

International Science and Technology Interactions: Pathways for the National Comprehensive Scientific Map towards the 1414 Horizon

Seyed Morteza Mortazavi 

Ph.D. of Futures Studies, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.

s.m.mortazavi@edu.ikiu.ac.ir

Moslem Shirvani Naghani* 

Assistant Professor, Department of Futures Studies, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran.: Shirvani@soc.ikiu.ac.ir

Abstract

Objective: The globalization of the economy and the intensification of technological competition have transformed international science and technology interactions into a strategic imperative. Consequently, this research aimed to design a foresight-oriented framework for formulating potential pathways of international science and technology interactions within Iran's Comprehensive Scientific Map towards the 1414 horizon.

Method: This study employed a multipol mixed-methods approach, involving the participation of twelve experts comprising policymakers from the Ministry of Science, international researchers, and managers of universities and science and technology parks. In this regard, contributors were selected through purposive sampling. Accordingly, the qualitative phase involved conducting a structured nominal group session where independent ideas were recorded and prioritized. The quantitative phase entailed distributing three validated standard questionnaires (assessing measures, policies, and future images according to evaluation criteria), confirmed for validity and reliability.

Findings: This study identified eleven evaluation criteria and designed three future images: scientific networking, an educational empowerment system, and integrated science diplomacy. It formulated overarching policies including the integration of research programs, proficiency assessment for Persian language education, and joint technological investment. For operationalization, fourteen supportive measures were proposed. The top five measures in order of priority are: international collaboration among knowledge-based companies; establishing a joint fund for technological research; allocating research grants to priority projects; developing a regional research problem bank; and concluding technology transfer agreements. Findings further revealed that each future image, such as scientific networking, is realized through the combination of relevant policies and measures. This framework elucidates the strategic linkage between policies, future images, and operational actions.

Conclusion: This research demonstrates that identifying optimal pathways for international science and technology collaborations establishes dynamic mechanisms for adapting to environmental changes and enables the targeted allocation of resources to strategic domains in this field.

Keywords: International science and technology interactions, national comprehensive scientific map, future images, multipol, resource allocation

Cite this article: Mortazavi, Seyed Morteza. Shirvani Naghani, Moslem. (2025) International Science and Technology Interactions: Pathways for the National Comprehensive Scientific Map towards the 1414 Horizon ,Volume10, NO.1 Spring & Summer 2025,105-128

DOI: 10.30479/jfs.2025.22309.1648

Received on: 3 July 2025 **Accepted on:** 18 October 2025

Copyright© 2025, The Author(s). 

Publisher: Imam Khomeini International University

Corresponding Author/ E-mail: Moslem Shirvani Naghani : Shirvani@soc.ikiu.ac.ir

تعاملات بین‌المللی علم و فناوری: مسیرهایی برای نقشه جامع علمی کشور در افق ۱۴۱۴

سیدمرتضی مرتضوی 

دکتری آینده‌پژوهی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران s.m.mortazavi@edu.ikiu.ac.ir

مسلم شیروانی ناغانی 

استادیار آینده‌پژوهی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران. نویسنده مسئول: Shirvani@soc.ikiu.ac.ir

چکیده

هدف: جهانی‌شدن اقتصاد و افزایش رقابت‌های فناورانه، تعاملات بین‌المللی علم و فناوری را به ضرورتی راهبردی تبدیل کرده است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف طراحی چارچوبی آینده‌نگر برای تدوین مسیرهای بالقوه تعاملات بین‌المللی علم و فناوری در نقشه جامع علمی ایران در افق ۱۴۱۴ انجام شد.

روش: پژوهش حاضر با روش ترکیبی مولتی‌پول (کیفی-کمی) و مشارکت ۱۲ خبره شامل سیاست‌گذاران وزارت علوم، پژوهشگران بین‌المللی، و مدیران دانشگاه‌ها و پارک‌های علم و فناوری انجام شد. در این راستا مشارکت‌کنندگان از طریق نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. بدین ترتیب مرحله کیفی شامل برگزاری جلسه گروه اسمی ساختاریافته بود که طی آن ایده‌های مستقل ثبت و اولویت‌بندی شدند. مرحله کمی نیز شامل توزیع سه پرسشنامه استاندارد (ارزیابی اقدامات، سیاست‌ها، و تصاویر آینده با توجه به معیارهای ارزیابی) بود که از لحاظ روایی و پایایی مورد تأیید می‌باشند.

یافته‌ها: این مطالعه با تعیین ۱۱ معیار ارزیابی و طراحی سه تصویر آینده شامل شبکه‌سازی علمی، نظام توانمندسازی آموزشی و دیپلماسی علمی یکپارچه، سیاست‌های کلان شامل یکپارچه‌سازی برنامه‌های پژوهشی، صلاحیت‌سنجی آموزش زبان فارسی و سرمایه‌گذاری مشترک فناورانه را تدوین کرد. برای عملیاتی‌سازی، ۱۴ اقدام حمایتی پیشنهاد شد که پنج اقدام برتر به ترتیب اولویت عبارتند از: همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان بین‌المللی، ایجاد صندوق مشترک پژوهش‌های فناورانه، تخصیص گرنت‌های پژوهشی به پروژه‌های اولویت‌دار، تدوین بانک مسئله‌های پژوهشی منطقه‌ای، و عقد قراردادهای انتقال فناوری. همچنین یافته‌ها نشان داد هر تصویر آینده مانند شبکه‌سازی علمی از طریق ترکیب سیاست‌ها و اقدامات مرتبط محقق می‌شود. این چارچوب، پیوند راهبردی بین سیاست‌ها، تصاویر آینده، و اقدامات عملیاتی را تبیین می‌کند. نتیجه‌گیری: این پژوهش نشان می‌دهد که شناسایی مسیرهای بهینه همکاری‌های بین‌المللی علم و فناوری، سازوکارهای پویایی برای تطبیق با تغییرات محیطی تعیین می‌کند و موجب تخصیص هدفمند منابع به حوزه‌های راهبردی در این زمینه می‌شود.

واژگان کلیدی: تعاملات بین‌المللی علم و فناوری، نقشه جامع علمی کشور، تصاویر آینده، مولتی‌پول، تخصیص منابع

*استاد: مرتضوی، سید مرتضی. شیروانی ناغانی، مسلم (۱۴۰۴). تعاملات بین‌المللی علم و فناوری: مسیرهایی برای نقشه جامع علمی کشور در افق ۱۴۱۴. دو

فصلنامه علمی آینده پژوهی ایران، مقاله پژوهشی، دوره ۱۰، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۴، ۱۰۵-۱۲۸

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۴/۴/۱۲ تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۴/۷/۲۶

ناشر: دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)

مقدمه

علم به عنوان یک سیستم جامع دانش متشکل از نظریه‌ها و روش‌های حاصل از شناخت جهان عینی و یک فعالیت خلاقانه ذهنی است و فناوری نیز به عنوان مجموعه‌ای از روش‌ها و ابزارهای عملی مبتنی بر تجربه و اصول علمی برای راهکارهای کاربردی، شناخته می‌شود و این دو مفهوم در تعاملی پویا و فزاینده با یکدیگر قرار دارند. امروزه، نوآوری در علم و فناوری به عنوان موتور محرک رشد اقتصادی و دستیابی به اهداف بلندمدت شناخته می‌شود (Shirvani Naghani et al., 2019; Wang et al., 2025).

تحولات چشمگیر در نقشه جهانی قدرت نوآوری و تغییر مستمر الگوهای آن، رقابت فشرده‌تری را میان کشورها، عمدتاً در قالب رقابت بر سر توانمندی‌های علم و فناوری رقم زده است (Wang et al., 2023). به‌طوری‌که جریان پیوسته فناوری، دانش، سرمایه، و خدمات میان کشورها، زنجیره‌های تأمین جهانی را یکپارچه‌تر ساخته و وابستگی متقابل کشورها را عمیق‌تر نموده است (Su, 2017). در این راستا روند روبه رشد پیچیدگی فناوری و جهانی‌شدن اقتصاد، تعاملات پژوهشی بین‌المللی شامل همکاری‌های تحقیقاتی و توزیع جهانی فعالیت‌های پژوهشی را تشدید کرده است (Stek & Geenhuizen, 2016). به‌طوری‌که این روند همگام با جهت‌گیری نوین به سمت همکاری‌های علمی بین‌المللی، محوریت علم در حل چالش‌های محیطی، و استقبال فزاینده‌ای که کشورهای مختلف از مشارکت در این عرصه نشان می‌دهند، ادامه یافته و تقویت شده است (Gui et al., 2019) و ضرورت دسترسی بین‌المللی به دانش و حضور در مکان‌های مختلف بین‌المللی را برای بازیگران دانش‌محور مانند شرکت‌ها و دانشگاه‌ها ایجاد کرده است (Stek & Geenhuizen, 2016).

