

# Research Paper

## Developing Evaluation Indicators for Science and Technology Policies: An Application of the Logical Framework Approach



\*Ghasem Azadi Ahmadabad <sup>1</sup>

1. Assistant Professor, D Policy evaluation and Monitoring of Science, Technology, and Innovation Department, National Research Institute for Science Policy (Nrisp), Tehran, Iran .



**Citation:** Azadi Ahmadabad.G(2026). [Developing Evaluation Indicators for Science and Technology Policies: An Application of the Logical Framework Approach (Persian)]. *Journal Strategic Studies of Public Policy*, 15(57), 56-93. <https://doi.org/10.22034/sspp.2026.2067470.3826>

<https://doi.org/10.22034/sspp.2026.2067470.3826>



**Received:** 30 Jul 2026  
**Accepted:** 28 Dec 2025  
**Available Online:** 19 Mar 2026

**Keywords:**  
 Policy evaluation, logical framework, science and technology policies, evaluation indicators

### ABSTRACT

In the present study, an evaluation framework for science and technology policies was developed and validated using a logical approach tailored to the policy context of Iran in the field of science and technology. The framework was weighted based on expert opinions. This research is applied in purpose and employed both qualitative and quantitative methods for data collection, thus falling under the category of mixed-methods research. Specifically, the evaluation framework was developed, validated, and prioritized through a review of existing models, analysis of upstream policy documents, and expert surveys. The findings revealed that the main dimensions of evaluation include: Input Stage: Financial resources, human resources, infrastructure, access to technology, laws and regulations, and institutional capacities. Process Stage: Coordination and participation, resource allocation, monitoring and evaluation, planning and policymaking, commercialization and technology transfer, capacity building and training, science diplomacy, and licensing. Output Stage: Financial resources, human resources, infrastructure, access to technology, laws and regulations, and institutional capacities. Outcome Stage: Economic, scientific and technological, educational and academic, institutional and infrastructural, environmental, self-sufficiency and competitiveness, and international rankings. Impact Stage: Economic, social, scientific and technological, cultural, environmental, and international. Finally, a Key Connections Table (origin, destination, causal relationship, and type of influence) was presented based on the logical framework. This table not only serves as an evaluation framework but also as a strategic management tool, helping policymakers make evidence-based decisions. It also enables institutions to demonstrate accountability for national science and technology policies and programs.

\* **Corresponding Author:**

**Ghasem Azadi Ahmadabad**

**Address:** National Research Institute for Science Policy (Nrisp), Tehran, Iran

**E-mail:** azadi\_gh@yahoo.com

## مقاله پژوهشی

# طراحی شاخص‌های ارزیابی سیاست‌های کلان حوزه علم و فناوری بر مبنای چارچوب منطقی

قاسم آزادی احمدآبادی<sup>۱</sup>

۱. استادیار، گروه ارزیابی سیاست‌ها و پایش علم، فناوری و نوآوری، مؤسسه تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ایران.

## چکیده

در پژوهش حاضر، چارچوب ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری با بهره‌گیری از رویکرد منطقی و متناسب با بافتار سیاستی ایران در حوزه علم و فناوری تدوین و اعتبارسنجی شده و مبتنی بر نظر خبرگانی، وزن‌دهی شد. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی است که از دو روش کیفی و کمی به منظور گردآوری داده‌ها استفاده کرده و بنابراین از نظر روش، جزء پژوهش‌های ترکیبی با آمیخته به شمار می‌آید. در واقع چارچوب ارزیابی براساس مطالعه الگوهای موجود، تحلیل اسناد بالادستی، نظرسنجی از خبرگان تدوین، اعتبارسنجی و ارزش‌گذاری شد. یافته‌ها نشان داد که ابعاد اصلی ارزیابی در مرحله درونداد شامل منابع مالی، نیروی انسانی، زیرساخت‌ها، دسترسی به فناوری، قوانین و مقررات و ظرفیت‌های نهادی؛ در مرحله فرایند شامل هماهنگی و مشارکت، تخصیص منابع، نظارت و ارزیابی، برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری، تجاری‌سازی و انتقال فناوری، توانمندسازی و آموزش، دیپلماسی علمی و صدور مجوزها؛ در بخش خروجی دربرگیرنده منابع مالی، نیروی انسانی، زیرساخت‌ها، دسترسی به فناوری، قوانین و مقررات و ظرفیت‌های نهادی، پیامد شامل اقتصادی، علمی و فناوری، آموزشی و دانشگاهی، نهادی و زیرساختی، زیست‌محیطی، خودکفایی و رقابت‌پذیری، بین‌المللی و رتبه‌بندی و تأثیر شامل اقتصادی، اجتماعی، علمی و فناوری، فرهنگی، زیست‌محیطی و بین‌المللی هستند. در انتها جدول ارتباطات کلیدی (مبدأ، مقصد، رابطه علی و نوع اثرگذاری) براساس چارچوب منطقی ارائه شد که نه تنها چارچوب ارزیابی، بلکه ابزار مدیریت استراتژیک است که به سیاست‌گذاران کمک می‌کند مبتنی بر شواهد، تصمیم‌گیری کنند و به نهادها نیز امکان می‌دهد مسئولیت‌پذیری خود را در قبال سیاست‌ها و برنامه‌های کشور در حوزه علم و فناوری اثبات کنند.

تاریخ دریافت: ۰۸ مرداد ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۰۷ دی ۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۲۸ اسفند ۱۴۰۴

## کلیدواژه‌ها:

ارزیابی سیاست، چارچوب منطقی، سیاست‌های علم و فناوری، شاخص‌های ارزیابی

\* نویسنده مسئول:

قاسم آزادی احمدآبادی

نشانی: مؤسسه تحقیقات سیاست علمی کشور، تهران، ایران.

رایانامه: azadi\_gh@yahoo.com

## مقدمه

سیاست علم و فناوری از درجه نظام‌های نوآوری، چارچوبی مفهومی برای ادغام نهادهای کلیدی مسئول دستیابی به نتایج بهتر توسعه اقتصادی فراهم می‌سازد (چاوز و چاوز، ۲۰۱۳).

در ایران، اگرچه در دو دهه اخیر رشد قابل توجهی در برون‌دادهای علمی و فناوری نظیر تولید مقالات، ثبت اختراعات و شکل‌گیری شرکت‌های دانش‌بنیان مشاهده شده است، اما شواهد نشان می‌دهد این دستاوردها لزوماً به تحول ساختاری در اقتصاد، اشتغال‌آفرینی پایدار یا خودکفایی راهبردی منجر نشده‌اند مهم‌ترین چالش‌های ساختاری در این زمینه عبارتند از: اول، تکثر و تداخل نهادهای سیاست‌گذار و مجری (شامل معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری، وزارت علوم، وزارت بهداشت، صنعت، مجلس و شوراهای عالی مرتبط) که منجر به واگرایی و عدم انسجام در سیاست‌گذاری شده است دوم، گسست در زنجیره ارزش از پژوهش تا تجاری‌سازی و فقدان سازوکار بازخورد مبتنی بر شواهد؛ به‌گونه‌ای که پژوهش کلانتری، منتظر و قاضی‌نوری (۱۴۰۰) نشان داد عملکرد شبکه سیاستی علم و فناوری ایران در قریب به ۴۴ درصد موارد نسبت به تکالیف اسناد سیاستی انحراف دارد. سوم، محدودیت‌های بودجه‌ای، فشارهای اقتصادی ناشی از تحریم‌ها و تأکید صریح اسناد بالادستی بر اقتصاد مقاومتی، جهش تولید دانش‌بنیان و خوداتکایی فناوری، ضرورت بهینه‌سازی منابع و گذار از سیاست‌گذاری مبتنی بر نهاد به سیاست‌گذاری مبتنی بر ارزیابی و یادگیری را دوچندان کرده است. در ایران، علی‌رغم اتخاذ سیاست‌های متعدد در حوزه علم، فناوری و نوآوری، اکثر بخش‌های علمی کشور فاقد ساختار، رویه و الگویی نظام‌مند برای ارزیابی

