



2

Vol. 4
Summer 2023

Research Paper

Received:
01 July 2023
Revised:
24 July 2023
Accepted:
19 August 2023
Published:
21 September 2023
P.P: 11-40ISSN: 2717-3674
E-ISSN: 2717-3666

Identifying and Prioritizing Key Success Factors in the Science and Technology Foresight in Iran

Moslem Shirvani Naghani ^{1*} | Ashkan Yusefi ² | Ebrahim Ijabi ³ | Roohollah Bayat ⁴

Abstract

Objective: Science and technology foresight is a collaborative, time-consuming and complex process. These features have led governments to design and implement this process in most countries. Identifying and prioritizing key success factors in the foresight process can help better decision-making in designing and implementing foresight in the country and facilitates budget allocation and resource allocation. Therefore, this study aimed to identify and prioritize key factors for the success of science and technology foresight in Iran.

Methods: This study is an applied research from the point of view of purpose. The data were collected in two ways: library and field, and “network analysis” was used to prioritize the factors.

Results: The results of data network analysis showed that 41 key factors affect the success of science and technology foresight in Iran. According to the opinions of the experts, the following 10 factors with a final weight above 0.30 are more important: Establishing workshops in the early stages of the foresight process (0.338), focusing on soft technologies (0.332), forming foresight team (0.329), government requirement and support (0.321), enhancing technology intelligence (0.320), technology attraction alongside technology feasibility (0.317), emerging and interdisciplinary areas (0.313), regularly foresight activities (0.311), focusing on second and third class consequences (0.303), and initial design (0.301).

Conclusion: Special attention to the most important key factors that have the highest final weight in network analysis is recommended to decision makers and government managers responsible for science and technology foresight process in Iran.

Keywords: Foresight, Science and Technology Foresight, Prioritization of Factors, Network Analysis, Decision Making.

1. Corresponding Author: Associate Professor, Department of Futures Study, Faculty of Social Science, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. shirvani@soc.ikiu.ac.ir.

2. PhD student, Department of Futures Study, Faculty of Social Science, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

3. Associate Professor, Department of Futures Study, Faculty of Social Science, AJA University, Tehran, Iran.

4. Associate Professor, Department of Accounting, Faculty of Social Science, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran

Cite this Paper: Shirvani Naghani, M & Yusefi, A & Ijabi, E & Bayat, R . (2023). Identifying and Prioritizing Key Success Factors in the Science and Technology Foresight in Iran. *Crisis Management and Emergency Situations*, 2(4), 11–40. DOR: <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27173674.1402.4.2.1.8>

Publisher: Imam Hussein University

Authors



This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0) .



شناسایی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی موفقیت آینده‌نگاری علم و

فناوری در ایران

مسلم شیروانی ناغانی^۱ | اشکان یوسفی^۲ | ابراهیم ایجایی^۳ | روح الله بیات^۴

دوره چهارم
تابستان ۱۴۰۲

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۱۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۸

تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۶/۳۰

صص: ۴۰-۱۱

شابا چاپی: ۳۶۷۴-۳۷۱۷

الکترونیکی: ۳۶۶۶-۳۷۱۷



چکیده

هدف: آینده‌نگاری علم و فناوری فرایندی مشارکتی، زمان‌بر، پیچیده و دیر بازده است. این ویژگی‌ها موجب شده است که متولی طراحی و پیاده‌سازی این فرایند در اکثر کشورها، دولت‌ها باشند. شناسایی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی موفقیت در فرایند آینده‌نگاری، می‌تواند به تصمیم‌گیری بهتر دولت‌ها در طراحی و اجرای آن در کشور کمک نماید و تصمیم‌گیری در زمینه تخصیص بودجه و صرف منابع لازم در این راستا را تسهیل نماید. لذا این پژوهش با هدف شناسایی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی موفقیت آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران، به انجام رسیده است.

روش: پژوهش حاضر از منظر هدف، در ذیل پژوهش‌های کاربردی می‌گنجد. داده‌ها به دو شیوه کتابخانه‌ای و میدانی گردآوری شدند و برای اولویت‌بندی عوامل از روش «تحلیل شبکه‌ای» استفاده شده است.

یافته‌ها: پرونداد تحلیل شبکه‌ای داده‌ها نشان داد که ۴۱ عامل کلیدی، موفقیت آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران را متاثر می‌سازند که بر پایه آراء خبرگان، ۱۰ عامل برپایه کارگاه‌های آموزشی در مراحل آغازین فرایند آینده‌نگاری (۰/۳۳۸)، لحاظ فناوری‌های نرم (۰/۳۳۲)، تاسیس نهاد یا تیم آینده‌نگاری (۰/۳۲۹)، الزام دولتی (۰/۳۲۱)، تقویت هوش فناوریانه (۰/۳۲۰)، جذابیت در کنار امکان‌پذیری فناوری‌ها (۰/۳۱۷)، توجه به حوزه‌های نوظهور میان‌رشته‌ای (۰/۳۱۳)، تکرار فعالیت‌های آینده‌نگاری به شکلی قاعده‌مند (۰/۳۱۱)، تمرکز بر پیامدهای دسته دوم و سوم (۰/۳۰۳) و طرح اولیه (۰/۳۰۱) با وزن نهایی بالاتر از ۰/۳۰ دارای اهمیت بیشتری هستند.

نتیجه‌گیری: توجه ویژه به عوامل کلیدی اولویت‌دار که بیشترین وزن نهایی را در تحلیل شبکه‌ای به خود اختصاص داده‌اند، به تصمیم‌گیرندگان و مدیران دولتی متولی فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران توصیه می‌گردد.

کلیدواژه‌ها: آینده‌نگاری، آینده‌نگاری علم و فناوری، اولویت‌بندی عوامل، تحلیل شبکه‌ای، تصمیم‌گیری.

۱. نویسنده مسئول: استادیار، گروه آینده‌پژوهی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

shirvani@soc.ikiu.ac.ir

۲. دانشجوی دکتری، گروه آینده‌پژوهی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

۳. استادیار، گروه آینده‌پژوهی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران.

۴. دانشیار، گروه حسابداری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران.

استناد: شیروانی ناغانی، مسلم و یوسفی، اشکان و ایجایی، ابراهیم و بیات، روح‌الله (۱۴۰۲)، شناسایی و اولویت‌بندی عوامل

کلیدی موفقیت آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران، **نشریه علمی آینده پژوهی انقلاب اسلامی**، ۲(۴)، ۴۰-۱۱.

DOR: <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27173674.1402.4.2.1.8>

ناشر: دانشگاه جامع امام حسین (ع) نویسنده‌گان

این مقاله تحت لایسنس آفرینندگی مردمی (Creative Commons License- CC BY) در دسترس شما قرار گرفته است.



مقدمه و بیان مسئله

سیاست‌گذاری علم و فناوری^۱ در دنیای امروزی نقشی پررنگ در خط‌مشی‌گذاری کلان کشورها در راستای دستیابی به توسعه پایدار^۲ ایفا می‌کند و به شدت سیاست‌گذاری در دیگر حوزه‌ها را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد (میسنر^۳ و سروانتس^۴، ۲۰۱۸). اما با توجه به تغییرات و پیشرفت‌های سریع و فزاینده در قلمرو علم و فناوری، سیاست‌گذاری در این حوزه با چالش‌هایی جدی مواجه است و تشخیص خوشه‌های فناوری ضروری و کلیدی و برنامه‌ریزی و تخصیص بودجه در این مسیر با توجه به شرایط عدم اطمینان محیطی، بسیار دشوار می‌نماید (جورجیو^۵، ۲۰۰۳). شبکه روابط بین بازیگران حوزه علم و فناوری و محیطی که آن روابط را ساخته است بسیار پیچیده شده است و عدم تطابق سوگیری‌های فعالیت‌های حوزه علم و فناوری با نیازهای بلند مدت اجتماعی نسل کنونی و نسل‌های آینده، لزوم گرایش به رویکردهای نوینی همچون آینده‌نگاری علم و فناوری^۶ با نگاهی کل‌نگر، یکپارچه و غیر خطی به آینده را در راستای تکامل نظام برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در حوزه علم و فناوری ملموس می‌سازد (میسنر، گاخرگ و سوکولف^۷، ۲۰۱۳: ۴).

مطالعات آینده‌نگاری علم و فناوری دارای یک پتانسیل روزافزون برای ایفای نقش به عنوان یک مبنای کلی در ساخت راهبرد علم و فناوری در سطوح مختلف هستند و نتایج مطالعات مختلف آینده‌نگاری علم و فناوری شامل نکات و اطلاعات با ارزشی است که می‌بایست در طراحی فعالیت‌های سیاست‌گذاری مورد استفاده قرار گیرند. همچنین آینده‌نگاری علم و فناوری می‌تواند معیارهای جامعی را برای ارزیابی و پیش‌ارزیابی سیاست‌گذاری‌ها در این حوزه فراهم آورد (سوکولف، ۲۰۰۹).

1. Science and Technology Policymaking
2. Sustainable Development
3. Meissner
4. Cervantes
5. Georghiou
6. Science & Technology Foresight
7. Meissner, Gokhberg & Sokolov

تمایل مدیران دولتی و سیاست‌گذاران، به آینده‌نگاری علم و فناوری در حال افزایش است. زیرا می‌توانند از آن برای حفظ و توسعه مزیت رقابتی ملی^۱ در بازار فناوری‌های پویا استفاده کنند. آینده‌نگاری علم و فناوری دولت‌ها را قادر می‌سازد که با شناسایی فرصت‌های فناورانه پیش‌رو، به توسعه تخصص‌های کمک‌کننده در رقابت جهانی آینده بپردازند. در بین فعالیت‌های مختلف آینده‌پژوهی، آینده‌نگاری علم و فناوری طی دهه گذشته بیشترین تاثیرگذاری را بر خط‌مشی داشته است (رایدی^۲، ۲۰۱۹).

مطالعات آینده‌نگاری علم و فناوری به طور چشمگیری در طراحی و -در بعضی کشورها- شکل‌دهی مجدد ساختار و چارچوب نظام ملی علم و فناوری ایفای نقش می‌کنند و سیاست‌گذاری‌های این حوزه را متاثر می‌سازند (سوکولف و کولاک^۳، ۲۰۱۶). مطالعات آینده‌نگاری که توجه خود را معطوف به شناسایی مرزهای امیدبخش پیشرفت علم و فناوری کرده‌اند، تبدیل به بخش اصلی خط‌مشی‌گذاری دولت‌های پیشرفته‌ای مانند ژاپن، انگلستان و ایالات متحده آمریکا در دهه‌های اخیر شده‌اند. چنین مطالعاتی، خط‌مشی‌گذاران را قادر به ایجاد یک پایگاه اطلاعاتی برای برنامه‌ریزی‌های بلندمدت، اتخاذ ابتکارهای حمایتی خاص و بهبود ابزارهای مکمل خط‌مشی‌گذاری می‌سازند (میسنر، گاخیبرگ و سوکولف، ۲۰۱۳: ۳).

