Investigating the Key Environmental Factors Affecting the Science, Technology, and Innovation System of Iran's Cyberspace;
Application of Cross Impact Analysis

Elham Faham
PhD in Agricultural Education; Assistant Professor; Research Institute for Information and Communication Technology, ACECR; Tehran, Iran Email: Faham@ictrc.ac.ir

Mostafa Safdari Ranjbar*
PhD in Technology Management; Assistant Professor; University of Tehran (College of Farabi); Qom, Iran;
Email: Mostafa.safdary@ut.a.c.ir

Iranian Journal of Information Processing and Management

Received: 08, Feb. 2024 **Accepted: 08, Jun. 2024**

Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc)
ISSN 2251-8223
eISSN 2251-8231
Indexed by SCOPUS, ISC, & LISTA
Vol. 39 | No. 4 | pp. 1169-1202
Summer 2024
https://doi.org/10.22034/jipm.2024.713791

Abstract: This research has identified the key environmental factors affecting the science, technology, and innovation system in Iran's cyberspace. To achieve the purpose of the research, a mixed-method strategy was used. In the qualitative part, using library study and experts' opinions, the environmental factors that affect the mentioned system were identified and classified by the STEEPLED model, which included seven categories: socio-demographic, technological, economic, environmental, political, policy-legal, and ethical factors. The distribution of factors in different classes shows the complexity of the environment surrounding the science, technology, and innovation system in cyberspace. Cross Impact Analysis with a structural approach was employed in the quantitative part. The distribution pattern of environmental factors of the science, technology, and innovation system in cyberspace showed that this system faces a very complex environment due to the interactions of factors with each other. Based on the results, 83% of the technological class factors, 50% of the political-legal class factors, 50% of the moral class factors, 44% of the economic class factors, and 40% of the socio-demographic class factors are among the target factors. According to degree of direct impacts, the most key target factors are dedicated to employment, economic growth, connection to the internet, digital technological trends, and people's trust in the government. New economic approaches (including the sharing economy, gig economy, etc.), investment in ICT, and the economic

* Corresponding Author

status of the people are also counted as key risk factors. On this basis, it is suggested that target factors should be developed and directed according to the goals and functions of the science, technology, and innovation system in cyberspace. Also, risk factors should be converted to the target factors through their development and promotion.

Keywords: Cyberspace, Science, Technology, and Innovation System, Cross Impact Analysis, Environmental Factors

تحلیل عوامل محیطی کلیدی اثرگذار بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی در ایران؛ کاربست تحلیل تأثیرات متقابل

الهام فهام
دکتری آموزش کشاورزی؛ استادیار؛ پژوهشکده فناوری اطلاعات و ارتباطات جهاد دانشگاهی؛ تهران، ایران؛
Faham@ictrc.ac.ir

مصطفی صفدری رنجبر
دکتری مدیریت فناوری؛ استادیار؛ دانشکدگان فارابی؛ دانشگاه تهران؛ قم، ایران؛
پدیدآور رابط Mostafa.safdary@ut.a.c.ir

پژوهش‌نامهٔ پردازش و مدیریت اطلاعات

دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۹ | **پذیرش:** ۱۴۰۳/۰۳/۱۹ | مقاله برای اصلاح به مدت ۱۰ روز نزد پدیدآوران بوده است.

نشریهٔ علمی | رتبهٔ بین‌المللی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)
شاپا (چاپی) ۸۲۲۳-۲۲۵۱
شاپا (الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۲۵۱
نمایه در LISTA، ISC، و SCOPUS
jipm.irandoc.ac.ir
دورهٔ ۳۹ | شمارهٔ ٤ | ص‌ص ۱۱۶۹-۱۲۰۲
تابستان ۱۴۰۳
https://doi.org/10.22034/jipm.2024.713791

چکیده: این پژوهش به شناسایی و تحلیل تأثیرات متقابل عوامل محیطی کلیدی اثرگذار بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی در ایران پرداخته است. جهت تحقق هدف پژوهش از استراتژی پژوهش آمیخته بهره‌گیری شده است. در بخش کیفی با استفاده از مطالعه کتابخانه‌ای و نظر خبرگان، عوامل محیطی که بر نظام مذکور تأثیرگذارند، شناسایی و با بهره‌گیری از مدل STEEPLED طبقه‌بندی شدند که هفت طبقه را شامل می‌شود: اجتماعی-دموگرافی، فناورانه، اقتصادی، محیط زیستی، سیاسی، سیاستی- قانونی، و اخلاقی. توزیع عوامل در طبقات مختلف نشان از پیچیدگی محیط پیرامون نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی دارد. در بخش کمی از تحلیل تأثیرات متقابل با رویکرد ساختاری بهره‌گیری شده است. الگوی توزیع عوامل محیطی نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی، به‌دلیل اثرات متقابل عوامل بر یکدیگر نشان داد که این نظام با محیط بسیار پیچیده‌ای مواجه است. بر اساس نتایج، ۸۳ درصد از عوامل تشکیل‌دهنده طبقه فناورانه، ۵۰ درصد از عوامل طبقه سیاستی- قانونی، ۵۰ درصد از عوامل طبقه اخلاقی، ۴۴ درصد از عوامل طبقه اقتصادی، و ۴۰ درصد از عوامل طبقه اجتماعی-دموگرافی در زمره عوامل هدف هستند. کلیدی‌ترین عوامل هدف بر اساس میزان اثرگذاری مستقیم به اشتغال، رشد اقتصادی، اتصال به اینترنت، روندهای فناورانه دیجیتال و اعتماد مردم به دولت اختصاص دارد. رویکردهای جدید اقتصادی (از جمله اقتصاد

اشتراکی، اقتصاد گیگ و غیره)، سرمایه‌گذاری در حوزه فاوا و وضعیت اقتصادی مردم نیز از کلیدی‌ترین عوامل ریسک به‌شمار می‌آیند. بر این مبنا پیشنهاد می‌شود عوامل هدف با توجه به اهداف و کارکردهای نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی توسعه و هدایت، و عوامل ریسک نیز با توسعه و ارتقا به عوامل هدف تبدیل شوند.

کلیدواژه‌ها: فضای مجازی، نظام علم، فناوری و نوآوری، تحلیل تأثیرات متقابل، عوامل محیطی

۱. مقدمه

امروزه، زیست‌بوم علم، فناوری و نوآوری که از مراکز تولید علم یعنی دانشگاه‌ها، پژوهشکده‌ها و دیگر مراکز علمی کشور شروع شده و در قالب شرکت‌های دانش‌بنیان یا بنگاه‌های اقتصادی دارای تحقیق و توسعه ادامه پیدا می‌کند و سرانجام، تا بازاریابی و اقتصاد دانش‌بنیان ادامه دارد، از ارکان اقتصاد دانش‌بنیان در جوامع توسعه‌یافته به‌شمار می‌آید؛ به‌طوری که در دهه‌های اخیر فعالیت‌های مرتبط با علم، فناوری و نوآوری توان رقابتی اقتصاد را بهبود بخشیده و سهم عمده‌ای را در حل مسائل اجتماعی بر عهده داشته است (صفدری رنجبر و عطارپور ۱۴۰۰؛ خیاطیان، فرتاش و پورعسگری ۱۳۹۹). تجربه جوامع مختلف حاکی از آن است که توسعه متوازن و پایدار در زمینه‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی، بر توسعه علم و فناوری استوار است. تحقق این امر نیازمند فرایند سیاست‌گذاری و اجرای مؤثر این فرایند است. از سوی دیگر، سیاست علم، سیاست فناوری و سیاست نوآوری دارای قلمروهای سیاستی بسیار نزدیکی هستند (رفسنجانی‌نژاد ۱۳۹۴) و بسیاری از سیاست‌هایی که امروزه به‌عنوان سیاست نوآوری نامیده می‌شوند، در گذشته با عناوین گوناگونی همانند سیاست صنعتی، سیاست علم، سیاست پژوهش یا سیاست فناوری شناخته می‌شدند (Edler & Fagerberg 2017). با این فرض که ارتباط بین تحقیقات، فناوری و توسعه صنعتی پیچیده و درهم تنیده است و عوامل متعدد اقتصادی، فنی، علمی و انسانی بر آن تأثیرگذارند (میرعمادی ۱۳۹۸)، رویکردهای نظام نوآوری از جمله نظام ملی نوآوری و نظام نوآوری فناورانه در سیر تکوینی سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری مطرح شدند. نظام نوآوری را می‌توان شامل تمامی نهادها و ساختارهای اقتصادی دانست که بر سرعت و جهت‌گیری تغییرات فناورانه در جامعه اثر دارند (نوروزی، طباطبائیان و قاضی‌نوری ۱۳۹۵). هسته اصلی نظام نوآوری علم، فناوری و نوآوری، شامل حاکمیت،

سیاست‌گذاری علم و فناوری، مؤسسات پژوهش و فناوری، آموزش عالی، نهادهای میانجی و بنگاه‌های دانش‌بنیان است که به کارکردهایی از قبیل تولید و انتشار دانش، توسعه، انتقال و اشاعه فناوری، ارتقای کارآفرینی، تولید کالا و خدمات دانشی، شبکه‌سازی، توسعه زیرساخت‌ها و غیره منجر می‌شود (Hekkert et al. 2007; OECD 1999). مطالعات مختلف انجام‌شده در حوزه علم، فناوری و نوآوری بیشتر بر تحلیل‌های ساختاری، کارکردی و کارکردی-ساختاری نظام‌های نوآوری تأکید داشته‌اند (Wieczorek et al. 2015; Wieczorek & Hekkert 2012; Hekkert et al. 2007)؛ تحلیل‌هایی که بر عوامل هسته‌ای یک نظام علم، فناوری و نوآوری متمرکز هستند. اما برخی از پژوهشگران معتقدند که نیاز به الگوهای عمیق‌تری برای تحلیل نظام نوآوری وجود دارد؛ الگوهایی که عوامل محیطی و زمینه‌ای نظام‌های نوآوری را مد نظر قرار دهند (Edsand 2016; Kieft, Harmsen, & Hekkert 2015). «مارکارد و تروفر» نظام نوآوری را به درون‌نگری و عدم توجه به عوامل محیطی محکوم می‌کنند و بر این باورند که عوامل کلان و محیطی بر توسعه فناوری‌ها اثرگذار هستند (Markard & Truffer 2008). عوامل محیطی نظام بر ارکان هسته‌ای آن از اثرگذاری و اثرپذیری برخوردارند و سبب تغییر در کارکردهای نظام خواهند شد. این امر ضرورت پرداختن به عوامل محیطی نظام‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزه‌های مختلف بخشی و فناورانه را آشکار می‌سازد. از سوی دیگر، بررسی «سند راهبردی جمهوری اسلامی ایران در فضای مجازی» در افق ۱۴۱۰ نیز، حاکی از آن است که ابعاد علم، پژوهش، فناوری و نوآوری در حوزه فضای مجازی مورد توجه است؛ به‌طوری که اقدام کلان ششم این سند به «طراحی نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی» اختصاص یافته است. فضای مجازی مجموعه‌ای از سیستم‌های اطلاعاتی به‌هم پیوستهٔ وابسته به زمان و کاربران انسانی است که با این سیستم‌ها تعامل دارند. منظور از سیستم‌های اطلاعاتی به‌هم پیوسته، اطلاعات، سخت‌افزار، نرم‌افزار و رسانه‌ای است که آن‌ها را به‌هم متصل می‌کند. همچنین، فضای مجازی، فضایی مصنوعی است که توسط انسان برای اهداف انسانی ایجاد شده است. بدون کاربران انسانی، فضای مجازی از بین می‌رود، مگر آنکه چیز دیگری بتواند نگهداری و توسعه زیرساخت و محتوای مجازی را بر عهده بگیرد (Ottis & Lorents 2010). فضای مجازی، فضایی فناوری پایه، مبتنی بر فناوری اطلاعات و ارتباطات است که در آن تولید محتوا، پالایش داده، ذخیره‌سازی داده، پردازش داده و توزیع داده صورت می‌گیرد و در تعامل با انسان، فضایی شبکه‌ای می‌سازد که این فضا دارای خصوصیات مختلفی است

کـه آن را از فضاهـای پیشـین مجـزا می‌سـازد (فیروزآبـادی ۱۳۹۸).

