



RESEARCH ARTICLE

Dimensions and Indicators for Evaluating Science and Technology Policies based on The Policy-Making Cycle

Ghasem Azadi Ahmadabadi 

Assistant Professor of Policy evaluation and Monitoring of Science, Technology, and Innovation, National Research Institute for Science Policy, Tehran, Iran

Corresponding Author's Email: azadi_gh@yahoo.com

 <https://doi.org/10.22059/jppolicy.2025.105205>

Received: 1 May 2025
Accepted: 4 September 2025

ABSTRACT

The purpose of policy evaluation is to examine, analyze, and assess the effectiveness, efficiency, and outcomes of government policies and programs. Despite the adoption of various policies in the fields of science, technology, and innovation, most scientific sectors in the country currently lack a systematic structure, process, or model for evaluating and revising these policies. This study aimed to identify and present the dimensions and indicators for evaluating science and technology policies based on the framework of policy-making time phases. The pre-policy phase of policy evaluation included: alignment and needs assessment, financial resources, human resources, infrastructure, stakeholders, feasibility/risk analysis, planning and objectives, as well as laws and regulations. The concurrent policy phase encompassed: financial and budgetary performance, outputs and outcomes, processes, collaboration and participation, risk and flexibility, capacity building, and social impacts. Finally, the post-policy phase covered economic impacts, social impacts, scientific and technological advancement, educational and academic development, environmental effects, international standing, policy learning, and improvement. Based on the findings of the study, policy recommendations were proposed.

Keywords: Policy Evaluation, Policymaking, Science And Technology Policies, Ex Ante Evaluation, Concurrent Evaluation, Ex Post Evaluation.

Citation: Azadi Ahmadabadi, Ghasem (2025). Dimensions and Indicators for Evaluating Science and Technology Policies based on The Policy-Making Cycle. *Iranian Journal of Public Policy*, 11 (4), 150-169.
DOI: <https://doi.org/10.22059/jppolicy.2025.105205>

Published by University of Tehran



This Work Is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



مقاله پژوهشی

ابعاد و شاخص‌های ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری براساس چرخه سیاست‌گذاری

قاسم آزادی احمدآبادی^۱

استادیار علم اطلاعات و دانش‌شناسی، مؤسسه تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ایران

* رایانامه نویسنده مسئول: azadi_gh@yahoo.co

 <https://doi.org/10.22059/jppolicy.2025.105205>

تاریخ دریافت: ۱۱ اردیبهشت ۱۴۰۴
تاریخ پذیرش: ۱۳ شهریور ۱۴۰۴

چکیده

هدف از ارزیابی سیاست؛ بررسی، تحلیل و قضاوت در مورد اثربخشی، کارایی و پیامدهای سیاست‌ها و برنامه‌های دولتی است. در حال حاضر، اکثر بخش‌های علمی کشور به رغم اتخاذ سیاست‌هایی در حوزه علم، فناوری و نوآوری، فاقد ساختار، رویه و الگویی نظام‌مند برای ارزیابی و اصلاح این سیاست‌ها هستند. این پژوهش در تلاش است تا ابعاد و شاخص‌های ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری براساس چرخه سیاست‌گذاری را شناسایی و ارائه نماید. ابعاد، ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری با رویکرد پیشین شامل انطباق و نیازسنجی، منابع مالی، منابع انسانی، زیرساخت‌ها، ذی‌نفعان، امکان‌سنجی / ریسک، برنامه‌ریزی و اهداف و قوانین و مقررات بود. در مرحله همزمان شامل: عملکرد مالی و بودجه‌ای، خروجی‌ها و نتایج، فرآیندها، همکاری و مشارکت، ریسک و انعطاف‌پذیری، ظرفیت‌سازی و تأثیرات اجتماعی و در مرحله پسینی دربرگیرنده تأثیرات اقتصادی، تأثیرات اجتماعی، پیشرفت علمی و فناوری، آموزشی و دانشگاهی، زیست‌محیطی، جایگاه بین‌المللی، یادگیری و بهبود سیاستی بود. در انتها براساس یافته‌های مطالعه، پیشنهاد‌های سیاستی ارائه شد.

واژگان کلیدی: ارزیابی سیاست، چرخه سیاست‌گذاری، سیاست‌های علم و فناوری، ارزیابی پیشین، ارزیابی همزمان، ارزیابی پسین.

استناد: آزادی احمدآبادی، قاسم (۱۴۰۴). ابعاد و شاخص‌های ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری براساس چرخه سیاست‌گذاری. فصلنامه سیاست‌گذاری عمومی، ۱۱ (۴)، ۱۶۹-۱۵۰.

DOI: <https://doi.org/10.22059/jppolicy.2025.105205>



ناشر: دانشگاه تهران

مقدمه

در طول زمان، سیاست‌های مختلفی به‌منظور توسعه و به‌کارگیری علم، فناوری و نوآوری در سطح کشور تدوین شده است. از آنجاکه این سیاست‌ها اهداف کلان‌تری را دنبال می‌کنند و اجرای آنها عموماً به مصرف منابع مالی، انسانی و غیره می‌انجامد، ضروری است که اثربخشی آنها در طول زمان مورد ارزیابی قرار گیرد تا انحراف احتمالی آنها مشخص و برطرف شود و ضمن جلوگیری از اتلاف احتمالی منابع، بستری برای یادگیری سیاستی نیز فراهم گردد (Booshehri and Bagheri, 2016). از طرفی پیاده‌سازی یک نظام ارزیابی موفق، توجه به مقتضیات بومی و دانش و تجارب جهانی را می‌طلبد (Emami Meybodi, 2015). پیچیدگی‌های سیاست‌گذاری در دنیای مدرن و درهم‌تنیده امروز مستلزم گذر از سیاست‌گذاری نظرمحور به سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد و مستندات است. درحالی‌که نوع اول به استفاده گزینشی از شواهد یا نظرات آزمون‌نشده افراد و گروه‌ها تکیه دارد و اغلب از عقاید و انگاره‌های ذهنی، تجارب شخصی یا حدس و گمان برمی‌خیزد، نوع اخیر بر استفاده از شواهد و مستندات معتبر در تصمیم‌گیری، دلالت دارد و با فراهم آوردن شواهد مناسب به شناسایی اولویت‌ها، برنامه‌ریزی، تخصیص بودجه و اتخاذ سیاست‌هایی که بیشترین اثربخشی و کمترین هزینه را دارند کمک می‌کند (Segone, 2008). در حال حاضر، اکثر بخش‌های علمی کشور به رغم اتخاذ سیاست‌هایی در زمینه علم، فناوری و نوآوری، فاقد ساختار، رویه و الگویی نظام‌مند برای ارزیابی و اصلاح این سیاست‌ها هستند (Booshehri and Bagheri, 2016). شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌های ارزیابی برای سیاست‌های علم و فناوری باید یک فرآیند پویا باشد که از طریق برنامه‌ریزی پیش از سیاست‌گذاری، نظارت در حین سیاست‌گذاری و ارزیابی پس از سیاست‌گذاری تکامل می‌یابد. سیاست‌گذاران با بهره‌گیری از چارچوب‌های نظام‌مند و سازوکارهای بازخورد مداوم، می‌توانند اثربخشی ابتکارات علمی و فناوری خود را افزایش دهند. این پژوهش، تلاش دارد با تمرکز بر اسناد بالادستی و سیاست‌های حوزه علم و فناوری در ایران و با تکیه بر نظرات خبرگان، ابعاد و شاخص‌های ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری براساس چرخه سیاست‌گذاری و به تفکیک بازه زمانی ارزیابی (پیشین، همزمان، پسین) را شناسایی و ارائه نماید.

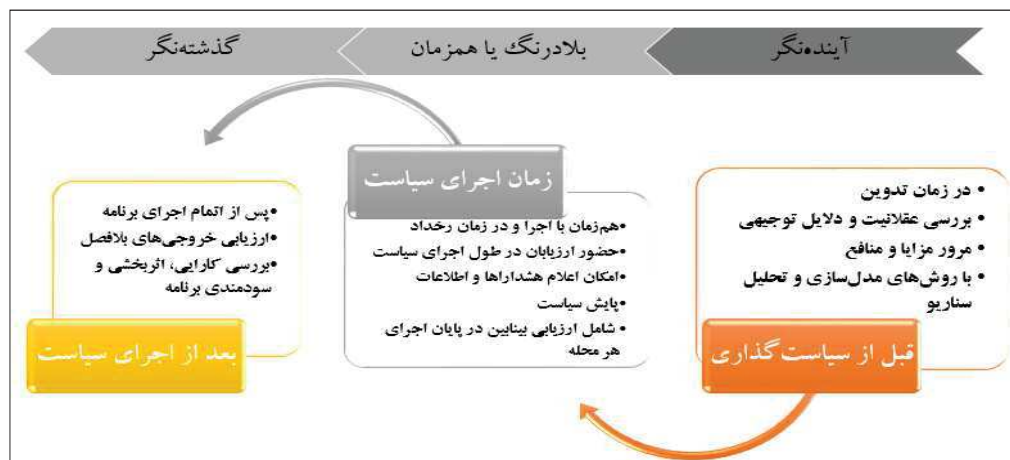
مبانی نظری

ارزیابی سیاست و رویکردهای مختلف آن

ارزیابی سیاست؛ فرآیندی نظام‌مند است که هدف آن بررسی، تحلیل و قضاوت در مورد اثربخشی، کارایی و پیامدهای سیاست‌ها و برنامه‌های دولتی است. ارزیابی سیاست به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا درک بهتری از نتایج سیاست‌های خود داشته باشند، نقاط قوت و ضعف را شناسایی و در صورت نیاز، اصلاحات لازم را اعمال نمایند (Patton, Sawicki & Clark, 2015). اهداف کلیدی ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری به شرح زیر هستند: ارزیابی تناسب و اثربخشی؛ یکی از اهداف اصلی ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری، تولید اطلاعات در مورد تناسب و اثربخشی آنهاست. این ارزیابی به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا درک کنند که این سیاست‌ها در دستیابی به اهداف تعیین‌شده خود چقدر خوب عمل می‌کنند و آیا به طور مؤثر به نیازهای جامعه پاسخ می‌دهند یا خیر (OECD, 2023).

کاهش نابرابری‌ها: یکی از اهداف مهم ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری، طراحی سیاست‌هایی است که نابرابری‌های اجتماعی را کاهش می‌دهند، نه افزایش. چارچوب ارزیابی به دنبال تقویت استفاده از نتایج تحقیقات از طریق نهادهای عمومی است تا اطمینان حاصل شود که مزایای پیشرفت‌های علم و فناوری به طور عادلانه‌تری در بخش‌های مختلف جامعه توزیع می‌شود. (Cozzens, Bobb, & Bortagaray, 2002). تدوین سیاست مبتنی بر شواهد: ارزیابی مؤثر برای توسعه سیاست‌های مبتنی بر شواهد، بسیار مهم است. در بسیاری از موارد، اسناد سیاستی ممکن است فاقد جزئیات عملی باشند یا نتوانند با شرایط واقعی و

مسائل راهبردی ارتباط برقرار کنند. بنابراین، ارزیابی‌ها با هدف پایه‌ریزی بیشتر تدوین سیاست‌ها براساس داده‌های تجربی انجام می‌شوند و تضمین می‌کنند که سیاست‌های آینده برای رسیدگی به مشکلات واقعی مجهزتر هستند (Mustangimah, Et Al, 2021). اطلاع‌رسانی در مورد تخصیص منابع: نتایج ارزیابی می‌تواند بر تخصیص یا تخصیص مجدد بودجه عمومی، مانند ارائه کمک‌های مالی سخاوتمندانه‌تر به مؤسسات تحقیقاتی برتر، تأثیر بگذارد. این جنبه، نقش ارزیابی‌ها را در شکل‌دهی به استراتژی‌های ملی برای علم، فناوری و نوآوری برجسته می‌کند (OECD, 2023). بهبود اجرای سیاست‌ها: ارزیابی‌ها همچنین بر بهبود اجرای سیاست‌ها با شناسایی کاستی‌ها و پیشنهاد اصلاحات لازم تمرکز دارند. این شامل اطمینان از این است که سیاست‌ها نه تنها از نظر تئوری صحیح هستند، بلکه در زمینه‌های دنیای واقعی نیز عملی و قابل اجرا هستند (Yao & Peng, 2016). به این ترتیب، ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری، فرآیندی چندوجهی است که با هدف افزایش اثربخشی آنها، تضمین توزیع عادلانه مزایا و ایجاد چارچوبی قوی‌تر برای تدوین سیاست‌های مبتنی بر شواهد انجام می‌شود. با پرداختن به این اهداف، ارزیابی‌ها نقش مهمی در شکل‌دهی به یک چشم‌انداز علم و فناوری پاسخگو و مسئول ایفا می‌کنند. ارزیابی سیاست در تطابق و تعامل با فرایند سیاست‌گذاری و اجرای سیاست‌ها، چرخه ارزیابی سیاست‌ها را شکل می‌بخشد. ارزیابی پیشین‌سودمندی و طراحی سیاست مورد نظر را بررسی می‌کند و پس از انجام اصلاحات لازم، سیاست ابلاغ و اجرا می‌شود. پایش و ارزیابی فرایند اجرا و مدیریت اجرای سیاست‌ها را مورد دقت قرار داده و پیشنهادهای لازم به منظور اصلاح و ادامه اجرا را ارائه می‌کند. ارزیابی پسین‌تأثیرات و نتایج ابلاغ و اجرای سیاست را در کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت بررسی می‌کند و نتایج آن علاوه بر فراهم آوردن امکان یادگیری و ارتقای دانش سیاست‌گذاری و طرح‌ریزی سیاست‌ها، تصمیم‌گیری در مورد ادامه، اصلاح، توقف، توسعه یا کاهش دامنه اجرای سیاست را نیز ممکن می‌سازد (Tabatabaieyan, Et al, 2012). علاوه بر این، ارزیابی هم‌زمان یا بلادرنگ انجام می‌شود که همگام با اجرا و در زمان رخداد و مراحل مختلف برنامه و فعالیت‌ها انجام می‌شود. این ارزیابی بیشتر در مورد برنامه‌هایی انجام می‌شود که ریسک شکست در آنها بسیار بالاست (Soltani and Tabatabaieyan, 2019).



