

## Identifying the Failures of the Country's Science and Technology System Using Network Analysis and Analysis in Soft Operations

Jamal khani Jazani\*<sup>1</sup>, Ali Radadi <sup>2</sup>, Amir Azar Far <sup>3</sup>, sahar Jafari <sup>3</sup>

1. Associate Professor, New Technologies Research Institute, Iranian Research Organization for Science and Technology  
2. PhD in Business Policy, Faculty of Management, Faculties of Management, University of Tehran
3. PhD in Industrial Management, Operations Research, Faculty of Management, Faculties of Management, University of Tehran

\*. Corresponding Author: s.jafari810@gmail

Received: 22 February 2025

Revised: 7 September 2025

Accepted: 4 October 2025

### Abstract

Science and technology, as a crucial national process, play a vital role in achieving the country's development goals. This study aimed to identify and analyze systemic failures in Iran's science and technology system using network analysis and soft operations research methods. Systemic weaknesses were identified across four dimensions: institutional, infrastructural, communicative, and resource-based. The results revealed significant challenges, including poor coordination among institutions, a lack of physical and institutional infrastructure, and misalignment between institutional roles and their defined responsibilities. Moreover, six key institutions, including the Vice Presidency for Science and Technology, universities, and financial entities, were identified as priorities for systemic change. This study provides a comprehensive framework and actionable policy recommendations to enhance institutional coordination, improve infrastructure, and safeguard the science and technology system against internal and external threats.

*Keywords:* protection, network analysis, analysis in soft operations, systemic failures, national innovation system

---

**Citation:** Khani Jazani, J., Radadi, A., Azar Far, A., Jafari, S. (2025). Identifying the Failures of the Country's Science and Technology System Using Network Analysis and Analysis in Soft Operations, *Journal of Technology Development Management*, 12(4), 40-84.

<https://doi.org/10.22104/jtdm.2025.7430.3393>

---

## شناسایی شکست‌های نظام علم و فناوری کشور با استفاده از تحلیل شبکه و تحلیل در

### عملیات نرم

جمال خانی جزئی\*<sup>۱</sup>؛ علی ردادی<sup>۲</sup>؛ امیر آذرفر<sup>۳</sup>؛ سحر جعفری<sup>۳</sup>

۱. دانشیار، پژوهشکده مطالعات فناوری های نوین، سازمان پژوهش های علمی و صنعتی ایران

۲. دکترای سیاست گذاری بازرگانی، دانشکده مدیریت، دانشکده‌گان مدیریت، دانشگاه تهران

۳. دکترای مدیریت صنعتی گرایش تحقیق در عملیات، دانشکده مدیریت، دانشکده‌گان مدیریت، دانشگاه تهران

\*. نویسنده مسئول: s.jafari810@gmail

پذیرش: ۱۲ مهر ۱۴۰۴

بازنگری: ۱۶ شهریور ۱۴۰۴

دریافت: ۰۴ اسفند ۱۴۰۳

### چکیده

علم و فناوری به‌عنوان یکی از فرآیندهای کلان ملی، نقش حیاتی در تحقق اهداف توسعه‌ای کشور ایفا می‌کند. مدیریت و پیشبرد این حوزه نیازمند مصون‌سازی و ارتقاء مستمر است. این پژوهش باهدف شناسایی و تحلیل شکست‌های نظام علم و فناوری کشور، با استفاده از روش‌های تحلیل شبکه و تحلیل عملیات نرم، نقاط ضعف سیستمی در ابعاد نهادی، زیرساختی، ارتباطی و منابعی را شناسایی کرد. نتایج نشان داد که ضعف‌های ساختاری در هماهنگی نهادها، کمبود زیرساخت‌های فیزیکی و نهادی و عدم تطابق نقش‌ها با وظایف تعریف‌شده نهادها، از مهم‌ترین چالش‌های موجود است. همچنین، شش نهاد کلیدی به‌عنوان اولویت‌های تغییر برای بهبود عملکرد نظام علم و فناوری تعیین شدند. این پژوهش با ارائه چارچوبی جامع و بسته‌های پیشنهادی عملی، راهکارهایی برای مصون‌سازی مدیریت این نظام در برابر تهدیدهای داخلی و خارجی پیشنهاد می‌دهد.

**کلمات کلیدی:** مصون‌سازی، تحلیل شبکه، تحلیل عملیات نرم، شکست‌های سیستمی، نظام ملی

نوآوری

## مقدمه

توسعه و مدیریت علم و فناوری به‌عنوان یکی از حوزه‌های کلیدی در سطح ملی، نیازمند ارتقای مستمر و حفاظت در برابر چالش‌هاست. این حوزه نقشی اساسی در تحقق اهدافی مانند استقلال اقتصادی، پیشرفت و ترقی ایفا می‌کند. علم و فناوری با حوزه پدافند اقتصادی ارتباطات متقابل دارد که در دو جهت قابل بررسی است. از یک‌سو، علم و فناوری به‌عنوان بخشی از اقتصاد دانش‌بنیان در نظر گرفته می‌شود؛ جایی که علم به‌عنوان کالایی قابل فرآوری، تبدیل به فناوری و فروش، ارزش‌افزوده بالایی ایجاد می‌کند. خاصیت زایشی علم، این ارزش‌افزوده را به‌مراتب بالاتر از سایر کالاها قرار می‌دهد. از سوی دیگر، علم و فناوری تأثیر مستقیمی بر افزایش بهره‌وری منابع و تولید سایر کالاهای اقتصادی دارد. به‌عبارت‌دیگر، علم و فناوری به‌عنوان یک متغیر برون‌زا می‌تواند موجب افزایش قابل توجه بهره‌وری عوامل تولید و فعالیت‌های تولیدی شود. این دو جهت نشان می‌دهند که توسعه علم و فناوری در یک کشور، نه تنها پیشرفت اقتصادی را تسریع می‌کند، بلکه اقتصاد را در برابر تهدیدهای خارجی مقاوم‌تر می‌سازد. بنابراین علم و فناوری به‌عنوان یکی از محورهای کلیدی توسعه ملی، نقش تعیین‌کننده‌ای در تحقق اهداف اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور ایفا می‌کند. مدیریت و پیشبرد این حوزه نه تنها نیازمند برنامه‌ریزی و هدایت دقیق است، بلکه مستلزم مصون‌سازی و ارتقاء مستمر در برابر تهدیدهای داخلی و خارجی می‌باشد. این مسئله به‌ویژه در شرایط کنونی کشور که با چالش‌های متعددی در حوزه علم و فناوری مواجه است، اهمیت دوچندان پیدا می‌کند.

نظام علم و فناوری در هر جامعه‌ای از شبکه‌ای از نهادها، بازیگران و زیرساخت‌ها تشکیل شده است که به‌طور مداوم در تعامل با یکدیگر، دانش و فناوری را تولید و اشاعه می‌دهند. این تعاملات پیچیده، ظرفیت‌ها و فرصت‌های بسیاری را فراهم می‌آورند، اما درعین حال، ممکن است زمینه‌ساز شکست‌های سیستمی شوند که عملکرد کل نظام را تحت تأثیر قرار دهند. شکست‌های سیستمی، از جمله شکست‌های نهادی، زیرساختی، ارتباطی و منابعی، عواملی هستند که می‌توانند موجب کاهش بهره‌وری، انسجام و توانمندی نظام علم و فناوری شوند.

هدف از انجام این پژوهش آن است که بر پایه اسناد بالادستی و نیز تجربیات ملی و جهانی، مجموعه اقدامات برنامه‌ای در جهت «مصون‌سازی مدیریت و پیشبرد علم و فناوری» استخراج گردد و در قالب بسته‌های مشخصی ارائه گردد. منظور از مصون‌سازی مدیریت علم و فناوری آن است که مشخص گردد کشور در مدیریت علم و فناوری خود دچار چه سؤالات و معضلاتی است و با مراجعه به منابع پژوهشی،

پاسخ‌های موجود احصا و تحلیل گردد تا به‌عنوان بسته‌های پیشنهادی قابل‌ارائه شود. بدیهی است که حوزه علم و فناوری حوزه گسترده‌ای است و در صلاحیت نهادهای متعددی ملی و منطقه‌ای و محلی واقع شده است. این مقاله محدود به مسائلی خواهد بود که به مدیریت علم و فناوری برمی‌گردد. همچنین منظور از استخراج نظام مسائل آن است که با رویکردی آسیب شناسانه، فرآیند مدیریت علم و فناوری در کشور مدنظر قرار گرفته و آسیب‌های متوجه این فرآیند در شرایط حال حاضر کشور استخراج گردد. بررسی‌های پیشین نشان داده‌اند که عواملی همچون ضعف در سیاست‌گذاری کلان، پیچیدگی قوانین و مقررات، کمبود زیرساخت‌های فیزیکی و نهادی و فقدان توانمندی‌های لازم برای انطباق با تغییرات محیطی و فناوری، از جمله موانع اصلی در مسیر توسعه نظام علم و فناوری کشور محسوب می‌شوند (شاه‌پسند و همکاران، ۲۰۲۴، اسدی‌فر و همکاران، ۲۰۱۴، قاضی نوری، ۲۰۰۲؛ اسمیت<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰؛ وولتوئیس<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۵). این موارد نه تنها بر عملکرد نهادهای مرتبط تأثیر می‌گذارند، بلکه زمینه را برای آسیب‌پذیری سیستم در برابر تهدیدهای بیرونی فراهم می‌کنند.

هدف از انجام این پژوهش، شناسایی ضعف‌ها و شکست‌های سیستمی موجود در نظام علم و فناوری کشور و ارائه مجموعه‌ای از اقدامات برنامه‌ای برای مصون‌سازی مدیریت و پیشبرد این حوزه است. در این راستا، با رویکردی آسیب‌شناسانه، فرآیند مدیریت علم و فناوری در کشور مورد بررسی قرار گرفته و نقاط ضعف موجود احصا شده‌اند. همچنین با استفاده از روش‌های تحلیل شبکه و تحلیل در عملیات نرم، ارتباطات میان نهادهای مختلف تحلیل شده و نقاط آسیب‌پذیر و تهدیدهای متناظر شناسایی گردیده‌اند.

این مقاله تلاش می‌کند تا با بهره‌گیری از تجربیات ملی و جهانی و مرور ادبیات پژوهشی مرتبط، چارچوبی جامع برای تحلیل وضعیت موجود و ارائه راهکارهای عملیاتی ارائه دهد. بدین ترتیب، بسته‌های پیشنهادی ارائه شده در این مطالعه، به‌عنوان گام‌هایی مؤثر در جهت بهبود عملکرد نظام علم و فناوری کشور و تقویت توانمندی‌های آن در مواجهه با چالش‌های مختلف، قابل‌استفاده خواهند بود.

### پیشینه تحقیق

در تعریف مرسوم، علم را فرآیند شناخت طبیعت می‌دانند که مستلزم: تشریح پدیده‌ها بر پایه مشاهده، تبیین چگونگی ایجاد این پدیده‌ها و روابط میان آن‌ها و پیش‌بینی پدیده‌های طبیعی است. همچنین فناوری را عامل تبدیل منابع طبیعی زمین و نیروی انسانی به کالای ساخته‌شده می‌شمارند. فناوری

1 Smith

2 Woolthuis

ترکیبی از سخت‌افزار و نرم‌افزار است و چهار جزء دارد: ابزار تولید، مهارت‌ها و تجربیات تولیدی، اطلاعات و دانش فنی تولید و سازمان‌دهی و مدیریت تولید. (قاضی نوری، ۲۰۰۲)

باید دانست که مطالعه علم و فناوری در حیطه رشته «مطالعات علم و فناوری» می‌گنجد. این رشته شیوه ساخت (برساخت) علم و فناوری را مطالعه می‌کند (هکت و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۰۷) مسئله بررسی ماهیت علم و فناوری به حوزه «فلسفه علم و فناوری» مرتبط می‌شود. این موضوع که به تعامل، تمایز و ماهیت علم و فناوری می‌پردازد، توجه بسیاری از فیلسوفان، جامعه‌شناسان علم و فناوری، سیاست‌گذاران این حوزه و پژوهشگران توسعه را به خود جلب کرده است. در نتیجه، مباحثی همچون فلسفه علم، فلسفه فناوری، ماهیت فناوری، چستی علم و جامعه‌شناسی علم یا فناوری و موضوعات مشابه شکل گرفته‌اند. هرچند در فناوری‌های پیشرفته و نوین امروزی، فاصله میان این دو حوزه کاهش یافته و گاه حتی از میان رفته یا مبهم شده است، اما درک دقیق تفاوت‌های میان آن‌ها و اعمال سیاست‌گذاری و مدیریت کلان برای هر یک، همچنان امری ضروری به نظر می‌رسد. (شاه میرزایی، ۲۰۰۰). در شرایط کنونی، مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده پیشرفت و توسعه جوامع به میزان دسترسی به دانش، آموزش، پژوهش و وضعیت نیروی انسانی توانمند وابسته است. امروزه، اهمیت و تأثیرگذاری عوامل طبیعی، اقتصادی و استراتژیک به سرعت جای خود را به سطح بهره‌مندی از علوم و فناوری داده‌اند. با این حال، هرچند علم و فناوری قادر نیستند تمام مشکلات کشور را به‌تنهایی حل کنند، اما نقشی چشمگیر و تأثیرگذار در شکل‌دهی به آینده توسعه کشور ایفا می‌کنند. (قاضی نوری، ۲۰۰۲).

پژوهش‌هایی که در زمینه سیاست‌گذاری علم و فناوری ملی انجام شده‌اند، طی دو دهه اخیر عمدتاً بر پایه رویکرد نظام نوآوری ملی شکل گرفته‌اند. این تحقیقات اغلب بر ترویج و برنامه‌ریزی برای این رویکرد متمرکز بوده‌اند؛ با این حال، بخشی از این پژوهش‌ها نیز به بررسی تهدیدها، نقاط ضعف و مخاطرات مرتبط با این سیستم پرداخته‌اند. برخی از مطالعات به تحلیل کلی این تهدیدها و ضعف‌ها پرداخته‌اند، در حالی که برخی دیگر رویکردی جزئی‌تر و موردکاوانه را اتخاذ کرده‌اند.