در خصـوص فضـای مجـازی می‌تـوان گفـت کـه سرشـت آن در چهـار لایـه مـردم، اطلاعاتـی، منطقـی، و فیزیکـی (Clark 2010) بـوده و آن را بـه نظامـی اجتماعی-فنـی[1] تبدیـل کرده اسـت کـه تحـت تأثیـر عوامـل محیطـی متعـدد و متنـوع سیاسـی، اقتصـادی، اجتماعـی، فرهنگـی، قانونـی، فناورانـه، جمعیت‌شـناختی و بین‌المللـی اسـت و البتـه بـر عرصه‌هـای مختلـف زندگـی اجتماعـی و اقتصـادی افـراد نیـز تأثیـر می‌گـذارد. ایـن فضـا برآمـده از فناوری‌هایـی اسـت کـه در قلـب آن فناوری‌هـا، فنـاوری اطلاعـات و ارتباطـات قـرار گرفتـه اسـت (فیروزآبـادی ۱۳۹۸) و عبـارت اسـت از نظام‌هـای اجتماعـی کـه از تعامـل کاربـران بـر بسـتر شـبکه شـکل می‌گیـرد (آزادی ۱۳۹۷). در نظام‌هـای اجتماعی-فنـی نیـز تحقـق کارکردهـای نظـام از فراهماهنگـی میـان رژیم‌هـای مختلـف از جملـه رژیـم علمـی، سیاسـتی، بـازار، فرهنگـی و اجتماعـی و فناورانـه حـادث می‌شـود (Geels 2004). بنابرایـن، ایـن نظـام اجتماعی-فنـی تحـت تأثیـر عوامـل متعـددی اسـت کـه در رژیم‌هـای نامبـرده قـرار می‌گیرنـد و بـا یکدیگـر نیـز در تعامـل و ارتبـاط هسـتند. از سـوی دیگـر، نـگاه نظام‌منـد و سیسـتمی بـه پدیده‌هـای اجتماعی-اقتصـادی نیازمنـد شناسـایی شـبکه‌ای از عوامـل و ارتباطـات میـان عوامـل مختلـف اسـت. ایـن نـگاه تـلاش می‌کنـد تـا از طریـق شناسـایی ارتباطـات میـان عوامـل بـه درکـی فراتـر از عملکـرد و تأثیـرات تک‌تـک عوامـل دسـت یابـد و از ایـن طریـق بتوانـد هم‌افزایی‌هـای درون سیسـتم را شناسـایی کنـد (ناظمـی ۱۳۹۴). یکـی از روش‌هـای مـورد بهره‌گیـری در تحلیـل سیسـتم‌های پیچیـده تحلیـل تأثیـرات متقابـل[2] اسـت. روش تحلیـل تأثیـرات متقابـل یـک روش خبره‌محـور اسـت کـه نتایجـی کمّـی تولیـد می‌کنـد (Miles & Keenan 2003). نکتـه کلیـدی آن اسـت کـه از آنجـا کـه فضـای مجـازی یـک سیسـتم اجتماعی-فنـی اسـت، در کنـار عوامـل متعـدد اجتماعـی، اقتصـادی، فرهنگـی و سیاسـی، نقـش علـم، فنـاوری و نـوآوری در آن بسـیار محـوری و پررنـگ اسـت و زمینـه بهره‌منـدی از مزایـا و ظرفیت‌هـای ایـن فضـای جدیـد و نوپدیـد را فراهـم مـی‌آورد. بـه همیـن دلیـل، در ایـن پژوهـش بـر عوامـل محیطـی تأثیرگـذار بـر نظـام علـم، فنـاوری و نـوآوری فضـای مجـازی تأکیـد شـده اسـت. بـر ایـن اسـاس، بـا توجـه بـه اینکـه عملکـرد یـک نظـام علـم، فنـاوری و نـوآوری بـه روندهـا و محیـط کلانـی کـه نظـام در آن مسـتقر شـده، وابسـته اسـت و از آنجـا کـه تاکنـون شناسـایی عوامـل محیطـی کـه می‌تواننـد بـر سـاختارها و کارکردهـای نظـام علـم، فنـاوری

1. socio-technical system
2. cross impact analysis

و نـوآوری فضـای مجـازی در ایـران تأثیرگـذار باشـند و تشـخیص مهم‌تریـن ایـن عوامـل جهـت توجـه بـه آن‌هـا در برنامه‌ریـزی و تدویـن سیاسـت‌های نظـام مذکـور صـورت نگرفتـه اسـت، هـدف از انجـام ایـن پژوهـش، شناسـایی عوامـل محیطـی تأثیرگـذار بـر نظـام علـم، فنـاوری و نـوآوری فضـای مجـازی و بررسـی تأثیـرات متقابـل آن‌هـا بـر یکدیگـر اسـت تـا بتـوان با شناسـایی و تنظیـم آن‌هـا، ارتقـای نظـام مذکـور و تحقـق کارآمـد کارکردهـای ایـن نظـام را تسـهیل کـرد. شناسـایی عوامـل محیطـی و نحـوه تأثیرگـذاری آن‌هـا بـر یکدیگـر می‌توانـد سیاسـت‌گذاران را در تعریـف برنامه‌هـای سیاسـتی به‌صـورت اهرمـی کمـک نمایـد؛ به‌گونـه‌ای کـه بـا توجـه بـه محدودیـت منابـع و زمـان، بـر کلیدی‌تریـن و تأثیرگذارتریـن عوامـل محیطـی تمرکـز نمایـد. بـا توجـه بـه ایـن هـدف، پژوهـش حاضـر سـعی بـر پاسـخ بـه دو پرسـش زیـر دارد:

الف) عوامل محیطی مؤثر بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی چه هستند؟

ب) بـر اسـاس میـزان اثرگـذاری و اثرپذیـری هـر یـک از عوامـل محیطـی شناسایی‌شـده بـر نظـام مذکـور، مهم‌تریـن عوامـل کدام‌انـد؟

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱. مفهوم فضای مجازی

اصطـلاح سـایبر (مجـازی)، در سـال ۱۹۴۸ از پژوهش‌هـای «نوربـرت وینـر»[1] مشـتق شـده اسـت کـه آن را به‌عنـوان «کنتـرل و ارتباطـات در حیـوان و ماشـین» تعریـف کـرد. نویسـنده داسـتان‌های علمـی تخیلـی، «ویلیـام گیبسـون»[2]، در دهـه ۱۹۸۰ کلمـه **فضـای مجـازی** را ابـداع کـرد. او ایـن فضـا را تخیلـی می‌دانسـت کـه از اتصـال رایانه‌هـا به‌وجـود آمـده و انسـان‌ها و منابـع اطلاعاتـی را به‌هـم متصـل کـرده اسـت. ایـن کلمـه در محافـل حرفـه‌ای و دانشـگاهی به‌طـور گسـترده‌ای بـه‌کار رفتـه اسـت. تعاریـف مختلفـی بـرای فضـای مجـازی وجـود دارد. بـر اسـاس تعریـف «مؤسسـه ملـی اسـتاندارد و فنـاوری ایـالات متحـده آمریـکا»، فضـای مجـازی به‌عنـوان یـک حـوزه جهانـی در محیـط اطلاعاتـی اسـت کـه از شـبکه وابسـته بـه هـم از زیرسـاخت‌های سیسـتم‌های اطلاعاتـی، از جملـه اینترنـت، شـبکه‌های مخابراتـی، سیسـتم‌های رایانـه‌ای و پردازنده‌هـا و کنترل‌کننده‌هـای تعبیه‌شـده تشـکیل شـده اسـت (Ottis & Lorents 2010). همچنیـن می‌تـوان فضـای مجـازی را حـوزه‌ای جهانـی و پویـا تعریـف نمـود کـه هـدف

1. Norbert Wiener 2. William Gibson

آن ایجاد، ذخیره، اصلاح، تبادل، اشتراک‌گذاری و استخراج، بهره‌گیری، حذف اطلاعات و اختلال[1] در منابع فیزیکی است (Kuehl 2009). به‌طور کلی، اصطلاح فضای مجازی برای توصیف عرصه جدیدی از تعامل انسانی به‌کار می‌رود که بر اینترنت و صدها میلیون کامپیوتری که به اینترنت متصل هستند، متمرکز است؛ همچنین بر مؤسساتی که آن را فراهم می‌کنند و تجاربی که ارائه می‌دهند و این به یکی از ویژگی‌های اساسی جامعه تبدیل شده و واقعیت جدیدی را برای تقریباً همه کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه خلق می‌کند (Choucri & Clark 2013). در تعاریف مختلف، بیشترین تأکید بر مؤلفه انسانی و کارکرد ارتباطی است. مؤلفه سخت‌افزاری و کارکرد اطلاعاتی فضای مجازی نیز در جایگاه بعدی قرار گرفته‌اند.

۲-۲. عوامل محیطی تأثیرگذار بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی

محیط مجموعه‌ای از عوامل و شرایط، مدام در حال تغییر و تحول است که بیشتر خارج از کنترل پدیده مورد بررسی بوده و بر انتخاب جهت فعالیت و ساختارها تأثیر می‌گذارد. این عوامل، فرصت‌ها، تهدیدها و محدودیت‌های فراروی را باعث می‌شوند (جمشیدی و دهقی ۱۳۹۳). با توجه به بررسی‌های صورت‌گرفته و جست‌وجوی منابع در دسترس، تاکنون مطالعه‌ای در خصوص شناسایی عوامل محیطی تأثیرگذار بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی صورت نگرفته است. بر این اساس، در بخش پیشینه پژوهش، به‌منظور استخراج عوامل مورد بررسی، بر مستندات ملی و بین‌المللی مرتبط با عوامل محیطی تأثیرگذار بر نظام علم، فناوری و نوآوری یا عوامل محیطی تأثیرگذار بر فضای مجازی تمرکز شده است. بر اساس ساختار نظام ملی نوآوری ایران که توسط «آنکتاد»[2] ارائه شده، محیط کلان نظام علم، فناوری و نوآوری تحت تأثیر تغییرات و روندهای مجموعه‌ای از عوامل شامل ساختار اقتصادی، فضای کسب‌وکار، بهره‌وری، منابع انسانی و زیرساخت‌ها، از جمله زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات است (UNCTAD 2016). در گزارشی دیگر از «آنکتاد»، به همسویی سیاست علم، فناوری و نوآوری با سیاست‌های صنعتی، سیاست‌های تجارت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، آموزش و رقابت اشاره شده است و برای افزایش احتمال موفقیت این سیاست‌ها، سیاست‌های کلان اقتصادی حامی

1. disrupt
2. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD)

رشـد و اشـتغال، از جملـه سیاسـت‌های پولـی، مالـی و نـرخ ارز نیـز مهـم هسـتند (UNCTAD 2019). «احمدیـان دیوکتـی» و همـکاران نیـز کنش‌هـای جهانـی، کنش‌هـای سیاسـی، اجتماعـی، اقتصـادی، فرهنگـی و همچنیـن رشـد شـتابان علـم و فنـاوری را جـزء عوامـل مداخله‌کننـده بـر سیاسـت‌گذاری علـم و فنـاوری مبتنـی بـر رویکـرد پیچیدگـی اقتصـادی دانسـته‌اند (۱۳۹۷). از آنجـا کـه کلان‌روندهـای جهانـی از عوامـل محیطـی تأثیرگـذار بـر نظـام علـم، فنـاوری و نـوآوری به‌شـمار می‌آینـد، در ادامـه، مـروری بـر کلان روندهـا صـورت می‌گیـرد. تغییـرات جمعیتـی یکـی از ایـن کلان‌روندهاسـت؛ به‌طـوری کـه در ایـن زمینـه، «سـازمان توسـعه و همـکاری اقتصـادی»، در گـزارش خـود در حـوزه جمعیت‌شـناختی، بـه رشـد جهانـی جمعیـت، افزایـش سـالمندی و مهاجـرت بین‌المللـی، و نیـروی کار به‌عنـوان کلان‌روندهـای تأثیرگـذار بـر علـم، فنـاوری و نـوآوری اشـاره کـرده اسـت (OECD 2016). در طـول سـال‌های پیـش رو تـا ۲۰۵۰ میـلادی، جهـان شـاهد افزایـش شهرنشـینی، افزایـش مهاجـرت از روسـتا، افزایـش تقاضـا بـرای کالاهـای مصرفـی، ارتقـای زیرسـاخت‌های شـهری، افزایـش آگاهـی حاشیه‌نشـین‌ها نسـبت بـه نابرابری‌هـا همـراه بـا رشـد فناوری‌هـای ارتباطـی نیـز خواهـد بـود (نصـر اصفهانـی و همـکاران ۱۴۰۱). در کشـورهای عضـو «سـازمان توسـعه و همـکاری اقتصـادی» و برخـی از اقتصادهـای نوظهـور، مناطـق شـهری بـا رونـدی افزایشـی، هوشـمند خواهنـد شـد. بنابرایـن، رشـد شهرنشـینی کلان‌رونـد دیگـری در سـطح جهانـی اسـت. در مقابـل، توسـعه شـهری در بسـیاری از کشـورهای در حـال توسـعه، افزایـش خطـر ابتـلا بـه بیماری‌هـای همه‌گیـر جهانـی را بـه همـراه خواهـد داشـت. ایـن چالش‌هـا می‌تواننـد تأثیـر قابـل توجهـی بـر برنامه‌هـای تحقیقاتـی آینـده داشـته باشـند (OECD 2016). در بـاب اثـر بیماری‌هـای همه‌گیـر جهانـی همچـون «کرونـا» بـر نظـام علـم، فنـاوری و نـوآوری، بخش‌هایـی ماننـد داروسـازی و فنـاوری اطلاعـات و ارتباطـات سـرمایه‌گذاری خـود را بـر روی نـوآوری مضاعـف کردنـد (WIPO 2022)[1]. جابه‌جایـی در قدرت‌هـای اقتصـادی جهـان نیـز کلان‌رونـد دیگـری اسـت؛ به‌گونـه‌ای کـه در سـال ۲۰۲۵ میـلادی کشـورهای بـا قـدرت نوظهـور بـا جمعیـت بزرگ‌تـر و تولیـد ناخالـص داخلـی بالاتـر، نقـش قوی‌تـری در تسـهیم قـدرت جهـان بـازی خواهنـد کـرد (نصـر اصفهانـی و همـکاران ۱۴۰۱). تغییـر بـه دنیـای چنـد قطبی‌تـر، بـه احتمـال، جرقـه رقابت‌هـای تسـلیحاتی جدیـدی را ایجـاد می‌کنـد کـه بـر هزینه‌هـای دولـت بـرای علـم، فنـاوری و نـوآوری تأثیـر می‌گـذارد (OECD 2016). در واکنـش بـه تغییـرات اقلیمـی و کمیابـیِ

