Journal Future Studies of the Islamic Revolution

2

Vol. 4
Summer 2023
P.P: 11-40

Research Paper

Received:
1 September 2023
Accepted:
19 September 2023

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. a.yousefi@edu.ikiu.ac.ir

3. Associate Professor, epartment of Futures Study, Faculty of Social Science, AJA University, Tehran, Iran. t9601842@dafoosaja.ac.ir

4. Associate Professor, Department of Accounting, Faculty of Social Science, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. r.baiyat@s.o.c.ikiu.ac.ir

نشریه علمی آینده پژوهی انقلاب اسلامی

۲

دوره چهارم
تابستان ۱۴۰۲
صص: ۴۰ -۱۱

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۲/۰۶/۱۰
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۲/۰۶/۲۸

شناسایی و اولویت‌بندی عوامل کلیدی موفقیت آینده‌نگاری علم و فناوری در ایران

مسلم شیروانی ناغانی*[۱] | اشکان یوسفی [۲] | ابراهیم ایجابی [۳] | روح الله بیات [۴]

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 شیوهٔ کتابخانه‌ای و میدانی گرداوری شدند و برای اولویت‌بندی عوامل از روش «تحلیل شبکه‌ای» استفاده شده است.

یافته‌ها: برونداد 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 برپایی کارگاه‌های آموزشی در مراحل آغازین فرایند آینده-نگاری (۰/۳۳۸)، لحاظ فناوری‌های 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)، توجّه 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 بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران.
shirvani@soc.ikiu.ac.ir

۲. دانشجوی دکتری، گروه آینده‌پژوهی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران.
a.yousefi@edu.ikiu.ac.ir

۳. استادیار، گروه آینده‌پژوهی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا، تهران، ایران.
t9601842@dafoosaja.ac.ir

۴. دانشیار، گروه حسابداری، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی(ره)، قزوین، ایران.
r.baiyat@s.o.c.ikiu.ac.ir

مقدمه و بیان مسئله

سیاست‌گذاری علم و فناوری[1] در دنیای امروزی نقشی پررنگ در خط‌مشی‌گذاری کلان کشورها در راستای دستیابی به توسعه پایدار[2] ایفا می‌کند و به شدت سیاست‌گذاری در دیگر حوزه‌ها را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد (میسنر[3] و سروانتس[4]، ۲۰۱۸). اما با توجه به تغییرات و پیشرفت‌های سریع و فزاینده در قلمرو علم و فناوری، سیاست‌گذاری در این حوزه با چالش-هایی 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[5]، ۲۰۰۳). شبکهٔ 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[6] با نگاهی کل نگر، یکپارچه و غیر خطّی به آینده را در راستای تکامل نظام برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در حوزه علم و فناوری ملموس می‌سازد (میسنر، گاخبرگ و سوکولف[7]، ۲۰۱۳: ۴).

مطالعات آینده‌نگاری علم و فناوری دارای یک پتانسیل روز افزون 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 توسعهٔ مزیت رقابتی ملی[1] در بازار فناوری‌های پویا استفاده کنند. آینده‌نگاری علم و فناوری دولت‌ها را قادر می‌سازد که با شناسایی فرصت‌های فناورانه پیش‌رو، به توسعهٔ تخصص‌های کمک کننده در رقابت جهانی آینده بپردازند. در بین فعالیت-های مختلف آینده‌پژوهی، آینده‌نگاری علم و فناوری طی دهه گذشته بیشترین تاثیرگذاری را بر خط‌مشی داشته است (رایدی[2]، ۲۰۱۹).

مطالعات آینده‌نگاری علم و فناوری به طور چشمگیری در طراحی و -در بعضی کشورها- شکل‌دهی مجدد ساختار و چارچوب نظام ملّی علم و فناوری ایفای نقش می‌کنند و سیاستگذاری‌های این حوزه را متاثر می‌سازند (سوکولف و کولاک[3]، 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 بلند مدت، اتخاذ ابتکارهای حمایتی خاص و بهبود ابزارهای مکمّل خط‌مشی‌گذاری می‌سازند (میسنر، گاخبرگ 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 سیاست-گذاری در این حوزه و بلکه بطوری کلی‌تر، جهت بکارگیری در نظام خط‌مشی‌گذاری و سیاست-گذاری 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 محیّا 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 تصمیم-گیری بهینه در خصوص مصرف منابع در این فرایند کمک شود و زمینهٔ توسعهٔ این فرآیند در راستای سیاستگذاری و برنامه‌ریزیِ 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، به‌صورت 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؟»

پیشینهٔ 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 ذی نفعان 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 حدّی در قلمرو آینده‌پژوهی و آینده‌نگاری نفوذ و سیطره یافته است، که مارتین (۱۹۹۵) آینده‌نگاری را تحقیقاتی نظام‌مند به منظور نگاه به آیندهٔ 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 فناورانه‌ای که بر رقابت‌پذیری صنعتی، خلق ثروت و کیفیت زندگی تأثیرات بسیاری می‌توانند داشته باشند». قرابت این دو تعریف، مویّد نقش بسیار پُر رنگ آینده‌نگاری علم و فناوری در قلمرو آینده‌نگاری است. تا جایی که بعضاً این دو مفهوم معادل یکدیگر انگاشته می‌شوند. بررسی‌ها نشان می‌دهند که دلیل عمدهٔ 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 اتّکا 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 صحنهٔ 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 متخصّص می شود (مارتین، ۱۹۹۵).

۳. رویکرد میان رشته‌ای: 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 : گرداوری و تحلیل اطلاعات در جهت شناسایی ناپیوستگی‌های فناورانه (روربک ، ۲۰۰۸).

۵. تقویت هوش رقابتی : شناسایی و ارزیابی کالاها و خدماتِ در حال توسعهٔ رقبا یا موجود در بازارهای متنوّع 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 مطالعهٔ پیشرفت‌های آینده علم و فناوری استفاده شود. بسیاری از تجربه‌های موفق در آینده‌نگاری علم و فناوری، از آغاز با ارزیابی‌های بازار همراه بوده است. پروژهٔ «ارزیابی فناوری‌های حیاتی در آمریکا» به خوبی مبیّن 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: یکپارچه سازی «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 گرداوری، 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 حوزهٔ 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 منطق عمل: پاسخ موجّه 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 اولیهٔ 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 اساسا 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. توجّه به حوزه‌های نوظهور میان‌رشته‌ای : آینده‌نگاری علم و فناوری قرار نیست که همهٔ 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 حایز 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 (میسنر، گاخبرگ 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 می تواند با یک الزام دولتی، مرتبط گردد یا خیر (دریزک و همکاران، ۲۰۰۳: ۳۱).

۲۸. توجه به مشارکت عمومی: درگیرکردن 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 می شود، 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 شیوهٔ کتابخانه‌ای گرداوری شدند و ۲۸ عامل مورد شناسایی قرار گرفتند. سپس، به شیوهٔ میدانی و با مراجعه به خبرگان، ۱۳ عامل جدید به موارد پیش‌تر شناسایی شده افزوده شدند. برای انتخاب خبرگان از شیوهٔ «نمونه‌گیری مبتنی بر معیار[1]» 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[2]، ۲۰۰۳: ۱۲۸). در اینجا معیار، آشنایی با آینده‌نگاری در حوزه علم و فناوری، تمایل به مشارکت در پژوهش و در دسترس بودن است که جمعا ۲۰ خبره مورد پرسش قرار گرفتند.