تعاملات بین‌المللی علم و فناوری موجب ارتقای کیفیت پژوهش و تولید خروجی‌های علمی با کیفیت بالاتر نسبت به همکاری‌های ملی می‌شود و به‌طور مستقیم به افزایش تأثیر و اعتبار پژوهش‌ها کمک می‌کند. علاوه بر این، چنین همکاری‌هایی شبکه‌های آکادمیک را گسترش و تعمیق بخشیده، و به‌طور کلی امکان آشنایی با فرهنگ‌های مختلف، بین‌المللی‌سازی مسائل و راه‌حل‌های محلی، حل مشکلات مشترک، دسترسی به تخصص، منابع گسترده، روش‌های نوین و بهبود عملکرد پژوهشی را فراهم می‌کند (Lobato et al., 2024; Zhang et al., 2022; Momtazmanesh et al., 2021).

به کارگیری ظرفیت‌های فناورانه متنوع در چارچوب این مشارکت‌ها، امکان بهره‌گیری از مزیت‌های مکملی را فراهم آورده و دستیابی به راه‌حل‌های نوآورانه را تسهیل می‌کند (Su, 2017).

در چنین شرایطی، با درک ضرورت پیشرفت فناورانه و تحقق اهداف توسعه پایدار، همکاری‌های بین‌المللی علم و فناوری نقشی بی‌بدیل در تقویت توانمندی‌های فناورانه کشورها، خلق راهکارهای خلاقانه و افزایش نفوذ جهانی ایفا می‌کند. این مشارکت‌ها توسعه و به کارگیری فناوری‌های پیشرفته در حوزه‌هایی چون نوسازی زیرساخت‌ها و نوآوری صنعتی را تسهیل می‌نماید (Peng et al., 2025). هرچند، تفاوت‌های فرهنگی، اجتماعی و حقوقی و عواملی مانند کمبود منابع مالی، محدودیت‌های اشتراک‌گذاری داده‌ها، و تفاوت در استانداردهای آکادمیک جهانی، چالش‌های عمده‌ای در مسیر تحقق همکاری‌های بین‌المللی مؤثر علم و فناوری ایجاد کرده‌اند (Momtazmanesh et al., 2021).

ایران نیز در تعاملات بین‌المللی علم و فناوری با چالش‌هایی از قبیل فرهنگی و اجتماعی، اقتصادی، علمی، سیاسی و تحریم‌های بین‌المللی مواجه است (Tarassoli et al., 2022) که این امر می‌تواند توسعه قابلیت‌ها از جمله فناوری‌های نوظهور را محدود سازد. از این رو، با وجود چالش‌های موجود، همکاری بین‌المللی علم و فناوری راهکاری اساسی برای تضمین توسعه مستمر نظام‌های نوآوری ملی محسوب می‌شود (Wang et al., 2023).

در این راستا، همکاری بین‌المللی علم و فناوری، یکپارچگی منابع علم و فناوری جهانی، رشد اقتصادی، تقویت نوآوری فناورانه، یادگیری فناورانه، تدوین استانداردهای بین‌المللی، و ثبات اقتصادی را افزایش می‌دهد، روابط دیپلماتیک را مستحکم کرده و به چالش‌های جهانی پاسخ می‌دهد؛ بنابراین به عنصری حیاتی در توسعه علمی و فناوری جهان و مباحث راهبردی کشورها تبدیل شده است (Wang et al., 2022; McBrierty, 2014; Wood & Weigel, 2013).

در این شرایط، ادغام عمیق در شبکه‌های نوآوری جهانی ضرورتی اجتناب‌ناپذیر برای پیشبرد و بین‌المللی‌سازی علم و فناوری، در بستر جهانی‌شدن اقتصاد است (Wang et al., 2023). مسأله اصلی چگونگی تعاملات بین‌المللی در علم و فناوری و بهره‌گیری از آن برای ارتقای توانمندی‌های پژوهشی کشور می‌باشد، همان‌طور که سنگاپور با جذب محققان و اعطای بورسیه‌هایی مانند «بورسیه ملی علوم»، به اطلاعات جهانی دسترسی یافته و در فناوری‌های نوظهور پیشتاز شده است (Ishii et al., 2022).

اگرچه این همکاری‌ها با هدف تلفیق کارآمد منابع متنوع و ارتقای سطح علم، فناوری و اقتصادی شکل می‌گیرد، اما تفاوت‌های ساختاری کشورها موجب شده انتخاب مدل همکاری و ترکیب منابع، تأثیری تعیین‌کننده بر موفقیت پروژه‌ها داشته باشد (Wang et al., 2023). بنابراین، طراحی راهبردهای هوشمندانه برای نقشه جامع علمی کشور به منظور شناسایی الگوهای بهینه همکاری بین‌المللی و متناسب با مزیت‌های ملی به عنوان یک ضرورت مهم جهت ارتقای جایگاه راهبردی ایران در این زمینه مطرح است.

در این چارچوب، مطالعه جینگ^۱ (۲۰۲۴) تأثیر نامتقارن همکاری بین‌المللی فناوری سبز بر انتشار CO₂ در کشورهای نوآور را بررسی کرد. یافته‌ها نشان داد افزایش همکاری موجب کاهش انتشار و کاهش همکاری، موجب افزایش انتشار می‌شود. این مطالعه بر لزوم سیاست مالی متعادل و بهره‌گیری از همکاری جهانی، نوآوری داخلی و اقتصاد دیجیتال برای کاهش کربن تأکید دارد. دومینگز لاکاسا و مولینا و گل‌سانگ^۲ (۲۰۲۴) در پژوهش خود، استراتژی‌های سیاستی را شناسایی کرده‌اند که با تقویت همکاری‌های بین‌المللی در حوزه علم، فناوری و نوآوری، به تحقق اهداف توسعه پایدار و تقویت آن منجر می‌شوند. علامه و همکاران^۳ (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای تأثیر همکاری‌های پژوهشی بین‌المللی و عوامل مرتبط با اعضای هیئت علمی بر استنادات علمی را مورد تحلیل قرار دادند. یافته‌ها حاکی از اثرگذاری مثبت و معنادار همکاری‌های بین‌المللی بر افزایش استنادات است. مطالعات نشان می‌دهند پترایت و همکاران^۴ (۲۰۲۲) با مطالعه بنگاه‌های تحقیق و توسعه محور لیتوانی دریافته‌اند که شبکه‌های بین‌المللی نقشی حیاتی در ارتقای نظام‌های نوآوری ملی و یادگیری فناورانه دارند. کوروچر و مانکوزی^۵ (۲۰۲۱) همکاری‌های بین‌المللی در حوزه فناوری‌های انرژی سبز را تحلیل نموده و نشان دادند که سطح همکاری‌ها با شاخص فعالیت‌های ثبت اختراع مشترک تحت تأثیر شکاف فناورانه بین کشورها قرار دارد؛ به گونه‌ای که اختلاف در سطح توسعه فناوری، مانعی برای شکل‌گیری همکاری‌های مشترک در ثبت اختراع محسوب می‌شود. متیوز و همکاران^۶ (۲۰۲۰) به بررسی موانع فعالیت‌های مشترک علمی بین‌المللی پرداختند. نتایج نشان داد که همکاری بین‌المللی در پژوهش‌های علمی، علی‌رغم اهمیت فزاینده، با موانع متعددی

-
1. Jing
 2. Dominguez Lacasa & Molina Vogelsang
 3. Alamah et al
 4. Petraite
 5. Corrocher & Mancusi
 6. Matthews et al

روبه‌روست و مشارکت عملی در این همکاری‌ها بسیار کمتر از تمایل اعلام‌شده است. در این راستا موانع اصلی در سه دسته کلی سیاسی، لجستیکی و فرهنگی شناسایی شد که این چالش‌ها همکاری مؤثر در جامعه علمی جهانی را محدود می‌کند. گوی و همکاران^۱ (۲۰۱۹) با بررسی روندهای همکاری‌های علمی بین‌المللی (۲۰۰۰-۲۰۱۵)، نشان می‌دهند که جهانی‌سازی علم با رشد چشمگیر مشارکت کشورها و افزایش پیوندهای همکاری، به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. همچنین عوامل تعیین‌کننده همکاری از قبیل زبان، نزدیکی اقتصادی و علمی، مجاورت اجتماعی و دانشجویان بین‌المللی هستند، درحالی‌که فاصله جغرافیایی تأثیر منفی اما ناچیزی در این زمینه دارد. پژوهش آیتاک^۲ (۲۰۱۰) درباره عوامل مؤثر بر همکاری علمی بین‌المللی دانشمندان ترکیه نشان می‌دهد که عوامل خارجی مانند مشکلات اقتصادی، تفاوت‌های نهادی و عوامل دولتی و همچنین عوامل داخلی مانند انگیزه شخصی نقش کلیدی در این زمینه دارند.