شکل ۱. فرایند ارزیابی سیاست‌ها و پایش علم، فناوری و نوآوری با رویکرد زمان (Soltani and Tabatabaieyan, 2019)

به این ترتیب، اهداف این نوع ارزیابی به شرح زیر است:

- **ارزیابی پیشین:** بررسی پتانسیل سیاست‌ها قبل از اجرا.
- **ارزیابی هم‌زمان:** نظارت مستمر بر اجرای سیاست‌ها در حین اجرا.

○ **ارزیابی پسین:** ارزیابی نتایج و پیامدهای سیاست‌ها بعد از اجرا.

ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری در چرخه سیاست‌گذاری به طور چشمگیری در ارتقای کارآمدی نظام نوآوری و پاسخ‌گویی به نیازهای ملی اهمیت دارد (Chudnovsky, 1999). با توجه به پیچیدگی سیاست‌های علم و فناوری، شناسایی، پایش و اولویت‌بندی شاخص‌های ارزیابی باید هم‌راستا با رویکرد چرخه‌ای سیاست‌گذاری (شامل تدوین، اجرا و ارزیابی) انجام گیرد تا تحقق هدف‌های کلان توسعه علمی کشور ممکن گردد (Lemola, 2003; Steen, 1995).

چرخه سیاست‌گذاری و شاخص‌های ارزیابی

۱- مرحله تدوین سیاست^۱

در این مرحله، تمرکز بر فرایند شکل‌دهی سیاست، شفافیت اهداف و میزان مشارکت ذی‌نفعان اهمیت دارد. شفافیت اسناد، جامعیت مطالعات پشتیبان و عدالت توزیعی‌آدر تدوین سیاست باید از شاخص‌های کلیدی باشند (Cozzens, 2007; Joss & Brownlea, 1999). نقش مشارکت فعال گروه‌های مختلف (از جمله بخش خصوصی، آکادمی‌ها و جامعه مدنی) در افزایش مشروعیت و پذیرش اجتماعی سیاست تأکید شده است (Parker, Et al, 2014). در مرحله پیش از سیاست‌گذاری، تمرکز بر ایجاد درک روشنی از اهداف و چالش‌هایی است که سیاست علم و فناوری قصد دارد به آنها بپردازد. این گام اساسی برای همسوسازی سیاست‌های علم و فناوری با نیازهای خاص کشور بسیار مهم است (Sattiraju & Janodia, 2023). می‌توان از یک رویکرد نظام‌مند، مانند روش وزن‌دهی آنتروپی و فرایند تحلیل سلسله مراتبی، برای شناسایی فناوری‌های تحول‌آفرین مرتبط با توسعه صنعتی استفاده کرد که می‌تواند جهت‌گیری‌های سیاستی را مشخص کند (Qiu, Et al, 2023).

۲- مرحله اجرا^۲

در فاز اجرا، کارآمدی نهادهای، تخصیص صحیح و به موقع منابع و ابزارهای اجرایی اهمیت می‌یابد. تجربیات موفق کشورهای پیشرو، نظیر فنلاند و هلند، نشان داده است وجود نهادهای مؤثر هماهنگ‌کننده و زیرساخت‌های اطلاعاتی برای پایش شاخص‌ها ضرورت دارد (Lemola, 2003; Steen, 1995). همچنین، انعطاف‌پذیری در واکنش به بازخوردهای میدانی و افزایش هماهنگی بین نهادهای اجرایی از تعیین‌کننده‌ترین معیارهاست (Chudnovsky, 1999). در طول اجرای سیاست‌های علم و فناوری از شاخص‌های زیر برای ارزیابی اثربخشی استفاده می‌شود: سیستم شاخص ارزیابی: توسعه یک شاخص ارزیابی معتبر علمی بسیار مهم است. این سیستم باید شامل شاخص‌های اولیه و ثانویه باشد که مفهوم فناوری‌های تحول‌آفرین را منعکس می‌کنند و اطمینان حاصل می‌کنند که آنها ارتباط نزدیکی با تحول صنعتی و رقابت‌پذیری دارند (Qiu, Et al, 2023). نظارت مداوم: ایجاد سازوکارهایی برای ارزیابی در زمان واقعی، مانند حلقه‌های بازخورد از ذی‌نفعان درگیر در زیست‌بوم علم و فناوری، حیاتی است. این با یافته‌هایی که اهمیت گردش منابع بین ارائه‌دهندگان دانش و کاربران را در پیشبرد نوآوری برجسته می‌کند، همسو است (Masinda, 1998).

۳- مرحله ارزیابی و بازنگری^۳

در این مرحله، اثربخشی سیاست بر شاخص‌های رشد علمی - از جمله انتشار علم، تجاری‌سازی فناوری، اشتغال فناورانه و پایداری نتایج - باید سنجیده شود (Hall, 2002). همچنین قدرت بازخوردپذیری سیاست و سازوکارهای بازنگری، در بهبود مستمر سیاست‌ها نقش بنیادین دارد (Bhutto, Rashdi & Abro, 2012). توجه به شاخص‌های عدالت اجتماعی، کارایی هزینه‌ای و

1. Policy Formulation
2. Distributive Justice
3. Policy Implementation
4. Evaluation & Feedback

پاسخ‌گویی به ذی‌نفعان در این مرحله، ضروری است (Wakhungu, 2001; Cozzens, 2007). در مرحله پس از سیاستگذاری، ارزیابی نتایج سیاست‌های اجرا شده برای تعیین تأثیر و اثربخشی آنها ضروری است: ارزیابی دستاوردها: سنجش دستاوردهای سیاست‌های علم و فناوری در مقایسه با شاخص‌های تعیین‌شده مهم است. به‌عنوان مثال، یک چارچوب ارزیابی که معیارهای مختلفی مانند تأثیر نوآوری، معیارهای استناد و انواع تولیدات علمی را در نظر می‌گیرد، می‌تواند بینش‌هایی در مورد اثربخشی سیاست‌های گذشته ارائه دهد. چارچوب سیاست‌های آینده: نتایج حاصل از ارزیابی‌ها باید در بازنگری‌های سیاستی آینده مؤثر باشند. بینش‌های حاصل از تحلیل‌های تطبیقی سیاست‌های گذشته می‌تواند به سیاستگذاران کمک کند تا بفهمند چه چیزی مؤثر بوده و چه چیزی مؤثر نبوده است و در نتیجه، تدوین استراتژی‌های مؤثرتر در چرخه‌های بعدی را هدایت کند (Sattiraju & Janodia, 2023; Norouzi, Et al, 2024). مطابق با رویکردهای تجربی در کشورهای مختلف، معمولاً اولویت شاخص‌ها در هر مرحله بستگی به نیازهای ملی و فرهنگ حکمرانی دارد. در مرحله تدوین اغلب «مشارکت ذی‌نفعان» و «تناسب اهداف با نیازهای جامعه» اولویت می‌گیرند (Joss & Brownlea, 1999; Qiu, Et al, 2023). در مرحله اجرا، «کارآمدی نهادی» و «تخصیص منابع» غالباً از مهم‌ترین شاخص‌ها هستند (Chudnovsky, 1999; Lemola, 2003). در ارزیابی، «اثربخشی» و «پایداری نتایج» بیشترین وزن را دارد (Hall, 2002; Steen, 1995). شواهد نشان می‌دهد شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری علاوه بر هدف‌گذاری ملی باید با زیرساخت داده‌ای پشتیبانی شوند. در مثال هلند، وجود نهادی همچون Netherlands Observatory of Science and Technology به بهینه‌سازی پایش و ارزیابی شاخص‌ها کمک کرده است (Steen, 1995). مدل ملی فنلاند نیز تکیه بر نهادهای هماهنگ‌کننده فعال و فرهنگ بازخورد مستمر دارد (Lemola, 2003). در کشورهای در حال توسعه، ضرورت توجه ویژه به تناسب سیاست‌ها با ارزش‌های بومی، عدالت منطقه‌ای و استفاده از روش‌های داده‌محور همچون سیستمی‌های سلسله‌مراتبی برای اولویت‌بندی شاخص‌ها بسیار برجسته است (Bhutto, Rashdi & Abro, 2012; Chudnovsky, 1999). در نهایت، نظام ارزیابی موفق سیاست‌های علم و فناوری نظامی داده-محور، مشارکتی، منعطف و بومی‌شده است که در هر مرحله از چرخه سیاستگذاری، شاخص‌های کلیدی را با رویکردی سیستمی و عدالت‌محور شناسایی و اولویت‌بندی نماید. این امر در توانمندسازی کشور برای پاسخ به چالش‌های دانش‌بنیان و ارتقای حکمرانی علم و فناوری نقشی حیاتی ایفا می‌کند. به منظور ارزیابی مؤثر سیاست‌های علم و فناوری، شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌ها در مراحل مختلف فرآیند سیاستگذاری ضروری است. می‌توان از روش‌های ترکیبی ارزیابی استفاده کرد که هر مرحله را به طور جداگانه بررسی می‌کند:

مرحله پیشین: در این مرحله، شاخص‌ها بر پیش‌بینی اثرات سیاست‌ها تمرکز دارند. از شاخص‌ها برای پیش‌بینی نتایج بالقوه و شناسایی حوزه‌های نیازمند توجه قبل از اجرای سیاست استفاده می‌شود (Soliyevna, 2022). شاخص‌هایی مانند تحلیل هزینه-فایده، مدل‌سازی اقتصادی و ارزیابی ریسک برای پیش‌بینی نتایج احتمالی استفاده می‌شوند (Möhring, 2022).

مرحله همزمان: در این مرحله، شاخص‌ها بر نظارت بر اجرای سیاست‌ها و ارزیابی عملکرد در زمان واقعی تمرکز دارند. جمع‌آوری داده‌های بلادرنگ، امکان سیاستگذاری تطبیقی و امکان تنظیمات براساس ارزیابی‌های مداوم را فراهم می‌کند (Brooks, 1980). شاخص‌هایی مانند میزان پیشرفت پروژه‌ها، کیفیت مدیریت و میزان مشارکت ذی‌نفعان اهمیت دارند (oecd, 2019).

مرحله پسین: این مرحله به ارزیابی نتایج و اثرات بلندمدت سیاست‌ها اختصاص دارد. ارزیابی‌های پس از اجرا به درک اثربخشی سیاست‌ها کمک کرده و استراتژی‌های آینده را شکل می‌دهد (Çağan, 2017). شاخص‌هایی مانند تأثیرات اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و همچنین میزان تحقق اهداف سیاستگذاری مورد استفاده قرار می‌گیرند (Möhring, 2022). ترکیب ارزیابی‌های پیشین و پسین می‌تواند به بهبود دقت و جامعیت ارزیابی‌ها کمک کند، اما نیازمند هماهنگی در انتخاب متغیرها و روش‌های ارزیابی است (Möhring, 2022).