به منظور اولویت‌بندیِ ۴۱ عامل شناسایی شده، از روش تحلیل شبکه‌ای (ANP)[3] استفاده شده است. از آنجا که کلیه مسائل و مشکلات برنامه‌ریزی، لزوما دارای ساختار سلسله مراتبی نیستند، این محدودیت عمده، موجب شد تا روش تحلیل شبکه‌ای توسط توماس ساعتی[4] (۱۹۹۶) ارایه گردد که در آن ارتباطات پیچیده بین عناصر تصمیم، از طریق جایگزینی ساختار سلسله مراتبی با ساختار شبکه‌ای در نظر گرفته می‌شوند. از آنجا که فرایند تحلیل شبکه‌ای، حالت عام‌تر تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[5] است بنابراین تمام ویژگی‌های مثبت آن نظیر سادگی، انعطاف-پذیری، بکارگیری همزمان معیارهای کمّی 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 سلسله مراتبی 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 سلسله مراتبی مغفول می‌ماند. در واقع، تحلیل سلسله مراتبی 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 رابطهٔ 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 ۲۸تایی 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، جمعا 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 همه جانبه: 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 به‌دست‌آمده از آینده‌نگاری، باید به‌گونه‌ای بیان و عرضه شوند که سازمان آن‌ها را درک کرده و بتوانند بر اساس آن‌ها اقدامات لازم را انجام دهد. طراحی یک برنامه ارتباطی به‌گونه‌ای قابل‌فهم و جذاب برای مدیران اجرایی پرمشغله، نیاز به توجّهی 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 انجام‌شده و تمام می‌شوند، اما کیفیت فرایند و خروجی‌های آن و ارزش‌افزوده حاصل از آن، وقتی‌که این فعالیت‌ها به‌صورت منظم و به تعداد دفعات بیشتر انجام شوند افزایش خواهد یافت.

در ادامه، به منظور تحلیل داده‌های گرداوری شده و اولویت‌بندی عوامل شناسایی شده، مراحلِ 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 دهندهٔ هدف

هدف	معیارها	زیرمعیارها (عوامل کلیدی)
موفقیت فرایند آینده نگاری علم و فناوری در ایران (F.S)	پیش آینده نگاری(Pre.F)	وارد کردن بازیگران جدید به صحنهٔ مباحث راهبردی (F_1)
		توجه به قوانین (F_2)
		طرح اولیه (F_3)
		توجیه منطق 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 روش‌شناسی رسمی (F_{14})

هدف	معیارها	زیرمعیارها (عوامل کلیدی)
	آینده نگاری(F)	تقویت هوش فناورانه (F_{15})
		لحاظ فناوری‌های نرم (F_{16})
		یکپارچه‌سازی فشار و کشش (F_{17})
		زنجیره ارزش اطلاعات (F_{18})
		استفاده از مراکز عالی راهبری (F_{19})
		تعیین و تشخیص مایل استون‌ها (F_{20})
		اولویت‌بندی فناوری‌ها (F_{21})
		جذابیت در کنار امکان‌پذیری فناوری‌ها (F_{22})
		توجّه به حوزه‌های نوظهور میان‌رشته‌ای (F_{23})
		مرور تجربه دیگر کشورها (F_{24})
		توجه به فرایند (F_{25})
		توجه به عمر فناوری (F_{26})
		تلفیق الگوی برون‌مدار و درون‌مدار (F_{27})
		مد نظر قرار دادن پایداری (F_{28})
		شبکه‌سازی (F_{29})
		رویکرد میان‌رشته‌ای (F_{30})
		ایجاد توازن میان اکتشاف و بهره‌برداری (F_{31})
		نگرش همه جانبه (F_{32})
		کنترل کیفیت و سازگاری نتایج حاصل از گزینه‌های بدیل (F_{33})
		توجه به بازار (F_{34})
		تقویت هوش رقابتی (F_{35})
	پسا آینده نگاری(Post.F)	نحوهٔ انتشار (F_{36})
		تمرکز بر پیامدهای دسته دوم و سوم (F_{37})
		تغییر ساختار (F_{38})
		ساده‌سازی نتایج (F_{39})
		ایجاد گردش شغلی در نهاد آینده‌نگاری (F_{40})
		تکرار فعالیت‌های آینده‌نگاری به شکلی قاعده‌مند (F_{41})

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

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

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

جدول ۳: مقایسهٔ دودویی و مقادیر ویژه معیارهای سه‌گانه

معیارها	(Pre.F)	(F)	(Post.F)	بردار ویژه (W21)
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 کمّیتی 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	۰/۴۳۱	۰/۴۶۵
F_2	۰/۳۷۱	۰	۰/۴۳۱
F_3	۰/۳۲۵	۰/۴۱۱	۰
F_4	۰/۳۴۲	۰/۴۱۹	۰/۴۴۹
F_5	۰/۳۷۸	۰/۳۷۲	۰/۴۵۷
F_6	۰/۳۵۲	۰/۳۹۸	۰/۴۵۵
F_7	۰/۳۴۳	۰/۳۸۸	۰/۴۷۶
F_8	۰/۳۷۱	۰/۴۰۱	۰/۴۶۱
F_9	۰/۳۴۸	۰/۳۶۲	۰/۴۴۳
F_{10}	۰/۳۴۴	۰/۳۷۶	۰/۴۳۶
F_{11}	۰/۳۶۷	۰/۴۳۶	۰/۴۵۲
F_{12}	۰/۳۵۶	۰/۴۵۰	۰/۴۲۲
F_{13}	۰/۳۵۴	۰/۴۱۷	۰/۴۴۳
F_{14}	۰/۳۲۵	۰/۳۹۳	۰/۴۲۸
F_{15}	۰/۳۶۱	۰/۳۸۶	۰/۴۶۶
F_{16}	۰/۳۸۲	۰/۴۲۲	۰/۴۲۱
F_{17}	۰/۳۷۲	۰/۳۷۷	۰/۴۰۸
F_{18}	۰/۳۵۲	۰/۴۳۳	۰/۴۵۶
F_{19}	۰/۳۴۱	۰/۴۴۳	۰/۳۹۱
F_{20}	۰/۳۲۷	۰/۳۸۴	۰/۴۷۰
F_{21}	۰/۳۶۸	۰/۴۳۴	۰/۴۵۵
F_{22}	۰/۳۶۰	۰/۴۱۵	۰/۴۱۱
F_{23}	۰/۳۴۶	۰/۳۹۵	۰/۴۳۳
F_{24}	۰/۳۲۶	۰/۳۹۱	۰/۴۳۹
F_{25}	۰/۳۵۸	۰/۳۷۵	۰/۴۶۷
F_{26}	۰/۳۲۱	۰/۴۵۳	۰/۴۳۳
F_{27}	۰/۳۷۴	۰/۴۳۱	۰/۴۲۶
F_{28}	۰/۳۴۵	۰/۴۰۵	۰/۴۴۱
F_{29}	۰/۳۲۵	۰/۳۶۷	۰/۴۵۵
F_{30}	۰/۳۳۸	۰/۳۸۹	۰/۴۵۹
F_{31}	۰/۳۳۶	۰/۳۹۵	۰/۴۱۹
F_{32}	۰/۳۳۱	۰/۳۸۹	۰/۴۱۵
F_{33}	۰/۳۴۷	۰/۳۸۳	۰/۴۰۲
F_{34}	۰/۳۴۴	۰/۳۷۱	۰/۴۲۱
F_{35}	۰/۳۵۱	۰/۴۳۹	۰/۴۵۳
F_{36}	۰/۳۳۲	۰/۴۴۲	۰/۴۱۳
F_{37}	۰/۳۲۹	۰/۴۱۱	۰/۴۶۱
F_{38}	۰/۳۶۷	۰/۴۲۶	۰/۴۵۳
F_{39}	۰/۳۴۸	۰/۳۷۷	۰/۴۶۲
F_{40}	۰/۳۳۹	۰/۳۸۸	۰/۴۰۱
F_{41}	۰/۳۶۵	۰/۴۴۵	۰/۳۹۸