پژوهش وزیری و صبوری (۱۴۰۰) تعاملات علمی بین‌المللی را به‌عنوان پیشران دیپلماسی علم و فناوری تحلیل کرده و مؤلفه‌های مؤثر را در چهار مقوله ساختاری (مانند همکاری‌های علمی و تبادلات علمی استاد/دانشجو)، ملی (مانند نقش‌آفرینی دانشگاه‌ها و پارک‌های فناوری)، زیرساختی (مانند حمایت مالی و توسعه ارتباطات و بهبود زیرساخت‌های آموزش مجازی) و بین‌المللی (مانند نمایشگاه‌های مرتبط و بین‌المللی‌سازی آموزش) دسته‌بندی می‌کند؛ این دیپلماسی نیازمند همکاری نزدیک نهادها، نخبگان و دولت‌ها در سطح جهانی است. مرادمند و همکاران (۱۳۹۸) با تحلیل عوامل مؤثر بر آینده سیاست‌های پژوهشی دانشگاه‌های جامع ایران، در میان ۲۴ عامل کلیدی، شبکه‌های بین‌المللی را به‌عنوان یکی از عوامل دوجبه‌ای فعال و تأثیرگذار شناسایی کردند. بنیادی نایینی و صدوق (۱۳۹۶) عوامل مؤثر بر توسعه دیپلماسی علم و فناوری را بررسی کردند. نتایج پژوهش با استفاده از روش ترکیبی، پنج دسته عامل را شناسایی کرد: ۱. «برنامه‌ریزی و نظام‌سازی» ۲. «زیرساخت‌ها و الزامات» ۳. «برندینگ و ارتقای ساخت ملی» ۴. «ظرفیت‌سنجی» ۵. «تعاملات آکادمیک». همچنین زیرساخت‌ها به‌عنوان محور اساسی توسعه دیپلماسی علم و فناوری در عرصه جهانی مورد تأکید قرار گرفت. پژوهش ذوالفقارزاده و هاجری (۱۳۹۶) چارچوبی برای توسعه دیپلماسی علم و فناوری کشور ارائه می‌دهد و یافته‌ها شامل چهار محور اصلی است: تصویر علمی و فناورانه کشور مبتنی بر مؤلفه‌هایی مانند حضور بین‌المللی و جایگاه علمی؛ تصویر دیپلماتیک با

1. Gui et al

2. Aytac

محوریت مؤلفه‌هایی مانند دیپلماسی فعال و ضمانت‌های اجرایی؛ دیپلماسی مسیر دوم از طریق مؤلفه‌هایی مانند تبادلات دانشجویی و تعاملات مؤسسات غیردولتی؛ و ترتیبات نهادی شامل مؤلفه‌هایی مانند نقشه‌راه و حمایت‌های نهادی که تمام این موارد تأیید خبرگان قرار گرفتند. پژوهش نبوی (۱۳۹۶) نشان می‌دهد سیاست‌گذاران علم و فناوری ایران به داده‌ها و تحلیل‌های گذشته‌نگر، جدید، یکپارچه و فراگیر در مورد موجودیت‌های حوزه علم و فناوری نظیر نیروی انسانی، سازمان‌ها، بودجه و انتشارات نیازمندند. همچنین یافته‌ها شامل دسترسی فعلی از منابع پراکنده مانند بانک‌های اطلاعاتی، گزارش‌ها و کارشناسان، و ضرورت ایجاد سامانه‌ای جامع حاوی شاخص‌های کلیدی همراه با مراکز مشاوره تخصصی برای بهبود اتخاذ سیاست‌هاست. پژوهش مقیمی و همکاران (۱۳۹۶) سه بُعد و ۳۰ مؤلفه برای توسعه دیپلماسی علم و فناوری ایران تبیین و تأثیر نظام آموزش عالی را بر آن تحلیل می‌کند. یافته‌ها پیشنهاد می‌دهد که آموزش عالی با توسعه زیرساخت‌ها، ارتقای توافقنامه‌های بین‌المللی دانشگاهی و رفع چالش‌های مشترک به‌ویژه با کشورهای همسایه، دیپلماسی علم و فناوری را تقویت کند.

بنابراین مطالعات پیشین در حوزه تعاملات بین‌المللی علم و فناوری عمدتاً بر تحلیل مزایایی همچون افزایش استنادات و تحقق اهداف توسعه پایدار، تبیین روندهای کلان، موانع ساختاری (سیاسی، لجستیکی، فرهنگی و فناورانه) و همچنین عوامل تعیین‌کننده همکاری همچون حمایت‌های نهادی، نزدیکی اقتصادی، زبان و شکاف فناورانه متمرکز بوده است و این موارد را به تفصیل بررسی کرده‌اند. با این حال، علی‌رغم غنای ادبیات موجود در توصیف وضعیت گذشته و حال، شکاف موجود در ادبیات حاضر در زمینه ارائه چارچوبی آینده‌نگر برای طراحی مسیرهای راهبردی در مواجهه با پیچیدگی‌های فزاینده محیط و تحولات آتی است و تحقیق حاضر سعی در پر کردن این شکاف تحقیقاتی دارد تا با طراحی الگوهای راهبردی آینده‌نگر، اقدامات موجود را یکپارچه سازد و سازوکارهای پویا برای تطبیق با تغییرات محیطی سریع را مشخص کند. همچنین پژوهش حاضر با ارتقای اثربخشی سیاست‌گذاری کلان در سطوح ملی اهمیت کاربردی دارد. به‌طوری‌که با ارائه راهبردهای پیش‌بینانه به سیاست‌گذاران، امکان طراحی زیرساخت‌های نهادی و قانونی و تخصیص هدفمند منابع به حوزه‌های راهبردی را فراهم می‌کند و با تدوین نقشه راه عملیاتی، زمینه‌ساز هم‌افزایی ذینفعان جهت دستیابی به هدف تعاملات بین‌المللی علم و فناوری می‌شود.

روش‌شناسی

پژوهش حاضر به دلیل استفاده از روش مولتی‌پول^۱ ترکیبی (کیفی - کمی) است. بدین ترتیب در گام اول از پژوهش حاضر با استفاده از روش گروه اسمی تصاویر آینده، سیاست‌ها، اقدامات و مجموعه‌ای از معیارها توسط خبرگان پیشنهاد شدند. گروه اسمی، یک روش کیفی جمع‌آوری داده‌هاست که برخلاف گروه‌های متمرکز سنتی، با برگزاری جلسات حضوری ساختاریافته (۵ تا ۱۲ نفر) متمایز می‌شود. در این روش شرکت‌کنندگان ایده‌ها را مستقل و کتبی ثبت می‌کنند که این امر مشارکت برابر را تشویق می‌کند و سپس اولویت‌بندی ایده‌ها، منجر به اجماع می‌شود (Humphrey-Murto et al., 2023; Wongprawmas et al., 2022; Abdullah & Islam, 2011). در این گام مشارکت‌کنندگان از راهنماهای پذیرفته شده برای اجرا و مدیریت منظم جلسه مصاحبه و جلوگیری از سوگیری و اطمینان از اعتبار نتایج (قابلیت اطمینان و اعتبار) پیروی کردند. در گام دوم به تحلیل کمی داده‌های حاصل از توزیع پرسشنامه‌های ارزیابی (ماتریس ارزیابی با توجه به معیارها، اقدامات، سیاست‌ها و تصاویر آینده) در روش مولتی‌پول پرداخته شد. مولتی‌پول ابزار تصمیم‌گیری چندمعیاره‌ای است که با مشارکت متخصصان، هم‌زمان اقدامات را بر اساس سیاست‌ها و سیاست‌ها را بر اساس تصاویر آینده ارزیابی می‌کند تا راه‌حل‌های جامع ارائه دهد (Hadizadeh et al., 2024). لازم به ذکر است که ساختار این پرسشنامه‌ها به صورت استاندارد است و شاخص‌های آن را داده‌های بدست آمده از گام اول شامل می‌شود و بنابراین از لحاظ روایی و پایایی مورد تأیید می‌باشد. بدین ترتیب با توزیع این پرسشنامه‌ها میان خبرگان از آنها خواسته شد تا به صورت مشترک و با رسیدن به اجماع نسبت به تکمیل این پرسشنامه‌ها اقدام نمایند. پرسشنامه اول ارزیابی اقدامات با توجه به معیارهای ارزیابی بود. امتیازدهی در این پرسشنامه از ۰-۲۰ می‌باشد. پرسشنامه دوم ارزیابی سیاست‌ها با توجه به معیارهای ارزیابی بود. امتیازدهی در این پرسشنامه بدین صورت است که جمع هر یک از سطرها همیشه مساوی ۱۰۰ می‌باشد. پرسشنامه سوم در این روش نیز ارزیابی تصاویر آینده با توجه به معیارهای ارزیابی بود. امتیازدهی در این پرسشنامه همانند پرسشنامه قبل بایستی بدین صورت باشد که جمع هر یک از سطرها همیشه مساوی ۱۰۰ باشد. ساختار روش مولتی‌پل شامل ۴ بخش زیر می‌باشد (Ariyani & Fauzi, 2023; Panagiotopoulou & Stratigea, 2014):

- ۱- تعیین معیارهای ارزیابی با توجه به هدف مطالعه: این معیارها، جنبه‌های کلیدی قابل اندازه‌گیری موفقیت یک قضاوت هستند و مبنای ارزیابی عملکرد تصاویر، راهبردها و اقدامات قرار می‌گیرند.
- ۲- تعیین تصاویر آینده: تصاویری از آینده‌های پیش‌روی هستند که در آن اهداف مورد نظر تحقق می‌یابند.
- ۳- تعیین سیاست‌ها: سیاست‌ها شامل راهبردهای مختلف با توجه به شرایط محیطی از قبیل زمینه‌های سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و فناورانه برای تحقق اهداف هستند.
- ۴- اقدامات: اقدامات شامل مداخلاتی است که با پشتیبانی از سیاست‌ها، زمینه اجرای آنها را فراهم می‌آورند. جامعه نظری این پژوهش تمام افراد واجد شرایطی است که در حوزه تعاملات بین‌المللی علم و فناوری دارای تخصص، تجربه یا مسئولیت هستند. این جامعه شامل؛ مسئولان و سیاست‌گذاران در وزارت علوم و مراکز سیاست‌گذاری علمی؛ اساتید و پژوهشگران با تجربه همکاری‌های بین‌المللی؛ مدیران دانشگاه‌ها، پارک‌های علم و فناوری و شرکت‌های دانش‌بنیان هستند. بدین ترتیب از طریق نمونه‌گیری هدفمند ۱۲ خبره بر اساس شاخص‌های مشخص مانند آشنایی با مفاهیم کلیدی پژوهش، تجربه کاری بالاتر از ۵ سال، مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد و بالاتر و داشتن انگیزه برای حضور در فرایند پژوهش به‌منظور تشکیل گروه اسمی و تکمیل پرسشنامه‌ها انتخاب شدند.

