

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

الهام فهام

دکتری آموزش کشاورزی؛ استادیار؛

پژوهشکده فناوری اطلاعات و ارتباطات جهاد دانشگاهی، تهران، ایران.

مصطفی صفدری رنجبر*

دکتری مدیریت فناوری؛ استادیار؛

دانشکده گان فارابی دانشگاه تهران، قم، ایران.

دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۹ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۲/۱۹ مقاله برای اصلاح به مدت ۱۰ روز نزد پدیدآوران بوده است.

نشریه علمی (رتبه بین المللی)
پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران
شاپا (چاپی) ۸۲۲۳-۲۲۵۱
شاپا (الکترونیکی) ۸۲۳۱-۲۲۵۱
نمایه در: SCOPUS، LISTA، ISC
<http://jipm.irandoc.ac.ir>
دوره XX | شماره X | صص XX-XX
۱۳XX X

نوع مقاله: پژوهشی

به این مقاله به شکل زیر استناد کنید:

درون متن:

(فهام و صفدری رنجبر، زودآیند)

در فهرست منابع:

فهام، الهام و صفدری رنجبر، مصطفی. زودآیند. تحلیل عوامل محیطی کلیدی اثرگذار بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی در ایران؛ کاربرست تحلیل تأثیرات متقابل. پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات.

<http://jipm.irandoc.ac.ir> (دسترسی در

روز/ماه/سال)

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 استفاده شده است. در بخش کیفی، با استفاده از مطالعه کتابخانه‌ای و نظر خبرگان، عوامل محیطی که بر نظام مذکور تأثیر گذارند شناسایی و با استفاده از مدل STEEPLD طبقه‌بندی شدند که هفت طبقه را شامل می‌شود: اجتماعی-دموگرافی، فناورانه، اقتصادی، محیط‌زیستی، سیاسی، سیاستی-قانونی، 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 استفاده 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 می‌باشد. بر اساس نتایج، ۸۳ درصد از عوامل تشکیل دهنده 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 می‌باشند. 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 شوند و عوامل ریسک نیز با توسعه و ارتقاء به عوامل هدف تبدیل شوند.

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

*پدیدآور رابط: مصطفی صفدری رنجبر. mostafa.safdari@ut.ac.ir

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 دانش بنیان یا بنگاه‌های اقتصادی دارای تحقیق و توسعه ادامه پیدا می‌کند و نهایتاً تا بازاریابی و اقتصاد دانش بنیان ادامه دارد، از ارکان اقتصاد دانش بنیان در جوامع توسعه یافته به‌شمار می‌آید؛ به طوری 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 برعهده داشته است (صفدری رنجبر و عطارپور ۱۴۰۰؛ خیاطیان و همکاران 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 طرفی، سیاست علم، سیاست فناوری و سیاست نوآوری دارای قلمروهای سیاستی بسیار نزدیکی می‌باشند (رفسنجانی‌نژاد ۱۳۹۴) و بسیاری از سیاست‌هایی که امروزه به عنوان 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 در هم 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 و همکاران 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 منجر به کارکردهایی از قبیل تولید و انتشار دانش، توسعه، انتقال و اشاعه فناوری، ارتقاء کارآفرینی، تولید کالا و خدمات دانشی، شبکه‌سازی، توسعه زیرساخت‌ها و غیره می‌شود (Hekkert et al. 2007; OECD 1999). مطالعات مختلف انجام شده 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 (Edsands 2016; Kieft et al. 2015). مارکارد و تروفر¹ (۲۰۰۸)، 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 می‌باشند. 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 هویدا 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 می‌باشد به طوری که اقدام کلان ششم این سند به «طراحی نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی» اختصاص یافته است. فضای مجازی مجموعه‌ای از سیستم‌های اطلاعاتی به هم پیوسته و وابسته به زمان و کاربران انسانی است که با این سیستم‌ها تعامل دارند. منظور از سیستم‌های اطلاعاتی به هم پیوسته، اطلاعات، سخت‌افزار، نرم‌افزار و رسانه‌ای است که آن‌ها را به هم 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 آن که چیز دیگری بتواند نگهداری و توسعه زیرساخت و محتوای مجازی را به 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

¹ Markard & Truffer

می‌گیرد و در تعامل با انسان، فضایی شبکه‌ای می‌سازد که این فضا دارای خصوصیات مختلفی است که آن را از فضاهای پیشین مجزا می‌سازد (فیروزآبادی ۱۳۹۸).