اسمیت (۲۰۰۰) چهار حوزه را به‌عنوان عوامل شکست سیستمی مشخص کرده است:

- شکست‌های مرتبط با تأمین سرمایه و زیرساخت
- ناتوانی در انطباق با تغییرات محیطی و فناوری
- شکست ناشی از مقاومت در برابر تغییر

- شکست‌های مرتبط با ساختارها و نهادها  
 وولتوئیس و همکاران (۲۰۰۵) در پژوهشی که به حوزه علم و فناوری اختصاص داشته است، پس از بررسی انواع شکست‌های سیستمی در ادبیات موضوع، چهار دسته اصلی از شکست‌های سیستمی محتمل در نظام‌های علم و فناوری را معرفی کرده‌اند. این دسته‌بندی عبارت است از:
- **شکست‌های سیستمی زیرساختی:** سیستم‌های علم و فناوری برای تحقق رشد بلندمدت خود به زیرساخت‌ها و امکانات مناسبی نیاز دارند. در ادبیات موضوع، دو نوع زیرساخت مورد اشاره قرار گرفته است:  
 زیرساخت‌های مشهود: شامل تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات، جاده‌ها، راه‌آهن، آزمایشگاه‌ها، پارک‌های علم و فناوری و موارد مشابه.  
 زیرساخت‌های نرم: شامل دسترسی به دانش و مهارت‌های ضروری، امکان اشاعه دانش، ثبت اختراع، آموزش و موارد دیگر.  
 از آنجاکه این زیرساخت‌ها اغلب به‌عنوان کالاهای عمومی تلقی می‌شوند، معمولاً دولت مسئولیت تأمین آن‌ها را بر عهده دارد.
- **شکست‌های نهادی:** نهادها بخش حیاتی هر سیستم محسوب می‌شوند و شکست در آن‌ها می‌تواند کل سیستم را مختل کند. نهادها به دو دسته تقسیم می‌شوند:  
 نهادهای رسمی: شامل استانداردها و قواعد حقوقی و عملیاتی مانند قوانین کار، مقررات ایمنی، قراردادهای و سایر موارد که توسط سازمان‌ها، اصناف و نهادهای ملی یا فراملی تدوین می‌شوند. عدم رعایت این قواعد یا ایجاد استانداردهای نامناسب می‌تواند فرآیند تولید و اشاعه علم و فناوری را با چالش مواجه کند.  
 نهادهای غیررسمی: این نهادها ریشه در فرهنگ و ارزش‌های اجتماعی دارند و شامل عواملی نظیر روحیه همکاری، اعتماد عمومی، فرهنگ ریسک‌پذیری و موارد مشابه می‌شوند. تأثیر این ارزش‌ها بر تولید و توسعه علم و فناوری به‌وضوح قابل مشاهده است.
- **شکست‌های ارتباطی:** نظریه سیستمی بر وجود ارتباطات میان اجزای مختلف سیستم تأکید دارد. روابط درون سیستم علم و فناوری هم میان عاملان تولید علم و فناوری برقرار است و هم میان این عاملان با دولت، صنعت و سایر بخش‌ها. شکست ارتباطی ممکن است به دلایل زیر رخ دهد:

- کمبود روابط یا ارتباطات بیش از حد.
- روابط بیش از حد مستحکم که ممکن است منجر به هم‌افزایی داخلی شود، اما در عین حال باعث درون‌نگری، کوتاه‌بینی و عدم توجه به تغییرات محیطی گردد.
- وابستگی بیش از حد به یک حلقه خاص در سیستم (عضو غالب).
- عدم ارتباط مناسب با سایر سیستم‌های اجتماعی، که موجب ناتوانی در بهره‌گیری از روندها، منابع و ظرفیت‌های دیگر سیستم‌ها می‌شود.

- **شکست‌های ناشی از منابع و توانمندی‌ها:** ضعف یا فقدان منابع، شایستگی‌ها و توانمندی‌های لازم می‌تواند موجب شکست سیستم شود. برای هم‌سویی با تغییرات فناوری و نیازهای محیطی، سیستم‌ها باید انعطاف‌پذیر باشند و توانایی یادگیری و تطبیق با شرایط متغیر را داشته باشند. در صورت عدم برخورداری از این ویژگی‌ها، سیستم قابلیت رشد خود را از دست داده و در معرض نابودی قرار می‌گیرد.

آرینگازین<sup>۴</sup> (۲۰۲۳) نقص‌های سیستم علم و فناوری کشور را ناشی از «سیستم معیوب» می‌داند که شامل سیاست‌های ملی ناکافی در زمینه محیط قانونی و نظارتی، بهبود ناکافی در زیرساخت‌های فیزیکی و نهادی، برنامه‌های حمایتی و سازوکارهای تأمین مالی ناکارآمد است. این کاستی‌ها مانع برنامه‌ریزی استراتژیک و درنهایت منجر به رکود در اکوسیستم ملی نوآوری می‌شود. این تحلیل بر نیاز به یک چارچوب جامع برای نوآوری برای پرداختن به این مسائل سیستمی به‌طور مؤثر تأکید می‌کند. بر اساس نتایج پژوهش شیرزادگان و همکاران (۲۰۲۴)، ۴۳ شکست سیستمی عمده در نظام ملی نوآوری ایران شناسایی شده که در ۱۲ حوزه کارکردی دسته‌بندی شده‌اند: (۱) سیاست‌گذاری، جهت‌دهی، ارزیابی و نظارت نظام، (۲) مشروعیت‌بخشی به نوآوری، (۳) آگاه‌سازی عمومی نسبت به مسائل، (۴) آموزش، توسعه و توانمندسازی سرمایه انسانی، (۵) تأمین مالی پژوهش، توسعه فناوری و نوآوری، (۶) خلق دانش و انجام تحقیق و توسعه، (۷) انتشار دانش، همکاری و شبکه‌سازی، (۸) فعالیت‌های محرک تقاضا و بازار، (۹) فعالیت‌های کارآفرینانه (تولید محصولات و خدمات جدید)، (۱۰) ارتقاء هوشمندی سیاستی راهبردی، (۱۱) انجام تغییرات ساختاری و نهادی و (۱۲) شتاب‌دهی و تسریع رشد کسب‌وکارها.

تم<sup>۵</sup> (۲۰۱۰) با مرور تقسیم‌بندی‌های ولتویس و اسمیت، درنهایت یک دسته‌بندی مختصرتر و تلخیص‌شده از شکست‌های سیستمی ارائه داده است که شامل سه دسته اصلی است:

4 Aryngazin, A. (2023)

5 Tamm

- **شکست‌های نهادی/حاکمیتی:** این دسته شامل مواردی مانند شکست بازار، شکست شبکه و شکست سلسله‌مراتب می‌شود که به ناکارآمدی در تنظیم روابط میان اجزای مختلف سیستم اشاره دارد.
- **شکست‌های ناشی از توانمندی:** این دسته شامل ناتوانی در انطباق با تغییرات و تغییرگریزی است که به ضعف در پاسخ‌گویی به تحولات محیطی و فناوری مربوط می‌شود.
- **شکست‌های زیرساختی:** این دسته شامل کمبود یا ضعف در زیرساخت‌های نهادی (مانند قوانین، مقررات و نهادهای حمایتی) و زیرساخت‌های فیزیکی (مانند امکانات و تجهیزات) است. مارزوچی و مونترسو<sup>۶</sup> (۲۰۱۳) هم که با رویکرد سیستمی به سنجش اثرات سیاست‌های دولتی بر توسعه نوآوری در سطح ملی بر ورودی‌ها، رفتار (همان فرآیند) و خروجی‌های نوآوری در دو کشور منتخب پرداخته‌اند، شکست‌های برشمرده توسط ولتویس را مدنظر قرار داده‌اند.
- کارلسون و یاکوبسون<sup>۷</sup> (۱۹۹۷) در پژوهش خود، دسته‌بندی کلی‌تری از نقاط شکست سیستمی در حوزه نوآوری و علم ارائه کرده‌اند که شامل سه دسته اصلی است:
- **شکست‌های شبکه:** به ضعف یا ناکارآمدی در تعاملات و ارتباطات میان بازیگران مختلف در نظام نوآوری اشاره دارد، مانند عدم همکاری یا ارتباطات محدود میان شرکت‌ها، دانشگاه‌ها و نهادهای دولتی.
- **شکست‌های نهادی:** به ناکارآمدی نهادها، قوانین و مقررات، یا عدم وجود نهادهای مناسب برای تسهیل فرآیند نوآوری اشاره دارد.
- **شکست‌های سیستمی:** به مشکلاتی مانند عدم انطباق با تغییرات محیطی، تغییرگریزی یا عدم توانایی سیستم در پاسخ‌گویی به تحولات فناوری و نیازهای جدید اشاره دارد.
- این دسته‌بندی کلی نشان‌دهنده تمرکز آن‌ها بر جنبه‌های بنیادی‌تر شکست‌های سیستمی در نظام‌های نوآوری است.
- لی<sup>۸</sup> (۲۰۰۶) در مطالعه موردی خود بر خوشه‌های نوآوری در جنوب تایوان، مجموعه‌ای از تهدیدها و ضعف‌های کلیدی را شناسایی کرده است که مانع توسعه نظام علم، فناوری و نوآوری می‌شوند. این تهدیدها عبارت‌اند از: کمبود نیروی انسانی ماهر و توانمند، فقدان تحصیلات متناسب، رشد کند صنایع

---

6 Marzucchi & Montresor

7 Carlsson & Jacobsson

8 Lee

سنتی و نوین، ضعف در آگاهی از محیط، ضعف شرکت‌ها در برقراری ارتباط با شبکه‌ها و بازارهای جهانی، کمبود سرمایه‌گذاری، سیاست‌های انعطاف‌ناپذیر دولتی، سیاست‌های انعطاف‌ناپذیر استخدام نیروی کار خارجی، نیروی کار عمدتاً روستایی و کم‌توان، ضعف زیرساختی (آب، برق، حمل‌ونقل و غیره)، فضای رقابت به‌جای همکاری میان خوشه‌ها، و ارتباط ضعیف با کسب‌وکارهای محلی و جوامع مدنی. وی در دیدگاه خود به‌طور خلاصه، تهدیدات اصلی بر سر راه توسعه نظام علم، فناوری و نوآوری را در ضعف‌های ارتباطی داخلی و بین‌المللی، فقدان منابع و زیرساخت‌ها و فقدان توانمندی‌های شغلی و سیاست‌های دولتی مشکل‌زا می‌داند. این موارد نشان‌دهنده نیاز به اصلاحات ساختاری و سیاستی برای پیشبرد نوآوری در این منطقه هستند.

نوروزی و همکاران (۲۰۱۶) و نوروزی و طباطباییان (۲۰۱۶) مجموعه‌ای از ضعف‌های اساسی در نظام ملی نوآوری ایران را شناسایی کرده‌اند که منجر به اختلال در کارکردهای این نظام شده است. این ضعف‌ها عبارت‌اند از:

- فقدان استراتژی کلی در سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری برای همسویی فعالیت‌های بازیگران مختلف.
- فقدان شورای واحد فرا بخشی مسئول سیاست‌گذاری و هماهنگی با قدرت اعمال سیاست مورد پذیرش نهادهای مختلف.
- پیچیدگی قوانین و مقررات حاکم بر پژوهش و فناوری.
- فقدان زیرساخت‌های قانونی، فرهنگی و ساختاری لازم برای حمایت از مالکیت فکری.
- مشخص نبودن اولویت‌های اصلی در جهت‌دهی به فعالیت‌های پژوهشی و فناورانه.
- اتکای بیش‌ازحد منابع مالی پژوهش و فناوری بر منابع دولتی.
- کمبود واحدهای تحقیق و توسعه تخصصی.
- ضعف همکاری‌های بین‌المللی در تحقیق و توسعه.
- کمبود سهم بخش خصوصی در تحقیق و توسعه.
- فقدان نظام بخشی و تقسیم‌کار میان مراکز متولی پژوهش، پراکنده‌کاری و دوباره‌کاری.
- فقدان نهاد متولی ارزیابی و نظارت بر فعالیت‌های تحقیق و توسعه و نوآوری.
- تأکید بیش‌ازحد نظام آموزشی بر انتقال دانش، به‌جای ایجاد زمینه‌های ابداع و نوآوری.
- واردات و عدم صرفه اقتصادی در تجاری‌سازی محصولات فناورانه.
- عدم تسلط بخش علمی و دانشگاهی و مدیران مراکز تحقیقاتی به روش‌های تجاری‌سازی فناوری.

- کمبود سرمایه‌گذاری خطرپذیر.
  - عدم تناسب اهداف و محتوای نظام آموزشی با نیازهای ملی، به‌ویژه چشم‌انداز تربیت نیروی متخصص برای فناوری‌های نوین.
  - مهاجرت مغزها.
  - عدم برقراری ارتباط مناسب میان نهادهای مسئول تحقیقات.
  - عدم آشنایی مسئولان و متخصصان با اهمیت و مفهوم انتشار فناوری.
  - فقدان سازوکارهای تسهیل‌کننده انتشار فناوری (مانند قوانین حمایت از حقوق مالکیت فکری).
  - عدم وجود شبکه‌های علمی، صنعتی و فناورانه.
- این موارد نشان‌دهنده چالش‌های جدی در سیاست‌گذاری، زیرساخت‌ها، ارتباطات و فرآیندهای نظام ملی نوآوری هستند و اصلاح آن‌ها نیازمند یک برنامه جامع و هماهنگ است.
- شفیع‌زاده (۲۰۱۳) با تأکید بر چالش‌های مرتبط با توسعه نظام ملی نوآوری در ایران، مجموعه‌ای از ضعف‌ها و کاستی‌های اساسی را شناسایی کرده است که در راستای موارد پیشین، بر عوامل مختلف اقتصادی، مدیریتی، ساختاری و ارتباطی تأکید دارند. این موارد عبارت‌اند از:
- اقتصاد دولتی و کم‌توجهی به جلب مشارکت بخش خصوصی، به‌ویژه در حوزه کارآفرینی.
  - نامناسب بودن سیاست‌گذاری‌ها و اولویت‌گذاری‌های علمی، فناوری، نوآوری و کارآفرینی.
  - فقدان نگاه ملی، فرا بخشی و بلندمدت به نظام‌های ملی علم، فناوری، نوآوری و کارآفرینی.
  - ضعف در اعتقاد و باور مدیران میانی و اجرایی به ضرورت توسعه نظام ملی نوآوری.
  - فقدان متولی مشخص، الگوی جامع و برنامه دقیق در زمینه تعاملات میان دولت، دانشگاه و صنعت.
  - حمایت‌های اندک سیاستی، قانونی، مالی و اعتباری دولت در زمینه توسعه نوآوری.
  - فقدان مدیریت و برنامه‌ریزی علمی، جامع و راهبردی برای توسعه نظام نوآوری.
  - عدم پیوستگی و وجود حلقه‌های مفقوده فراوان در زنجیره ایده تا محصول.
  - عدم انطباق تحقیقات دانشگاهی با نیازهای صنعت و بی‌اعتمادی صنعت به تحقیقات دانشگاهی.
  - کم‌توجهی به امر تحقیق و توسعه در مراکز خدماتی، تولیدی و صنعتی کشور.
  - ضعف در همکاری‌های علمی بین‌المللی به‌عنوان پیش‌نیاز اساسی توسعه نظام ملی نوآوری.
  - تأکید بر رشد کمی صرف در مراکز حمایتی از کارآفرینان و بنگاه‌های کوچک و متوسط.
  - تغییرات سریع قوانین و مدیریت‌ها و کم‌توجهی به اصل شایسته‌سالاری.