-
1. National competitive advantage
 2. Riedy
 3. Sokolov & Chulok

با عنایت به آنچه گفته شد، لزوم توجه هرچه بیشتر به آینده‌نگاری علم و فناوری برای سیاست‌گذاری در این حوزه و بلکه بطوری کلی‌تر، جهت بکارگیری در نظام خط‌مشی‌گذاری و سیاست‌گذاری عمومی کشور بیش از پیش احساس می‌شود و موفقیت فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری می‌تواند موجبات تسهیل، تکامل و توفیق سیاست‌گذاری‌ها را فراهم آورد. از این رو احساس نیاز به کشف و شناسایی عواملی که موجبات موفقیت یک فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری را محیا می‌سازند ضروری می‌نماید. بنابراین در این تحقیق سعی می‌شود با شناسایی و کشف عواملی که باعث موفقیت فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری می‌شوند و اولویت‌بندی این عوامل، به تصمیم‌گیری بهینه در خصوص مصرف منابع در این فرایند کمک شود و زمینه توسعه این فرآیند در راستای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی بهتر فراهم آید.

از آنجا که توفیق یک فرایند آینده‌نگاری به شرایط محیطی و قلمرو مکانی اجرای این فرایند وابسته است، در این پژوهش سعی می‌شود که عوامل کلیدی موفقیت آینده‌نگاری علم و فناوری، پس از شناسایی شدن، با تمرکز بر شرایط محیطی ایران مورد اولویت‌بندی قرار گیرند تا برون‌داد تحقیق، به صورت کاربردی مورد استفاده قرار گیرد. لذا سؤال اساسی پژوهش حاضر عبارت است از اینکه «عوامل کلیدی موفقیت فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری در کشور ایران به ترتیب اهمیت کدام‌اند؟»

پیشینه پژوهش

مایلز و کینان (۲۰۰۳)، بیان می‌کنند که آینده‌نگاری مشخصاً عبارت است از تحلیل دورنمای بلند مدت، پیوند نزدیک با برنامه‌ها و تصمیم‌گیری‌های مشخص و درگیر نمودن شبکه‌های ذی‌نفعان و بازیگران کلیدی در این برنامه‌ها. کوواسا (۲۰۱۲: ۱۶) معتقد است آینده‌نگاری علاوه بر مباحث آکادمیک در حوزه آینده‌پژوهی، بسیاری از فعالیت‌های اجرایی را نیز در برمی‌گیرد.

آینده‌نگاری علم و فناوری نسبت به دیگر حوزه‌های آینده‌نگاری مورد استقبال بیشتری قرار گرفته است و از دهه ۱۹۷۰ به بعد توسط دولت‌های کشورهای توسعه یافته به شدت مورد سرمایه‌گذاری قرار گرفته است. از ابتدای دهه ۱۹۹۰ تا کنون موارد روز افزون و متعددی از سرمایه‌گذاری دولت‌های کشورهای در حال توسعه نیز در این حوزه مشهود است (کریمی فرد، ۱۳۸۹).

در سه دهه اخیر، آینده‌نگاری علم و فناوری تا حدی در قلمرو آینده‌پژوهی و آینده‌نگاری نفوذ و سیطره یافته است، که مارتین (۱۹۹۵) آینده‌نگاری را تحقیقاتی نظام‌مند به منظور نگاه به آینده بلندمدت علم، فناوری، اقتصاد و جامعه تعریف می‌کند که با هدف شناسایی حوزه‌های راهبردی تحقیق و توسعه و فناوری‌های عام نوظهوری که ممکن است به بیشترین منافع اقتصادی و اجتماعی منجر گردند انجام می‌شود. این در حالی است که جورجیو (۱۹۹۶) آینده‌نگاری علم و فناوری را اینگونه تعریف می‌کند: «یک ابزار نظام‌مند جهت تشخیص و ارزیابی آن دسته از پیشرفت‌های علمی و فناوری‌های که بر رقابت‌پذیری صنعتی، خلق ثروت و کیفیت زندگی تأثیرات بسیاری می‌توانند داشته باشند». قرابت این دو تعریف، موید نقش بسیار پررنگ آینده‌نگاری علم و فناوری در قلمرو آینده‌نگاری است. تا جایی که بعضاً این دو مفهوم معادل یکدیگر انگاشته می‌شوند. بررسی‌ها نشان می‌دهند که دلیل عمده توسعه روز افزون آینده‌نگاری علم و فناوری نسبت به دیگر حوزه‌های آینده‌نگاری، توفیق آن در عمل و کاربرد عملی آن در سیاست‌گذاری‌ها بوده است (رایدی، ۲۰۱۹).

عوامل کلیدی موفقیت فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری

در این بخش با اتکا به منابع کتابخانه‌ای همچون کتاب‌ها و نشریات معتبر علمی در حوزه آینده‌پژوهی و آینده‌نگاری، به شناسایی عوامل کلیدی موفقیت آینده‌نگاری علم و فناوری پرداخته می‌شود. ذیلاً، عوامل شناسایی شده، با ذکر توضیحی مختصر در مورد هر عامل، آورده شده‌اند.

۱. شبکه‌سازی: آینده‌نگاری علم و فناوری باید بر ایجاد، توسعه و بکارگیری شبکه‌های دانش متمرکز باشد (وندر دوین و همکاران، ۲۰۱۴).

۲. وارد کردن بازیگران جدید به صحنه مباحث راهبردی: تمایل روز افزونی برای استفاده از آینده‌نگاری علم و فناوری به عنوان ابزاری جهت ورود تصمیم‌گیرندگان جدید در عرصه سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری وجود دارد. یک نمونه از آن، شامل حضور نیروهای جوان متخصص می‌شود (مارتین، ۱۹۹۵).

۳. رویکرد میان‌رشته‌ای: نگاه میان‌رشته‌ای در آینده‌نگاری، باعث تولید دانش می‌شود (پودستا و همکاران، ۲۰۱۳: ۴۰). زیرا آینده‌نگاری اصولاً محیطی آموزشی است که باید در آن افراد با رشته‌ها، دانش‌ها و تخصص‌های متفاوتی مشارکت کنند و با آموزش و اطلاع‌دهی به یکدیگر، زمینه‌ساز شکل‌گیری یک درک جمعی جدید و تولید دانش شوند (ناظمی و قدیری، ۱۳۸۵: ۱۱۲).

۴. تقویت هوش فناورانه: گردآوری و تحلیل اطلاعات در جهت شناسایی ناپیوستگی‌های فناورانه (روربک، ۲۰۰۸).

۵. تقویت هوش رقابتی: شناسایی و ارزیابی کالاها و خدمات در حال توسعه رقبا یا موجود در بازارهای متنوع دیگر که ما حضور نداریم (روربک، ۲۰۰۸).

۶. توجه به بازار: در آینده‌نگاری علم و فناوری باید تحلیل بازار مورد توجه قرار گیرد و در کنار متخصصان دانشگاهی، از خبرگان صنعت نیز جهت مطالعه پیشرفت‌های آینده علم و فناوری استفاده شود. بسیاری از تجربه‌های موفق در آینده‌نگاری علم و فناوری، از آغاز با ارزیابی‌های بازار همراه بوده است. پروژه «ارزیابی فناوری‌های حیاتی در آمریکا» به خوبی مبین میزان واقعی یکپارچگی بازارها با فعالیت‌های آینده‌نگاری فناوری است (جورجیو، ۱۹۹۶).

۷. لحاظ فناوری‌های نرم: ژاپن به عنوان یکی از پیشتازان عرصه آینده‌نگاری علم و فناوری، همواره بر این موضوع تاکید داشته است که نباید آینده‌نگاری فناوری صرفاً بر فناوری‌های سخت در علوم طبیعی متمرکز باشد بلکه باید فناوری‌های نرم در حوزه‌های مختلف علوم اجتماعی را نیز در بر بگیرد (وندر دوین، ۲۰۱۹).

۸. توجه به قوانین: باید ضمن توجه به قوانین و اسناد بالادستی، به سلسله ارتباطات قوانین بین بخش‌ها نیز توجه شود (مارتین، ۱۹۹۵).
۹. یکپارچه‌سازی فشار و کشش: یکپارچه‌سازی «فشار فناوری» و «کشش تقاضا» در کنار رویکردهای بالا به پایین و پایین به بالا (مارتین، ۱۹۹۵).
۱۰. نحوه انتشار: تعیین مخاطبین اصلی نتایج آینده‌نگاری و تعیین رویه انتشار و پیاده‌سازی نتایج، از موارد مهم در فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری است (مارتین، ۱۹۹۵).
۱۱. طرح اولیه: شامل اتخاذ تصمیمات اساسی در مورد حیطه، طراحی و طریقه اداره کردن مطالعات آینده‌نگاری (سوکولفا، ۲۰۲۲).
۱۲. زنجیره ارزش اطلاعات: در طول فرایند آینده‌نگاری باید اطلاعات گردآوری، مقایسه و تلخیص شوند تا تبدیل به «دانش» گردند. سپس با ترجمه و تفسیر دانش به «درک» خواهیم رسید و در نهایت با جذب تعهد، این درک به «بینش همراه با اقدام» تبدیل خواهد شد (هورتون، ۱۹۹۹).
۱۳. استفاده از مراکز عالی راهبری: مراکز عالی راهبری بین‌المللی در زمینه علم و فناوری و بازار باید برای حوزه‌های خاص مطالعات آینده‌نگاری علم و فناوری شناسایی شوند و اطلاعات در همان حوزه مشخص از آنها اخذ گردد (ریجر، ۲۰۰۱).
۱۴. تغییر ساختار: انگیزش برای تغییر در زیرساختهای نهادی و صنعتی دولت و سازمان‌ها (ساریتاس، تایماز و تامر، ۲۰۰۶).
۱۵. تعیین و تشخیص مایل استون‌ها: باید با تعیین نقاط عطف و تشخیص رویدادهای مهم در طول زمان، فرایند آینده‌نگاری فناوری را مورد پایش و ارزیابی مستمر قرار داد (مایلز و همکاران، ۲۰۱۷).
۱۶. توجیه منطقی عمل: پاسخ موجه به این سوال که چه نیازی به اجرای هر یک از بخش‌های مطالعات آینده‌نگاری علم و فناوری است (پوپر، ۲۰۰۸).

۱۷. اولویت‌بندی فناوری‌ها: تقلیل فهرست اولیه فناوری‌های آینده به یک فهرست از فناوری‌های حیاتی که بر اساس معیارهای کاربردی، بیشترین تناسب را داشته باشند با توجه به محدودیت منابع و فشار مضاعف برای تبدیل دانش به عمل به منظور برآورده کردن نیاز اجتماع، برای توفیق عملی آینده‌نگاری علم و فناوری ضروری است (سوکولفا و همکاران، ۲۰۱۸).

۱۸. جذابیت در کنار امکان‌پذیری فناوری‌ها: اولویت‌بندی نمودن فناوری‌ها در آینده‌نگاری علم و فناوری بر اساس معیارهای مختلفی قابل انجام است. ولی اساساً دو معیار کلی برای اولویت‌بندی فناوری‌ها وجود دارد که باید در کنار یکدیگر مورد استفاده قرار گیرند. نخست، «جذابیت فناوری» که بر پایه تاثیر آن بر حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی تعیین می‌شود و دوم، «امکان‌پذیری» که امکان بکارگیری فناوری در عمل را مورد سنجش قرار می‌دهد (لی، کیم و اوه، ۲۰۱۴).

