

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

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

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 STEEPLD 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

Iranian Journal of
**Information
Processing and
Management**

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>



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؛ دانشکده گان فارابی؛
دانشگاه تهران؛ قم، ایران؛
Mostafa.safdari@ut.a.c.ir



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

تشریح علمی | رتبه بین المللی
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
(ایرانداک)

شاپا (چاپی) ۲۲۵۱-۸۲۲۳

شاپا (الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۲۵۱

نمایه در SCOPUS، ISI، LISTA، و

jipm.irandoc.ac.ir

دوره ۳۹ | شماره ۴ | 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 بهره گیری شده است. در بخش کیفی با استفاده از مطالعه کتابخانه‌ای و نظر خبرگان، عوامل محیطی که بر نظام مذکور تأثیرگذارند، شناسایی و با بهره گیری از مدل STEEPLD طبقه‌بندی شدند که هفت طبقه را شامل می‌شود: اجتماعی-دموگرافی، فناوریانه، 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 بهره گیری شده است. الگوی توزیع عوامل محیطی نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی، به دلیل اثرات متقابل عوامل بر یکدیگر نشان داد که این نظام با محیط بسیار پیچیده‌ای مواجه است. بر اساس نتایج، ۸۳ درصد از عوامل تشکیل دهنده طبقه فناوریانه، 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 فناوریانه 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 مبنای 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 تأثیر گذارند (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، طباطبائی 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 2007; 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 (Edsands 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 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 پیوسته و 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

که آن را از فضاهای پیشین مجزای می‌سازد (فیروزآبادی ۱۳۹۸).

در خصوص فضای مجازی می‌توان گفت که سرشت آن در چهار لایه مردم، اطلاعاتی، منطقی، و فیزیکی (Clark 2010) بوده و آن را به نظامی اجتماعی-فنی^۱ تبدیل کرده است که تحت تأثیر عوامل محیطی متعدد و متنوع سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، قانونی، فناوریانه، جمعیت‌شناختی و بین‌المللی است و البته بر عرصه‌های مختلف زندگی اجتماعی و اقتصادی افراد نیز تأثیر می‌گذارد. این فضا برآمده از فناوری‌هایی است که در قلب آن فناوری‌ها، فناوری اطلاعات و ارتباطات قرار گرفته است (فیروزآبادی ۱۳۹۸) و عبارت است از نظام‌های اجتماعی که از تعامل کاربران بر بستر شبکه شکل می‌گیرد (آزادی ۱۳۹۷). در نظام‌های اجتماعی-فنی نیز تحقق کارکردهای نظام از فراهم‌مانگی میان رژیم‌های مختلف از جمله رژیم علمی، سیاسی، بازار، فرهنگی و اجتماعی و فناوریانه حادث می‌شود (Geels 2004). بنابراین، این نظام اجتماعی-فنی تحت تأثیر عوامل متعددی است که در رژیم‌های نامبرده قرار می‌گیرند و با یکدیگر نیز در تعامل و ارتباط هستند. از سوی دیگر، نگاه نظام‌مند و سیستمی به پدیده‌های اجتماعی-اقتصادی نیازمند شناسایی شبکه‌ای از عوامل و ارتباطات میان عوامل مختلف است. این نگاه تلاش می‌کند تا از طریق شناسایی ارتباطات میان عوامل به درکی فراتر از عملکرد و تأثیرات تک‌تک عوامل دست یابد و از این طریق بتواند هم‌افزایی‌های درون سیستم را شناسایی کند (ناظمی ۱۳۹۴). یکی از روش‌های مورد بهره‌گیری در تحلیل سیستم‌های پیچیده تحلیل تأثیرات متقابل^۲ است. روش تحلیل تأثیرات متقابل یک روش خبره‌محور است که نتایجی کمی تولید می‌کند (Miles & Keenan 2003). نکته کلیدی آن است که از آنجا که فضای مجازی یک سیستم اجتماعی-فنی است، در کنار عوامل متعدد اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی، نقش علم، فناوری و نوآوری در آن بسیار محوری و پررنگ است و زمینه بهره‌مندی از مزایا و ظرفیت‌های این فضای جدید و نوپدید را فراهم می‌آورد. به همین دلیل، در این پژوهش بر عوامل محیطی تأثیرگذار بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی تأکید شده است. بر این اساس، با توجه به اینکه عملکرد یک نظام علم، فناوری و نوآوری به روندها و محیط کلانی که نظام در آن مستقر شده، وابسته است و از آنجا که تاکنون شناسایی عوامل محیطی که می‌توانند بر ساختارها و کارکردهای نظام علم، فناوری