1. World Intellectual Property Organization (WIPO)

منابع نیز، صنایع جدیدی ایجاد و یا صنایع موجود دگرگون می‌شوند (نصر اصفهانی و همکاران ۱۴۰۱). بر اساس دیدگاه «سازمان توسعه و همکاری اقتصادی»، جهانی شدن نیز از روندهای تأثیرگذار بر علم، فناوری و نوآوری است که تسهیل انتشار گسترده دانش، فناوری‌ها و شیوه‌های تجاری جدید را ادامه خواهد داد. در سایه جهانی شدن زنجیره‌های ارزش جهانی[1]، استانداردها، شرکت‌های چندملیتی و تحرک بین‌المللی افراد با تحصیلات عالی برجسته‌تر خواهد شد (ibid).

جهش‌های فناورانه کلان‌روند دیگر در سطح جهانی است که به شدت بر ارتقای بهره‌وری و نوآوری در محصولات و خدمات در سطح بنگاه‌ها و دولت‌ها تأثیرگذار است. مؤسسه «مکنزی» با انتشار گزارش دورنمای روندهای فناوری در سال ۲۰۲۲، ۱۴ روند مهم فناوری را در قالب دو دسته «عصر سیلیکون» و «فردای مهندسی»، معرفی نموده است. «عصر سیلیکون» شامل اتصال پیشرفته، هوش مصنوعی کاربردی، رایانش ابری و مرزی، فناوری‌های واقعیت فراگیر، صنعتی‌سازی یادگیری ماشین، توسعه نرم‌افزار نسل آتی، فناوری‌های کوآنتوم و معماری امنیت و هویت دیجیتال است، و «فردای مهندسی» نیز شامل آینده مهندسی زیستی، انرژی پاک، جابه‌جایی، فناوری‌های فضایی و مصرف پایدار است. بر اساس این گزارش، ابزارهای دیجیتال جدیدتر، روندهای نوآیند را شکل می‌دهند (McKinsey 2022). در همین راستا، برنامه نظام تحلیل سیاست و استراتژی اروپا[2] در گزارش روندهای جهانی ۲۰۳۰ بیان کرده است که در سال ۲۰۳۰، نه‌تنها افراد بیشتری می‌توانند از طریق اینترنت ارتباط برقرار کنند (۹۰ درصد از جمعیت جهان قادر به خواندن خواهند بود، ۷۵ درصد اتصال تلفن همراه خواهند داشت، و ۶۰ درصد باید به پهنای باند دسترسی داشته باشند)، آن‌ها جابه‌جایی بیشتری نیز خواهند داشت. بنابراین، اتصال نه‌تنها مجازی و دیجیتال است، بلکه همچنین فیزیکی است. اینترنت در ماشین‌ها، وسایل خانه و حتی روی بدن انسان خواهد بود. تا سال ۲۰۳۰، تعداد دستگاه‌های متصل به اینترنت به ۱۲۵ میلیارد خواهد رسید که این رقم در سال ۲۰۱۷، ۲۷ میلیارد بود (ESPAS 2019). گزارش «آنکتاد» نیز، ۱۱ فناوری پیشرو از قبیل اینترنت اشیا، اینترنت نسل پنجم، هوش مصنوعی، رباتیک، کلان داده، بلاکچین و پهپاد را معرفی نموده است (UNCTAD 2021). در میان فناوری‌های پیشرو، در سال ۲۰۱۸، بزرگ‌ترین درآمد مربوط به بازار اینترنت

1. global value chains
2. The European Strategy and Policy Analysis System (ESPAS)

اشیاست که بر اساس پیش‌بینی در سال ۲۰۲۵ می‌تواند به ۱/۵ تریلیون دلار برسد - تقریباً نیمی از درآمدهای فناوری‌های پیشرو در آن سال. در این راستا، مؤسسه «گارتنر» نیز برترین روندهای استراتژیک فناوری در سال ۲۰۲۳، را معرفی نموده است که از آن جمله می‌توان به سیستم ایمنی دیجیتال، مدیریت ریسک و امنیت هوش مصنوعی، پلتفرم‌های ابری صنعت، مهندسی پلتفرم، تحقق ارزش بی‌سیم، سوپر اپلیکیشن‌ها، هوش مصنوعی تطبیقی و متاورس اشاره نمود (Gartner 2022).

از دیگر روندهای فناورانه، اقتصاد گیگ است که بهره‌گیری از فناوری‌های پیشرو جهت ارائه خدمات از طریق پلتفرم‌های دیجیتال سبب ایجاد این رویکرد اقتصادی شده است (UNCTAD 2021)، اقتصادی مبتنی بر اینترنت و واسطه‌ای نرم‌افزاری (به‌عنوان زیرساخت) که درخواست‌کنندگان کار[1] (کارکنان گیگ)، انجام کارهای مورد نیاز خود را به انجام‌دهندگان کار می‌سپارند (Graham, Hjorth, & Lehdonvirta 2017).

ایران نیز با روندهایی در آینده مواجه است که «نصر اصفهانی» و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه خود به‌طور جامع به این موضوع پرداخته‌اند. از جمله این روندها می‌توان به کاهش میزان باروی و مرگ‌ومیر، تغییرات ساختار سنی جمعیت و میان‌سالی، گسترش شهرنشینی، افزایش اوقات فراغت، رشد صنعت فرهنگ و سرگرمی، رشد فردگرایی، شکاف دیجیتال و گسست نسلی، ظهور هویت‌های نوظهور، رشد بی‌اعتمادی به ساختارهای اجتماعی، گسترش نوآوری‌های اجتماعی، افزایش نقش گروه‌های مردمی، رشد مهاجرت متخصصان، افزایش حضور زنان در عرصه‌های مدیریتی و فعالیت‌های علمی، رشد فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، فناوری‌های همگرا، توسعه فناوری‌های نرم، تنگنای مالی و بودجه‌ای دولت، تداوم بحران اشتغال، کاهش قدرت خرید خانوارهای ایرانی، چرخش به اقتصاد منطقه‌ای، توسعه اقتصاد فراسرزمینی، گسترش اقتصاد اشتراکی و اقتصاد پلتفرمی، ژئوپلیتیک ناپایدار منطقه، افزایش تهدیدات امنیت ملی از طریق فضای مجازی و گسترش ناپایداری‌های اجتماعی و سیاسی، رقابت و نزاع و افزایش رقابت‌های قدرت‌های منطقه‌ای، بحران حکمرانی جهانی و تغییر زنجیره‌های ارزش اشاره کرد. در همین زمینه «نراقی» و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهش خود روندهای اثرگذار بر آینده نظام پژوهش، فناوری و نوآوری را در حوزه‌های اجتماعی، فناورانه، اقتصادی، محیط زیستی،

1. gig workers

سیاسی، هنجاری و قانونی شناسایی و طبقه‌بندی نمودند. «صفدری رنجبر و عطارپور» (۱۴۰۰) نیز در گزارش پژوهشی خود اشاره کرده‌اند که تحریم‌های بین‌المللی دارای اثرات مثبت و منفی بر نظام علم، فناوری و نوآوری ایران بوده‌اند. در مطالعه «اسماعیلی‌زاده» و همکاران (۱۳۹۷) نیز، عوامل کلان شامل سیاست‌های دولت و رشد و رکود اقتصادی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر نظام نوآوری فناورانه فتوولتائیک[1] شناسایی شدند. همچنین، عوامل اجتماعی و تحریم‌های اقتصادی نیز از شدت اثرگذاری و اثرپذیری توأمان برخوردار بوده و عوامل محیط زیستی کمتر به‌عنوان متغیرهای اثرگذار در نظام مذکور تلقی شدند. در مطالعه دیگری، «شبابی» و همکاران (۱۳۹۷) بر نقش همگرایی عوامل سیاسی-اقتصادی بر توسعه علم فناوری ایران تأکید نموده‌اند. «باقری‌نژاد و سیدان» (۱۳۹۷) نیز، در مطالعه خود دریافتند که عوامل اجتماعی و اشتغال از عوامل اثرگذار محیطی سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری هستند. «نرگسیان» و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی با مضمون ارائه مدل اجرای خط‌مشی‌های فضای مجازی در ایران، به این نتیجه رسیدند که اجرای خط‌مشی‌های فضای مجازی در یک محیط ایستا فعالیت نمی‌کند و بایستی به‌صورت پویا و یا سازماندهی‌شده شکل داده شود. محتوای این بخش، منجر به شناسایی فهرستی از عوامل محیطی تأثیرگذار بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی شد که در بخش روش‌شناسی و یافته‌ها، به‌ترتیب نحوه بهره‌برداری و طبقه‌بندی آن‌ها توضیح داده شده است.

۲-۳. رویکردهای تحلیل محیط

برای درک عمیق‌تر عوامل محیطی مؤثر بر یک حوزه، تقسیم‌بندی عوامل به بخش‌های مختلف صورت می‌گیرد تا راهگشای بهبود تصمیم‌گیرهای راهبردی و موقعیت تصمیم‌گیرندگان در مواجهه با تأثیرات عوامل تأثیرگذار محیطی باشد. رویکردهای مختلفی برای تحلیل محیط وجود دارد. قدیمی‌ترین آن‌ها، به رویکرد PEST بازمی‌گردد که اولین بار جهت ارزیابی محیط کسب‌وکار استفاده شد. در این رویکرد، عوامل در چهار حوزه سیاسی، اقتصادی، اجتماعی و فناورانه تحلیل می‌شوند. پس از این رویکرد، مدل PESTEL معرفی شد که افزون بر این چهار متغیر، دو متغیر عوامل محیط زیستی و عوامل

1. photovoltaics

قانونی را شامل می‌شود. رویکردهای دیگر، STEEP (اجتماعی، فناورانه، اقتصادی، محیط زیستی و سیاسی)، STEEPVR (اجتماعی، فناورانه، اقتصادی، محیط زیستی، سیاسی، ارزشی و قانونی) هستند (منتظر و ضیغمی ۱۳۹۳؛ آذر، رهنورد، و مسلمانی ۱۳۹۴؛ نراقی و همکاران ۱۴۰۰). محیط کلان را می‌توان در بخش‌های اجتماعی، فناورانه، اقتصادی، محیط زیستی، سیاسی، حقوقی/ قانونی، اخلاقی و دموگرافی سازماندهی کرد و در هر یک از این‌ها می‌توان عواملی را شناسایی کرد که ویژگی‌ها و تأثیر محیط کلان را مشخص می‌کند. این رویکرد با اصطلاح STEEPLED شناخته می‌شود (منتظر و ضیغمی ۱۳۹۳؛ آذر، رهنورد، و مسلمانی ۱۳۹۴؛ Georgiadou et al. 2021) که جزو کامل‌ترین رویکردهای تحلیل محیط است.