روش

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی است که از دو روش کیفی و کمی به منظور گردآوری داده ها استفاده کرده و بنابراین از نظر روش، جزء پژوهش های ترکیبی یا آمیخته به شمار می آید. مراحل انجام این پژوهش به اختصار به شرح زیر است:

مرحله ۱: مطالعه چارچوب های ارزیابی سیاست های علم و فناوری در کشورهای پیشرو

روش: بررسی اسنادی و مطالعات کتابخانه ای

مرحله ۲: تحلیل اسناد بالادستی کشور در حوزه علم و فناوری و استخراج ابعاد، شاخص ها و الزامات سیاستی

روش: مطالعه اسنادی و تحلیل مضمون

مرحله ۳: انجام مصاحبه های نیمه ساختاریافته با سیاستگذاران و متخصصان

روش: مصاحبه های کیفی (نظرات خبرگان)

مرحله ۴: استخراج و دسته بندی ابعاد و شاخص های ارزیابی

روش: تحلیل محتوای کیفی

مرحله ۵: اعتبارسنجی شاخص ها از طریق نظرخواهی از خبرگان

روش: پرسش نامه (نظرسنجی)

مرحله ۶: نهایی سازی چارچوب پیشنهادی و ارائه توصیه های سیاستی

خروجی: چارچوب ارزیابی + پیشنهادات عملیاتی

شکل ۲. خلاصه روش شناسی پژوهش

لازم به ذکر است که مصاحبه های نیمه ساختاریافته با ۶ نفر از متخصصان حوزه ارزیابی سیاست های علم و فناوری به منظور دریافت نظرات ایشان انجام شد. این افراد از بین کسانی انتخاب شدند که به طور مشخص در حوزه ارزیابی سیاست های علم، فناوری و نوآوری تجربه و تخصص داشته و به منظور همکاری با این مطالعه، اعلام موافقت کردند. نسخه اولیه از ابعاد و شاخص های ارزیابی براساس مطالعه چارچوب های ارزیابی سیاست های علم و فناوری در کشورهای پیشرو و نیز تحلیل محتوای اسناد بالادستی کشور در حوزه علم و فناوری، محتوای مصاحبه های نیمه ساختاریافته را فراهم کرد. جهت کسب اطمینان از روایی مطلوب شاخص های احصاشده از روش روایی محتوایی با پانل خبرگان ۱۳ نفری به منظور کسب قضاوت های کیفی صاحب نظران

از دو ضریب کمی نسبت روایی محتوایی (CVR) و شاخص روایی محتوایی (CVI) استفاده شد. روش‌های متعددی برای سنجش روایی وجود دارد که روایی محتوایی از طریق محاسبه CVR و CVI مرسوم‌ترین آنها است (Hajizadeh, Asghari, 1400). معیارهای انتخاب پنل خبرگان، سابقه تخصصی در حوزه سیاست‌گذاری علم و فناوری و آشنایی عملی یا نظری با موضوع ارزیابی سیاست‌ها بود. پرسش‌نامه محقق‌ساخته شامل لیست شاخص‌های استخراج شده (هر شاخص در یک ردیف)، جدول تصمیم‌گیری CVR و CVI برای هر شاخص و فضایی برای نظرات کیفی و پیشنهادات بهبودبخشی بود.

جدول ۱. نمونه جدول شاخص‌ها

نظر اصلاحی	CVI			CVR		شاخص‌ها
	نامناسب	نیازمند اصلاح	مناسب	غیرضروری است	ضروری است	
						شاخص ۱

پرسش‌نامه به‌صورت الکترونیکی برای خبرگان ارسال شد. تمامی نظرات کمی (جدول‌های CVR و CVI) ثبت شدند. نظرات کیفی نیز مستندسازی گردیدند.

الف) محاسبه CVR

فرمول:

$$CVR = \frac{(Ne - N/2)}{(N/2)}$$

Ne: تعداد خبرگانی که شاخص را «ضروری» تشخیص داده‌اند

N: تعداد کل خبرگان (در اینجا ۱۳)

$$CVR = \frac{(9 - 6.5)}{6.5} = \frac{2.5}{6.5} \approx 0.38$$

برای N=13 نفر، حداقل CVR مورد پذیرش معنادار: ۰٫۵۴

بنابراین شاخص با CVR=0.54 رد می‌شود.

ب) محاسبه CVI

فرمول کلی:

$$CVI = \frac{\text{تعداد خبرگانی که شاخص را "مناسب" یا "نیازمند اصلاح جزئی" ارزیابی کرده‌اند}}{\text{تعداد کل خبرگان}}$$

مثال: ۱۰ نفر از ۱۳ نفر شاخص را «مناسب» یا «نیازمند اصلاح جزئی» دانسته‌اند:

ملاک پذیرش:

$$CVI = \frac{10}{13} \approx 0.77$$

CVI ≥ 0.79: مناسب بدون اصلاح

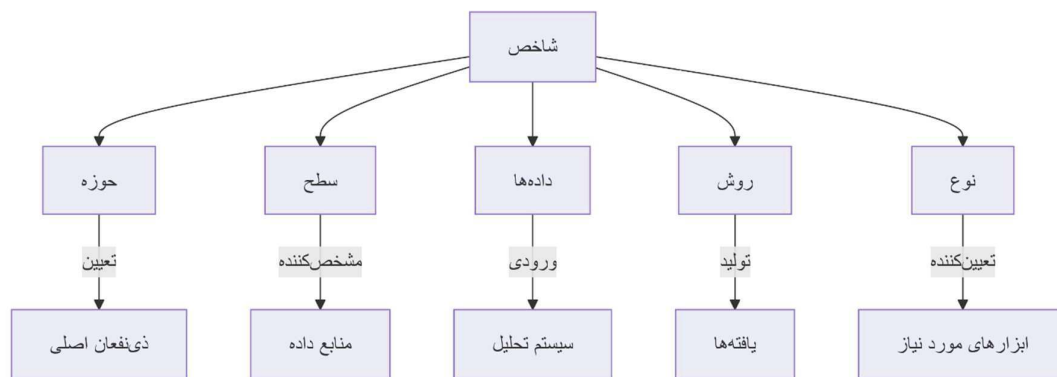
CVI بین ۰,۷۰ تا ۰,۷۸: قابل قبول با اصلاح

CVI < 0.70: نیازمند حذف یا بازنگری عمده

براین اساس، تنها شاخص هایی که $CVR \geq 0.54$ و $CVI \geq 0.70$ داشتند، به عنوان شاخص های نهایی انتخاب شدند. شاخص هایی که CVI یا CVR آن ها در حد قابل قبول نبود، اصلاح یا حذف شدند. تمامی پیشنهادات و انتقادات خبرگان درباره شاخص ها تفسیر و دسته بندی شد (مثل: ابهام در واژه گزینی، عدم کاربرد عملی، تداخل با شاخص دیگر) و در مرحله بعد، شاخص هایی که نظرات کیفی منفی درباره آن ها وجود داشت، بازنویسی یا تغییر شکل داده شدند. این فرایند، اطمینان لازم از روایی محتوایی شاخص ها را فراهم کرد.

ارزیابی سیاست های علم، فناوری و نوآوری نیازمند روش شناسی نظام مند است تا ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی و فناوری را پوشش دهد. در این پژوهش، این کار با ۵ مؤلفه اصلی انجام شد:

۱. حوزه کاربرد: هدف از شاخص چیست و ذی نفعان اصلی کدامند؟ (مثلاً سنجش رشد اقتصادی یا بهبود محیط زیست)
۲. سطح داده: داده ها در چه سطحی جمع آوری می شوند؟ (کشوری، صنعتی، شرکتی)
۳. داده های لازم: چه نوع داده هایی برای محاسبه شاخص نیاز است؟ (آمار رسمی، نظرسنجی، گزارش های پژوهشی)
۴. عنوان روش: روش اصلی تحلیل چیست؟ (تحلیل آماری، کیفی، ترکیبی)
۵. نوع روش ارزیابی: نتیجه نهایی چگونه تفسیر می شود؟ (کمی، کیفی، مقایسه ای)



شکل ۳. اجزا و کارکرد شاخص ها

یافته ها

در این بخش، به تفکیک بازه زمانی ارزیابی (پیشین، همزمان، پسین) ابعاد، شاخص ها، حوزه کاربرد، سطح داده، داده های لازم، عنوان و نوع روش ارائه می شود.

جدول ۲. ابعاد، شاخص ها و ملاحظات ارزیابی سیاست های علم، فناوری و نوآوری با رویکرد پیشینی

بعد	شاخص	حوزه کاربرد	سطح داده	داده های لازم	عنوان روش	نوع روش
انطباق و نیازسنجی	تعداد سیاست های پیشنهادی همراستا با نیازهای ملی	سیاست گذاری ملی	کلان	اسناد سیاستی، گزارش های نیازسنجی	تحلیل محتوای اسناد	کیفی-کمی
	تعداد گزارش های ارزیابی برنامه های قبلی	ارزیابی اثربخشی گذشته	کلان/سازمانی	گزارش های ارزیابی قبلی	مرور سیستماتیک	کمی (تحلیل آماری)
منابع مالی	میزان بودجه پیش بینی شده برای اجرای سیاست	برنامه ریزی مالی	کلان	بودجه های مصوب، برنامه های دولت	تحلیل هزینه-فایده	کمی (مالی)

	بودجه تخصیص یافته به بخش‌های مختلف (تحقیق و توسعه، نوآوری و فناوری)	توزیع منابع مالی	کلان	گزارش‌های بودجه‌ای، اسناد تخصیص منابع	تحلیل توزیع بودجه	کمی (مالی)
	نسبت بودجه تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی	سنجش تعهد مالی دولت	کلان	آمارهای اقتصادی، گزارش‌های R&D	تحلیل نسبت‌های مالی	کمی (اقتصادی)
	میزان اعتبارات اختصاص یافته به شرکت‌های دانش‌بنیان	حمایت از نوآوری	صنعت	قوانین حمایتی، گزارش‌های تخصیص بودجه	تحلیل اسناد مالی	کمی (مالی)
	تخصیص تسهیلات مالی برای تجاری‌سازی نوآوری‌ها	توسعه بازار فناوری	صنعت/بازار	گزارش‌های تسهیلات، اسناد حمایتی	تحلیل بازار	کمی-کیفی
	میزان جذب سرمایه‌گذاری خصوصی	جذب سرمایه	بازار	گزارش‌های سرمایه‌گذاری خصوصی	تحلیل جریان سرمایه	کمی (مالی)
منابع انسانی	تعداد نیروی انسانی متخصص برای اجرای سیاست	برنامه‌ریزی نیروی انسانی	سازمانی/صنعتی	آمار نیروی انسانی، گزارش‌های آموزشی	تحلیل شکاف مهارتی	کمی-کیفی
	نرخ بیکاری فارغ‌التحصیلان پیش از اجرای سیاست	ارزیابی تأثیر سیاست	کلان	آمار بیکاری قبل و بعد از سیاست	تحلیل مقایسه‌ای زمانی	کمی
زیرساخت‌ها	میزان دسترسی به فناوری‌های پایه پیش از اجرای سیاست	ارزیابی زیرساخت اولیه	ملی	گزارش‌های فناوری اطلاعات پیشین	تحلیل تاریخی	کمی
	تعداد زیرساخت‌های دیجیتال پژوهشی پیش از اجرای سیاست	ارزیابی توسعه زیرساخت	ملی/سازمانی	آمار مراکز داده پیشین	تحلیل مقایسه‌ای	کمی
	تعداد پارک‌های علم و فناوری پیش از اجرای سیاست	ارزیابی ظرفیت نوآوری اولیه	ملی/منطقه‌ای	گزارش‌های عملکرد پارک‌های پیشین	تحلیل تاریخی	کمی
	میزان دسترسی به زیرساخت‌های علمی و فناوری (آزمایشگاه‌ها، شبکه‌ها)	توسعه زیرساخت‌های پژوهشی	ملی/منطقه‌ای	آمار تجهیزات، گزارش‌های دسترسی	تحلیل پوشش زیرساختی	کمی-کیفی
	پراکندگی جغرافیایی زیرساخت‌های علمی	عدالت در دسترسی	منطقه‌ای	نقشه‌های توزیع مراکز پژوهشی	تحلیل مکانی	کمی (جغرافیایی)
	تعداد پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد	ارزیابی ظرفیت نوآوری	ملی/منطقه‌ای	گزارش‌های عملکرد پارک‌ها	تحلیل جغرافیایی توزیع	کمی
	سطح دسترسی به فناوری‌های کلیدی (هوش مصنوعی، نانو، زیست‌فناوری)	ارزیابی فناوری‌های راهبردی	صنعت/تحقیقات	گزارش‌های فناوری، آمار پتنت‌ها	تحلیل فناوری	کیفی-کمی
	میزان دسترسی به داده‌های علمی (پتنت‌های داخلی/خارجی)	زیرساخت داده‌های پژوهشی	ملی/بین‌المللی	پایگاه‌های داده پتنت، گزارش‌های تحقیقاتی	تحلیل داده‌های علمی	کمی
	دسترسی به فناوری‌های پایه (اینترنت پرسرعت، سخت‌افزارهای پیشرفته)	ارزیابی زیرساخت دیجیتال	ملی	گزارش‌های فناوری اطلاعات، آمار دسترسی	تحلیل زیرساخت دیجیتال	کمی
	تعداد زیرساخت‌های دیجیتال پژوهشی (دیتاسترها)	توسعه زیرساخت داده‌ها	ملی/سازمانی	آمار مراکز داده، گزارش‌های فناوری اطلاعات	تحلیل زیرساخت‌های پژوهشی	کمی
ذی‌نفعان	میزان مشارکت ذی‌نفعان (دانشگاه، صنعت، دولت) در طراحی سیاست	مشارکت جمعی در سیاستگذاری	ملی/سازمانی	گزارش‌های جلسات، مصوبات همکاری	تحلیل شبکه ذی‌نفعان	کیفی (تحلیل محتوا)
	تعداد توافقات اولیه با نهادهای بین‌المللی و دانشگاه‌ها	دیپلماسی علمی	بین‌المللی	اسناد همکاری، گزارش‌های توافقات	تحلیل اسناد بین‌المللی	کیفی-کمی
	میزان همکاری دانشگاه و صنعت در پروژه‌های R&D	ارتباط علم و صنعت	صنعت/تحقیقات	گزارش‌های همکاری، قراردادهای تحقیقاتی	تحلیل مشارکت‌ها	کمی
	انسجام و هماهنگی بین نهادهای دولتی و خصوصی	هماهنگی اجرایی	ملی/سازمانی	گزارش‌های همکاری بین‌نهادی	تحلیل شبکه سازمانی	کیفی
	تعداد جلسات مشارکتی ذی‌نفعان	مشارکت ذی‌نفعان	سازمانی	صورت‌جلسات، گزارش‌های مشارکت	تحلیل فرآیندهای مشارکتی	کمی
	تعداد توافقات اولیه با نهادهای داخلی	همکاری‌های داخلی	ملی/سازمانی	اسناد همکاری داخلی	تحلیل اسناد داخلی	کیفی-کمی
	تعداد برنامه‌های دیپلماسی علمی پیشنهادی	دیپلماسی علمی	بین‌المللی	اسناد دیپلماسی علمی	تحلیل محتوای برنامه‌ها	کیفی