F_{11}	F_{10}	F_9	F_8	F_7	F_6	F_5	F_4
۰/۳۲۵	۰/۲۴۹	۰/۲۷۱	۰/۲۷۶	۰/۴۲۸	۰/۳۳۳	۰/۴۰۲	۰/۴۶۳
۰/۲۹۰	۰/۲۵۵	۰/۳۱۲	۰/۲۹۸	۰/۴۶۶	۰/۳۲۶	۰/۳۸۶	۰/۴۳۲
۰/۲۹۵	۰/۲۵۱	۰/۲۹۰	۰/۳۱۱	۰/۴۲۱	۰/۳۵۸	۰/۳۴۸	۰/۴۶۵
۰/۲۷۱	۰/۲۷۵	۰/۲۸۴	۰/۲۷۷	۰/۴۰۸	۰/۳۲۱	۰/۳۶۵	۰
۰/۲۹۰	۰/۲۹۰	۰/۳۱۱	۰/۳۰۲	۰/۴۵۶	۰/۳۷۴	۰	۰/۴۵۸
۰/۲۸۴	۰/۲۸۴	۰/۲۹۰	۰/۳۲۱	۰/۳۹۱	۰	۰/۴۱۹	۰/۴۷۱
۰/۲۷۷	۰/۲۶۶	۰/۲۹۵	۰/۲۷۵	۰	۰/۴۵۵	۰/۳۶۶	۰/۴۵۹
۰/۳۰۲	۰/۲۸۷	۰/۲۷۱	۰	۰/۳۸۹	۰/۴۵۹	۰/۳۴۸	۰/۴۴۴
۰/۳۲۱	۰/۲۶۱	۰	۰/۳۲۵	۰/۳۸۳	۰/۴۴۶	۰/۳۲۹	۰/۴۵۲
۰/۲۷۵	۰	۰/۲۷۹	۰/۲۷۹	۰/۳۷۶	۰/۴۶۳	۰/۳۵۲	۰/۴۴۶
۰	۰/۲۹۵	۰/۳۰۵	۰/۳۰۴	۰/۴۳۶	۰/۴۳۷	۰/۳۵۸	۰/۴۶۳
۰/۲۹۹	۰/۲۵۱	۰/۲۹۹	۰/۳۰۶	۰/۴۵۰	۰/۴۶۵	۰/۳۵۱	۰/۴۳۷
۰/۲۸۴	۰/۲۸۹	۰/۲۸۹	۰/۲۷۱	۰/۴۱۷	۰/۴۴۹	۰/۳۴۲	۰/۴۶۵
۰/۲۵۷	۰/۲۷۶	۰/۳۳۱	۰/۳۱۲	۰/۳۷۷	۰/۴۲۱	۰/۳۳۱	۰/۴۴۹
۰/۲۶۹	۰/۲۹۸	۰/۲۷۷	۰/۲۹۰	۰/۳۵۷	۰/۴۰۷	۰/۳۷۷	۰/۴۲۱
۰/۲۶۴	۰/۲۷۵	۰/۳۰۲	۰/۲۸۴	۰/۳۸۸	۰/۴۷۷	۰/۳۵۷	۰/۴۰۷
۰/۲۸۹	۰/۲۷۹	۰/۳۲۱	۰/۳۰۵	۰/۳۶۵	۰/۴۵۲	۰/۳۸۸	۰/۴۷۷
۰/۲۴۷	۰/۲۹۰	۰/۲۷۵	۰/۲۹۹	۰/۳۵۹	۰/۳۹۸	۰/۳۶۵	۰/۴۵۲
۰/۲۵۵	۰/۲۹۹	۰/۲۹۰	۰/۲۸۹	۰/۳۸۸	۰/۳۲۷	۰/۳۵۹	۰/۴۳۳
۰/۲۷۳	۰/۲۸۹	۰/۳۲۵	۰/۳۳۱	۰/۴۲۱	۰/۳۶۸	۰/۴۸۸	۰/۴۰۰
۰/۲۳۴	۰/۲۹۰	۰/۲۷۹	۰/۳۴۵	۰/۳۴۴	۰/۳۶۰	۰/۴۲۱	۰/۴۵۲
۰/۲۹۵	۰/۲۹۳	۰/۳۰۴	۰/۲۸۱	۰/۳۶۱	۰/۳۴۶	۰/۳۴۴	۰/۴۰۹
۰/۲۷۱	۰/۲۹۰	۰/۲۷۶	۰/۳۳۳	۰/۳۷۴	۰/۳۲۶	۰/۳۶۱	۰/۴۸۳
۰/۲۸۴	۰/۳۱۲	۰/۲۹۸	۰/۳۱۱	۰/۴۵۳	۰/۳۵۸	۰/۳۷۴	۰/۴۴۹
۰/۲۵۷	۰/۲۹۰	۰/۳۱۱	۰/۲۹۰	۰/۴۱۳	۰/۳۲۱	۰/۳۹۴	۰/۴۶۷
۰/۲۶۹	۰/۲۸۴	۰/۲۷۷	۰/۲۹۵	۰/۴۶۱	۰/۳۶۷	۰/۳۹۸	۰/۴۱۸
۰/۲۶۴	۰/۳۱۱	۰/۳۱۱	۰/۲۷۱	۰/۴۵۹	۰/۳۸۹	۰/۳۶۵	۰/۴۳۴
۰/۲۸۹	۰/۲۹۰	۰/۲۷۷	۰/۳۵۴	۰/۴۱۹	۰/۳۹۵	۰/۳۸۶	۰/۴۴۳
۰/۲۴۷	۰/۲۹۵	۰/۳۰۲	۰/۳۲۵	۰/۴۱۵	۰/۳۸۹	۰/۴۲۰	۰/۴۲۸
۰/۲۵۵	۰/۲۷۱	۰/۳۲۱	۰/۳۶۱	۰/۴۰۲	۰/۳۸۳	۰/۳۷۲	۰/۴۳۰
۰/۲۷۳	۰/۲۵۳	۰/۲۷۵	۰/۳۸۲	۰/۴۲۱	۰/۳۷۱	۰/۳۴۴	۰/۴۲۲
۰/۲۳۴	۰/۲۷۳	۰/۲۹۰	۰/۳۷۲	۰/۴۵۵	۰/۴۳۹	۰/۴۱۱	۰/۴۱۹
۰/۲۹۰	۰/۲۳۴	۰/۲۸۴	۰/۳۵۲	۰/۳۳۱	۰/۴۴۲	۰/۳۸۸	۰/۴۰۹
۰/۲۹۵	۰/۲۹۵	۰/۳۰۵	۰/۳۴۱	۰/۳۷۷	۰/۴۱۱	۰/۴۰۳	۰/۴۲۶
۰/۲۷۱	۰/۲۴۴	۰/۲۹۹	۰/۳۲۷	۰/۳۵۷	۰/۴۱۹	۰/۴۰۹	۰/۴۱۶
۰/۲۵۳	۰/۲۷۶	۰/۲۸۹	۰/۳۶۸	۰/۳۸۸	۰/۳۷۲	۰/۴۱۸	۰/۴۷۵
۰/۲۹۰	۰/۳۰۱	۰/۳۱۱	۰/۳۶۰	۰/۳۶۵	۰/۳۹۸	۰/۳۴۱	۰/۴۰۳
۰/۲۸۴	۰/۲۵۷	۰/۲۷۷	۰/۳۴۶	۰/۳۵۲	۰/۴۸۸	۰/۳۵۳	۰/۴۰۵
۰/۲۹۵	۰/۲۶۹	۰/۳۰۲	۰/۳۲۶	۰/۳۴۳	۰/۴۰۱	۰/۳۷۴	۰/۴۷۴
۰/۲۴۴	۰/۲۶۴	۰/۳۲۱	۰/۳۵۸	۰/۳۷۱	۰/۴۶۲	۰/۴۲۳	۰/۴۵۸
۰/۲۷۶	۰/۳۲۱	۰/۲۷۵	۰/۳۲۱	۰/۴۴۸	۰/۳۷۶	۰/۳۹۸	۰/۴۷۸