1. socio-technical system

2. cross impact analysis

و نوآوری فضای مجازی در ایران تأثیرگذار باشند و تشخیص مهم‌ترین این عوامل جهت توجه به آن‌ها در برنامه‌ریزی و تدوین سیاست‌های نظام مذکور صورت نگرفته است، هدف از انجام این پژوهش، شناسایی عوامل محیطی تأثیرگذار بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی و بررسی تأثیرات متقابل آن‌ها بر یکدیگر است تا بتوان با شناسایی و تنظیم آن‌ها، ارتقای نظام مذکور و تحقق کارآمد کارکردهای این نظام را تسهیل کرد. شناسایی عوامل محیطی و نحوه تأثیرگذاری آن‌ها بر یکدیگر می‌تواند سیاست‌گذاران را در تعریف برنامه‌های سیاستی به‌صورت اهرمی کمک نماید؛ به‌گونه‌ای که با توجه به محدودیت منابع و زمان، بر کلیدی‌ترین و تأثیرگذارترین عوامل محیطی تمرکز نماید. با توجه به این هدف، پژوهش حاضر سعی بر پاسخ به دو پرسش زیر دارد:

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

ب) بر اساس میزان اثرگذاری و اثرپذیری هر یک از عوامل محیطی شناسایی شده بر نظام مذکور، مهم‌ترین عوامل کدام‌اند؟

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱. مفهوم فضای مجازی

اصطلاح سایر (مجازی)، در سال ۱۹۴۸ از پژوهش‌های «نوربرت وینر»^۱ مشتق شده است که آن را به‌عنوان «کنترل و ارتباطات در حیوان و ماشین» تعریف کرد. نویسنده داستان‌های علمی تخیلی، «ویلیام گیسون»^۲، در دهه ۱۹۸۰ کلمه «فضای مجازی» را ابداع کرد. او این فضا را تخیلی می‌دانست که از اتصال رایانه‌ها به‌وجود آمده و انسان‌ها و منابع اطلاعاتی را به‌هم متصل کرده است. این کلمه در محافل حرفه‌ای و دانشگاهی به‌طور گسترده‌ای به کار رفته است. تعاریف مختلفی برای فضای مجازی وجود دارد. بر اساس تعریف «مؤسسه ملی استاندارد و فناوری ایالات متحده آمریکا»، فضای مجازی به‌عنوان یک حوزه جهانی در محیط اطلاعاتی است که از شبکه وابسته به هم از زیرساخت‌های سیستم‌های اطلاعاتی، از جمله اینترنت، شبکه‌های مخابراتی، سیستم‌های رایانه‌ای و پردازنده‌ها و کنترل‌کننده‌های تعبیه‌شده تشکیل شده است (Ottis & Lorents, 2010). همچنین می‌توان فضای مجازی را حوزه‌ای جهانی و پویا تعریف نمود که هدف

1. Norbert Wiener

2. William Gibson

آن ایجاد، ذخیره، اصلاح، تبادل، اشتراک‌گذاری و استخراج، بهره‌گیری، حذف اطلاعات و اختلال^۱ در منابع فیزیکی است (Kuehl 2009). به‌طور کلی، اصطلاح فضای مجازی برای توصیف عرصه جدیدی از تعامل انسانی به کار می‌رود که بر اینترنت و صدها میلیون کامپیوتری که به اینترنت متصل هستند، متمرکز است؛ همچنین بر مؤسسه‌ای 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 پیرانتخاب جهت فعالیت و ساختارها تأثیر می‌گذارد. این عوامل، فرصت‌ها، تهدیدها و محدودیت‌های فراروی را باعث می‌شوند (جمشیدی و دهقی ۱۳۹۳). با توجه به بررسی‌های صورت گرفته 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، به منظور 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»^۲ ارائه شده، محیط کلان نظام علم، فناوری و نوآوری تحت تأثیر تغییرات و روندهای مجموعه‌ای از عوامل شامل ساختار اقتصادی، فضای کسب و کار، 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)