یافته‌ها

گام اول از فرایند پژوهش شامل ۴ مرحله است، بدین ترتیب در مرحله اول متخصصان حاضر در گروه کانونی، ۱۱ معیار ارزیابی را در پنج حوزه کلیدی شامل اجتماعی، فناورانه، اقتصادی، سیاستی و زیست محیطی تعیین کردند. جزئیات کامل این معیارها در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- معیارهای تعاملات بین‌المللی علم و فناوری

نماد	معیارهای ارزیابی	ابعاد	وزن
C1	برنامه‌های تحقیقاتی مشترک با دانشگاه‌های کشورهای همسایه	اجتماعی	۵
C2	درصد اساتید دارای گواهینامه‌های بین‌المللی آموزش فارسی	اجتماعی	۴
C3	اشتغال‌زایی مستقیم از پروژه‌های مشترک	اجتماعی	۵
C4	انتشارات مشترک در پایگاه‌های معتبر علمی	فناورانه	۵
C5	ثبت اختراعات مشترک در حوزه‌های راهبردی	فناورانه	۵
C6	ارزش اقتصادی پروژه‌های فناورانه مشترک	اقتصادی	۵
C7	نسبت هزینه‌های آموزشی به درآمدهای حاصل از جذب دانشجوی بین‌الملل	اقتصادی	۴
C8	نوآوری‌های فناورانه برای کاهش اثرات تغییرات اقلیمی	زیست محیطی	۵
C9	نرخ انتقال و بومی‌سازی فناوری‌های سبز	زیست محیطی	۵
C10	تفاهم‌نامه‌های اجرایشده با مراکز علمی معتبر جهانی	سیاسی	۵
C11	جایگاه ایران در شاخص‌های جهانی نوآوری	سیاسی	۵

در مرحله دوم پژوهش، متخصصان گروه کانونی ۳ تصویر آینده بدیل را ارائه دادند که در جدول ۲ نمایش داده شده‌اند. این تصاویر عبارتند از: شبکه‌سازی علمی، نظام توانمندسازی آموزشی، و دیپلماسی علمی یکپارچه است.

جدول ۲- تصاویر آینده تعاملات بین‌المللی علم و فناوری

نماد	تصاویر	وزن	توصیف
S1	شبکه‌سازی علمی	۵	در این تصویر از آینده اتحادیه‌ای میان دانشگاه‌های ایران و دانشگاه‌های شاخص کشورهای همسایه برای انتقال علوم روز، تقویت پیوندهای فرهنگی علمی و توسعه همکاری‌های منطقه‌ای با تمرکز بر تولید محتوای علمی مشترک تشکیل شده است.
S2	نظام توانمندسازی آموزشی	۵	در این تصویر از آینده تقویت کرسی‌های آموزش زبان فارسی به صورت بین‌المللی با دوره‌های دانش‌افزایی مجازی/حضوری برای تقویت استادان زبان فارسی در کشورهای هدف، حمایت از اساتید بین‌المللی، تأمین منابع به‌روز و زیرساخت‌های دیجیتال برای آموزش علوم به زبان فارسی و برگزاری جشنواره‌های رقابتی بین‌المللی (مانند جایزه جهانی فردوسی) به منظور تشویق از گسترش دهندگان زبان فارسی انجام می‌پذیرد.
S3	دیپلماسی علمی یکپارچه	۵	در این تصویر از آینده مراکز پژوهشی مشترک برای پیشبرد همکاری‌های فناورانه با اولویت کشورهای آسیایی راه‌اندازی شده است.

مرحله سوم پژوهش به تدوین سیاست‌های عملیاتی اختصاص یافت. متخصصان گروه کانونی با توجه به تصاویر آینده ارائه شده در مرحله قبل، مجموعه‌ای از سیاست‌ها را پیشنهاد کردند که جزئیات آن‌ها در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- سیاست‌هایی برای تعاملات بین‌المللی علم و فناوری

نماد	سیاست	وزن	توصیف سیاست
P1	یکپارچه‌سازی برنامه‌های پژوهشی	۵	تدوین برنامه‌های تحقیقاتی مشترک با دانشگاه‌های کشورهای همسایه برای تولید دانش روز و تقویت همکاری‌های راهبردی و حل چالش‌های منطقه‌ای
P2	صلاحیت‌سنجی آموزش زبان فارسی	۵	ایجاد نظام بین‌المللی ارزیابی کیفیت آموزش فارسی با محوریت شایستگی‌های استادان
P3	سرمایه‌گذاری مشترک فناورانه	۵	توسعه پروژه‌های علمی راهبردی با مراکز علمی معتبر بین‌المللی از طریق تأمین مالی و اشتراک منابع

مرحله چهارم و پایانی گام اول، به تعیین اقدامات عملی توسط اعضای گروه اسمی اختصاص یافت. همان‌طور که در جدول ۴ نشان داده شده است، خبرگان در این مرحله ۱۴ اقدام سیاستی برای تقویت تعاملات بین‌المللی علم و فناوری همسو با اهداف پژوهش پیشنهاد کردند.

جدول ۴- اقداماتی برای تعاملات بین‌المللی علم و فناوری

نماد	اقدامات
AC1	راه‌اندازی پژوهشکده‌های مشترک با کشورهای هدف
AC2	تخصیص گرنت‌های پژوهشی مشترک به پروژه‌های اولویت‌دار
AC3	برگزاری اجلاس سالانه اعضای پژوهشی کشورهای همسایه
AC4	تدوین بانک مسئله‌های پژوهشی مشترک منطقه‌ای
AC5	انتشار سالنامه پژوهش‌های راهبردی مشترک
AC6	برگزاری المپیاد سالانه روش‌های نوین تدریس
AC7	اعزام مربیان ارزیاب به مراکز هدف برای ارزیابی عملکرد
AC8	اهدای جوایز سالانه "استاد برجسته آموزش زبان فارسی"
AC9	تأسیس آکادمی مجازی آموزش اساتید بین‌المللی مدرسی زبان فارسی
AC10	ایجاد صندوق مشترک پژوهش‌های فناورانه
AC11	اجرای پروژه‌های آزمایشی انرژی‌های پاک
AC12	همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان بین‌المللی
AC13	برگزاری نمایشگاه دائمی دستاوردهای مشترک فناورانه
AC14	عقد قراردادهای انتقال فناوری

گام دوم پژوهش حاضر با اجرای تحلیل مولتی‌پول در سه محور اقدامات مبتنی بر سیاست‌ها و سیاست‌های مبتنی بر تصاویر و استخراج یافته‌های کلیدی حاصل از آن پیگیری شد. بدین‌منظور پرسشنامه‌های استاندارد در اختیار خبرگان قرار گرفت و از آن‌ها خواسته شد تا به‌صورت مشارکتی این پرسشنامه‌ها را تکمیل کرده و درباره پاسخ‌های خود به اجماع برسند. در این چارچوب، پرسشنامه اول اقدامات برای تقویت تعاملات بین‌المللی علم و فناوری، پرسشنامه دوم سیاست‌های مرتبط و پرسشنامه سوم تصاویر آینده را همگی مبتنی بر معیارهای ارزیابی تعیین‌شده در گام اول مورد سنجش قرار دادند.

