسهیل همکاری‌های بین‌المللی حیاتی است. در نهایت، ظرفیت داخلی تولید علم و فناوری و وجود یک نظام ملی نوآوری کارآمد، پیش‌نیاز اعتبار و جذابیت در عرصه دیپلماسی علمی است. بُعد سرمایه انسانی و حکمرانی، شامل دو مؤلفه (حکمرانی، هماهنگی نهادی و سیاست‌گذاری دیپلماسی علم و فناوری با ۶ شاخص؛ سرمایه انسانی، مهارت‌ها و فرهنگ علمی با ۴ شاخص) است. این بُعد بر نیروی انسانی متخصص و سازوکارهای مدیریتی تمرکز دارد. موفقیت نیازمند توسعه سرمایه انسانی است که هم تخصص علمی دارد و هم از مهارت‌ها و فرهنگ بین‌المللی و دیپلماتیک آگاه است. از سوی دیگر، حکمرانی مؤثر شامل هماهنگی و انسجام نهادی (به‌ویژه بین وزارتخانه‌های علوم و امور خارجه)، رهبری و برنامه‌ریزی کلان، و مشارکت نهادهای غیردولتی و علمی قدرتمند است. وجود یک نظام ارزیابی مستمر نیز برای بهبود مداوم ضروری به نظر می‌رسد. بُعد تعاملات و شبکه‌سازی بین‌المللی، شامل یک مؤلفه با ۴ شاخص است. این بُعد، اجرای عملیاتی و خروجی دیپلماسی علم و فناوری را نشان می‌دهد. قلب موفقیت در این حوزه، توانایی شبکه‌سازی مؤثر و حضور فعال در عرصه بین‌المللی است. این شامل مشارکت در پروژه‌های مشترک بین‌المللی، تعامل مستقیم و مستمر با مجامع علمی جهانی، و پایبندی به شفافیت و تعهد در همکاری‌هاست. تقویت این شبکه‌ها، دسترسی به دانش روز و افزایش نفوذ بین‌المللی را ممکن می‌سازد. به طور خلاصه، عوامل موفقیت در دیپلماسی علم و فناوری، ترکیبی پیچیده و درهم‌تنیده از ابعاد راهبردی، محیطی، منابعی، انسانی و عملیاتی است. یک دیپلماسی علم موفق، تنها با داشتن ظرفیت علمی قوی محقق نمی‌شود، بلکه نیازمند حکمرانی هوشمند، منابع کافی، نیروی انسانی ماهر، درک صحیح از محیط بین‌المللی و مهارت در ایجاد شبکه‌های پایدار علمی است. شاخص‌های پرتکرار در این جدول مانند «حمایت مالی دولت»، «تولید علم و فناوری»، «راهبرد و برنامه‌ریزی کلان» و «هماهنگی نهادی» نشان‌دهنده اولویت‌های کلیدی در مسیر موفقیت این نوع دیپلماسی هستند. ضریب کاپای کوهن برای کدگذاری عوامل موفقیت برابر با ۰,۷۴۳ ($P < 0.000$) نشان‌دهنده توافق متوسط به بالا و پایایی قابل قبول است.

پاسخ به پرسش سوم: استراتژی‌ها و روش‌های دیپلماسی علم و فناوری در عرصه بین‌المللی به چه صورت است؟

پس از تجزیه و تحلیل متون منتخب این پژوهش به منظور استخراج استراتژی‌ها و روش‌های دیپلماسی علم و فناوری در عرصه بین‌المللی، تعداد ۴۵ شاخص، ۱۴ مؤلفه و ۲ بُعد شناسایی شد. در این چارچوب، «ابعاد» به‌عنوان سطوح کلان تحلیلی، بیانگر حوزه‌های اصلی مداخله و اثرگذاری دیپلماسی علم و فناوری هستند. «مؤلفه‌ها» نقش پیش‌ران‌ها و سازوکارهای میانجی را ایفا می‌کنند که تحقق هر بُعد از طریق آن‌ها ممکن می‌شود، و «شاخص‌ها» به‌عنوان متغیرهای قابل مشاهده و سنجش، امکان ارزیابی عینی وضعیت کشورها در هر مؤلفه را فراهم می‌سازند. فراوانی هر شاخص نیز نشان‌دهنده میزان تأکید و اجماع اسناد مورد بررسی بر اهمیت آن در ادبیات علمی این حوزه است. جدول ۲ خلاصه ساختاریافته این یافته‌ها را ارائه می‌دهد.

جدول ۲. راهبردها و روش‌های دیپلماسی علم و فناوری

ابعاد	مؤلفه‌ها	شاخص‌ها	فراوانی
فناوری	مفادع ملی (تمرکز بر منافع اقتصادی و فناورانه کشور)	محافظة از فناوری‌های راهبردی و کنترل صادرات فناوری‌های حساس	۹
		حمایت از شرکت‌های داخلی برای ورود به بازارهای بین‌المللی	۵
		ایجاد صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر بین‌المللی و پلتفرم‌های خدمات مالی	۳
راهبردهای کلان دیپلماسی علم و فناوری	راهبرد حل مسائل و چالش‌های جهانی (تمرکز بر	جذب سرمایه‌گذاری خارجی در فناوری‌های راهبردی با اعطای مشوق‌های هدفمند	۳
		همکاری بین‌المللی برای مقابله با چالش‌های جهانی (تغییرات اقلیمی، سلامت، امنیت غذایی)	۱۱