رشد و اشتغال، از جمله سیاست‌های پولی، مالی و نرخ ارز نیز مهم هستند (UNCTAD 2019). «احمدیان دیوکتی» و همکاران نیز کنش‌های جهانی، کنش‌های سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و همچنین رشد شتابان علم و فناوری را جزء عوامل مداخله‌کننده بر سیاست‌گذاری علم و فناوری مبتنی بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی دانسته‌اند (۱۳۹۷). از آنجا که کلان‌روندهای جهانی از عوامل محیطی تأثیرگذار بر نظام علم، فناوری و نوآوری به‌شمار می‌آیند، در ادامه، مروری بر کلان‌روندها صورت می‌گیرد. تغییرات جمعیتی یکی از این کلان‌روندهاست؛ به‌طوری که در این زمینه، «سازمان توسعه و همکاری اقتصادی»، در گزارش خود در حوزه جمعیت‌شناختی، به رشد جهانی جمعیت، افزایش سالمندی و مهاجرت بین‌المللی، و نیروی کار به‌عنوان کلان‌روندهای تأثیرگذار بر علم، فناوری و نوآوری اشاره کرده است (OECD 2016). در طول سال‌های پیش رو تا ۲۰۵۰ میلادی، جهان شاهد افزایش شهرنشینی، افزایش مهاجرت از روستا، افزایش تقاضا برای کالاهای مصرفی، ارتقای زیرساخت‌های شهری، افزایش آگاهی حاشیه‌نشین‌ها نسبت به نابرابری‌ها همراه با رشد فناوری‌های ارتباطی نیز خواهد بود (نصر اصفهانی و همکاران ۱۴۰۱). در کشورهای عضو «سازمان توسعه و همکاری اقتصادی» و برخی از اقتصادهای نوظهور، مناطق شهری با روندی افزایشی، هوشمند خواهند شد. بنابراین، رشد شهرنشینی کلان‌روند دیگری در سطح جهانی است. در مقابل، توسعه شهری در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، افزایش خطر ابتلا به بیماری‌های همه‌گیر جهانی را به همراه خواهد داشت. این چالش‌ها می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر برنامه‌های تحقیقاتی آینده داشته باشند (OECD 2016). در باب اثر بیماری‌های همه‌گیر جهانی همچون «کرونا» بر نظام علم، فناوری و نوآوری، بخش‌هایی مانند داروسازی و فناوری اطلاعات و ارتباطات سرمایه‌گذاری خود را بر روی نوآوری مضاعف کردند (WIPO 2022). جابه‌جایی در قدرت‌های اقتصادی جهان نیز کلان‌روند دیگری است؛ به‌گونه‌ای که در سال ۲۰۲۵ میلادی کشورهای با قدرت نوظهور با جمعیت بزرگ‌تر و تولید ناخالص داخلی بالاتر، نقش قوی‌تری در تسهیم قدرت جهان بازی خواهند کرد (نصر اصفهانی و همکاران ۱۴۰۱). تغییر به دنیای چند قطبی‌تر، به احتمال، جرقه رقابت‌های تسلیحاتی جدیدی را ایجاد می‌کند که بر هزینه‌های دولت برای علم، فناوری و نوآوری تأثیر می‌گذارد (OECD 2016). در واکنش به تغییرات اقلیمی و کمیابی

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^۱، استانداردها، شرکت‌های چندملیتی و تحرک بین‌المللی افراد با تحولات عالی برجسته‌تر خواهد شد (ibid).

جهش‌های فناوریانه 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^۲ در گزارش روندهای جهانی ۲۰۳۰ بیان کرده است که در سال ۲۰۳۰، نه تنها 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 نه تنها 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 درخواست کنندگان کار^۱ (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 باروری و مرگ‌ومیر، تغییرات ساختار سنی جمعیت و میان‌سال، 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. «صندری رنجبر و عطاریپور» (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 «اسماعیلی زاده» و همکاران (۱۳۹۷) نیز، عوامل کلان شامل سیاست‌های دولت و رشد و رکود اقتصادی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر نظام نوآوری فناورانه فتوولتائیک^۱ 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 سازماندهی شده 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، به ترتیب نحوه بهره‌برداری و طبقه‌بندی آن‌ها توضیح داده شده است.

۳-۲. 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 STEEP، PEST، STEEPVR و یا STEEPLD بهره‌گیری کرد. در این پژوهش از رویکرد STEEPLD (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 شناسایی شده 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^۱ با رویکرد ساختاری استفاده شد که با بهره‌گیری از نظر خبرگان و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار «میک‌مک»^۲ صورت گرفت؛ بدین صورت که عوامل شناسایی شده در ماتریس تحلیل تأثیرات متقابل وارد شدند. اگر تعداد متغیرهای شناسایی شده n باشد، یک ماتریس $n \times n$ حاصل می‌شود. بر این اساس، با توجه به آنکه تعداد عوامل شناسایی شده ۳۸ عامل بود، یک ماتریس 38×38 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 به صورت هدفمند انتخاب شدند. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی خبرگان موضوعی به شرح 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