- کمبود امکانات، تجهیزات و اعتبارات تحقیقاتی و آزمایشگاهی در دانشگاه‌ها.
  - فقدان تخصص و مهارت‌های موردنیاز جامعه و صنعت در دانش‌آموختگان دانشگاهی.
  - فقدان آمار و اطلاعات دقیق، به‌روز و معتبر و نبود بانک‌های اطلاعاتی کارآمد.
  - فقدان صندوق‌های سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر و سرمایه‌گذاری‌های مشترک در کشور.
- این ضعف‌ها نشان‌دهنده مشکلات ساختاری و سیستمی در نظام ملی نوآوری ایران است که برای رفع آن‌ها نیاز به اصلاحات بنیادین در حوزه‌های سیاست‌گذاری، مدیریت منابع، توسعه زیرساخت‌ها، تقویت ارتباطات و ایجاد هماهنگی میان بازیگران مختلف وجود دارد.
- مبینی دهکردی و همکاران (۲۰۱۱) با بررسی کارکردهای اصلی نظام نوآوری به این جمع‌بندی رسیده‌اند که مهم‌ترین ضعف‌هایی که عملکرد این نظام را با چالش روبه‌رو می‌سازد شامل موارد زیر است:

- سیاست‌گذاری و جهت‌دهی کلان در عرصه علم و فناوری
  - تأمین منابع مالی برای فعالیت‌های نوآورانه
  - گسترش ارتباطات و انتقال دانش
  - توسعه بازار کالاها و خدمات نوآورانه
- طباطباییان (۲۰۰۷) در پیش‌نویس سند جامع توسعه علم و فناوری، علاوه بر موارد مشابه پیشین، به نکات زیر نیز اشاره کرده است:
- توزیع نامتوازن پژوهشگران و امکانات تحقیقاتی در کشور و تمرکز بیش از حد آن‌ها در تهران
  - نبود زیرساخت مناسب برای اطلاع‌رسانی علمی و پژوهشی
  - ضعف در تعامل و ارتباط میان نخبگان و پژوهشگران
  - غلبه فرهنگ پژوهش و فعالیت فردی
  - کمبود دانش و مهارت‌های مرتبط با مدیریت تحقیقات
  - وجود بروکراسی اضافی در دستگاه‌های حمایتی
  - نبود انجمن‌ها و تشکل‌های علمی - پژوهشی
  - کمبود آمار و اطلاعات دقیق
- منطقی و همکاران (۲۰۰۹) نیز ضمن تأکید بر بسیاری از موارد پیشین، نکات زیر را به مجموعه مسائل مطرح‌شده اضافه کرده‌اند:

- ضعف نهادهای تخصصی تصمیم‌سازی و مراکز مشاوره در حوزه سیاست‌گذاری نوآوری

- کاستی‌های فرهنگی جامعه در زمینه‌هایی مانند کار گروهی، رعایت حقوق مالکیت فکری و عزم ملی برای تولید و نوآوری
  - کمبود سرمایه‌های جسورانه و محدود بودن سرمایه‌گذاری خارجی در کشور
  - نبود مرجعیت واحد مورد توافق و تغییرات بنیادین در مرجعیت‌ها تحت تأثیر جریان‌های سیاسی در قوای مختلف
  - چالش‌های مرتبط با اعمال حاکمیت و مالکیت دولت
  - نارسایی‌های موجود در برخی قوانین حاکم بر نظام ملی نوآوری ایران
  - تحریم‌های بین‌المللی
- در این میان، پژوهش‌هایی همچون میرعمادی (۲۰۱۲) به جای تمرکز بر شمار زیاد شکست‌های سیستمی، به ریشه اصلی بروز آن‌ها و آسیب‌پذیری کشور در برابرشان پرداخته‌اند؛ به باور وی، عامل بنیادین این مسئله، رانته بودن ساختار اقتصاد ملی است.
- از سوی دیگر، شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری (عتف) به‌عنوان یکی از نهادهای محوری در عرصه علم و فناوری شناخته می‌شود. وظیفه اصلی این شورا سیاست‌گذاری و هدایت راهبردی فعالیت‌های علمی و فناورانه در سطح ملی است. این نهاد با برقراری هماهنگی میان سازمان‌های اجرایی، مراکز پژوهشی و دانشگاه‌ها، تدوین نقشه جامع علمی کشور را بر عهده داشته و شرایط لازم برای شکل‌گیری سیاست‌های منسجم در این حوزه را فراهم می‌کند. کم‌توجهی به نقش و کارکرد این شورا می‌تواند موجب تضعیف مدیریت کلان علم و فناوری کشور گردد.
- خدادادحسینی و دانایی‌فرد (۲۰۰۴) با بهره‌گیری از رویکرد تحلیل ساختاری به بررسی این موضوع پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آن‌ها بر ساختار خط‌مشی‌گذاری علم و فناوری در برخی کشورهای منتخب (عمدتاً در اروپای شرقی که در حال اجرای الگوی اتحادیه اروپا برای ارتقا بودند) نشان می‌دهد که این مسئولیت در اختیار قوه مجریه قرار گرفته و معمولاً چند وزارتخانه در آن مشارکت داشته‌اند. با این حال، چنین رویکردی موانعی در مسیر تأمین منابع مالی ایجاد کرده است
- مرور پژوهش‌های داخلی دو نکته اساسی را آشکار می‌سازد:
- فقدان بهره‌گیری از مدل‌ها و چارچوب‌های تحلیلی، به‌گونه‌ای که اغلب مطالعات تنها به شناسایی مجموعه‌ای از عوامل اثرگذار منجر شده‌اند که فاقد انسجام و نظم مشخص‌اند.
  - نبود تفکیک میان مفاهیم و مؤلفه‌هایی که نقش راهبردی و اثرگذار دارند با عواملی که صرفاً آثار منفی برجای می‌گذارند.

### شواهد کمی و کیفی از شکست نظام علم و فناوری در ایران

- بر اساس داده‌های بانک جهانی (World Bank)، سهم ایران از سرمایه‌گذاری در حوزه تحقیق و توسعه به‌عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی (GDP) به‌مراتب پایین‌تر از میانگین جهانی است؛ به‌طوری‌که این نسبت در ایران کمتر از ۰.۵٪ بوده، در حالی که کشورهای توسعه‌یافته معمولاً بیش از ۲٪ GDP خود را به این بخش اختصاص می‌دهند.
- گزارش‌های سازمان جهانی مالکیت فکری (WIPO) نشان می‌دهد که طی سال‌های اخیر تعداد ثبت اختراعات ایران کاهش محسوسی داشته و در مقایسه با کشورهایی چون ترکیه و امارات عقب‌ماندگی آشکاری وجود دارد؛ مسئله‌ای که بیانگر ضعف در تولید دانش و تجاری‌سازی فناوری‌های بومی است.
- اگرچه تعداد مقالات علمی ایران رشد یافته، اما سهم مقالات باکیفیت و پراچاع در مجلات معتبر بین‌المللی (مانند ISI) نسبت به کشورهای هم‌سطح کاهش پیدا کرده است.
- نبود سازوکارهای کارآمد برای تعامل میان دانشگاه، صنعت و دولت از اصلی‌ترین نقاط ضعف نظام علم و فناوری کشور است؛ به‌گونه‌ای که اغلب پژوهش‌های دانشگاهی کمتر به نوآوری صنعتی تبدیل می‌شوند و صنایع نیز بهره کافی از ظرفیت‌های علمی دانشگاه‌ها نمی‌برند.
- بسیاری از اهداف مندرج در اسناد بالادستی نظیر سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ و نقشه جامع علمی کشور به دلیل کاستی‌هایی در زیرساخت‌های اجرایی، ضعف در نظام نظارت و ارزیابی، و فقدان هماهنگی بین نهادهای مسئول محقق نشده‌اند. به‌عنوان نمونه، دستیابی به جایگاه نخست منطقه در شاخص‌های علم و فناوری همچنان با موانع جدی روبه‌روست.
- کمبود زیرساخت‌های حیاتی مانند آزمایشگاه‌های پیشرفته، پارک‌های علم و فناوری و مراکز تحقیقاتی مجهز از مهم‌ترین عوامل محدودکننده توانمندی‌های نظام علم و فناوری محسوب می‌شود. علاوه بر این، ضعف نهادهای نظارتی و ارزیابی عملکرد، موجب شفافیت ناکافی و ناکارآمدی سیستم شده است.
- فرهنگ پژوهش و نوآوری در ایران همچنان با چالش‌هایی مانند پایین بودن تحمل ریسک، نبود اعتماد عمومی به تولیدات داخلی و گرایش به واردات به‌جای توسعه تولید داخلی مواجه است؛ عواملی که به شکل مستقیم بر کارآمدی نظام علم و فناوری اثر منفی می‌گذارند.
- در این مقاله تلاش شده است با بهره‌گیری از ترکیب مدل‌ها و دسته‌بندی‌های ارائه‌شده در پژوهش‌های بین‌المللی و همچنین با جداسازی عواملی که منجر به شکست‌های سیستمی می‌شوند از

عوامل کم‌اهمیت‌تر، کاستی‌های موجود برطرف شود. افزون بر این، رویکرد پدافند غیرعامل به‌عنوان چارچوب راهنمای پژوهش مدنظر قرار گرفته است.

مرور پژوهش‌های انجام‌شده درباره شکست‌های سیستمی در حوزه علم و فناوری نشان می‌دهد که این موضوع از زوایای گوناگون مورد توجه محققان داخلی و خارجی قرار گرفته است. مطالعات اولیه همچون اسمیت (۲۰۰۰) بیشتر بر شناسایی کلی ضعف‌های نهادی، ارتباطی و زیرساختی متمرکز بوده‌اند، در حالی که تحقیقات بعدی، مانند پژوهش‌های وولتویس و همکاران (۲۰۰۵)، با ارائه دسته‌بندی جامع‌تری از انواع شکست‌های سیستمی، زمینه تحلیل دقیق‌تر آن‌ها را فراهم ساخته‌اند. در سطح داخلی نیز پژوهش‌هایی نظیر نوروزی و همکاران (۲۰۱۶) عمدتاً به کاستی‌های ساختاری نظام علم و فناوری ایران پرداخته‌اند. با وجود این دستاوردها، همچنان خلأهایی در تحلیل جامع این شکست‌ها و ارائه راهکارهای کاربردی وجود دارد. به‌ویژه آنکه دسته‌بندی‌های ارائه‌شده در برخی موارد پراکنده بوده و پیوند میان ضعف‌های شناسایی‌شده و تهدیدهای خارجی به‌طور کامل تبیین نشده است. علاوه بر این، پژوهش‌های داخلی کمتر از چارچوب‌ها و مدل‌های معتبر بین‌المللی بهره برده‌اند و اغلب به جای دسته‌بندی منسجم، صرفاً فهرستی از مشکلات را مطرح کرده‌اند.

در مجموع موارد فوق را می‌توان در قالب جدول شماره ۱ تلخیص نمود:

**جدول ۱: خلاصه مقایسه پژوهش‌ها**

عنوان پژوهش	خلاصه	سطح تحلیل	ویژگی‌ها	ضعف‌ها	بخش استفاده‌شده و دلیل آن
اسمیت (۲۰۰۰)	شکست‌های ناشی از تأمین سرمایه و زیرساخت شکست در توانایی انطباق با تغییرات محیطی و فناوری شکست ناشی از تغییر گریزی شکست‌های نهادی	نظری	بررسی مفصل رابطه میان سیاست‌گذاری عمومی و توسعه علم و فناوری و نوآوری در سطح ملی	عدم هم‌ارزی دسته‌بندی	استفاده از دسته‌بندی اولیه شکست‌های سیستمی برای ایجاد چارچوب نظری مقاله.
وولتویس و همکاران (۲۰۰۵)	شکست‌های سیستمی زیرساختی شکست‌های نهادی شکست‌های ارتباطی	نظری و مورد کاوی	استفاده از مدل خود در تحلیل تجربی سیاست‌های علم،	ضعف در هماهنگی نهادی	استفاده از دسته‌بندی جامع به‌عنوان چارچوب اصلی تحلیل مقاله.

عنوان پژوهش	خلاصه	سطح تحلیل	ویژگی‌ها	ضعف‌ها	بخش استفاده‌شده و دلیل آن
	شکست‌های ناشی از منابع و توانمندی		فناوری و نوآوری کشور هلند جامع‌ترین دسته‌بندی		
تم (۲۰۱۰)	شکست‌های نهادی/حاکمیتی شکست‌های ناشی از توانمندی شکست‌های زیرساختی	مورد کاوی	کاربرد عملی مدل خود در تحلیل سیاست ملی	ضعف در تحلیل جزئی	استفاده از تلخیص دسته‌بندی وولتوئیس برای ساده‌سازی مدل تحلیل
مارزوچی و مونترسو (۲۰۱۳)	ورودی‌ها، رفتار (همان فرآیند)، خروجی‌ها	مورد کاوی	دیدگاه سیستمی به تحلیل اثرات سیاست	محدودیت در بررسی جزئیات نهادی	استفاده از روش سیستمی برای تحلیل اثرات سیاست‌ها بر عملکرد نظام علم و فناوری ایران؛ کمک به ارزیابی جامع.
کارلسون و یاکوبسون (۱۹۹۷)	شکست‌های شبکه شکست‌های نهادی شکست‌های سیستمی	نظری	اولین دسته‌بندی از شکست‌های سیستمی در حوزه علم و فناوری	عدم تحلیل عمیق تغییرات محیطی	استفاده از دسته‌بندی اولیه شکست‌های سیستمی برای پایه‌گذاری چارچوب نظری تحقیق.
لی (۲۰۰۶)	کمبود نیروی انسانی ماهر و توانمند فقدان تحصیلات متناسب رشد کند صنایع سنتی و نوین ضعف در آگاهی از محیط ...	پیمایش	تحلیل تجربی	پراکندگی عوامل	استفاده از تحلیل ضعف‌های ارتباطی و منابع انسانی برای شناسایی نقاط آسیب‌پذیر نظام ایران.

عنوان پژوهش	خلاصه	سطح تحلیل	ویژگی‌ها	ضعف‌ها	بخش استفاده‌شده و دلیل آن
آرینگازین (۲۰۲۳)	سیاست‌های ناکافی، زیرساخت‌های ضعیف و برنامه‌های حمایتی ناکارآمد	نظری	تحلیل سیستم معیوب نظام ملی نوآوری	ضعف در سیاست‌گذاری کلان و ناکارآمدی برنامه‌های حمایتی.	استفاده از تحلیل نقص‌های سیستمی برای شناسایی نقاط ضعف کلیدی در نظام علم و فناوری ایران.
شیرزادگان و همکاران (۲۰۲۴)	شناسایی ۴۳ شکست سیستمی در نظام ملی نوآوری ایران و دسته‌بندی آن‌ها در ۱۲ حوزه کارکردی	نظری و مورد کاوی	دیدگاه جامع درباره ضعف‌های سیستمی ایران	ضعف‌های گسترده در تمامی حوزه‌ها	استفاده از دسته‌بندی ۱۲ حوزه کارکردی برای تکمیل تحلیل ضعف‌های نظام علم و فناوری در ایران.

جمع‌بندی این مطالعات نشان می‌دهد که ضعف‌های نهادی، ارتباطی و زیرساختی به‌عنوان مهم‌ترین عوامل شکست سیستمی در نظام علم و فناوری شناخته می‌شوند. این پژوهش تلاش دارد تا با استفاده از چارچوب نظری وولتوئیس و همکاران (۲۰۰۵)، تحلیل جامعی از این ضعف‌ها ارائه دهد و راهکارهایی عملی برای بهبود عملکرد نظام علم و فناوری کشور پیشنهاد کند.

### روش پژوهش

پژوهش حاضر باهدف شناسایی شکست‌های سیستمی در نظام علم و فناوری کشور از ترکیب دو رویکرد تحلیل شبکه و تحلیل در عملیات نرم بهره گرفته است. این روش‌ها امکان بررسی دقیق ارتباطات میان نهادها، شناسایی نقاط ضعف و آسیب‌پذیری‌ها و ارائه راهکارهای عملیاتی برای بهبود عملکرد نظام علم و فناوری را فراهم می‌کنند.