۳	ایجاد کنسرسیوم‌های بین‌المللی برای مسائل مشترک حتی با رقبا	همکاری برای منافع جمعی
۲	ارائه کمک‌های فنی و آموزشی به کشورهای در حال توسعه	بین‌المللی)
۶	استفاده از علم برای اعتمادسازی و حفظ گفت‌وگو در زمان تنش‌های سیاسی	راهبرد اعتمادسازی، پل‌سازی و قدرت نرم (تمرکز بر بهبود تصویر و روابط بین‌المللی)
۴	افزایش دیده‌شدن تولیدات علمی کشور برای ارتقای قدرت نرم	
۲	استفاده از همکاری‌های علمی برای بهبود روابط با کشورهای فاقد رابطه دیپلماتیک	
۴	اولویت‌دهی به همکاری با کشورهای همسایه و منطقه	راهبرد منطقه‌گرایی و اولویت‌بندی جغرافیایی (تمرکز بر تمرکز هدفمند بر مناطق خاص)
۲	تعیین اولویت‌ها بر اساس اشتراکات فرهنگی، دینی و زبانی	
۲	تمرکز بر کشورهای نوظهور به‌عنوان شرکای راهبردی آینده	
۱۵	شبکه‌سازی غیررسمی و ایجاد ارتباطات شخصی میان دانشمندان	
۹	عضویت فعال در سازمان‌های علمی بین‌المللی (یونسکو، آژانس بین‌المللی انرژی اتمی)	روش شبکه‌سازی و ائتلاف‌سازی علمی
۳	ایجاد و گسترش شبکه‌ای از مراکز نوآوری و پارک‌های علم و فناوری مشترک	
۱	رهبری یا مشارکت در پروژه‌های بزرگ علمی بین‌المللی (مانند سرن، ایتر)	
۹	تشویق به پژوهش‌ها و انتشارات مشترک بین‌المللی	روش پروژه‌ها و توافق‌های مشترک علمی
۶	تشکیل تیم‌های علمی-دیپلماتیک مشترک برای مسائل خاص	
۵	سرمایه‌گذاری در پروژه‌های مشترک پژوهش و توسعه	
۲	انعقاد توافق‌نامه‌های همکاری علمی دوجانبه و چندجانبه	
۸	سرمایه‌گذاری بر برنامه‌های بورسیه و تبادلات آکادمیک	روش تبادلات علمی و جذب استعدادها
۸	جذب دانشمندان برجسته و استفاده از ظرفیت دیاسپورای علمی ^۱	
۳	تأسیس شعبه دانشگاه‌های معتبر در کشورهای هدف	
۷	برگزاری مسابقات و چالش‌های نوآوری بین‌المللی	روش رویدادها، مسابقات و دیپلماسی عمومی
۵	میزبانی کنفرانس‌ها و رویدادهای علمی بین‌المللی	
۳	استفاده از نمایشگاه‌های جهانی و دیپلماسی عمومی دیجیتال	
۵	هماهنگ‌سازی قوانین مالکیت فکری با استانداردهای بین‌المللی	روش چارچوب‌سازی حقوقی و استانداردها
۴	ایجاد بسترهای حقوقی پایدار برای پروژه‌های مشترک	
۳	تدوین چارچوب‌های مشترک برای حریم خصوصی و امنیت داده‌ها	
۱۰	پایش تحولات علمی و فناورانه با استفاده از داده‌کاوی و هوش مصنوعی	روش آینده‌نگری و پایش تحولات (روشی برای طراحی
۷	تدوین سناریوهای محتمل و تحلیل پیامدهای آنها برای سیاست‌گذاری	

روش‌ها و ابزارهای اجرایی دیپلماسی علم

دوفصلنامه علمی - پژوهشی دانشگاه شاهد / زودآیند پژوهش‌نامه علم‌سنجی

^۱ شبکه‌ای از دانشمندان، پژوهشگران، متخصصان و نخبان علمی گفته می‌شود که زادگاه یا کشور مبدأ خود را ترک کرده و در کشورهای دیگر (معمولاً توسعه‌یافته) ساکن و مشغول به کار هستند، اما همچنان با کشور مبدأ خود در ارتباط بوده و به نوعی به آن تعلق خاطر دارند.

۵	ایجاد واحدهای دائمی افق‌بینی علمی در ساختار حکمرانی	راهنمادهای آینده)
۸	تدوین سند ملی و نقشه راه دیپلماسی علم	روش نهادسازی و معماری
۶	انتصاب مشاوران علمی و فرستادگان ویژه فناوری	سازمانی (روشی برای ایجاد
۴	ایجاد واحد مرکزی دیپلماسی علمی با شبکه وابستگان علمی در سفارت‌ها	ساختارهای پایدار)
۹	به‌کارگیری دیپلماسی چندلایه (دولت، دانشگاه، صنعت، جامعه مدنی)	روش حکمرانی مشارکتی و
۶	توسعه برنامه‌های علم‌شهروندی و فضاهای آزمایشی مشارکتی	چندذی‌نفعی
۵	ایجاد پلتفرم‌های مشورتی برای مشارکت جامعه علمی، بخش خصوصی و شهروندان	
۵	طراحی دوره‌های دیپلماسی علم برای دیپلمات‌ها و دانشمندان	روش توسعه منابع انسانی
۴	تدوین دستورالعمل‌های عملیاتی برای دیپلمات‌های علمی	
۵	پیوند حمایت‌ها و منابع به نتایج ارزیابی عملکرد	
۴	ایجاد سازوکار بازخورد نظام‌مند از جامعه علمی به سیاستگذاران	روش پایش، ارزیابی و
۳	استفاده از شاخص‌های بین‌المللی برای ارزیابی عملکرد (مانند شاخص جهانی نوآوری)	یادگیری
۳	الگوبرداری تطبیقی از تجارب موفق دیگر کشورها با بومی‌سازی	