امکان سنجی / ریسک	وجود مطالعات امکان سنجی و توجیهی	ارزیابی قابلیت اجرا	سیاست	گزارش های امکان سنجی، مطالعات بازار	تحلیل ریسک	کیفی (تحلیل SWOT)
	شناسایی و تحلیل ریسک های اجرایی (فنی، مالی، حقوقی)	مدیریت ریسک	سیاست/سازمانی	گزارش های ریسک، مطالعات توجیهی	تحلیل ریسک پروژه	کیفی
	تحقیقات میدانی و مطالعات نیازسنجی	نیازسنجی فناوری	صنعت/تحقیقات	گزارش های نیازسنجی، نظر سنجی های تخصصی	تحلیل نیازسنجی	کیفی-کمی
	تعداد سناریوهای پیش بینی شده برای مدیریت ریسک	برنامه ریزی واکنش به ریسک	سازمانی	سناریوهای مدیریت ریسک	تحلیل سناریو	کیفی
برنامه ریزی و اهداف	تعداد اهداف کمی و کیفی مشخص (مثلاً درصد افزایش تولیدات علمی)	برنامه ریزی راهبردی	کلان/سازمانی	اسناد برنامه ریزی، شاخص های عملکرد	تحلیل منطقی (برنامه ریزی)	کمی-کیفی
	وجود برنامه های بلندمدت و کوتاه مدت برای توسعه علم و فناوری	برنامه ریزی زمانی	کلان	اسناد برنامه های توسعه	تحلیل برنامه ریزی زمانی	کیفی
	تعداد نقشه های راه برای تجاری سازی فناوری و نوآوری	برنامه ریزی تجاری سازی	صنعت/تحقیقات	اسناد نقشه راه، برنامه های تجاری سازی	تحلیل نقشه راه	کیفی-کمی
	تدوین برنامه ارزیابی جامع برای ارزیابی عملکرد سیاست	نظارت و ارزیابی	سازمانی	برنامه های ارزیابی، شاخص های نظارتی	تحلیل برنامه های ارزیابی	کیفی
	پیش بینی تعداد پتنت های قابل ثبت	ارزیابی خروجی های نوآوری	تحقیقات	آمار پتنت های گذشته، برنامه های تحقیق و توسعه	تحلیل پیش بینی	کمی (آمار)
	پیش بینی تعداد محصولات نوآورانه قابل تجاری سازی	ارزیابی بازاریابی	صنعت	گزارش های تجاری سازی، برنامه های نوآوری	تحلیل بازاریابی	کمی-کیفی
	بررسی نتایج و دستاوردهای برنامه های قبلی	یادگیری از تجربیات گذشته	کلان/سازمانی	گزارش های عملکرد قبلی	تحلیل تاریخی	کیفی-کمی
	سازگاری سیاست با قوانین ملی و بین المللی	انطباق قانونی	ملی/بین المللی	قوانین ملی، معاهدات بین المللی	تحلیل تطبیقی قوانین	کیفی
قوانین و مقررات	تعداد و کیفیت قوانین مصوب حمایت از علم و فناوری	ارزیابی محیط قانونی	ملی	قوانین مصوب، آیین نامه های اجرایی	تحلیل حقوقی	کیفی (تحلیل محتوا)
	شفافیت و انعطاف پذیری مقررات فناوری	بهبود محیط کسب و کار نوآورانه	ملی/صنعت	گزارش های نظارتی، مقررات فعلی	تحلیل مقایسه ای قوانین	کیفی (مقایسه ای)
	وجود قوانین حمایتی برای شرکت های دانش بنیان	تسهیل فعالیت شرکت های نوآور	صنعت	قوانین ثبت شرکت ها، آیین نامه های حمایتی	تحلیل حقوقی	کیفی
	تصویب و اصلاح آیین نامه های حمایتی	به روز رسانی مقررات	ملی/سازمانی	اسناد قانونی جدید، گزارش های اصلاحات	تحلیل تغییرات قانونی	کیفی
	تأسیس نهادهای نظارتی و اجرایی برای پیگیری سیاست ها	نظارت و اجرا	ملی	اسناد تأسیس نهادها، گزارش های عملکرد	تحلیل ساختارهای نظارتی	کیفی
	تعیین معیارهای مشخص برای ارزیابی سطح فناوری	استاندارد سازی	صنعت/تحقیقات	اسناد استانداردها، گزارش های ارزیابی فناوری	تحلیل استانداردها	کیفی-کمی
	انطباق اسناد برنامه ریزی با سیاست های کلی علم و فناوری	یکپارچگی سیاست گذاری	کلان	اسناد برنامه ریزی ملی، سیاست های کلان	تحلیل انطباق اسناد	کیفی

بر اساس داده های جدول ۲، در بُعد انطباق و نیازسنجی، زیربدهایی مانند همسویی با نیازهای ملی و ارزیابی تجربیات گذشته جای می گیرد. این بُعد شامل ۲ شاخص اصلی است که سطح تحلیل آن در سطح کلان (کشوری) انجام می شود. شاخص های این بُعد عمدتاً بر تطابق سیاست های پیشنهادی با اولویت های راهبردی کشور و نیز درس آموزی از تجارب گذشته متمرکز هستند. داده های مورد نیاز برای ارزیابی این شاخص ها عمدتاً از اسناد سیاستی کلان و گزارش های ارزیابی دوره ای قبلی استخراج می شوند. روش های تحلیل در این بُعد ترکیبی از روش های کیفی (مانند تحلیل محتوای اسناد) و کمی (مانند تحلیل آماری گزارش های گذشته) را شامل می شود. نکته حائز اهمیت در این بُعد، توجه به تغییرات محیطی و نیازهای جدیدی است که ممکن است در فاصله بین ارزیابی های دوره ای ظهور کرده باشند. این بُعد به عنوان سنگ بنای ارزیابی سیاست ها محسوب می شود، چرا که عدم

توجه کافی به آن می‌تواند منجر به طراحی سیاست‌هایی شود که هرچند از نظر فنی قابل اجرا هستند، اما با نیازهای واقعی کشور همخوانی ندارند. در بُعد منابع مالی و انسانی، زیربدهایی مانند تخصیص بودجه، سرمایه‌گذاری‌های فناورانه و مدیریت نیروی متخصص جای می‌گیرد. این بُعد شامل ۸ شاخص بوده و در سطوح کلان (کشوری)، صنعتی و سازمانی تحلیل می‌شود. شاخص‌های این بخش به بررسی توزیع منابع مالی، جذب سرمایه‌گذاری و وضعیت نیروی انسانی متخصص می‌پردازد. داده‌های مورد نیاز شامل اسناد بودجه‌ای، گزارش‌های مالی و آمار نیروی انسانی است که با روش‌های کمی مانند تحلیل هزینه-فایده و روش‌های کیفی مانند مطالعات تطبیقی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. در بُعد زیرساخت‌ها، زیربدهایی مانند زیرساخت‌های فیزیکی، امکانات دیجیتال و دسترسی به فناوری‌های پیشرفته مورد توجه قرار می‌گیرد. این بُعد با ۷ شاخص در سطوح ملی، منطقه‌ای و سازمانی ارزیابی می‌شود. داده‌های مربوط به تجهیزات پژوهشی، مراکز فناوری و شاخص‌های دسترسی به فناوری با استفاده از روش‌های ترکیبی کمی-کیفی مانند تحلیل پوشش زیرساختی و مطالعات میدانی جمع‌آوری و تحلیل می‌شوند. بُعد ذی‌نفعان شامل زیربدهای مشارکت نهادهای همکاری‌های بین‌المللی و تعامل صنعت و دانشگاه است. این بخش با ۷ شاخص در سطوح بین‌المللی، ملی و سازمانی مورد بررسی قرار می‌گیرد. داده‌های مربوط به جلسات مشارکتی، توافقنامه‌ها و سطح همکاری‌ها از طریق روش‌هایی مانند تحلیل شبکه ذی‌نفعان و مطالعات اسنادی ارزیابی می‌شوند. در بُعد امکان‌سنجی و ریسک، زیربدهای مطالعات پایه، مدیریت ریسک و تحقیقات میدانی جای می‌گیرند. این بُعد با ۴ شاخص در سطح سیاست و سازمان تحلیل می‌شود. داده‌های مورد نیاز شامل گزارش‌های امکان‌سنجی، ارزیابی‌های ریسک و نتایج پژوهش‌های میدانی است که با روش‌های کیفی مانند تحلیل SWOT و سناریونویسی مورد بررسی قرار می‌گیرند. بُعد برنامه‌ریزی و اهداف شامل زیربدهای تدوین اهداف، نقشه راه و ارزیابی عملکرد است. این بخش با ۷ شاخص در سطوح کلان و سازمانی ارزیابی می‌شود. داده‌های مربوط به اسناد برنامه‌ریزی، شاخص‌های عملکرد و پیش‌بینی‌های فناورانه با استفاده از روش‌های کمی مانند تحلیل‌های آماری و روش‌های کیفی مانند تحلیل محتوای برنامه‌ها مورد سنجش قرار می‌گیرند.