در خصوص فضای مجازی می‌توان گفت که سرشت آن در چهار لایه مردم، اطلاعاتی، منطقی و فیزیکی (Clark 2010)، آن را به نظامی اجتماعی-فنی^۱ تبدیل کرده است که تحت تاثیر عوامل محیطی متعدد و متنوع سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، قانونی، فناورانه، جمعیت‌شناختی و بین‌المللی است و البته بر عرصه‌های مختلف زندگی اجتماعی و اقتصادی افراد نیز تاثیر 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 فراهم‌آوردن میان‌رژیم‌های مختلف از جمله رژیم علمی، سیاسی، بازار، فرهنگی و اجتماعی و فناورانه حادث می‌شود (Geels 2004). بنابراین، این نظام اجتماعی-فنی تحت تاثیر عوامل متعددی است که در رژیم‌های نامبرده قرار می‌گیرند و با یکدیگر نیز در تعامل و ارتباط هستند. از طرفی، 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 فهمی فراتر از عملکرد و تاثیرات تک‌تک عوامل دست یابد و از این طریق بتواند هم‌افزایی‌های درون سیستم را شناسایی کند (ناظمی ۱۳۹۴). یکی از روش‌های مورد استفاده در تحلیل سیستم‌های پیچیده تحلیل تاثیرات متقابل^۲ است. روش تحلیل تاثیرات متقابل یک روش خبره محور است که نتایج کمی تولید می‌کند (Miles & Keenan 2003). نکته کلیدی آن است که از آنجایی که فضای مجازی یک سیستم اجتماعی-فنی می‌باشد، 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 تاثیرگذار بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی تاکید شده است. بر این اساس، با توجه به این که عملکرد یک نظام علم، فناوری و نوآوری به روندها و محیط کلانی که نظام در آن مستقر شده است وابسته است و از

^۱ Socio-technical system

^۲ Cross Impact Analysis

آنجا که تاکنون شناسایی عوامل محیطی که می‌توانند بر ساختارها و کارکردهای نظام علم، فناوری 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 تاثیرات متقابل آنها بر یکدیگر است تا بتوان با شناسایی و تنظیم آنها، ارتقاء نظام مذکور و تحقق کارآمد کارکردهای این نظام را تسهیل کرد. شناسایی عوامل محیطی و نحوه تاثیرگذاری آنها بر یکدیگر می‌تواند سیاست‌گذاران را در تعریف برنامه‌های سیاستی به صورت اهرمی کمک نماید، به گونه‌ای که با توجه به محدودیت منابع و زمان، بر کلیدی‌ترین و تاثیرگذارترین عوامل محیطی تمرکز نمایند. 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 می‌باشند؟
ب) بر اساس میزان اثرگذاری و اثرپذیری هر یک از عوامل محیطی شناسایی شده بر نظام مذکور، مهمترین عوامل کدامند؟

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۱.۲. مفهوم فضای مجازی

اصطلاح سایبر (مجازی) از پژوهش‌های نوربرت وینر در سال ۱۹۴۸ مشتق شده است که آن را به‌عنوان «کنترل و ارتباطات در حیوان و ماشین» تعریف کرد. نویسنده داستان‌های علمی تخیلی، ویلیام گیسون، در دهه ۱۹۸۰ کلمه **فضای مجازی** را ابداع کرد. او این فضا را تخیلی می‌داند که از اتصال رایانه‌ها به وجود آمده است و انسان‌ها و منابع اطلاعاتی را به هم متصل کرده است. این کلمه در محافل حرفه‌ای و دانشگاهی به‌طور گسترده‌ای استفاده شده 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 آن ایجاد، ذخیره،

اصلاح، تبادل، اشتراک‌گذاری و استخراج، استفاده، حذف اطلاعات و اختلال^۱ در منابع فیزیکی است (Kuehl 2009). به‌طور کلی، اصطلاح فضای مجازی برای توصیف عرصه جدیدی از تعامل انسانی - متمرکز بر اینترنت و صدها میلیون کامپیوتری که به اینترنت متصل هستند، مؤسسه‌ای که آن را فراهم می‌کنند و تجاری که ارائه می‌کند - به‌کار می‌رود که به یکی از ویژگی‌های اساسی جامعه تبدیل شده است 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 دائماً در حال تغییر و تحول است که غالباً 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 صورت گرفته و جستجوی 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^۲ (۲۰۱۶) ارائه شده است، محیط کلان نظام علم، فناوری و نوآوری، تحت تأثیر تغییرات و روندهای مجموعه‌ای از عوامل از جمله ساختار اقتصادی، فضای کسب و کار، بهره‌وری، منابع انسانی و زیرساخت‌ها از جمله زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌باشد. در گزارش دیگری از آنکتاد (۲۰۱۹) نیز، 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 رشد و اشتغال، از جمله سیاست‌های پولی، مالی و نرخ ارز نیز مهم می‌باشند (UNCTAD 2019). احمدیان دیوکتی و

^۱ Disrupt

^۲ United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD)

همکاران (۱۳۹۷) 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. از آنجایی که کلان روندهای جهانی از عوامل محیطی تأثیرگذار بر نظام علم، فناوری و نوآوری به‌شمار می‌آیند، در ادامه مروری بر کلان روندها صورت می‌گیرد. تغییرات جمعیتی یکی از این کلان روندها می‌باشد به طوری که در این زمینه، سازمان توسعه و همکاری اقتصادی (OECD 2016)، در گزارش خود در حوزه جمعیت‌شناختی، به رشد جهانی جمعیت، افزایش سالمندی و مهاجرت بین‌المللی نیروی کار به‌عنوان کلان روندهای تأثیرگذار بر علم، فناوری و نوآوری اشاره کرده است. در طول سال‌های پیش‌رو تا ۲۰۵۰ میلادی، جهان شاهد افزایش شهرنشینی، افزایش مهاجرت از روستا، افزایش تقاضا برای کالاهای مصرفی، زیرساخت‌های شهری، افزایش آگاهی حاشیه‌نشین‌ها از 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 کلان روند 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 2022^۱). جابه‌جایی در قدرت‌های اقتصادی جهان نیز کلان روند دیگریست به گونه‌ای که کشورهای با قدرت نوظهور با جمعیت بزرگتر و تولید ناخالص داخلی بالاتر، نقش قوی‌تری در تسهیم قدرت جهان در سال ۲۰۲۵ میلادی بازی خواهند کرد (نصر اصفهانی و همکاران ۱۴۰۱). تغییر به دنیای چند قطبی‌تر، احتمالاً جرقه رقابت‌های تسلیحاتی جدیدی را ایجاد کند که بر هزینه‌های دولت برای علم، فناوری و نوآوری تأثیر می‌گذارد (OECD 2016). در واکنش به تغییرات اقلیمی و کیمایی منابع نیز، صنایع جدیدی ایجاد و یا صنایع موجود دگرگون می‌شوند (نصر اصفهانی و همکاران ۱۴۰۱). بر اساس دیدگاه سازمان توسعه و همکاری اقتصادی (OECD 2016)، جهانی شدن نیز از روندهای تأثیرگذار بر علم، فناوری