الف) تحلیل اقدامات مبتنی بر سیاست‌ها

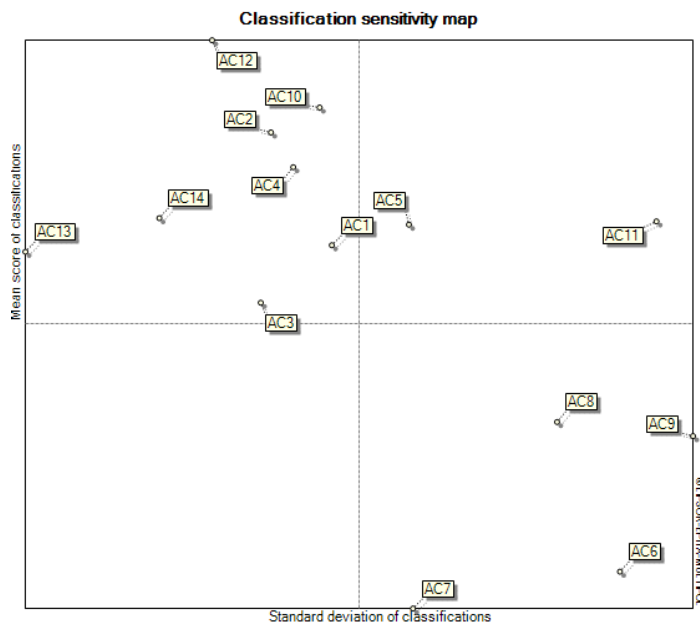
در اولین تحلیل از اقدامات مبتنی بر سیاست‌ها، اقدامات برای تقویت تعاملات بین‌المللی علم و فناوری براساس بالاترین مقدار میانگین و انحراف معیار پایین‌تر مطابق جدول ۵ رتبه‌بندی شده‌اند. در این رتبه‌بندی هرچه مقدار میانگین بالاتر و انحراف معیار پایین‌تر باشد، اقدام از رتبه بالاتر (بهتر) برخوردار است.

جدول ۵- ارزیابی و رتبه‌بندی اقدامات مرتبط با سیاست‌ها

رتبه	میانگین	P3	P2	P1	اقدامات / سیاست‌ها
۷	۷/۹	۹/۶	۵/۱	۹	AC1
۱۲	۸/۹	۱۰	۶/۶	۱۰/۲	AC2
۵	۷/۳	۷/۲	۵/۴	۹/۴	AC3
۱۱	۸/۶	۹/۵	۶/۱	۱۰/۲	AC4
۸	۸/۱	۶/۶	۶/۲	۱۱/۴	AC5
۲	۴/۹	۲	۹/۶	۲/۹	AC6
۱	۴/۵	۲/۳	۷/۸	۳/۴	AC7
۴	۶/۲	۳/۱	۱۰/۴	۵/۲	AC8
۳	۶/۱	۳	۱۱/۴	۴	AC9
۱۳	۹/۱	۱۰/۷	۶/۴	۱۰/۳	AC10
۹	۸/۱	۱۱/۹	۳/۳	۹/۱	AC11
۱۴	۹/۸	۱۰/۷	۷/۸	۱۰/۸	AC12
۶	۷/۸	۸/۴	۷/۲	۷/۹	AC13
۱۰	۸/۱	۸/۴	۶/۷	۹/۴	AC14

همان‌طور که در جدول ۵ ارائه شده است، اقدامات همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان بین‌المللی، ایجاد صندوق مشترک پژوهش‌های فناورانه، تخصیص گزنت‌های پژوهشی مشترک به پروژه‌های اولویت‌دار، تدوین بانک مسئله‌های پژوهشی مشترک منطقه‌ای، و عقد قراردادهای انتقال فناوری به‌عنوان پنج اقدام برتر دارای بالاترین رتبه شناخته شدند. این اقدامات در مقایسه با سایرین، همزمان بالاترین مقدار میانگین و کمترین انحراف معیار را به دست آوردند.

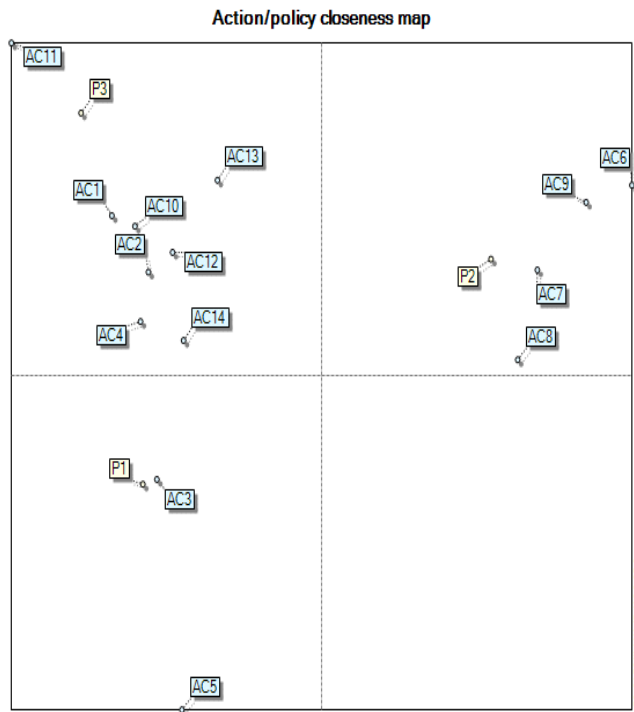
سپس خروجی‌های نقشه حساسیت مطابق شکل ۳ نمایش داده شده‌اند. مطابق این یافته‌ها اقداماتی با اهمیت بالاتر و انحراف معیار پایین‌تر، از احتمال موفقیت بیشتری برخوردارند.



شکل ۱- نقشه حساسیت طبقه‌بندی اقدامات تقویت تعاملات بین‌المللی علم و فناوری

بدین ترتیب تحلیل خروجی‌های نقشه حساسیت همبستگی بین اهمیت اقدام (نمره میانگین) و انحراف معیار را نشان داد. مطابق شکل ۱، راه‌اندازی پژوهشکده‌های مشترک با کشورهای هدف، تخصیص گرنت‌های پژوهشی مشترک به پروژه‌های اولویت‌دار، برگزاری اجلاس سالانه اعضای پژوهشی کشورهای همسایه، تدوین بانک مسئله‌های پژوهشی مشترک منطقه‌ای، ایجاد صندوق مشترک پژوهش‌های فناورانه، همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان بین‌المللی، برگزاری نمایشگاه دائمی دستاوردهای مشترک فناورانه، و عقد قراردادهای انتقال فناوری به عنوان اقداماتی با احتمال موفقیت بالاتر ظاهر شدند و همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان بین‌المللی بالاترین اثربخشی را نشان داد. در حالی که همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان بین‌المللی به عنوان مؤثرترین اقدام برجسته می‌باشد، قابل توجه است که ملاحظات راهبردی و مدیریت صحیح اقداماتی از قبیل انتشار سالنامه پژوهش‌های راهبردی مشترک و اجرای پروژه‌های آزمایشی انرژی‌های پاک می‌تواند میزان موفقیت کلی را بیشتر افزایش دهد.

در نهایت و در مرحله پایانی تحلیل اقدامات مبتنی بر سیاست‌ها، متناسب‌ترین اقدامات برای هر سیاست به صورت بهینه مطابق شکل ۲ تعیین شدند.



شکل ۲- نقشه همسویی اقدامات و سیاست‌ها

تحلیل یافته‌های شکل ۲ اقدامات بهینه برای هر سیاست را مشخص می‌کند. بدین ترتیب برای سیاست اقدامات P1 اقدامات AC5، AC3 به همراه AC4، AC14، AC2، AC12 مناسب‌ترین گزینه‌ها بودند؛ برای سیاست P2 اقدامات AC6، AC7، AC8 و AC9 بیشترین سازگاری را داشتند؛ و برای سیاست P3 نیز اقدامات AC1، AC2، AC4، AC10، AC11، AC12، AC13، AC14 به عنوان مؤثرترین گزینه‌ها شناسایی شدند.

ب) تحلیل سیاست‌های مبتنی بر تصاویر آینده

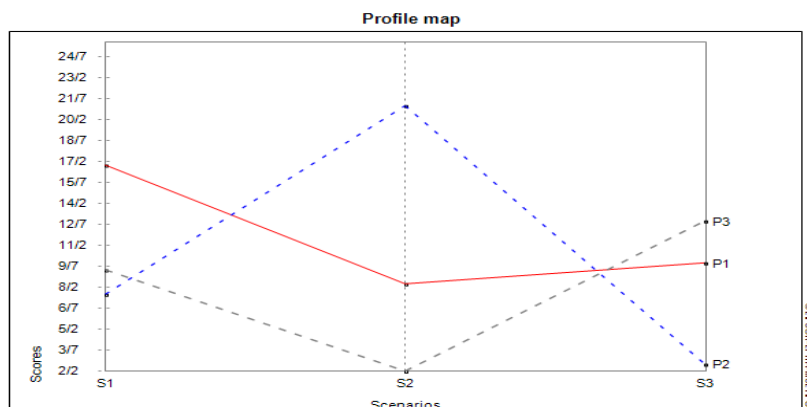
در اولین تحلیل از سیاست‌های مبتنی بر تصاویر و با تکیه بر داده‌های جدول ۶، سیاست‌ها بر اساس تصاویر آینده ارزیابی و مطابق معیارهای تعیین شده رتبه‌بندی شدند.

جدول ۶- ارزیابی و رتبه‌بندی سیاست‌ها بر اساس تصاویر آینده

اقدامات/ سیاست‌ها	S1	S2	S3	میانگین	رتبه
P1	۱۷	۸/۵	۱۰	۱۱/۸	۳
P2	۷/۸	۲۱/۲	۲/۸	۱۰/۶	۲
P3	۹/۵	۲/۲	۱۳	۸/۲	۱

براساس جدول ۶، سیاست یکپارچه‌سازی برنامه‌های پژوهشی به‌عنوان مؤثرترین سیاست مطالعه شناسایی شد و سیاست‌های صلاحیت‌سنجی آموزش زبان فارسی و سرمایه‌گذاری مشترک فناورانه به‌ترتیب در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.