۱۹. توجه به حوزه‌های نوظهور میان‌رشته‌ای: آینده‌نگاری علم و فناوری قرار نیست که همه امور مهم علمی یک کشور را اولویت‌گذاری کند. بلکه بهتر است بیشتر بر شناسایی حوزه‌های نوظهور (اغلب میان رشته‌ای) از تحقیقات متمرکز باشد که انتظار می‌رود موجب پیشرفت‌های علمی و اقتصادی و اجتماعی شوند. چنین حوزه‌های تحقیقاتی اغلب توسط رشته‌های موجود در علوم کلاسیک (تک رشته‌ای)، مورد چشم‌پوشی قرار می‌گیرند (لی، کیم و اوه، ۲۰۱۴).

۲۰. مرور تجربه دیگر کشورها: به دلیل نوپا بودن مطالعات آینده‌نگاری علم و فناوری در بسیاری از کشورها، بهتر است از تجربیات دیگر کشورها در این زمینه استفاده گردد (خزایی و الهی دهقی، ۱۳۹۱).

۲۱. توجه به فرایند: باید در کنار توجه به برونداد فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری به خود فرایند نیز توجه نمود. چرا که یادگیری حین عمل از مهم‌ترین مسائل مورد توجه در یک فعالیت آینده‌نگاری است (خزایی، حیدری و کشاورز، ۱۳۹۴).

۲۲. توجه به عمر فناوری: باید با کاوش عمر فناوری، توصیف عصر حاضر و مقایسه آن با عصر گذشته، چگونگی پایان عصر حاضر را با در نظر گرفتن بدیل‌های باور پذیر تحلیل کنیم (هاینز و بیشاپ، ۲۰۰۶: ۱۷۰).

۲۳. تلفیق الگوی برون‌مدار و درون‌مدار: در الگوی برون‌مدار، فناوری‌های بومی بر اساس معیارها و اولویت‌های بیرونی برخاسته از کشورهای پیشرفته جهان تنظیم و اولویت‌گذاری می‌شوند در حالیکه در الگوی درون‌مدار، این معیارها و اولویت‌های بومی هستند که لحاظ می‌گردند (خزایی، حیدری و کشاورز، ۱۳۹۴).

۲۴. ایجاد بستر ICT: ایجاد و فراهم ساختن ابزارها و تسهیلات تبادل اطلاعات به ویژه اطلاعات الکترونیکی در یک فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری بسیار حائز اهمیت است (یونیدو، ۲۰۰۵: ۱۲).

۲۵. مد نظر قرار دادن پایداری: پایداری معمولاً تحت عنوان خط‌مشی‌ها و اقدامات مربوطه با هدف رشد جنبه‌های زیست محیطی یک فناوری، متناسب با توسعه جمعیت تعریف می‌شود. جنبه‌های محیطی باید در آینده‌نگاری علم و فناوری به یک شکل قابل انطباق منظور گردند. به طوری که هم جنبه‌های فناوری و علوم و نوآوری و هم تمرکز ویژه بر مسائل زیست محیطی در آن لحاظ شده باشند (میسر، گاخیرگ و سوکولف، ۲۰۱۳: ۳۳۵).

۲۶. درک روشن از بافتار سیاسی: تقویت رابطه بین آینده‌نگاری و اقدامات کوتاه مدت مهم است. شرط اصلی برقراری این ارتباط این است که درک روشنی از بافتار سیاسی خاصی که آینده‌نگاری به دنبال اثرگذاری بر آن است داشته باشیم (رایدی، ۲۰۱۹).

۲۷. الزام دولتی: موفقیت اثر آینده‌نگاری بر خط‌مشی، به طور گسترده‌ای به این امر وابسته است که آیا می‌تواند با یک الزام دولتی، مرتبط گردد یا خیر (دریزک و همکاران، ۲۰۰۳: ۳۱).

۲۸. توجه به مشارکت عمومی: درگیر کردن واقعی شهروندان معمولی در تصمیمات مرتبط با توسعه فناوری می‌تواند به محدود نمودن توسعه برخی از فناوری‌های خطرناک، منجر گردد. ضمن اینکه فرایندی که طیف وسیعی از ذینفعان را شامل می‌شود، از شانس بیشتری برای مشروعیت یافتن برخوردار است (رایدی، ۲۰۱۹).

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، تحقیقی کاربردی محسوب می‌گردد. روش کلی تحقیق از نوع توصیفی-پیمایشی است. برای شناسایی عوامل کلیدی موفقیت آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران، ابتدا داده‌ها به شیوه کتابخانه‌ای گردآوری شدند و ۲۸ عامل مورد شناسایی قرار گرفتند. سپس، به شیوه میدانی و با مراجعه به خبرگان، ۱۳ عامل جدید به موارد پیش‌تر شناسایی شده افزوده شدند. برای انتخاب خبرگان از شیوه «نمونه‌گیری مبتنی بر معیار^۱» استفاده شده است که از روش‌های نمونه‌گیری غیر تصادفی است. در نمونه‌گیری مبتنی بر معیار، واحدهای نمونه دارای ویژگی‌های خاصی هستند که به شناخت و درک دقیق از موضوع اصلی کمک می‌کنند (ریچی و لویس^۲، ۲۰۰۳: ۱۲۸). در اینجا معیار، آشنایی با آینده‌نگاری در حوزه علم و فناوری، تمایل به مشارکت در پژوهش و در دسترس بودن است که جمعاً ۲۰ خبره مورد پرسش قرار گرفتند.

به منظور اولویت‌بندی ۴۱ عامل شناسایی شده، از روش تحلیل شبکه‌ای (ANP)^۳ استفاده شده است. از آنجا که کلیه مسائل و مشکلات برنامه‌ریزی، لزوماً دارای ساختار سلسله‌مراتبی نیستند، این محدودیت عمده، موجب شد تا روش تحلیل شبکه‌ای توسط توماس ساعتی^۴ (۱۹۹۶) ارائه گردد که در آن ارتباطات پیچیده بین عناصر تصمیم، از طریق جایگزینی ساختار سلسله‌مراتبی با ساختار شبکه‌ای در نظر گرفته می‌شوند. از آنجا که فرایند تحلیل شبکه‌ای، حالت عام‌تر تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)^۵ است بنابراین تمام ویژگی‌های مثبت آن نظیر سادگی، انعطاف-پذیری، بکارگیری همزمان معیارهای کمی و کیفی و قابلیت بررسی سازگاری و قضاوت‌ها را داراست. علاوه بر این، می‌تواند ارتباطات پیچیده بین سطحی و درون سطحی عناصر تصمیم را با بکارگیری ساختار شبکه‌ای به جای ساختار سلسله‌مراتبی لحاظ کند (زبردست، ۱۳۸۹).

معیارها و زیرمعیارهایی که در این پژوهش در نظر گرفته شده‌اند، دارای وابستگی متقابل و درونی با یکدیگر هستند که در فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی مغفول می‌ماند. در واقع، تحلیل سلسله‌مراتبی رابطه بین معیارها و زیرمعیارها را مورد محاسبه قرار می‌دهد ولی رابطه معیارها با یکدیگر و

1. criterion sampling
2. Ritchie & Lewis
3. Analytical Network Process
4. Thomas Saaty
5. Analytic Hierarchy Process

رابطه زیرمعیارها با یکدیگر را نادیده می‌گیرد که نتایج را دچار خطا خواهد نمود. لذا در چنین حالتی از تحلیل شبکه‌ای استفاده می‌کنیم. استفاده از فرایند تحلیل شبکه‌ای حتی در حالتی که بین معیارها ارتباط درونی نباشد، خروجی تحلیل و بررسی را دچار مشکل نمی‌کند. با توجه به توضیحات اخیر و رابطه متقابلی که بین سه معیار اصلی (پیش‌آینده‌نگاری، آینده‌نگاری و پسا‌آینده‌نگاری) وجود دارد و همچنین ارتباط متقابل زیرمعیارهای شناسایی شده برای هر یک از این سه معیار، در این تحقیق برای اولویت‌بندی عوامل کلیدی موفقیت آینده‌نگاری علم و فناوری از روش تحلیل شبکه‌ای استفاده شده است.

یافته‌های پژوهش

در این بخش به منظور تکمیل عوامل شناسایی شده، فهرست اولیه و ۲۸ تایی عواملی که می‌توانند موجبات موفقیت آینده‌نگاری علم و فناوری را فراهم آورند در اختیار خبرگان قرار گرفت و به صورت پرسش باز از آنها خواسته شد که با افزودن موارد دیگر، این فهرست را تکمیل کنند که با شناسایی ۱۳ عامل کلیدی زیر، جمعاً ۴۱ عامل احصاء شدند.

۱. توجه به صاحبان قدرت: رابطه بین آینده‌پژوهان و تصمیم‌گیران صاحب قدرت، یک عامل تعیین کننده در اثربخشی فعالیت‌های آینده‌نگاری است. آینده‌پژوهان می‌توانند برای اثرگذاری بر تصمیم‌گیران دو راهبرد عمده را به کار گیرند: الف- همراستا ساختن فعالیت‌های آینده با دیدگاه-های افراد صاحب قدرت، تا پذیرش این فعالیت‌ها بیشتر شود و در نتیجه اثرگذاری آنها بر خط-مشی ارتقا یابد. ب- به کارگیری فعالیت‌های آینده‌نگاری به منظور سوق دادن دیدگاه‌های تصمیم-گیران به تصاویر بدیل آینده.

۲. برپایی «کارگاه‌های آموزشی» در مراحل آغازین فرایند آینده‌نگاری.

۳. تأسیس نهاد یا تیم آینده‌نگاری متشکل از مدیران ارشد اجرایی، متخصصان آینده‌نگاری، طراحان روش و فناوری، ذی‌نفعان کلیدی و متخصصان گوناگون از سایر مهارت‌ها و تخصص‌های لازم.

۴. تنظیم افق زمانی متناسب برای آینده‌نگاری.

۵. ایجاد توازن میان اکتشاف و بهره‌برداری: فرایند کاوش و اکتشاف ناظر بر دوره‌های زمانی بلندمدت‌تر است، درحالی‌که بهره‌برداری مربوط به زمان حال است. ایجاد توازن میان کاوش و بهره‌برداری در آینده‌نگاری، بسیار حیاتی است. زیرا این دو، یکدیگر را تقویت می‌کنند و بر موفقیت هم تأثیرگذار هستند.

۶. نگرش همه‌جانبه: در شیوه‌های کلاسیک تحلیل محیط، بسیاری از موضوعات و یا مسائل، به طور شایسته‌ای مورد تحلیل و بررسی قرار نمی‌گیرند. چون تنها از یک دیدگاه، مورد توجه قرار می‌گیرند و سایر دیدگاه‌ها مغفول واقع می‌شوند.

۷. تمرکز بر پیامدهای دسته دوم و سوم: پیام واقعی آینده‌نگاری علم و فناوری معمولاً بر پیامدهای دسته دوم و یا بالاتر تکیه می‌کند. روش متداول شناسایی پیامدهای دست دوم و بالاتر، «چرخ آینده» نام دارد.

۸. کنترل کیفیت و سازگاری نتایج حاصل از گزینه‌های بدیل: یک آینده بدیل، باید انسجام درونی داشته باشد؛ یعنی، هیچ یک از ویژگی‌هایش نباید به طور منطقی با دیگری تعارض داشته باشد و فرایندهای کنترل کیفیت مانند بقیه رشته‌ها، روی آینده‌نگاری نیز اعمال می‌شوند و شاید به دلیل سرشت راز و رمز گونه آن، این کنترل‌ها برای آینده‌نگاری بنیادی‌تر باشند.