همان‌طور که از مرور پیشینه پژوهش مشخص است، نظام علم، فناوری و نوآوری به‌طور عام و نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی به‌طور خاص تحت تأثیر عوامل متعدد و متنوع سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، قانونی، محیط زیستی، فناورانه و جمعیت‌شناختی است که بر ساختار و کارکردهای این نظام‌ها تأثیر چشمگیری دارند. این عوامل و تعامل و پویایی میان آن‌ها تعیین می‌کند که جامعه تا چه اندازه می‌تواند از مزایا و ظرفیت‌های به‌وجودآمده توسط فضای مجازی و فناوری‌های نوپدید پیشران آن بهره‌مند شوند و چقدر قادر خواهد بود که تهدیدات و چالش‌های متعدد برآمده از آن‌ها را کنترل و مدیریت نماید. بر همین اساس، تحلیل این عوامل محیطی و نحوه تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها از یکدیگر، که می‌تواند در تعیین عوامل اولویت‌دار و کلیدی کمک نماید، موضوع مهمی است که البته در پژوهش‌های پیشین به‌طور جدی مورد توجه قرار نگرفته و در این پژوهش، هدف است.

۳. روش پژوهش

پژوهش حاضر از نظر ماهیت، آمیخته (کیفی-کمی) و از نظر هدف، کاربردی است. در مرحله کیفی، شناسایی عوامل و روندهای اثرگذار بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی با مطالعات کتابخانه‌ای و نظر خبرگان صورت گرفت. پس از استخراج عوامل شناسایی‌شده از بررسی کتابخانه‌ای، فهرست عوامل با بهره‌گیری از نظر ۹ خبره تکمیل شد. خبرگان این بخش، افرادی بودند که در حوزه سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری و همچنین زیست‌بوم نوآوری دیجیتال فعالیت دارند. پس از دریافت نظرات خبره هفتم، در عمل، عامل جدیدی به عوامل شناسایی‌شده افزوده نشد و می‌توان گفت

پژوهشگران به فهرست جامعی دست یافتند. همان‌طور که پیش‌تر توضیح داده شد، جهت درک کامل عوامل محیطی و همچنین طبقه‌بندی آن‌ها می‌توان از رویکردهای مربوط به تحلیل محیط از جمله PEST، STEEP، STEEPVR و یا STEEPLED بهره‌گیری کرد. در این پژوهش از رویکرد STEEPLED (اجتماعی، فناورانه، اقتصادی، محیط زیستی، سیاسی، حقوقی/ قانونی، اخلاقی و دموگرافی) بهره‌گیری شد تا این اطمینان حاصل شود که کلیه عوامل محیطی مؤثر بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی دیده شده‌اند؛ بدین صورت که هر یک از عوامل شناسایی‌شده با توجه به ماهیت، در یکی از حوزه‌های هشت‌گانه مذکور قرار گرفتند.

پس از طبقه‌بندی عوامل، در بخش کمی پژوهش، از روش تحلیل ساختاری تأثیرات متقابل[1] با رویکرد ساختاری استفاده شد که با بهره‌گیری از نظر خبرگان و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار «میک‌مَک»[2] صورت گرفت؛ بدین صورت که عوامل شناسایی‌شده در ماتریس تحلیل تأثیرات متقابل وارد شدند. اگر تعداد متغیرهای شناسایی‌شده n باشد، یک ماتریس n×n حاصل می‌شود. بر این اساس، با توجه به آنکه تعداد عوامل شناسایی‌شده ۳۸ عامل بود، یک ماتریس ۳۸×۳۸ حاصل شد و در اختیار هر یک از خبرگان قرار گرفت. برای تکمیل ماتریس‌ها، ۵ نفر از افراد متخصص در حوزه مطالعات علم و فناوری و آشنا به حوزه فضای مجازی به‌صورت هدفمند انتخاب شدند. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی خبرگان موضوعی به‌شرح جدول ۱، است.

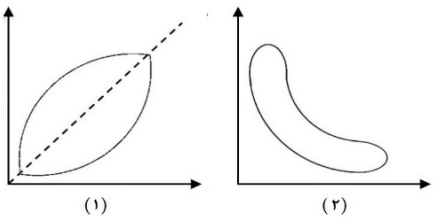
جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی خبرگان

ردیف	جنسیت	سمت	حوزه فعالیت
۱	زن	عضو هیئت علمی	سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری
۲	زن	عضو هیئت علمی	سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری
۳	مرد	عضو هیئت علمی	مدیریت فناوری/ اقتصاد دیجیتال
۴	مرد	فعال زیست‌بوم نوآوری دیجیتال	اقتصاد دیجیتال/ سیاست‌گذاری نوآوری
۵	مرد	عضو هیئت علمی	سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری

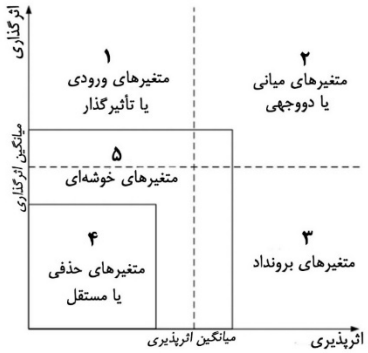
از خبرگان درخواست شد تا تأثیر هر عامل بر عامل دیگر را با در نظر گرفتن نظام

1. cross impact analysis 2. MICMAC

علـم، فنـاوری و نـوآوری فضـای مجـازی در طیفـی از صفـر تـا ۳ (۰ = بی‌تأثیـر، ۱ = تأثیـر کـم، ۲ = تأثیـر متوسـط، ۳ = تأثیـر زیـاد) بـر مبنـای میـزان ارتبـاط آن‌هـا بـه نظـام علـم، فنـاوری و نـوآوری فضـای مجـازی تعییـن کننـد. جهـت اثرگـذاری نیـز از سـوی عوامـل موجـود در سـطرها بـر عوامل موجـود در ستون‌هاسـت. بـه گفتـه دیگـر، خبـرگان اثـر هـر یـک از عوامـل موجـود در سـطرها بـر عوامـل موجـود در سـتون‌ها را بـا در نظـر گرفتـن نظـام علـم، فنـاوری و نـوآوری فضـای مجـازی مشـخص کردنـد. پـس از دریافـت ماتریس‌هـای تکمیل‌شـده توسـط خبـرگان، آمـاره نمـا (مُـد) هـر خانـه از ایـن پنـج ماتریـس محاسـبه شـد و ارزش آن خانـه در ماتریـس جمعیِ نظـرات خبرگان (ماتریـس نهایـی) را تشـکیل داد. سـپس بـه کمـک نرم‌افـزار «میک‌مَـک» ماتریـس نهایـی مـورد تحلیـل قـرار گرفـت. نرم‌افـزار «میک‌مـک» یـک روش تحلیـل سـاختاری کارآمـد اسـت کـه نه‌تنهـا رابطـه بیـن عوامـل را مشـخص می‌کنـد، بلکـه میـزان تأثیـر مسـتقیم و غیرمسـتقیم آن‌هـا را نیـز محاسـبه و گـراف اثرگـذاری و اثرپذیـری ترسـیم می‌کنـد. در انتهـا، عوامـل بـر حسـب میـزان تأثیـر یـا وابسـتگی دسـته‌بندی می‌شـوند (مولایـی و طالبیـان ۱۳۹۴). در روش تحلیـل سـاختاری بـا «میک‌مـک» در مجمـوع، دو نـوع از پراکنـش عوامـل رؤیـت می‌شـود کـه بیانگـر پایـدار و یـا ناپایـدار بـودن سیسـتم اسـت. در سیسـتم پایـدار پراکنـش عوامـل به‌صـورت حـرف L اسـت، امـا در سیسـتم‌های ناپایـدار وضعیـت پیچیده‌تـر اسـت و عوامـل حـول قطـر مرکـزی صفحـه پراکندگـی قـرار دارنـد و در بیشـتر مواقـع حالـت بینابینـی از اثرگـذاری و اثرپذیـری را نشـان می‌دهنـد کـه ارزیابـی و شناسـایی عوامـل اصلـی را دشـوار می‌کنـد (رشـیدارده و خزائـی ۱۳۹۵). شـکل ۱، نشـان‌دهنده الگـوی توزیـع عوامـل در سیسـتم پایـدار و ناپایـدار اسـت.



شکل ۱. الگوی توزیع عوامل در سیستم ناپایدار (۱) و سیستم پایدار (۲)
(Godet, Durance, & Gerber 2009)



شکل ۲. انواع مختلف متغیرها در ماتریس اثرپذیری-اثرگذاری
(Godet, Durance, & Gerber 2009)

بر اساس مطالعه «گودت، دورانس و گربر»، در سیستم‌های ناپایدار طبقه‌بندی عوامل بدین شرح است: عوامل ورودی یا تأثیرگذار، عوامل میانی یا دو-وجهی (شامل عوامل ریسک و عوامل هدف)، عوامل تأثیرپذیر یا برونداد، عوامل حذفی یا مستقل، و عوامل خوشه‌ای (Godet, Durance, & Gerber 2009). شکل ۲، جایگاه این عوامل را در ماتریس اثرپذیری- اثرگذاری نشان داده است. عوامل ورودی[1] یا تأثیرگذار: این عوامل که در ناحیه (۱) قرار می‌گیرند، بیشتر تأثیرگذار و کمتر تأثیرپذیرند؛ به گفته دیگر، تأثیرگذاری آن‌ها بسیار بیشتر از تأثیرپذیری آن‌هاست. این عوامل به‌عنوان عوامل ورودی به سیستم تلقی می‌شوند و در صورت امکان باید در اولویت برای برنامه‌های اقدام راهبردی در نظر گرفته شوند. به این عوامل، عوامل تأثیرگذار نیز گفته می‌شود. عوامل میانی[2] یا دو-وجهی: این عوامل که در ناحیه (۲) قرار دارند، هم بسیار تأثیرگذار و هم بسیار وابسته هستند. بنابراین، به‌طور طبیعی ناپایدار هستند. هر اقدامی که بر روی این متغیرها انجام شود، به بقیه قسمت‌های سیستم روان می‌شود و به‌طور عمیق بر پویایی سیستم تأثیرگذار است (Godet, Durance, & Gerber 2009). این عوامل، عوامل دو-وجهی هم گفته می‌شود که شامل عوامل ریسک و عوامل هدف هستند. در این ناحیه، عوامل ریسک، بالای خط قطری و عوامل هدف، زیر خط قطری قرار می‌گیرند. عوامل ریسک، ظرفیت بالایی در تبدیل شدن به عوامل کلیدی سیستم دارند. عوامل هدف، بیشتر از آنکه تأثیرگذار باشند، تأثیرپذیرند و می‌توان آن‌ها را به‌عنوان نتایج تکامل سیستم معرفی کرد و با هدایت آن‌ها می‌توان به تغییرات و تکامل مورد نظر سیستم نزدیک شد (Velasquez Lugo 2020). عوامل برونداد[3] یا تأثیرپذیر: این عوامل که در ناحیه (۳) قرار دارند، تأثیرگذار نیستند اما بسیار وابسته هستند. بنابراین رفتار آن‌ها تأثیرات ناشی از سایر عوامل، عمدتاً متغیرهای ورودی و میانی را توضیح می‌دهد. عوامل حذفی[4] یا مستقل: این عوامل که در ناحیه (۴) قرار دارند، نه تأثیرگذار هستند و نه وابسته. بنابراین، تأثیر کمی بر سیستم مورد مطالعه دارند. اغلب اوقات این متغیرها به‌سادگی روندهای اینرسی یا غالب را توصیف می‌کنند که در طول زمان کمی تغییر می‌کنند. در موارد دیگر، این متغیرها به‌سادگی مستقل هستند. بنابراین، حذف این متغیرها پیامدهای کمی برای تحلیل خواهد داشت. متغیرهای خوشه‌ای[5]: این

1. input variables
2. intermediate variables
3. resultant variables
4. excluded variables
5. clustered variables

عوامل که در ناحیه (۵) وجود دارند، تمایل دارند با هم جمع شوند. این متغیرها به اندازه کافی تأثیرگذار یا وابسته نیستند که در بین چهار طبقه قبلی گنجانده شوند و نمی‌توان هیچ نتیجه قطعی در مورد این متغیرها و تأثیر آن‌ها بر سیستم اعلام نمود (Godet et al. 2009). توضیحات مذکور، در بخش یافته‌ها جهت تحلیل ماتریس اثرپذیری و اثرگذاری به‌کار رفته است.