^۱ World Intellectual Property Organization

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 چند ملیتی و تحرک بین‌المللی افراد با تحصیلات عالی برجسته‌تر خواهند شد.

جهش‌های فناورانه کلان روند دیگری در سطح جهانی است که به شدت بر ارتقاء 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، جابجایی، فناوری‌های فضایی و مصرف پایدار می‌باشد. 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 دارند، ۶۰ درصد باید به پهنای باند دسترسی داشته باشند)، آن‌ها جابجایی بیشتری نیز خواهند داشت. بنابراین اتصال نه تنها مجازی و دیجیتال است، بلکه فیزیکی نیز می‌باشد. 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 اشیا است 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

^۱ Global value chains

^۲ The European Strategy and Policy Analysis System (ESPAS)

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 استفاده از فناوری‌های پیشرو جهت ارائه خدمات از طریق پلتفرم‌های دیجیتالی سبب ایجاد این رویکرد اقتصادی شده است (UNCTAD 2021)، اقتصادی مبتنی بر اینترنت و واسطه‌ای نرم‌افزاری (به‌عنوان زیرساخت) که درخواست‌کنندگان کار^۱ (کارکنان گیگ)، انجام کارهای مورد نیاز خود را به انجام‌دهندگان کار می‌سپارند (Graham et al. 2017). علاوه بر این، 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 مرگ و میر، 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.

نراقی و همکاران (۱۴۰۰) نیز در پژوهش خود روندهای اثرگذار بر آینده نظام پژوهش، فناوری و نوآوری را در حوزه‌های اجتماعی، فناورانه، اقتصادی، محیط‌زیستی، 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

^۱ Gig Workers

فتوولتائیک شناسایی شدند. همچنین، عوامل اجتماعی و تحریم‌های اقتصادی نیز از شدت اثرگذار و اثرپذیری توأمان برخوردار بوده و عوامل محیط‌زیستی 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 می‌باشند. نرگسیان و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی با مضمون ارائه مدل اجرای خط‌مشی‌های فضای مجازی در ایران، به این نتیجه دست یافتند که اجرای خط‌مشی‌های فضای مجازی در یک محیط ایستا فعالیت نمی‌کند و بایستی به صورت 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 تصمیم‌گیران در مواجهه با تأثیرات عوامل تأثیرگذار محیطی باشد. رویکردهای مختلفی برای تحلیل محیط وجود دارد. قدیمی‌ترین رویکرد، به رویکرد PEST باز می‌گردد 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 علاوه بر این چهار متغیر، دو متغیر عوامل محیط‌زیستی و عوامل قانونی را شامل می‌شود. رویکردهای دیگر، STEEP (اجتماعی، فناورانه، اقتصادی، محیط‌زیستی و سیاسی)، STEEPVR (اجتماعی، فناورانه، اقتصادی، محیط‌زیستی، سیاسی، ارزشی و قانونی) می‌باشند (منتظر و ضیغمی ۱۳۹۳، آذر و همکاران ۱۳۹۴، نراقی و همکاران ۱۴۰۰). محیط کلان را می‌توان در بخش‌های اجتماعی، فناورانه، اقتصادی، محیط‌زیستی، 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 و همکاران ۱۳۹۴، Georgiadou et al. 2021) که جزء 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، محیط‌زیستی، 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 تا چه اندازه یک جامعه می‌تواند از مزایا و ظرفیت‌های به‌وجود آمده توسط فضای مجازی و فناوری‌های نوپدید پیشران آن بهره‌مند شوند و چقدر قادر خواهند بود که تهدیدات و چالش‌های متعدد برآمده از آن‌ها را کنترل و مدیریت نمایند. 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 است و در این پژوهش مورد هدف می‌باشد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر ماهیت، آمیخته (کیفی-کمی) و از نظر هدف کاربردی می‌باشد. 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 شناسایی شده از بررسی کتابخانه‌ای، فهرست عوامل با استفاده 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، عملاً عامل جدیدی به عوامل شناسایی شده 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 استفاده کرد. در این پژوهش از رویکرد STEEPLED (اجتماعی، فناورانه، اقتصادی، محیط‌زیستی، سیاسی، حقوقی/قانونی، اخلاقی و دموگرافی) استفاده شد تا این اطمینان حاصل شود که کلیه عوامل محیطی مؤثر بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی دیده شده‌اند. بدین صورت که با توجه به ماهیت هر یک از عوامل شناسایی شده، 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 آن که تعداد عوامل شناسایی شده ۳۸ عامل بوده است یک ماتریس 38×38 حاصل شد که 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) می‌باشد.