۹. اهداف عملیاتی در کنار اهداف بسیط: دستیابی به اهداف بسیط، می‌تواند اضطراب‌آور باشد. بنابراین بهره‌گیری از اهداف کوچک مقیاس در طول مسیر، احساس پیشرفت و کمک به حرکت تیم در مسیر مشخص شده را فراهم می‌آورد.

۱۰. تعیین روش‌شناسی رسمی: استفاده از یک روش‌شناسی رسمی برای آینده‌نگاری بسیار اساسی است. زیرا روش‌ها و ابزارهای مشخص، یک روند ثابت و مشخص را برای دستیابی به نتایج دنبال می‌کنند و از این طریق بر اعتبار نتایج می‌افزایند.

۱۱. ساده‌سازی نتایج: یافته‌های به‌دست آمده از آینده‌نگاری، باید به گونه‌ای بیان و عرضه شوند که سازمان آن‌ها را درک کرده و بتوانند بر اساس آن‌ها اقدامات لازم را انجام دهد. طراحی یک برنامه ارتباطی به گونه‌ای قابل فهم و جذاب برای مدیران اجرایی پرمشغله، نیاز به توجهی عمیق دارد.

۱۲. ایجاد گردش شغلی در نهاد آینده‌نگاری: انتقال اعضای این نهاد به بخش‌های اجرایی و جذب افراد تازه‌نفس، علاوه بر اینکه پویایی و خلاقیت نهاد را افزایش خواهد داد، به اجرای مراحل آینده‌نگاری نیز کمک خواهد کرد.

۱۳. تکرار فعالیت‌های آینده‌نگاری به شکلی قاعده‌مند: با اینکه بسیاری از فعالیت‌های آینده‌نگاری برای یک‌بار انجام شده و تمام می‌شوند، اما کیفیت فرایند و خروجی‌های آن و ارزش افزوده حاصل از آن، وقتی که این فعالیت‌ها به صورت منظم و به تعداد دفعات بیشتر انجام شوند افزایش خواهد یافت.

در ادامه، به منظور تحلیل داده‌های گردآوری شده و اولویت‌بندی عوامل شناسایی شده، مراحل فرایند تحلیل شبکه‌ای به صورت زیر به اجرا درآمدند.

مرحله ۱: در این مرحله هدف، معیارها و زیرمعیارها مطابق جدول (۱) تعیین شدند.

جدول ۱: هدف پژوهش و معیارها و زیرمعیارهای پوشش دهنده هدف

هدف	معیارها	زیرمعیارها (عوامل کلیدی)
موفقیت فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران (F.S)	پیش‌آینده‌نگاری (Pre.F)	وارد کردن بازیگران جدید به صحنه مباحث راهبردی (F ₁)
		توجه به قوانین (F ₂)
		طرح اولیه (F ₃)
		توجیه منطقی عمل (F ₄)
		ایجاد بستر ICT (F ₅)
		درک روشن از بافتار سیاسی (F ₆)
		الزام دولتی (F ₇)
		توجه به مشارکت عمومی (F ₈)
		توجه به صاحبان قدرت (F ₉)
		برپایی «کارگاه‌های آموزشی» در مراحل آغازین فرایند آینده-نگاری (F ₁₀)
		تاسیس نهاد یا تیم آینده‌نگاری (F ₁₁)
		تنظیم افق زمانی متناسب برای آینده‌نگاری (F ₁₂)
		اهداف عملیاتی در کنار اهداف بسیط (F ₁₃)
		تعیین روش شناسی رسمی (F ₁₄)

هدف	معیارها	زیرمعیارها (عوامل کلیدی)
	آینده نگاری (F)	تقویت هوش فناورانه (F15)
		لحاظ فناوری‌های نرم (F16)
		یکپارچه‌سازی فشار و کشش (F17)
		زنجیره ارزش اطلاعات (F18)
		استفاده از مراکز عالی راهبری (F19)
		تعیین و تشخیص مایل استون‌ها (F20)
		اولویت‌بندی فناوری‌ها (F21)
		جذابیت در کنار امکان‌پذیری فناوری‌ها (F22)
		توجه به حوزه‌های نوظهور میان‌رشته‌ای (F23)
		مرور تجربه دیگر کشورها (F24)
		توجه به فرایند (F25)
		توجه به عمر فناوری (F26)
		تلفیق الگوی برون‌مدار و درون‌مدار (F27)
		مد نظر قرار دادن پایداری (F28)
		شبکه‌سازی (F29)
		رویکرد میان‌رشته‌ای (F30)
		ایجاد توازن میان اکتشاف و بهره‌برداری (F31)
		نگرش همه جانبه (F32)
		کنترل کیفیت و سازگاری نتایج حاصل از گزینه‌های بدیل (F33)
		توجه به بازار (F34)
تقویت هوش رقابتی (F35)		
پسا آینده نگاری (Post.F)	نحوه انتشار (F36)	
	تمرکز بر پیامدهای دسته دوم و سوم (F37)	
	تغییر ساختار (F38)	
	ساده‌سازی نتایج (F39)	
	ایجاد گردش شغلی در نهاد آینده‌نگاری (F40)	
	تکرار فعالیت‌های آینده‌نگاری به شکلی قاعده‌مند (F41)	

مرحله ۲: با توجه به ساختار شبکه‌ای شاخص‌های این پژوهش، که شامل هدف، معیارها و زیرمعیارها می‌شوند، ساختار کلی سوپر ماتریس ناموزون (سوپر ماتریس اولیه) به شرح جدول (۲) ترسیم می‌گردد.

جدول ۲: ساختار کلی سوپر ماتریس ناموزون

زیرمعیارها	معیارها	هدف	
0	0	0	هدف
0	W_{22}	W_{21}	معیارها
W_{33}	W_{32}	0	زیرمعیارها

در ادامه، مقایسه دودویی معیارهای سه‌گانه بر اساس مقیاس ۹ کمّیتی ساعتی و مشابه با روش تحلیل سلسله مراتبی صورت می‌گیرد. نتیجه مقایسه دودویی معیارها و همچنین، بردار موزون حاصل از آن (W_{21}) در جدول (۳) نشان داده شده است.

جدول ۳: مقایسه دودویی و مقادیر ویژه معیارهای سه‌گانه

معیارها	(Pre.F)	(F)	(Post.F)	بردار ویژه (W_{21})
پیش‌آینده‌نگاری (Pre.F)	۱	۰/۵	۲	۰/۳۱۱
آینده‌نگاری (F)	۲	۱	۲	۰/۴۹۳
پسا‌آینده‌نگاری (Post.F)	۰/۵	۰/۵	۱	۰/۱۹۶

مرحله ۳: ابتدا ارتباط متقابل بین معیارها را مشخص می‌کنیم. این ارتباط می‌تواند یک طرفه یا دوطرفه باشد که در این پژوهش، مطابق جدول (۴)، ارتباط میان معیارها از نوع دوطرفه است.

جدول ۴: وابستگی درونی معیارها

معیارها	(Pre.F)	(F)	(Post.F)
پیش‌آینده‌نگاری (Pre.F)		✓	✓
آینده‌نگاری (F)	✓		✓
پسا‌آینده‌نگاری (Post.F)	✓	✓	

اکنون به منظور دستیابی به عناصر ماتریس W_{22} ، برای درک وابستگی‌های درونی متقابل بین معیارها، مقایسه دودویی بین آنها بر اساس مقیاس ۹ کمیته‌ی ساعتی انجام می‌شود. مقایسه دودویی هر دو معیار، با کنترل معیار سوم صورت می‌گیرد. جدول (۵)، ماتریس وابستگی‌های متقابل معیارها را نشان می‌دهد.

جدول ۵: ماتریس وابستگی درونی و متقابل معیارها (ماتریس W_{22})

	Pre.F	F	Post.F
Pre.F	۰	۰/۶۱۰	۰/۵۷۹
F	۰/۴۱۲	۰	۰/۵۶۷
Post.F	۰/۵۶۱	۰/۴۳۱	۰

مرحله ۴: از آنجا که زیرمعیارها نیز مانند معیارها دارای وابستگی درونی هستند، مبتنی بر آراء خبرگان، ماتریس وابستگی درونی و متقابل زیرمعیارها مطابق جدول (۶) محاسبه می‌گردد.

جدول ۶: ماتریس وابستگی درونی و متقابل زیرمعیارها (ماتریس W_{33})

	F_1	F_2	F_3
F_1	۰	۱۸۳/۰	۱۸۳/۰
F_2	۱۸۳/۰	۰	۱۸۳/۰
F_3	۱۸۳/۰	۱۸۳/۰	۰
F_4	۲۳۳/۰	۶۱۳/۰	۶۳۳/۰
F_5	۷۸۳/۰	۱۸۳/۰	۸۵۳/۰
F_6	۱۵۳/۰	۷۹۳/۰	۵۵۳/۰
F_7	۳۳۳/۰	۷۸۳/۰	۱۸۳/۰
F_8	۱۸۳/۰	۱۰۳/۰	۱۶۳/۰
F_9	۷۳۳/۰	۱۸۳/۰	۳۳۳/۰
F_{10}	۳۳۳/۰	۱۸۳/۰	۱۸۳/۰
F_{11}	۸۳۳/۰	۱۸۳/۰	۱۵۳/۰
F_{12}	۱۵۳/۰	۰۵۳/۰	۱۸۳/۰
F_{13}	۳۵۳/۰	۸۱۳/۰	۳۳۳/۰
F_{14}	۵۳۳/۰	۳۵۳/۰	۷۳۳/۰
F_{15}	۱۳۳/۰	۱۷۳/۰	۱۶۳/۰
F_{16}	۱۷۳/۰	۱۸۳/۰	۱۸۳/۰
F_{17}	۱۸۳/۰	۸۸۳/۰	۷۰۳/۰
F_{18}	۲۵۳/۰	۳۳۳/۰	۱۵۳/۰
F_{19}	۱۳۳/۰	۳۳۳/۰	۱۵۳/۰
F_{20}	۸۳۳/۰	۳۷۳/۰	۰۸۳/۰
F_{21}	۷۳۳/۰	۳۳۳/۰	۵۵۳/۰
F_{22}	۰۳۳/۰	۵۱۳/۰	۱۱۳/۰
F_{23}	۱۳۳/۰	۵۶۳/۰	۳۳۳/۰
F_{24}	۱۳۳/۰	۱۶۳/۰	۵۳۳/۰
F_{25}	۷۵۳/۰	۵۸۳/۰	۸۳۳/۰
F_{26}	۱۳۳/۰	۳۵۳/۰	۳۳۳/۰
F_{27}	۳۸۳/۰	۱۸۳/۰	۱۶۳/۰
F_{28}	۵۳۳/۰	۵۰۳/۰	۱۳۳/۰
F_{29}	۵۳۳/۰	۸۱۳/۰	۵۵۳/۰
F_{30}	۷۳۳/۰	۶۷۳/۰	۵۵۳/۰
F_{31}	۱۳۳/۰	۵۶۳/۰	۶۱۳/۰
F_{32}	۱۳۳/۰	۶۷۳/۰	۵۱۳/۰
F_{33}	۸۳۳/۰	۸۱۳/۰	۱۰۳/۰
F_{34}	۳۳۳/۰	۱۸۳/۰	۱۸۳/۰
F_{35}	۱۵۳/۰	۵۳۳/۰	۳۵۳/۰
F_{36}	۲۳۳/۰	۱۳۳/۰	۳۱۳/۰
F_{37}	۵۳۳/۰	۱۳۳/۰	۱۶۳/۰
F_{38}	۸۳۳/۰	۱۶۳/۰	۳۵۳/۰
F_{39}	۷۳۳/۰	۸۸۳/۰	۱۶۳/۰
F_{40}	۵۳۳/۰	۷۸۳/۰	۱۰۳/۰
F_{41}	۵۳۳/۰	۵۳۳/۰	۷۵۳/۰