٤. یافته‌های پژوهش

٤-١. طبقه‌بندی عوامل محیطی کلیدی

همان‌طور که در بخش روش پژوهش توضیح داده شد، جهت طبقه‌بندی عوامل شناسایی‌شده از مدل STEEPLED بهره‌گیری شد و در آن، عوامل در هفت طبقه کلی طبقه‌بندی شدند: اجتماعی-دموگرافی، فناورانه، اقتصادی، محیط زیستی، سیاسی، سیاستی-قانونی، و اخلاقی. سپس در هر طبقه نیز عوامل شناسایی‌شده در زیرطبقات جزئی‌تر که بیانگر موضوع اصلی عوامل شناسایی‌شده هستند، جای گرفتند. بر این اساس سرانجام، ۶۶ عامل محیطی به هفت طبقه و ۳۸ زیرطبقه دسته‌بندی شدند که در جدول ۲، ارائه شده است. در این جدول، برچسب هر یک از عوامل تشکیل‌دهنده ماتریس در نرم‌افزار «میک‌مک»، جهت درک اَشکال خروجی نرم‌افزار، که در ادامه، در سایر بخش‌ها ارائه شده‌اند، ذکر شده است.

جدول ۲. طبقه‌بندی عوامل مؤثر بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی

طبقه	زیرطبقه	برچسب زیرطبقه در نرم‌افزار	مصادیق عوامل محیطی	استناد
اجتماعی-دموگرافی	مهاجرت نیروی کار	Migration	افزایش مهاجرت بین‌المللی نیروی کار	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)؛ نظر خبرگان، OECD (2016)
			کاهش بازگشت مهاجران به کشور	نظر خبرگان
	سبک زندگی	Style	تغییر الگوهای مصرف و سبک زندگی	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
			افزایش اوقات فراغت	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)

طبقه	زیرطبقه	برچسب زیرطبقه در نرم‌افزار	مصادیق عوامل محیطی	استناد
	نقش نوآوری و مهارت در درآمدزایی	Inno&Skill	رشد درآمدزایی مبتنی بر نوآوری و مهارت	OECD (2016)
	سواد	Literacy	افزایش سواد خواندن و نوشتن	ESPAS (2019)
	شکاف دیجیتال	DigiDivide	افزایش شکاف دیجیتال	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
	نقش جامعه مدنی	CivilSoci	افزایش نقش جامعه مدنی	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
	نقش زنان در جامعه	Women	افزایش حضور زنان در عرصه‌های مدیریتی، کسبوکارها و فعالیت‌های علمی	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
	شهرنشینی	Urbanizati	رشد جهانی جمعیت شهری	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)؛ OECD (2016)
	سالمندی	Aging	افزایش سالمندی	OECD (2016)
			افزایش سهم هزینه‌های اجتماعی و بهداشتی	OECD (2016)
	گسست نسلی	Generation	افزایش گسست نسلی	OECD (2016)، نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
فناورانه	فناوری‌های نرم	SoftTech	توسعه فناوری‌های نرم	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
	فناوری‌های ارتباطی	CommTech	رشد فناوری‌های ارتباطی	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
	هوشمندسازی شهر	SmartCity	گرایش جهانی به شهر هوشمند	OECD (2016)
	اتصال به اینترنت	Connection	افزایش اتصال به اینترنت	ESPAS (2019)

طبقه	زیرطبقه	برچسب زیرطبقه در نرم‌افزار	مصادیق عوامل محیطی	استناد
	روندهای فناورانه دیجیتال (اتصال پیشرفته، هوش مصنوعی کاربردی، واقعیت فراگیر، ...)	DigTrends	اتصال پیشرفته	McKinsey (2022)
			هوش مصنوعی کاربردی	McKinsey (2022)
			رایانش ابری و مرزی	McKinsey (2022)
			فناوری‌های واقعیت فراگیر	McKinsey (2022)
			صنعتی‌سازی یادگیری ماشین	McKinsey (2022)
			توسعه نرم‌افزار نسل آتی	McKinsey (2022)
			فناوری‌های کوآنتوم	McKinsey (2022)
			معماری امنیت و هویت دیجیتال	McKinsey (2022)
			وب ۳	McKinsey (2022)
	آینده مهندسی (زیستی، انرژی پاک، جابه‌جایی، و ...)	FutureOEng	آینده مصرف پایدار	McKinsey (2022)
			آینده مهندسی زیستی	McKinsey (2022)
			آینده انرژی پاک	McKinsey (2022)
			آینده جابه‌جایی	McKinsey (2022)
			آینده فناوری‌های فضایی	McKinsey (2022)
اقتصادی	تورم	Inflation	روند افزایشی تورم	نظر خبرگان
	نرخ ارز	Exchange	روند نوسانی نرخ ارز	نظر خبرگان
	سرمایه‌گذاری خارجی	ForignInv	کاهش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	نظر خبرگان؛ UNCTAD (2019)
			رقابت در جذب کسب‌وکارهای بین‌المللی	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
	رشد اقتصادی	EcoGrow	رشد نوسانی اقتصاد با متوسط پایین	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
			کوچک شدن اقتصاد کشور در سال‌های اخیر	نراقی و همکاران (۱۴۰۰)
			اقتصاد پایه شدن همه فعالیت‌ها	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)

طبقه	زیرطبقه	برچسب زیرطبقه در نرم‌افزار	مصادیق عوامل محیطی	استناد
	سرمایه‌گذاری بر حوزه ICT	InvestICT	روند صعودی سرمایه‌گذاری حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات در جهان	UNCTAD (2021)
			رشد صنایع خلاق و فرهنگی	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)، نظر خبرگان
	رویکردهای جدید اقتصادی	NewEco	ظهور اقتصاد گیگ و افزایش کارکنان گیگ	UNCTAD (2021)
			گسترش اقتصاد اشتراکی	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
			توسعه اقتصاد فراسرزمینی	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
			گذار به زنجیره ارزش جهانی	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)؛ OECD (2016)
	سهم بازار فناوری‌های پیشرو	Market	رشد سهم بازار فناوری‌های پیشرو	ESPAS (2019)
	اشتغال	Employment	تداوم بحران اشتغال در کشور	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)؛ باقری‌نژاد و سیدان (۱۳۹۷)
			جایگزینی فناوری‌های جدید با نیروی کار	OECD (2016)
	وضعیت اقتصادی مردم	EcoStatus	کاهش قدرت خرید خانوارهای ایرانی	نصراصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
محیط‌زیستی	بیماری‌های همه‌گیر جهانی	Epidemics	خطر ابتلا به بیماری‌های همه‌گیر جهانی	OECD (2016)
	تغییرات اقلیمی	Climate	تغییرات اقلیمی و کمیابی منابع	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)؛ OECD (2016)
	پیامدهای محیط زیستی فناوری و تجهیزات	EnvirConse	پیامدهای محیط زیستی تجهیزات و زیرساخت‌های فناوری‌های فضای مجازی (از جمله مراکز داده)	نظر خبرگان

طبقه	زیرطبقه	برچسب زیرطبقه در نرم‌افزار	مصادیق عوامل محیطی	استناد
سیاسی	جابه‌جایی در قدرت اقتصادی و فعالیت‌های نوآورانه در جهان	ShiftEco	تغییر جهت انجام فعالیت‌های نوآورانه به آسیا	GII (2022)
			جابه‌جایی در قدرت‌های اقتصادی جهان	نصراصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)؛ OECD (2016)
			افزایش رقابت‌های قدرت‌های منطقه‌ای	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
	تحریم و روابط بین‌الملل	Sanc & Relat	تداوم تحریم	نظر خبرگان؛ صفدری رنجبر و عطارپور (۱۴۰۰)، اسماعیلی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷)
			کاهش روابط بین‌الملل	نظر خبرگان؛ UNCTAD (2019)
	نگاه‌های ایدئولوژیک بر تصمیمات فضای مجازی	IdeoViews	غلبه نگاه‌های ایدئولوژیک بر تصمیمات فضای مجازی	نظر خبرگان
	امنیت داخلی و بین‌المللی	Security	افزایش تهدیدات امنیت ملی از طریق فضای مجازی	نصراصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
			گسترش ناپایداری‌های اجتماعی و سیاسی	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)؛ نظر خبرگان
سیاستی- قانونی	فضای کسب‌وکار (سیاست‌ها و قوانین کسب‌وکار)	BusinEnv	سیاست‌های کسب‌وکار	نظر خبرگان، UNCTAD (2019)
			تسهیل قوانین کسب‌وکار (بیمه، مالیات، ...)	UNCTAD (2016)؛ نظر خبرگان
	سیاست‌های صنعتی	InduPolicy	سیاست‌های صنعتی	نظر خبرگان؛ UNCTAD (2019)
	سیاست‌های آموزش رسمی و غیررسمی	EduPolicy	سیاست‌های آموزش رسمی و غیررسمی	نظر خبرگان؛ UNCTAD (2019)
	فیلترینگ و کنترل فضای مجازی	Filtering	فیلترینگ و کنترل فضای مجازی	نظر برگان

طبقه	زیرطبقه	برچسب زیرطبقه در نرم‌افزار	مصادیق عوامل محیطی	استناد
اخلاقی	فردگرایی در جامعه	Individual	رشد فردگرایی در جامعه	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
	اعتماد مردم به دولت	Trust	رشد بی‌اعتمادی جامعه به ساختارهای اجتماعی و سیاسی	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)؛ نظر خبرگان

(منبع: تحلیل نویسندگان)

۲-٤. ارزیابی اثرگذاری و اثرپذیری عوامل محیطی کلیدی مؤثر بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی

این بخش بر اساس تحلیل ساختاری اثرات متقابل به شناسایی مهم‌ترین عوامل محیطی که بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی تأثیرگذار هستند، پرداخته است. بعد از وارد کردن نظرات خبرگان (مقادیر ماتریس) در نرم‌افزار «میک‌مک»، ویژگی‌های عمومی ماتریس تعیین شد. جدول ۳، تحلیل اولیه داده‌های ماتریس اثرات متقابل را نشان می‌دهد.

جدول ۳. تحلیل اولیه داده‌های ماتریس اثرات متقابل

شاخص	مقدار	درصد
اندازه ماتریس	۳۸	–
تعداد چرخش	۲	۱۰۰
بدون تأثیر (تعداد عدد صفر)	۱۴۹	–
تأثیر کم (تعداد عدد یک)	۴۳۷	۳۴
تأثیر متوسط (تعداد عدد دو)	۳۱۸	۲۴
تأثیر زیاد (تعداد عدد سه)	۵۴۰	۴۲
مجموع	۱۲۹۵	۱۰۰
درصد پرشدگی	۸۹/۷[1]	

بر اساس جدول ۳، ماتریس پس از دو بار چرخش داده‌ای از مطلوبیت و بهینگی ۱۰۰ درصد برخوردار شده است که این موضوع حاکی از روایی بالای پرسشنامه و پاسخ‌های

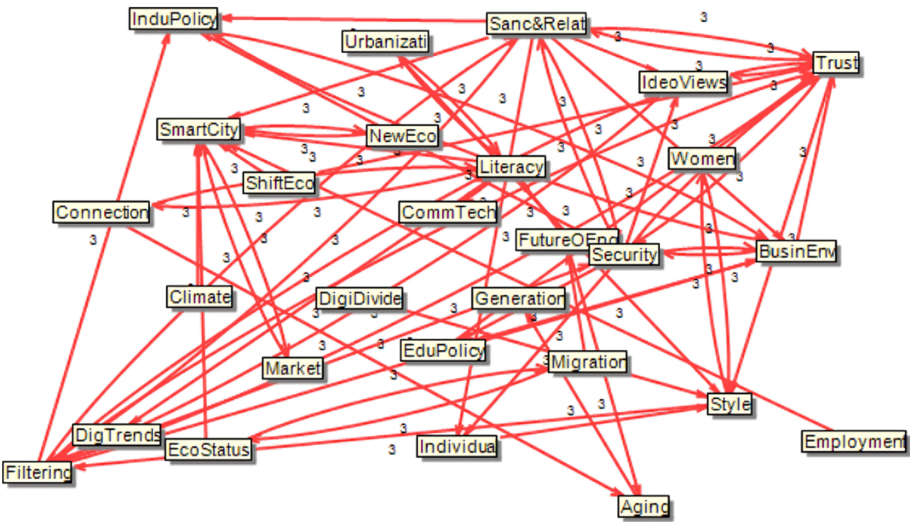
۱. ۱۲۹۵ اثر از ۱۴۴۴ اثر

آن است. در چرخش اول، مطلوبیت داده اثرگذاری و اثرپذیری به‌ترتیب ۹۳ و ۹۶ درصد بود که در چرخش دوم هر دو به ۱۰۰ رسیدند. شاخص پُرشدگی به‌دست‌آمده برای متغیرها با دوبار چرخش داده‌ای عدد ۸۹/۷ درصد است که این امر مؤید اثرات بسیار پیچیده عوامل بر یکدیگر است و نشان از این مهم دارد که عوامل انتخاب‌شده در بیش از ۸۹ درصد موارد بر یکدیگر تأثیر گذاشته‌اند. به‌طور کلی، از مجموع ۱۴۴۴[1] اثر قابل ارزیابی، ۱۲۹۵ اثر معادل ۸۹/۷ درصد از کل اثرات بین عوامل دارای ارزش اثرات متقاطع بوده‌اند و ۱۰/۳ درصد دارای ارزش عددی صفر (بدون اثرگذاری و اثرپذیری) بودند. از ۱۲۹۵ اثر دارای ارزش، ۳۴ درصد از اثرات دارای ارزش عددی یک بودند؛ یعنی عوامل، اثرات متقاطع ضعیفی بر هم داشته‌اند. همچنین ۶۶ درصد از عوامل اثرات متقاطع متوسط و بالاتر داشتند.