در جهان امروز، علم و فناوری از چنان اهمیتی برخوردار است که می‌توان آن را یکی از کلیدی‌ترین شاخص‌های توسعه کشورها دانست. جامعه جهانی، به‌کارگیری و گسترش دانش را موتور محرکه رشد اقتصادی، پیشرفت و رفاه ملت‌ها می‌داند. ماهیت و چشم‌انداز نوآوری در گذر زمان دگرگون شده و از همین رو، دستیابی به شاخص‌هایی که این تحولات را پیش‌کند و راهکارهای مناسبی برای تحلیل داده‌ها در اختیار سیاست‌گذاران قرار دهد، امری ضروری و انکارناپذیر است. از سوی دیگر، تحقق اهداف سیاست‌های علمی مستلزم اطلاعات جامع و دقیق درباره ظرفیت‌های بالقوه علمی و فنی کشور است. این مهم تنها از طریق شاخص‌هایی امکان‌پذیر خواهد بود که بتوانند ابعاد مختلف نظام پیچیده علمی-فناوری را به‌درستی شناسایی و ارزیابی کند (عباسی، ۱۳۹۳). در واقع، موفقیت بلندمدت سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی‌های حوزه علم و فناوری، نیازمند پیش‌بینی و بررسی نتایج و اثرات سیاست‌ها، بازخورد منظم دستاوردها براساس معیارهای دقیق و اصولی و بنا نهادن یک نظام پایش توانمند و قابل اطمینان است. در چنین بستری است که اهمیت و جایگاه ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری روشن می‌شود (شجاعی، فاتح‌راد و طباطبائی‌ان، ۱۳۹۳). در بین رویکردهای مختلف، مدل منطقی، ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری را با تجزیه و تحلیل آنها در ساختار سیستمی که علم و فناوری را تولید می‌کند، انجام می‌دهد. هدف این مدل، ایجاد مجموعه‌ای از شاخص‌ها در راستای ارزیابی علم و فناوری است تا از طراحی سیاست‌های مؤثری که فعالیت‌های نوآورانه را در سطح منطقه‌ای تقویت می‌کنند، پشتیبانی نماید. تجزیه و تحلیل

ابعاد و شاخص‌های ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری بر مبنای چرخه سیاست‌گذاری پرداخته است. در این چارچوب، ابعاد ارزیابی در سه مرحله مجزا دسته‌بندی شده‌اند:

الف) رویکرد پیشین: شامل مؤلفه‌های انطباق و نیازسنجی، منابع مالی، منابع انسانی، زیرساخت‌ها، ذی‌نفعان، امکان‌سنجی/ریسک، برنامه‌ریزی و اهداف و قوانین و مقررات.

ب) رویکرد همزمان: شامل عملکرد مالی و بودجه‌ای، خروجی‌ها و نتایج، فرآیندها، همکاری و مشارکت، ریسک و انعطاف‌پذیری، ظرفیت‌سازی و تأثیرات اجتماعی.

ج) رویکرد پسینی: شامل تأثیرات اقتصادی، تأثیرات اجتماعی، پیشرفت علمی و فناوری، ابعاد آموزشی و دانشگاهی، تأثیرات زیست‌محیطی، جایگاه بین‌المللی و یادگیری و بهبود سیاستی.

پژوهش شیروانی ناغانی و کولیوند (۱۴۰۳) به منظور طراحی چارچوب ارزیابی سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران به روش نظریه‌پردازی داده‌بنیاد انجام شد. آنها اعلام کردند که تهیه و تدوین سیاست‌های کلی نظام و فرایند کلان سیاست‌گذاری در کشور، امری مشارکتی است، از این‌رو ارزیابی و سنجش برون‌داد این فرایند، نگاه یکپارچه و منسجمی را می‌طلبد که ضمن احصاء جامع‌نگر، جزئیات ذیل هر یک از سیاست‌های کلی را با رویکردی کل‌نگر، بررسی نماید.

هدف پژوهش کمالی (۱۴۰۲)، شناسایی و رتبه‌بندی چالش‌های ارزیابی سیاست‌های توسعه در ایران بود. یافته‌های پژوهش نشان داد «تبود اراده لازم برای کاربست یافته‌های ارزیابی»، «روحیه عدم پاسخ‌گویی و مسئولیت‌ناپذیر» و «تلقی منفی

و اصلاح این سیاست‌ها هستند (آزادی احمدآبادی، ۱۴۰۴) مدل‌های موجود یا وارداتی و ناسازگار با بافتار نهادی و حقوقی ایران هستند، یا صرفاً بر یک بُعد خاص (مانند تولید علم یا حمایت مالی) متمرکزند و فاقد قابلیت سنجش اثرات سیستمی سیاست‌ها هستند در این میان، رویکرد منطقی با تجزیه ساختارمند سیاست‌ها به مراحل درون‌داد، فرایند، خروجی، پیامد و تأثیر، امکان ردیابی روابط علی، شفاف‌سازی مسئولیت‌ها و پایش مستمر چرخه سیاست‌گذاری را فراهم می‌کند.

پژوهش حاضر با درک دقیق اقتضات خاص نظام علم و فناوری ایران و با تکیه بر تحلیل اسناد بالادستی، مرور نظام‌مند الگوهای بین‌المللی و نظرات خبرگان، درصدد است چارچوبی ارزیابی، وزن‌دهی شده و متناسب با بافتار سیاستی کشور را تدوین کند. خروجی این مطالعه نه‌تنها ابزاری برای سنجش اثربخشی و کارایی سیاست‌هاست، بلکه می‌تواند به‌عنوان زیرساختی برای مدیریت راهبردی، تخصیص بهینه منابع و ارتقای حکمرانی علم و فناوری در ایران مورد استفاده قرار گیرد.

## مرور پیشینه

در زمینه ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری، پژوهش‌هایی انجام شده است از جمله، آزادی احمدآبادی (۱۴۰۴) هدف از ارزیابی سیاست را بررسی، تحلیل و قضاوت در مورد اثربخشی، کارایی و پیامدهای سیاست‌ها و برنامه‌های دولتی معرفی می‌کند. وی معتقد است که در اکثر بخش‌های علمی کشور، علی‌رغم اتخاذ سیاست‌هایی در حوزه علم، فناوری و نوآوری، همچنان فاقد ساختار، رویه و الگویی نظام‌مند برای ارزیابی و اصلاح این سیاست‌ها هستند. این پژوهش به شناسایی و ارائه

نتایج پژوهش نشان داد عملکرد شبکه سیاستی علم و فناوری ایران مبتنی بر آرای خبرگان در قریب به ۴۴ درصد نسبت به تکالیف اسناد سیاستی انحراف دارد؛ بدین معنا که در مأموریت‌های سیاستی تعدادی از نهادهای شبکه سیاستی علم و فناوری ایران، تفاوت‌های معنادار بین آنچه در اسناد سیاستی ذکر شده و آنچه در عمل انجام می‌شود، وجود دارد. همچنین درباره بعضی سیاست‌های علم و فناوری، ضعف جدی عملکرد مشاهده می‌شود.

پژوهش محمدخانی غیاثوند و محمدعلیها (۱۳۹۹) به دنبال شناسایی و اولویت‌بندی شاخص‌هایی برای سنجش و ارزیابی حکمرانی نوآوری در سطح کلان بود که با استفاده از شاخص‌های اصلی حکمرانی نوآوری در سطح کلان و همچنین تحلیل سیاست‌های به کار گرفته شده در زمینه علم، فناوری و نوآوری، وضعیت حکمرانی نوآوری کشور ترکیه به منزله کشوری در حال توسعه که تجربیات آن می‌تواند در زمینه سیاست‌گذاری علم و فناوری برای جمهوری اسلامی ایران مفید باشد، بررسی گردید.