در بُعد قوانین و مقررات، زیربدهای قوانین حمایتی، مقررات نظارتی و انطباق با استانداردها مورد توجه قرار می‌گیرد. این بُعد با ۸ شاخص در سطوح ملی و بین‌المللی تحلیل می‌شود. داده‌های قانونی، آیین‌نامه‌ها و گزارش‌های نظارتی با روش‌های کیفی مانند تحلیل حقوقی و مطالعات تطبیقی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

جدول ۳. ابعاد، شاخص‌ها و ملاحظات ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری با رویکرد همزمان

ابعاد	شاخص	حوزه کاربرد	سطح داده	داده‌های لازم	عنوان روش	نوع روش
عملکرد مالی و پژوهشی	درصد استفاده از بودجه تخصیص یافته	مدیریت بودجه	سازمانی	گزارش‌های مالی، اسناد تخصیص بودجه	تحلیل انحراف بودجه	کمی (مالی)
	میزان تسهیلات پرداخت شده به شرکت‌های دانش‌بنیان	حمایت مالی	صنعت	صورت‌های پرداخت، مصوبات حمایتی	تحلیل تطبیقی	کمی-کیفی
	نرخ بازگشت سرمایه سیاست‌های تحقیق و توسعه	ارزیابی اقتصادی	کلان	گزارش‌های مالی، آمار تولید	تحلیل ROI	کمی (اقتصادی)
	حجم سرمایه‌گذاری خطرپذیر جذب شده	جذب سرمایه	بازار	قراردادهای سرمایه‌گذاری	تحلیل بازار	کمی (مالی)
	درصد جذب منابع غیردولتی	مشارکت مالی	ملی/صنعت	گزارش‌های تامین مالی	تحلیل منابع	کمی (مالی)
	نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به کل بودجه سیاست‌ها	تخصیص منابع	کلان	بودجه‌های مصوب، گزارش‌های R&D	تحلیل نسبت‌های مالی	کمی (مالی)
	تعداد و کیفیت مقالات علمی	ارزیابی پژوهشی	ملی/سازمانی	پایگاه‌های استنادی	تحلیل علمی	کمی (آمار)
تأثیرات اجتماعی و اقتصادی	تعداد اختراعات ثبت شده ملی و بین‌المللی	نوآوری	بین‌المللی	داده‌های ثبت اختراع	تحلیل پتنت	کمی-کیفی
	میزان فروش و صادرات محصولات دانش‌بنیان	تجاری‌سازی	صنعت	گزارش‌های فروش	تحلیل بازار	کمی (مالی)
	رشد تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان فعال	توسعه زیست‌بوم	ملی	آمار شرکت‌ها	تحلیل روند	کمی (آمار)
	سهم شرکت‌های دانش‌بنیان در تولید ناخالص داخلی	تأثیر اقتصادی	کلان	آمارهای اقتصادی	تحلیل اقتصادی	کمی (اقتصادی)
	تعداد فناوری‌های سبز یا پایدار توسعه یافته	پایداری	ملی/جهانی	گزارش‌های محیط زیستی	تحلیل اثرات	کیفی-کمی

	نرخ اشتغال زایی ناشی از سیاست های دانش بنیان	اشتغال زایی	ملی	آمار اشتغال	تحلیل اشتغال	کمی (آمار)
	درصد کاهش وابستگی به فناوری خارجی	استقلال فناوریانه	ملی	آمار واردات فناوری	تحلیل وابستگی	کمی-کیفی
	کیفیت تجاری سازی نوآوری ها	ارزش آفرینی	صنعت	گزارش های تجاری سازی	تحلیل موردی	کیفی
فرآیند	میزان تحقق اهداف کوتاه مدت و میان مدت	ارزیابی عملکرد	سازمانی	گزارش های پیشرفت	تحلیل انحراف	کمی-کیفی
	سرعت صدور مجوزهای دانش بنیان	کارایی اداری	سازمانی	زمان های صدور	تحلیل فرآیند	کمی (زمانی)
	درصد فرآیندهای حمایتی شفاف و آنلاین	حکمرانی	سازمانی	اسناد اداری	تحلیل محتوا	کیفی
	میزان رضایت ذی نفعان از فرآیند اجرا	کیفیت خدمات	سازمانی	نظرسنجی ها	تحلیل رضایت	کیفی-کمی
	میزان دسترسی برابر شرکت های کوچک و متوسط به حمایت ها	عدالت حمایتی	صنعت	آمار دریافت کنندگان	تحلیل توزیع	کمی (آمار)
	درصد هوشمندسازی فرآیندهای نظارتی	تحول دیجیتال	سازمانی	گزارش های فناوری اطلاعات	تحلیل سیستم ها	کمی-کیفی
	کیفیت خدمات مشاوره ای ارائه شده	حمایت فنی	سازمانی	گزارش های مشاوره	تحلیل کیفیت	کیفی
همکاری و مشارکت	سطح همکاری بین دانشگاه، صنعت، و دولت	ارتباطات زیست بوم	ملی/صنعت	قراردادهای همکاری	تحلیل شبکه ای	کیفی-کمی
	تعداد شبکه های همکاری علمی داخلی و بین المللی	همکاری پژوهشی	بین المللی	پروژه های مشترک	تحلیل همتایی	کیفی
	میزان مشارکت شرکت های خصوصی در تجاری سازی نوآوری ها	تعامل بازار	صنعت	گزارش های مشارکت	تحلیل ذی نفعان	کیفی-کمی
	تعداد قراردادهای صنعت-دانشگاه و طرح های کاربردی شده	انتقال فناوری	ملی/صنعت	اسناد قراردادها	تحلیل اثربخشی	کمی-کیفی
	میزان جذب منابع بین المللی و همکاری های علمی خارجی	دیپلماسی علمی	بین المللی	گزارش های همکاری	تحلیل بین المللی	کمی-کیفی
	تعداد برنامه های تبادل دانش بین المللی	انتقال دانش	بین المللی	اسناد تبادل	تحلیل محتوا	کیفی
	مشارکت سازمان های مردم نهاد در سیاست های فناوری	مشارکت اجتماعی	ملی	گزارش های مشارکت	تحلیل ذی نفعان	کیفی
ریسک و انعطاف پذیری	درصد پیشرفت سیاست ها نسبت به برنامه زمان بندی	مدیریت پروژه	سازمانی	گزارش های پیشرفت	تحلیل گانت	کمی (زمانی)
	تعداد ریسک های شناسایی شده و اقدامات اصلاحی انجام شده	مدیریت ریسک	پروژه ای	گزارش های ریسک	تحلیل SWOT	کیفی
	تعداد اصلاحات اعمال شده براساس بازخورد ذی نفعان	بهبود مستمر	سازمانی	اسناد بازنگری	تحلیل محتوا	کیفی
	درصد سیاست های بازنگری شده براساس تحلیل داده های پایش	یادگیری سازمانی	سازمانی	اسناد بازنگری	تحلیل تغییرات	کمی-کیفی
	میزان آمادگی برای بحران های غیرمنتظره	انعطاف پذیری	سازمانی	برنامه های اضطراری	تحلیل آمادگی	کیفی
توانمندسازی	تعداد نیروی انسانی آموزش دیده در حوزه های فناوریانه	توسعه مهارت ها	سازمانی	گزارش های آموزشی	تحلیل اثربخشی	کمی-کیفی
	درصد حفظ و نگهداشت استعداد های علمی و فناوری	مدیریت منابع انسانی	سازمانی	آمار پرسنلی	تحلیل نگهداشت	کمی (آمار)
	کیفیت برنامه های توانمندسازی کارآفرینان	توسعه کسب و کار	صنعت	گزارش های عملکرد	تحلیل موردی	کیفی
تأثیر اجتماعی	درصد پروژه های فناوری با تأثیر اجتماعی مثبت	مسئولیت اجتماعی	ملی/محلی	گزارش های اثربخشی	تحلیل ذی نفعان	کیفی-کمی
	میزان کاهش اثرات زیست محیطی از طریق فناوری ها	پایداری	جهانی	داده های محیط زیستی	تحلیل اثرات	کمی (زیست محیطی)
	سطح آگاهی عمومی از دستاوردهای علمی و فناوری	ارتباطات علمی	ملی	نظرسنجی های عمومی	تحلیل ادراک	کیفی

براساس یافته های مندرج در جدول فوق، در بُعد عملکرد مالی و بودجه ای، زیربدهایی مانند تخصیص بهینه بودجه، جذب سرمایه گذاری و کارایی مالی جای می گیرد. این بُعد شامل ۶ شاخص اصلی بوده و سطح تحلیل آن در سطوح کلان (کشوری)، صنعتی و سازمانی انجام می شود. شاخص های این حوزه عمدتاً بر جنبه های کمی مدیریت منابع مالی و بازدهی سرمایه گذاری ها متمرکز هستند. روش های تحلیل در این بُعد، ترکیبی از روش های کمی (مانند تحلیل مالی، محاسبه نرخ بازگشت سرمایه) و روش های کیفی (مانند تحلیل تطبیقی سیاست ها) را شامل می شود. از جمله مهم ترین چالش های این بُعد می توان به عدم شفافیت

در گزارش‌دهی مالی برخی نهادها، ناهماهنگی در نظام آماری و دشواری ردیابی جریان‌های مالی اشاره کرد. برای بهبود ارزیابی در این حوزه، پیشنهاد می‌شود سیستم یکپارچه پایش مالی طراحی شود که امکان رصد بلادرنگ شاخص‌های کلیدی را فراهم کند. نتایج ارزیابی این بُعد می‌تواند تصمیم‌گیری در تخصیص منابع، اصلاح سازوکارهای حمایتی و بهبود جذب سرمایه‌گذاری را تسهیل نماید. به‌طور خاص، شاخص‌هایی مانند «نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به کل بودجه» و «نرخ بازگشت سرمایه» از جمله معیارهای کلیدی برای سنجش اثربخشی مالی سیاست‌ها محسوب می‌شوند. در بُعد خروجی‌ها و نتایج، زیربدهایی مانند تولیدات علمی، دستاوردهای فناورانه و اثرات اقتصادی جای می‌گیرد. این بُعد شامل ۹ شاخص اصلی بوده و سطح تحلیل آن در سطوح ملی، بین‌المللی و صنعتی انجام می‌شود. شاخص‌های این حوزه بر نتایج ملموس و عینی سیاست‌های علم و فناوری تمرکز دارند. داده‌های مورد نیاز شامل آمارهای پژوهشی، گزارش‌های ثبت اختراع، آمارهای تجاری و اقتصادی است که از منابعی مانند پایگاه‌های استنادی، مراکز ثبت اختراع و سازمان‌های آماری جمع‌آوری می‌شوند. روش‌های تحلیل در این بُعد ترکیبی از روش‌های کمی (مانند تحلیل آماری تولیدات علمی) و روش‌های کیفی (مانند ارزیابی کیفیت اختراعات) را شامل می‌شود. در بُعد خروجی‌ها و نتایج، چالش‌های عمده شامل پراکندگی داده‌های پژوهشی در نهادهای مختلف، دشواری در سنجش کیفیت واقعی تولیدات علمی و فاصله بین پژوهش و بازار است. برای رفع این چالش‌ها، ایجاد بانک جامع داده‌های پژوهشی و پیوند دادن نظام پتنت به نیازهای صنعتی پیشنهاد می‌شود. نتایج این بُعد می‌تواند سیاست‌گذاری در حوزه اولویت‌های پژوهشی، اصلاح نظام ارزیابی پژوهشگران و هدایت تحقیقات به سمت نیازهای واقعی کشور را بهبود بخشد. شاخص‌هایی مانند «تعداد اختراعات تجاری‌شده» و «سهم شرکت‌های دانش‌بنیان در تولید ناخالص داخلی» از جمله معیارهای کلیدی این حوزه هستند. در بُعد فرآیندها و کارایی، زیربدهایی مانند کارایی اداری، شفافیت و عدالت در توزیع حمایت‌ها جای می‌گیرد. این بُعد شامل ۷ شاخص بوده و سطح تحلیل آن عمدتاً در سطح سازمانی انجام می‌شود. داده‌های مورد نیاز شامل گزارش‌های عملکرد، زمان‌های انجام فرآیند و نظرسنجی‌های رضایت است. در بُعد فرآیندها و کارایی، مهم‌ترین چالش‌ها شامل موازی‌کاری در فرآیندهای اداری، عدم شفافیت در سازوکارهای حمایتی و نارضایتی ذی‌نفعان از بوروکراسی پیچیده است. راهکارهای پیشنهادی شامل استانداردسازی فرآیندها، ایجاد پنجره واحد خدمات و استقرار نظام ارزیابی ۳۶۰ درجه می‌باشد. نتایج ارزیابی این بُعد می‌تواند بهبود کیفیت خدمات حمایتی، کاهش زمان صدور مجوزها و افزایش رضایت ذی‌نفعان را به دنبال داشته باشد. شاخص «سرعت صدور مجوزهای دانش‌بنیان» از جمله شاخص‌های حیاتی این حوزه محسوب می‌شود. بُعد همکاری و مشارکت با ۷ شاخص، زیربدهایی مانند همکاری صنعت و دانشگاه، شبکه‌های علمی و دیپلماسی فناوری را پوشش می‌دهد. سطح تحلیل این بُعد از سازمانی تا بین‌المللی، متغیر است و از روش‌هایی مانند تحلیل شبکه‌ای همکاری‌ها استفاده می‌کند. بُعد همکاری و مشارکت با چالش‌هایی مانند ضعف ارتباط دانشگاه و صنعت، کمبود شبکه‌های مؤثر همکاری و عدم ثبات در همکاری‌های بین‌المللی مواجه است. راهکارهای پیشنهادی شامل توسعه مراکز رابط تخصصی، ایجاد صندوق‌های مشترک پژوهش و توسعه و تقویت دیپلماسی علمی هدفمند می‌باشد. نتایج این بُعد می‌تواند تجاری‌سازی تحقیقات، جذب سرمایه‌گذاری خارجی و توسعه فناوری‌های راهبردی را تسهیل کند. شاخص «تعداد قراردادهای صنعت-دانشگاه» از شاخص‌های کلیدی این حوزه است. در بُعد ریسک و انعطاف‌پذیری، ۵ شاخص به ارزیابی مدیریت ریسک‌ها و انعطاف‌پذیری سیاست‌ها می‌پردازند. سطح تحلیل این بُعد عمدتاً پروژه‌ای و سازمانی بوده و از روش‌های کیفی مانند تحلیل SWOT بهره می‌برد. در بُعد ریسک و انعطاف‌پذیری، چالش‌های اصلی شامل عدم شناسایی به موقع ریسک‌ها، مقاومت در برابر تغییر و نبود برنامه‌های مدون برای بحران است. راهکارها عبارتند از: استقرار نظام پایش مستمر ریسک، توسعه فرهنگ سازمانی انعطاف‌پذیر و طراحی سناریوهای واکنش به بحران. نتایج این بُعد موجب افزایش تاب‌آوری سیاست‌ها، کاهش هزینه‌های اصلاحی و بهبود تصمیم‌گیری در شرایط بحران می‌شود. شاخص «تعداد ریسک‌های شناسایی‌شده» از شاخص‌های حیاتی این حوزه است. بُعد ظرفیت‌سازی و توسعه انسانی با ۳ شاخص، زیربدهای آموزش نیروی انسانی و حفظ استعدادها را پوشش می‌دهد. سطح تحلیل این بُعد سازمانی بوده و از ترکیب روش‌های کمی و کیفی استفاده می‌کند. بُعد ظرفیت‌سازی و توسعه انسانی با چالش‌هایی مانند عدم تطابق مهارت‌های آموزشی با نیازهای بازار، فرار مغزها و کمبود برنامه‌های توانمندسازی مؤثر روبرو است. راهکارهای