F ₁₂	F ₁₃	F ₁₄	F ₁₅	F ₁₆	F ₁₇	F ₁₈	F ₁₉
33۰/۰	۸۳/۰	۸۶/۰	33۰/۰	۵۷/۰	۸۶/۰	۷۷/۰	۶۷۸/۰
۳۱۰/۰	۷۳/۰	۶۵/۰	۷3۰/۰	3۶/۰	۵۸۰/۰	۵۱/۰	۵۶۸/۰
۱۵۰/۰	۱۸3/۰	۵۳3/۰	۱۸۳/۰	۱۷/۰	۱۱۰/۰	۵3/۰	۷۵۳/۰
۷۱۰/۰	۷۵3/۰	۱۵3/۰	۳3۰/۰	۷۷/۰	۶۶۰/۰	۰3/۰	3۵۳/۰
۰3۰/۰	۳۳/۰	3۵3/۰	۳۵۳/۰	۵۵/۰	۰۳۰/۰	۳۱/۰	3۸۳/۰
۱۰۰/۰	۱۳/۰	۵3/۰	۷۸۰/۰	۸۶/۰	۵3/۰	۱۷/۰	۱۳۰/۰
۲۸۰/۰	۸۵3/۰	۸۵3/۰	۱3۰/۰	۸۸/۰	۷۱/۰	۶۰/۰	33۰/۰
۳۵۰/۰	۱۶3/۰	۵۳3/۰	۵۳۰/۰	۳۵/۰	۳۸۰/۰	33/۰	3۵۳/۰
۵۱۰/۰	۱۱3/۰	۶۳/۰	۱۸۰/۰	3۰/۰	۸۵/۰	۸۱/۰	۶۵۰/۰
۸3۰/۰	۳۵3/۰	۵۷3/۰	۱۸۳/۰	۶۸/۰	۵۵/۰	۸۰/۰	۸۶۰/۰
3۶۰/۰	۱۳3/۰	۸۸3/۰	۱3۰/۰	3۰/۰	3۵/۰	۷۱/۰	33۰/۰
3۵۰/۰	۶۵3/۰	۷۷3/۰	۱۵۰/۰	۷3/۰	۱3/۰	۱3/۰	۷3۰/۰
۳۱۰/۰	۷۰3/۰	۱۸3/۰	۷۵۰/۰	۵۸/۰	۵۸/۰	۵3/۰	۱۸۰/۰
۵۶۰/۰	۱۳3/۰	۶۳3/۰	۳۵۰/۰	۸۸/۰	۱۱۰/۰	۷۸/۰	۳3۰/۰
۸۵۰/۰	۷۳/۰	۳33/۰	۷3۰/۰	33/۰	۶۶/۰	۳3/۰	۳۵۰/۰
۸۳۰/۰	۳33/۰	۶۸3/۰	۵۱۰/۰	۵۶/۰	۳۶/۰	۸۸/۰	۱3۰/۰
۵۷/۰	۱۵3/۰	۵۵3/۰	۷۷۰/۰	۱۷/۰	۱۷/۰	۸۱/۰	۵۳۰/۰
3۵۰/۰	۶۳3/۰	۷۵3/۰	۸۸۰/۰	۵۵/۰	۷۷/۰	۷۸/۰	۶۷۰/۰
۳۰۰/۰	۳33/۰	۳۶3/۰	۱۸۳/۰	۸۵/۰	۸۶/۰	3۰/۰	۷۵۰/۰
۱۰۰/۰	۱۳3/۰	۶33/۰	۱3۰/۰	۶۵/۰	۸۸/۰	۷۶/۰	3۵۰/۰
۳۸۰/۰	۶۸3/۰	۳۵3/۰	۱۸۰/۰	۸۸/۰	۳۵/۰	۸۵/۰	۰
۸۵/۰	۵۵3/۰	۱۶3/۰	۱۳۰/۰	۷3/۰	۱۰۰/۰	۰	۳3۰/۰
۵۵/۰	۸۵3/۰	۳۱3/۰	۳3۰/۰	۰۵/۰	۰	۵۵/۰	۳۵۰/۰
3۵/۰	۵33/۰	۳۵3/۰	33۰/۰	۰	۷3/۰	۶۶/۰	۷۸۰/۰
۳۷۰/۰	۱۵3/۰	۱۳3/۰	۰	۸۵/۰	۸۸/۰	۳3/۰	۵۳۰/۰
۱۵/۰	۰	۸۵3/۰	۳۷۰/۰	3۵/۰	۵۷/۰	۳۱/۰	۱۸۰/۰
۰	۳۱3/۰	۸۶3/۰	۵۳/۰	۱۳/۰	۵۸/۰	۵۵/۰	۱۳۰/۰
۸۶۰/۰	۶33/۰	۳33/۰	۵۵۰/۰	33/۰	۶۶۰/۰	۱۱/۰	۳3۰/۰
۵۸۰/۰	۳۵3/۰	۵۷3/۰	۵۷۰/۰	۶۷/۰	۰۳۰/۰	3۶/۰	۷۷۰/۰
۱۱۰/۰	333/۰	3۵3/۰	۸۶۰/۰	۵۱/۰	۵3/۰	۳۵/۰	۵۵۰/۰
۶۶۰/۰	۵۵3/۰	۶۸3/۰	۱۳۰/۰	۵3/۰	۳۸۰/۰	۶۵/۰	۵۱۰/۰
۰۳۰/۰	۱۸3/۰	۵۳3/۰	۷۵۰/۰	۰3/۰	۸۵/۰	3۸/۰	۷۷۰/۰
۵3۰/۰	۷۵3/۰	۵۵3/۰	۶۶۰/۰	۸۸/۰	۵۵/۰	۷3/۰	۸۵۰/۰
۷۱۰/۰	۳۳3/۰	۱۵3/۰	۶3۰/۰	۸۸/۰	۵۸/۰	۵۰/۰	۸۸۰/۰
۳۸۰/۰	۶33/۰	۷۷3/۰	۰۳۰/۰	۷۳/۰	۸۸/۰	۱۵/۰	۱۳۰/۰
۶۵۰/۰	۱۵3/۰	۵۸3/۰	۷۸۰/۰	۵۷/۰	۱۱۰/۰	۱۰/۰	۳۰۰/۰
۸۸۰/۰	333/۰	333/۰	۶۰۰/۰	۵۸/۰	۶۶۰/۰	۵۷/۰	۱۳۰/۰
۶۳۰/۰	۵۵3/۰	۵33/۰	۳۰۰/۰	۱۸/۰	۵۷/۰	۵۶/۰	۳3۰/۰

۸۶۸/۰	۱۹۳/۰	۵۶۸/۰	۳۱۹/۰	۶۷۰/۰	۳۳۸/۰	۵۳۷/۰	۵۳۷/۰
۶۸۸/۰	۹۰۳/۰	۱۳۸/۰	۱۵۹/۰	۷۰۷/۰	۵۶۸/۰	۱۳۷/۰	۸۱۶/۰
۹۱۹/۰	۵۱۳/۰	۸۶۸/۰	۷۱۹/۰	۸۸۰/۰	۷۷۸/۰	۳۳۷/۰	۶۸۸/۰
۶۶۸/۰	۶۱۳/۰	۶۸۸/۰	۰۳۹/۰	۶۰۷/۰	۸۵۸/۰	۶۷۷/۰	۹۱۹/۰
۰۹۹/۰	۶۵۳/۰	۹۱۹/۰	۱۹۹/۰	۹۱۷/۰	۸۸۸/۰	۶۹۷/۰	۶۶۸/۰
۵۳۸/۰	۱۹۳/۰	۶۶۸/۰	۸۸۸/۰	۳۱۷/۰	۱۳۸/۰	۵۳۷/۰	۰۹۹/۰
۷۱۸/۰	۹۰۳/۰	۵۳۸/۰	۵۹۹/۰	۶۷۰/۰	۱۸۸/۰	۸۸۷/۰	۷۱۹/۰
۶۵۸/۰	۷۰۳/۰	۷۱۹/۰	۸۳۸/۰	۹۹۷/۰	۱۳۸/۰	۶۵۷/۰	۶۸۸/۰
۸۸۸/۰	۱۹۳/۰	۸۸۸/۰	۱۷۷/۰	۵۳۷/۰	۹۳۸/۰	۶۷۷/۰	۶۵۸/۰
۸۶۸/۰	۶۶۳/۰	۶۵۸/۰	۷۷۷/۰	۰۳۷/۰	۳۳۸/۰	۸۸۷/۰	۸۸۸/۰
۶۸۸/۰	۶۱۳/۰	۳۳۸/۰	۶۵۷/۰	۵۵۷/۰	۸۱۸/۰	۶۸۷/۰	۶۶۸/۰
۹۱۸/۰	۱۹۳/۰	۸۳۸/۰	۸۱۷/۰	۳۶۰/۰	۵۳۸/۰	۶۶۷/۰	۸۸۸/۰
۶۶۸/۰	۹۳۳/۰	۷۷۸/۰	۸۸۷/۰	۹۶۰/۰	۷۷۸/۰	۶۸۷/۰	۸۸۸/۰
۰۹۹/۰	۶۵۳/۰	۳۳۸/۰	۴۵۷/۰	۶۵۰/۰	۴۳۸/۰	۵۶۰/۰	۰
۵۳۸/۰	۸۷۳/۰	۸۸۸/۰	۸۶۷/۰	۳۹۷/۰	۶۰۸/۰	۵۳۷/۰	۵۳۸/۰
۶۶۸/۰	۹۳۳/۰	۶۸۸/۰	۵۶۷/۰	۷۶۰/۰	۰	۳۹۷/۰	۷۱۹/۰
۰۹۸/۰	۶۳۳/۰	۶۷۸/۰	۳۶۷/۰	۰	۵۶۸/۰	۷۳۷/۰	۳۸۸/۰
۵۳۸/۰	۶۵۳/۰	۱۰۹/۰	۰	۶۶۰/۰	۰۶۸/۰	۶۰۷/۰	۴۵۸/۰
۳۸۸/۰	۸۱۳/۰	۰	۱۰۹/۰	۱۹۷/۰	۱۹۸/۰	۶۹۷/۰	۱۸۸/۰
۵۹۸/۰	۰	۷۳۸/۰	۳۸۸/۰	۳۳۷/۰	۳۳۸/۰	۵۳۷/۰	۵۶۸/۰
۰	۱۸۳/۰	۸۶۸/۰	۸۶۷/۰	۴۹۷/۰	۱۷۸/۰	۰۳۷/۰	۰۶۸/۰
۳۳۸/۰	۷۵۳/۰	۶۸۸/۰	۵۶۷/۰	۶۵۰/۰	۵۳۸/۰	۴۹۷/۰	۳۳۸/۰
۵۶۸/۰	۹۱۳/۰	۴۳۸/۰	۳۶۷/۰	۷۷۰/۰	۱۳۸/۰	۷۱۷/۰	۳۸۸/۰
۳۷۸/۰	۹۱۳/۰	۱۵۹/۰	۷۳۸/۰	۶۹۷/۰	۶۷۸/۰	۱۳۷/۰	۶۸۸/۰
۰۶۸/۰	۴۵۳/۰	۶۶۸/۰	۴۷۸/۰	۵۳۷/۰	۶۶۸/۰	۵۳۷/۰	۹۱۹/۰
۳۵۸/۰	۱۹۳/۰	۰۹۸/۰	۱۶۷/۰	۰۳۷/۰	۸۶۸/۰	۳۹۷/۰	۹۱۹/۰
۷۸۸/۰	۹۱۳/۰	۱۳۸/۰	۵۳۸/۰	۴۹۷/۰	۷۳۸/۰	۶۸۷/۰	۶۶۸/۰
۵۶۸/۰	۴۵۳/۰	۶۶۸/۰	۷۱۹/۰	۱۷۰/۰	۷۳۸/۰	۳۹۷/۰	۰۹۸/۰
۰۶۸/۰	۱۸۳/۰	۷۳۸/۰	۴۸۸/۰	۶۶۰/۰	۱۸۸/۰	۷۳۷/۰	۵۳۸/۰
۳۳۸/۰	۹۵۳/۰	۵۶۸/۰	۸۶۷/۰	۴۹۷/۰	۴۳۸/۰	۶۸۷/۰	۷۱۹/۰
۳۸۸/۰	۸۸۳/۰	۱۷۸/۰	۱۹۷/۰	۸۸۷/۰	۴۵۸/۰	۸۸۷/۰	۴۸۸/۰
۶۸۸/۰	۸۰۳/۰	۵۶۸/۰	۳۶۷/۰	۷۷۰/۰	۷۸۸/۰	۳۳۷/۰	۶۳۸/۰
۹۱۸/۰	۱۹۳/۰	۰۶۸/۰	۶۷۷/۰	۱۵۰/۰	۹۳۸/۰	۶۶۷/۰	۳۸۸/۰
۶۶۸/۰	۶۳۳/۰	۱۳۸/۰	۶۸۷/۰	۷۸۰/۰	۶۵۸/۰	۷۶۰/۰	۴۵۸/۰
۰۹۸/۰	۵۱۳/۰	۳۳۸/۰	۹۱۹/۰	۶۸۰/۰	۵۶۸/۰	۶۷۰/۰	۱۸۸/۰
۵۳۸/۰	۸۳۳/۰	۱۷۸/۰	۴۱۹/۰	۶۵۰/۰	۷۷۸/۰	۸۸۷/۰	۵۶۸/۰
۷۱۸/۰	۹۳۳/۰	۵۳۸/۰	۳۶۷/۰	۸۸۰/۰	۸۵۸/۰	۷۷۷/۰	۰۶۸/۰
۱۸۸/۰	۱۳۳/۰	۱۳۸/۰	۵۳۷/۰	۱۶۰/۰	۸۸۸/۰	۷۹۷/۰	۵۸۸/۰
۵۶۸/۰	۶۵۳/۰	۶۷۸/۰	۰۳۷/۰	۷۶۰/۰	۴۰۸/۰	۶۶۷/۰	۸۱۹/۰
۰۶۸/۰	۶۷۳/۰	۶۶۸/۰	۵۵۷/۰	۶۳۰/۰	۷۷۸/۰	۹۱۹/۰	۶۶۸/۰