مرور نظام‌مند پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری نشان می‌دهد که اگرچه در سال‌های اخیر توجه به پیش و سنجش اثربخشی سیاست‌ها افزایش یافته است، اما عمده مطالعات موجود دارای محدودیت‌های ساختاری، روشی و بافتاری هستند. پژوهش‌هایی نظیر آزادی احمدآبادی (۱۴۰۴) و کلانتری و همکاران (۱۴۰۰) بیشتر بر آسیب‌شناسی فرآیندها یا سنجش انحراف اجرای سیاست‌ها از اسناد بالادستی متمرکز بوده‌اند و فاقد چارچوب عملیاتی وزن‌دهی شده برای پیش‌مستمر و یادگیری سیاستی هستند. مطالعاتی مانند شیروانی ناغانی و کولیوند (۱۴۰۳) و محمدخانی غیاثوند و محمدعلیها (۱۳۹۹) اگرچه به طراحی

از ارزیابی و مقاومت در برابر آن» که مرتبط با فرهنگ ارزیابی سیاست‌های توسعه هستند نسبت به چالش‌های مرتبط با مسائل فنی و اطلاعاتی از اهمیت بیشتری برخوردارند.

مرادی و همکاران (۱۴۰۲) ضمن بررسی پارادایم‌ها و الگوهای نظارت راهبردی بر تحقق سیاست در سطح ملی و فراملی، وضعیت تحقق سیاست‌های کلی نظام در صنعت دفاعی را مورد بررسی قرار دادند. بر این اساس، ابعاد «نظارت بر تدوین ترجمان تحقق سیاست»، «نظارت بر بسترسازی‌های تحقق سیاست» و «نظارت بر الزامات اجرای سیاست» به عنوان پردازش‌های اصلی الگو سلسله اقدامات ضروری برای تبدیل و ترجمه عملی سیاست و بسترسازی تحقق و الزامات ضروری در مرحله اجرای سیاست کلی در صنعت دفاعی است.

خسروی و همکاران (۱۴۰۱) به تبیین این موضوع پرداختند که سیاست‌ها و راهبردهای کلان چه پیامدها و آثاری در پی خواهد داشت. ابعاد مدل استخراجی عبارت‌اند از: تربیت و آموزش (توانایی دانشی؛ فرهنگ و نگرش؛ توانایی فرادانشی؛ توانایی اجتماعی/آموزشی)؛ پژوهش و نوآوری (خروجی علمی/دانشگاهی؛ تولید دانش و فناوری؛ پیامدهای سازمانی؛ پیامدهای اقتصادی/مالی)؛ خدمات مستشاری (میزان رضایت کارفرما؛ جهت‌گیری ذی‌نفعان؛ اثربخشی طرح‌های اجرا شده؛ نقش و جایگاه دانشگاه) و مدیریت دانش (تأثیر مدیریت دانش بر فرآیند آموزش؛ تأثیر مدیریت دانش بر پژوهش؛ تأثیر دانش بر برنامه‌ریزی راهبردی؛ تأثیر دانش بر خدمات ارائه شده).

هدف پژوهش کلانتری، منتظر وقاضی نوری (۱۴۰۰) ارزیابی حسن اجرای سیاست‌های راهبردی و کلان علم و فناوری در ایران به روش شبکه سیاستی بود.

اسناد بالادستی، مرور الگوهای موجود، اعتبارسنجی خبرگانی) و کمی (وزن‌دهی شاخص‌ها، تحلیل ساختاری روابط) در قالب پژوهش آمیخته، امکان گذار از چارچوب‌های صرفاً مفهومی به مدل‌های عملیاتی و قابل‌سنجش را فراهم کرده است. ارائه «جدول ارتباطات کلیدی» شامل مبدأ، مقصد، رابطه علی و نوع اثرگذاری، از جمله دستاوردهای روشی متمایز این پژوهش است.

● نوآوری در ارائه یافته‌ها: استخراج و دسته‌بندی نظام‌مند مؤلفه‌ها در پنج سطح (درونداد، فرآیند، خروجی، پیامد، تأثیر) که نه تنها ابعاد سنتی ارزیابی را پوشش می‌دهد، بلکه مؤلفه‌های راهبردی نوینی مانند «دیپلماسی علمی»، «خودکفایی و رقابت‌پذیری» و «یادگیری و بهبود سیاستی» را در بافتار بومی ایران عملیاتی می‌کند. وزن‌دهی خبرگانی نیز نشان می‌دهد که در زیست‌بوم ایران، ابعاد نهادی و هماهنگی بین‌دستگاهی نسبت به شاخص‌های صرفاً کمی ورودی اولویت راهبردی بالاتری دارند.

یافته‌های این پژوهش در سطح کلی با مطالعات پیشین در تأکید بر «چندبعدی بودن ارزیابی سیاست‌ها» و «ضرورت توجه به پیامدهای اقتصادی، علمی و اجتماعی» هم‌راستا است. با این حال، تفاوت‌های ساختاری و محتوایی مهمی وجود دارد: برخلاف پژوهش آزادی احمدآبادی (۱۴۰۴) که چرخه سیاست‌گذاری را به سه مرحله پیشین، هم‌زمان و پسینی تقسیم می‌کند، چارچوب حاضر با رویکرد منطقی، تداوم علی بین مراحل را حفظ کرده و از گسست مفهومی و عملیاتی جلوگیری می‌نماید. در مقایسه با کلاتری و همکاران (۱۴۰۰) که بر انحراف اجرا از اسناد بالادستی تأکید داشت، این پژوهش نه تنها شکاف اجرا را شناسایی می‌کند،

الگوهای کلان یا حکمرانی نوآوری پرداخته‌اند، اما رویکرد آن‌ها عمدتاً کیفی، بدون اعتبارسنجی کمی و فاقد پیوند علی شفاف بین مراحل سیاست‌گذاری است. از سوی دیگر، پژوهش‌های کمالی (۱۴۰۲) و مرادی و همکاران (۱۴۰۲) بیشتر بر چالش‌های فرهنگی، نظارتی و اجرایی در بخش‌های خاص تأکید دارند و مدل یکپارچه‌ای ارائه نمی‌دهند که هم‌زمان ابعاد درونداد، فرآیند، خروجی، پیامد و تأثیر را پوشش دهد. در ادبیات بین‌المللی نیز، اگرچه چارچوب‌های ارزیابی سیاستی (مانند الگوهای منطقی توسعه‌ای یا مدل‌های سنجش نوآوری نظام‌مند) وجود دارند، اما تطبیق آن‌ها با بافتار نهادی، حقوقی و زیست‌بوم علم و فناوری ایران و وزن‌دهی مبتنی بر اولویت‌های بومی، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. بر این اساس، شکاف اصلی ادبیات در «فقدان یک چارچوب ارزیابی نظام‌مند، اعتبارسنجی شده، وزن‌دهی شده و مبتنی بر رویکرد منطقی است که بتواند چرخه کامل سیاست‌گذاری علم و فناوری ایران را پوشش دهد و هم‌زمان به‌عنوان ابزار مدیریت استراتژیک برای تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد مورد استفاده قرار گیرد». پژوهش حاضر دقیقاً در پاسخ به این شکاف طراحی شده است.

این مطالعه از سه منظر رویکرد، روش و یافته‌ها دارای نوآوری و دانش‌افزایی است:

● نوآوری رویکردی: به‌جای نگاه تک‌بعدی یا صرفاً نظارتی، از «رویکرد منطقی» استفاده شده که با تطبیق دقیق با بافتار سیاستی ایران، پیوند علی و سلسله‌مراتبی میان مراحل درونداد تا تأثیر را شفاف می‌سازد. این رویکرد، ارزیابی را از یک فعالیت پسینی صرف، به یک فرآیند راهبردی پیش‌نگر و یادگیرنده تبدیل می‌کند.

● نوآوری روشی: ترکیب روش‌های کیفی (تحلیل

گلوگاه‌های فرآیندی و اصلاح سیاست‌ها را در حین اجرا فراهم می‌کند.

۴. توسعه دیپلماسی علمی و رقابت‌پذیری: با لحاظ کردن صریح مؤلفه‌های بین‌المللی در چارچوب، سیاست‌گذاران می‌توانند ارزیابی‌ها را از سطح ملی فراتر برده و جایگاه ایران را در زیست‌بوم جهانی علم و فناوری پیش و راهبری کنند.

با توجه به شکاف‌های شناسایی شده در ادبیات موجود و نوآوری‌های رویکردی، روشی و محتوایی پژوهش حاضر، چارچوب ارائه شده می‌تواند به‌عنوان نخستین مدل جامع ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری مبتنی بر رویکرد منطقی بومی‌سازی شده در ایران، مبنای نظری و عملیاتی برای پیش، یادگیری سیاستی و ارتقای حکمرانی علم و فناوری کشور باشد.