همانطور که جدول شماره ۲ نشان می‌دهد، راهنمادهای دیپلماسی علم و فناوری در دو بعد اصلی قابل دسته‌بندی هستند؛ یکی راهنمادهای کلان دیپلماسی علم و فناوری و دیگری روش‌ها و ابزارهای اجرایی دیپلماسی علم.

راهنمادهای کلان:

ارتقای رقابت‌پذیری و منافع ملی، محافظت از فناوری‌های راهبردی و حمایت از شرکت‌های داخلی. حل مسائل و چالش‌های جهانی از طریق همکاری جمعی و ایجاد کنسرسیوم‌های بین‌المللی. اعتمادسازی و افزایش قدرت نرم با استفاده از علم به عنوان زبان مشترک. منطقه‌گرایی و اولویت‌بندی همکاری‌ها بر اساس ملاحظات ژئوپلیتیکی و فرهنگی.

روش‌ها و ابزارهای اجرایی:

شبکه‌سازی و ائتلاف‌سازی علمی، توافق‌ها و پروژه‌های مشترک، تبادلات علمی و جذب استعدادها. رویدادها و دیپلماسی عمومی، چارچوب‌سازی حقوقی و استانداردها.

آینده‌نگری، پایش تحولات علمی و فناوری، نهادسازی و معماری سازمانی.

حکمرانی مشارکتی و چندذی‌نفعی، توسعه منابع انسانی، و پایش و ارزیابی عملکرد.

این چارچوب نشان می‌دهد که دیپلماسی علم و فناوری موفق زمانی محقق می‌شود که ابعاد راهبردی، عملیاتی، منابعی، انسانی و نهادی به‌طور هم‌زمان و هماهنگ مورد توجه قرار گیرند. در مجموع، یافته‌های جدول ۳ نشان می‌دهد که دیپلماسی علم و فناوری پدیده‌ای چندوجهی است که از یک سو در قالب راهنمادهای کلان، امنیتی-اقتصادی و انسانی را دنبال می‌کند و از سوی دیگر با بهره‌گیری از طیف وسیعی از روش‌های اجرایی -از شبکه‌سازی غیررسمی تا آینده‌نگری داده‌محور- در پی نهادینه‌سازی همکاری‌های علمی بین‌المللی است.