F_{19}	F_{18}	F_{17}	F_{16}	F_{15}	F_{14}	F_{13}	F_{12}
۰/۳۴۲	۰/۰۶۹	۰/۱۸۵	۰/۱۲۱	۰/۳۰۴	۰/۴۴۵	۰/۴۵۹	۰/۲۳۶
۰/۳۳۱	۰/۰۸۹	۰/۲۶۶	۰/۱۷۹	۰/۳۰۶	۰/۴۴۴	۰/۴۴۴	۰/۲۷۷
۰/۳۰۲	۰/۱۰۱	۰/۲۱۲	۰/۱۸۹	۰/۳۶۸	۰/۴۷۹	۰/۴۵۲	۰/۲۵۶
۰/۳۲۱	۰/۰۵۱	۰/۱۷۷	۰/۱۳۸	۰/۳۶۰	۰/۴۸۸	۰/۴۴۶	۰/۲۷۳
۰/۳۷۷	۰/۱۰۹	۰/۱۷۹	۰/۱۲۷	۰/۳۴۶	۰/۴۹۱	۰/۴۶۳	۰/۲۱۸
۰/۳۵۷	۰/۱۴۸	۰/۱۹۵	۰/۱۷۷	۰/۳۲۶	۰/۴۵۵	۰/۴۵۸	۰/۲۴۵
۰/۳۸۸	۰/۱۲۴	۰/۱۹۷	۰/۱۴۰	۰/۳۵۸	۰/۴۳۹	۰/۴۷۱	۰/۲۳۰
۰/۳۶۵	۰/۰۵۶	۰/۲۷۳	۰/۱۴۵	۰/۳۲۱	۰/۴۷۶	۰/۴۵۹	۰/۲۶۶
۰/۳۵۹	۰/۰۹۲	۰/۲۴۵	۰/۱۲۹	۰/۳۶۷	۰/۴۹۴	۰/۴۴۴	۰/۲۱۲
۰/۳۸۸	۰/۰۶۴	۰/۲۳۰	۰/۱۸۶	۰/۳۸۹	۰/۴۸۵	۰/۴۵۲	۰/۲۷۹
۰/۳۴۲	۰/۱۱۲	۰/۲۶۶	۰/۱۴۴	۰/۳۹۵	۰/۴۴۲	۰/۴۴۶	۰/۲۶۷
۰/۳۳۱	۰/۰۵۹	۰/۱۷۹	۰/۱۳۱	۰/۳۸۹	۰/۴۶۷	۰/۴۶۳	۰
۰/۳۷۱	۰/۱۲۳	۰/۱۸۹	۰/۱۹۴	۰/۳۸۳	۰/۴۵۷	۰	۰/۱۹۱
۰/۳۲۵	۰/۱۴۴	۰/۱۷۷	۰/۱۹۵	۰/۳۷۱	۰	۰/۴۹۲	۰/۲۸۳
۰/۳۴۲	۰/۱۳۱	۰/۱۷۹	۰/۱۹۷	۰	۰/۴۲۱	۰/۴۹۱	۰/۲۴۸
۰/۳۷۸	۰/۰۶۶	۰/۱۴۸	۰	۰/۳۴۴	۰/۴۵۳	۰/۴۴۹	۰/۱۹۴
۰/۳۵۲	۰/۰۹۵	۰	۰/۱۹۰	۰/۳۴۲	۰/۴۱۳	۰/۴۵۷	۰/۱۹۵
۰/۳۴۳	۰	۰/۲۰۲	۰/۱۴۸	۰/۳۳۱	۰/۴۶۱	۰/۴۵۵	۰/۱۹۷
۰	۰/۰۹۷	۰/۱۵۳	۰/۱۳۷	۰/۳۷۱	۰/۴۵۲	۰/۴۷۶	۰/۲۷۳
۰/۳۹۴	۰/۰۶۸	۰/۱۷۷	۰/۱۵۶	۰/۳۴۲	۰/۴۴۶	۰/۴۶۱	۰/۲۰۱
۰/۳۹۸	۰/۱۳۴	۰/۱۶۷	۰/۱۵۷	۰/۳۳۱	۰/۴۶۳	۰/۴۴۳	۰/۲۰۳
۰/۳۶۵	۰/۱۳۸	۰/۱۵۹	۰/۱۵۹	۰/۳۷۷	۰/۴۵۸	۰/۴۳۶	۰/۲۵۴
۰/۳۸۶	۰/۱۳۸	۰/۱۸۸	۰/۱۳۵	۰/۳۵۷	۰/۴۷۱	۰/۴۵۲	۰/۱۸۵
۰/۳۲۵	۰/۱۲۷	۰/۱۸۱	۰/۱۹۲	۰/۳۸۸	۰/۴۵۹	۰/۴۲۲	۰/۲۰۹
۰/۳۴۲	۰/۰۷۷	۰/۱۶۴	۰/۱۶۵	۰/۳۶۵	۰/۴۷۶	۰/۴۴۳	۰/۲۳۱
۰/۳۷۸	۰/۱۴۸	۰/۱۸۵	۰/۱۶۶	۰/۳۴۸	۰/۴۶۱	۰/۴۲۸	۰/۲۵۷
۰/۳۵۲	۰/۱۳۷	۰/۲۶۶	۰/۱۴۴	۰/۳۲۹	۰/۴۴۳	۰/۴۶۶	۰/۲۳۰
۰/۳۴۳	۰/۱۴۵	۰/۲۱۲	۰/۱۷۷	۰/۳۵۲	۰/۴۳۶	۰/۴۲۱	۰/۲۶۵
۰/۳۷۱	۰/۱۴۱	۰/۱۸۹	۰/۱۷۹	۰/۳۵۸	۰/۴۷۱	۰/۴۰۸	۰/۲۲۳
۰/۳۴۸	۰/۱۴۱	۰/۱۸۹	۰/۱۴۸	۰/۳۵۱	۰/۴۸۸	۰/۴۵۶	۰/۲۵۴
۰/۳۴۴	۰/۱۱۸	۰/۱۹۴	۰/۱۲۴	۰/۳۶۲	۰/۴۷۷	۰/۴۲۱	۰/۲۶۲
۰/۳۶۷	۰/۱۰۷۲	۰/۱۹۵	۰/۱۷۶	۰/۳۳۱	۰/۴۸۵	۰/۴۵۳	۰/۲۴۷
۰/۳۵۶	۰/۱۱۷	۰/۱۹۷	۰/۱۳۴	۰/۳۷۱	۰/۴۷۶	۰/۴۱۳	۰/۲۲۵
۰/۳۵۴	۰/۱۴۴	۰/۲۷۳	۰/۱۵۳	۰/۳۲۵	۰/۴۷۹	۰/۴۶۱	۰/۲۵۳
۰/۳۴۴	۰/۰۶۶	۰/۲۱۸	۰/۱۷۷	۰/۳۴۲	۰/۴۵۷	۰/۴۵۳	۰/۲۷۲
۰/۳۶۱	۰/۰۸۱	۰/۲۴۵	۰/۱۶۷	۰/۳۷۸	۰/۴۶۵	۰/۴۶۲	۰/۲۲۱
۰/۳۷۴	۰/۱۲۳	۰/۲۳۰	۰/۱۵۹	۰/۳۵۲	۰/۴۹۴	۰/۴۶۳	۰/۲۴۰
۰/۳۹۴	۰/۱۴۰	۰/۲۶۶	۰/۱۸۸	۰/۳۴۳	۰/۴۹۱	۰/۴۵۸	۰/۲۱۸
۰/۳۹۸	۰/۱۴۵	۰/۲۱۲	۰/۱۸۱	۰/۳۷۱	۰/۴۳۹	۰/۴۷۱	۰/۲۵۱
۰/۳۶۵	۰/۱۲۹	۰/۲۷۹	۰/۱۶۴	۰/۳۴۸	۰/۴۵۶	۰/۴۸۸	۰/۲۱۳
۰/۳۸۶	۰/۰۸۸	۰/۲۶۷	۰/۱۸۵	۰/۳۴۴	۰/۴۶۷	۰/۴۷۷	۰/۲۴۴