پیشنهادهای شامل: بازنگری برنامه‌های آموزشی، ایجاد نظام انگیزشی برای حفظ استعدادها و توسعه زیست‌بوم کارآفرینی می‌باشد. نتایج این بُعد می‌تواند تأمین نیروی انسانی متخصص، افزایش بهره‌وری پژوهشگران و توسعه کسب‌وکارهای فناورانه را موجب شود. شاخص «درصد حفظ استعدادهای علمی» از شاخص‌های کلیدی این حوزه است. در نهایت، بُعد تأثیرات اجتماعی و پایداری با ۳ شاخص به ارزیابی مسئولیت اجتماعی و اثرات زیست‌محیطی می‌پردازد. سطح تحلیل این بُعد از محلی تا جهانی متغیر است و از روش‌های ترکیبی استفاده می‌کند. در بُعد تأثیرات اجتماعی و پایداری، چالش‌های عمده شامل عدم توجه کافی به پیامدهای اجتماعی فناوری‌ها، کمبود شاخص‌های دقیق سنجش پایداری و ضعف در ارتباط با جامعه است. راهکارها عبارتند از: تدوین استانداردهای ارزیابی اثرات اجتماعی، توسعه فناوری‌های سبز و تقویت ارتباط با رسانه‌ها. نتایج این بُعد می‌تواند افزایش مقبولیت اجتماعی فناوری‌ها، توسعه پایدار و بهبود تصویر عمومی علم را به دنبال داشته باشد. شاخص «درصد پروژه‌های با تأثیر اجتماعی مثبت» از شاخص‌های حیاتی این حوزه محسوب می‌شود.

هر یک از این ابعاد با چالش‌های خاصی مواجه هستند که از جمله می‌توان به عدم یکپارچگی داده‌ها، دشواری در اندازه‌گیری برخی شاخص‌های کیفی و نیاز به هماهنگی بین‌سازمانی اشاره کرد. برای بهبود نظام ارزیابی، طراحی سامانه‌های پایش یکپارچه، توسعه روش‌های ترکیبی و تقویت همکاری‌های بین‌نهادهای پیشنهاد می‌شود.

جدول ۴. ابعاد، شاخص‌ها و ملاحظات ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری با رویکرد پسینی

بعد	شاخص	حوزه کاربرد	سطح داده	داده‌های لازم	عنوان روش	نوع روش
بُعد اقتصادی	سهم شرکت‌های دانش‌بنیان در تولید ناخالص داخلی	اقتصاد دانش‌بنیان، سیاستگذاری کلان	کلان (کشوری/منطقه‌ای)	ارزش افزوده شرکت‌های دانش‌بنیان، تولید ناخالص داخلی	تحلیل نسبت‌سنجی	کمی (تحلیل آماری)
	میزان صادرات محصولات و خدمات دانش‌بنیان	تجارت بین‌الملل، توسعه فناوری	کلان/صنعت	ارزش صادرات محصولات دانش‌بنیان، آمار گمرکی، طبقه‌بندی کالاها و خدمات فناورانه	تحلیل سری‌های زمانی	کمی (تحلیل روند)
	نرخ اشتغال‌زایی در بخش‌های فناوری و نوآوری	بازار کار، توسعه مهارت‌ها	کلان/صنعت	تعداد شاغلان در بخش فناوری، نرخ رشد اشتغال، آمار نیروی کار	تحلیل اشتغال‌سنجی	کمی (مقایسه‌ای)
	نرخ بازگشت سرمایه سیاست‌های تحقیق و توسعه	سیاستگذاری پژوهشی، تخصیص بودجه	پروژه/کلان	هزینه‌های تحقیق و توسعه، درآمدهای ناشی از نوآوری، دوره بازپرداخت سرمایه	تحلیل هزینه-فایده	کمی-کیفی (ترکیبی)
	میزان جذب سرمایه‌گذاری خصوصی و خارجی در بخش فناوری	جذب سرمایه، توسعه زیست‌بوم نوآوری	کلان/شرکتی	حجم سرمایه‌گذاری خارجی و داخلی، تعداد قراردادهای حوزه‌های سرمایه‌گذاری	تحلیل جریان سرمایه	کمی (پایشی)
	بهبود محیط کسب‌وکار برای شرکت‌های دانش‌بنیان	تنظیم‌گری، سیاست‌های حمایتی	خرد/کلان	شاخص‌های محیط کسب‌وکار (مالیات، قوانین، دسترسی به منابع)، نظرسنجی از شرکت‌ها	پیمایش و شاخص‌سازی	کیفی-کمی (ترکیبی)
	افزایش بهره‌وری صنایع از طریق فناوری‌های نو	توسعه صنعتی، تحول دیجیتال	صنعت/ش رکتی	داده‌های بهره‌وری (ارزش افزوده به ازای نیروی کار)، سطح فناوری مورد استفاده	تحلیل پانلی/مقایسه‌ای	کمی (تحلیل علی)
بُعد اجتماعی	بهبود کیفیت زندگی و دسترسی به فناوری‌های نوین	رفاه اجتماعی، عدالت فناورانه	خرد/کلان	شاخص‌های کیفیت زندگی (دسترسی به خدمات دیجیتال، سلامت، آموزش)، نظرسنجی‌ها	تحلیل رفاه اجتماعی	کیفی-کمی (ترکیبی)
	درصد پروژه‌های فناوری با تأثیر اجتماعی مثبت	مسئولیت اجتماعی فناوری	پروژه/صنعت	گزارش‌های ارزیابی اجتماعی پروژه‌ها، نظرسنجی ذی‌نفعان	تحلیل محتوای کیفی	کیفی (موردکاوی)
	کاهش نابرابری منطقه‌ای در دسترسی به فناوری	توسعه منطقه‌ای، عدالت دیجیتال	منطقه‌ای/کلان	آمار دسترسی به فناوری (اینترنت، مراکز نوآوری)، شاخص‌های نابرابری	تحلیل نابرابری فضایی	کمی و تحلیل مکانی (GIS)
	سطح پذیرش اجتماعی فناوری‌های نوین	جامعه‌شناسی فناوری	خرد/کلان	نظرسنجی‌های عمومی، نگرش‌سنجی فناوری	پیمایش اجتماعی	کیفی-کمی (ترکیبی)
	افزایش فرهنگ کارآفرینی و نوآوری در جامعه	توسعه کارآفرینی	خرد/کلان	تعداد استارت‌آپ‌ها، شاخص‌های نگرش به کارآفرینی، برنامه‌های آموزشی	تحلیل روند و پیمایش	کمی-کیفی

	کاهش نرخ بیکاری فارغ‌التحصیلان رشته‌های فنی و مهندسی	اشتغال، آموزش عالی	کلان/آموزشی	آمار بیکاری فارغ‌التحصیلان، تطابق مهارت‌ها با بازار کار	تحلیل تطابق مهارتی	کمی (تحلیل شکاف مهارتی)
	تأثیر فناوری‌ها بر بهبود سیستم‌های بهداشتی و آموزشی	سلامت دیجیتال، آموزش هوشمند	بخشی/کلان	شاخص‌های سلامت و آموزش (دسترسی به فناوری، کیفیت خدمات)	تحلیل تأثیر برنامه‌ای	کمی-کیفی
	میزان مشارکت زنان در زیست‌بوم فناوری و نوآوری	عدالت جنسیتی، توسعه انسانی	خرد/کلان	درصد زنان شاغل در بخش فناوری، تعداد بنیانگذاران زن در استارت‌آپ‌ها	تحلیل جنسیتی	کمی (شاخص‌های تنوع)
تجارت علمی و فناوری	تعداد و کیفیت مقالات علمی و اختراعات ثبت‌شده	تحقیق و توسعه (R&D)	ملی/بین‌المللی	داده‌های پایگاه‌های ISI، Scopus، WIPO	تحلیل علم‌سنجی	کمی (شاخص‌های استنادی)
	تعداد محصولات و خدمات نوآورانه تجاری‌شده	تجاری‌سازی فناوری	صنعت/ش رکتی	تعداد محصولات جدید، درآمدهای حاصل از نوآوری	تحلیل نوآوری	کمی (شاخص‌های بازدهی)
	درصد کاهش وابستگی به فناوری‌های خارجی	خودتکایی فناوریانه	ملی/صنعتی	واردات فناوری، تولید داخلی فناوری‌های پیشرفته	تحلیل وابستگی فناوری	کمی (تحلیل واردات/صادرات)
	افزایش توانمندی‌های فناوریانه شرکت‌ها و زنجیره‌های ارزش	توسعه صنعتی	شرکتی/صنعت	شاخص‌های فناوری (R&D) داخلی، ثبت اختراع، همکاری با دانشگاه‌ها	تحلیل زنجیره ارزش	کمی-کیفی
	تعداد فناوری‌های انتقال یافته به صنعت	ارتباط دانشگاه و صنعت	پروژه/صنعت	قراردادهای انتقال فناوری، گزارش‌های همکاری	تحلیل انتقال فناوری	کیفی (موردکاوی)
	میزان تجاری‌سازی نتایج تحقیقات	اقتصاد دانش‌بنیان	پژوهشی/صنعتی	درآمدهای حاصل از تحقیقات، تعداد قراردادهای تجاری	تحلیل بازدهی تحقیقات	کمی (نرخ بازگشت سرمایه)
	درصد مقالات پراستناد در مجلات Q2 و Q1	کیفیت پژوهش	ملی/بین‌المللی	داده‌های پایگاه‌های علمی (Scopus, SJR)	تحلیل استنادی	کمی (رتبه‌بندی مجلات)
	تعداد Spin-off های دانشگاهی تبدیل شده به شرکت‌های دانش‌بنیان	کارآفرینی دانشگاهی	دانشگاهی/صنعتی	تعداد شرکت‌های اسپین آف، میزان رشد و درآمد آن‌ها	تحلیل کارآفرینی دانشگاهی	کمی-کیفی
تجارت و دانشگاه	میزان توسعه زیرساخت‌های علمی و فناوری (پارک‌های علم و فناوری)	زیرساخت‌های نوآوری	ملی/منطقه‌ای	تعداد و کیفیت پارک‌ها، شاخص‌های عملکردی (اشتغال، تولید فناوری)	تحلیل زیرساخت‌ها	کمی (شاخص‌های عملکردی)
	افزایش سطح مهارت‌های فنی و تخصصی نیروی انسانی	آموزش فنی و حرفه‌ای	فردی/کلان	آمار آموزش دیدگان، تطابق مهارت‌ها با نیازهای صنعت	تحلیل نیازسنجی مهارتی	کمی-کیفی
	تعداد برنامه‌های آموزشی تخصصی برگزار شده برای پژوهشگران و کارآفرینان	توسعه سرمایه انسانی	آموزشی/پژوهشی	تعداد دوره‌ها، میزان مشارکت، بازخورد شرکت کنندگان	تحلیل اثربخشی آموزشی	کیفی (نظرسنجی)
	درصد حفظ و نگهداشت استعدادهای علمی در کشور	مهاجرت نخبگان	ملی/آموزشی	آمار مهاجرت فارغ‌التحصیلان، برنامه‌های جذب و نگهداشت	تحلیل مهاجرت نیروی متخصص	کمی (نرخ ماندگاری)
	تعداد همکاری‌های بین دانشگاه‌ها و صنعت در پروژه‌های کاربردی	ارتباط علم و صنعت	دانشگاهی/صنعتی	تعداد قراردادهای پژوهشی مشترک، میزان سرمایه‌گذاری صنعت در پژوهش	تحلیل همکاری‌های پژوهشی	کمی (شاخص‌های مشارکت)
	میزان افزایش بودجه تحقیقاتی دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی	سیاست‌گذاری پژوهشی	ملی/آموزشی	بودجه‌های تحقیقاتی، منابع مالی اختصاص یافته	تحلیل تخصیص بودجه	کمی (رشد بودجه‌ها)
	سطح تأثیر برنامه‌های آموزشی بر موفقیت استارت‌آپ‌های دانش‌بنیان	آموزش کارآفرینی	آموزشی/اقتصادی	نرخ بقای استارت‌آپ‌ها، ارتباط دوره‌های آموزشی با عملکرد شرکت‌ها	تحلیل اثربخشی آموزشی-اقتصادی	کمی-کیفی
	میزان کاهش آلاینده‌ها از طریق فناوری‌های سبز	محیط زیست، فناوری‌های پاک	صنعت/کلان	داده‌های آلاینده‌ها، میزان استفاده از فناوری‌های سبز	تحلیل اثرات زیست‌محیطی	کمی (کاهش آلودگی)
زیست محیطی	تعداد فناوری‌های پایدار توسعه یافته (انرژی‌های تجدیدپذیر)	توسعه پایدار	ملی/صنعتی	تعداد پروژه‌های انرژی پاک، ظرفیت نصب شده	تحلیل فناوری‌های سبز	کمی (شاخص‌های پایداری)
	درصد پروژه‌های فناوری با تأثیر مثبت بر محیط زیست	مسئولیت اجتماعی شرکتی	پروژه/صنعت	گزارش‌های ارزیابی زیست‌محیطی پروژه‌ها	تحلیل محتوای کیفی	کیفی (موردکاوی)
	میزان کاهش مصرف منابع طبیعی از طریق فناوری‌های نوین	بهره‌وری منابع	صنعت/کلان	داده‌های مصرف منابع (آب، انرژی، مواد خام)	تحلیل بهره‌وری منابع	کمی (نسبت مصرف به تولید)
	سطح آگاهی عمومی از فناوری‌های زیست‌محیطی	آموزش زیست‌محیطی	خرد/کلان	نظرسنجی‌های عمومی، مشارکت در برنامه‌های سبز	پیمایش اجتماعی	کیفی-کمی