مقدار کاپای کوهن برابر با ۰/۶۸۲ به‌دست آمده است که براساس معیارهای تفسیری کاپا (Landis & Koch, 1977) نشان‌دهنده توافق متوسط میان کدگذاران است. همچنین سطح معناداری ($P < 0.000$) کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد. این یافته نشان می‌دهد که کدگذاری راهنمادهای دیپلماسی علم و فناوری از پایایی قابل قبولی برخوردار است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که دیپلماسی علم و فناوری مفهومی چندبعدی است که تحقق آن مستلزم تعامل همزمان ابعاد سیاستی - نهادی، منابع توانمندساز، سازوکارهای عملیاتی و پیامدهای اقتصادی و علمی است. براین اساس سازه‌ای چندسطحی، میان‌رشته‌ای در تقاطع نظام علم، ساختار حکمرانی و سیاست خارجی شکل می‌گیرد. این ویژگی سبب شده است که فهم این حوزه صرفاً از طریق یک یا دو مؤلفه محدود امکان‌پذیر نباشد، بلکه نیازمند در نظر گرفتن مجموعه‌ای از ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های درهم‌تنیده باشد. استخراج ۴ بعد، ۸ مؤلفه و ۴۵ شاخص در این پژوهش، بیانگر آن است که ادبیات این حوزه اگرچه از تنوع مفهومی و محتوایی قابل توجهی برخوردار است، اما هنوز به‌طور کامل در قالب یک چارچوب منسجم و نظام‌مند سامان‌دهی نشده است. این یافته با دیدگاه کراسنیاک و روفینی (Krasnyak & Ruffini, 2020) همسو است که دیپلماسی علم را در نقطه تلاقی علم و سیاست خارجی و در چارچوب منافع ملی و خیر عمومی جهانی تبیین می‌کنند. پژوهش حاضر تلاشی است برای کاهش پراکندگی مفهومی، ارتقای انسجام تحلیلی و تبدیل داده‌های پراکنده ادبیات به ساختاری تبیینی که بتواند روابط میان اجزا را آشکار سازد، مبنایی برای سیاست‌گذاری در این عرصه باشد و تحلیل را از سطح توصیف صرف به سطح تبیین و تفسیر عمیق‌تر ارتقا دهد. در این پژوهش، شاخص‌ها صرفاً متغیرهای مستقل یا عناصری مجزا تلقی نمی‌شوند، بلکه به‌عنوان اجزای یک منظومه سیاستی در نظر گرفته می‌شوند که تعامل، هم‌افزایی و گاه تعارض میان آن‌ها می‌تواند کیفیت و اثربخشی دیپلماسی علم و فناوری را تعیین کند. به بیان دیگر، دیپلماسی علم و فناوری در این پژوهش به‌مثابه یک سیستم چندلایه فهم شده است که در آن، هر بعد و مؤلفه بر سایر اجزا اثر می‌گذارد و در غیاب هماهنگی میان آنها، تحقق اهداف این حوزه با اختلال مواجه خواهد شد. از همین رو، تحلیل شاخص‌ها تنها زمانی معنا پیدا می‌کند که در بستر ارتباطات متقابل، اولویت‌های نهادی، ظرفیت‌های اجرایی و الزامات سیاستی بررسی شود. همچنین نتایج پژوهش حاضر تأییدکننده دیدگاه اولشاکوا (Olšáková, 2023) مبنی بر گذار دیپلماسی علم از رویکردی صرفاً همکاری‌محور به رویکردی راهبردی و مبتنی بر رقابت‌پذیری است. با این حال، پژوهش حاضر فراتر از مطالعات پیشین، نشان می‌دهد که موفقیت دیپلماسی علم و فناوری تنها به گسترش همکاری‌های علمی وابسته نیست، بلکه به وجود سازوکارهای نهادی، ظرفیت‌های فناورانه و چارچوب‌های حکمرانی منسجم نیز نیاز دارد. یافته‌های مربوط به بعد عملیاتی - تعاملی نشان داد که همکاری‌های علمی بین‌المللی، شبکه‌سازی پژوهشی، تولید مشترک دانش و مشارکت در پروژه‌های علمی فرامرزی از مهم‌ترین سازوکارهای تحقق دیپلماسی علم و فناوری محسوب می‌شوند. این نتیجه با یافته‌های وانگ و همکاران (Wang et al., 2022) درباره نقش پایگاه‌های همکاری بین‌المللی و همچنین پژوهش مارینا (Marina, 2020) در زمینه انتقال دانش و فناوری همخوانی دارد. با این حال، نتایج فراترکیب حاضر نشان می‌دهد که این سازوکارها زمانی اثربخش خواهند بود که در بستری از سیاست‌گذاری منسجم و ظرفیت جذب دانش و فناوری قرار گیرند. در واقع، همکاری‌های علمی به خودی خود تضمین‌کننده موفقیت نیستند و باید با راهبردهای ملی توسعه علم، فناوری و نوآوری پیوند بخورند. یکی دیگر از یافته‌های مهم پژوهش، نقش محوری منابع توانمندساز شامل سرمایه انسانی، زیرساخت‌های فناورانه و منابع مالی در موفقیت دیپلماسی علم و فناوری است. این نتیجه با مطالعات لویز-آرانگورن (Lopez-Aranguren, 2023) درباره تجربه ژاپن و همچنین لی و همکاران (Li et al., 2023) درباره چین مطابقت دارد؛ کشورهایی که توانسته‌اند از طریق سرمایه‌گذاری مستمر در پژوهش و فناوری و توسعه ظرفیت‌های داخلی، از دیپلماسی علم و فناوری به عنوان ابزاری برای ارتقای قدرت نرم و جایگاه بین‌المللی خود بهره بگیرند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که کشورهای موفق، پیش از توسعه گسترده تعاملات خارجی، زیرساخت‌های علمی و فناورانه داخلی خود را تقویت کرده‌اند و همین امر امکان بهره‌برداری مؤثر از همکاری‌های بین‌المللی را فراهم ساخته است. در بعد سیاستی - نهادی نیز نتایج پژوهش بر اهمیت وجود ساختارهای حکمرانی منسجم، اسناد راهبردی، هماهنگی بین‌بخشی و مشارکت ذی‌نفعان تأکید دارد. این یافته با نتایج سبزالیوا و همکاران (Sabzalieva et al., 2021) در خصوص نقش هم‌ترازی جریان‌های سیاسی، سیاستی و مسئله‌ای در شکل‌گیری دیپلماسی علم و نیز با پژوهش‌های داخلی نظیر نامداریان و علیدوستی (۱۴۰۲) و نوروزی و همکاران (۱۴۰۱) همسو است. با این حال، پژوهش حاضر نشان می‌دهد که این مؤلفه‌ها نه به صورت مستقل، بلکه در قالب یک نظام به‌هم‌پیوسته عمل می‌کنند و اثربخشی هر یک وابسته به عملکرد سایر اجزای نظام دیپلماسی علم و فناوری است. از منظر روش‌شناختی نیز پژوهش حاضر نسبت به بخش عمده مطالعات پیشین دارای مزیت است؛