F_{27}	F_{26}	F_{25}	F_{24}	F_{23}	F_{22}	F_{21}	F_{20}
۰/۲۱۶	۰/۱۲۲	۰/۲۸۸	۰/۰۴۹	۰/۱۵۵	۰/۲۹۹	۰/۴۸۹	۰/۲۹۰
۰/۲۶۷	۰/۱۲۶	۰/۳۰۳	۰/۰۹۸	۰/۱۴۰	۰/۲۸۹	۰/۴۵۹	۰/۲۹۵
۰/۲۷۵	۰/۱۲۸	۰/۳۷۷	۰/۰۹۱	۰/۱۴۵	۰/۳۳۱	۰/۴۴۶	۰/۲۷۱
۰/۲۹۰	۰/۱۸۸	۰/۳۵۷	۰/۰۷۷	۰/۱۶۴	۰/۳۳۵	۰/۴۶۳	۰/۲۱۸
۰/۲۹۵	۰/۱۷۷	۰/۳۸۸	۰/۰۵۶	۰/۲۱۳	۰/۲۸۱	۰/۴۳۷	۰/۲۴۵
۰/۲۷۱	۰/۱۸۶	۰/۳۶۵	۰/۰۷۶	۰/۲۱۲	۰/۳۳۳	۰/۴۶۵	۰/۲۳۰
۰/۲۵۳	۰/۰۹۸	۰/۳۵۹	۰/۰۷۸	۰/۱۷۹	۰/۳۱۱	۰/۴۴۹	۰/۲۶۶
۰/۲۷۳	۰/۱۶۶	۰/۳۴۲	۰/۰۵۱	۰/۱۸۹	۰/۲۹۰	۰/۴۲۱	۰/۲۱۲
۰/۲۴۹	۰/۱۴۴	۰/۳۷۸	۰/۰۸۸	۰/۱۹۴	۰/۲۹۵	۰/۴۰۷	۰/۲۷۹
۰/۲۷۳	۰/۱۷۷	۰/۳۵۲	۰/۱۲۱	۰/۱۹۵	۰/۲۷۱	۰/۴۷۷	۰/۲۷۳
۰/۲۱۸	۰/۱۱۹	۰/۳۴۳	۰/۱۲۳	۰/۱۹۷	۰/۳۲۵	۰/۴۵۲	۰/۲۳۴
۰/۲۴۵	۰/۱۴۸	۰/۳۷۱	۰/۰۶۶	۰/۲۷۳	۰/۳۳۸	۰/۴۲۱	۰/۲۹۰
۰/۲۳۰	۰/۱۲۴	۰/۳۴۸	۰/۰۸۱	۰/۲۱۸	۰/۳۳۶	۰/۴۵۳	۰/۲۹۵
۰/۲۶۶	۰/۱۱۶	۰/۳۴۴	۰/۱۲۳	۰/۲۴۵	۰/۳۳۱	۰/۴۱۳	۰/۲۷۱
۰/۲۱۲	۰/۱۳۴	۰/۳۶۷	۰/۱۴۰	۰/۱۹۱	۰/۲۳۰	۰/۴۶۱	۰/۲۵۳
۰/۲۷۹	۰/۱۴۵	۰/۲۹۹	۰/۱۴۵	۰/۲۸۳	۰/۲۶۶	۰/۴۵۳	۰/۲۹۰
۰/۲۷۳	۰/۱۴۱	۰/۲۸۹	۰/۱۲۹	۰/۲۴۸	۰/۳۵۱	۰/۴۶۲	۰/۲۸۴
۰/۲۳۴	۰/۱۱۸	۰/۳۳۱	۰/۰۸۸	۰/۱۹۴	۰/۳۳۲	۰/۴۶۳	۰/۲۹۵
۰/۲۹۰	۰/۱۲۳	۰/۳۴۵	۰/۰۵۹	۰/۱۹۵	۰/۳۲۹	۰/۴۵۸	۰/۲۴۴
۰/۲۹۵	۰/۱۴۰	۰/۲۸۱	۰/۱۲۳	۰/۱۹۷	۰/۳۶۷	۰/۴۷۱	۰
۰/۲۷۱	۰/۱۴۵	۰/۳۳۳	۰/۱۴۴	۰/۲۷۳	۰/۳۴۸	۰	۰/۲۳۵
۰/۲۵۳	۰/۱۲۹	۰/۳۱۱	۰/۱۳۱	۰/۲۰۱	۰	۰/۴۶۷	۰/۲۷۳
۰/۲۷۳	۰/۱۰۹	۰/۲۹۰	۰/۰۶۶	۰	۰/۳۰۱	۰/۴۵۶	۰/۲۴۵
۰/۲۱۸	۰/۱۴۸	۰/۲۹۵	۰	۰/۱۹۴	۰/۲۸۹	۰/۴۴۹	۰/۲۳۰
۰/۲۴۵	۰	۰/۳۰۹	۰/۱۲۴	۰/۱۹۵	۰/۲۷۹	۰/۴۳۲	۰/۲۶۶
۰	۰/۰۹۵	۰/۳۲۳	۰/۰۵۶	۰/۱۵۳	۰/۲۳۴	۰/۴۸۷	۰/۲۴۵
۰/۲۳۷	۰/۱۷۶	۰/۲۸۸	۰/۰۹۲	۰/۱۷۷	۰/۲۸۸	۰/۴۴۲	۰/۲۶۶
۰/۲۳۷	۰/۱۶۶	۰/۳۳۵	۰/۰۶۴	۰/۱۶۷	۰/۳۴۷	۰/۴۱۱	۰/۲۱۲
۰/۲۳۶	۰/۱۱۹	۰/۳۶۷	۰/۱۵۵	۰/۱۵۹	۰/۳۴۴	۰/۴۱۹	۰/۲۷۹
۰/۲۷۷	۰/۱۱۷	۰/۳۴۴	۰/۱۴۰	۰/۱۸۸	۰/۲۵۶	۰/۴۶۶	۰/۲۶۷
۰/۲۵۶	۰/۱۸۹	۰/۳۴۲	۰/۱۴۵	۰/۱۸۱	۰/۲۷۳	۰/۴۲۱	۰/۲۷۷
۰/۲۷۳	۰/۱۵۶	۰/۳۳۱	۰/۱۳۲	۰/۲۴۷	۰/۲۱۸	۰/۴۰۸	۰/۲۵۶
۰/۲۱۸	۰/۱۷۷	۰/۳۷۱	۰/۰۸۹	۰/۲۲۵	۰/۲۴۵	۰/۴۵۶	۰/۲۷۳
۰/۲۴۵	۰/۱۴۰	۰/۳۴۲	۰/۱۱۳	۰/۲۵۳	۰/۲۳۰	۰/۴۱۳	۰/۲۱۸
۰/۲۳۰	۰/۱۴۵	۰/۳۳۱	۰/۰۶۴	۰/۲۷۲	۰/۲۶۶	۰/۴۶۱	۰/۲۴۵
۰/۲۶۶	۰/۱۲۹	۰/۳۷۷	۰/۱۲۲	۰/۲۲۱	۰/۲۱۲	۰/۴۵۹	۰/۲۳۰
۰/۲۱۲	۰/۱۸۶	۰/۳۵۷	۰/۱۰۹	۰/۲۴۰	۰/۲۷۹	۰/۴۱۹	۰/۲۶۶
۰/۲۷۹	۰/۱۴۴	۰/۳۸۸	۰/۰۷۷	۰/۲۱۸	۰/۲۶۷	۰/۴۱۵	۰/۲۱۲
۰/۲۶۷	۰/۱۳۱	۰/۳۶۵	۰/۱۰۸	۰/۲۵۱	۰/۳۱۱	۰/۴۰۲	۰/۲۷۹
۰/۲۴۵	۰/۱۴۵	۰/۳۳۳	۰/۰۸۹	۰/۲۱۳	۰/۳۲۵	۰/۴۲۱	۰/۲۶۷