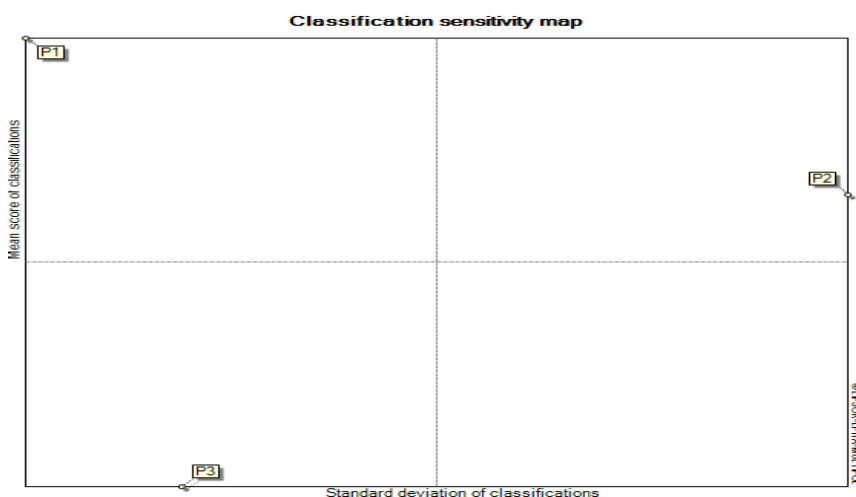
در ادامه و مطابق شکل ۳ عملکرد هر سیاست در تصاویر مختلف نشان داده شده است. این نقشه الگوهای رفتاری سیاست‌ها و وابستگی‌های آنها را با تصاویر آینده آشکار می‌سازد.



شکل ۳- نقشه مشخصات سیاست‌ها و تصاویر

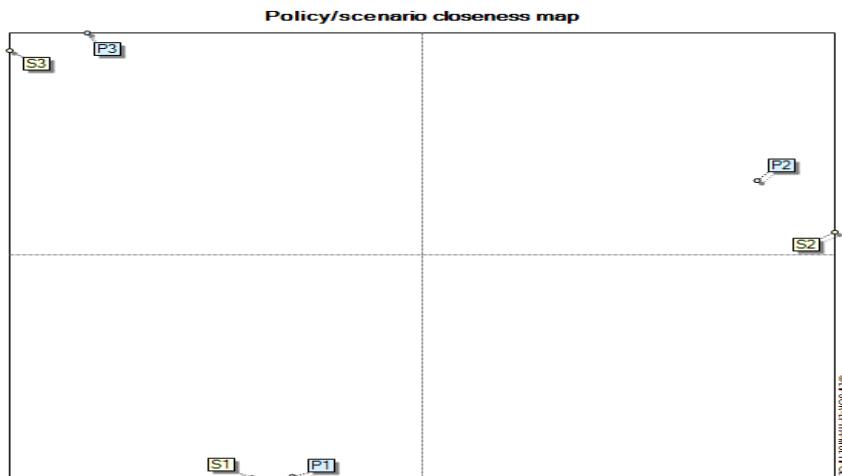
تحلیل شکل ۳ نشان می‌دهد سیاست P1 با تصویر S1 نسبت به تصاویر S2 و S3 همسویی راهبردی قوی‌تری دارد. همچنین، سیاست P2 به ترتیب با تصاویر S2 و S1، و سیاست P3 به ترتیب با تصاویر S3 و S1 بیشترین ارتباط را نشان می‌دهند.

سپس تحلیل نقشه حساسیت در شکل ۴ مشابه بخش پیشین نشانگر آن است که سیاست‌های دارای اهمیت بیشتر و انحراف معیار کمتر، از احتمال موفقیت بالاتری برخوردارند.



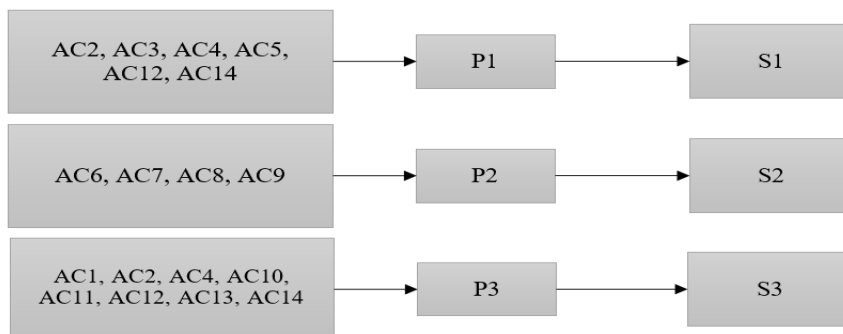
شکل ۴- نقشه حساسیت طبقه‌بندی سیاست‌های تقویت تعاملات بین‌المللی علم و فناوری

بدین ترتیب شکل ۴ نشان می‌دهد که سیاست یکپارچه‌سازی برنامه‌های پژوهشی با برخورداری از بالاترین احتمال موفقیت و ثبات عملکرد به عنوان گزینه کم‌ریسک‌تر شناخته می‌شود. در مرحله نهایی تحلیل سیاست‌های مبتنی بر تصاویر آینده، نقشه همسویی سیاست‌ها و تصاویر در شکل ۵ ارائه شده است. در این نقشه، فاصله میان هر سیاست و تصویر، معیاری برای سنجش اثربخشی آن سیاست در پشتیبانی از تصویر مطلوب محسوب می‌شود؛ به طوری که فاصله کمتر نشانگر اثربخشی بالاتر است.



شکل ۵- نقشه همسویی سیاست‌ها و تصاویر

بدین ترتیب مطابق شکل ۵ سیاست P1 بیشترین همسویی را با تصویر S1، سیاست P2 بیشترین همسویی را با تصویر S2 و سیاست P3 بیشترین همسویی را با تصویر S3 دارد. خروجی نهایی پژوهش، چارچوبی عملیاتی حاصل از تلفیق دو بخش تحلیل شامل اقدامات مبتنی بر سیاست‌ها و سیاست‌های مبتنی بر تصاویر است که در قالب یک نقشه راه آینده‌نگر مطابق شکل ۶، اقدامات و سیاست‌های لازم برای محقق‌سازی تصاویر بدیل آینده را تعیین می‌نماید.



شکل ۶- مسیرهای بالقوه از اقدامات و سیاست‌ها برای رسیدن به تصاویر آینده

یافته‌های شکل ۶ نشان می‌دهد که اقدامات لازم برای سیاست یکپارچه‌سازی برنامه‌های پژوهشی شامل تخصیص گزنت‌های پژوهشی مشترک به پروژه‌های اولویت‌دار، برگزاری اجلاس سالانه اعضای پژوهشی کشورهای همسایه، تدوین بانک مسئله‌های پژوهشی مشترک منطقه‌ای، انتشار سالنامه پژوهش‌های راهبردی مشترک، همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان بین‌المللی، و عقد قراردادهای انتقال فناوری است که این امر می‌تواند دسترسی به تصویر شبکه‌سازی علمی را فراهم نماید. شایان توجه است که در چارچوب سیاست یکپارچه‌سازی برنامه‌های پژوهشی که به‌عنوان سیاستی با احتمال موفقیت بالا ارزیابی شد، بیش‌تر اقدامات ضروری آن نیز در دسته اقداماتی با بیشترین شانس موفقیت طبقه‌بندی شدند. همچنین اقدامات لازم برای سیاست صلاحیت‌سنجی آموزش زبان فارسی شامل برگزاری المپیاد سالانه روش‌های نوین تدریس، اعزام مربیان ارزیاب به مراکز هدف برای ارزیابی عملکرد، اهدای جوایز سالانه "استاد برجسته آموزش زبان فارسی"، و تأسیس آکادمی مجازی آموزش اساتید بین‌المللی مدرسی زبان فارسی است که این امر می‌تواند دسترسی به تصویر نظام توانمندسازی آموزشی را فراهم نماید. در نهایت اقدامات لازم برای سیاست سرمایه‌گذاری مشترک فناورانه نیز شامل راه‌اندازی پژوهشکده‌های مشترک با کشورهای هدف، تخصیص گزنت‌های پژوهشی مشترک به پروژه‌های اولویت‌دار، تدوین بانک مسئله‌های پژوهشی مشترک منطقه‌ای، ایجاد صندوق مشترک پژوهش‌های فناورانه، اجرای پروژه‌های آزمایشی انرژی‌های پاک، همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان بین‌المللی، برگزاری نمایشگاه دائمی دستاوردهای مشترک فناورانه، و عقد قراردادهای انتقال فناوری است که این امر می‌تواند دسترسی به تصویر دیپلماسی علمی یکپارچه را فراهم نماید.