زیرا به جای تمرکز بر یک کشور، یک سیاست خاص یا یک بعد محدود از دیپلماسی علم، با استفاده از رویکرد فراترکیب نظام‌مند تلاش کرده است تصویری جامع از ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های این حوزه ارائه دهد. در حالی که بسیاری از پژوهش‌های پیشین به بررسی موردی تجربه کشورها یا تحلیل جنبه‌های خاصی مانند قدرت نرم، همکاری علمی یا سیاست‌گذاری پرداخته‌اند، این مطالعه توانسته است با یکپارچه‌سازی یافته‌های پراکنده، چارچوبی تحلیلی برای ارزیابی و مقایسه عملکرد کشورها در حوزه دیپلماسی علم و فناوری ارائه کند. تقویت همکاری‌های علمی می‌تواند به افزایش اعتبار بین‌المللی، گسترش نفوذ نرم و تقویت جایگاه کشورها در شبکه‌های دانش جهانی منجر شود؛ اما این پیامدها زمانی پایدار و معنادار خواهند بود که بر پایه ظرفیت واقعی علمی، توانمندی نهادی و زیرساخت‌های داخلی استوار باشند. در غیر این صورت، دیپلماسی علمی ممکن است به سطحی نمایشی، نمادین یا پروژه‌محور تقلیل یابد؛ یعنی به جای آنکه به تغییرات پایدار در موقعیت علمی و سیاسی کشورها منجر شود، تنها در سطح گزارش‌های اجرایی یا همکاری‌های محدود باقی بماند. از این رو، پیوند میان توانمندی داخلی و تعامل خارجی نه تنها یک مزیت، بلکه یکی از شروط اساسی موفقیت در این حوزه است. از سوی دیگر، این پژوهش نشان می‌دهد که دیپلماسی علم و فناوری پدیده‌ای ایستا و ثابت نیست، بلکه به‌طور مستمر تحت تأثیر تحولات شتابان علمی، فناوریانه، سیاسی و ژئوپلیتیکی در سطح بین‌المللی قرار دارد. این ویژگی پویا و متحول، سبب می‌شود که هرگونه چارچوب مفهومی در این حوزه، نیازمند بازنگری و به‌روزرسانی مستمر باشد.

در مجموع، نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که دیپلماسی علم و فناوری را باید به مثابه یک نظام چندسطحی و پویا در نظر گرفت که موفقیت آن به تعامل متوازن میان ظرفیت‌های علمی و فناوریانه، سازوکارهای همکاری بین‌المللی، چارچوب‌های سیاستی و نهادی و اهداف توسعه ملی وابسته است. از این رو، سیاست‌گذاران برای بهره‌گیری مؤثر از ظرفیت‌های دیپلماسی علم و فناوری باید از نگاه بخشی و پراکنده فاصله گرفته و رویکردی جامع و نظام‌مند را در طراحی و اجرای سیاست‌ها دنبال کنند. چارچوب ارائه‌شده در این پژوهش می‌تواند مبنایی برای ارزیابی عملکرد، تدوین راهبردهای ملی و انجام مطالعات تطبیقی در سطح بین‌المللی باشد و به توسعه ادبیات نظری و کاربردی این حوزه کمک کند. در نهایت، باید تأکید کرد که دستاورد اصلی این پژوهش صرفاً در شناسایی و طبقه‌بندی ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌ها خلاصه نمی‌شود، بلکه در ارائه یک منطق تحلیلی منسجم برای فهم دیپلماسی علم و فناوری به‌عنوان یک منظومه سیاستی چندبعدی نهفته است. این منطق تحلیلی نشان می‌دهد که برای دستیابی به دیپلماسی علمی اثربخش، نمی‌توان تنها بر یکی از ابعاد، مانند همکاری‌های بین‌المللی یا تولید مشترک علمی، تمرکز کرد؛ بلکه لازم است همه مؤلفه‌های ساختاری، نهادی، انسانی، سیاستی و راهبردی به‌صورت همزمان و هماهنگ مورد توجه قرار گیرند. بدین ترتیب، پژوهش حاضر می‌کوشد دیپلماسی علم و فناوری را از سطح یک مفهوم کلی و پراکنده به سطح یک چارچوب تحلیلی قابل فهم، قابل‌ارزیابی و قابل‌کاربست ارتقا دهد؛ چارچوبی که می‌تواند مبنایی برای تحلیل‌های بعدی و طراحی سیاست‌های دقیق‌تر در این حوزه باشد.

پیشنهاد‌های اجرایی پژوهش

با توجه به اینکه یافته‌های پژوهش نشان داد دیپلماسی علم و فناوری یک نظام چندبعدی متشکل از ابعاد پیامدی، منابع توانمندساز، عملیاتی-تعاملی و سیاستی-نهادی است و موفقیت آن در گرو هم‌افزایی این ابعاد، وجود زیرساخت‌های علمی و فناوریانه، حکمرانی منسجم، شبکه‌سازی بین‌المللی و سرمایه انسانی متخصص است، پیشنهاد‌های اجرایی را می‌توان به‌صورت زیر و با پیوند مستقیم به نتایج پژوهش بازنویسی کرد:

- تدوین راهبرد ملی یکپارچه: با توجه به نقش محوری بعد سیاستی-نهادی، پیشنهاد می‌شود راهبردی ملی تدوین شود که اهداف، اولویت‌ها، نقش نهادها و شاخص‌های ارزیابی را شفاف کرده و از پراکندگی و موازی‌کاری جلوگیری کند.
- تقویت ظرفیت‌های علمی و نوآورانه: با توجه به اهمیت منابع توانمندساز (سرمایه انسانی، زیرساخت، مالی)، سرمایه‌گذاری هدفمند در پژوهش، توسعه زیرساخت‌ها و حمایت از زیست‌بوم نوآوری برای بهره‌برداری مؤثر از همکاری‌های بین‌المللی ضروری است.