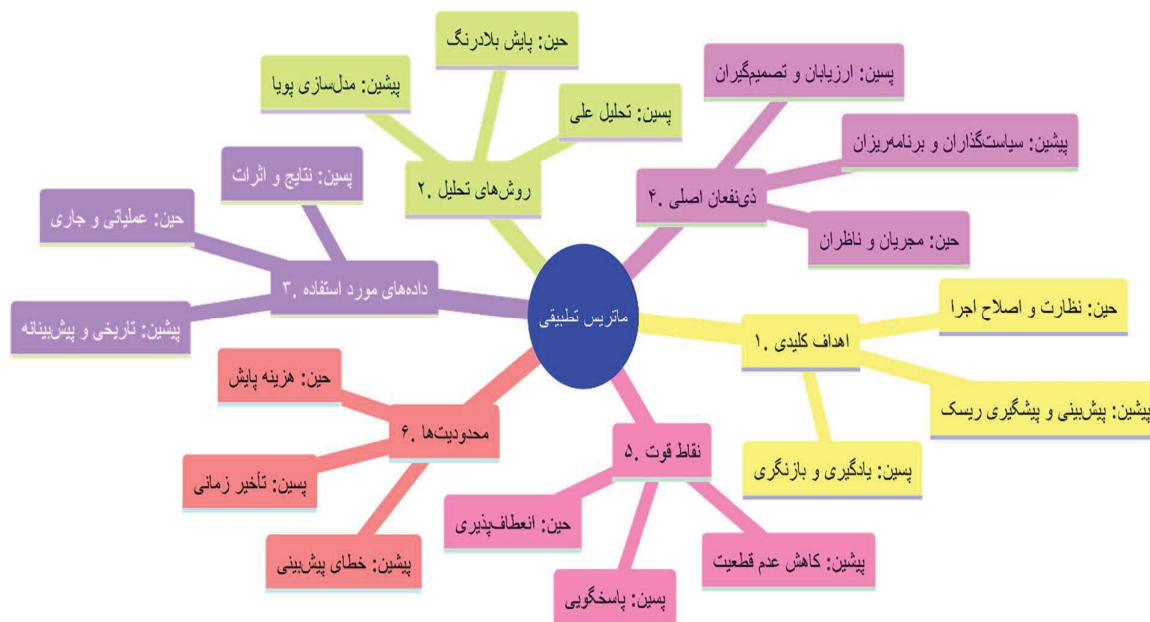
شاخص های بین المللی	تعداد استانداردهای زیست محیطی بین المللی اخذ شده توسط فناوری های داخلی	استانداردسازی ملی/بین المللی	گواهی های ISO، استانداردهای بین المللی	تحلیل استانداردسازی	کمی (شمارش گواهی ها)
	بهبود رتبه ایران در شاخص جهانی نوآوری (GII)	رقابت پذیری جهانی	داده های GII، شاخص های نوآوری جهانی	تحلیل رتبه بندی بین المللی	کمی (مقایسه ای)
	سهم فناوری های پیشرفته در صادرات غیر نفتی	تجارت فناوریانه	آمار صادرات فناوری محور، سهم در صادرات کل	تحلیل تجاری	کمی (سهم بازار)
	تعداد قراردادهای بین المللی برای محصولات نوآورانه	دیپلماسی فناوری	تعداد و ارزش قراردادهای بین المللی	تحلیل همکاری های بین المللی	کمی (شمارش قراردادها)
	افزایش همکاری های علمی و فناوری با نهادهای خارجی	بین المللی سازی پژوهش	تعداد پروژه های مشترک، مقالات بین المللی	تحلیل همکاری های علمی	کمی (شبکه سازی پژوهشی)
	درصد نوآوری های منجر به استانداردسازی بین المللی	استانداردسازی فناوری	تعداد استانداردهای ثبت شده در ISO، IEC	تحلیل استانداردسازی	کمی (نرخ استانداردسازی)
	رتبه ایران در تولید علم براساس پایگاه های Scopus یا SJR	تولید علم	داده های استنادی، رتبه بندی کشورها	تحلیل علم سنجی	کمی (رتبه بندی)
شاخص های بومی و منطقه ای	میزان رضایت ذی نفعان از نتایج سیاست ها	ارزیابی سیاست ها	نظرسنجی های ذی نفعان (صنعت، دانشگاه، دولت)	تحلیل رضایت سنجی	کیفی (پیمایش)
	درصد سیاست های بازنگری شده براساس ارزیابی پسین	چرخه سیاست گذاری	تعداد سیاست های اصلاح شده، گزارش های ارزیابی	تحلیل سیاستی	کمی - کیفی
	سطح اعتماد عمومی به زیست بوم نوآوری و فناوری	روانشناسی اجتماعی	نظرسنجی های اعتماد عمومی، شاخص های اعتماد نهادی	تحلیل اعتماد اجتماعی	کمی - کیفی

در بُعد تأثیرات اقتصادی، زیربدهایی مانند ارزش آفرینی دانش بنیان، تجارت فناوریانه و بازدهی سرمایه گذاری های پژوهشی جای می گیرد. این بُعد شامل ۷ شاخص اصلی بوده و سطح تحلیل آن در سطوح کلان (کشوری)، صنعتی و بنگاهی انجام می شود. شاخص های این حوزه بر سنجش مستقیم اثرات اقتصادی سیاست های علم و فناوری متمرکز هستند. داده های مورد نیاز شامل گزارش های مالی شرکت های دانش بنیان، آمارهای گمرکی صادرات فناوریانه، صورت های عملکردی طرح های پژوهشی و آمارهای نیروی کار بخش فناوری است که از منابعی مانند مرکز آمار ایران، گمرک جمهوری اسلامی و مرکز آمار ایران استخراج می شوند. روش های تحلیل در این بُعد ترکیبی از روش های کمی (مانند تحلیل سری های زمانی، محاسبه نسبت های مالی) و روش های کیفی (مانند تحلیل سیاست های تطبیقی) را شامل می شود. ازجمله مهم ترین چالش های این بُعد می توان به پراکندگی نظام گزارش دهی مالی شرکت های دانش بنیان، عدم یکپارچگی در تعریف محصولات فناوریانه در آمارهای تجاری و دشواری تفکیک اثرات سیاست ها از سایر عوامل اقتصادی اشاره کرد. برای بهبود ارزیابی در این حوزه، پیشنهاد می شود سامانه ردیابی یکپارچه عملکرد اقتصادی شرکت های دانش بنیان طراحی شود که امکان پایش زنجیره ارزش فناوری از پژوهش تا بازار را فراهم کند. نتایج ارزیابی این بُعد می تواند تنظیم سیاست های حمایتی هدفمند، هدایت سرمایه گذاری ها به حوزه های استراتژیک و بهبود نظام نظارت بر اجرای طرح های فناوریانه را ممکن سازد. شاخص هایی مانند «سهم شرکت های دانش بنیان در تولید ناخالص داخلی» و «میزان صادرات محصولات فناوریانه» ازجمله معیارهای کلیدی برای سنجش اثرات اقتصادی سیاست ها محسوب می شوند. در بُعد تأثیرات اجتماعی، زیربدهایی مانند عدالت فناوریانه، پذیرش اجتماعی نوآوری ها و توسعه مهارت های پیشرفته قرار دارد. این بُعد ۸ شاخص اصلی را پوشش داده و سطح تحلیل آن در سطوح کلان (کشوری)، منطقه ای و فردی انجام می شود. داده های مورد نیاز شامل نظرسنجی های ملی نگرش به فناوری، آمارهای توسعه منطقه ای، گزارش های ارزیابی اثرات اجتماعی پروژه ها و شاخص های کیفیت زندگی است که از منابعی مانند مرکز آمار ایران، وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی و سازمان برنامه و بودجه استان ها استخراج می شوند. روش های تحلیل در این بُعد ترکیبی از روش های کمی (مانند تحلیل مکانی نابرابری ها) و روش های کیفی (مانند مطالعات موردی عمیق) را شامل می شود. چالش های اصلی این بُعد عبارتند از: عدم تطابق شاخص های کلان با واقعیت های محلی، دشواری