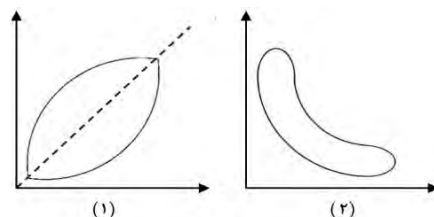
1. cross impact analysis

2. MICMAC

علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی در طیفی از صفر تا ۳ (۰ = بی تأثیر، ۱ = تأثیر کم، ۲ = تأثیر متوسط، ۳ = تأثیر زیاد) بر مبنای میزان ارتباط آن‌ها به نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی تعیین کنند. جهت اثرگذاری نیز از سوی عوامل موجود در سطرها بر عوامل موجود در ستون‌هاست. به گفته دیگر، خبرگان اثر هر یک از عوامل موجود در سطرها بر عوامل موجود در ستون‌ها را با در نظر گرفتن نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی مشخص کردند. پس از دریافت ماتریس‌های تکمیل‌شده توسط خبرگان، آماره نما (مُد) هر خانه از این پنج ماتریس محاسبه شد و ارزش آن خانه در ماتریس جمعی نظرات خبرگان (ماتریس نهایی) را تشکیل داد. سپس به کمک نرم‌افزار «میک‌مک» ماتریس نهایی مورد تحلیل قرار گرفت. نرم‌افزار «میک‌مک» یک روش تحلیل ساختاری کارآمد است که نه تنها رابطه بین عوامل را مشخص می‌کند، بلکه میزان تأثیر مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها را نیز محاسبه و گراف اثرگذاری و اثرپذیری ترسیم می‌کند. در انتها، عوامل بر حسب میزان تأثیر یا وابستگی دسته‌بندی می‌شوند (مولایی و طالبیان ۱۳۹۴). در روش تحلیل ساختاری با «میک‌مک» در مجموع، دو نوع از پراکنش عوامل رؤیت می‌شود که بیانگر پایدار و یا ناپایدار بودن سیستم است. در سیستم پایدار پراکنش عوامل به صورت حرف L است، اما در سیستم‌های ناپایدار وضعیت پیچیده‌تر است و عوامل حول قطر مرکزی صفحه پراکنده‌گی قرار دارند و در بیشتر مواقع حالت بینابینی از اثرگذاری و اثرپذیری را نشان می‌دهند که ارزیابی و شناسایی عوامل اصلی را دشوار می‌کند (رشیدارده و خزائی ۱۳۹۵). شکل ۱، نشان‌دهنده الگوی توزیع عوامل در سیستم پایدار و ناپایدار است.



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



شکل ۱. الگوی توزیع عوامل در سیستم پایدار (۱) و سیستم پایدار (۲) (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^۱ 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^۲ 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^۳ 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^۴ 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^۵: 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 به کار رفته است.

۴. یافته‌های پژوهش

۴-۱. طبقه‌بندی عوامل محیطی کلیدی

همان‌طور که در بخش روش پژوهش توضیح داده شد، جهت طبقه‌بندی عوامل شناسایی شده از مدل STEEPLD 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 شناسایی شده در زیرطبقه‌ها جزئی‌تر که بیانگر موضوع اصلی عوامل شناسایی شده 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 اشکال 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 | زیر طبقه | برچسب زیر طبقه در نرم‌افزار | مصادیق عوامل محیطی | استناد |
|------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------------|--|
| اجتماعی-دموگرافی | مهاجرت نیروی کار | Migration | افزایش مهاجرت بین‌المللی نیروی کار | نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)؛ نظر خیرگان، OECD (2016) |
| | | | کاهش بازگشت مهاجران به کشور | نظر خیرگان |
| | 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 نرم افزار | 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) |
| | گسست نسلی | Generation | 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) |