جدول ۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی خبرگان

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

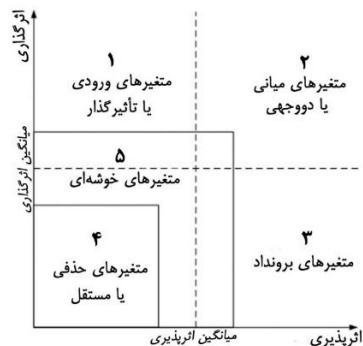
از خبرگان درخواست شد تا تأثیر هر عامل بر عامل دیگر را با در نظر گرفتن نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی در طیفی از صفر تا ۳ (۰ = بی تأثیر؛ ۱ = تأثیر کم؛ ۲ = تأثیر متوسط؛ ۳ = تأثیر زیاد) بر مبنای میزان ارتباط آن‌ها به نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی تعیین کنند. جهت اثرگذاری نیز از سوی عوامل موجود در سطرها بر عوامل موجود در ستون‌هاست. پس از دریافت ماتریس‌های تکمیل‌شده توسط خبرگان، آماره نما (مد) 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^۳ 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 می‌کند و گراف اثرگذاری و اثرپذیری

¹ Cross Impact Analysis

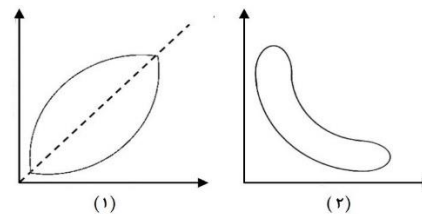
² MICMAC

³ MicMac

ترسیم می‌کند. در نهایت نیز عوامل برحسب 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 بینایی 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 می‌باشد.



شکل ۲. انواع مختلف متغیرها در ماتریس اثرپذیری - اثرگذاری (Godet et al. 2009)



شکل ۱. الگوی توزیع عوامل در سیستم ناپایدار (۱) و سیستم پایدار (۲) (Godet et al. 2009)

بر اساس مطالعه گودت و همکاران^۱ (۲۰۰۹)، در سیستم‌های ناپایدار طبقه‌بندی عوامل بدین شرح می‌باشد: عوامل ورودی یا تأثیرگذار، عوامل میانی یا دووجهی (شامل عوامل ریسک و عوامل هدف)، عوامل تأثیرپذیر یا برون‌داد، عوامل حذفی یا مستقل، عوامل خوشه‌ای. شکل (۲) جایگاه این عوامل را در ماتریس اثرپذیری-اثرگذاری نشان داده است. عوامل ورودی^۲ یا تأثیرگذار: این عوامل که در ناحیه (۱) قرار می‌گیرند بیشتر تأثیرگذار و کمتر تأثیرپذیرند؛ به عبارت دیگر تأثیرگذاری آن‌ها بسیار بیشتر از تأثیرپذیری آن‌ها می‌باشد. این عوامل به عنوان عوامل ورودی به سیستم تلقی می‌شوند و در صورت امکان، این عوامل باید در اولویت برای

^۱ Godet

^۲ Input Variables

برنامه‌های اقدام راهبردی در نظر گرفته شوند. به این عوامل، عوامل تأثیرگذار نیز گفته می‌شود. عوامل میانی^۱ یا دووجهی: این عوامل که در ناحیه (۲) قرار دارند، هم بسیار تأثیرگذار و هم بسیار وابسته هستند. بنابراین، آن‌ها طبیعتاً ناپایدارند. هر اقدامی که بر روی این متغیرها انجام شود به بقیه قسمت‌های سیستم روان می‌شود و عمیقاً بر پویایی سیستم تأثیرگذار است (Godet et al. 2009). این عوامل، عوامل دووجهی هم گفته می‌شود که شامل عوامل ریسک و عوامل هدف هستند. در این ناحیه، عوامل ریسک بالای خطر قطری و عوامل هدف زیر خطر قطری قرار می‌گیرند. عوامل ریسک، ظرفیت بالایی در تبدیل شدن به عوامل کلیدی سیستم را دارند. عوامل هدف، بیشتر از آن که تأثیرگذار باشند تأثیرپذیرند و می‌توان آن‌ها را به عنوان نتایج تکامل سیستم معرفی کرد و با هدایت آن‌ها می‌توان به تغییرات و تکامل مورد نظر سیستم نزدیک شد (Velasquez Lugo 2020). عوامل برون‌داد^۲ 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^۳ 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 به سادگی روندهای اینرسی یا غالب را توصیف می‌کنند که در طول زمان کمی تغییر می‌کنند. در موارد دیگر، این متغیرها به سادگی مستقل هستند. بنابراین حذف این متغیرها پیامدهای کمی برای تحلیل خواهد داشت. متغیرهای خوشه‌ای^۴: این عوامل که در ناحیه (۵) وجود دارند که 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 داشت (Godet et al. 2009). توضیحات مذکور، در بخش یافته‌ها جهت تحلیل ماتریس اثرپذیری و اثرگذاری به کار گرفته شده‌اند.