## مبانی نظری

ارزیابی سیاست‌ها<sup>۲</sup> ارزیابی مداخله‌های برنامه‌ریزی شده، در حال انجام یا انجام شده توسط دولت تعریف می‌کنند که تا حد امکان عینی و نظاممند باشد. هدف اصلی ارزیابی سیاست‌ها، بررسی دقت در هدف‌گذاری و سنجش کارایی، اثربخشی، نتایج نهایی و پایداری آنهاست. این ارزیابی به تصمیم‌گیرندگان کمک می‌کند تا با استفاده از تجربیات کسب‌شده، فرآیند سیاست‌گذاری آینده را بهبود بخشند (بوشهری و باقری، ۱۳۹۵). به عبارتی، موضوع ارزیابی سیاست بر موارد زیر، متمرکز است:

- به‌صورت نظاممند و هدفدار، تعیین ارتباط، کارایی و اثربخشی برنامه با توجه به اهداف
- سنجش طراحی (ارتباط)، پیاده‌سازی (کارایی)

2. Policy Evaluation

بلکه با وزن‌دهی شاخص‌ها و ارائه جدول روابط علی، راهکارهای اصلاحی اولویت‌بندی شده را در اختیار سیاست‌گذاران قرار می‌دهد. پژوهش کمالی (۱۴۰۲) بر موانع فرهنگی و مقاومت سازمانی تمرکز داشت؛ یافته‌های حاضر این موانع را در قالب شاخص‌های ساختاری «هماهنگی، نظارت و ظرفیت‌های نهادی» ادغام کرده و نشان می‌دهد که چگونه تقویت این ابعاد می‌تواند به‌طور غیرمستقیم بر پذیرش فرهنگی ارزیابی تأثیر بگذارد. تفاوت اصلی با مطالعاتی مانند خسروی و همکاران (۱۴۰۱) و محمدخانی غیاثوند (۱۳۹۹) در «بومی‌سازی نظام‌مند» است؛ چارچوب حاضر مستقیماً بر اساس اسناد بالادستی ایران و با مشارکت خبرگان داخلی تدوین شده، درحالی‌که مطالعات مذکور یا بر مدل‌های وارداتی تکیه داشتند یا بر تجربیات کشور دیگر متمرکز بودند.

یافته‌های این پژوهش دارای دلالت‌های مستقیم و عملیاتی برای نظام سیاست‌گذاری علم و فناوری ایران خواهد بود:

۱. تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد: جدول ارتباطات کلیدی به سیاست‌گذاران امکان می‌دهد تا پیش از تخصیص منابع، اثرات زنجیره‌ای تصمیمات خود را بر خروجی‌ها، پیامدها و تأثیرات نهایی شبیه‌سازی و ارزیابی کنند.

۲. پاسخگویی و شفافیت نهادی: با وزن‌دهی شاخص‌ها بر اساس اولویت‌های بومی، نهادها می‌توانند عملکرد خود را بر مبنای معیارهای عینی و مورد توافق خبرگان گزارش دهند که این امر مقاومت‌های سازمانی در برابر ارزیابی را کاهش می‌دهد.

۳. مدیریت راهبردی چرخه سیاست: چارچوب تدوین شده یک «داشبورد مدیریت استراتژیک» است که امکان پیش‌بلادرنگ، شناسایی

سیاست‌های آینده (نیوکامر، هارتی و هولی<sup>۴</sup>، ۲۰۱۵).

ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری با در نظر گرفتن چندین هدف کلیدی انجام می‌شود که هدف آنها افزایش تصمیم‌گیری، برآورده کردن انتظارات هنجاری و توزیع مجدد قدرت است (رینولدز، کندی و سیمونز<sup>۵</sup>، ۲۰۲۳). این ارزیابی‌ها برای درک اثربخشی سیاست‌ها در دستیابی به اهداف مورد نظر و هدایت توسعه سیاست‌های آینده بسیار مهم هستند.

اگرچه این اهداف، ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری را هدایت می‌کنند، اما چالش‌هایی در اجرای مؤثر و اجرای این ارزیابی‌ها همچنان وجود دارد. به‌عنوان مثال، مسائلی مانند اجرای ناکافی سیاست‌ها و اقدامات پشتیبانی ناقص می‌تواند مانع تحقق اهداف سیاستی شود. علاوه بر این، فقدان چارچوب‌های ارزیابی قوی می‌تواند توانایی ارزیابی کامل تأثیر مشارکت و تعامل عمومی در علم و فناوری را محدود سازد (ما<sup>۶</sup>، ۲۰۲۴). بنابراین بازبینی مؤثر سیاست‌های علم و فناوری نیازمند یک رویکرد چندبعدی است، با در نظر گرفتن ورودی‌ها، فعالیت‌ها، خروجی‌ها، پیامدها و خود فرآیند سیاست‌گذاری. مجموعه‌ای منسجم از شاخص‌ها برای درک اینکه چه چیزی کار می‌کند، چه چیزی کار نمی‌کند و چگونه می‌توان سیاست‌ها را برای ترویج نوآوری و رفاه اجتماعی بهبود بخشید، بسیار مهم است.

مدل ارزیابی منطقی، چارچوبی است که به منظور ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری استفاده می‌شود. این مدل با تقسیم فرآیند ارزیابی به مراحل

و نتایج (اثربخشی) سیاست یا برنامه (سلطانی و طباطبائیان، ۱۳۹۸).

ارزیابی سیاست، معیارهای مختلف ارتباط؛ اثربخشی؛ بهره‌وری؛ پایداری و یا تأثیر یک مداخله خاص را مورد توجه قرار می‌دهند:

- ارتباط - تا چه حد اهداف (اصلی) (هنوز) با نیازها و مسائل مطابقت دارند؟
  - اثربخشی - یک سیاست یا مداخله عمومی تا چه حد اثرات و تغییرات مشاهده شده را ایجاد کرده است؟ اثرات مشاهده شده تا چه اندازه با اهداف مطابقت دارد؟
  - کارایی - آیا هزینه‌های مربوطه با توجه به تغییرات و اثرات به دست آمده، قابل توجیه است؟
  - پایداری - آیا سیاست یا مداخله عمومی، منافع خاصی در بلندمدت دارد؟
  - تأثیر - تأثیرات ناشی از مداخله چیست (یعنی اثرات مثبت یا منفی، اثرات بلندمدت اولیه و ثانویه ایجاد شده، مستقیم یا غیرمستقیم، عمدی یا ناخواسته)؟ (اوای‌سی‌دی<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹).
- ارزیابی سیاست با این اهداف انجام می‌گیرد:
- تعیین اینکه آیا سیاست‌ها به اهداف مورد نظر خود دست یافته‌اند یا خیر.
  - ارزیابی اثرات سیاست بر گروه‌های مختلف ذی‌نفع و جامعه.
  - شناسایی هرگونه پیامد غیرمنتظره یا اثرات جانبی سیاست.
  - کمک به بهبود سیاست‌های فعلی و طراحی

4. Newcomer, Hatry & Wholey

5. Reynolds, Kennedy & Symons

6. Ma

3. OECD

به این ترتیب، الگوی منطقی ارتباط بین ورودی‌ها، فعالیت‌ها، خروجی‌ها، پیامدهای کوتاه‌مدت و بلندمدت را ترسیم می‌کند.

این مدل از آن جهت برای سیاست‌گذاران ارزشمند است که چارچوبی جامع به منظور ارزیابی اثربخشی ابتکارات علمی و فناوری ارائه می‌دهد. با تجزیه و تحلیل نظام‌مند هر مرحله، ذی‌نفعان می‌توانند نقاط قوت و ضعف را در طراحی و اجرای سیاست شناسایی کنند. این مدل می‌تواند به هدایت توسعه سیاست‌های آینده و بهبود تصمیم‌گیری در این حوزه‌های حیاتی مورد علاقه عموم کمک کرده (جردن<sup>۸</sup>، ۲۰۱۰؛ تاکالو، تانیما و توיוانن<sup>۹</sup>، ۲۰۰۸) و همچنین به‌طور مؤثر با استفاده از مدل‌های پویایی سیستم برای تجزیه و تحلیل نظام‌های نوآوری منطقه‌ای در اقتصادهای نوظهور توسعه یابد (رودریگز و ناوارو-چاوز<sup>۱۰</sup>، ۲۰۱۵).