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر با توجه به این سؤال که راهبردهای تعاملات بین‌المللی علم و فناوری برای نقشه جامع علمی کشور در افق ۱۴۱۴ کدامند، به این موضوع پرداخته شد که علم و فناوری در تعاملی متقابل، موتور محرک رشد اقتصادی و پیشرفت‌های راهبردی هستند. رقابت فشرده جهانی در نوآوری، همکاری‌های بین‌المللی علم و فناوری را به ضرورتی اجتناب‌ناپذیر تبدیل کرده است و این مشارکت‌های بین‌المللی، کیفیت پژوهش‌ها را ارتقا داده، دسترسی به فناوری‌های نوین را تسهیل می‌کنند و توانمندی‌های ملی را در مواجهه با چالش‌های پیچیده تقویت می‌نمایند. در این راستا با توجه به موانعی چون تفاوت‌های ساختاری و محدودیت‌های منابع که موفقیت این تعاملات را

تحت تأثیر قرار می‌دهد، تدوین سیاست‌ها و اقدامات هدفمند برای تخصیص بهینه منابع و افزایش بهره‌وری، موفقیت این تعاملات و دستیابی به اهداف راهبردی را تسهیل می‌کند. بنابراین به منظور دستیابی به هدف اصلی پژوهش از نظرات خبرگان و پرسشنامه‌ها و بازخوردهای حاصل از آن در دو گام اساسی بهره گرفته شد. بدین‌منظور ابتدا برای سنجش نتایج بالقوه ۱۱ معیار ارزیابی تعیین شد: برنامه‌های تحقیقاتی مشترک با دانشگاه‌های کشورهای همسایه، درصد اساتید دارای گواهینامه‌های بین‌المللی آموزش فارسی، اشتغال‌زایی مستقیم از پروژه‌های مشترک، انتشارات مشترک در پایگاه‌های معتبر علمی، ثبت اختراعات مشترک در حوزه‌های راهبردی، ارزش اقتصادی پروژه‌های فناورانه مشترک، نسبت هزینه‌های آموزشی به درآمدهای حاصل از جذب دانشجوی بین‌الملل، نوآوری‌های فناورانه برای کاهش اثرات تغییرات اقلیمی، نرخ انتقال و بومی‌سازی فناوری‌های سبز، تفاهم‌نامه‌های اجرایشده با مراکز علمی معتبر جهانی، و جایگاه ایران در شاخص‌های جهانی نوآوری. سپس ۳ تصویر بالقوه آینده پیشنهاد شد: شبکه‌سازی علمی، نظام توانمندسازی آموزشی، دیپلماسی علمی یکپارچه، که بر اساس این تصاویر آینده، سیاست‌هایی با هدف تقویت تعاملات بین‌المللی علم و فناوری با در نظر گرفتن ابعاد اجتماعی، فناورانه، اقتصادی، زیست‌محیطی و سیاسی تدوین شد. این سیاست‌ها شامل یکپارچه‌سازی برنامه‌های پژوهشی، صلاحیت‌سنجی آموزش زبان فارسی، و سرمایه‌گذاری مشترک فناورانه می‌باشد. برای عملیاتی کردن این سیاست‌ها، چهارده اقدام حمایتی پیشنهاد شد، از جمله راه‌اندازی پژوهشکده‌های مشترک با کشورهای هدف، تخصیص گرنت‌های پژوهشی مشترک به پروژه‌های اولویت‌دار، برگزاری اجلاس سالانه اعضای پژوهشی کشورهای همسایه، تدوین بانک مسئله‌های پژوهشی مشترک منطقه‌ای، انتشار سالنامه پژوهش‌های راهبردی مشترک، برگزاری المپیاد سالانه روش‌های نوین تدریس، اعزام مربیان ارزیاب به مراکز هدف برای ارزیابی عملکرد، اهدای جوایز سالانه "استاد برجسته آموزش زبان فارسی"، تأسیس آکادمی مجازی آموزش اساتید بین‌المللی مدرسی زبان فارسی، ایجاد صندوق مشترک پژوهش‌های فناورانه، اجرای پروژه‌های آزمایشی انرژی‌های پاک، همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان بین‌المللی، برگزاری نمایشگاه دائمی دستاوردهای مشترک فناورانه، و عقد قراردادهای انتقال فناوری. در میان این چهارده اقدام، ۵ اقدام از اولویت بالاتری برخوردار هستند که به ترتیب عبارت است از همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان بین‌المللی برای تعامل عملی با بازیگران نوآوری جهانی، ایجاد صندوق مشترک پژوهش‌های فناورانه برای ایجاد تأمین مالی پایدار به‌منظور پروژه‌های راهبردی، تخصیص گرنت‌های پژوهشی مشترک به پروژه‌های اولویت‌دار برای حمایت از تحقیقات کاربردی،

تدوین بانک مسئله‌های پژوهشی مشترک منطقه‌ای برای شناسایی اولویت‌های مشترک و تخصیص منابع، و عقد قراردادهای انتقال فناوری برای تسهیل دسترسی به فناوری‌های پیشرفته. این سیاست‌ها، اقدامات و تصاویر دارای روابط خاصی می‌باشند. برای مثال سیاست یکپارچه‌سازی برنامه‌های پژوهشی به عنوان مهمترین سیاست، همراه با اقدامات حمایتی و دارای اولویت تخصیص گزینش‌های پژوهشی مشترک به پروژه‌های اولویت‌دار، برگزاری اجلاس سالانه اعضای پژوهشی کشورهای همسایه، تدوین بانک مسئله‌های پژوهشی مشترک منطقه‌ای، همکاری شرکت‌های دانش‌بنیان بین‌المللی، و عقد قراردادهای انتقال فناوری، می‌توانند به عنوان مسیری بالقوه برای دستیابی به تصویر شبکه‌سازی علمی کمک نمایند. به همین ترتیب روابط مشابهی برای سایر تصاویر نیز مطرح است. در این راستا نتایج این پژوهش با نتایج مطالعات جینگ (۲۰۲۴)، علامه و همکاران (۲۰۲۳) و پترایت و همکاران (۲۰۲۲) همراستا است که بر نقش مثبت همکاری‌های بین‌المللی در دستیابی به نتایجی مانند کاهش کرین، افزایش استنادات و ارتقای نوآوری ملی تأکید دارند. همچنین، تأکید بر لزوم یکپارچه‌سازی برنامه‌های پژوهشی، تخصیص گزینش‌های پژوهشی به پروژه‌های اولویت‌دار و تدوین بانک مسئله‌های پژوهشی مشترک، با یافته‌های متیوز و همکاران (۲۰۲۰) و آیتاک (۲۰۱۰) درباره ضرورت غلبه بر موانع سیاسی، لجستیکی و مالی و پژوهش نبوی (۱۳۹۶) درباره نیاز به داده‌های یکپارچه برای سیاست‌گذاری علم و فناوری همخوانی دارد. با این حال، پژوهش حاضر با ارائه یک چارچوب یکپارچه از سیاست‌ها، اقدامات حمایتی و تصاویر آینده، گامی فراتر از پژوهش‌های گذشته مانند وزیری و صبوری (۱۴۰۰) است که به شناسایی عوامل و مؤلفه‌ها پرداخته‌اند. در نهایت پژوهش حاضر چارچوبی مبتنی بر تصاویر آینده برای تعاملات علم و فناوری با تأیید ۱۱ معیار ارزیابی و تعریف مسیرهای آینده شامل شبکه‌سازی علمی، نظام توانمندسازی آموزشی، و دیپلماسی علمی یکپارچه که پیوند سیاست‌ها، اقدامات و تصاویر آینده را تبیین می‌کند، ارائه می‌دهد. این امر می‌تواند موانع ساختاری را از طریق سرمایه‌گذاری هدفمند کاهش دهد، بهره‌وری منابع ملی را با تخصیص هوشمند بودجه افزایش دهد، و جایگاه ایران را در شاخص‌های جهانی نوآوری ارتقاء دهد. در ادامه پیشنهادهایی در راستای تحقق این اهداف ارائه می‌شود.

- متمرکزسازی کلیه روابط علمی و فناوری بین‌المللی در نهادی متشکل از عناصر فعال در حکمرانی علم و فناوری کشور؛

- تسهیل در آمد و شد دانشمندان و محققان و تبادل دانش و رویت‌پذیری مراکز علمی و تحقیقاتی؛

- بهره‌گیری از دانش و تخصص متخصصان برجسته خارجی و ایرانی مقیم خارج با هدف توسعه فناوری‌های مورد نیاز کشور؛
- تعریف کلان پروژه‌های علمی و فنی مشترک با دیگر کشورها؛
- پرهیز از یکسان‌سازی و یکسان‌انگاری مراکز پژوهشی و دانشگاه‌ها، و مأموریت‌گرا کردن آنها با رویکرد کشف و حل مسأله در حوزه تعاملات بین‌المللی؛
- ایجاد و گسترش نشریات تخصصی بین‌المللی با همکاری صاحب‌نظران آن رشته یا گرایش در جهان؛
- هدف‌گذاری جذب دانشجوی بین‌المللی در رشته‌های تمدنی و اعزام دانشجوی در رشته‌های مربوط به فناوری‌های نو؛
- توجه به تغییرات اقلیمی به عنوان حوزه مطالعه مشترک علمی ایران و دیگر کشورها؛
- توسعه روابط بین رسانه‌های جمعی و نیز در زمینه‌هایی مانند چاپ و نشر، ترویج ادبیات فارسی و گسترش روابط اجتماعی- فرهنگی و علمی از طریق تشویق آشنایی و ارتباطات متقابل بین مردم ایران و کشورهای دوست (دیپلماسی علمی- فرهنگی)؛
- یادگیری زبان‌های رسمی، مطالعه ادبیات، تاریخ و فرهنگ کشور طرف مقابل در مؤسسات تحصیلات عالی به صورت متقابل.