۴. یافته‌های پژوهش

۴.۱. طبقه‌بندی عوامل محیطی کلیدی

^۱ Intermediate Variables

^۲ Resultant Variables

^۳ Excluded Variables

^۴ Clustered Variables

همان‌طور که در بخش روش پژوهش توضیح داده شد، جهت طبقه‌بندی عوامل شناسایی شده از مدل STEEPLD استفاده شد و در آن عوامل در هفت طبقه کلی طبقه‌بندی شدند: اجتماعی-دموگرافی، فناوریانه، اقتصادی، محیط‌زیستی، سیاسی، سیاستی-قانونی و اخلاقی. سپس در هر طبقه نیز عوامل شناسایی شده در زیرطبقات جزئی‌تر که بیانگر موضوع اصلی عوامل شناسایی شده می‌باشند، جای گرفتند. بر این اساس در نهایت 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	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)
	نقش نوآوری و مهارت در درآمدزایی سواد	Inno&Skill	رشد درآمدزایی مبتنی بر نوآوری و مهارت	OECD (2016)
			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،	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)

طبقه	زیر طبقه	برچسب زیر طبقه در نرم افزار	مصادیق عوامل محیطی	استناد
			کسب و کارها و فعالیت های علمی	
	شهرنشینی	Urbanizati	رشد جهانی جمعیت شهری	نصر اصفهانی و همکاران OECD (2016)، (۱۴۰۱)
	سالمندی	Aging	افزایش سالمندی	OECD (2016)
			افزایش سهم هزینه های اجتماعی و بهداشتی	OECD (2016)
	گسست نسلی	Generation	افزایش گسست نسلی	OECD (2016). نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
فناورانه	فناوری های نرم	SoftTech	توسعه فناوری های نرم	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
	فناوری های ارتباطی	CommTech	رشد فناوری های 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)
	روندهای فناورانه دیجیتال (اتصال پیشرفته، هوش مصنوعی کاربردی، واقعیت فراگیر، ...)	DigTrends	اتصال پیشرفته	مؤسسه مکنزی (۲۰۲۲)
			هوش مصنوعی کاربردی	مؤسسه مکنزی (۲۰۲۲)
			رایانش ابری و مرزی	مؤسسه مکنزی (۲۰۲۲)
			فناوری های واقعیت فراگیر	مؤسسه مکنزی (۲۰۲۲)
			صنعتی سازی یادگیری ماشین	مؤسسه مکنزی (۲۰۲۲)
			توسعه نرم افزار نسل آتی	مؤسسه مکنزی (۲۰۲۲)
			فناوری های کوآنتوم	مؤسسه مکنزی (۲۰۲۲)
			معماری امنیت و هویت دیجیتال	مؤسسه مکنزی (۲۰۲۲)
			وب ۳	مؤسسه مکنزی (۲۰۲۲)
			آینده مهندسی (زیستی،	FutureOEng

طبقه	زیر طبقه	برچسب زیر طبقه در نرم افزار	مصادیق عوامل محیطی	استناد
	انرژی پاک، جابجایی، و ...		آینده مهندسی زیستی	موسسه مکنزی (۲۰۲۲)
			آینده انرژی پاک	موسسه مکنزی (۲۰۲۲)
			آینده جابجایی	موسسه مکنزی (۲۰۲۲)
			آینده فناوری های فضایی	موسسه مکنزی (۲۰۲۲)
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 سال های اخیر	نراقی و همکاران (۱۴۰۰)
			اقتصاد پایه شدن همه فعالیت ها	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
			رشد صنایع خلاق و فرهنگی	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)، نظر خبرگان
	سرمایه گذاری بر حوزه ICT	InvestICT	روند صعودی سرمایه گذاری حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات در جهان	UNCTAD (2021)
	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	نصر اصفهانی و همکاران

طبقه	زیر طبقه	برچسب زیر طبقه در نرم افزار	مصادیق عوامل محیطی	استناد	
	سهم بازار فناوری های پیشرو	Market	جهانی	OECD (2016)، (۱۴۰۱)	
			رشد سهم بازار فناوری های پیشرو	ESPAS (2019)	
	اشتغال	Employment	تداوم بحران اشتغال در کشور	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)، باقری نژاد و سیدان (۱۳۹۷)	
			جایگزینی فناوری های جدید با نیروی کار	OECD (2016)	
وضعیت اقتصادی مردم	EcoStatus	کاهش قدرت خرید خانوارهای ایرانی	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)		
		بیماری های همه گیر جهانی	Epidemics	خطر ابتلا به بیماری های همه گیر جهانی	OECD (2016)
				تغییرات اقلیمی	Climate
محیط زیستی	پیامدهای محیط زیستی فناوری و تجهیزات	EnvirConse	پیامدهای محیط زیستی تجهیزات و زیرساخت های فناوری های فضای مجازی (از جمله مراکز داده)	نظر خبرگان	
			سیاسی	جابجایی در قدرت اقتصادی و فعالیت های نوآورانه در جهان	ShiftEco
جابجایی در قدرت های اقتصادی جهان	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)، OECD (2016)				
افزایش رقابت های قدرت های منطقه ای	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)				
تحریم و روابط بین الملل	Sanc&Relat	تداوم تحریم		نظر خبرگان، صفدری رنجبر و عطاری پور (۱۴۰۰)، اسماعیلی زاده و همکاران (۱۳۹۷)	
		کاهش روابط بین الملل	نظر خبرگان، UNCTAD (2019)		