در سنجش اثرات غیرمستقیم فناوری‌ها و محدودیت داده‌های پایه در مناطق کمتر توسعه‌یافته. راهکار پیشنهادی، طراحی نظام پایش اجتماعی فناوری‌ها با رویکرد منطقه‌ای است که بتواند اثرات متفاوت سیاست‌ها را در بافت‌های گوناگون اجتماعی رصد کند. شاخص «کاهش نابرابری منطقه‌ای در دسترسی به فناوری» به‌ویژه برای سیاست‌گذاری‌های آمایشی حائز اهمیت است. در بُعد پیشرفت علمی و فناوری، زیربدهایی مانند تولید دانش پیشرفته، تجاری‌سازی تحقیقات و خودتکایی فناورانه مطرح هستند. این بُعد با ۷ شاخص اصلی در سطوح ملی، بین‌المللی و صنعتی تحلیل می‌شود. داده‌های پایه شامل آمارهای علم‌سنجی، گزارش‌های ثبت اختراع، آمارهای تجاری‌سازی و داده‌های واردات فناوری است که از پایگاه‌هایی مانند Scopus، WIPO و وزارت صمت جمع‌آوری می‌شوند. روش‌های تحلیل این بُعد شامل تحلیل‌های علم‌سنجی پیشرفته، ارزیابی چرخه نوآوری و تحلیل زنجیره ارزش فناوری است. چالش اصلی، فاصله بین تولید علم و کاربردهای صنعتی است که نیازمند تدوین شاخص‌های پیوند علم و صنعت است. شاخص «تعداد فناوری‌های انتقال‌یافته به صنعت» نقش کلیدی در سنجش اثربخشی تحقیقات دارد. بُعد آموزشی و دانشگاهی به زیربدهایی مانند کارآفرینی دانشگاهی، توسعه سرمایه انسانی و پیوند دانشگاه و صنعت اختصاص یافته است. این بُعد با ۸ شاخص در سطوح آموزشی، پژوهشی و صنعتی تحلیل می‌شود. روش‌های تحلیل شامل ردیابی شغلی فارغ‌التحصیلان و ارزیابی اثربخشی آموزشی است. شاخص «درصد حفظ استعدادهای علمی» نیازمند نظام پایش مستمر مسیر شغلی نخبگان است. در بُعد زیست‌محیطی، زیربدهایی مانند فناوری‌های سبز، کاهش آلاینده‌ها و آگاهی زیست‌محیطی جای می‌گیرد. این بُعد با ۶ شاخص در سطوح ملی، صنعتی و پروژه‌ای تحلیل می‌شود. داده‌های مورد نیاز از سازمان حفاظت محیط زیست و شرکت‌های فناوری جمع‌آوری می‌شود. روش تحلیل شامل ارزیابی چرخه عمر فناوری‌ها است. چالش اصلی، عدم دسترسی به داده‌های دقیق آلاینده‌ها است. بُعد جایگاه بین‌المللی به زیربدهایی مانند رقابت‌پذیری جهانی، همکاری‌های علمی بین‌المللی و صادرات فناورانه می‌پردازد. این بُعد با ۶ شاخص در سطح بین‌المللی تحلیل می‌شود. داده‌های مورد نیاز از پایگاه‌های بین‌المللی و آمارهای تجاری استخراج می‌شوند. روش تحلیل شامل مطالعات تطبیقی بین‌کشوری است. شاخص «بهبود رتبه در شاخص جهانی نوآوری» نیازمند تحلیل عاملی عمیق است. در بُعد یادگیری و بهبود سیاستی، زیربدهایی مانند بازخورد ذی‌نفعان، بازنگری سیاست‌ها و اعتماد اجتماعی جای می‌گیرد. این بُعد با ۳ شاخص در سطوح سیاستی و اجتماعی تحلیل می‌شود. روش تحلیل شامل ارزیابی چرخه کامل سیاست‌هاست. چالش اصلی، عدم نظام‌مندسازی درس‌آموخته‌هاست که نیازمند بانک تجربیات سیاستی است.

نتیجه‌گیری

بازبینی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری با اهداف متعددی صورت می‌گیرد که همگی در راستای بهبود عملکرد این حوزه و دستیابی به نتایج مطلوب‌تر برای جامعه و اقتصاد هستند. با توجه به پیچیدگی و پویایی حوزه علم، فناوری و نوآوری، بازبینی منظم و دقیق سیاست‌ها امری حیاتی است و به کشورها کمک می‌کند تا از فرصت‌های ناشی از این حوزه به بهترین شکل استفاده کنند و به اهداف توسعه خود دست یابند. این ارزیابی می‌تواند در سه مرحله پیشین، حین و پسین انجام شود تا از طراحی صحیح، اجرای مؤثر و دستیابی به نتایج مطلوب اطمینان حاصل شود. در مرحله پیشین که به هدف شناسایی نیازهای واقعی، تدوین سیاست مبتنی بر شواهد، اطمینان از قابلیت اجرای سیاست، پیش‌بینی ریسک‌ها و سناریوها انجام می‌شود، نیاز است که سیاست‌ها با اسناد بالادستی همسو شده و مطالعات امکان‌سنجی دقیق انجام شود. در حین اجرا که اهدافی نظیر پایش و کنترل اجرای سیاست، اطمینان از بهره‌وری و کارایی، واکنش به تغییرات محیطی و مشارکت فعال ذی‌نفعان دنبال می‌شود باید سازوکارهای اصلاحی برای بهبود سیاست‌ها در نظر گرفته شود. در رویکرد پسین به منظور ارزیابی نتایج و اثرات بلندمدت، سنجش تأثیر علم، فناورانه، اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی و نیز یادگیری سیاستی و بهبود سیاست‌های آتی، باید تأثیرات کلان بر اقتصاد دانش‌بنیان و جایگاه بین‌المللی کشور سنجیده شود.



شکل ۴. ماتریس تطبیقی نظام ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری با رویکرد زمانی

ماتریس فوق، اهداف کلیدی، روش‌های تحلیل، داده‌های مورد استفاده، ذی‌نفعان اصلی، نقاط قوت و محدودیت هر کدام از این سه رویکرد را به تصویر می‌کشد.

پیشنهادهای سیاستی

این پژوهش تلاش کرد که ابعاد، شاخص‌ها، حوزه کاربرد، سطح داده، داده‌های لازم، عنوان و نوع روش به تفکیک بازه زمانی ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری (پیشین، همزمان، پیسن) را تبیین نماید. براساس یافته‌های مطالعه، موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

- توسعه نهادهای مستقل و توانمند برای جمع‌آوری داده و ارزیابی مستمر شاخص‌های علم و فناوری
- الزام به مشارکت همه‌جانبه ذی‌نفعان در تدوین و بازنگری سیاست‌ها برای ارتقای فرآیند تصمیم‌گیری
- به‌روزرسانی نظام‌های داده‌ای با تمرکز بر شاخص‌های نوین علم، فناوری و نوآوری و پایش منظم آن‌ها
- تلفیق ابزارهای عدالت اجتماعی و توزیعی در تدوین و ارزیابی سیاست‌ها
- تقویت چرخه بازخوردی و یادگیری سیاستی با سازوکارهای بازنگری سریع و شفاف
- کاربرد مدل‌های تلفیقی برای اولویت‌بندی شاخص‌ها مثل تحلیل سلسله‌مراتبی فازی با نظرسنجی خبرگان.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مؤسسه تحقیقات سیاست علمی کشور به سبب حمایت مادی از این طرح، قدردانی می‌شود.

References

1. Bhutto, A., Rashdi, P. I. S., & Abro, Q. (2012). Indicators for science and technology policy in Pakistan: Entering the science, technology and innovation paradigm. *Science and Public Policy*, 39, 1-12.
2. Booshehri, A. and Bagheri, A. (2016). Science and Technology Policy Assessment (Case Study on Elite Conscripts Working in Research Projects). *Journal of Improvement Management*, 10(3), 107-129. {In Persian}

3. Brooks, H. (1980). Science indicators and science policy. *Scientometrics*, 2(5), 331–337. <https://doi.org/10.1007/BF02095075>
4. Çağan, S. (2017). Türkiye de 1980 sonrası dönemde uygulanan bilim ve teknoloji politikaları belgelerinin etkileri üzerine bir inceleme. *The Journal of International Social Research*, 10(53), 708–717. <https://doi.org/10.17719/JISR.20175334159>
5. Chudnovsky, D. (1999). Science and technology policy and the National Innovation System in Argentina. *Cepal Review*, 1999, 157-176.
6. Cozzens, S. (2007). Distributive justice in science and technology policy. *Science and Public Policy*, 34, 85-94.
7. Cozzens, S. E., Bobb, K., & Bortagaray, I. (2002). Evaluating the distributional consequences of science and technology policies and programs. In *Research Evaluation* (Vol. 11, Issue 2, pp. 101–107). Oxford University Press (OUP). <https://doi.org/10.3152/147154402781776899>
8. Emami Meybodi, R. (2015). Comparative Analyses of Policy Evaluation Systems; Principles and Rules. *Political Science*, 11(1), 45-68. {In Persian}
9. Hage, J., Jordan, G., & Mote, J. (2007). A theory-based innovation systems framework for evaluating diverse portfolios of research, part two: macro indicators and policy interventions. In *Science and Public Policy* (Vol. 34, Issue 10, pp. 731–741). Oxford University Press (OUP). <https://doi.org/10.3152/030234207x265385>
10. Hajizadeh, E.; Asghari, M. (1400). *Statistical Methods and Analyses with a View to Research Methodology in Biological and Health Sciences*. Tehran: Jihad Daneshgahi. Third Edition. {In Persian}
11. Hall, B. H. (2002). The Assessment: Technology Policy. *Oxford Review of Economic Policy*, 18, 1-9.
12. Joss, S., & Brownlea, A. (1999). Considering the concept of procedural justice for public policy- and decision-making in science and technology. *Science and Public Policy*, 26, 321-330.
13. Lemola, T. (2003). Country report: transformation of Finnish science and technology policy. *Science & Technology Studies*, 16(1), 52-67.
14. Masinda, M. T. (1998). National systems of innovation: implications on science and technology policies in sub-Saharan Africa.
15. Möhring, N., Huber, R., & Finger, R. (2023). Combining ex-ante and ex-post assessments to support the sustainable transformation of agriculture: The case of Swiss pesticide-free wheat production. *Q Open*, 3(3), qoac022.
16. Mustangimah, M., Putera, P. B., Zulhamdani, M., Handoyo, S., & Rahayu, S. (2021). Evaluation of the Indonesia national strategic policy of science and technology development. *Journal of Science and Technology Policy Management*, 12(3), 421-442. <https://doi.org/10.1108/jstpm-04-2020-0079>
17. Norouzi, A., Parsaei-Mohammadi, P., Geraei, E., & Zare-Farashbandi, F. (2024). Designing a Framework for Evaluating the Scientific Productions. In *International Journal of Preventive Medicine* (Vol. 15). Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). https://doi.org/10.4103/ijpvm.ijpvm_162_24
18. OECD (2019). *Budgeting and Public Expenditures in OECD Countries 2019*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/9789264307957-en>.
19. OECD (2023). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023: Enabling Transitions in Times of Disruption*, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/0b55736e-en>.
20. Parker, M., Acland, A., Armstrong, H. J., Bellingham, J. R., Bland, J., Bodmer, H. C., Burall, S., Castell, S., Chilvers, J., Clevely, D., Cope, D., Costanzo, L., Dolan, J. A., Doubleday, R., Feng, W. Y., Godfray, H., Good, D., Grant, J., Green, N., ... & Sutherland, W. J. (2014). Identifying the Science and Technology Dimensions of Emerging Public Policy Issues through Horizon Scanning. *PLoS ONE*, 9.
21. Patton, C., Sawicki, D., & Clark, J. (2015). *Basic methods of policy analysis and planning*. Routledge.
22. Qiu, J., Cao, J., Gu, X., Ge, Z., Wang, Z., & Liang, Z. (2023). Design of an Evaluation System for Disruptive Technologies to Benefit Smart Cities. In *Sustainability* (Vol. 15, Issue 11, p. 9109). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/su15119109>
23. Sattiraju, V. K., & Janodia, M. D. (2023). Analysis of science, technology and innovation (STI) policies of India from 1958 to 2020. In *Journal of Science and Technology Policy Management* (Vol. 15, Issue 6, pp. 1691–1708). Emerald. <https://doi.org/10.1108/jstpm-02-2022-0030>
24. Segone, M. (Ed.). (2008). *Bridging the gap: The role of Monitoring and Evaluation in evidence-based policy-making*. UNICEF, Geneva.: UNICEF, Geneva.
25. Shodiyeva, N. S. (2022). Indicators and Measures as Policy Tools (pp. 185–196). Routledge eBooks. <https://doi.org/10.4324/9781003163954-19>
26. Soltani, A. M. and Tabatabaeian, S. H. (2019). Science, Technology, and Innovation Policy Evaluation. *Journal of Science and Technology Policy*, 12(2), 561-578. {In Persian}
27. Steen, J. V. (1995). S&T indicators in science policy: how can they matter? *Research Evaluation*, 5, 161-166.
28. Tabatabaiyan, H.; Fateh-Rad, M.; Shojaei, M. H.; Soltanzadeh, J. (2012). *Evaluating Science, Technology and Innovation Policies*. Tehran: National Science Policy Research Center. {In Persian}
29. Wakhungu, J. (2001). Science, Technology, and Public Policy in Africa: A Framework for Action. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 21, 246-252.
30. Yao, J., & Peng, H. (2016). Empirical Research on Policy Evaluation of Innovation of Science and Technology in Shanghai. In *DEStech Transactions on Environment, Energy and Earth Science* (Issue seeie). DEStech Publications. <https://doi.org/10.12783/dteees/seeie2016/4530>