References

- Abdullah, M. M. B., & Islam, R. (2011). Nominal group technique and its applications in managing quality in higher education. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*, 5(1), 81- 99. <https://hdl.handle.net/10419/188016>
- Alamah, Z., AlSoussy, I., & Fakihi, A. (2023). The role of international research collaboration and faculty related factors in publication citations: Evidence from Lebanon. *Economies*, 11(3), 90. <https://doi.org/10.3390/economies11030090>
- Aytac, S. (2010). International scholarly collaboration in science, technology and medicine and social science of Turkish scientists. *The International Information & Library Review*, 42(4), 227- 241. <https://doi.org/10.1016/j.iilr.2010.10.003>
- Bonyadi, A., & Sadoug, S. M. (2017). Identifying impacting factors on science and technology diplomacy development. *Soft power Studies*, 7(2), 60- 85. (In Persian) [20.1001.1.23225580.1396.7.2.4.6](https://doi.org/10.1001.1.23225580.1396.7.2.4.6)

-
- Corrocher, N., & Mancusi, M. L. (2021). International collaborations in green energy technologies: What is the role of distance in environmental policy stringency?. *Energy Policy*, 156, 112470. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112470>
- Dominguez Lacasa, I., & Molina Vogelsang, M. (2024). Enhancing international collaboration in science, technology, and innovation to achieve sustainable development goals. *Science and Public Policy*, 51(3), 509- 525. <https://doi.org/10.1093/scipol/scad087>
- Gui, Q., Liu, C., & Du, D. (2019). Globalization of science and international scientific collaboration: A network perspective. *Geoforum*, 105, 1- 12. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.06.017>
- Gui, Q., Liu, C., & Du, D. (2019). The structure and dynamic of scientific collaboration network among countries along the Belt and Road. *Sustainability*, 11(19), 5187. <https://doi.org/10.3390/su11195187>
- Hadizadeh, M., Ghaffari Feyzabadi, J., Fardi, Z., Mortazavi, S. M., Braga, V., & Salamzadeh, A. (2024). Digital Platforms as a Fertile Ground for the Economic Sustainability of Startups: Assaying Scenarios, Actions, Plans, and Players. *Sustainability*, 16(16), 7139. <https://doi.org/10.3390/su16167139>
- Hajari, M., & Zolfagharzadeh, M. (2017). A Framework of Science and Technology Diplomacy Development Based on Fuzzy Delphi Method. *Journal of Science and Technology Policy*, 10(3), 1- 17. (In Persian) DOI: [20.1001.1.20080840.1396.10.3.2.5](https://doi.org/10.1001.1.20080840.1396.10.3.2.5)
- Humphrey-Murto, S., Ho Lee, S., Gottlieb, M., Horsley, T., Shea, B., Fournier, K., ... & Cate, O. T. (2023). Protocol for an extended scoping review on the use of virtual nominal group technique in research. *PloS one*, 18(1), e0280764. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280764>
- Ishii, C., Asatani, K., & Sakata, I. (2022). Obtaining interactions among science, technology, and research policy for developing an innovation strategy: A case study of supercapacitors. *Heliyon*, 8(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10721>
- Jing, Z. (2024). The asymmetrical impact of international collaboration in green technology development on carbon dioxide emissions in the top 50 most innovative countries. In *Natural resources forum*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12415>
- Lobato, A. C., Morel, C. M., & Shen, Y. (2024). International cooperation in science, technology, and health, challenges and

- perspectives. *hLife*, 2(5), 207-210.
<https://doi.org/10.1016/j.hlife.2023.12.003>
- Matthews, K. R., Yang, E., Lewis, S. W., Vaidyanathan, B. R., & Gorman, M. (2020). International scientific collaborative activities and barriers to them in eight societies. *Accountability in Research*, 27(8), 477-495.
<https://doi.org/10.1080/08989621.2020.1774373>
- McBrierty, V. J. (Ed.). (2014). *Europe—Japan: Futures in Science, Technology and Democracy*. Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-408-02570-6.50010-4>
- Moghim, T., Arasteh, H., & Mohamadkhani, K. (2017). Science and technology diplomacy improvement and the Impact of higher education. *Quarterly Journal of Research and Planning in Higher Education*, 23(3), 1-20. (In Persian) DOI: [10.22034/irphe.2017.707074](https://doi.org/10.22034/irphe.2017.707074)
- Momtazmanesh, S., Saghazadeh, A., Becerra, J. C. A., Aramesh, K., Barba, F. J., Bella, F., ... & Rezaei, N. (2021). International scientific collaboration is needed to bridge science to society: USERN2020 consensus statement. *SN comprehensive clinical medicine*, 3(8), 1699-1703. <https://doi.org/10.1007/s42399-021-00896-2>
- Moradmand, A., Nakhoda, M., Noruzi, A., & Naghshineh, N. (2019). Identifying the most important factors influencing the future of university research policies: A case study of seven comprehensive universities. *Journal of Science and Technology Policy*, 12(4), 31-46. (In Persian) DOI: [20.1001.1.20080840.1398.12.4.4.3](https://doi.org/10.1001/1.20080840.1398.12.4.4.3)
- Nabavi, M. (2017). Science and technology policy makerâ s information needs in Iran. *Iranian Journal of Information Processing and Management*, 33(1), 75-96. (In Persian) DOI: [10.35050/JIPM010.2017.004](https://doi.org/10.35050/JIPM010.2017.004)
- Peng, S., Qian, J., Xing, X., Wang, J., Adeli, A., & Wei, S. (2025). Technological Cooperation for Sustainable Development Under the Belt and Road Initiative and the Sustainable Development Goals: Opportunities and Challenges. *Sustainability*, 17(2), 657.
<https://doi.org/10.3390/su17020657>
- Petraite, M., Mubarak, M. F., Rimantas, R., & Von Zedtwitz, M. (2022). The role of international networks in upgrading national innovation systems. *Technological Forecasting and Social Change*, 184, 121873.
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121873>
- Shirvani Naghani, M. , fazli, S. and Amin Afshar, Z. (2019). Strategic Planning for the Automotive Industry of Iran: A Strategic

Foresight Approach Focusing on the Field of Science, Technology and Innovation. *Strategic Studies of public policy*, 9(31), 77- 95. (In Persian)

https://sspp.iranjournals.ir/article_37584.html?lang=en

- Stek, P. E., & van Geenhuizen, M. S. (2016). The influence of international research interaction on national innovation performance: A bibliometric approach. *Technological Forecasting and Social Change*, 110, 61- 70. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2015.09.017>
- Su, H. N. (2017). Global interdependence of collaborative R&D-typology and association of international co-patenting. *Sustainability*, 9(4), 541. <https://doi.org/10.3390/su9040541>
- Tarassoli, E., Alishahi, A. G., & Yarmohammadzade, P. (2022). Identifying and presenting the model of barriers and challenges of international interactions of faculty members of Tabriz University. *Journal of Management and Planning In Educational System*, 15(2), 211- 228. (In Persian) <http://doi.org/10.48308/mpes.2022.102586>
- Vaziri, E., & Saboury, A. A. (2021). International scientific cooperation as a driver for science and technology diplomacy. *Science Cultivation*, 12(1), 13- 20. (In Persian) DOI: [20.1001.1.2008935.1400.12.1.3.9](https://doi.org/10.1001.1.2008935.1400.12.1.3.9)
- Wang, J., Hou, W., Li, Y., Sun, J., & Kang, L. (2025). Beyond boundaries: Exploring the interaction between science and technology in fusion knowledge communities. *Information Processing & Management*, 62(4), 104102. <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2025.104102>
- Wang, F., Dong, Z., & Dong, J. (2023). Assessment of the Drivers and Effects of International Science and Technology Cooperation in Xinjiang in the Context of the Belt and Road Initiative. *Sustainability*, 15(2), 1497. <https://doi.org/10.3390/su15021497>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2022.08.003>
- Wongprawmas, R., Sogari, G., Menozzi, D., & Mora, C. (2022). Strategies to Promote Healthy Eating Among University Students: A Qualitative Study Using the Nominal Group Technique. *Frontiers in Nutrition*, 9, 59. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.821016>

- Wood, D., & Weigel, A. (2013). Technological learning through international collaboration: Lessons from the field. *Acta Astronautica*, 83, 260-272.
<https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2012.09.014>
- Zhang, D., Ding, W., Wang, Y., & Liu, S. (2022). Exploring the role of international research collaboration in building China's world-class universities. *Sustainability*, 14(6), 3487.
<https://doi.org/10.3390/su14063487>