طبقة	زیر طبقه	برچسب زیر طبقه در نرم افزار	مصادیق عوامل محیطی	استناد
	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	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)
			گسترش ناپایداری‌های اجتماعی و سیاسی	نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)، نظر خبرگان
سیاستی - قانونی	فضای کسب و کار (سیاست‌ها و قوانین کسب و کار)	BusinEnv	سیاست‌های کسب و کار	نظر خبرگان، UNCTAD (2019)
			تسهیل قوانین کسب و کار (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
	اخلاقی	اعتماد مردم به دولت	Trust	رشد فردگرایی در جامعه
رشد بی‌اعتمادی جامعه به ساختارهای اجتماعی و سیاسی				نصر اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱)، نظر خبرگان

(منبع: تحلیل نویسندگان)

۲.۴. 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 می‌باشند 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

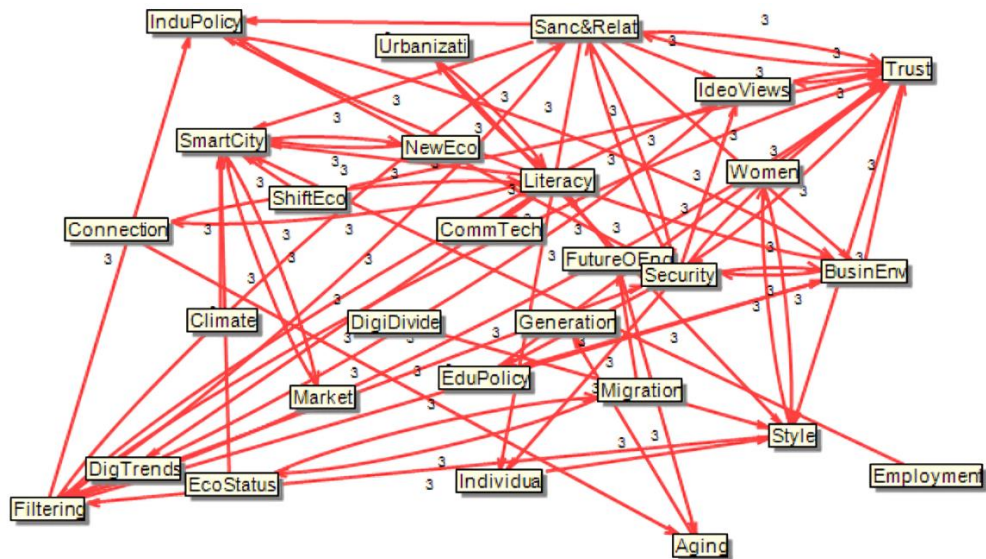
شاخص	مقدار	درصد
اندازه ماتریس	۳۸	-
تعداد چرخش	۲	۱۰۰
بدون تاثیر (تعداد عدد صفر)	۱۴۹	-
تاثیر کم (تعداد عدد یک)	۴۳۷	۳۴
تاثیر متوسط (تعداد عدد دو)	۳۱۸	۲۴
تاثیر زیاد (تعداد عدد سه)	۵۴۰	۴۲
مجموع	۱۲۹۵	۱۰۰
درصد پرشدگی	۸۹,۷	

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 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 پرشدگی به دست آمده برای متغیرها با دوبار چرخش داده‌ای عدد ۸۹,۷ درصد می‌باشد 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. به‌طور کلی از مجموع ۱۴۴۴^۱ 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.

۱,۲,۴. تحلیل اثرگذاری مستقیم عوامل محیطی مؤثر بر نظام علم، تحقیقات، فناوری و نوآوری فضای مجازی

^۱ ۱۲۹۵ اثر از ۱۴۴۴ اثر

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 استفاده شد (شکل ۳). هر چه 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 کسب و کار، نگاه‌های ایدئولوژیک بر تصمیمات فضای مجازی، مهاجرت نیروی کار، سیاست صنعتی، سهم بازار فناوری‌های پیشرو، فناوری‌های ارتباطی، آینده مهندسی، جابجایی 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 می‌باشند.

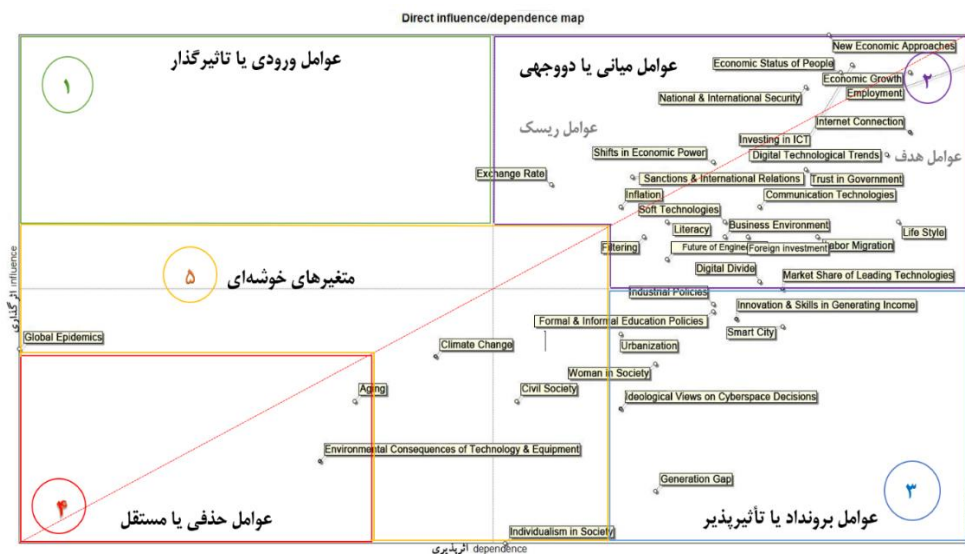


توضیحات: (۱) تاثیر کم (۲) تاثیر متوسط (۳) تاثیر زیاد

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

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

بر اساس توضیحات ذکر شده 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) می‌باشد.