- ایجاد سازوکارهای نهادی هماهنگ: پیشنهاد می‌شود نهادی تخصصی برای هماهنگی، اجرا و پایش سیاست‌ها ایجاد یا تقویت شود تا همکاری مؤثر میان وزارتخانه‌ها، دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی و بخش خصوصی تسهیل گردد.
- گسترش شبکه‌سازی علمی هدفمند: با توجه به اهمیت بعد عملیاتی-تعاملی، توسعه شبکه‌های علمی جهانی، حمایت از پروژه‌های مشترک، تبادل نخبگان و حضور فعال در مجامع بین‌المللی باید به‌عنوان اولویت راهبردی دنبال شود.
- ارتقای قدرت نرم و جایگاه بین‌المللی: با توجه به نقش دیپلماسی عمومی و قدرت نرم علمی، استفاده از ظرفیت دانشگاه‌ها، دانشمندان برجسته و دستاوردهای فناورانه برای تقویت تصویر علمی و افزایش نفوذ بین‌المللی کشور توصیه می‌شود.
- استقرار نظام پایش و ارزیابی مبتنی بر شاخص‌ها: پیشنهاد می‌شود نظامی جامع برای پایش مستمر عملکرد طراحی شود که در آن شاخص‌های کمی (مانند تولیدات مشترک) و کیفی (مانند کیفیت حکمرانی) به‌صورت هم‌زمان سنجیده شوند.
- توسعه سرمایه انسانی متخصص: با توجه به نقش کلیدی سرمایه انسانی، طراحی برنامه‌های آموزشی برای تربیت نیروهای متخصص آشنا با حوزه‌های علم و دیپلماسی، جهت افزایش ظرفیت حضور مؤثر در تعاملات بین‌المللی ضروری است.

پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

- اعتبارسنجی تجربی چارچوب پیشنهادی: با توجه به اینکه چارچوب ارائه‌شده در این پژوهش بر اساس فراترکیب مطالعات پیشین استخراج شده است، پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آتی با بهره‌گیری از روش‌های کمی، مدل‌یابی معادلات ساختاری یا تحلیل عاملی، به اعتبارسنجی ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های شناسایی‌شده در میان خبرگان، سیاست‌گذاران و متخصصان حوزه دیپلماسی علم و فناوری بپردازند.
- طراحی و توسعه مدل بومی دیپلماسی علم و فناوری برای ایران: یافته‌های این پژوهش عمدتاً بر مبنای ادبیات بین‌المللی شکل گرفته است. از این رو، انجام مطالعات بومی با در نظر گرفتن ویژگی‌های سیاسی، فرهنگی، اقتصادی و علمی ایران می‌تواند به طراحی الگویی متناسب با شرایط و ظرفیت‌های ملی منجر شود.
- بررسی روابط علی میان ابعاد دیپلماسی علم و فناوری: این پژوهش ابعاد و مؤلفه‌ها را شناسایی کرده است، اما نحوه تأثیرگذاری متقابل آن‌ها بر یکدیگر مورد بررسی قرار نگرفته است. بنابراین پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده با استفاده از روش‌هایی نظیر مدل‌سازی ساختاری-تفسیر (ISM)، دیمتل (DEMATEL) یا تحلیل شبکه‌ای، روابط علی و میزان اثرگذاری هر بعد بر سایر ابعاد را تبیین کنند.
- مطالعات تطبیقی میان کشورهای موفق و در حال توسعه: با توجه به اشاره پژوهش به تجربه کشورهای موفق مانند ژاپن و چین، انجام مطالعات تطبیقی میان کشورهای موفق در دیپلماسی علم و فناوری و کشورهای در حال توسعه می‌تواند عوامل موفقیت، موانع اجرایی و الگوهای قابل انتقال را روشن سازد.
- تدوین شاخص ترکیبی سنجش عملکرد دیپلماسی علم و فناوری: اگرچه در این پژوهش مجموعه‌ای از شاخص‌ها شناسایی شده‌اند، اما ابزار مشخصی برای اندازه‌گیری عملکرد کشورها ارائه نشده است. از این رو، توسعه یک شاخص ترکیبی یا نظام رتبه‌بندی ملی و بین‌المللی برای ارزیابی عملکرد دیپلماسی علم و فناوری می‌تواند موضوع پژوهش‌های آینده باشد.
- بررسی نقش فناوری‌های نوظهور: خلأ ادبیات در بررسی تأثیر هوش مصنوعی، کلان‌داده‌ها و فناوری‌های کوانتومی بر الگوهای دیپلماسی علم و فناوری است؛ پژوهش‌های آینده می‌توانند نقش این فناوری‌ها را در تحول ابزارها و راهبردهای دیپلماسی علمی مطالعه کنند.
- مطالعه نقش بازیگران غیردولتی: با وجود تمرکز عمده ادبیات بر دولت‌ها، نقش دانشگاه‌ها، شرکت‌های دانش‌بنیان، پارک‌های علم و فناوری و سازمان‌های مردم‌نهاد کمتر بررسی شده است؛ پژوهش‌های آتی می‌توانند مدل‌های همکاری میان این بازیگران را تحلیل کنند.