تحلیل سیاست‌های کلان و ملی در عرصه‌های گسترده‌ای همانند علم و فناوری نیازمند ابزارهای تحلیلی کلان است. بسیاری از پژوهش‌هایی که در سطح ملی انجام شده است از مبنای تحلیلی نهادی بهره می‌برد. لذا در این پژوهش نیز از همین رویکرد استفاده شده است.

در تحلیل‌های نهادی دو عنصر عامل و نهاد مورد بررسی قرار می‌گیرد (نورث<sup>۹</sup>، ۱۹۹۱). در پژوهش حاضر، تمرکز بر شناسایی نقاط شکست سیستم است و از میان مجموعه مفاهیم مرتبط با نهاد، تنها به شکست‌های سیستمی پرداخته شده است. در این چارچوب، مؤلفه‌های مورد بررسی عبارت‌اند از:

- **عاملان:** شامل مؤسسات پژوهشی، نهادهای دولتی، شرکت‌ها، مشاوران و سایر بازیگران مرتبط که در کنار هم به تولید علم، فناوری و محصولات می‌پردازند و شبکه نهادی علم و فناوری را شکل می‌دهند.

- **شکست‌های سیستم:** شرایطی که هم عاملان و هم عملکرد کل سیستم را از دسترس بهره‌وری خارج می‌سازد. این شکست‌ها می‌توانند توسط عاملان ایجاد شوند یا به تدریج و در اثر تغییرات و تحولات سیستم شکل بگیرند.

در میان پژوهش‌هایی که پیش‌تر با رویکرد نهادی مطرح شدند، مطالعه وولتوئیس و همکاران (۲۰۰۵) شاخص به‌شمار می‌رود. همان‌طور که در سیر زمانی پژوهش‌ها مشاهده می‌شود، این مطالعه با ارائه دسته‌بندی منطقی و منسجم عوامل شکست سیستم، ارزش نظری قابل توجهی به دست آورده است. به همین دلیل، در تحقیقات بعدی در این حوزه، عملاً تغییر یا افزودنی به دسته‌بندی او صورت نگرفته و تنها در برخی موارد تلخیص شده است.

علاوه بر ارزش نظری، مدل ارائه‌شده توسط خود پژوهشگران در قالب پژوهش‌های تجربی آزموده شده و توسط محققان دیگر (مانند تم، ۲۰۱۰) در کشورهای مختلف نیز مورد استفاده قرار گرفته و کارآمدی خود را نشان داده است. به‌گونه‌ای که در گزارش‌های مرکز SPRU دانشگاه ساسکس—یکی از معتبرترین مراکز جهان در حوزه سیاست‌گذاری علم و فناوری—نیز از آن بهره گرفته شده است (مارزوچی و مونترسو، ۲۰۱۳). بنابراین، پژوهش حاضر نیز بر پایه همین دسته‌بندی استوار شده است.

مطابق با روش‌شناسی وولتوئیس و همکاران (۲۰۰۵)، تحلیل در این پژوهش شامل گام‌های زیر است:

- **تحلیل:** بررسی تحلیلی مکان و نوع شکست‌های سیستم؛ به‌عبارت دیگر، شناسایی این که کدام نوع شکست‌ها در سیستم موردنظر محتمل است.

- **تحلیل نگاهت جامع علمی کشور:** با استفاده از روش‌های ساخت‌یافته برای مسئله، نهادهایی که از منظر ارتباطی دارای کاستی هستند شناسایی می‌شوند. در این مرحله، از سه ابزار بهره

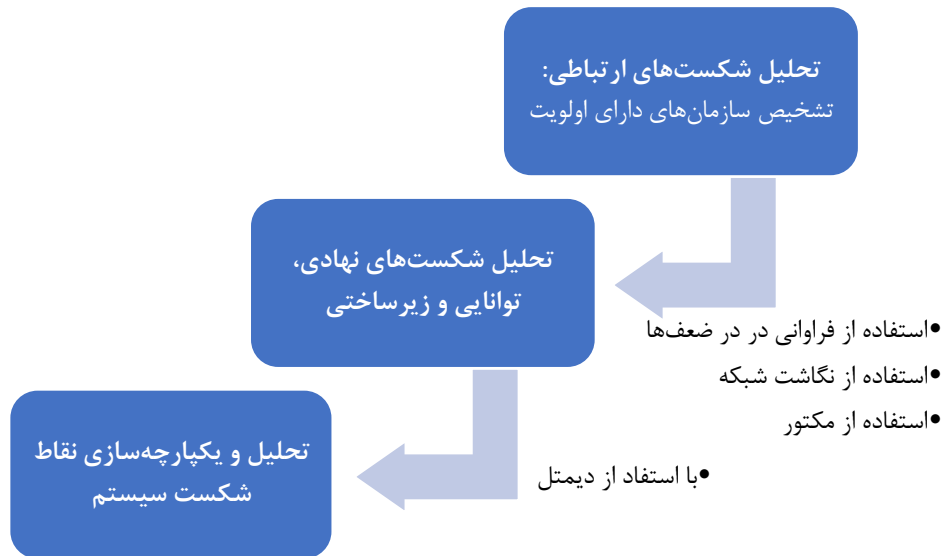
گرفته شده است: خوشه‌بندی روابط شبکه‌ای نهادها، تحلیل MACTOR و شناسایی سازمان‌هایی که بیشترین نقاط ضعف را دارند. نتایج این سه تحلیل با یکدیگر تجمیع شده و در نهایت ده سازمان به‌عنوان سازمان‌های دارای اولویت تغییر مشخص شده‌اند. همچنین، انواع شکست‌ها و تهدیدهای ارتباطی نیز با استفاده از همین روش‌ها استخراج شده‌اند.

– **مبنا یابی**<sup>۱۰</sup>: تعیین این‌که گزینه‌های سیاستی مورد اتخاذ، بر چه عاملان و یا شکست‌هایی تمرکز دارند.

در گام بعد، ضعف‌های شناسایی شده در ابعاد نهادی، منابع و توانمندی‌ها و زیرساخت‌ها طبقه‌بندی شدند تا مشخص شود هر یک از آن‌ها در نظام علم و فناوری کشور چه نقشی ایفا می‌کنند: تأثیرگذار، میانجی یا تأثیرپذیر. برای این منظور، کلیه نقاط ضعف در سلول علم و فناوری کشور به چهار دسته تقسیم شدند: ضعف‌های نهادی رسمی، ضعف‌های نهادی غیررسمی، ضعف‌های زیرساختی و ضعف‌های مرتبط با منابع و توانمندی‌ها، و در هر دسته نقاط ضعف مشخص شد. سپس این نقاط ضعف به سه گروه علت، میانجی و نتیجه تخصیص یافتند. شایان ذکر است که شکست‌های ارتباطی بر اساس تحلیل‌های انجام‌شده در گام نخست مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

– **ارزیابی**: ارزیابی سیاست‌های فعلی حاکمیت بر این اساس انجام شد که مشخص شود آیا این سیاست‌ها بر مهم‌ترین شکست‌ها و یا عاملانی که به حالت گلوگاهی رسیده‌اند تمرکز دارند یا خیر. در ادامه، وضعیت هر نهاد از منظر آسیب‌پذیری نسبت به یک ضعف مورد بررسی قرار گرفت و نقاط آسیب‌پذیر هر سازمان شناسایی شد. در نهایت، نقاط ضعف سازمان‌هایی که در گام اول به‌عنوان دارای اولویت تغییر مشخص شده بودند، با استفاده از سطح‌بندی ایجادشده در گام دوم، به دو دسته **ضعف‌های مداخله‌ای و ضعف‌های پایش** تقسیم شدند. به بیان دیگر، متغیرهای مداخله برای این سازمان‌ها نقش اهرمی دارند و انتظار می‌رود با بهبود آن‌ها، بیشترین اثر مطلوب در سیستم ایجاد شود.

شکل شماره ۱ فرآیند این تحلیل را نشان می‌دهد:



شکل ۱: فرایند تحلیل

این پژوهش نیازمند گردآوری هم داده‌های کمی و هم کیفی بوده است. این داده‌ها از طریق مطالعات اسناد، مطالعات کتابخانه‌ای تجربیات و سوابق و مشارکت‌جویی خبرگان؛ به دست آمده است. در این پژوهش، خبرگان حوزه علم و فناوری نقش مهمی در تحلیل اطلاعات و اعتبارسنجی نتایج داشته‌اند. این خبرگان شامل ۱۵ نفر از متخصصان سیاست‌گذاری علم و فناوری، مدیران ارشد نهادهای مرتبط و استادان دانشگاه با تجربه در زمینه مطالعات علم و فناوری بوده‌اند. خبرگان از طریق جلسات مصاحبه عمیق و گروه‌های متمرکز به موارد زیر کمک کرده‌اند:

- شناسایی و دسته‌بندی نقاط ضعف نهادی، زیرساختی، ارتباطی و توانمندی‌ها.
- ارائه بازخورد در مورد تحلیل‌های انجام شده.
- بررسی صحت و اعتبار نتایج حاصل از تحلیل شبکه و عملیات نرم.

## یافته‌ها

### روش اول: استفاده از تحلیل شبکه

تحلیل روابط موجود در نگاهت نهادی نقشه جامع علمی کشور با استفاده از تکنیک‌های بصری سازی گراف و خوشه‌بندی انجام شده است. در نقشه جامع علمی کشور ۲۳ نهاد در حوزه علم و فناوری کشور دخیل دانسته شده‌اند که با یکدیگر دارای روابطی هستند.

۱. رهبری

۲. ریاست جمهوری

۳. شورای عالی انقلاب فرهنگی
۴. مجمع تشخیص
۵. مجلس شورای اسلامی
۶. قوه قضاییه
۷. معاونت علم و فناوری ریاست جمهوری
۸. فرهنگستانها، مراکز مطالعات و ...
۹. مرکز ارزیابی علم و فناوری
۱۰. وزارتخانه ها، نهادهای پرورش و ...
۱۱. وزارتخانه‌ها و نهادهای اجرایی
۱۲. مرکز استاندارد ملی و شبکه‌های اطلاع رسانی
۱۳. دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی و پایه
۱۴. سازمان مالکیت فکری و صنعتی
۱۵. نهادهای مالی سرمایه‌گذاری مخاطره پذیر
۱۶. بانک‌های تخصصی توسعه فناوری و نوآوری
۱۷. دفاتر انتقال دانش و فناوری
۱۸. مراکز رشد، پارکها و شبکه‌های هم‌افزایی علم و فناوری
۱۹. مناطق آزاد علم و فناوری
۲۰. شهرکها و خوشه‌های صنعتی
۲۱. صنعت، خدمات بازار
۲۲. موسسات پژوهش
۲۳. شهرکها، موسسات و بازار دانش

برای تحلیل شبکه روابط بین این نهادها مراحل ذیل طی شده است:

- **تشکیل روابط:** ابتدا انواع روابط چهارگانه موجود در نگاشت شبکه علم و فناوری کشور مبتنی بر نقشه نهادهای علم و فناوری مندرج در سند علم و فناوری کشور تفکیک شده و به شکل کدهای دودویی تبدیل شدند.
- **خوشه‌بندی:** تشخیص شباهت میان عناصر نگاشت نهادی و دسته‌بندی آن‌ها در قالب دسته‌های معین

- **مقایسه:** مقایسه کار ویژه تعیین‌شده در نگاشت نهادی با خوشه‌ای که عنصر در آن قرار گرفته است.

برای بصری سازی و خوشه‌بندی گراف روابط میان عناصر موجود در نگاشت نهادی نقشه جامع علمی کشور از نرم‌افزار VOSViewer استفاده شده است. در این نرم‌افزار ابتدا شباهت هر جزء با جزء دیگر سنجیده می‌شود. این شباهت سنجی از طریق فرمول زیر اتفاق می‌افتد.

$$s_{ij} = \frac{c_{ij}}{w_i w_j}$$

در این رابطه  $C_{ij}$  رخداد هم‌زمان پدیده‌های  $i$  و  $j$  بوده و همچنین  $W_i$  و  $W_j$  رخداد هر یک از وقایع است. در واقع بعد از محاسبه این مقدار برای تمام عناصر یک ماتریس  $n$  تایی مربع ایجاد خواهد شد.

$$V(x_1, \dots, x_n) = \sum_{i < j} s_{ij} \|x_i - x_j\|^2,$$

$$\frac{2}{n(n-1)} \sum_{i < j} \|x_i - x_j\| = 1.$$

برای خوشه‌بندی از فواصل محاسبه‌شده میان عناصر نقشه استفاده می‌شود. فرض بر این است که فاصله اجزا بر روی نقشه اولیه به مقدار  $S_{ij}$  باشد؛ یعنی هر چه فاصله کمتر باشد شباهت دو عنصر بیشتر خواهد بود. جایابی نهایی عوامل از طریق حل برنامه‌ریزی زیر امکان‌پذیر است که سعی می‌کند عبارت اول را کمینه نماید. در واقع این دستگاه بیان می‌کند که شباهت‌ها در فواصل اقلیدسی ضرب می‌شوند یعنی شباهت در تفاوت ضرب می‌شود و سعی می‌شود این مقدار در کل نقشه کمینه شود. کمینه شدن با توجه فضای محدود نقشه است. عبارت محدودیت نیز با این هدف اضافه‌شده است که حداقل تعداد مکان یکسان برای اجزا اختصاص داده شود؛ یعنی این قید تلاش می‌کند تا حداکثر تفاوت بین مکان‌های عناصر را ایجاد کند.

نگاشت جامع علمی کشور دارای چهار نوع رابطه را بین نهادهای مرتبط تعریف کرده است که عبارت‌اند از:

- ابلاغ دستور، حمایت مالی و قانونی، تأمین سرمایه
- ارائه مشاوره، ارتباطات علمی، ارائه تقاضا، ارائه گزارش
- تعامل پیوسته مبتنی بر وظایف و اختیارات
- تعامل پیوسته مبتنی بر حمایت‌های سیاسی و نهادی

برای آنکه بتوان به درستی روابط ایجادشده را با مقصود تدوین کنندگان نقشه جامع علمی کشور مقایسه نمود، ابتدا باید هر یک از انواع روابط تحلیل شود و البته سپس می توان کل نگاشت را به صورت یکپارچه نیز تحلیل نمود.