مدل ارزیابی منطقی را می‌توان در ارزیابی خارج از سیاست با تخمین مقدار تجمعی یک سیاست هدف جدید با استفاده از داده‌های ثبت‌شده از سیاست‌های رفتاری قبلی اعمال کرد (دوان، جیا و وانگ<sup>۱۱</sup>، ۲۰۲۰). مدل ارزیابی منطقی می‌تواند اطلاعاتی در مورد اثربخشی مداخلات سیاست عمومی فراهم سازد که برای ارزیابی و بهبود سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری بسیار مهم است. نتایج ارزیابی مدل منطقی بر تخصیص بودجه عمومی، مانند افزایش کمک‌های مالی برای دانشگاه‌های با عملکرد بالا، تأثیر گذاشته و در نتیجه استراتژی‌های ملی علم، فناوری و نوآوری تأثیر دارد. این مدل بحث بین ذی‌نفعان در مورد معیارهای ارزیابی، افزایش پاسخگویی و کیفیت کلی

مجزا: ورودی، فرآیند، خروجی، نتیجه و تأثیر، بر یک رویکرد ساختاریافته برای ارزیابی تأثیر و اثربخشی این سیاست‌ها تأکید دارد که شرح آن در ادامه می‌آید:

۱. ورودی: این مرحله شامل شناسایی منابع اختصاص یافته به سیاست یا برنامه، از جمله بودجه، منابع انسانی و دارایی‌های فناوری است. درک ورودی‌ها برای تعیین اثربخشی بالقوه سیاست بسیار مهم است.

۲. فرآیند: مرحله فرآیند، اجرای سیاست یا برنامه را بررسی می‌کند. به نحوه انجام فعالیت‌ها و اینکه آیا آنها با اهداف اولیه همسو هستند یا خیر، می‌پردازد. این مرحله روش‌های به کار گرفته شده و مشارکت ذی‌نفعان را ارزیابی می‌کند.

۳. خروجی: خروجی‌ها نتایج فوری اجرای سیاست هستند و شامل محصولات، خدمات یا فناوری‌های ملموس توسعه یافته در نتیجه سیاست است. ارزیابی خروجی‌ها به سنجش اینکه آیا اهداف اولیه برآورده می‌شوند یا خیر، کمک می‌کند.

۴. نتیجه: نتایج به اثرات کوتاه‌مدت تا میان‌مدت خروجی‌ها بر جمعیت یا بخش هدف اشاره دارند. این مرحله، ارزیابی می‌کند که آیا خروجی‌ها منجر به تغییرات مطلوب در رفتار، مهارت‌ها یا دانش می‌شوند یا خیر.

۵. تأثیر: مرحله تأثیر، اثرات بلندمدت سیاست بر جامعه یا اقتصاد را ارزیابی کرده و شامل تغییرات گسترده‌تری مانند رشد اقتصادی، بهبود کیفیت زندگی یا پیشرفت در دانش علمی می‌شود (پاتون<sup>۷</sup>، ۲۰۱۵).

8. Jordan

9. Takalo, Tanayama &amp; Toivanen

10. Rodríguez &amp; Navarro-Chávez

11. Duan, Jia &amp; Wang

7. Patton

تحقیقات عمومی را تسهیل می‌کند (اوای‌سی‌دی، ۲۰۱۲). به این ترتیب، مدل منطقی ارزیابی به‌عنوان یک چارچوب اساسی برای ارزیابی علم، نوآوری و سیاست‌های نوآوری عمل می‌کند. این مدل یک رابطه متوالی را فرض می‌کند که در آن ورودی‌ها منجر به فرآیندهایی می‌شوند که خروجی‌ها را عرضه می‌کنند، که به نوبه خود، نتایج را ایجاد کرده و در نهایت بر جامعه تأثیر می‌گذارند. این مدل از مفهوم اولیه خود تکامل یافته است و پیچیدگی‌های نظام‌های نوآوری مدرن را منعکس می‌کند.

از منظر تاریخی، مدل منطقی از گزارش و نیوار بوش در سال ۱۹۴۵ با عنوان «علم: مرز بی‌پایان» سرچشمه گرفته است که بر پیشرفت مستقیم از تحقیقات پایه به نوآوری تأکید داشت (اولیور، ۲۰۱۴). با گذشت زمان، به دلیل ساده‌سازی بیش از حد فرآیند نوآوری، عدم در نظر گرفتن حلقه‌های بازخورد و تعاملات بین ذی‌نفعان مورد انتقاد قرار گرفته است (گودین<sup>۱۲</sup>، ۲۰۰۶). از کویتز «مدل منطقی کمکی» را معرفی کرد که نقش دانشگاه‌ها، صنایع و دولت‌ها را در تسهیل نوآوری از طریق سازوکارهای مشارکتی مانند پارک‌های علمی و دفاتر انتقال فناوری دربر می‌گیرد. این مدل اهمیت زمینه و تعامل را در تبدیل تحقیقات به کاربردهای عملی تصدیق می‌کند و با تعریف واضح هر مرحله از فرآیند نوآوری، رویکردی ساختاریافته به منظور ارزیابی سیاست‌های نوآوری ارائه می‌دهد و به سیاست‌گذاران امکان می‌دهد نقاط اهرمی برای مداخله را شناسایی کنند (جردن، ۲۰۱۰). این مدل بر نیاز به چارچوب‌های ارزیابی جامع که عناصر مختلف زیست‌بوم نوآوری را ادغام می‌کنند، تأکید دارد و کاربرد آن در ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری

و نوآوری شامل ارزیابی نظام‌مند جریان از منابع سرمایه‌گذاری شده (ورودی‌ها) به تغییرات گسترده‌تر اجتماعی و اقتصادی حاصل شده (تأثیرات) است. این مدل به‌ویژه برای درک اثربخشی مداخلات علم، فناوری و نوآوری با پیوند دادن اقدامات سیاستی به نتایج و تأثیرات قابل اندازه‌گیری، مفید است. به‌عنوان مثال، به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا ارزیابی کنند که آیا سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه (ورودی) منجر به پیشرفت‌های فناورانه (خروجی)، بهبود رقابت‌پذیری صنعتی (نتیجه) و مزایای اجتماعی مانند رشد اقتصادی یا پایداری (تأثیر) می‌شود یا خیر (مولاس-گالارت و دیویس<sup>۱۴</sup>، ۲۰۰۶).

به‌طور خلاصه، مدل منطقی یک رویکرد ساختاریافته برای ارزیابی سیاست علم، فناوری و نوآوری ارائه می‌دهد، اما نیاز به تطبیق دارد تا ماهیت غیرمنطقی و به هم پیوسته نظام‌های نوآوری را در نظر بگیرد. جذابیت آن در ساختار منطقی و ظرفیت آن برای تجزیه برنامه‌های پیچیده به اجزای گسسته و قابل ارزیابی نهفته است. این چارچوب، ارزیابان را برای مشخص کردن موارد زیر راهنمایی می‌کند:

- ورودی‌ها: به‌عنوان مثال، بودجه، منابع انسانی و زیرساخت‌های معطوف به ابتکارات علم، فناوری و نوآوری.
- فرآیندها: فعالیت‌های انجام شده - مانند برنامه‌های تحقیق و توسعه، کارگاه‌ها یا همکاری‌های صنعت و دانشگاه - با استفاده از آن ورودی‌ها.
- خروجی‌ها: نتایج فوری، مانند ثبت اختراعات، انتشارات یا دستگاه‌های نمونه اولیه.
- نتایج: تغییرات میان‌مدت، مانند افزایش همکاری یا جذب فناوری در بخش‌های هدف.