٤-۲-۱. تحلیل اثرگذاری مستقیم عوامل محیطی مؤثر بر نظام علم، تحقیقات، فناوری و نوآوری فضای مجازی

جهت تحلیل اثرگذاری مستقیم عوامل محیطی مؤثر بر نظام علم، تحقیقات، فناوری و نوآوری فضای مجازی، از نمایش نمودار اثرگذاری مستقیم عوامل در پوشش ۵ درصد بهره‌گیری شد (شکل ۳). هرچه درصد پوشش کمتر انتخاب شود، عوامل دارای اثرگذاری مستقیم بیشتر نمایش داده می‌شوند. بر اساس شکل ۳، عوامل شکاف دیجیتال، سیاست‌های آموزش رسمی و غیررسمی، رویکردهای جدید اقتصادی، تحریم و روابط بین‌الملل، امنیت داخلی و بین‌المللی، سواد، فیلترینگ، روندهای فناوری‌های دیجیتال، محیط کسب‌وکار، نگاه‌های ایدئولوژیک بر تصمیمات فضای مجازی، مهاجرت نیروی کار، سیاست صنعتی، سهم بازار فناوری‌های پیشرو، فناوری‌های ارتباطی، آینده مهندسی، جابه‌جایی قدرت‌های اقتصادی و فعالیت‌های نوآورانه در جهان، اعتماد مردم به دولت، هوشمندسازی شهر، نقش‌آفرینی زنان در جامعه، اتصال به اینترنت، وضعیت اقتصادی مردم، شهرنشینی، اشتغال، سبک زندگی مردم، فردگرایی در جامعه، سالمندی و گسست نسلی از عوامل تشکیل‌دهنده ساختار اثرگذاری مستقیم بر نظام علم، تحقیقات، فناوری و نوآوری فضای مجازی شناخته شدند. همچنین، تمامی روابط نیز از اثرگذاری قوی برخوردار هستند.

۱. ۱۴۴۴=۳۸×۳۸

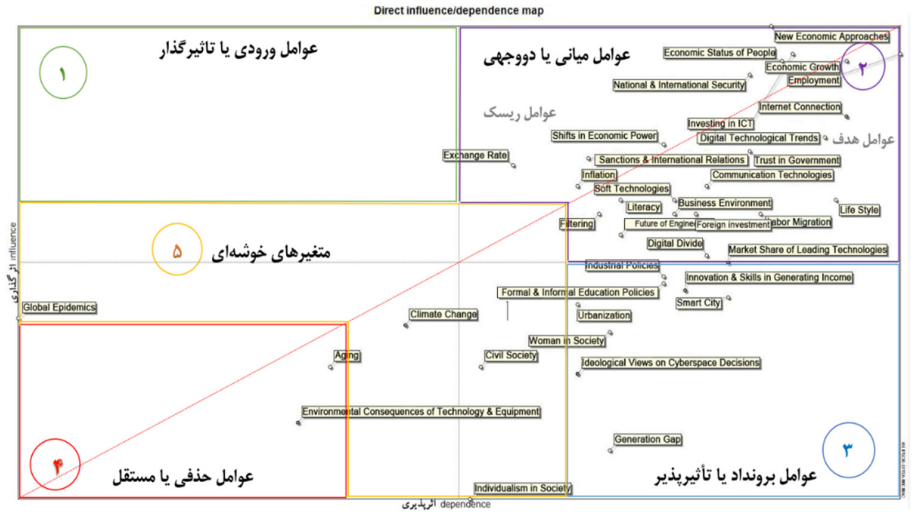


توضیحات: ۱) تأثیر کم ۲) تأثیر متوسط ۳) تأثیر زیاد

شکل ۳. نمودار اثرگذاری مستقیم عوامل با پوشش ۵ درصد (منبع: خروجی میک‌مک)

٤-۲-۲. ارزیابی نقشه اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم عوامل محیطی مؤثر بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی

بر اساس توضیحات ذکرشده در بخش روش‌شناسی و همچنین نتایج ماتریس‌های اثرات، پراکنش عوامل محیطی مؤثر بر نظام مذکور بر اساس اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم به شرح شکل ۴، است.



شکل ٤. نقشه اثرگذاری- اثرپذیری مستقیم عوامل محیطی مؤثر بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی (منبع: خروجی میک‌مک)

از آنجا که الگوی توزیع عوامل بر اساس شکل ۴، به‌صورت شکل L است و عوامل در اطراف قطر اصلی توزیع شده‌اند، بنابراین سیستم ناپایدار است و به شدت تحت تأثیر اثرات عوامل بر یکدیگر است. هر عامل هم اثرگذار و هم اثرپذیر است و هر اقدامی بر روی یک عامل بر روی سایر عوامل اثرگذار است. همچنین، در شکل ۴، طبقه‌بندی عوامل ناپایدار بر اساس مطالعه Godet, Durance, & Gerber (2009) انجام شد که نتایج به‌شرح زیر است:

الف. عوامل ورودی یا تأثیرگذار: عاملی که کنترل و هدایت آن بسیار دارای اهمیت باشد و اثرگذاری زیاد و اثرپذیری کمی بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی داشته باشد، مشاهده نشد (رجوع به ناحیه ۱ در شکل ۴).

ب. عوامل میانی یا دو-وجهی شامل (رجوع به ناحیه ۲ در شکل ۴):

۱. عوامل هدف شامل اشتغال، اتصال به اینترنت، رشد اقتصادی، روندهای فناورانه دیجیتال، اعتماد مردم به دولت، فناوری‌های ارتباطی، سرمایه‌گذاری‌های خارجی، شکاف دیجیتال، سهم بازار فناوری‌های پیشرو، مهاجرت نیروی کار، فضای کسب‌وکار، سبک زندگی جامعه، سواد، آینده مهندسی، فیلترینگ و کنترل فضای مجازی و فناوری‌های نرم. این عوامل بیشتر از آنکه تأثیرگذار باشند، تأثیرپذیرند

و با هدایت آن‌ها می‌توان به تغییرات و تکامل مورد نظر در نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی نزدیک شد (رجوع به زیر خط قطری در این ناحیه).

۲. عوامل ریسک شامل رویکردهای جدید اقتصادی، وضعیت اقتصادی مردم، سرمایه‌گذاری در حوزه فاوا، امنیت ملی و بین‌المللی، جابه‌جایی در قدرت اقتصادی و فعالیت‌های نوآورانه در جهان، تحریم و روابط بین‌الملل، تورم و نرخ ارز. این عوامل ظرفیت بالایی در تبدیل شدن به عوامل محیطی کلیدی را دارند (رجوع به بالای خط قطری در این ناحیه).

پ. عوامل بروندادیا تأثیرپذیر شامل نقش نوآوری و مهارت در درآمدزایی، سیاست‌های صنعتی، هوشمندسازی شهر، سیاست‌های آموزش رسمی و غیررسمی، شهرنشینی، نقش زنان در جامعه، نگاه‌های ایدئولوژیک بر تصمیمات فضای مجازی و گسست نسلی که تأثیرگذار نیستند، اما بسیار وابسته هستند و رفتار آن‌ها عمدتاً ناشی از تأثیرات متغیرهای ورودی و میانی است (رجوع به ناحیه ۳ در شکل ۴).

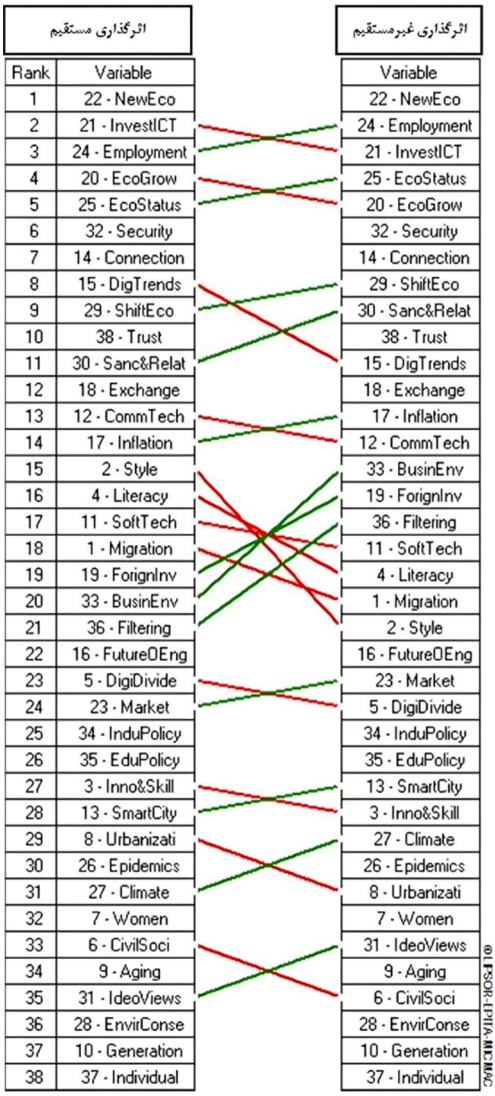
ت. عوامل حذفی یا مستقل، عواملی که نه تأثیرگذار هستند و نه وابسته و می‌توان آن‌ها را در تحلیل مورد چشم‌پوشی قرار داد؛ شامل عوامل سالمندی و پیامدهای محیط زیستی فناوری و تجهیزات (رجوع به ناحیه ۴ در شکل ۴).

ث. عوامل خوشه‌ای که بر اساس پراکندگی عوامل، شامل تغییرات اقلیمی، نقش جامعه مدنی و بیماری‌های همه‌گیر جهانی و فردگرایی در جامعه هستند. این عوامل به اندازه کافی تأثیرگذار یا وابسته نیستند که در بین سایر طبقات قرار گیرند و نمی‌توان نتیجه قطعی در مورد تأثیر آن‌ها بر نظام داشت و نیاز به مطالعات بیشتری در آینده دارند (رجوع شود به ناحیه ۵ در شکل ۴).

٤-۲-۳. مقایسه تغییرات رتبه‌ای عوامل محیطی مورد بررسی بر اساس اثرگذاری مستقیم و غیرمستقیم

شکل ۵، بیانگر آن است که پراکنش عوامل در هر دو ماتریس اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر اساس میزان اثرگذاری مستقیم و غیرمستقیم تغییر چندانی نکرده و جابه‌جایی عوامل با اندک تغییراتی صورت گرفته است. بر اساس نتایج، رتبه اول چه در اثرگذاری مستقیم و چه در اثرگذاری غیرمستقیم عیناً شبیه هم و به عامل رویکردهای جدید اقتصادی اختصاص دارد. رتبه‌های دوم تا پنجم نیز در اثرگذاری مستقیم و غیرمستقیم با یک یا دو پله تفاوت، مربوط به متغیرهای سرمایه‌گذاری در حوزه فاوا، اشتغال، رشد اقتصادی و وضعیت

اقتصادی مردم است. رتبه ششم و رتبه هفتم در اثرگذاری مستقیم و غیرمستقیم مربوط به عامل امنیت داخلی و بین‌المللی و عامل اتصال به اینترنت است. همچنین عامل روندهای فناورانه دیجیتال در اثرگذاری مستقیم رتبه هشتم و در اثرپذیری مستقیم رتبه یازدهم (با سه پله جابه‌جایی)، جابه‌جایی در قدرت جهانی و فعالیت‌های نوآورانه در جهان در اثرگذاری مستقیم رتبه نهم و در اثرپذیری مستقیم رتبه هشتم (با یک پله جابه‌جایی) و اعتماد مردم به دولت هم در اثرگذاری مستقیم و در اثرگذاری غیرمستقیم رتبه دهم را به خود اختصاص داده‌اند. رتبه‌های سایر عوامل نیز در شکل ۵، مشخص است.