با بصری سازی شبکه ارتباطی نوع اول بین نهادها، شکل ۲ حاصل شده است:



شکل ۲: شبکه ارتباطی نوع اول (ابلاغ دستور، حمایت مالی و قانونی، تأمین سرمایه)

در شکل بالا گره‌ها نشان‌دهنده نهادها هستند. رنگ گره‌ها نقش آن‌ها را نشان می‌دهد: آبی (سیاست‌گذار)، سبز (پشتیبان)، قرمز (مجری). تفسیر کلیدی: نهاد بازار و صنعت (کد ۲۱) از سایر نهادها فاصله زیادی دارد که نشان‌دهنده ضعف در دریافت دستور و حمایت از شبکه است. تفسیر شکل بالا نتایج زیر را به دنبال خواهد داشت:

- فاصله بین نهادهای مجری و پشتیبان بیانگر تأخیر در جاری شدن سیاست‌ها خواهد بود.
- شورای عالی انقلاب فرهنگی با این شبکه از این جنس روابط عملاً به پشتیبان بدل شده است در حالی که در طراحی وظیفه سیاست‌گذاری برای این نهاد طراحی شده بود.
- عنصر شماره ۲۱ یعنی بازار و صنعت از باقی عناصر دورمانده است. این بدان معناست که بازار از باقی نهادها دستور نمی‌گیرد، حمایت مالی و قانونی نمی‌شود و هم‌چنین سرمایه انسانی مورد نیاز خود را خود تأمین می‌کند. هم‌چنین بازار به هیچ نهادی دستور نمی‌دهد، از هیچ نهادی حمایت مالی و قانونی نمی‌کند و هم‌چنین سرمایه انسانی هیچ نهادی را تأمین نمی‌کند. به نظر می‌رسد

سرمایه انسانی مناسب برای فعالیت در بازار باید توسط نهادهایی از جمله دانشگاه و ... تربیت شود.

با بصری سازی شبکه ارتباطی نوع دوم بین نهادها در این شکل خاص از ارتباط، شکل ۳ حاصل شده است:



شکل ۳: شبکه ارتباطی نوع دوم (ارائه مشاوره، ارتباطات علمی، ارائه تقاضا و گزارش)

در شکل بالا اعداد روی گره‌ها نشان‌دهنده کد منحصر به فرد هر نهاد است. این تحلیل نشان می‌دهد که:

- تمام سازمان‌های موجود در شبکه در حلقه‌های مشورت وجود ندارند.
- نوعی تقارن و سلسله‌مراتب در این گراف مشاهده می‌شود که نشانگر طراحی مناسب این گراف می‌باشد.

با بصری سازی روابط از نوع سوم نیز شکل زیر حاصل می‌شود:



شکل ۴: شبکه ارتباطی نوع سوم (تعامل پیوسته مبتنی بر وظایف و اختیارات)

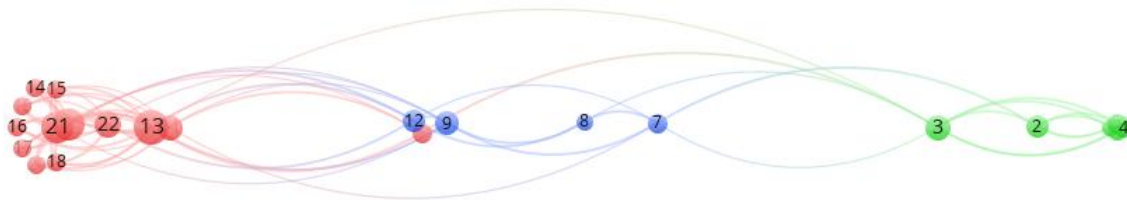
اعداد روی گره‌ها، کد نهادها بوده و برای شناسایی آن‌ها استفاده شده‌است. نتایج نشان می‌دهد که در این گراف مبنا بر تعامل پیوسته برخی دستگاه‌هاست و به نوعی باید تقارن در کل این گراف وجود داشته باشد؛ اما با توجه به کلیه ارتباطات موجود در گراف مشاهده می‌شود که وزارتخانه‌های اجرایی

(۱۱) و پرورشی (۱۰) به نوعی از باقی دورافتاده‌اند. این به معنای عدم تعامل پیوسته این نهادها با دیگر نهاد هست؛ یعنی وزارتخانه‌ها با دیگر نهادها تعامل پیوسته و پویایی ندارند. با ترسیم شبکه ارتباطی نوع چهارم بین این موارد تنها چهار نهاد دارای این نوع از ارتباط بودند که بدین صورت مشخص شده‌اند و نقطه ضعف خاصی را نمایان نمی‌سازد.



شکل ۵: شبکه ارتباطی نوع چهارم (تعامل پیوسته مبتنی بر حمایت‌های سیاسی و نهادی)

در شکل بالا اعداد نمایش داده شده، کدهای شناسایی نهادها هستند. از آنجاکه تنها چهار نهاد در این رابطه دخیل هستند، نقطه ضعف خاصی مشاهده نمی‌شود. با تجمیع کل نقشه‌های چهارگانه قبلی و تحلیل بر اساس وجود صرف رابطه بین نهادها شکل زیر ایجاد شده است:



شکل ۶: شبکه ارتباطی تجمیعی

با تحلیل شکل مشخص می‌شود فاصله بین نهادهای مجری، پشتیبان و سیاست‌گذار متناسب بوده اما جایگاه برخی نهادها در شبکه متناسب نمی‌باشد. در جدول شماره ۲ جایگاه هر یک از عناصر در نقشه و در طراحی انجام شده مقایسه شده است:

جدول ۲: جایگاه نهادها بر اساس وظایف و خوشه‌بندی شبکه

ردیف	نهاد	وظایف	خوشه‌بندی شبکه	روایی طراحی
۱	رهبری	سیاست‌گذاری	سیاست‌گذاری	مطابقت
۲	ریاست جمهوری	سیاست‌گذاری	سیاست‌گذاری	مطابقت
۳	شورای عالی انقلاب فرهنگی	سیاست‌گذاری	سیاست‌گذاری	مطابقت
۴	مجمع تشخیص	سیاست‌گذاری	سیاست‌گذاری	مطابقت
۵	مجلس شورای اسلامی	قانون‌گذاری	سیاست‌گذاری	مطابقت
۶	قوه قضاییه	اجرای قانون	مجری	مطابقت

۸	معاونت علم و فناوری ریاست جمهوری	سیاست‌گذاری	پشتیبانی	عدم مطابقت
۸	فرهنگستان‌ها، مراکز مطالعات و ...	پشتیبانی	پشتیبانی	مطابقت
۹	مرکز ارزیابی علم و فناوری	پشتیبانی	پشتیبانی	مطابقت
۱۰	وزارتخانه‌ها، نهادهای پرورش و ... (مانند وزارتخانه عتف)	پشتیبانی	پشتیبانی	مطابقت
۱۱	وزارتخانه‌ها و نهادهای اجرایی	پشتیبانی	مجری	عدم مطابقت
۱۲	مرکز استاندارد ملی و شبکه‌های اطلاع‌رسانی	پشتیبانی	پشتیبانی	مطابقت
۱۳	دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی و پایه	پشتیبانی	مجری	عدم مطابقت
۱۴	سازمان مالکیت فکری و صنعتی	پشتیبانی	مجری	عدم مطابقت
۱۵	نهادهای مالی سرمایه‌گذاری مخاطره پذیر	پشتیبانی	مجری	عدم مطابقت
۱۶	بانک‌های تخصصی توسعه فناوری و نوآوری	پشتیبانی	مجری	عدم مطابقت
۱۷	دفاتر انتقال دانش و فناوری	مجری	مجری	مطابقت
۱۸	مراکز رشد، پارک‌ها و شبکه‌های هم‌افزایی علم و فناوری	مجری	مجری	مطابقت
۱۹	مناطق آزاد علم و فناوری	مجری	مجری	مطابقت
۲۰	شهرک‌ها و خوشه‌های صنعتی	مجری	مجری	مطابقت
۲۱	صنعت، خدمات بازار	مجری	مجری	مطابقت
۲۲	مؤسسات پژوهش	مجری	مجری	مطابقت
۲۳	شرکت‌ها، مؤسسات و بازار دانش	مجری	مجری	مطابقت

همان‌طور که مشاهده می‌شود در شش مورد خوشه‌بندی انجام‌شده با طراحی مطابقت ندارد و این بدان معناست که باوجود چنین شبکه ارتباطی به نظر می‌رسد نهادها کار ویژه طراحی‌شده برای هر یک را به‌درستی انجام نخواهند داد.

مطابق با آنچه در ابتدای این نوشتار گفته شد، هدف اجرایی از انجام این پژوهش شناسایی ضعف‌هایی است که مسیر آسیب‌رسانی خارجی را فراهم می‌کند. این موارد ضعف‌های تهدید ساز نامیده شدند. دربندهای قبلی با تحلیل روابط درون نقشه جامع علمی کشور مشخص شد که ضعف‌های اساسی در طراحی نقشه وجود دارد که این ضعف‌ها موجب آسیب‌پذیری سیستم در مقابل تهدیدهای بیرونی می‌شود. حال نوبت آن است که با توجه به شناسایی این ضعف‌ها، تهدیدهای متناظر با این ضعف‌های تهدید ساز نیز مورد تحلیل قرار گیرند. آنچه در ادامه خواهد آمد، تشریح تهدیدهایی است که به دلیل وجود این ضعف‌ها در طراحی حاصل آمده است.

### تهدید اول: معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری

- از میان قوای سه‌گانه، عملاً فقط قوه مجریه است که هم بازوی سیاست‌گذار و هم پشتیبان دارد. معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری مهم‌ترین بازوی قوه مجریه در سیاست‌گذاری توسط دولت است. عدم انطباق این دستگاه با جایگاه خود منجر به عدم سیاست‌گذاری و نظارت دولت بر زیرمجموعه‌ها می‌گردد. این امر به‌ویژه در نقاط عطف موجب عدم ریل‌گذاری مناسب توسط دولت می‌گردد. لایه‌های پشتیبان در چنین ساختاری نقش سیاست‌گذاری می‌یابند.
- تهدید ایجادشده از طریق این ضعف: با خالی ماندن این جایگاه، عملاً اشراف کلی قوه مجریه در سیاست‌گذاری از دست‌رفته و مسیر انحراف در نقشه کلی در عالی‌ترین سطح قوه مجریه باز می‌شود.

### تهدید دوم: دستگاه‌های پشتیبان

- مجری‌گری دستگاه‌های پشتیبان از قبیل سازمان مالکیت فکری و صنعتی، نهادهای مالی سرمایه‌گذاری مخاطره‌پذیر و بانک‌های تخصصی توسعه فناوری و نوآوری؛ موجب می‌شود که ایشان ملاحظات خود (از قبیل ملاحظات سودآوری) را در جهت‌گیری و انتخاب مسیر دخالت داده و حوزه علم و فناوری را به جهتی بکشانند که به‌جای تمرکز بر اولویت‌های ملی، به‌سوی حوزه‌های سودآور تمایل یابد.
- تهدید: این امر از منظر امنیت ملی نوعی تهدید به حساب می‌آید و در درازمدت دست کشور را از حوزه‌های مهم اما کمتر سودآور کوتاه می‌نماید و ممکن است به ترجیح توسعه فناوری به‌جای توسعه علم منجر گردد. همچنین باوجود تمایل نهادهای مالی به الگوگیری از نهادهای بین‌المللی مشابه در سرمایه‌گذاری، امکان القای اولویت‌های غیربومی در این زمینه وجود دارد.

### تهدید سوم: وزارتخانه‌ها

- مجری‌گری وزارتخانه‌ها در حوزه علم و فناوری، با توجه به حجم تغییرات سیاسی معمولاً منجر به سوگیری در تولید علم و فناوری می‌شود.
- تهدید: همچنین این امر با خطوط کلی نظام در مردمی‌سازی تولید علم و فناوری مغایرت داشته و توان تولید علم و فناوری را در بلندمدت کاهش می‌دهد.

## روش دوم: استفاده از MACTOR

- (۱) ایجاد ماتریس شبکه تأثیرگذاری: در این ماتریس وجود یا عدم وجود رابطه مستقیم بین دو نهاد در شبکه نهادهای علم و فناوری کشور در نقشه جامع علمی مشخص می‌شود. در واقع نقشه جامع علمی کشور به یک ماتریس دودویی ترجمه می‌شود.
- (۲) بی‌بعد سازی ماتریس: در ماتریس تجمیع شده کلیه درایه‌ها با بزرگ‌ترین درایه ماتریس تقسیم شدند یعنی:

$$N = \alpha \cdot M \quad \alpha = \frac{1}{\text{Max}(\text{Max}_i \sum_{j=1}^n a_{ij}, \text{Max}_j \sum_{i=1}^n a_{ij})}$$

- (۳) محاسبه ماتریس روابط کل در هر بعد: برای محاسبه این ماتریس طبق نظر آذر و همکاران (۲۰۱۳) از روش زیر استفاده شد:

$$S_T = N + N^2 + N^3 + \dots + N^t$$

در این روش با توجه به آن که  $\lim_{t \rightarrow \infty} N^t = 0$  پس می‌توان ماتریس روابط کل را

بدین صورت نیز حساب کرد:

$$S_T = \frac{N(I - N^t)}{I - N} = \frac{N}{I - N} = N(I - N)^{-1}$$

- (۴) تشکیل نقشه MICMAC: در مرحله آخر نیز و به منظور تشکیل نقشه MICMAC عوامل در هر بعد ابتدا تأثیرگذاری (R) و تأثیرپذیری (C) برای هر عامل با توجه به ماتریس ST محاسبه شد و سپس خالص تأثیرگذاری (RMC) با استفاده از روش زیر محاسبه شد و رتبه هر عامل در هر بعد با توجه به این معیار مشخص گردید.

$$R = \sum_{i=1}^n ST_{ij}$$

$$C = \sum_{j=1}^n ST_{ij}$$

جدول زیر نشان‌دهنده نقشه MICMAC سازمان‌ها و نهادهای حوزه علم و فناوری کشور است. این

نقشه سازمان‌ها را به چهار دسته تقسیم می‌کند:

- (۱) نهادهای دارای تأثیرگذاری زیاد و تأثیرپذیری زیاد: این نوع از سازمان‌ها به عنوان هاب عمل می‌کنند و محل تجمع ایده‌ها و افراد خواهند بود. دانشگاه‌ها، صنعت و شهرک‌ها سه دسته نهادهای این دسته خواهند بود.
- (۲) نهادهای دارای تأثیرگذاری زیاد و تأثیرپذیری کم: این دسته از مؤسسات در واقع اصلی‌ترین محرک‌های نظام علم و فناوری کشور خواهند بود و در واقع می‌توان فضای علم و فناوری کشور را