12. Oliveira

13. Goodin

14. Molas-Gallart & Davies

## جدول ۱. عنصر مدل منطقی و نقش آنها در نظام ارزیابی

عناصر	نقش در نظام ارزیابی
ورودی	تعیین منابع اختصاص یافته به سیاست (بودجه، نیروی انسانی، زیرساخت)
فرآیند	ارزیابی نحوه اجرای فعالیت‌ها و میزان کارایی فرآیندها
خروجی	اندازه‌گیری محصولات مستقیم سیاست (اختراع، مقاله، محصول فناورانه)
نتیجه	ارزیابی تغییرات کوتاه‌مدت در ظرفیت‌های نوآوری
تأثیر	اندازه‌گیری تأثیرات بلندمدت در توسعه اقتصادی و اجتماعی

در ادامه، هر یک از عناصر نظام و نقش آنها در ارزیابی ارائه می‌شود.

با این حال، در حالی که مدل منطقی همچنان یک جزء اصلی از ابزارهای ارزیابی سیاست علم، فناوری و نوآوری است، بیشترین ارزش آن زمانی آشکار می‌شود که به‌عنوان نقطه شروع استفاده شود - نقطه‌ای که با پیشرفت‌های مداوم در نظریه نوآوری و روش‌شناسی ارزیابی تقویت می‌شود. در این پژوهش، رویکرد چارچوب منطقی<sup>۱۶</sup> به‌عنوان یک مبنای قوی برای ساختاردهی به نظام ارزیابی در نظر گرفته شده و این بنیان را می‌توان به سمت چارچوب‌های پویاتر توسعه داد.

### روش‌شناسی

این پژوهش از نظر هدف، کاربردی است و از دو روش کیفی و کمی به منظور گردآوری و تحلیل داده‌ها استفاده کرده است. بنابراین از نظر ماهیت و روش، در زمره پژوهش‌های ترکیبی (آمیخته) از نوع اکتشافی متوالی قرار می‌گیرد؛ بدین معنا که ابتدا مرحله کیفی برای شناسایی ابعاد و مؤلفه‌ها انجام شده و سپس مرحله کمی برای اعتبارسنجی و وزن‌دهی آن مؤلفه‌ها به کار رفت.

• اثرات: اثرات گسترده‌تر و بلندمدت، به‌عنوان مثال، افزایش رقابت‌پذیری ملی، بازده اجتماعی-اقتصادی یا دستاوردهای پایداری.

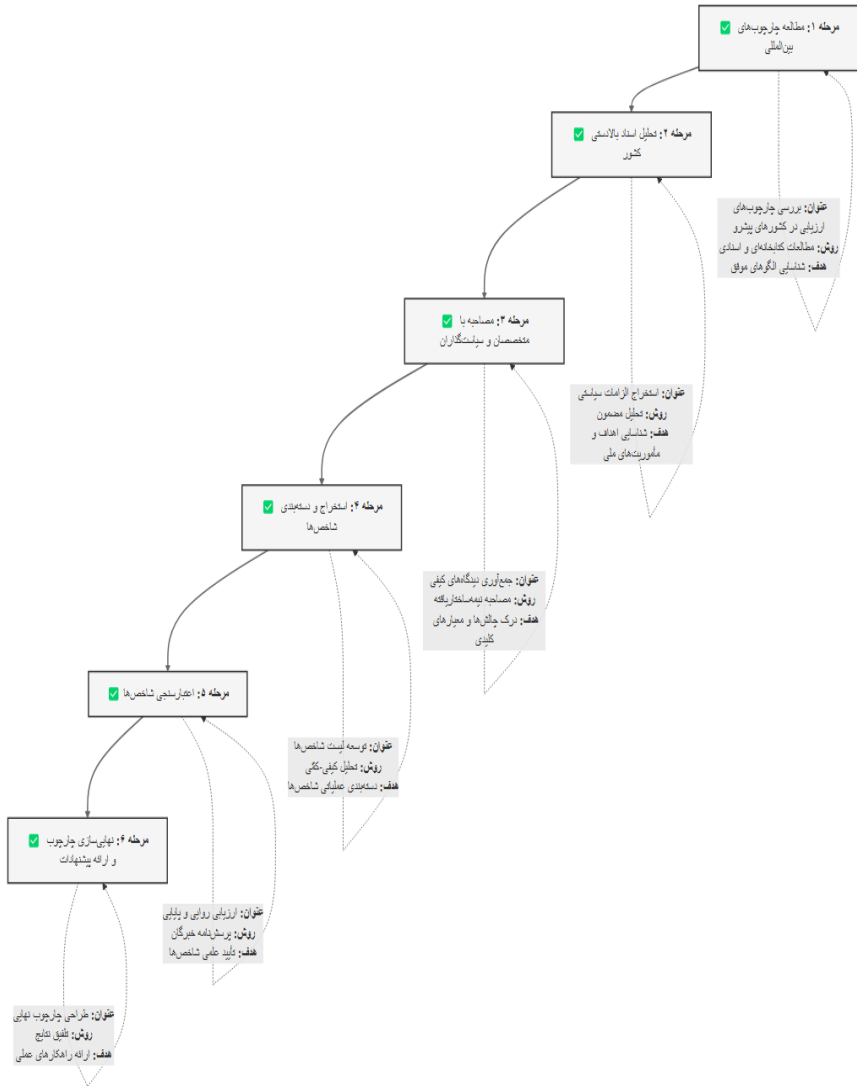
این پیشرفت مرحله‌ای، از نظارت نظام‌مند بر ابتکارات سیاستی پشتیبانی می‌کند و معماری‌ای برای توسعه شاخص، پایش و ارزیابی هدفمند و تحلیل پسین اثربخشی ارائه می‌دهد (مولاس-گالارت و دیویس، ۲۰۰۶؛ ساندرسون<sup>۱۵</sup>، ۲۰۰۰).

مدل منطقی به خوبی با سنت‌های مدل منطقی بنیادی ارزیابی همسو است و به‌کارگیری آن را برای کارهای ارزیابی پیش از اجرا و پس از اجرا ساده می‌کند. محبوبیت آن در سیاست نوآوری تا حدودی ناشی از وضوح آن در نگاشت منابع و مداخلات به نتایج قابل مشاهده است، بنابراین سیاست‌گذاران را قادر می‌سازد تا:

- منطق‌های سیاستی قابل اجرا را طراحی کنند.
- پیشرفت به سمت خروجی‌ها و پیامدهای مشخص را پیگیری کنند.
- نتایج را از طریق معیارهای عملکرد تعیین شده به مداخلات سیاستی نسبت دهند (جردن، ۲۰۱۰).

16. Logical Framework Approach

15. Sanderson



شکل ۱. روند اجرای پژوهش ترکیبی: طراحی چارچوب ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری

نوآوری (اوای‌سی‌دی)، راهنمای ارزیابی علم، فناوری و نوآوری (یونسکو<sup>۱۷</sup>) و چارچوب ارزیابی کمیسیون اروپا<sup>۱۸</sup> بود. در مجموع ۱۲ چارچوب و مدل ارزیابی از ۸ کشور و ۳ نهاد بین‌المللی بررسی شد. مهم‌ترین الگوهای شناسایی شده عبارت بودند از: (۱) چارچوب منطقی مورد استفاده اوای‌سی‌دی، (۲) مدل ارزیابی مبتنی بر چرخه سیاستگذاری (مراحل پیشین، همزمان، پسینی) که در کشور فنلاند و هلند به کار رفته است، (۳) مدل ارزیابی پیامدمحور در کره جنوبی.

گام دوم: تحلیل اسناد بالادستی نظام جمهوری اسلامی ایران

هدف: استخراج مضامین الزام‌آور و جهت‌دهنده برای ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری مبتنی بر اسناد فرادستی کشور.

روش اجرا: تحلیل محتوای جهت‌دار اسناد بالادستی به روش کتابخانه‌ای.  
اسناد بررسی شده:

۱. قانون برنامه پنج‌ساله هفتم پیشرفت (مصوب ۱۴۰۳) - بخش‌های مرتبط با علم، فناوری و نوآوری
۲. سیاست‌های کلی علم و فناوری ابلاغی مقام معظم رهبری
۳. نقشه جامع علمی کشور
۴. سند چشم‌انداز ۱۴۰۴ (بخش علم و فناوری)
۵. قانون حمایت از شرکت‌ها و مؤسسات دانش‌بنیان
۶. سیاست‌های کلی «اقتصاد مقاومتی»

قلمرو زمانی: پژوهش در بازه زمانی دی‌ماه ۱۴۰۳ تا تیرماه ۱۴۰۴ انجام شده است.