۸۳۱/۰	۰۹۳/۰	۵۲۱/۰	۱۱۱/۰	۲۰۸/۰	۰
۸۳۱/۰	۱۸۳/۰	۳۱۱/۰	۳۰۱/۰	۰	۳۱۳/۰
۳۳۱/۰	۰۳۳/۰	۱۱۱/۰	۰	۳۶۱/۰	۶۱۳/۰
۳۳۱/۰	۳۳۳/۰	۰	۵۶۱/۰	۱۳۱/۰	۱۶۳/۰
۲۵۱/۰	۰	۲۵۰/۰	۸۱۱/۰	۳۳۱/۰	۳۶۳/۰
۰	۱۶۳/۰	۰۷۰/۰	۱۱۸/۰	۱۷۱/۰	۵۱۳/۰
۱۱۱/۰	۶۱۳/۰	۵۸۰/۰	۳۱۱/۰	۶۱۱/۰	۸۵۳/۰
۳۱۱/۰	۱۱۳/۰	۳۵۰/۰	۷۸۱/۰	۵۳۱/۰	۶۸۳/۰
۱۷۰/۰	۳۳۳/۰	۱۶۰/۰	۵۱۱/۰	۰۳۱/۰	۱۸۳/۰
۱۶۰/۰	۶۳۳/۰	۵۶۰/۰	۵۳۱/۰	۸۷۱/۰	۵۷۳/۰
۳۱۱/۰	۱۸۳/۰	۷۵۰/۰	۱۹۱/۰	۸۱۱/۰	۸۸۳/۰
۱۹۱/۰	۳۷۳/۰	۷۶۰/۰	۳۳۱/۰	۷۳۱/۰	۷۷۳/۰
۷۷۰/۰	۶۷۳/۰	۵۸۰/۰	۱۷۱/۰	۶۷۱/۰	۱۸۳/۰
۱۱۱/۰	۵۶۳/۰	۱۸۰/۰	۶۱۱/۰	۶۸۱/۰	۱۴۳/۰
۳۳۱/۰	۶۷۳/۰	۵۳۱/۰	۵۳۱/۰	۳۳۱/۰	۳۳۳/۰
۰۳۱/۰	۸۳۳/۰	۱۳۱/۰	۰۳۱/۰	۵۳۱/۰	۱۹۳/۰
۳۱۱/۰	۱۰۳/۰	۳۳۱/۰	۸۱۱/۰	۰۳۱/۰	۱۵۳/۰
۱۷۰/۰	۵۱۳/۰	۱۷۱/۰	۱۵۱/۰	۵۵۱/۰	۸۸۳/۰
۱۶۰/۰	۶۱۳/۰	۶۱۱/۰	۶۷۱/۰	۱۷۱/۰	۸۰۳/۰
۳۱۱/۰	۵۳۳/۰	۵۳۱/۰	۸۱۱/۰	۸۸۱/۰	۱۴۳/۰
۱۹۱/۰	۵۵۳/۰	۰۳۱/۰	۶۷۱/۰	۷۷۱/۰	۶۳۳/۰
۶۷۰/۰	۱۳۳/۰	۸۸۱/۰	۱۶۱/۰	۷۱۱/۰	۵۱۳/۰
۵۳۱/۰	۱۶۳/۰	۱۵۱/۰	۳۱۱/۰	۱۶۱/۰	۸۸۳/۰
۳۳۱/۰	۳۳۳/۰	۶۷۱/۰	۷۳۱/۰	۲۱۱/۰	۳۱۳/۰
۱۸۱/۰	۸۱۳/۰	۸۸۱/۰	۶۰۱/۰	۳۷۱/۰	۱۳۳/۰
۵۱۱/۰	۶۳۳/۰	۶۸۱/۰	۶۱۱/۰	۲۱۱/۰	۶۵۳/۰
۸۳۰/۰	۳۳۳/۰	۱۶۱/۰	۵۳۱/۰	۱۳۱/۰	۶۷۳/۰
۱۷۱/۰	۸۱۳/۰	۱۷۱/۰	۰۳۱/۰	۸۸۱/۰	۶۵۳/۰
۶۸۱/۰	۰۵۳/۰	۶۱۱/۰	۳۱۱/۰	۸۸۱/۰	۱۸۳/۰
۵۳۱/۰	۱۳۳/۰	۵۳۱/۰	۵۶۱/۰	۱۶۱/۰	۷۵۳/۰
۰۳۱/۰	۵۶۳/۰	۰۳۱/۰	۸۸۱/۰	۱۶۱/۰	۳۱۳/۰
۸۸۱/۰	۷۵۳/۰	۸۸۱/۰	۵۳۱/۰	۵۳۱/۰	۱۳۳/۰
۱۵۱/۰	۳۱۳/۰	۸۱۱/۰	۳۱۱/۰	۳۳۱/۰	۱۴۳/۰
۶۷۱/۰	۳۱۳/۰	۷۳۱/۰	۱۸۱/۰	۲۰۳/۰	۱۰۳/۰
۸۸۱/۰	۳۵۳/۰	۶۷۱/۰	۳۱۱/۰	۵۱۳/۰	۵۱۳/۰
۶۸۱/۰	۱۱۳/۰	۷۳۱/۰	۲۰۱/۰	۶۳۱/۰	۶۵۳/۰
۳۳۱/۰	۳۱۳/۰	۶۷۱/۰	۸۰۱/۰	۶۸۱/۰	۱۶۳/۰
۰۳۱/۰	۳۵۳/۰	۶۸۱/۰	۵۰۱/۰	۸۸۱/۰	۱۹۳/۰
۵۳۱/۰	۱۹۳/۰	۱۶۱/۰	۳۱۱/۰	۳۳۱/۰	۵۱۳/۰
۳۳۱/۰	۱۵۳/۰	۶۱۱/۰	۷۱۱/۰	۱۶۱/۰	۰۳۳/۰
۱۹۱/۰	۳۰۳/۰	۱۱۱/۰	۱۳۱/۰	۵۲۱/۰	۳۳۳/۰

مرحله ۵: در این مرحله، ضریب اهمیت هر یک از زیرمعیارهای مربوط به معیارهای سه گانه را از طریق مقایسه دودویی آنها بر اساس مقیاس ۹ کمّیتی ساعتی بدست آورده و عناصر ماتریس W_{32} را مطابق جدول (۷) محاسبه می کنیم.

جدول ۷: ماتریس مقایسه دودویی ضریب اهمیت زیرمعیارها (ماتریس W_{32})

	Pre.F	F	Post.F
F ₁	۰/۷۵۱	۰	۰
F ₂	۰/۳۰۹	۰	۰
F ₃	۰/۷۹۳	۰	۰
F ₄	۰/۳۲۱	۰	۰
F ₅	۰/۷۵۳	۰	۰
F ₆	۰/۴۰۳	۰	۰
F ₇	۰/۵۹۱	۰	۰
F ₈	۰/۷۵۰	۰	۰
F ₉	۰/۷۸۰	۰	۰
F ₁₀	۰/۷۸۹	۰	۰
F ₁₁	۰/۷۸۱	۰	۰
F ₁₂	۰/۴۵۵	۰	۰
F ₁₃	۰/۳۰۹	۰	۰
F ₁₄	۰/۳۲۱	۰	۰
F ₁₅	۰	۰/۴۹۳	۰
F ₁₆	۰	۰/۷۵۵	۰
F ₁₇	۰	۰/۳۹۱	۰
F ₁₈	۰	۰/۷۸۹	۰
F ₁₉	۰	۰/۵۱۵	۰
F ₂₀	۰	۰/۵۱۴	۰
F ₂₁	۰	۰/۵۴۳	۰
F ₂₂	۰	۰/۷۹۸	۰
F ₂₃	۰	۰/۳۱۵	۰
F ₂₄	۰	۰/۷۹۳	۰
F ₂₅	۰	۰/۷۵۹	۰
F ₂₆	۰	۰/۷۸۱	۰
F ₂₇	۰	۰/۷۸۱	۰
F ₂₈	۰	۰/۷۵۳	۰
F ₂₉	۰	۰/۳۰۹	۰
F ₃₀	۰	۰/۷۷۳	۰
F ₃₁	۰	۰/۵۳۱	۰
F ₃₂	۰	۰/۴۹۷	۰
F ₃₃	۰	۰/۳۱۲	۰
F ₃₄	۰	۰/۳۲۲	۰
F ₃₅	۰	۰/۷۸۹	۰
F ₃₆	۰	۰	۰/۷۸۱
F ₃₇	۰	۰	۰/۴۹۸
F ₃₈	۰	۰	۰/۵۰۱
F ₃₉	۰	۰	۰/۳۰۲
F ₄₀	۰	۰	۰/۳۰۵
F ₄₁	۰	۰	۰/۷۸۸