شکل ۵. مقایسه تغییرات رتبه‌ای عوامل محیطی بر مبنای اثرگذاری مستقیم و غیرمستقیم
(منبع: خروجی میک‌مک)

۵. بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه در مطالعات نظام علم، فناوری و نوآوری تمرکز بیشتر بر کارکردها و ساختارهای نظام است، روندها و عواملی که در پیرامون نظام در حال وقوع هستند و

به‌صورت مجزا و یا در اثر برهم‌کنش با یکدیگر بر پیکره این نظام و کارکردهای آن تأثیرگذار هستند، مغفول باقی می‌مانند. بنابراین، در این پژوهش به شناسایی عوامل محیطی کلیدی اثرگذار بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی در ایران پرداخته شد. با بهره‌گیری از مطالعه کتابخانه‌ای و نظر خبرگان، عوامل محیطی که بر نظام مذکور تأثیرگذارند، شناسایی و با بهره‌گیری از مدل STEEPLED طبقه‌بندی شدند که هفت طبقه را شامل شد: اجتماعی-دموگرافی (مطابق با نتایج نراقی و همکاران ۱۴۰۰؛ باقری‌نژاد و سیدان ۱۳۹۷)، فناورانه (مطابق با نتایج نراقی و همکاران ۱۴۰۰)، اقتصادی (مطابق با نتایج نراقی و همکاران ۱۴۰۰؛ باقری‌نژاد و سیدان ۱۳۹۷؛ شبابی و همکاران ۱۳۹۷)، محیط زیستی (مطابق با نتایج نراقی و همکاران ۱۴۰۰؛ اسماعیلی‌زاده و همکاران ۱۳۹۷)، سیاسی (مطابق با نتایج نراقی و همکاران ۱۴۰۰؛ شبابی و همکاران ۱۳۹۷)، سیاستی-قانونی (مطابق با نتایج نراقی و همکاران ۱۴۰۰؛ اسماعیلی‌زاده و همکاران ۱۳۹۷)، اخلاقی. توزیع عوامل در طبقات مختلف نشان از پیچیدگی محیط پیرامون نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی دارد؛ هرچند که الگوی توزیع عوامل محیطی (شکل ۴) نیز تأییدی بر این ادعاست. بر اساس نتایج، الگوی توزیع عوامل محیطی (شکل ۴) نشان می‌دهد که نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی، به‌دلیل اثرات متقابلی که عوامل محیطی اثرگذار بر این نظام دارند، با محیط بسیار پیچیده‌ای مواجه است. فارغ از نظام علم، فناوری و نوآوری، از آنجا که فضای مجازی نیز خود یک نظام اجتماعی-فنی است، بنابراین اثرات متقابل عوامل محیطی اثرگذار بر این نظام بسیار مهم هستند.

این تنوع عوامل و پیچیدگی ناشی از اثرات متقابل عوامل بر یکدیگر، نشان از آن دارد که بازیگران مختلف نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی هر یک به‌عنوان یک واحد منفک نمی‌توانند به مدیریت اثرات محیطی بپردازند و نیاز به هماهنگی و انسجام سیاستی در زمینه بهره‌گیری از فرصت‌های ناشی از این اثرات و کاهش تهدیدهای آن‌ها بر ارکان نظام مذکور است. به‌عنوان یکی از مصادیق می‌توان به عامل رویکردهای جدید اقتصادی که در بالاترین میزان اثرپذیری و اثرگذاری بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی قرار دارد، اشاره کرد که در صورتی که سازمان‌های متولی سیاست‌های اقتصادی، رویکردهای جدیدی از قبیل اقتصاد دیجیتال، اقتصاد اشتراکی، اقتصاد گیگ و غیره را در دستور کار قرار ندهند، بلوغ نظام مذکور به تعویق خواهد افتاد که فرصت‌های اقتصادی، دانشی و اجتماعی فراوانی از دست خواهد رفت. بر این اساس، این پیشنهاد سیاستی نیز

قابل ذکر است که عوامل محیطی مستخرج بر اساس میزان اثرپذیری و اثرگذاری به‌منظور تعریف و تدوین اهداف و ابزارهای سیاستی، مورد توجه سیاست‌گذاران بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات و به‌ویژه فضای مجازی و سیاست‌گذاران فرابخشی قرار گیرد.

اما آنچه که ضروری است، شناسایی کلیدی‌ترین و مهم‌ترین عوامل از میان عوامل شناسایی شده است تا بتوان جهت تحقق کارکردهای مناسب و حداکثری نظام از آن‌ها بهره برد و آن‌ها را هدایت کرد. بر اساس نتایج طبقه‌بندی عوامل و نقشه اثرگذای و اثرپذیری مستقیم، سه عامل هدف، ریسک، و برونداد قابل بررسی بیشتر هستند. با توجه به نتایج، ۸۳ درصد از عوامل تشکیل‌دهنده طبقه فناورانه، ۵۰ درصد از عوامل طبقه سیاستی–قانونی، ۵۰ درصد از عوامل طبقه اخلاقی، ۴۴ درصد از عوامل طبقه اقتصادی، و ۴۰ درصد از عوامل طبقه اجتماعی-دموگرافی در زمره عوامل هدف هستند. عواملی که با مورد ملاحظه قرار دادن آن‌ها می‌توان به تکامل نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی نزدیک شد. بر اساس نتایج، کلیدی‌ترین عوامل هدف (پنج عامل نخست) بر اساس میزان اثرگذاری مستقیم به اشتغال، رشد اقتصادی، اتصال به اینترنت، روندهای فناورانه دیجیتال و اعتماد مردم به دولت اختصاص دارد. بر این مبنا پیشنهاد می‌شود عوامل مذکور با توجه به اهداف و کارکردهای نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی توسعه و هدایت شوند. عوامل ریسک نیز از عوامل دو طبقه سیاسی و اقتصادی بودند که ۷۵ درصد از عوامل طبقه سیاسی و ۵۶ درصد از عوامل طبقه اقتصادی را به خود اختصاص داده‌اند. بر اساس میزان اثرگذاری مستقیم، ترتیب عوامل ریسک بدین شرح خواهد بود: رویکردهای جدید اقتصادی (از جمله اقتصاد اشتراکی، اقتصاد گیگ و غیره)، سرمایه‌گذاری در حوزه فاوا، وضعیت اقتصادی مردم، امنیت ملی و بین‌المللی، جابه‌جایی در قدرت اقتصادی و فعالیت‌های نوآورانه در جهان، تحریم و روابط بین‌الملل، نرخ ارز، و تورم. این عوامل در واقع، بر لبه تیغ قرار دارند و در صورتی که مورد ملاحظه قرار گیرند، قابلیت تبدیل شدن به عوامل هدف را دارند و در صورتی که مورد توجه قرار نگیرند، به‌شدت نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی را مختل خواهند کرد؛ به‌ویژه سه عامل اول نامبرده که در پنج رتبه اول اثرگذاری مستقیم و غیرمستقیم قرار دارند. بر این اساس، به سیاست‌گذاران پیشنهاد می‌شود با تعریف و پیاده‌سازی ابزارهای سیاستی مناسب، زمینه توسعه اقتصاد اشتراکی و اقتصاد گیگ، توسعه سرمایه‌گذاری مشارکتی عمومی–خصوصی و ورود سرمایه‌های خارجی، توسعه توان دسترسی همگان به اینترنت

و پذیرش اجتماعی فناوری‌های نرم و سخت فضای مجازی را فراهم آورند. از آنجا که تحقق اکثر اهداف سیاستی فوق مستلزم حضور و نقش‌آفرینی طیف متنوعی از بازیگران و کنشگران از بخش عمومی، بخش خصوصی و جامعه است، به سیاست‌گذاران پیشنهاد می‌شود از رویکردهای نوین و نوپدید حکمرانی نظیر حکمرانی باز، مشارکتی، مبتنی بر شواهد و انعکاسی[1] بهره‌برداری کنند. پیشنهادات سیاستی در موضوعات نامبرده می‌تواند پایه‌ای برای شکل‌گیری پژوهش‌های ملی آتی در این حوزه نیز باشد.

افزون بر این، عوامل برونداد نیز در طبقات اجتماعی-دموگرافی، فناورانه، سیاسی و سیاستی-قانونی پراکنده هستند. ۴۰ درصد از عوامل طبقه اجتماعی-دموگرافی، ۱۷ درصد از عوامل فناورانه، ۲۵ درصد از عوامل طبقه سیاسی و ۵۰ درصد از عوامل طبقه سیاستی-قانونی، عوامل برونداد هستند. بر اساس میزان اثرگذاری مستقیم، از میان هفت عامل شناسایی‌شده، سیاست‌های صنعتی، سیاست‌های آموزش رسمی و غیررسمی و نقش نوآوری و مهارت در درآمدزایی، سه عامل نخست را به خود اختصاص داده‌اند. از آنجا که رفتار عوامل برونداد متأثر از عوامل دو-وجهی (هدف و ریسک) است، بنابراین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده به اثر اشتغال، رشد اقتصادی، اتصال به اینترنت، روندهای فناورانه دیجیتال و اعتماد مردم به دولت بر سیاست‌های صنعتی، سیاست‌های آموزش رسمی و غیررسمی و سهم نوآوری و مهارت در درآمدزایی در بستر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی پرداخته شود. عوامل محیط زیستی نیز بر اساس نتایج، در عوامل خوشه‌ای و حذفی قرار گرفته‌اند که این نتیجه نیز هم‌راستا با مطالعه «اسماعیلی‌زاده» و همکاران (۱۳۹۷) است که عوامل محیط زیستی کمتر به‌عنوان متغیرهای اثرگذار در نظام‌های نوآوری در ایران به‌شمار می‌آیند.

در انتها پیشنهاداتی برای پژوهش‌های آتی در این زمینه ارائه می‌گردد: اول، تدوین سناریوهای پیش روی توسعه فضای مجازی در ایران بر اساس کلیدی‌ترین نیروهای پیشران عدم قطعیت‌های مختلف در حوزه‌های فناورانه و اجتماعی؛ دوم، طراحی نگاشت نهادی و تقسیم کار ملی در نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی به‌گونه‌ای که کلیدی‌ترین کارکردها به بازیگران مناسب نظام تخصیص پیدا کنند؛ سوم، تحلیل انواع شکست‌های سیستمی محتمل در نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی مشتمل بر شکست‌های

1. open, participatory, evidence-based and reflexive governance

نهـادی نـرم و سـخت، شکسـت‌های قابلیـت، شکسـت‌های زیرسـاختی و شکسـت‌های روابـط و تعامـلات و ارائـه برنامه‌هـای سیاسـتی بـرای رفـع ایـن شکسـت‌ها.

تشکر و قدردانی

مقالـه حاضـر مسـتخرج از بخشـی از طـرح پژوهشـی «طراحـی نظـام علـم، تحقیقـات، فنـاوری و نـوآوری فضـای مجـازی» اسـت کـه بـا ابـلاغ اعتبـار از سـوی معاونـت فنـاوری و نـوآوری وزارت علـوم، تحقیقـات و فنـاوری بـه پژوهشـکده فنـاوری اطلاعـات و ارتباطـات جهـاد دانشـگاهی انجـام شـده اسـت. نویسـندگان بـر خـود لازم می‌داننـد از معاونـت محتـرم فنـاوری و نـوآوری وزارت عتـف و خبرگانـی کـه در انجـام ایـن پژوهـش همراهـی و همـکاری کرده‌انـد، تشـکر و قدردانـی نماینـد.

فهرست منابع

آذر، عـادل، فرجالـه رهنـورد، و غلامحسـین مسـلمانی. ۱۳۹۴. طراحـی الگـوی تدویـن راهبـرد صنعـت: مـورد مطالعـه صنعـت پتروشـیمی. *فراینـد مدیریـت و توسـعه* ۲۸ (۴): ۶۱-۸۹.

احمدیـان دیوکتـی، محمـد مهـدی، حسـنعلی آقاجانـی، میثـم شـیرخدایی، و امیـر منصـور طهرانچیـان. ۱۳۹۷. طراحـی مـدل سیاسـت‌گذاری علـم و فنـاوری مبتنـی بـر رویکـرد پیچیدگـی اقتصـادی. *سیاسـت‌گذاری عمومـی* ۴ (۴): ۹-۲۷.

آزادی، جواد. ۱۳۹۷. امنیت سایبری یا امنیت فضای مجازی؟ *تأملات رشد* ۱ (۱): ۱۶۴–۱۶۸.