شکل ۴. نقشه اثرگذاری - اثرپذیری مستقیم عوامل محیطی مؤثر بر نظام علم، فناوری و نوآوری فضای مجازی (منبع: خروجی میک‌مک)

از آنجایی که الگوی توزیع عوامل بر اساس شکل (۴)، به صورت شکل L می‌باشد 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 گودت و همکاران (۲۰۰۹)، 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 دوجوهی 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 کسب و کار، سبک زندگی جامعه، سواد، آینده مهندسی، فیلترینگ و کنترل فضای مجازی و فناوری‌های نرم. این عوامل بیشتر از آن که 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، جابجایی 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).

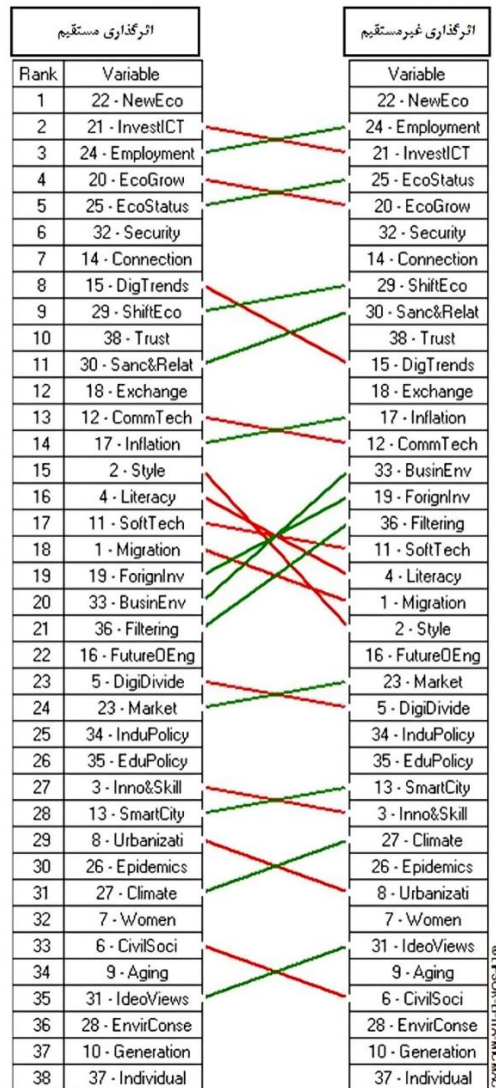
ت. عوامل حذفی یا مستقل، عواملی که نه تأثیرگذار هستند و نه وابسته و می‌توان آن‌ها را در تحلیل مورد چشم‌پوشی قرار داد شامل عوامل سالمندی و پیامدهای محیط‌زیستی فناوری و تجهیزات (رجوع به ناحیه ۴ در شکل ۴).

ث. عوامل خوشه‌ای که بر اساس پراکندگی عوامل، شامل تغییرات اقلیمی، نقش جامعه مدنی و بیماری‌های همه‌گیر جهانی و فردگرایی در جامعه می‌باشند. 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).

۳،۲،۴. 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 جابجایی عوامل با اندک تغییراتی صورت گرفته است. بر اساس نتایج، رتبه اول چه در اثرگذاری مستقیم و چه در اثرگذاری غیرمستقیم عینا 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 می‌باشد. 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 جابجایی)، جابجایی در قدرت جهانی و فعالیت‌های نوآورانه در جهان در اثرگذاری مستقیم رتبه نهم و در اثرپذیری مستقیم رتبه هشتم (با یک پله جابجایی) 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 می‌باشد.



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

۵. بحث و نتیجه‌گیری

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

مجزا و یا در اثر برهمکنش با یکدیگر بر پیکره این نظام و کارکردهای آن تأثیرگذار می‌باشند، 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 استفاده از مطالعه کتابخانه‌ای و نظر خبرگان، عوامل محیطی که بر نظام مذکور تأثیرگذارند شناسایی و با استفاده از مدل STEEPLED طبقه‌بندی شدند که هفت طبقه را شامل شد: اجتماعی-دموگرافی (مطابق با نتایج نراقی و همکاران، ۱۴۰۰؛ باقری‌نژاد و سیدان، ۱۳۹۷)، فناوریانه (مطابق با نتایج نراقی و همکاران، ۱۴۰۰)، اقتصادی (مطابق با نتایج نراقی و همکاران، ۱۴۰۰؛ باقری‌نژاد و سیدان، ۱۳۹۷؛ شبابی و همکاران، ۱۳۹۷)، محیط‌زیستی (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. هر چند 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 می‌باشد. فارغ از نظام علم، فناوری و نوآوری، از آنجایی که فضای مجازی نیز خود یک نظام اجتماعی-فنی است، بنابراین اثرات متقابل عوامل محیطی اثرگذار بر این نظام بسیار مهم می‌باشند.