F_{28}	F_{29}	F_{30}	F_{31}	F_{32}	F_{33}	F_{34}	F_{35}
۰/۲۰۱	۰/۰۶۶	۰/۴۴۲	۰/۳۱۳	۰/۱۹۶	۰/۰۶۷	۰/۱۱۰	۰/۰۵۱
۰/۲۸۹	۰/۰۸۱	۰/۴۶۳	۰/۲۷۸	۰/۲۴۵	۰/۱۲۳	۰/۰۸۵	۰/۰۶۷
۰/۱۹۸	۰/۰۹۷	۰/۴۳۷	۰/۲۳۰	۰/۱۹۷	۰/۱۲۵	۰/۱۷۶	۰/۰۹۸
۰/۲۴۵	۰/۰۶۸	۰/۴۶۵	۰/۲۶۶	۰/۲۸۷	۰/۱۹۰	۰/۱۶۶	۰/۰۸۷
۰/۲۳۶	۰/۰۶۶	۰/۴۴۹	۰/۳۵۱	۰/۲۱۴	۰/۱۵۷	۰/۱۷۹	۰/۰۹۰
۰/۲۶۸	۰/۰۹۵	۰/۴۲۱	۰/۳۳۲	۰/۱۹۱	۰/۱۲۴	۰/۱۷۷	۰/۰۸۷
۰/۱۸۶	۰/۰۵۶	۰/۴۰۷	۰/۳۲۹	۰/۲۸۳	۰/۰۸۶	۰/۱۸۹	۰/۱۰۵
۰/۲۳۴	۰/۰۹۲	۰/۴۷۷	۰/۳۰۹	۰/۲۴۸	۰/۱۲۶	۰/۱۵۶	۰/۱۰۲
۰/۲۳۸	۰/۰۶۴	۰/۴۳۶	۰/۳۳۳	۰/۱۹۴	۰/۱۳۵	۰/۱۷۷	۰/۰۸۸
۰/۲۷۷	۰/۰۶۹	۰/۴۵۰	۰/۲۸۸	۰/۱۹۵	۰/۱۵۴	۰/۱۴۰	۰/۰۹۵
۰/۱۸۷	۰/۰۸۹	۰/۴۱۷	۰/۳۳۵	۰/۱۹۷	۰/۱۴۹	۰/۱۴۵	۰/۱۱۰
۰/۲۵۵	۰/۰۹۸	۰/۴۳۳	۰/۳۶۷	۰/۲۷۳	۰/۱۲۴	۰/۱۲۹	۰/۱۱۲
۰/۲۵۶	۰/۰۵۶	۰/۴۳۹	۰/۲۶۷	۰/۲۰۱	۰/۰۵۶	۰/۱۸۶	۰/۰۷۷
۰/۲۶۷	۰/۰۹۲	۰/۴۶۷	۰/۲۷۵	۰/۲۰۳	۰/۰۹۲	۰/۰۲۷	۰/۱۱۶
۰/۲۲۵	۰/۰۶۴	۰/۴۳۳	۰/۲۹۰	۰/۲۹۸	۰/۰۶۴	۰/۱۱۵	۰/۱۳۲
۰/۱۷۸	۰/۰۸۷	۰/۴۲۶	۰/۲۹۵	۰/۲۷۵	۰/۱۵۵	۰/۱۷۶	۰/۱۲۱
۰/۲۲۳	۰/۰۵۶	۰/۴۴۱	۰/۲۷۱	۰/۲۹۰	۰/۱۴۰	۰/۱۳۴	۰/۱۲۳
۰/۲۲۱	۰/۰۴۵	۰/۴۵۵	۰/۲۵۳	۰/۲۹۹	۰/۱۴۵	۰/۱۴۵	۰/۱۴۴
۰/۲۲۷	۰/۰۴۹	۰/۴۵۹	۰/۳۶۶	۰/۲۸۹	۰/۱۳۲	۰/۱۴۱	۰/۰۸۰
۰/۱۹۵	۰/۰۹۸	۰/۴۱۹	۰/۳۴۸	۰/۲۹۰	۰/۰۶۸	۰/۱۴۱	۰/۱۱۲
۰/۲۵۴	۰/۰۹۱	۰/۴۱۵	۰/۳۲۹	۰/۲۹۵	۰/۰۶۶	۰/۰۹۲	۰/۱۰۹
۰/۲۳۷	۰/۰۷۷	۰/۴۰۲	۰/۲۵۶	۰/۲۷۱	۰/۰۹۵	۰/۰۶۴	۰/۱۲۰
۰/۲۵۳	۰/۰۵۶	۰/۴۲۱	۰/۲۶۷	۰/۲۹۰	۰/۰۵۶	۰/۰۶۹	۰/۱۲۵
۰/۱۸۸	۰/۰۷۶	۰/۴۵۳	۰/۳۵۱	۰/۲۸۴	۰/۰۹۲	۰/۰۸۹	۰/۱۳۱
۰/۲۶۷	۰/۰۷۸	۰/۴۱۳	۰/۳۴۲	۰/۲۵۷	۰/۰۶۴	۰/۰۹۸	۰/۱۲۲
۰/۲۵۵	۰/۰۵۱	۰/۴۶۱	۰/۳۳۱	۰/۲۶۹	۰/۰۶۹	۰/۰۵۶	۰/۱۸۳
۰/۲۴۳	۰/۰۸۸	۰/۴۵۳	۰/۳۷۷	۰/۲۶۴	۰/۰۸۹	۰/۰۹۲	۰/۰۸۹
۰	۰/۰۴۱	۰/۴۶۲	۰/۳۵۷	۰/۲۸۹	۰/۰۹۸	۰/۰۶۴	۰/۱۲۳
۰/۲۴۶	۰	۰/۴۳۱	۰/۳۸۸	۰/۲۴۷	۰/۰۵۶	۰/۰۸۷	۰/۱۰۷
۰/۱۸۴	۰/۰۶۶	۰	۰/۳۶۵	۰/۲۵۵	۰/۰۹۲	۰/۰۵۶	۰/۱۷۹
۰/۲۴۲	۰/۰۸۴	۰/۴۳۹	۰	۰/۲۷۳	۰/۰۶۴	۰/۰۴۵	۰/۱۸۹
۰/۲۶۲	۰/۰۷۶	۰/۴۲۱	۰/۳۲۱	۰	۰/۱۱۵	۰/۰۴۹	۰/۱۷۷
۰/۲۳۱	۰/۰۷۵	۰/۴۵۳	۰/۳۱۲	۰/۲۹۰	۰	۰/۰۹۸	۰/۱۷۹
۰/۱۹۹	۰/۰۹۸	۰/۴۱۳	۰/۲۹۷	۰/۲۹۵	۰/۰۸۹	۰	۰/۱۴۸
۰/۲۴۱	۰/۰۵۸	۰/۴۶۱	۰/۲۶۰	۰/۲۷۱	۰/۱۲۱	۰/۱۱۱	۰
۰/۲۲۰	۰/۰۶۵	۰/۴۵۲	۰/۳۵۲	۰/۲۵۳	۰/۱۲۳	۰/۰۸۸	۰/۱۱۲
۰/۲۳۲	۰/۰۶۶	۰/۴۴۶	۰/۳۵۸	۰/۲۷۳	۰/۰۶۶	۰/۱۲۱	۰/۱۲۹
۰/۱۹۵	۰/۰۵۴	۰/۴۶۳	۰/۲۵۵	۰/۲۳۴	۰/۰۸۱	۰/۱۲۳	۰/۱۲۳
۰/۲۳۰	۰/۰۷۵	۰/۴۵۸	۰/۲۵۶	۰/۲۹۵	۰/۱۲۳	۰/۰۶۶	۰/۱۴۰
۰/۲۳۵	۰/۰۸۰	۰/۴۷۱	۰/۲۶۷	۰/۲۴۴	۰/۱۴۰	۰/۰۸۱	۰/۱۴۵
۰/۱۹۲	۰/۰۵۲	۰/۴۵۹	۰/۲۲۵	۰/۲۷۶	۰/۱۳۲	۰/۱۲۳	۰/۱۲۹