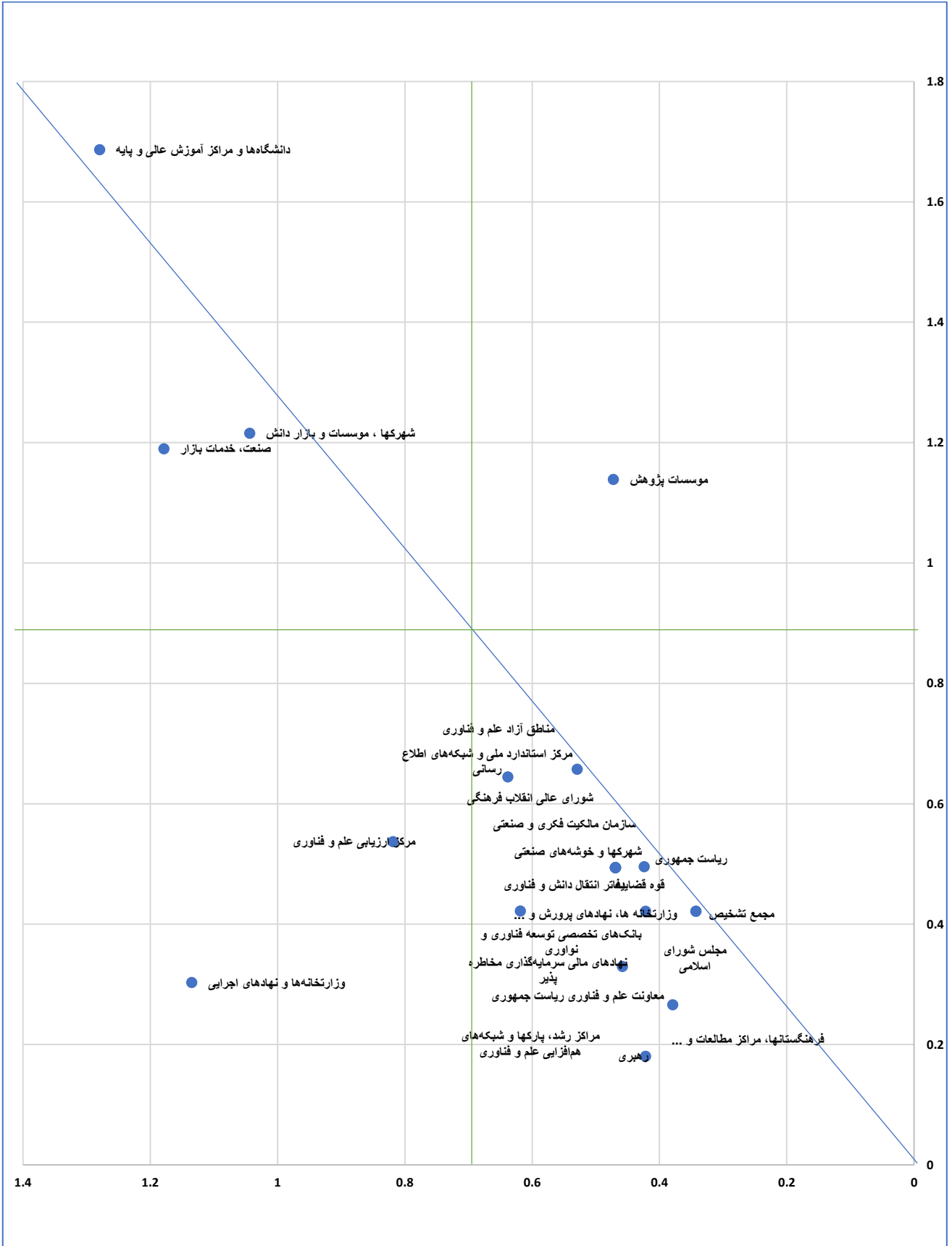
متأثر از خواست و نیت این نهادها دانست. وزارتخانه‌های اجرایی و مرکز ارزیابی علم و فناوری ریاست جمهوری نهادهای این قسمت هستند.

۳) نهادهای دارای تأثیرگذاری کم و تأثیرپذیری زیاد: این سازمان‌ها هیچ‌گونه قوه محرکه‌ای برای سیستم نخواهند داشت و تنها به اجرای سیاست‌ها و حرکت در ادامه روند خلق شده توسط نهادهای دسته دوم خواهند پرداخت. مؤسسات پژوهش تنها نهادهای این دسته خواهند بود.

۴) نهادهای دارای تأثیرگذاری کم و تأثیرپذیری کم: این نهادها در نقشه علم و فناوری کشور تقریباً کمترین نقش را خواهند داشت. تقریباً عمده سازمان‌های دولتی در این لایه قرار دارند. نکته جالب آن‌که در یک نگاه کلی می‌توان نهادها را به دو دسته تأثیرگذار و تأثیرپذیر تقسیم نمود. به جز مؤسسات پژوهش و دانشگاه‌ها، تقریباً بقیه نهادها حداقل نقش تأثیرگذار را دارا هستند.

نقشه MICMAC، یکی از ابزارهای کلیدی برای تحلیل شبکه‌ای در سیستم‌های پیچیده است. این نقشه سازمان‌ها و نهادهای مختلف را بر اساس دو بعد کلیدی "تأثیرگذاری" و "تأثیرپذیری" مورد تحلیل قرار می‌دهد.

- **تأثیرگذاری:** نشان‌دهنده میزان تأثیر یک‌نهاد بر سایر نهادهای سیستم است. نهادهایی با تأثیرگذاری زیاد، نقش هدایت‌کننده و محرک در سیستم دارند.
  - **تأثیرپذیری:** میزان تأثیرپذیری یک‌نهاد از سایر نهادها را نشان می‌دهد. نهادهایی با تأثیرپذیری بالا، عموماً نقش واکنشی و تابعی در سیستم ایفا می‌کنند.
  - در نقشه MICMAC، نهادها به چهار دسته تقسیم می‌شوند:
  - نهادهای دارای تأثیرگذاری زیاد و تأثیرپذیری زیاد (هاب‌های سیستم).
  - نهادهای دارای تأثیرگذاری زیاد و تأثیرپذیری کم (محرک‌های اصلی سیستم).
  - نهادهای دارای تأثیرگذاری کم و تأثیرپذیری زیاد (تابع سیستم).
  - نهادهای دارای تأثیرگذاری کم و تأثیرپذیری کم (غیرفعال در سیستم).
- شکل شماره ۷، تحلیل میک مک نهادها را با توجه به این دو بعد نشان می‌دهد.



شکل ۷: جایگاه نهادها در نقشه MICMAC بر اساس دو بعد تأثیرگذاری و تأثیرپذیری

در شکل ۷ محور عمودی، میزان تأثیرگذاری و محور افقی، میزان تأثیرپذیری را نشان می دهد. نقاط برجسته و شماره دار به ترتیب: نهادهای هاب (بال-راست)، نهادهای محرک (بال-چپ)، نهادهای تابع (پایین-راست) و نهادهای غیرفعال (پایین-چپ) هستند. هدف این شکل نمایش کلی دسته بندی نهادها است. برای فهرست دقیق نهادهای هر ربع به متن مراجعه شود. از طرفی این شکل نمایشگر جایگاه نهادهای مختلف در نظام علم و فناوری کشور بر اساس دو بعد "تأثیرگذاری" و "تأثیرپذیری" است. نهادهای دارای تأثیرگذاری و تأثیرپذیری زیاد به عنوان هاب های سیستم مشخص شده اند، در حالی که نهادهای با تأثیرگذاری کم و تأثیرپذیری زیاد، نهادهای تابع سیستم تلقی می شوند. تحلیل این نقشه نشان می دهد که اکثر نهادهای تأثیرگذار، نقش پشتیبان یا سیاست گذار را ایفا می کنند، در حالی که نهادهای اجرایی عموماً در دسته تابع قرار گرفته اند.

در نگاه خبرگان و با توجه به تحلیل های انجام شده بر روی پرسشنامه های نتیجه تحلیل آسیب ها بر روی سازمان ها به صورت زیر است. در جدول زیر هر ستون به معنای یک سازمان است. در مورد هر سازمان مشخص شده است که آیا ضعفی خاص در مورد این سازمان وجود دارد یا خیر.

### روش سوم: استفاده از فراوانی ضعف ها

هم چنین به منظور شناخت نقاط ضعف هر سازمان و شمارش تعداد ضعف های هر سازمان از جدول کلی زیر استفاده شده است. در جدول زیر ردیف ها بیانگر ضعف های نهادی، توانایی و زیرساختی که در بخش بعدی توضیح داده شده اند، است. در این جدول مشخص می شود هر نقطه ضعف در مورد کدام یک از سازمان ها روایی دارد. هدف این جدول نمایش کلی روابط برای ورود به مراحل تحلیل بعدی است.

### جدول ۳: ماتریس تحلیل اولیه روابط

شهرک ها، مؤسسات و بازار دانش		
مؤسسات پژوهش		
صنعت، خدمات بازار		
شهرک ها و خوشه های صنعتی		
مناطق آزاد علم و فناوری		
پارک ها و شبکه های هم افزایی علم و فناوری		
دفاتر انتقال دانش و فناوری		
بانک های تخصصی توسعه فناوری و نوآوری		
نهادهای مالی سرمایه گذاری مخاطره پذیر		
سازمان مالکیت فکری و صنعتی		
دانشگاه ها و مراکز آموزش عالی و پایه		
مرکز استاندارد ملی و شبکه های اطلاع رسانی		
وزارتخانه ها و نهادهای اجرایی		
وزارتخانه ها، نهادهای پرورش و ...		
مرکز ارزیابی علم و فناوری		
فرهنگستان ها، مراکز مطالعات و ...		
معاونت علم و فناوری ریاست جمهوری		
قوه قضائیه		
مجلس شورای اسلامی		
مجمع تشخیص		
شورای عالی انقلاب فرهنگی		
ریاست جمهوری		
رهبری	۱	
	۲	

از این جدول برای تحلیل متغیرهای پایش و مداخله برای هر سازمان نیز استفاده می‌شود. در این تحلیل سازمان‌های دارای بیشترین تعداد نقطه‌ضعف به شرح زیر است:

- ۱) معاونت علم و فناوری ریاست جمهوری
- ۲) پارک‌ها و شبکه‌های هم‌افزایی علم و فناوری
- ۳) دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی و پایه
- ۴) سازمان مالکیت فکری و صنعتی
- ۵) بانک‌های تخصصی توسعه فناوری و نوآوری
- ۶) مناطق آزاد علم و فناوری
- ۷) شهرک‌ها و خوشه‌های صنعتی

### سازمان‌ها و نهادهای دارای اولویت

در تحلیل اول سازمان‌هایی دارای اولویت تغییر هستند که در خوشه‌بندی انجام‌شده در خوشه موردنظر طراح نگاشت قرار نگرفته‌اند. هم‌چنین در تحلیل MACTOR سازمان‌هایی که به هر دلیل به‌عنوان سازمان موثر قلمداد نشده‌اند، به‌عنوان سازمان دارای اولویت انتخاب‌شده‌اند. هم‌چنین در تحلیل سوم پراسیب‌ترین سازمان‌ها نیز سازمان‌هایی هستند که خبرگان آن‌ها به‌عنوان پراسیب تشخیص داده باشند یعنی تعداد آسیب‌های این سازمان‌ها زیاد باشد، با توجه به تجمیع این سه تحلیل، سازمان‌های زیر به‌عنوان سازمان‌های دارای اولویت تغییر انتخاب‌شده‌اند:

- ۱) معاونت علم و فناوری ریاست جمهوری
- ۲) وزارتخانه‌ها و نهادهای اجرایی
- ۳) دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی و پایه
- ۴) سازمان مالکیت فکری و صنعتی
- ۵) نهادهای مالی سرمایه‌گذاری مخاطره پذیر
- ۶) بانک‌های تخصصی توسعه فناوری و نوآوری
- ۷) پارک‌ها و شبکه‌های هم‌افزایی علم و فناوری
- ۸) مناطق آزاد علم و فناوری
- ۹) شهرک‌ها و خوشه‌های صنعتی
- ۱۰) مؤسسات پژوهش

## تحلیل شکست‌های نهادی، توانایی و زیرساختی

برای استفاده از این روش ابتدا باید عوامل اصلی شکست سیستم را شناسایی و دسته‌بندی نمود. در یک دسته‌بندی می‌توان نقاط شکست یک سیستم را به چهار دسته عوامل ناشی از نهادهای رسمی، نهادهای غیررسمی، توانمندی‌ها و زیرساخت‌ها طبقه‌بندی نمود. نهاد جزء اساسی هر سیستمی است که شکست در آن موجب شکست کل سیستم می‌شود. متخصصان بررسی نهادی معمولاً به دو نوع از نهادها اشاره دارند که گاهی از آن به نهادهای رسمی و غیررسمی، یا سخت و نرم و یا آگاهانه و خودجوش؛ اشاره می‌شود.

نهادهای رسمی نهادهایی هستند که به‌صورت رسمی و آگاهانه ایجاد شده‌اند و مشتمل بر استانداردهای عملیاتی و حقوقی (حقوق کار، قواعد سلامت کار، قراردادهای و غیره) می‌شود. این استانداردها و قواعد معمولاً توسط اصناف، سازمان‌ها و دستگاه‌های ملی و فراملی ایجاد می‌شود. فارغ از آنکه عدم رعایت این استانداردها و قواعد موجب ایجاد مشکل برای عاملان علم و فناوری می‌شود، از دیدگاه ملی باید گفت که ایجاد استانداردها و قواعد نادرست، ضعیف و دست و پاگیر باعث می‌شود که تولید و اشاعه علم و فناوری با دشواری فراوان همراه شود.

- فقدان شورای واحد فرا بخشی مسئول سیاست‌گذاری و هماهنگی که موردقبول تمامی نهادها بوده و قدرت اعمال سیاست و هماهنگی را دارا باشد
- فقدان نظام تقسیم‌کار میان مراکز متولی پژوهش و پراکنده‌کاری و دوباره‌کاری
- فقدان نهاد متولی ارزیابی و نظارت بر فعالیت‌های تحقیق و توسعه و فعالیت‌های نوآوری
- فقدان سازوکارهای تسهیل‌کننده انتشار فناوری (حمایت از حقوق مالکیت فکری و قوانین و نهادهای انتشار فناوری)
- فقدان متولی مشخص، الگوی جامع و برنامه دقیق درزمینه‌ی تعاملات دولت، دانشگاه و صنعت
- عدم پیوستگی و وجود حلقه‌های مفقوده فراوان در زنجیره ایده تا محصول
- عدم توزیع مناسب پژوهشگران و امکانات پژوهشی در کشور و تمرکز آن‌ها در تهران
- بوروکراسی زائد دستگاه‌های حمایت‌کننده
- فقدان تشکل‌ها و انجمن‌های علمی و پژوهشی
- فقدان مرجعیت کلی موردتوافق و گردش‌های رادیکال در مرجعیت‌ها به دلیل جریان‌های سیاسی در قوا؛
- کمبود واحدهای تحقیق و توسعه تخصصی

نهادهای غیررسمی ریشه در فرهنگ و ارزش‌ها دارند و اعم از ارزش‌های اجتماعی، فرهنگ، روحیه تشریک‌مساعی، اعتماد عمومی و ریسک‌پذیری و غیره هستند. به‌وضوح می‌توان تأثیر این فرهنگ و ارزش‌ها را در ایجاد و اشاعه علم و فناوری دید.