قلمرو مکانی: مطالعه در سطح ملی و با تمرکز بر نهادهای سیاست‌گذار علم، فناوری و نوآوری در جمهوری اسلامی ایران (شامل شورای عالی انقلاب فرهنگی، معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، دبیرخانه شورای عالی علوم، تحقیقات و فناوری، و برخی دانشگاه‌های منتخب) صورت گرفته است.

روند اجرای پژوهش در پنج گام اصلی طراحی و پیاده‌سازی شد. شکل (۱) این روند را به صورت شماتیک نمایش می‌دهد.

گام اول: مطالعات کتابخانه‌ای و بررسی چارچوب‌های بین‌المللی

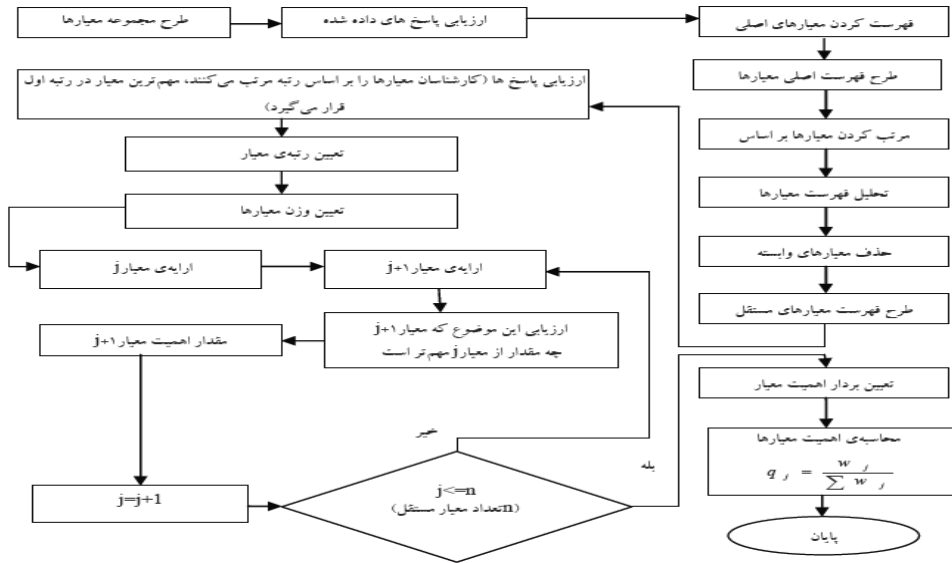
هدف: شناسایی الگوها و چارچوب‌های موفق ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در سطح بین‌المللی.

روش اجرا: جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های داده معتبر شامل Scopus, Web of Science, Google Scholar, Science Direct, Springer و «ارزیابی سیاست علم و فناوری»، «چارچوب منطقی در سیاستگذاری»، «شاخص‌های ارزیابی نوآوری»، «پایش و ارزشیابی سیاست» و معادل‌های انگلیسی آنها.

معیارهای انتخاب اسناد: مقالات منتشر شده در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۴؛ مطالعات موردی از کشورهای پیشرو در حوزه ارزیابی سیاست علم (شامل: فنلاند، کره جنوبی، هلند، آلمان و مؤسسه اروپایی مطالعات سیاست علم و فناوری)؛ اسناد سازمان‌های بین‌المللی مانند کتاب راهنمای ارزیابی سیاست

17. UNESCO

18. Horizon Europe



شکل ۲. الگوریتم اجرای SWARA

تحلیل با روش «تحلیل محتوای کیفی جهت‌دار» و با استفاده از نرم‌افزار MAXQDA ۲۰۲۲ انجام شد. واحدهای تحلیل، اهداف کلان، راهبردها، تکالیف دستگاه‌ها و شاخص‌های پایش مندرج در اسناد بودند. کدهای اولیه استخراج شده سپس در قالب مضامین فراگیر (مرتبط با مراحل درونداد، فرایند، خروجی، پیامد و تأثیر) دسته‌بندی شدند. خروجی این فاز، ۳۸ مضمون سیاستی بومی شده که با چارچوب بین‌المللی فاز ۱ ادغام شدند و نسخه اولیه چارچوب منطقی متناسب با بافتار ایران را شکل دادند.

گام سوم: مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با خبرگان و استخراج مضامین نهایی (مرحله کیفی)

به‌منظور تکمیل و پالایش ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های بومی ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با خبرگان حوزه سیاست‌گذاری حوزه علم و فناوری انجام شد. معیار

انتخاب خبرگان، سابقه تخصصی در سیاست‌گذاری، اجرا یا ارزیابی علم و فناوری؛ حضور در کارگروه‌های تخصصی شورای عالی عتف یا معاونت علمی؛ انتشار آثار علمی یا مدیریت پروژه‌های ارزیابی ملی و تمایل به مشارکت آگاهانه. نمونه‌گیری به روش هدفمند و گلوله برفی تا رسیدن به حد اشباع نظری ادامه یافت و در نهایت با ۱۱ خبره (شامل ۴ سیاست‌گذار کلان، ۴ مدیر اجرایی/استاد دهنده و ۳ استاد دانشجویی فعال در حکمرانی فناوری) مصاحبه شد. پروتکل مصاحبه براساس چارچوب پیش‌نویس گام‌های ۱ و ۲ طراحی و سؤالات حول شفاف‌سازی روابط علی، حذف همپوشانی‌ها و افزودن مؤلفه‌های بومی، متمرکز بود. تحلیل داده‌ها با کدگذاری تماتیک انجام شد. خروجی این فاز، چارچوب مفهومی نهایی شامل ۵ بُعد اصلی (درونداد، فرایند، خروجی، پیامد، تأثیر)، ۱۴ مؤلفه و ۱۷۴ شاخص اولیه که برای اعتبارسنجی به فاز بعدی منتقل شد.

در این روش به مهم‌ترین معیار رتبه یک و به کم اهمیت‌ترین معیار رتبه آخر داده می‌شود. در نهایت، معیارها براساس مقادیر متوسط اهمیت نسبی اولویتبندی میشوند. این تکنیک بر مبنای نظرات خبرگان استوار است و یک روش کاملاً قضاوتی است. در این روش کارشناسان (پاسخ‌دهندگان) نقش مهمی در تعیین وزن معیارها دارند. روند به‌کارگیری تکنیک SWARA براساس شکل ۲ میبایشد.

### یافته‌ها

در ادامه، ابعاد و شاخص‌های دروندادی، فرایند، بروندادی، پیامد و تأثیر در ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری به همراه رتبه هر کدام، وزن شاخص، وزن بعد و وزن نهایی آنها ارائه می‌شود.

جدول ۲، شش بُعد اصلی (منابع مالی، نیروی انسانی، زیرساخت‌ها، دسترسی به فناوری، قوانین و مقررات و ظرفیت‌های نهادی) را برای ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری در نظر گرفته است. هر بُعد شامل چندین شاخص است که با وزن‌های متفاوتی در محاسبه نهایی تأثیر دارند.