| طبقة | زیر طبقه | برچسب زیر طبقه در نرم افزار | مصادیق عوامل محیطی | استناد |
|---------|-------------------------------------|--------------------------------|---|------------------------------|
| | روندهای | DigTrends | اتصال پیشرفته | McKinsey (2022) |
| | فناورانه دیجیتال (اتصال پیشرفته، | | هوش مصنوعی کاربردی | McKinsey (2022) |
| | هوش مصنوعی کاربردی، | | رایانش ابری و مرزی | McKinsey (2022) |
| | واقعیت فراگیر، ...) | | فناوری‌های واقعیت فراگیر | McKinsey (2022) |
| | | | صنعتی سازی یادگیری ماشین | McKinsey (2022) |
| | | | توسعه نرم افزار نسل آتی | McKinsey (2022) |
| | | | فناوری‌های کوآنتوم | McKinsey (2022) |
| | | | معماری امنیت و هویت دیجیتال | McKinsey (2022) |
| | | | وب ۳ | McKinsey (2022) |
| | آینده مهندسی (زیستی، | FutureOEng | آینده مصرف پایدار | McKinsey (2022) |
| | انرژی پاک، جابه جایی، و ...) | | آینده مهندسی زیستی | McKinsey (2022) |
| | | | آینده انرژی پاک | McKinsey (2022) |
| | | | آینده جابه جایی | McKinsey (2022) |
| | | | آینده فناوری‌های فضایی | McKinsey (2022) |
| اقتصادی | تورم | Inflation | روند افزایشی تورم | نظر خبرگان |
| | نرخ ارز | Exchange | روند نوسانی نرخ ارز | نظر خبرگان |
| | سرمایه گذاری خارجی | ForeignInv | کاهش سرمایه گذاری مستقیم خارجی | نظر خبرگان؛ UNCTAD (2019) |
| | | | رقابت در جذب کسب و کارهای بین المللی | 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 نرم افزار | مصادیق عوامل محیطی | استناد |
|------------|--|-------------------------------|---|--|
| | سرمایه گذاری بر حوزه ICT | InvestICT | رشد صنایع خلاق و فرهنگی | UNCTAD (2021) نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)، نظر خبرگان |
| | رویکردهای جدید اقتصادی | NewEco | ظهور اقتصاد گیگ و افزایش کارکنان گیگ | UNCTAD (2021) نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱) |
| | سهم بازار فناوری‌های پیشرو | Market | رشد سهم بازار فناوری‌های پیشرو | ESPAS (2019) نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)؛ باقری‌نژاد و سیدان (۱۳۹۷) |
| | اشتغال | Employment | تداوم بحران اشتغال در کشور | UNCTAD (2021) نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)؛ OECD (2016) |
| | وضعیت اقتصادی مردم | EcoStatus | کاهش قدرت خرید خانوارهای ایرانی | UNCTAD (2021) نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱) |
| محیط زیستی | بیماری‌های همه گیر جهانی | Epidemics | خطر ابتلا به بیماری‌های همه گیر جهانی | OECD (2016) نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)؛ OECD (2016) |
| | تغییرات اقلیمی | Climate | تغییرات اقلیمی و کمیابی منابع | UNCTAD (2021) 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 |

| طبقة | زیر طبقه | برچسب زیر طبقه در نرم افزار | 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 | نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)؛ OECD (2016) |
| | تحریم و روابط بین‌المللی | Sanc & Relat | افزایش رقابت‌های قدرت‌های منطقه‌ای | نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱) |
| | | | تداوم تحریم | نظر خیرگان؛ صدفردی رنجبر و عطاریپور (۱۴۰۰)، اسماعیلی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) |
| سیاستی - قانونی | نگاه‌های ایدئولوژیک بر تصمیمات فضای مجازی | IdeoViews | کاهش روابط بین‌الملل | نظر خیرگان؛ UNCTAD (2019) |
| | | | غلبه نگاه‌های ایدئولوژیک بر تصمیمات فضای مجازی | نظر خیرگان |
| | امنیت داخلی و بین‌المللی | Security | افزایش تهدیدات امنیت ملی از طریق فضای مجازی | نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱) |
| | | | گسترش ناپایداری‌های اجتماعی و سیاسی | نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)؛ نظر خیرگان |
| فضای کسب و کار (سیاست‌ها و قوانین کسب و کار) | BusinEnv | سیاست‌های کسب و کار | نظر خیرگان، UNCTAD (2019) | |
| | | تسهیل قوانین کسب و کار (بیمه، مالیات، ...) | UNCTAD (2016)؛ نظر خیرگان | |
| سیاست‌های آموزش رسمی و غیررسمی | سیاست‌های صنعتی | InduPolicy | سیاست‌های صنعتی | نظر خیرگان؛ UNCTAD (2019) |
| | | | سیاست‌های آموزش رسمی و غیررسمی | UNCTAD (2019)؛ نظر خیرگان |
| | فیلترینگ و کنترل فضای مجازی | Filtering | فیلترینگ و کنترل فضای مجازی | نظر برگان |

| طبقه | زیرطبقه | برچسب زیرطبقه در نرم افزار | مصادیق عوامل محیطی | استناد |
|--------|------------------------|-------------------------------|---|---|
| اخلاقی | فردگرایی در جامعه | Individual | رشد فردگرایی در جامعه | نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱) |
| | اعتماد مردم به دولت | Trust | رشد بی اعتمادی جامعه به ساختارهای اجتماعی و سیاسی | نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)؛ نظر خبرگان |