- فقدان نگاه ملی، فرا بخشی و بلندمدت به نظام‌های ملی علم، فناوری، نوآوری و کارآفرینی
- ضعف در اعتقاد و باور مدیران میانی و اجرایی به‌ضرورت توسعه نظام ملی نوآوری
- بی‌اعتمادی صنعت به تحقیقات دانشگاهی
- کم‌توجهی به امر تحقیق و توسعه در مراکز خدماتی، تولیدی و صنعتی کشور
- تأکید بر رشد کمی صرف مراکز حمایتی از کارآفرینان و بنگاه‌های کوچک و متوسط
- فرهنگ فعالیت و پژوهش فردی
- ضعف فرهنگی جامعه در زمینه‌های: کار گروهی؛ رعایت مالکیت فکری؛ عزم ملی در زمینه تولید و نوآوری.
- تأکید بیش‌ازحد نظام آموزشی به انتقال دانش به‌جای ایجاد زمینه‌های ابداع و نوآوری
- یک سیستم ممکن است به‌واسطه ضعف در یا فقدان برخی از شایستگی‌ها، منابع و یا توانمندی‌ها دچار شکست گردد. یک سیستم می‌بایست با فناوری‌ها و نیازهای متغیر محیطی همسازي نماید و در صورت فقدان توانمندی‌های لازم (اعم از منابع و یا مهارت‌ها و ویژگی‌هایی مثل انعطاف‌پذیری و یادگیرندگی) قوه رشد را از دست می‌دهند و محکوم به فنا می‌شوند.
- اتکا بیش‌ازحد منابع مالی بخش پژوهش و فناوری بر منابع دولتی
- کمبود سهم بخش خصوصی در تحقیق و توسعه
- کمبود سرمایه‌گذاری خطرپذیر و سرمایه‌گذاری‌های مشترک در کشور
- کمبود میزان سرمایه‌گذاری خارجی در ایران؛
- فقدان تخصص و مهارت‌های موردنیاز جامعه و صنعت در دانش‌آموختگان دانشگاهی
- ضعف در دانش مدیریت تحقیقات
- ضعف نهادهای تخصصی در تصمیم‌سازی و مشاوره در سیاست‌گذاری نوآوری؛
- عدم تسلط بخش علمی و دانشگاهی و مدیران مراکز تحقیقاتی به روش‌های تجاری‌سازی فناوری
- عدم آشنایی مسئولان و متخصصان با اهمیت و مفهوم انتشار فناوری
- سیستم‌های علم و فناوری به امکانات و زیرساخت‌هایی نیاز دارند که رشد بلندمدت ایشان را میسر سازد. در پژوهش‌ها و ادبیات موضوع به دو نوع متفاوت زیرساخت اشاره شده است: زیرساخت‌های مشهود

(از قبیل تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات، جاده و راه آهن، آزمایشگاه، پارک های علم و فناوری و غیره) و زیرساخت های نرم (دسترسی به دانش و مهارت های لازم، امکان اشاعه دانش، گواهی اختراع، آموزش و غیره). از آنجا که این زیرساخت ها جزو کالاهای عمومی هستند، معمولاً دولت متصدی تهیه این موارد می شود.

- ضعف همکاری های بین المللی در زمینه تحقیق و توسعه
- مهاجرت مغزها
- عدم برقراری ارتباط مناسب میان نهادهای مسئول تحقیقات در کشور
- عدم وجود شبکه های علمی، صنعتی و فناورانه
- ضعف در همکاری های علمی بین المللی به عنوان پیش نیاز اساسی توسعه نظام ملی نوآوری در جمهوری اسلامی ایران
- تغییرات سریع قوانین و مدیریت ها و کم توجهی به اصل شایسته سالاری
- ضعف ارتباط میان نخبگان و پژوهشگران
- تحریم های بین المللی؛
- نقاط ضعف برخی از قوانین حاکم بر نظام ملی نوآوری ایران؛
- فقدان استراتژی کلی در سیاست گذاری علم، فناوری و نوآوری جهت همسویی فعالیت های بازیگران مختلف نظام نوآوری
- عدم تناسب بخشی از اهداف و محتوی نظام آموزشی و پرورشی با نیازهای ملی (به ویژه نبود چشم انداز تربیت نیروی متخصص فناوری های نوین)
- نامناسب بودن سیاست گذاری ها و اولویت گذاری های علمی، فناوری، نوآوری و کارآفرینی کشور
- مشخص نبودن اولویت های اصلی در جهت دهی به فعالیت های پژوهشی و فناورانه
- فقدان زیرساخت های قانونی، فرهنگی و ساختاری مورد نیاز برای حمایت از مالکیت فکری
- پیچیدگی قوانین و مقررات حاکم بر پژوهش و فناوری
- فقدان زیرساخت اطلاع رسانی علمی و پژوهشی
- کمبود امکانات، تجهیزات و اعتبارات تحقیقاتی و آزمایشگاهی در دانشگاه ها
- فقدان آمار و اطلاعات دقیق، به روز و معتبر و بانک های اطلاعاتی کارآمد در این زمینه
- فقدان بازار خدمات و کالای نوآورانه

به‌منظور تحلیل هر یک از ابعاد بالا پرسشنامه‌ای با قالبی که در ادامه توضیح داده‌شده است در بین خبرگان پخش و داده‌های آن تحلیل شده است. به‌منظور مدل‌سازی سطوح هر یک از ابعاد از جدول مقایسات زوجی تأثیرگذاری بین کلیه عوامل بالا اجرا شده است.

برای سطح‌بندی مؤلفه‌ها از تکنیک DEMATEL استفاده شده است. این روش در واقع کاربردی سیستمی از نظریه گراف‌ها برای مدل‌سازی‌های الگوهای پیچیده می‌باشد. (مالون<sup>۱۱</sup>، ۱۹۷۵) که اولین بار توسط فونتلا و گابوس در سال ۱۹۷۱ ارائه شد. در واقع این روش مدل‌سازی می‌تواند سه نوع از متغیرها را که در بیشتر روش‌های کمی امکان تحلیل آن‌ها به‌صورت هم‌زمان وجود ندارد را تحلیل نماید که عبارت‌اند از: (بولانوس و همکاران<sup>۱۲</sup>، ۲۰۰۵)

(۱) متغیرهای مرتبط با تاریخ، حافظه و تجربه

(۲) متغیرهای مرتبط با انتظارات و پیش‌بینی‌ها

(۳) متغیرهای مرتبط با نیازها، اهداف و ارزش‌ها

از آنجا که موضوعات اجتماعی اغلب موضوعاتی بدرفتار، پیچیده و پویا هستند نیاز است تا روش‌شناسی متناسب با این مسائل انتخاب شود (بولانوس و همکاران، ۲۰۰۵). این رویکرد افراد و گروه‌ها را قادر می‌سازد تا روابط پیچیده بین تعداد زیادی از عناصر را در یک موقعیت بدرفتار و پویا تحلیل نماید. (آذر و همکاران، ۲۰۱۳) اما مزیت این روش بر روش‌هایی چون «مدل‌سازی ساختاری تفسیری» مدل‌سازی علی آن است که می‌تواند مشخص کند که یک مفهوم یا متغیر تا چه سطحی و چه مقداری در سیستم تأثیرگذار است. (بیدختی و دیگران ۲۰۱۳).

برای انجام این تکنیک مراحل زیر دنبال شده است:

(۱) **احصا مفاهیم و مؤلفه‌ها:** در این پژوهش برای پیاده‌سازی این گام از مطالعات کتابخانه‌ای استفاده شده است.

(۵) **مقایسات زوجی به‌منظور ایجاد ماتریس روابط مستقیم در هر بعد:** در این مرحله از خبرگان خواسته شد تا میزان تأثیرگذاری هر عنصر بر عنصر دیگر را در قالب ماتریس مقایسات زوجی بین عوامل در هر بعد به‌صورت جداگانه مشخص کنند.

(۶) **تجمیع نظرات خبرگان:** در این مرحله از میانگین حسابی طبق نظر آذر و همکاران (۲۰۱۳) برای تجمیع نظرات خبرگان استفاده شد.

11 malone

12 Bolanos, et.al

۷) **بی بعد سازی ماتریس:** در ماتریس تجمیع شده درایه‌ها با بزرگ‌ترین درایه ماتریس تقسیم شدند یعنی:

$$N = \alpha \cdot M \quad \alpha = \frac{1}{\text{Max}_i \left( \sum_{j=1}^n a_{ij} \right), \text{Max}_j \left( \sum_{i=1}^n a_{ij} \right)}$$

۸) **محاسبه ماتریس روابط کل در هر بعد:** برای محاسبه این ماتریس طبق نظر آذر و همکاران (۲۰۱۳) از روش زیر استفاده شد:

$$S_T = N + N^2 + N^3 + \dots + N^t$$

در این روش با توجه به آن که  $\lim_{t \rightarrow \infty} N^t = 0$  پس می‌توان ماتریس روابط کل را

بدین صورت نیز حساب کرد:

$$S_T = \frac{N(I - N^t)}{I - N} = \frac{N}{I - N} = N(I - N)^{-1}$$

۹) **محاسبه خالص روابط شبکه (NRM):** برای محاسبه ماتریس خالص روابط شبکه که نشان‌دهنده خالص تأثیرگذاری عوامل در هر بعد بر یکدیگر می‌باشند نیز ابتدا میانگین ماتریس ST با عنوان آستانه محاسبه شد و سپس از روش زیر محاسبه گردید:

$$t_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } S_T > \text{mean} \\ 0 & \text{if } S_T < \text{mean} \end{cases}$$

۱۰) **رتبه‌بندی عوامل:** در مرحله آخر نیز و به منظور رتبه‌بندی عوامل در هر بعد ابتدا تأثیرگذاری (R) و تأثیرپذیری (C) برای هر عامل با توجه به ماتریس NRM محاسبه شد و سپس خالص تأثیرگذاری (RMC) با استفاده از روش زیر محاسبه شد و رتبه هر عامل در هر بعد با توجه به این معیار مشخص گردید.

$$R = \sum_{i=1}^n NRM_{ij}$$

$$C = \sum_{j=1}^n NRM_{ij}$$

$$RMC = R - C$$

در این تحلیل اگر RMC مثبت شود یعنی این عامل تأثیرگذار قطعی است و اگر منفی شود یعنی تأثیرپذیر قطعی است و مقدار آن نیز تعداد عواملی را نشان می‌دهد که روی این عامل تأثیرگذار هستند و یا این عامل بر روی آن تأثیر می‌گذارد. هم‌چنین علت استفاده از ماتریس NRM نیز آن است که از تفاوت‌های جزئی در رتبه‌بندی صرف نظر شود.

۱۱) **دسته‌بندی عوامل:** عوامل در این تحلیل به سه دسته تقسیم می‌شوند. عوامل تأثیرگذار عواملی هستند که مقدار RMC آن‌ها بیشتر از یک باشد. هم‌چنین متغیرهای تأثیرپذیر نیز متغیرهایی

هستند که مقدار RMC آن‌ها کمتر از ۱- باشد. درنهایت متغیرهای میانجی که میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری آن‌ها برابر است دارای مقدار RMC بین ۱- تا ۱ هستند. درنهایت با انجام هر یک از این مراحل بر روی ضعف‌های احصا شده در هر بعد و با توجه داده‌های پرسشنامه‌های جمع‌آوری‌شده، جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۴ تحلیل و سطح‌بندی نقاط ضعف<sup>۱۳</sup>

زیرساختی	منابع و توانمندی	نهادی غیررسمی	نهادی رسمی	متغیرهای تأثیرگذار
3-5-8-11	7	1-2-8	1-2-5-7-10-11	متغیرهای میانجی
1-6-9-10	1-2-6-8-9	5-7	3	متغیرهای تأثیرپذیر
2-4-7	3-4-5	3-4-6	4-6-8-9	

در این قسمت ابتدا متغیرهای دارای اهمیت برای هر یک از سازمان‌های دارای اولویت که در قسمت اول احصا شدند، استخراج شد که در جدول زیر قابل مشاهده است. برای مشخص شدن این که چه متغیرهایی برای چه سازمان‌هایی دارای اهمیت است از تحلیل قسمت سوم شناسایی نهادهای دارای اولویت استفاده شده است.

جدول ۵ متغیرهای دارای اهمیت برای سازمان‌های اولویت‌دار

زیرساختی	منابع و توانمندی	نهادی غیررسمی	نهادی رسمی	سازمان
1-3-4-5-6-11	1-2-4-6-7	6-7	1-2-3-10-11	معاونت علم و فناوری ریاست جمهوری
3-5-6-9	1-2-4-6	1-2-4-5-7	5-6-8-9-10-11	وزارتخانه‌ها و نهادهای اجرایی
1-4-7-8-10	1-2-5-8	6-7-8	1-2-4-5-6-7-8-9-10-11	دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی و پایه
2-7-8	9	7	3-10	سازمان مالکیت فکری و صنعتی
2-7-8-11	1-2-3-5	4-5-7	3-6-7	نهادهای مالی سرمایه‌گذاری مخاطره پذیر
2-11	1-2-3-4-5	4-5-7	3-6-7	بانک‌های تخصصی توسعه فناوری و نوآوری
1-4-11	4-5	4-5-6-7	1-2-4-5-6-7-8-9-10-11	پارک‌ها و شبکه‌های هم‌افزایی علم و فناوری
1	4-5	4-5-7	6-7-8-10-11	مناطق آزاد علم و فناوری
	1-2-3-4-5-8	4-5-6-7	1-4-5-6-7-10-11	شهرک‌ها و خوشه‌های صنعتی
1-2-7-8-9-10-11	1-2-3-4-5	6-7	2-4-5-6-7-8-9-11	مؤسسات پژوهش

<sup>۱۳</sup> برای مشاهده متغیرهای کدگذاری شده (شماره‌ها)، به بخش تحلیل شکست‌های نهادی، توانایی و زیرساختی مراجعه شود.

با توجه به سطح‌بندی انجام‌شده در مرحله دوم می‌توان متغیرهای دارای اهمیت برای هر سازمان به متغیرهای مداخله و متغیرهای پایش تقسیم نمود. متغیرهای مداخله متغیرهایی هستند که باید بر روی بهبود و یا رفع آن‌ها اقدام کرد و متناسب با آن برنامه‌ریزی نمود. در واقع این متغیرها دارای خاصیت اهرمی هستند که با تغییر آن‌ها می‌توان انتظارات تغییرات بزرگ در سیستم را داشت. متغیرهای مداخله همان متغیرهای تأثیرگذار در قسمت دوم هستند. متغیرهای پایش نیز متغیرهایی هستند که در نتیجه تغییر متغیرهای مداخله تغییر می‌کنند و به‌نوعی متغیرهای میانجی و متغیرهای تأثیرپذیر احصا شده در مرحله دوم خواهند بود. جدول زیر مشخص می‌کند که برای هر سازمان چه متغیرهایی باید تغییر کنند و چه متغیرهایی باید پایش شوند:

### جدول ۶ تشخیص متغیرهای مداخله و پایش برای سازمان‌های دارای اولویت

سازمان	نوع متغیر	نهادی رسمی	نهادی غیررسمی	منابع و توانمندی	زیرساختی
معاونت علم و فناوری ریاست جمهوری	پایش	3	6-7	1-2-4-6	1-4-6-11
	مداخله	1-2-10-11		7	3-5
وزارتخانه‌ها و نهادهای اجرایی	پایش	6-8-9	4-5-7	1-2-4-6	6-9
	مداخله	5-10-11	1-2		3-5
دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی و پایه	پایش	4-6-8-9	6-7	5	1-4-7-10
	مداخله	1-2-5-7-10-11	8	1-2-5-8	8
سازمان مالکیت فکری و صنعتی	پایش	3	7	9	2-7
	مداخله	10			8
نهادهای مالی سرمایه‌گذاری مخاطره پذیر	پایش	6-3	4-5-7	1-2-3-5	2-7
	مداخله	7			8-11
بانک‌های تخصصی توسعه فناوری و نوآوری	پایش	6-3		1-2-3-4-5	2
	مداخله	7	4-5-7		11
پارک‌ها و شبکه‌های هم‌افزایی علم و فناوری	پایش	4-6-8-9	4-6-5-7	4-5	1-4
	مداخله	1-2-5-7-10-11			11
مناطق آزاد علم و فناوری	پایش	6-8	4-5-7	4-5	1
	مداخله	7-10-11			
شهرک‌ها و خوشه‌های صنعتی	پایش	4-6	4-5-6-7	1-2-3-4-5-8	2-7
	مداخله	1-5-7-10-11			
مؤسسات پژوهش	پایش	4-6-8-9	6-7	1-2-3-4-5	1-2-7-9-10
	مداخله	2-5-7-11			8-11

همان‌طور که گفته شد، هدف از اجرای این تحقیق آن بود که با شناسایی نقاط گلوگاهی و شکست که ممکن است برای امنیت نظام مدیریت علم و فناوری کشور مخاطره مهمی ایجاد نمایند، برنامه‌هایی تدوین شود که درنهایت به بهبود وضعیت پدافندی غیرعامل نظام مدیریت علم و فناوری کشور منجر شود.