F_{41}	F_{40}	F_{39}	F_{38}	F_{37}	F_{36}
۰/۴۴۲	۰/۱۲۵	۰/۱۴۱	۰/۱۲۲	۰/۴۰۲	۰/۱۲۱
۰/۴۴۰	۰/۱۶۶	۰/۱۱۸	۰/۱۲۹	۰/۴۵۱	۰/۱۲۲
۰/۴۳۵	۰/۱۴۴	۰/۱۳۴	۰/۱۲۶	۰/۴۲۱	۰/۱۳۵
۰/۴۶۱	۰/۱۷۷	۰/۱۰۵	۰/۱۷۹	۰/۴۵۳	۰/۱۳۰
۰/۴۵۹	۰/۱۷۹	۰/۱۰۷	۰/۱۸۹	۰/۴۱۳	۰/۱۳۴
۰/۴۱۹	۰/۱۴۸	۰/۱۰۳	۰/۱۳۸	۰/۴۶۱	۰/۱۷۹
۰/۴۱۵	۰/۱۲۴	۰/۱۲۴	۰/۱۸۹	۰/۴۵۳	۰/۱۷۷
۰/۴۰۲	۰/۱۷۶	۰/۱۷۶	۰/۱۳۸	۰/۴۶۲	۰/۱۸۹
۰/۴۲۱	۰/۱۳۴	۰/۱۳۴	۰/۱۲۷	۰/۴۶۳	۰/۱۵۶
۰/۴۴۶	۰/۱۴۵	۰/۱۴۵	۰/۱۷۷	۰/۴۵۸	۰/۱۷۷
۰/۴۶۳	۰/۱۷۶	۰/۲۲۷	۰/۱۴۰	۰/۳۹۵	۰/۱۴۰
۰/۴۵۸	۰/۱۶۶	۰/۱۹۵	۰/۱۴۵	۰/۴۳۶	۰/۱۴۵
۰/۴۷۱	۰/۱۷۹	۰/۱۲۳	۰/۱۲۹	۰/۴۵۰	۰/۱۲۹
۰/۴۵۹	۰/۱۷۷	۰/۱۴۰	۰/۱۸۶	۰/۴۱۷	۰/۱۸۶
۰/۳۸۹	۰/۱۳۱	۰/۱۴۵	۰/۱۶۶	۰/۴۳۳	۰/۰۴۷
۰/۴۵۹	۰/۱۲۲	۰/۱۲۹	۰/۱۷۹	۰/۴۳۹	۰/۱۱۵
۰/۴۴۶	۰/۱۸۳	۰/۱۰۹	۰/۱۷۷	۰/۴۶۷	۰/۱۷۶
۰/۴۶۳	۰/۱۲۲	۰/۱۴۸	۰/۱۸۹	۰/۴۳۳	۰/۱۳۴
۰/۴۳۷	۰/۱۲۶	۰/۱۲۴	۰/۱۵۶	۰/۴۲۶	۰/۱۴۵
۰/۴۶۵	۰/۱۲۸	۰/۱۶۶	۰/۱۷۷	۰/۴۴۱	۰/۰۸۹
۰/۴۴۹	۰/۱۸۸	۰/۱۷۹	۰/۱۴۰	۰/۴۵۵	۰/۱۲۱
۰/۴۲۱	۰/۱۷۷	۰/۱۷۷	۰/۱۴۵	۰/۴۵۹	۰/۱۲۳
۰/۴۰۷	۰/۱۸۶	۰/۱۸۹	۰/۱۲۹	۰/۴۱۹	۰/۰۶۶
۰/۴۷۷	۰/۱۵۵	۰/۱۵۶	۰/۱۸۶	۰/۴۱۵	۰/۰۸۱
۰/۴۵۲	۰/۱۴۰	۰/۱۷۷	۰/۱۴۴	۰/۴۰۲	۰/۱۲۳
۰/۴۶۱	۰/۱۴۵	۰/۱۴۰	۰/۱۳۱	۰/۳۶۷	۰/۱۴۰
۰/۴۴۳	۰/۱۳۲	۰/۱۴۵	۰/۱۴۵	۰/۳۸۹	۰/۱۳۲
۰/۴۳۶	۰/۱۷۹	۰/۱۲۹	۰/۰۷۶	۰/۳۹۵	۰/۱۱۱
۰/۴۷۱	۰/۱۸۹	۰/۱۸۶	۰/۰۷۵	۰/۳۸۹	۰/۰۸۸
۰/۴۸۸	۰/۱۳۸	۰/۱۴۴	۰/۰۹۸	۰/۳۸۳	۰/۱۲۱
۰/۴۷۷	۰/۱۲۷	۰/۱۳۱	۰/۰۵۸	۰/۳۷۱	۰/۱۲۳
۰/۴۸۵	۰/۱۷۷	۰/۱۴۵	۰/۰۶۵	۰/۴۳۹	۰/۰۶۶
۰/۴۷۶	۰/۱۴۰	۰/۲۲۵	۰/۰۶۶	۰/۴۴۲	۰/۰۸۱
۰/۴۷۹	۰/۱۴۵	۰/۱۷۸	۰/۰۵۴	۰/۴۱۱	۰/۱۲۳
۰/۴۵۷	۰/۱۲۹	۰/۲۲۳	۰/۰۷۵	۰/۴۱۹	۰/۱۱۶
۰/۴۶۵	۰/۱۸۶	۰/۲۲۱	۰/۰۸۰	۰/۴۲۶	۰
۰/۴۹۴	۰/۱۴۴	۰/۲۲۷	۰/۰۵۲	۰	۰/۱۵۲
۰/۴۹۱	۰/۱۳۱	۰/۱۹۵	۰	۰/۴۳۲	۰/۱۴۳
۰/۴۳۹	۰/۱۹۴	۰	۰/۱۱۱	۰/۴۴۰	۰/۱۴۴
۰/۴۲۳	۰	۰/۱۰۳	۰/۱۲۳	۰/۴۳۱	۰/۱۳۲
۰	۰/۲۰۲	۰/۱۱۲	۰/۱۲۵	۰/۴۲۰	۰/۱۳۷