(منبع: تحلیل نویسندگان)

۴-۲. 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 مهم ترین عوامل محیطی که بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی تأثیرگذار هستند، پرداخته است. بعد از وارد کردن نظرات خبرگان (مقادیر ماتریس) در نرم افزار «میک مک»، ویژگی های عمومی ماتریس تعیین شد. جدول ۳، تحلیل اولیه داده های ماتریس اثرات متقابل را نشان می دهد.

جدول ۳. تحلیل اولیه داده های ماتریس اثرات متقابل

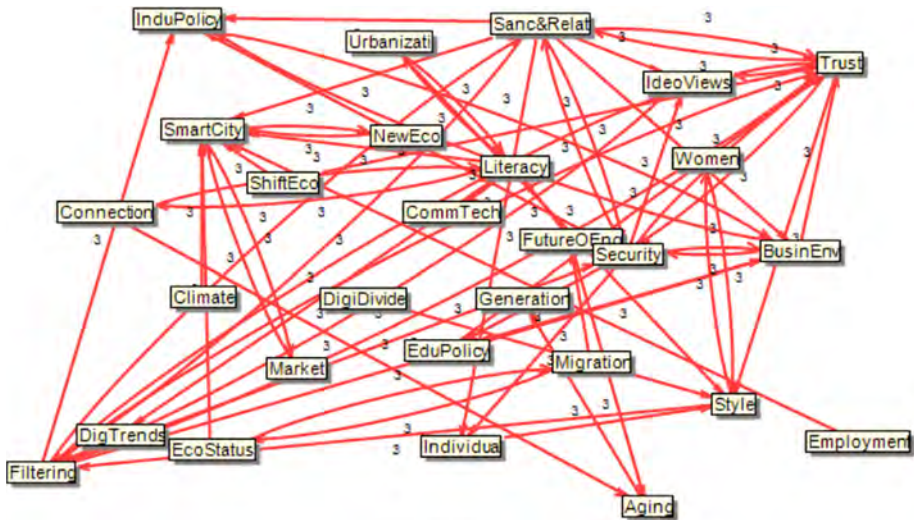
| شاخص | مقدار | درصد |
|----------------------------|-------|------|
| اندازه ماتریس | ۳۸ | - |
| تعداد چرخش | ۲ | ۱۰۰ |
| بدون تأثیر (تعداد عدد صفر) | ۱۴۹ | - |
| تأثیر کم (تعداد عدد یک) | ۴۳۷ | ۳۴ |
| تأثیر متوسط (تعداد عدد دو) | ۳۱۸ | ۲۴ |
| تأثیر زیاد (تعداد عدد سه) | ۵۴۰ | ۴۲ |
| مجموع | ۱۲۹۵ | ۱۰۰ |
| درصد پرشدگی | ۱۸۹/۷ | |

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

آن است. در چرخش اول، مطلوبیت داده اثرگذاری و اثرپذیری به ترتیب ۹۳ و ۹۶ درصد بود که در چرخش دوم هر دو به ۱۰۰ رسیدند. شاخص پُرشدگی به دست آمده 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 انتخاب شده در بیش از ۸۹ درصد موارد بر یکدیگر تأثیر گذاشته‌اند. به طور کلی، از مجموع^۱ ۱۴۴۴ 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.

۴-۲-۱. 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 آموزشی رسمی و غیررسمی، رویکردهای جدید اقتصادی، تحریم و روابط بین‌الملل، امنیت داخلی و بین‌المللی، سواد، فیلترینگ، روندهای فناوری‌های دیجیتال، محیط کسب و کار، نگاه‌های ایدئولوژیک بر تصمیمات فضای مجازی، مهاجرت نیروی کار، سیاست صنعتی، سهم بازار فناوری‌های پیشرو، فناوری‌های ارتباطی، آینده مهندسی، جابه‌جایی قدرت‌های اقتصادی و فعالیت‌های نوآرانه در جهان، اعتماد مردم به دولت، هوشمندسازی شهر، نقش آفرینی زنان در جامعه، اتصال به اینترنت، وضعیت اقتصادی مردم، شهرنشینی، اشتغال، سبک زندگی مردم، فردگرایی در جامعه، سالمندی و گسست نسلی از عوامل تشکیل دهنده ساختار اثرگذاری مستقیم بر نظام علم، تحقیقات، فناوری و نوآوری فضای مجازی شناخته شدند. همچنین، تمامی روابط نیز از اثرگذاری قوی برخوردار هستند.