### بحث و نتیجه‌گیری

برای آنکه بتوان برنامه‌های هماهنگی برای تقویت وضعیت پدافندی در سازمان‌های شناسایی‌شده تدوین نمود، ابتدا لازم است یک طبقه‌بندی از مسائل و سازمان‌ها به دست آید. ما از یک‌سو یک دسته‌بندی از وضعیت سازمان‌ها در نقشه جامع علمی کشور در دست داریم و از سوی دیگر مسائل سازمانی پیش‌تر دسته‌بندی گردیده است. با تلفیق این دو دسته‌بندی می‌توان به جدول ذیل دست یافت.

## جدول ۷: شناسایی شکست‌های نظام علم و فناوری

ضعف‌هایی که باید برای آن‌ها برنامه پدافندی تدوین شود				دستگاه‌های متناظر	لایه‌های نگاشت
زیرساختی	توانمندی‌های و منابع	نهادهای غیررسمی	نهادهای رسمی		
فقدان استراتژی کلی در سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری جهت همسویی فعالیت‌های بازیگران مختلف نظام نوآوری نامناسب بودن سیاست‌گذاری‌ها و اولویت‌گذاری‌های علمی، فناوری، نوآوری و کارآفرینی کشور	ضعف نهادهای تخصصی در تصمیم‌سازی و مشاوره در سیاست‌گذاری نوآوری		فقدان شورای واحد فرا بخشی مسئول سیاست‌گذاری و هماهنگی که موردقبول تمامی نهادها بوده و قدرت اعمال سیاست و هماهنگی را دارا باشد فقدان نظام تقسیم‌کار میان مراکز متولی پژوهش و پراکنده‌کاری و دوباره‌کاری فقدان مرجعیت کلی موردتوافق و گردش‌های رادیکال در مرجعیت‌ها به دلیل جریان‌های سیاسی در قوا؛ کمبود واحدهای تحقیق و توسعه تخصصی	معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری	سیاست‌گذاری اجرایی
فقدان استراتژی کلی در سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری جهت همسویی فعالیت‌های بازیگران مختلف نظام نوآوری نامناسب بودن سیاست‌گذاری‌ها و اولویت‌گذاری‌های علمی، فناوری، نوآوری و کارآفرینی کشور	اتکا بیش از حد منابع مالی بخش پژوهش و فناوری بر منابع دولتی کمبود سهم بخش خصوصی در تحقیق و توسعه کمبود سرمایه‌گذاری خطرپذیر و سرمایه‌گذاری‌های مشترک در کشور	فقدان نگاه ملی، فرا بخشی و بلندمدت به نظام‌های ملی علم، فناوری، نوآوری و کارآفرینی ضعف در اعتقاد و باور مدیران میانی و اجرایی به ضرورت توسعه نظام ملی نوآوری	فقدان شورای واحد فرا بخشی مسئول سیاست‌گذاری و هماهنگی که موردقبول تمامی نهادها بوده و قدرت اعمال سیاست و هماهنگی را دارا باشد فقدان نظام تقسیم‌کار میان	وزارتخانه‌ها و نهادهای اجرایی دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی و پایه سازمان مالکیت فکری و صنعتی نهادهای مالی سرمایه‌گذاری مخاطره پذیر	پشتیبان

<p>پیچیدگی قوانین و مقررات حاکم بر پژوهش و فناوری فقدان آمار و اطلاعات دقیق، به‌روز و معتبر و بانک‌های اطلاعاتی کارآمد در این زمینه</p>	<p>فقدان تخصص و مهارت‌های موردنیاز جامعه و صنعت در دانش‌آموختگان دانشگاهی عدم تسلط بخش علمی و دانشگاهی و مدیران مراکز تحقیقاتی به‌روش‌های تجاری‌سازی فناوری</p>	<p>تأکید بر رشد کمی صرف مراکز حمایتی از کارآفرینان و بنگاه‌های کوچک و متوسط ضعف فرهنگی جامعه درزمینه‌های: کار گروهی؛ رعایت مالکیت فکری؛ عزم ملی درزمینه‌ی تولید و نوآوری. تأکید بیش‌ازحد نظام آموزشی به انتقال دانش به‌جای ایجاد زمینه‌های ابداع و نوآوری کم‌توجهی به امر تحقیق و توسعه در مراکز خدماتی، تولیدی و صنعتی کشور</p>	<p>مراکز متولی پژوهش و پراکنده‌کاری و دوباره‌کاری فقدان متولی مشخص، الگوی جامع و برنامه دقیق درزمینه‌ی تعاملات دولت، دانشگاه و صنعت عدم توزیع مناسب پژوهشگران و امکانات پژوهشی در کشور و تمرکز آن‌ها در تهران فقدان مرجعیت کلی موردتوافق و گردش‌های رادیکال در مرجعیت‌ها به دلیل جریان‌های سیاسی در قوا؛ کمبود واحدهای تحقیق و توسعه تخصصی</p>	<p>بانک‌های تخصصی توسعه فناوری و نوآوری</p>	
<p>پیچیدگی قوانین و مقررات حاکم بر پژوهش و فناوری فقدان آمار و اطلاعات دقیق، به‌روز و معتبر و بانک‌های اطلاعاتی کارآمد در این زمینه</p>			<p>فقدان شورای واحد فرا بخشی مسئول سیاست‌گذاری و هماهنگی که موردقبول تمامی نهادها بوده و قدرت اعمال سیاست و هماهنگی را دارا باشد فقدان نظام تقسیم‌کار میان مراکز متولی پژوهش و پراکنده‌کاری و دوباره‌کاری</p>	<p>پارک‌ها و شبکه‌های هم‌افزایی علم و فناوری مناطق آزاد علم و فناوری شهرک‌ها و خوشه‌های صنعتی مؤسسات پژوهشی</p>	<p>مجری</p>

			فقدان متولی مشخص، الگوی جامع و برنامه دقیق در زمینه‌ی تعاملات دولت، دانشگاه و صنعت عدم توزیع مناسب پژوهشگران و امکانات پژوهشی در کشور و تمرکز آن‌ها در تهران فقدان مرجعیت کلی مورد توافق و گردش‌های رادیکال در مرجعیت‌ها به دلیل جریان‌های سیاسی در قوا؛ کمبود واحدهای تحقیق و توسعه تخصصی		
--	--	--	---	--	--

تحلیل شکست‌های نظام علم و فناوری کشور نشان می‌دهد که برخی مؤلفه‌ها تأثیر چندجانبه‌ای در بخش‌های مختلف دارند. به‌عنوان مثال، «ضعف هماهنگی میان نهادها» می‌تواند در سیاست‌گذاری به معنای فقدان استراتژی کلی باشد، در اجرا به معنای ناهماهنگی در تعریف وظایف و نقش‌ها و در پشتیبانی به معنای مشکلات در تخصیص منابع. از این‌رو، این مؤلفه‌ها با وجود ظاهر تکراری، نقش‌های متفاوتی را در هر بخش ایفا می‌کنند. همانطور که گودرزی و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای نشان دادند: تدوین جزیره‌ای برنامه‌ها بدین معنی که توجه هر بخش تنها به اجزای درون بخش یک فناوری خاص بوده و از تعامل با سایر بخشها پرهیز می‌کند، همواره در تمامی برنامه‌های قبلی وجود داشته‌است. این موضوع در مورد بخش علم و فناوری منجر به منزوی شدن و خالصه شدن احکام علم و فناوری به مسائل وزارت علوم، تحقیقات و فناوری بخصوص موضوع آموزش عالی و یا ارایه توصیه‌های کلی در خصوص بهبود فضای نظام علم و فناوری کشور شده‌است.

همان‌طور که در جدول بالا مشخص است، مطابق با تحلیل‌های صورت گرفته در هر لایه مهم‌ترین ضعف‌های تهدید زا به‌دست‌آمده است. حال می‌بایست با توجه به این ضعف‌های تهدید زا برای سازمان‌های حاضر در آن لایه

(سطر) برنامه‌هایی تدوین نمود که به ارتقای سطح پدافند غیرعامل در آن لایه کمک نمایند. تحقیقات شیرزادگان و همکاران (۲۰۲۵) نیز نشان می‌دهد که نظام نوآوری ایران در عنصر ساختاری نهادها دارای بیشترین ضعف بوده و در مجموعه کارکردهایی که از جنس نهادسازی هستند، دارای بیشترین شکست می‌باشد. از این رو، لزوم تقویت ساختارهای نهادی و تضمین وجود نهادهای نرم و سخت جهت رفع شکست‌های سیستمی نظام نوآوری ایران، بیش از همه توصیه می‌گردد.

### سپاسگزاری

از تمامی افرادی که ما را در تهیه این مقاله همراهی کردند، سپاسگزاریم.

## منابع

- Aryngazin, A. (2023). Outlines of the Science and Technology System: A Look into the Past for Forming Policy for the Development of the Next Generation Ecosystem. Part 1. <https://doi.org/10.19181/smtp.2023.5.4.2>
- Asadi Fard, R., Tabatabaeiyan, S. H., Bamdad Sofi, J., & Tagva, M. R. (2014). The impact of the formation and growth pattern of science and technology cooperation networks on their sustainability. *Technology Development Management*. <https://doi.org/10.22104/JTDM.2014.61>
- Carlsson, B. & Jacobsson, S. (1997). Diversity creation and technological systems: A technology policy perspective. *Research Policy*, 26(3), 233-257. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(97\)00005-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(97)00005-1)
- Collection of Statements by the Supreme Leader, Retrieved from the website of the Office for the Preservation of Works of Ayatollah Khamenei at: [www.khamenei.ir](http://www.khamenei.ir)
- Economic Defense Headquarters (2015) Strategic Document of the Country's Economic Defense, Tehran: Passive Defense Organization of the Country.
- Edward J. Hackett [ed.] 2007 The handbook of science and technology studies, MIT Press, 3rd ed. [https://www.researchgate.net/profile/Brian-Martin-21/publication/287494748\\_Science\\_technology\\_and\\_social\\_movements/links/5d11f82392851cf44049810f/Science-technology-and-social-movements.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Brian-Martin-21/publication/287494748_Science_technology_and_social_movements/links/5d11f82392851cf44049810f/Science-technology-and-social-movements.pdf)
- Ghazi Nouri, Seyed Sepehr (2002) Science and Technology Policy and Planning, Case Study of Nanotechnology in Iran, Office of Technology Cooperation of the Presidency, Iran. [In Persian]
- Goodarzi, M., Rezaalizadeh, H., Gharibi, J., & Mohseni, M. (2014). Pathology of science and technology policies in Iran: An analysis of five-year development plans. *Technology Development Management*, 2(3), 137–161. <https://doi.org/10.22104/JTDM.2015.184>
- Khodadad Hosseini, Seyed Hamid; Danaeefard, Hassan (2004) Institutional Frameworks in the National Innovation System: A Comparative Approach to the Role of Government and Public Administration, *Management Studies of Improvement and Transformation Quarterly*, Autumn and Winter, No. 43 and 44. [In Persian]
- Lee, Ting-Lin (2006) Action strategies for strengthening industrial clusters in southern Taiwan, *Technology in Society*, vol. 28, pp 533–552. DOI: 10.1016/j.techsoc.2006.08.002
- Manteghi, Manouchehr; Hassani, Ali; Bushehri, Alireza (2009) Identifying the Challenges of Policy-Making in Iran's National Innovation System, *Science and Technology Policy Quarterly*, Second Year, Autumn and Winter, No. 3. [In Persian]
- Marzocchi, C & Montresor, S. (2013). The effects of policy on national innovation systems: Evidence from two selected countries. *Research Policy*, 42(5), 1009–1020. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.12.003>
- Marzocchi, Alberto; Montresor, Sandro (2013) The multi-dimensional additionality of innovation policies. A multi-level application to Italy and Spain, University of Sussex: SPRU centre, Working Paper Series: SWPS 2013-4

- Mir Emadi, Tahereh (2012) Circuits of Underdevelopment and their Impact on the National Innovation System in Iran, *Science and Technology Policy Quarterly*, Autumn, No. 17. [In Persian]
- Mobini Dehkordi, Ali; Hatami, Hamid Reza; Azizi, Majid (2011) Determining the Current Status of the Functions of the National Innovation System of the Islamic Republic of Iran, *Strategic Defense Studies Quarterly*, Winte, No. 4. [In Persian]
- Norouzi, Effat; Tabatabaeian, Seyed Habibollah (2016) Explaining the Weaknesses of Iran's National Innovation System with a Functionalist Approach, *Rahyaft*, No. 62, Summer. [In Persian]
- Norouzi, Effat; Tabatabaeian, Seyed Habibollah; Ghazi Nouri, Seyed Soroush (2012) Evaluating the Impact of Intermediary Institutions' Functions in Removing the Weaknesses of Iran's National Innovation System, *Journal of Science and Technology Policy*, Eighth Year, No. 1, Spring. [In Persian]
- Shafizadeh, Hamid (2013) Investigating the Development Status of the National Innovation System, *Social Cultural Strategy*, Autumn, No. 8 (pp. 141-162). [In Persian]
- Shahmirzaei, Alireza (2000) Distinguishing Technology from Science and its Policy and Strategic Consequences, Tehran: Iran Technology Analysts Network. [In Persian]
- Shahpasand, Ghasemi, Alipour, & Mahmoudi. (2024). Analysis of barriers to the development of technologies resulting from agricultural research projects. *Technology Development Management*, 12(3). <https://doi.org/10.22104/JTDM.2025.7314.3382>
- Shirzadegan, Safdari Ranjbar, & Alizadeh. (2024). Identifying and classifying systemic failures in Iran's national innovation system. *Science and Technology Policy*. [In Persian]
- Shirzadegan, Safdari Ranjbar, & Alizadeh. (2025). Analyzing the Systemic Failures of Iran's Innovation System; Structural-Functional Analysis Approach. *Management Improvement*. [In Persian]
- Smith, K. (2000). Innovation systems and systemic failure. *Research Policy*, 29(5), 559-566, [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00075-5](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00075-5)
- Tabatabaiian, Habibollah (2007) Drafting a Short-Term Document for the Development of Science and Technology in the Country, Tehran: Center for Scientific Policy Research. Document T 232.
- Tamm, Dorel (2010) System failures in public sector innovation support measures: The case of Estonian innovation system and dairy industry, *Ordnungspolitische Diskurse*. <https://www.econstor.eu/handle/10419/55401>.
- Woolthuis, R. K. Hillebrand, B & .Nooteboom, B. (2005). Trust, transaction costs and innovation systems. *Technovation*, 25(6), 569-585, <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2004.08.003>.