مرحله ۶: اکنون باید سوپر ماتریس ناموزون را به سوپر ماتریس موزون (تصادفی یا احتمالی) تبدیل کنیم. در سوپر ماتریس موزون، جمع مقادیر هرستون، برابر یک است. برای رسیدن به سوپر ماتریس موزون باید سوپر ماتریس ناموزون را در ماتریس خوشه‌ای ضرب کرد. ماتریس خوشه-ای، میزان اثرگذاری هر یک از خوشه‌ها برای دستیابی به هدف را منعکس می‌کند. برای محاسبه ماتریس خوشه‌ای، خوشه‌های ستونی غیر صفر ماتریس ناموزون (اولیه) با خوشه‌های دیگر واقع در آن ستون مقایسه دودویی می‌شوند تا بردار ویژه برای هر یک بدست آمده و نهایتاً با در کنار هم گذاشتن بردارهای ویژه، ماتریس خوشه‌ای بدست می‌آید (نسترن، قاسمی و هادی‌زاده، ۱۳۹۲ به نقل از زبردست، ۱۳۸۹). با توجه به ساختار سوپر ماتریس اولیه، در اینجا دو خوشه باید مورد مقایسه دودویی قرار گیرند: خوشه معیارها و خوشه زیرمعیارها. جدول (۸) نشان دهنده این مقایسه است.

جدول ۸: مقایسه خوشه معیارها با خوشه زیرمعیارها

خوشه‌ها	معیارها	زیرمعیارها	بردار ویژه
معیارها	۱	۱۳ ۱۰	۰/۵۶۵
زیرمعیارها	۱۰ ۱۳	۱	۰/۴۳۵

اکنون برای بدست آوردن سوپر ماتریس موزون، هریک از عناصر خوشه‌های ستونی سوپر ماتریس ناموزون در بردار اهمیت نسبی (بردار ویژه) آن خوشه از ماتریس خوشه‌ای ضرب می‌شود. سوپر ماتریس موزون بدست آمده، احتمالی یا تصادفی است یعنی جمع عناصر ستونی آن یک است. در پایان باید سوپر ماتریس موزون را به سوپر ماتریس حد تبدیل کنیم تا همه عناصر سوپر ماتریس برابر شوند. برای این کار لازم است که ماتریس موزون را به توان K برسانیم. K یک عدد اختیاری است و باید به قدری بزرگ انتخاب شود که تمامی عناصر سوپر ماتریس موزون با یکدیگر برابر شوند و ماتریس حد حاصل شود. در تحقیق حاضر، در توان بیست و پنجم ماتریس موزون ($K=25$)، ماتریس حد بدست آمده است و وزن نهایی هریک از زیرمعیارها مطابق جدول (۹) محاسبه شده است.

جدول ۹: وزن نهایی زیرمعیارها (عوامل کلیدی)

وزن نهایی	عوامل کلیدی	وزن نهایی	عوامل کلیدی
۰/۳۱۷	جذابیت در کنار امکان‌پذیری فناوری‌ها (F ₂₂)	۰/۲۵۶	وارد کردن بازیگران جدید به صحنه مباحث راهبردی (F ₁)
۰/۳۱۳	توجه به حوزه‌های نوظهور میان‌رشته‌ای (F ₂₃)	۰/۰۵۲	توجه به قوانین (F ₂)
۰/۲۱۵	مرور تجربه دیگر کشورها (F ₂₄)	۰/۳۰۱	طرح اولیه (F ₃)
۰/۲۵۵	توجه به فرایند (F ₂₅)	۰/۱۴۵	توجه منطق عمل (F ₄)
۰/۱۹۴	توجه به عمر فناوری (F ₂₆)	۰/۲۴۱	ایجاد بستر ICT (F ₅)
۰/۰۵۸	تلفیق الگوی برون‌مدار و درون‌مدار (F ₂₇)	۰/۱۶۸	درک روشن از بافتار سیاسی (F ₆)
۰/۰۹۷	مد نظر قرار دادن پایداری (F ₂₈)	۰/۳۲۱	الزام دولتی (F ₇)

۰/۱۳۷	شبکه‌سازی (F ₂₉)	۰/۲۲۲	توجه به مشارکت عمومی (F ₈)
۰/۱۴۲	رویکرد میان‌رشته‌ای (F ₃₀)	۰/۲۰۵	توجه به صاحبان قدرت (F ₉)
۰/۱۲۸	ایجاد توازن میان اکتشاف و بهره‌برداری (F ₃₁)	۰/۳۳۸	برپایی «کارگاه‌های آموزشی» در مراحل آغازین فرایند آینده‌نگاری (F ₁₀)
۰/۲۲۵	نگرش همه‌جانبه (F ₃₂)	۰/۳۲۹	تاسیس نهاد یا تیم آینده‌نگاری (F ₁₁)
۰/۰۶۶	کنترل کیفیت و سازگاری نتایج حاصل از گزینه‌های بدیل (F ₃₃)	۰/۱۶۱	تنظیم افق زمانی متناسب برای آینده‌نگاری (F ₁₂)
۰/۰۷۸	توجه به بازار (F ₃₄)	۰/۰۹۸	اهداف عملیاتی در کنار اهداف بسیط (F ₁₃)
۰/۰۸۶	تقویت هوش رقابتی (F ₃₅)	۰/۱۱۹	تعیین روش شناسی رسمی (F ₁₄)
۰/۲۷۷	نحوه انتشار (F ₃₆)	۰/۳۲۰	تقویت هوش فناورانه (F ₁₅)
۰/۳۰۳	تمرکز بر پیامدهای دسته دوم و سوم (F ₃₇)	۰/۳۳۲	لحاظ فناوری‌های نرم (F ₁₆)
۰/۱۶۳	تغییر ساختار (F ₃₈)	۰/۰۸۹	یکپارچه‌سازی فشار و کشش (F ₁₇)
۰/۰۴۵	ساده‌سازی نتایج (F ₃₉)	۰/۰۶۴	زنجیره ارزش اطلاعات (F ₁₈)
۰/۱۶۵	ایجاد گردش شغلی در نهاد آینده‌نگاری (F ₄₀)	۰/۱۷۹	استفاده از مراکز عالی راهبری (F ₁₉)
۰/۳۱۱	تکرار فعالیت‌های آینده‌نگاری به شکلی قاعده‌مند (F ₄₁)	۰/۱۴۵	تعیین و تشخیص مایل استون‌ها (F ₂₀)
		۰/۲۴۶	اولویت‌بندی فناوری‌ها (F ₂₁)

یافته‌های پژوهش مطابق جدول (۹) نشان می‌دهند که بر اساس وزن نهایی محاسبه شده برای ۴۱ عامل شناسایی شده، کلیدی‌ترین عواملی که دارای پررنگ‌ترین نقش در موفقیت فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران هستند و وزن نهایی آنها فراتر از مقدار ۰/۳ محاسبه شده است به ترتیب عبارتند از:

برپایی کارگاه‌های آموزشی در مراحل آغازین فرایند آینده‌نگاری (۰/۳۳۸)؛ لحاظ فناوری-های نرم (۰/۳۳۲)؛ تاسیس نهاد یا تیم آینده‌نگاری (۰/۳۲۹)؛ الزام دولتی (۰/۳۲۱)؛ تقویت هوش فناورانه (۰/۳۲۰)؛ جذابیت در کنار امکان‌پذیری فناوری‌ها (۰/۳۱۷)؛ توجه به حوزه‌های نوظهور

میان رشته‌های (۰/۳۱۳)؛ تکرار فعالیت‌های آینده‌نگاری به شکلی قاعده‌مند (۰/۳۱۱)؛ تمرکز بر پیامدهای دسته دوم و سوم (۰/۳۰۳)؛ طرح اولیه (۰/۳۰۱).

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

آینده‌نگاری علم و فناوری به رغم اهمیت و ضرورت فراوان آن و تاثیر مثبتی که می‌تواند بر سیاست‌گذاری‌های کلان کشور داشته باشد، کمتر در ایران مورد توجه و پیاده‌سازی قرار گرفته است. از طرفی کاستی پیشینه دانشی در این حوزه، می‌تواند تصمیم‌گیری در خصوص طراحی و اجرای فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران را با چالش و شکست مواجه سازد. لذا شناسایی عواملی که می‌توانند توفیق این فرایند را متاثر سازند بر اهمیت به نظر می‌رسد. از آنجا که ماهیت میان رشته‌ای و گستردگی بافتار داخلی و خارجی این فرایند، موجب کثرت عوامل موثر بر آن می‌گردد و امکان توجه به همه این عوامل به دلیل محدودیت هزینه‌ای و زمانی میسر نیست، تفکیک عوامل مهم‌تر و توجه به آنها در طراحی، اجرا و ارزیابی فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران حایز اهمیت است و می‌تواند شانس موفقیت این فرایند را افزایش دهد. به همین منظور، این پژوهش در پی شناسایی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی موفقیت آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران بوده است. با کمک منابع کتابخانه‌ای و پیمایش میدانی، ۴۱ عامل شناسایی شدند و به کمک روش تحلیل شبکه‌ای این عوامل مورد اولویت‌بندی قرار گرفتند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهند که ۱۰ عامل کلیدی در توفیق آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران دارای بیشترین اهمیت هستند و باید در تصمیم‌گیری‌ها توسط متولیان و مجریان این فرایند در کشور، به طوری ویژه مورد توجه قرار گیرند.

قبل از اجرای فعالیت آینده‌نگاری باید در فاز پیش‌آینده‌نگاری به چهار عامل کلیدی توجه نمود: برپایی کارگاه‌های آموزشی، تاسیس نهاد یا تیم آینده‌نگاری، الزام دولتی و طرح اولیه. جالب است که سه مورد اول از این عوامل با وزن نهایی (۰/۳۳۸)، (۰/۳۲۹) و (۰/۳۲۱) در میان ۴۱ عامل شناسایی شده، از نظر اهمیت دارای رتبه اول، سوم و چهارم هستند که نشان دهنده اهمیت وافر فاز پیش‌آینده‌نگاری در توفیق فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران است. در واقع، این یافته‌ها به ما نشان می‌دهند که نباید در اجرای فعالیت‌های آینده‌نگاری تعجیل کرد و ابتدا باید

فعالیت‌های مربوط به فاز پیش‌آینده‌نگاری به دقت مورد توجه قرار گیرند. برپایی کارگاه‌های آموزشی در فاز پیش‌آینده‌نگاری، از منظر خبرگان به عنوان مهم‌ترین عامل کلیدی شناخته شده است که می‌تواند به دلیل نوپا بودن آینده‌نگاری در ایران و کاستی زمینه دانشی ذینفعان و مشارکت‌کنندگان در این خصوص باشد. تاسیس نهاد یا تیم آینده‌نگاری که رتبه سوم را در میان ۴۱ عامل کسب کرده است می‌تواند موجب رسمیت بخشی به فرایند آینده‌نگاری گردد و کسب بودجه برای اجرای آن را تسهیل نماید. الزام دولتی نیز با کسب رتبه چهارم، از مهمترین عوامل کلیدی در توفیق آینده‌نگاری علم و فناوری محسوب می‌شود چرا که بخش خصوصی به دلیل دیربازده بودن و هزینه‌های مالی و زمانی بالا، کمتر راغب به اجرای چنین فرایندی است. داشتن طرح اولیه، از دیگر عوامل کلیدی پر اهمیت است که باید در فاز پیش‌آینده‌نگاری مورد توجه ویژه قرار گیرد. یافته‌های پژوهش در خصوص اهمیت «الزام دولتی» و «طرح اولیه»، هم‌راستا با برونداد تحقیقات دریزک و همکاران (۲۰۰۳) و سوکولفا (۲۰۲۲) است.