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

جدول ۷: ماتریس مقایسهٔ 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	۰/۶۹۳	۰	۰
F_4	۰/۳۲۱	۰	۰
F_5	۰/۶۵۴	۰	۰
F_6	۰/۴۰۳	۰	۰
F_7	۰/۵۹۱	۰	۰
F_8	۰/۶۵۰	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	۰/۴۹۲	۰
F_{16}	۰	۰/۷۵۵	۰
F_{17}	۰	۰/۳۹۱	۰
F_{18}	۰	۰/۲۸۹	۰
F_{19}	۰	۰/۵۶۵	۰
F_{20}	۰	۰/۵۶۴	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	۰/۷۶۱	۰
F_{27}	۰	۰/۷۶۱	۰
F_{28}	۰	۰/۷۵۳	۰
F_{29}	۰	۰/۳۰۹	۰
F_{30}	۰	۰/۷۲۳	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	۰/۲۸۹	۰
F_{36}	۰	۰	۰/۷۸۱
F_{37}	۰	۰	۰/۶۹۸
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 مقایسهٔ دودویی می‌شوند تا بردار ویژه برای هریک بدست آمده و نهایتا 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 مقایسهٔ دودویی قرار گیرند: خوشهٔ معیارها و خوشهٔ زیرمعیارها. جدول (۸) نشان دهندهٔ این مقایسه است.

جدول ۸: مقایسهٔ خوشهٔ معیارها با خوشهٔ 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 می-شود. 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=۲۵)، ماتریس حد بدست آمده است و وزن نهایی هریک از زیرمعیارها مطابق جدول (۹) محاسبه شده است.

جدول ۹: وزن نهایی زیرمعارها (عوامل کلیدی)

عوامل کلیدی	وزن نهایی	عوامل کلیدی	وزن نهایی
وارد کردن بازیگران جدید به صحنهٔ مباحث راهبردی (F_1)	۰/۲۵۶	جذابیت در کنار امکان‌پذیری فناوری‌ها (F_{22})	۰/۳۱۷
توجه به قوانین (F_2)	۰/۰۵۲	توجّه به حوزه‌های نوظهور میان‌رشته‌ای (F_{23})	۰/۳۱۳
طرح اولیه (F_3)	۰/۳۰۱	مرور تجربه دیگر کشورها (F_{24})	۰/۲۱۵
توجیه منطق عمل (F_4)	۰/۱۴۵	توجه به فرایند (F_{25})	۰/۲۵۵
ایجاد بستر ICT (F_5)	۰/۲۴۱	توجه به عمر فناوری (F_{26})	۰/۱۹۴
درک روشن از بافتار سیاسی (F_6)	۰/۱۶۸	تلفیق الگوی برون‌مدار و درون‌مدار (F_{27})	۰/۰۵۸
الزام دولتی (F_7)	۰/۳۲۱	مد نظر قرار دادن پایداری (F_{28})	۰/۰۹۷

توجه به مشارکت عمومی (F_8)	۰/۲۲۲	شبکه‌سازی (F_{29})	۰/۱۳۷
توجه به صاحبان قدرت (F_9)	۰/۲۰۵	رویکرد میان‌رشته‌ای (F_{30})	۰/۱۴۲
برپایی «کارگاه‌های آموزشی» در مراحل آغازین فرایند آینده‌نگاری (F_{10})	۰/۳۳۸	ایجاد توازن میان اکتشاف و بهره‌برداری (F_{31})	۰/۱۲۸
تاسیس نهاد یا تیم آینده‌نگاری (F_{11})	۰/۳۲۹	نگرش همه جانبه (F_{32})	۰/۲۲۵
تنظیم افق زمانی متناسب برای آینده‌نگاری (F_{12})	۰/۱۶۱	کنترل کیفیت و سازگاری نتایج حاصل از گزینه‌های بدیل (F_{33})	۰/۰۶۶
اهداف عملیاتی در کنار اهداف بسیط (F_{13})	۰/۰۹۸	توجه به بازار (F_{34})	۰/۰۷۸
تعیین روش‌شناسی رسمی (F_{14})	۰/۱۱۹	تقویت هوش رقابتی (F_{35})	۰/۰۸۶
تقویت هوش فناورانه (F_{15})	۰/۳۲۰	نحوهٔ انتشار (F_{36})	۰/۲۷۷
لحاظ فناوری‌های نرم (F_{16})	۰/۳۳۲	تمرکز بر پیامدهای دسته دوم و سوم (F_{37})	۰/۳۰۳
یکپارچه‌سازی فشار و کشش (F_{17})	۰/۰۸۹	تغییر ساختار (F_{38})	۰/۱۶۳
زنجیره ارزش اطلاعات (F_{18})	۰/۰۶۴	ساده‌سازی نتایج (F_{39})	۰/۰۴۵
استفاده از مراکز عالی راهبری (F_{19})	۰/۱۷۹	ایجاد گردش شغلی در نهاد آینده‌نگاری (F_{40})	۰/۱۶۵
تعیین و تشخیص مایل استون‌ها (F_{20})	۰/۱۴۵	تکرار فعالیت‌های آینده‌نگاری به شکلی قاعده‌مند (F_{41})	۰/۳۱۱
اولویت‌بندی فناوری‌ها (F_{21})	۰/۲۴۶		

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)؛ توجّه به حوزه‌های نوظهور

میان‌رشته‌ای (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 پر 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 میسّر 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 دهندهٔ 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 زمینهٔ 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 توجّه 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 دهندهٔ 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 هم زمان 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 اوه (۲۰۱۴) نیز مورد شاره 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 چرخهٔ 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 زمرهٔ 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 سوداوری 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 مقتضیاتِ 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. **Technikfolgenabschatzung – Theorie und Praxis,** 2(12), 41-49.

Miles, I., Meissner, D., Vonortas, D. & Carayannis, E. (2017). Technology foresight in transition. **Technological Forecating & 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. Retreived 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**)