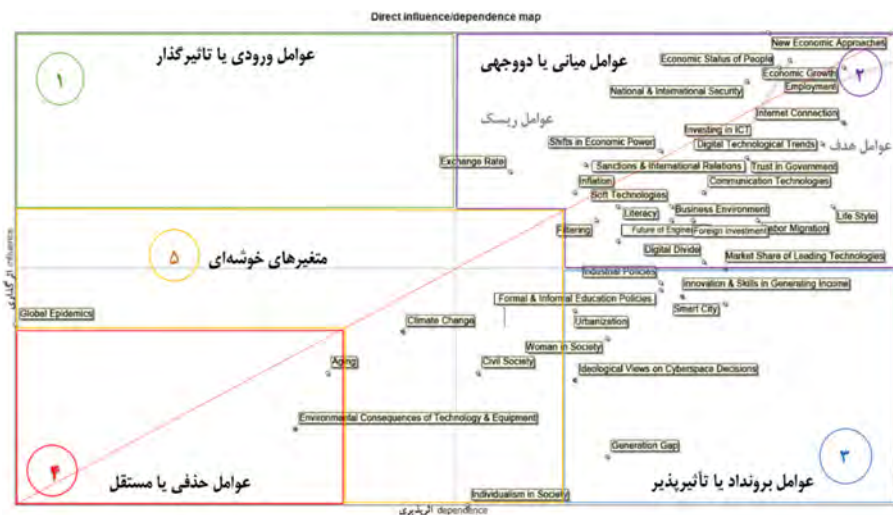
توضیحات: (۱) تأثیر کم (۲) تأثیر متوسط (۳) تأثیر زیاد

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

۴-۲-۲. ارزیابی نقشه اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم عوامل محیطی مؤثر بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی

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

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۴. 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، به صورت شکل ۱ 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 به شرح 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، آینده‌مهندسی، 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 برونداد یا 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 به ناحیه ۵ در شکل ۴).

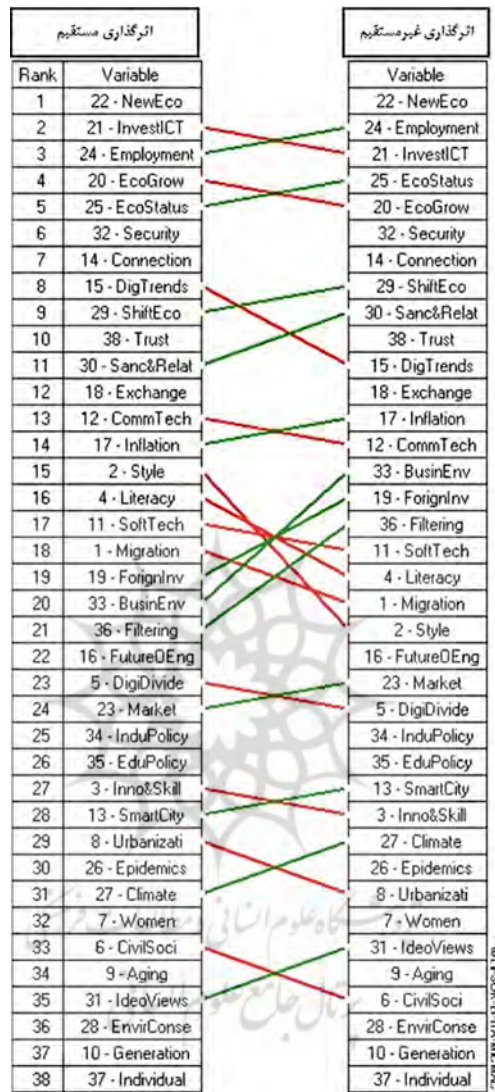
۴-۲-۳. مقایسه تغییرات رتبه‌ای عوامل محیطی مورد بررسی بر اساس اثرگذاری مستقیم و غیرمستقیم

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.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
رتال جامع علوم انسانی



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

به صورت مجزا و یا در اثر برهم کنش 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 تأثیر گذارند، شناسایی و با بهره‌گیری از مدل STEEPLD 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، به دلیل 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 بهره‌برد و آن‌ها را هدایت کرد. بر اساس نتایج طبقه‌بندی عوامل و نقشه اثرگذاری 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 مبنای 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، به شدت 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 نقش آفرینی 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^۱ 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 شناسایی شده، 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 نگاهت 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

نهادی نرم و سخت، شکست‌های قابلیت، شکست‌های زیرساختی و شکست‌های روابط و تعاملات و ارائه برنامه‌های سیاستی برای رفع این شکست‌ها.