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 می‌باشد. 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 به منظور 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 می‌باشد 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 اثرگذاری و اثرپذیری مستقیم، سه عامل هدف، ریسک و برونداد، قابل بررسی بیشتر می‌باشند. با توجه به نتایج، ۸۳ درصد از عوامل تشکیل‌دهنده 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 می‌باشند. 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 فناوریانه 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، جابجایی در قدرت اقتصادی و فعالیت‌های نوآورانه در جهان، تحریم و روابط بین‌الملل، نرخ ارز، تورم. این عوامل در واقع بر لبه تیغ قرار دارند. 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 آنجایی 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^۱ بهره‌برداری کنند. پیشنهادات سیاستی در موضوعات نامبرده می‌تواند پایه‌ای برای شکل‌گیری پژوهش‌های ملی آتی در این حوزه نیز باشد.

بعلاوه، عوامل برون‌داد نیز در طبقات اجتماعی-دموگرافی، فناورانه، سیاسی و سیاستی-قانونی پراکنده می‌باشند. 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 آنجایی که رفتار عوامل برون‌داد متأثر از عوامل دوجبه‌ی (هدف و ریسک) می‌باشد، 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 محیط‌زیستی 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 محیط‌زیستی 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 به گونه‌ای 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 نهادی نرم و سخت،

^۱ Open, participatory, evidence-based and reflexive governance

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 فناوری و نوآوری وزارت عتف و خبرگانی که در انجام این پژوهش همراهی و همکاری کرده‌اند، تشکر و قدردانی نمایند.

فهرست منابع

- احمدیان دیوکتی، محمد مهدی، حسنعلی آقاجانی، میثم شیرخدایی، و امیر منصور طهرانچیان. ۱۳۹۷. طراحی مدل سیاست‌گذاری علم و فناوری مبتنی بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی. *سیاست‌گذاری عمومی* ۴(۴): ۹-۲۷.
- آذر، عادل، فرج‌اله رهنورد، و غلامحسین مسلمانی. ۱۳۹۴. طراحی الگوی تدوین راهبرد صنعت: مورد مطالعه صنعت پتروشیمی. *فرآیند مدیریت و توسعه* ۲۸(۴): ۶۱-۸۹.
- 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* ۲۷(۸ و ۲۸): ۱۳-۲۶.
- خیاطیان، محمد صادق، 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، 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 (۱۳)۷: 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](https://iranthinktanks.com/a-look-at-the-ecology-of-science-technology-and-innovation-in-iran)

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 (۴)۶: ۴۷-۶۷.

مولایی، محمد مهدی، و حامد طالبیان. ۱۳۹۴. آینده پژوهی مسائل ایران با روش تحلیل ساختاری. مجلس و راهبرد (۸۶)۲۳: ۵-۳۲.

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

ناظمی، امیر. ۱۳۹۴. تحلیل برگ‌در (تحلیل تأثیرات متقابل). در: سعید خزایی، امیر ناظمی، امیر هوشنگ حیدری، عزیز علیزاده و حامد کاشانی (مولفان) میانی آینده‌پژوهی و روش‌های آن (صص: ۳۶۹-۴۱۴). انتشارات مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور.

نراقی، نرگس، مشکات اسدی، علی چاپرک، و تورج اله 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، صص: ۹۱-۱۸۰. نرگسیان، عباس، علی پیران نژاد، حامد حاجی ملامیرزایی، و عباس قربیان. ۱۴۰۰. ارائه مدل اجرای خط‌مشی‌های فضای مجازی در ایران. امنیت ملی (۳۹)۱۱: 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 (۱)۸: ۱۵-۲۶.

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://cir.mit.edu/sites/default/files/documents/5BClark%5D%20Characterizing%20Cyberspace-%20Past%2C%20Present%20and%20Future.pdf>

- 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>
- Edsall 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>.
- 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, E. et al. 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.lapropective.fr/dyn/anglais/ouvrages/sr10veng.pdf>.
- 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.ctt1djmhl.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>
- 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.
- OECD. 2016a. *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). <https://unctad.org/publication/science-technology-and-innovation-policy-review-iran>
- UNCTAD. 2019. *A framework for science, technology and innovation policy reviews: harnessing innovation for sustainable development*. UNCTAD/DTL/STICT/2019/4.
- UNCTAD. 2021. *The technology and innovation report 2021: catching technological waves innovation with equity*. https://unctad.org/system/files/official-document/tir2020_en.pdf

- 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>
- Wieczorek, A.J., M.P. Hekkert, 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>

**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, E-mail: Faham@ictrc.ac.ir

Mostafa Safdari Ranjbar*

PhD in Technology Management; Assistant Professor, University of Tehran (College of Farabi), Qom Iran, E-mail: Mostafa.safdary@ut.a.c.ir

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 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

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) می‌باشد. 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 هم اکنون استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری دانشکدهگان فارابی دانشگاه تهران می باشد. سیاستگذاری علم، فناوری و نوآوری، نظام های نوآوری و سیاستگذاری به فناوری های دیجیتال و سبز از جمله علایق پژوهشی وی است.