در فاز آینده‌نگاری، بر اساس یافته‌های پژوهش، چهار عامل کلیدی لحاظ فناوری‌های نرم با وزن نهایی ۰/۳۳۲، تقویت هوش فناورانه با وزن نهایی ۰/۳۲۰، جذابیت در کنار امکان‌پذیری فناوری‌ها با وزن نهایی ۰/۳۱۷ و توجه به حوزه‌های نوظهور میان‌رشته‌ای با وزن نهایی ۰/۳۱۳ باید مورد توجه قرار گیرند. لحاظ فناوری‌های نرم با کسب رتبه دوم در میان ۴۱ عامل شناسایی شده، دارای نقشی پررنگ در موفقیت آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران است و باید به طور ویژه‌ای مورد توجه قرار گیرد. تحقیقات جورجیو (۱۹۹۶) در مورد آینده‌نگاری علم و فناوری در کشورهای پیشتازی همچون ژاپن نیز نشان دهنده اهمیت فناوری‌های نرم و عدم توجه صرف به فناوری‌های سخت در فرایند آینده‌نگاری است که هم‌راستا با یافته‌های پژوهش حاضر است. تقویت هوش فناورانه، از طریق شناسایی ناپیوستگی‌های فناورانه به توفیق آینده‌نگاری علم و فناوری کمک می‌کند و پیش‌تر نیز در تحقیقات روربک (۲۰۰۸) بر اهمیت این عامل کلیدی تاکید شده است. توجه هم‌زمان به دو معیار جذابیت و امکان‌پذیری در اولویت‌بندی فناوری‌ها و توجه به حوزه‌های نوظهور میان‌رشته‌ای از دیگر عوامل کلیدی پر اهمیت شناسایی شده در این پژوهش هستند که در تحقیقات لی، کیم و او (۲۰۱۴) نیز مورد اشاره قرار گرفته‌اند.

بر اساس یافته‌های پژوهش، بعد از اجرای فعالیت آینده‌نگاری باید در فاز پسا‌آینده‌نگاری، دو عامل کلیدی مورد توجه ویژه قرار گیرند: تکرار فعالیت‌های آینده‌نگاری به شکلی قاعده‌مند و تمرکز بر پیامدهای دسته دوم و سوم فناوری‌ها. تکرار فعالیت‌های آینده‌نگاری، به نوعی بر چرخه ارزیابی و بازخورد مستمر در فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری تاکید می‌ورزد. تمرکز بر پیامدهای دسته دوم و بالاتر فناوری‌ها نیز بر اساس آراء خبرگان در زمره ۱۰ عامل کلیدی پر اهمیت در آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران قرار گرفته است که بیانگر توجه به پیامدهای بلند مدت تصمیم‌گیری‌ها در حوزه علم و فناوری و عدم توجه صرف به سودآوری کوتاه مدت است.

در پایان باید عنوان نمود که ۱۰ عامل کلیدی دارای اولویت یا ۴۱ عامل کلیدی شناسایی شده در این تحقیق، تمام جوانب توفیق آینده‌نگاری علم و فناوری را پوشش نمی‌دهند بلکه با توجه به مقتضیات کشور ایران، زیر مجموعه‌ای از عوامل دخیل در موفقیت فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری هستند که دارای اهمیت بیشتری بوده و مغفول ماندن آنها می‌تواند موجب شکست این فرایند در کشور گردد. لذا توجه به این عوامل اکیداً به تصمیم‌گیرندگان دولتی، طراحان و مجریان فرایند آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران توصیه می‌گردد.

فهرست منابع

- خزایی، سعید و الهی‌دهقی، ایرج (۱۳۹۱). عوامل موفقیت در آینده‌نگاری ملی. فصلنامه مطالعات آینده‌پژوهی، دوره ۱، شماره ۲، ۵-۲۸.
- خزایی، سعید؛ حیدری، امیرهوشنگ و کشاورز، عین‌الله (۱۳۹۴). طراحی الگوی آینده‌پژوهانه اسناد سیاست‌گذاری فناوری انقلاب اسلامی. پژوهشنامه انقلاب اسلامی، دوره ۵، شماره ۱۴، ۱-۲۵.
- زبردست، اسفندیار (۱۳۸۹). کاربرد فرایند تحلیل شبکه‌ای. هنرهای زیبا، شماره ۴۱، ۷۹-۹۰.
- کریمی‌فرد، حسن (۱۳۸۹). بررسی تکامل آینده‌نگاری علم و تکنولوژی در گذر زمان. راهبرد یاس، شماره ۲۲، ۲۶۷-۲۸۵.
- ناظمی، امیر و قدیری، روح‌الله (۱۳۸۵). آینده‌نگاری از مفهوم تا اجرا. تهران: مرکز صنایع نوین.
- نسترن، مهین؛ قاسمی، وحید و هادی‌زاده، صادق (۱۳۹۲). ارزیابی شاخصهای پایداری اجتماعی با استفاده از فرایند تحلیل شبکه. جامعه‌شناسی کاربردی، شماره ۵۱، ۱۵۵-۱۷۳.
- Dryzek, J.S., Downes, D., Hunold, C., Schlosberg, D., Carayannis, E. & Hernes, H.K. (2003). **Green States and Social Movements: Environmentalism in the United States, United Kingdom, Germany, and Norway**. New York: Oxford University Press.
- Georghiou, L. (1996). The UK Technology Foresight Programme. **Futures**, 28(4), 359-377.
- Georghiou, L. (2003). Evaluating Foresight and lessons for its future impact. Paper presented at the **second international conference on technology Foresight**, Tokyo, 27-28 February.
- Hines, A. & Bishop, P. (2006). **Thinking about the future: Guidelines for the strategic Foresight**. Washington: Social Technologies LLC.
- Horton, A. (1999). Forefront: A simple guide to successful foresight. **Foresight**, 1(1), 5-9.
- Karimifard, H. (2010). Investigating the Evolution of Science and Technology Foresight Over Time. **Rahbord-e Yas**, 22, 267-285. (in Persian)
- Khazayi, S. & Elahi, D.I. (2012). Success Factors in National Foresight. **Journal of Futures Study**, 1(2), 5-28. (in Persian)
- Khazayi, S., Heydari, A.H. & Keshavarz, E. (2015). Designing a Future Research Pattern for Islamic Revolution Technology Policy Documents. **Scientific Research Journal on Islamic Revolution**, 5(14), 1-25. (in Persian)

- Kuosa, T. (2012). **The evolution of strategic foresight: Navigating public policymaking**. Oxfordshire: Routledge.
- Lee, S., Kim, W. & Oh, K.J. (2014). The Prioritization and verification of IT emerging technologies using an analytic hierarchy process and cluster analysis. **Technological Forecasting & social Change**, 87, 292-304.
- Martin, B.R. (1995). Foresight in science and technology. **Technology Analysis & Strategic Management**, 7(2), 139-168.
- Meissner, D. & Cervantes, M. (2018). Results and impact of national Foresight-studies. Paper presented at **the third international Seville seminar on future-oriented technology analysis: impacts and implications for policy and decision-making**, Seville, 16–17 October.
- Meissner, D., Gokhberg, L. & Sokolov, A. (2013). **Science, Technology and Innovation Policy for the Future: Potentials and Limits of Foresight Studies**. Berlin: Springer.
- Miles, I. & Keenan, M. (2003). Two and a half cycles of foresight in the UK. **Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis**, 2(12), 41-49.
- Miles, I., Meissner, D., Vonortas, D. & Carayannis, E. (2017). Technology foresight in transition. **Technological Forecasting & social Change**, 119, 211-218.
- Nastaran, M., Ghasemi, V. & Hadizade, S. (2013). Evaluating Social Sustainability Indicators Using Analytical Network Process (ANP). **Journal of Applied Sociology**, 51, 155-173. (in Persian)
- Nazemi, A. & Ghadiri, R. (2006). **Foresight: from concept to implementation**. Tehran: Modern Industries Center. (in Persian)
- Podesta, G.P., Natenzon, C.E., Hidalgo, C. & Toranzo, F.R. (2013). Interdisciplinary production of knowledge with participation of stakeholders: A case study of a collaborative project on climate variability, human decisions and agricultural ecosystems in the Argentine Pampas. **Environmental Science & Policy**, 26, 40–48.
- Popper, R. (2008). Foresight methodology. In: **The handbook of technology foresight: concepts and practice**, ed. L. Georghiou, J. C. Harper, M. Keenan, I. Miles and R. Popper. UK, Cheltenham: Edward Elgar.
- Reger, G. (2001). Technology foresight in companies: From an indicator to a network and process perspective. **Technology Analysis & Strategic Management**, 13(4), 533-553.
- Riedy, C. (2019). The Influence of Futures Work on Public Policy and Sustainability. **Foresight**, 11 (5), 40-56.
- Ritchie, J. & Lewis, J. (2003). **Qualitative research practice: a guide for social science student and researcher**. London: SAGE publications.

- Rohrbeck, R. (2008). Strategic foresight in multinational enterprises: building a best-practice framework from case studies. **Emerging Methods in R&D Management**, 11(3), 10-20.
- Saaty, T.L. (1996). Analytical Network Process. USA: RWS Publications.
- Saritas, O., Taymaz, E. & Tumer, T. (2006). Vision 2023: Turkey's national technology foresight program: A contextualist description and analysis. Economic Research Center Middle East Technical University. Retrieved from <http://www.erc.metu.edu.tr/menu/series06/0601.pdf>.
- Sokolova, A., Grebenyuk, A. and Sokolov, A. (2018), "Twenty years of S&T priority setting in Russia: lessons learned", **Foresight**, 20(5), 449-466.
- Sokolova, A. (2022). Pre-foresight integrative methodology for STI policy: Increasing coherence and impact, **Futures**, 135, 102-127.
- Sokolov, A. (2009). Future of S&T: Delphi survey results. **Foresight**, 3(11), 40-59.
- Sokolov, A. & Chulok, A. (2016). Priorities for future innovation: Russian S&T foresight 2030. **Futures**, 80, 17-32.
- UNIDO. (2005). **Technology foresight manual**. Vienna: United Nations Industrial Development Organization.
- van der Duin, P. (2019). Toward "Responsible Foresight": Developing Futures that Enable Matching Future Technologies with Societal Demands. **World Futures Review**, 11(1), 69-79.
- Van der Duin, P., Heger, T. & Schlesinger, M.D. (2014). Toward networked foresight? Exploring the use of futures research in innovation networks, **Futures**, 59, 62-78.
- Zebardast, E. (2010). Application of Network Analysis Process. **Honar-ha-ye Ziba**, 41, 79-90. (in Persian)