- بررسی موانع و چالش‌های اجرایی: این پژوهش عمدتاً بر عوامل موفقیت متمرکز بوده است؛ بنابراین، مطالعه موانع ساختاری، حقوقی، فرهنگی، مالی و سیاسی مؤثر بر اجرای سیاست‌ها، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، می‌تواند به تکمیل دانش موجود کمک کند.
- تحلیل اثر بر شاخص‌های توسعه ملی: پیشنهاد می‌شود پژوهش‌های آینده تأثیر دیپلماسی علم و فناوری را بر متغیرهایی نظیر نوآوری، رشد اقتصادی، توسعه فناوری، قدرت نرم، امنیت ملی و جایگاه بین‌المللی کشورها به‌صورت تجربی بررسی کنند.
- مطالعه پویایی‌های ژئوپلیتیکی و تحریم‌ها: با توجه به اهمیت شرایط ژئوپلیتیکی، بررسی نحوه تأثیر تحریم‌ها، رقابت‌های فناورانه جهانی، تنش‌های سیاسی و تغییرات نظم بین‌الملل بر فرصت‌ها و محدودیت‌های دیپلماسی علم و فناوری می‌تواند به غنای ادبیات این حوزه بیفزاید.

تقدیر و تشکر

این مقاله برگرفته از رساله دکتری تخصصی نویسنده اول با عنوان «شناسایی عوامل مؤثر بر دیپلماسی علمی جمهوری اسلامی ایران: پیشنهاد مدل دیپلماسی علم و فناوری» است. از معاونت پژوهشی دانشگاه پیام نور، واحد مشهد و اساتید راهنما جهت راهنمایی‌های ارزنده‌شان تقدیر و تشکر می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در خصوص انتشار این مقاله تضاد منافع وجود ندارد. علاوه بر این، موضوعات اخلاقی، از جمله سرقت ادبی، رضایت آگاهانه، سوء رفتار، جعل داده‌ها، انتشار و ارسال مجدد و مکرر و همچنین، سیاست مجله در قبال استفاده از هوش مصنوعی از سوی نویسندگان رعایت شده است.

فهرست منابع

- احمدی، ح.، پیرو، ف. (۱۴۰۴). ساختار مفهومی دانش‌پژوهی حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران: تحلیل علم‌سنجی. تحقیقات کتابداری و اطلاع‌رسانی دانشگاهی. ۵۹ (۱)، ۱-۲۴. <https://doi.org/10.22059/jlib.2025.388209.1768>
- تسلیمی، م.، نوروزی، خ.، مخدومی، ا.، و هاجری، م. (۱۳۹۷). ارائه چارچوب توسعه دیپلماسی علم و فناوری از منظر کارگزاران کشور. فصلنامه علمی پژوهشی راهبرد فرهنگ. ۱۱ (۴۳)، ۱۷۷-۱۹۹. <https://doi.org/10.22034/jsfc.2018.88851>
- زاهدی، ز. (۱۴۰۳). رویکردهای نوین علم‌سنجی در ارزیابی و سیاست‌گذاری مسئولانه پژوهش. مطالعات کاربردی علم‌سنجی. (۴)، ۷-۱۴. <https://doi.org/10.22091/apss.2024.12004.1029>
- نامداریان، ل.، علیدوستی، س. (۱۴۰۲). پیشنهاد‌های سیاستی برای بخش علم و فناوری در برنامه پنج‌ساله هفتم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی برپایه اسناد بالادستی، سیاست‌های راهبردی و کلان. ۱۱ (۴۲)، ۲۴۰-۲۷۱. <https://doi.org/10.30507/jmsp.2022.343633.2430>
- نیرمانی، م.، عسکریان، م.، صاحبکار خراسانی، م.، و ذاکری، ا. (۱۴۰۴). جوایز علمی بین‌المللی به مثابه ابزار دیپلماسی علم و فناوری: مطالعه موردی جایزه مصطفی. مجله مدیریت نوآوری و فناوری. ۱۰ (۱)، ۸۸-۱۱۰. <https://doi.org/10.22034/jmi.2025.484731.3148>
- نوروزی، خ.، مفتاح، م.، و مرتضوی نژاد، م. (۱۴۰۱). استخراج چارچوب توسعه دیپلماسی علم و فناوری (دفع) با کشورهای هدف مبتنی بر دلالت‌پژوهی قرآن کریم. فصلنامه علمی پژوهشی حکمرانی فرهنگ. ۱۵ (۵۹)، ۱۷۹-۲۰۴. <https://doi.org/10.22034/jsfc.2021.163883>
- یزدان پناه، م.، مرادی، م.، و عسگرخانی، ا. (۱۴۰۲). دیپلماسی علمی و فناوری و توسعه سیاسی در ایران، پژوهش‌های روابط بین‌الملل. ۱۳ (۴)، ۱۷۵-۱۹۱. <https://doi.org/10.22034/irr.2024.195854>