تشکر و قدردانی

مقاله حاضر مستخرج از بخشی از طرح پژوهشی «طراحی نظام علم، تحقیقات، فناوری و نوآوری فضای مجازی» است که با ابلاغ اعتبار از سوی معاونت فناوری و نوآوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به پژوهشکده فناوری اطلاعات و ارتباطات جهاد دانشگاهی انجام شده است. نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از معاونت محترم فناوری و نوآوری وزارت عتف و خبرگانی که در انجام این پژوهش همراهی و همکاری کرده‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

فهرست منابع

- آذر، عادل، فرج‌اله رهنورد، و غلامحسین مسلمانی. ۱۳۹۴. طراحی الگوی تدوین راهبرد صنعت: مورد مطالعه صنعت پتروشیمی. *فرایند مدیریت و توسعه* ۲۸ (۴): ۶۱-۸۹.
- احمدیان دیوکتی، محمد مهدی، حسنعلی آقاچانی، میثم شیرخدایی، و امیر منصور طهرانچیان. ۱۳۹۷. طراحی مدل سیاست‌گذاری علم و فناوری مبتنی بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی. *سیاست‌گذاری عمومی* ۴ (۴): ۲۷-۹.
- آزادی، جواد. ۱۳۹۷. امنیت سایبری یا امنیت فضای مجازی؟ تأملات رشد ۱ (۱): ۱۶۴-۱۶۸.
- اسماعیلی‌زاده، محمد، علیرضا علی‌احمدی، سیامک نوری، و حمیدرضا نورعلیزاده. ۱۳۹۷. عوامل کلان تأثیرگذار بر نظام نوآوری فناورانه فتوولتائیک در ایران: رویکرد مدل‌سازی ساختاری-تفسیری. *فصلنامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی* ۴ (۱۲): ۷۷-۱۱۱.
- باقری‌نژاد، جعفر، و سیده محیا سیدان. ۱۳۹۷. تدوین سیاست علم، فناوری و نوآوری برای کشورهای در حال توسعه: ارائه مدل مفهومی و تحلیل تطبیقی. *صنعت و دانشگاه* ۸ (۲۷ و ۲۸): ۱۳-۲۶.
- جمشیدی، محمد، و ایرج الهی دهقی. ۱۳۹۳. ارائه الگوی تحلیل محیط راهبردی سیاست خارجی جمهوری اسلامی ایران؛ مطالعه موردی منطقه آسیای مرکزی. *فصلنامه علمی مطالعات آسیای مرکزی و قفقاز* ۲۰ (۸۶): ۳۱-۶۱.
- خیاطیان، محمدصادق، کیارش فرتاش، و پدرام پورعسگری. ۱۳۹۹. ارائه چارچوبی برای پایش و ارزیابی نظام ملی علم، فناوری و نوآوری ایران. *فصلنامه علمی پژوهشی راهبرد فرهنگ* ۱۳ (۴۹): ۱۱۹-۱۵۴.
- رشیدارده، حبیب‌اله، و سعید خزائی. ۱۳۹۵. تحلیل کلان روندهای مؤثر بر آینده بازار صنعت بانکداری با رویکرد تحلیل ساختاری، تحلیل تأثیر متقابل. *تحقیقات بازاریابی نوین* ۶ (۳): ۶۷-۸۶.

- رفسنجانی‌نژاد، سیمیا. 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 عطاری‌پور. 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. محتوای 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، امیر هوشنگ حیدری، عزیز علیزاده و حامد کاشانی (مؤلفان) *مبانی آینده‌پژوهی و روش‌های آن* (۳۶۹-۴۱۴). تهران: انتشارات مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.
- نراقی، نرگس، مشکات اسدی، علی چاپرک، و تورج‌اله وردی بیگ. 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 طباطبائی، و سید سروش قاضی‌نوری. ۱۳۹۵. *ارزیابی تأثیر کارکردهای نهادهای میانجی در رفع ضعف‌های نظام ملی نوآوری ایران*. *سیاست علم و فناوری* ۱۸(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>
- Eds and 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), EuroSPI2021, 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.lapropective.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.ctt1djmjh1.7>
- 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 کسب و کار 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 دانشکده گان فارابی دانشگاه تهران است.

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