اسـماعیلی‌زاده، محمـد، علیرضـا علی‌احمـدی، سـیامک نـوری، و حمیدرضـا نورعلیـزاده. ۱۳۹۷. عوامـل کلان تأثیرگـذار بـر نظـام نـوآوری فناورانـه فتوولتائیـک در ایـران: رویکـرد مدلژسـازی ساختاری–تفسـیری. *فصلنامـه پژوهش‌هـای سیاسـت‌گذاری و برنامه‌ریـزی انـرژی* ۴ (۱۲): ۷۷-۱۱۱.

باقری‌نـژاد، جعفـر، و سـیده محیـا سـیدان. ۱۳۹۷. تدویـن سیاسـت علـم، فنـاوری و نـوآوری بـرای کشـورهای در حـال توسـعه: ارائـه مـدل مفهومـی و تحلیـل تطبیقـی. *صنعـت و دانشـگاه* ۸ (۲۷ و ۲۸): ۱۳-۲۶.

جمشـیدی، محمـد، و ایـرج الهـی دهقـی. ۱۳۹۳. ارائـه الگـوی تحلیـل محیـط راهبـردی سیاسـت خارجـی جمهـوری اسـلامی ایـران؛ مطالعـه مـوردی منطقـه آسـیای مرکـزی. *فصلنامـه علمـی مطالعـات آسـیای مرکـزی و قفقـاز* ۲۰ (۸۶): ۳۱-۶۱.

خیاطیـان، محمدصـادق، کیـارش فرتـاش، و پـدرام پورعسـگری. ۱۳۹۹. ارائـه چارچوبـی بـرای پایـش و ارزیابـی نظـام ملـی علـم، فنـاوری و نـوآوری ایـران. *فصلنامـه علمـی پژوهشـی راهبـرد فرهنـگ* ۱۳ (۴۹): ۱۱۹-۱۵۴.

رشـیدارده، حبیبالـه، و سـعید خزائـی. ۱۳۹۵. تحلیـل کلان رونـدهـای مؤثـر بـر آینـدهٔ بـازار صنعـت بانکـداری بـا رویکـرد تحلیـل سـاختاری، تحلیـل تأثیـر متقابـل. *تحقیقـات بازاریابـی نویـن* ۶ (۳): ۶۷-۸۶.

رفسنجانی‌نژاد، سیما. ۱۳۹۴. گزارش درآمدی بر مسائل و چالش‌های سیاست‌گذاری علم و فناوری در ایران. مرکز بررسی‌های استراتژیک ریاست جمهوری.

شبابی، هومن، محمود یحیی‌زاده‌فر، سعید راسخی، و میثم شیرخدایی. ۱۳۹۷. بررسی رابطه متغیرهای اثرگذار بر توسعه علم، توسعه فناوری و رشد اقتصادی در ایران با رویکرد پویایی سیستم. *فصلنامه نوآوری و ارزش‌آفرینی* ۷ (۱۳): ۵۵-۷۸.

صفدری رنجبر، مصطفی، و محمدرضا عطارپور. ۱۴۰۰. *نگاهی به زیست‌بوم علم، فناوری و نوآوری در ایران (مسیر پیموده شده و افق‌های پیشرو)*. گزارش سیاستی، اندیشکده سیاست‌پژوهان علم، فناوری و نوآوری. https://iranthinktanks.com/a-look-at-the-ecology-of-science-technology-and-innovation-in-iran/ (دسترسی در ۱۴۰۲/۱/۱۰-)

فیروزآبادی، سید ابوالحسن. ۱۳۹۸. *فضای مجازی و تحولات آن*. مشهد: به نشر، انتشارات آستان قدس رضوی.

منتظر، غلامعلی، و شادی ضیغمی. ۱۳۹۳. محتواکاوی اسناد ملی فناوری اطلاعات در ایران. *سیاست علم و فناوری* ۶ (۴): ۴۷-۶۷.

مولایی، محمدمهدی، و حامد طالبیان. ۱۳۹۴. آینده‌پژوهی مسائل ایران با روش تحلیل ساختاری. *مجلس و راهبرد* ۲۳ (۸۶): ۵-۳۲.

میرعمادی، سید ایمان. ۱۳۹۸. نظام نوآوری فناورانه: الگویی برای سیاست‌گذاری نوآوری و توسعه فناوری. *سیاست علم و فناوری* ۱۲ (۲): ۱۷۱-۱۹۲.

ناظمی، امیر. ۱۳۹۴. تحلیل بر گذر (تحلیل تأثیرات متقابل). در: سعید خزایی، امیر ناظمی، امیرهوشنگ حیدری، عزیز علیزاده و حامد کاشانی (مولفان) *مبانی آینده‌پژوهی و روش‌های آن* (۳۶۹-۴۱۴). تهران: انتشارات مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.

نراقی، نرگس، مشکات اسدی، علی چاپرک، و تورج‌اله وردی بیک. ۱۴۰۰. شناسایی و تحلیل روندهای تأثیرگذار بر آینده نظام پژوهش، فناوری و نوآوری کشور. در: *پژوهش، فناوری و نوآوری در برنامه هفتم توسعه: مطالعات، تحلیل‌ها و پیشنهادها*، ردائی، نیلوفر. تهران: مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور، (۹۱-۱۸۰).

نرگسیان، عباس، علی پیران‌نژاد، حامد حاجی ملامیرزایی، و عباس قربیان. ۱۴۰۰. ارائه مدل اجرای خط‌مشی‌های فضای مجازی در ایران. *امنیت ملی* ۱۱ (۳۹): ۱۶۱-۱۹۸.

نصر اصفهانی، علیرضا، احمد کوهی اصفهانی، سید جعفر حسینی، و توفیق حسین‌زاده لنج‌آبادی. ۱۴۰۱. *تحلیل کلان روندهای جهانی و روندهای آینده ایران برای برنامه هفتم توسعه*. تهران: دفتر مطالعات حکمرانی، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل: ۱۸۵۴۴.

نوروزی، عفت، سید حبیب‌الله طباطبائیان، و سید سروش قاضی‌نوری. ۱۳۹۵. ارزیابی تأثیر کارکردهای نهادهای میانجی در رفع ضعف‌های نظام ملی نوآوری ایران. *سیاست علم و فناوری* ۸ (۱): ۱۵-۲۶.

References

Choucri, N. & D.D. Clark. 2013. Who controls cyberspace? *Bulletin of the Atomic Scientists* 69 (5): 21–31. https://doi.org/10.1177/0096340213501370

Clark, D. 2010. *Characterizing cyberspace: past, present and future*. MIT CSAIL. https://ecir.mit.edu/sites/default/files/documents/%5BClark%5D%20Characterizing%20Cyberspace-%20Past%2C%20Present%20and%20Future.pdf (accessed January 30, 2023)

Edler, J. & J. Fagerberg. 2017. Innovation policy: what, why, and how. *Oxford Review of Economic Policy* 33 (1): 2-23. https://doi.org/10.1093/oxrep/grx001

Edsand H.E. 2016. Technological innovation systems and the wider context: A framework for developing countries. Technology in Society 58: 101150, https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.101150.

ESPAS. 2019. *Global trends to 2030: challenges and choices for europe*. An Inter-Institutional Eu Project.

Gartner. 2022. *Top Strategic Technology Trends 2023*. https://www.gartner.com. (accessed February 25, 2023)

Geels, F.W. 2004. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research policy* 33 (6-7): 897-920. https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015

Georgiadou, K. Siakas, E. Berki, J. Estdale, H. Rahanu, M. Ross, & R. Messnarz. 2021. A multidimensional review and extension of the SPI Manifesto using STEEPLED analysis. In: Murat Yilmaz, Paul Clarke, Richard Messnarz & Michael Reiner (Eds) *Systems, Software and Services Process Improvement* (pp.181-208), EuroSPI 2021, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85521-5_13

Godet, M., P. Durance, & A. Gerber. 2009. Strategic foresight, la prospective: use and misuse of scenario building. Research working paper (#10), Editions Dunod. http://en.laprospective.fr/dyn/anglais/ouvrages/sr10veng.pdf. (accessed April 19, 2023)

Graham, M., I. Hjorth, & V. Lehdonvirta. 2017. Digital labour and development: Impacts of global digital labour platforms and the gig economy on worker livelihoods. Transfer: *European Review of Labour and Research* 23 (2): 135–162. https://doi.org/10.1177/1024258916687250

Hekkert, M.P., R.A. Suurs, S.O. Negro, S. Kuhlmann, & R.E. Smits. 2007. Functions of innovation systems: a new approach for analysing technological change. *Technological Forecasting and Social Change* 74: 413-432. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2006.03.002

Kieft A., R. Harmsen, & M.P. Hekkert. 2015. Toward a better understanding of blocking mechanisms in systems of innovation: Insights from an analysis of the relatedness of problems in a case study of high energy efficient houses in the Netherlands. In: Arho Suominen, Hannes Toivanen & Mika Nieminen (Eds), *The Book of Abstracts for The 2015 Annual Conference of the EU-SPRI Forum* (pp.255-259), Helsinki, Finland.

Kuehl, D.T. 2009. From cyberspace to cyberpower: Defining the problem. In: F. D. Kramer, S. H. Starr, & L. K. Wentz (Eds.), *Cyberpower and National Security* (pp. 24–42). University of Nebraska Press. https://doi.org/10.2307/j.ctt1djmhj1.7

Markard J. & Truffer, B. 2008. Technological innovation systems and the multi-level perspective: Towards an integrated framework. *Research Policy* 37 (4): 596-615. https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.01.004

McKinsey. 2022. McKinsey Technology Trends Outlook 2022. https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-top-trends-in-tech-2022 (accessed February 21, 2023)

Miles, I. & M. Keenan. 2003. *Organizing a technology foresight exercise*. Technology Foresight for Organizers: Ankara, Turkey.

OECD. 1999. *Managing National Innovation Systems*. https://read.oecd-ilibrary.org/industry-and-services/managing-national-innovation-systems_9789264189416-en#page1. (accessed January 15, 2023)

OECD. 2016. *OECD Science, technology and innovation outlook 2016*. Paris.

Ottis, R. & P. Lorents. 2010. Cyberspace: Definition and implications. In Proceedings of the 5th International Conference on Information Warfare and Security, Dayton, OH, US, 8-9 April. Reading: Academic Publishing Limited, pp 267-270.

UNCTAD. 2016. Science, technology and innovation policy review: Iran. https://unctad.org/publication/science-technology-and-innovation-policy-review-iran (accessed March 1, 2023)

_____. 2019. *A framework for science, technology and innovation policy reviews: harnessing innovation for sustainable development.* UNCTAD/DTL/STICT/2019/4.

_____. 2021. *The technology and innovation report 2021: catching technological waves innovation with equity*. https://unctad.org/system/files/official-document/tir2020_en.pdf (accessed March 1, 2023)

Velasquez Lugo, M. 2020. Use of the prospective structural analysis to characterize variables of educational quality in primary and secondary venezuelan institution. *Educacion* 29 (56): 170-190. https://doi.org/10.18800/educacion.202001.008.

Veretennikova, A. & K. Kozinskaya. 2022. Assessment of the sharing economy in the context of smart cities: social performance. *Sustainability* 14 (19): 12200. https://doi.org/10.3390/su141912200

Wieczorek, A.J. & M.P. Hekkert. 2012. Systemic instruments for systemic innovation problems: a framework for policy makers and innovation scholars. *Science and Public Policy*, 39: 74-87. https://doi.org/10.1093/scipol/scr008

_____, L. Coenen, & R. Harmsen. 2015. Broadening the national focus in technological innovation system analysis: the case of offshore wind. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 14: 128-148. https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.09.001

Wiener, N. 1948. *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine.* New York: John Wiley.

World Intellectual Property Organization (WIPO). 2022. Global Innovation Index 2022: What is the future of innovation-driven growth?. Geneva: WIPO. https://doi.org/10.34667/tind.46596

الهام فهام

متولد سال ۱۳۶۱، دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته آموزش کشاورزی از دانشگاه تهران است. ایشان هم‌اکنون استادیار گروه پژوهشی توسعه مدل‌های کسب‌وکار در حوزه IT (مطالعات راهبردی در حوزه فاوا) است.

سیاست‌گذاری علم و فناوری و سیاست‌گذاری نوآوری‌های دیجیتال از جمله علایق پژوهشی وی است.

مصطفی صفدری رنجبر

متولد ۱۳۶۲ و دارای مدرک دکتری مدیریت فناوری از دانشگاه علامه طباطبائی است. ایشان هم‌اکنون استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری دانشکدگان فارابی دانشگاه تهران است.

سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری، نظام‌های نوآوری و سیاست‌گذاری گذار به فناوری‌های دیجیتال و سبز از جمله علایق پژوهشی وی است.