- Ahmadi, H., & Piroo, F. (2025). The Conceptual Structure of Knowledge Production in the Field of Science and Technology Governance in Iran: A Scientometric Analysis. *Journal of Library and Information Research*, 59(1), 1-24. <https://doi.org/10.22059/jlib.2025.388209.1768> [In Persian]
- Cao, Q., & Zhao, Y. (2022). Indicators and Evaluation Frameworks for Science Diplomacy effectiveness. *Science and Public Policy*, 49(1), 40-51. <https://doi.org/10.1093/scipol/scab058>
- Chen, D. S. (2025). How Can Science and Technology Policy Study Contribute to Better Democracy and Human Freedom?. *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal*, 19(1), 105-114. <https://doi.org/10.1080/18752160.2025.2454824>
- Krasnyak, O., & Ruffini, P. B. (2020). Science Diplomacy. in P. James (Ed.), *Oxford Bibliographies in International Relations*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/obo/9780199743292-0277>
- Kun, L. (2024). Advancing Science and Technology Policy. *IEEE Technology and Society Magazine*. 43(2),4-6 <https://doi.org/10.1109/MTS.2024.3406002>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of Observer Agreement for Categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159-174. <https://sid.ir/paper/543811/en>
- Li, Z., Cui, F., & Wang, Z. (2023). A Discussion on Practices and Characteristics of Science and Technology Diplomacy in Twentieth-Century China. *Cultures of Science*, 6(2), 186-198. <https://doi.org/10.1177/20966083231183546>
- López-Aranguren, J. L. (2023). Japan's Science and Technology Diplomacy: Society 5.0 and Its International Projection. *Communication & Society*, 36 (2) 225-239. <https://doi.org/10.15581/003.36.2.225-239>
- Marina, A. (2020). Science Diplomacy in a Globalized World: Opportunities and Challenges. *Journal of Science Policy & Governance*, 16(3), 1-15. <https://doi.org/10.5334/jspg.106>
- Namdarian, L., & Alidousti, S. (2022). Policy Suggestions for the Science and Technology Sector in the Seventh National Development Plan for Economic, Social, and Cultural Development Based on the National-Level Policy Documents. *Journal of Strategic and Macro Policies*, 11(42), 240-271. <https://doi.org/10.30507/jmsp.2022.343633.2430> [In Persian]
- Narmani, M., Askarian, M., Sahebkar Khorasani, S. M., & Zakeri, A. (2025). International Scientific Awards as a Tool for Science and Technology Diplomacy: A Case Study of the Mustafa Prize. *Journal of Innovation and Technology Management*, 12(1), 13-20. <https://doi.org/10.22034/jmi.2025.484731.3148> [In Persian]
- Narin, F., Li, X., & Archambault, E. (1997). Problems and Opportunities in the Selection of Papers for Citation Analysis. *Scientometrics*, 38(2), 205-215. <https://doi.org/10.1007/BF02459077>
- Noruzi, K., Meftah, M., & Mortazavi Nejad, S. M. (2022). Provide a Framework for the Development of Science and Technology Diplomacy with Target Countries Based on the Implications of the Holy Qur'an. *Strategy for Culture*, 15(59), 179-204. <https://doi.org/10.22034/jsfc.2021.163883> [In Persian]

- Roig, A., Sun-Wang, J. L., & Manfredi-Sánchez, J.-L. (2020). Barcelona's Science Diplomacy: Towards an Ecosystem-Driven Internationalization Strategy. *International Journal of Technology Management and Sustainable Development*, 19(1), 1-16 <https://doi.org/10.1057/s41599-020-00602-y>.
- Ruffini, P. B. (2020). Collaboration and Competition: the Twofold Logic of Science Diplomacy. *The Hague Journal of Diplomacy*, 15(3), 371-382 <https://doi.org/10.1163/1871191X-BJA10028>
- Sabzalieva, Emma, Sá, Creso M., Martine, Magdalena, & Kachynska, Nadiia (2021). Science Diplomacy Policy Processes in Comparative Perspective: The Use of Scientific Cooperation Agreements in Canada, India, Norway, and the UK. *Minerva*. 59:149–172 <https://doi.org/10.1007/s11024-020-09429-y>
- Taslimi, M. S., Norouzi, K., Makhdoumi, A., & Hajari, M. (2018). Provide a Framework for the Development of Science Diplomacy for Islamic Republic of Iran, the Prespective of Experts and Officials of Scientific Organizations and Diplomatic. *Strategy for Culture*, 11(43), 177-199. <https://doi.org/10.22034/jsfc.2018.88851> [In Persian]
- Olšáková, D. (2023). A Review of Science Diplomacy: Theoretical Evolution to a Post-Naïve Approach and Its Relevance for the Czech Republic. *Czech Journal of International Relations*, 59(3), 7-15. <https://doi.org/10.32422/cjir.430>
- Wang, F., Dong, Z., & Dong, J. C. (2022). Can International Cooperation Base for Science and Technology Drive Cooperation Ability? Evidence from Xinjiang China. *International Review of Economics & Finance*, 82, 699-706. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iref.2022.08.003>.
- A. M. (2024). Scientific and Technological Diplomacy and Regional Development of Iran. *International Quarterly Relations Researches*, 13(4), 175-191. <https://doi.org/10.22034/irr.2024.195854> [In Persian]
- Zahedi, Z. (2024). Novel Scientometric Approaches in Responsible Research Evaluation and Policy. *Applied Science in Scientometrics*, 1(4), 7–14. <https://doi.org/10.22059/apss.2024.12004.1029> [In Persian]
- Zhang, Y., Lu, X., & Wang, Y. (2025). Research on Evaluation of Implementation Effect of Science and Technology Innovation Policy. *Sustainable Futures*, 10(101228), 1-11 <https://doi.org/10.1016/j.sftr.2025.101228>