منابع مالی با وزن کلی ۰.۳۱۶ بیشترین تأثیر را در ارزیابی دارد و شامل هفت شاخص است که مهم‌ترین آن‌ها «درصد تولید ناخالص داخلی اختصاص یافته به تحقیق و توسعه» (وزن نهایی ۰.۱۲۶) است. نیروی انسانی با وزن ۰.۲۲۸ در رتبه دوم قرار دارد و شش شاخص را پوشش می‌دهد که مهم‌ترین آن «تعداد پژوهشگران و اعضای هیئت علمی به ازای هر هزار نفر» (وزن نهایی ۰.۰۹۱) است. زیرساخت‌ها با وزن ۰.۱۶۵ و هفت شاخص، سومین بُعد تأثیرگذار است و «تعداد پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد فعال» (وزن نهایی ۰.۰۶۶) در آن پراهمیت‌ترین شاخص

گام چهارم: اعتبارسنجی شاخص‌ها (مرحله کمی - دلفی فازی)

برای اطمینان از روایی و پایایی شاخص‌ها، از روش دلفی در دو دور استفاده شد. پل اعتبارسنجی متشکل از ۱۳ خبره مستقل (خارج از مصاحبه‌شوندگان فاز ۳) بود که براساس همان معیارهای تخصصی و با تنوع نهادی منتخب شدند. در دور اول، شاخص‌ها از نظر روایی محتوایی (با محاسبه نسبت و شاخص روایی محتوا CVR و CVI) و در دور دوم از نظر شفافیت، عدم همپوشانی و قابلیت سنجش ارزیابی شدند. حد آستانه پذیرش  $CVR < 0.49$  و  $CVI < 0.79$  در نظر گرفته شد. پس از دو دور بازخورد و اصلاح، شاخص‌ها نهایی تأیید و ساختار منطقی چارچوب تثبیت گردید. پایایی بین‌کدگذاران با محاسبه کاپای کوهن (۰.۸۴) و ضریب آلفای کرونباخ (۰.۸۹) برای پرسشنامه‌های فازهای کیفی، مطلوب ارزیابی شد.

گام پنجم: وزن‌دهی مؤلفه‌ها و شاخص‌ها (مرحله کمی - روش SWARA)

به‌منظور رتبه‌بندی مؤلفه‌ها و شاخص‌های استخراج و تأیید شده، از تکنیک سوارا<sup>۱۹</sup> (تجزیه و تحلیل ارزیابی گام به گام اوزان) استفاده شد. سوارا یکی از روش‌های تعیین مقادیر وزنی است که در فرآیند تصمیم‌گیری نقش مهمی ایفا می‌کند و ویژگی اصلی آن امکان ارزیابی نظر خبرگان در مورد اهمیت معیارها در فرآیند تعیین وزن آنها می‌باشد. روش سوارا یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است که هدف آن محاسبه وزن معیارها و زیرمعیارها است. روش SWARA توسط کرسولین، زاوادسکاس و تورکسیس در سال ۲۰۱۰ معرفی شد. در این روش معیارها براساس ارزش، رتبه‌بندی می‌شوند.

19. Step wise Weight Assessment Ratio Analysis (SWARA)

جدول ۲. شاخص‌های دروندادی در ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری

وزن نهایی	وزن بعد	وزن شاخص	رتبه	شاخص	بعد
۰/۱۲۶	۰/۳۱۶	۰/۴۰	۱	درصد تولید ناخالص داخلی اختصاص یافته به تحقیق و توسعه	منابع مالی
۰/۰۶۳	۰/۳۱۶	۰/۲۰	۲	میزان سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در تحقیق و توسعه	
۰/۰۴۱	۰/۳۱۶	۰/۱۳	۳	میزان تسهیلات مالی برای شرکت‌های دانش‌بنیان	
۰/۰۴۱	۰/۳۱۶	۰/۱۳	۳	میزان مشوق‌های مالیاتی برای شرکت‌های دانش‌بنیان	
۰/۰۲۲	۰/۳۱۶	۰/۰۷	۵	میزان بودجه تخصیص یافته به توسعه فناوری‌های نوظهور (مانند هوش مصنوعی، نانو، زیست‌فناوری)	
۰/۰۲۸	۰/۳۱۶	۰/۰۹	۴	میزان بودجه جذب‌شده از طریق همکاری‌های بین‌المللی	
۰/۰۱۶	۰/۳۱۶	۰/۰۵	۶	میزان بودجه صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر برای استارت‌آپ‌ها	
۰/۰۹۱	۰/۲۲۸	۰/۴۰	۱	تعداد پژوهشگران و اعضای هیئت علمی به ازای هر هزار نفر	نیروی انسانی
۰/۰۴۶	۰/۲۲۸	۰/۲۰	۲	تعداد پژوهشگران شاغل در شرکت‌های دانش‌بنیان	
۰/۰۳۰	۰/۲۲۸	۰/۱۳	۳	متخصصان آموزش دیده در فناوری‌های نوظهور	
۰/۰۲۰	۰/۲۲۸	۰/۰۹	۴	مربیان و مشاوران کارآفرینی در زیست‌بوم نوآوری	
۰/۰۱۶	۰/۲۲۸	۰/۰۷	۵	پژوهشگران با مدرک دکتری در حوزه‌های STEM	
۰/۰۱۱	۰/۲۲۸	۰/۰۵	۶	دانشجویان تحصیلات تکمیلی در رشته‌های STEM	
۰/۰۶۶	۰/۱۶۵	۰/۴۰	۱	تعداد پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد فعال	زیرساخت‌ها
۰/۰۳۳	۰/۱۶۵	۰/۲۰	۲	تعداد مراکز رشد و شتاب‌دهنده‌های فعال	
۰/۰۲۱	۰/۱۶۵	۰/۱۳	۳	متخصصان آموزش دیده در فناوری‌های نوظهور	
۰/۰۲۱	۰/۱۶۵	۰/۱۳	۳	تعداد آزمایشگاه‌های دارای استانداردهای بین‌المللی	
۰/۰۱۵	۰/۱۶۵	۰/۰۹	۴	تجهیزات پیشرفته آزمایشگاهی در دسترس	
۰/۰۱۵	۰/۱۶۵	۰/۰۹	۴	تعدد پایگاه‌های اطلاعاتی و زیرساخت‌های دیجیتال پژوهشی	
۰/۰۰۸	۰/۱۶۵	۰/۰۵	۵	تعداد پلتفرم‌های دیجیتال برای اتصال پژوهشگران و صنعت	
۰/۰۵۱	۰/۱۲۷	۰/۴۰	۱	مراکز خدمات‌دهی تجهیزات فناوری پیشرفته	دسترسی به فناوری
۰/۰۲۵	۰/۱۲۷	۰/۲۰	۲	لایسنس‌های فناوری وارداتی برای تحقیقات	
۰/۰۱۶	۰/۱۲۷	۰/۱۳	۳	اشتراک‌های پایگاه‌های علمی بین‌المللی	
۰/۰۰۹	۰/۱۲۷	۰/۰۷	۴	دسترسی به نرم‌افزارهای تخصصی پژوهشی	

وزن نهایی	وزن بعد	وزن شاخص	رتبه	شاخص	بعد
۰/۰۴۰	۰/۱۰۱	۰/۴۰	۱	نرخ اجرای کامل قوانین حمایتی مصوب حوزه علم، فناوری و نوآوری	قوانین و مقررات
۰/۰۲۰	۰/۱۰۱	۰/۲۰	۲	سیاست‌های تشویقی برای حفظ مالکیت معنوی	
۰/۰۱۳	۰/۱۰۱	۰/۱۳	۳	قوانین تسهیل‌کننده کسب و کارهای فناورانه	
۰/۰۰۹	۰/۱۰۱	۰/۰۹	۴	آیین‌نامه‌های اجرایی برای شرکت‌های دانش‌بنیان	
۰/۰۰۵	۰/۱۰۱	۰/۰۵	۵	قوانین جذب سرمایه‌گذاری خارجی در فناوری	
۰/۰۲۵	۰/۰۶۳	۰/۴۰	۱	میزان بودجه تخصیص‌یافته به برنامه‌های ترویج فرهنگ نوآوری	ظرفیت‌های نهادی
۰/۰۱۳	۰/۰۶۳	۰/۲۰	۲	تعداد نهادهای ارزیابی و نظارت بر سیاست‌های دانش‌بنیان	
۰/۰۰۸	۰/۰۶۳	۰/۱۳	۳	تعداد برنامه‌های آموزشی برای سیاست‌گذاران حوزه علم و فناوری	

دارد و مهم‌ترین شاخص، تعداد شبکه‌های همکاری علمی و فناوری فعال (وزن نهایی ۰/۱۰) است که نشان‌دهنده اهمیت کار گروهی بین نهادهای دولتی، دانشگاهی و صنعتی در موفقیت سیاست‌هاست. در بعد تخصیص منابع (وزن ۰/۱۸)، شاخص کلیدی، سازوکارهای شفاف تخصیص منابع مالی و انسانی (وزن نهایی ۰/۰۷۲) است که بر شفافیت و کارایی در مدیریت منابع تأکید دارد. در بحث نظارت و ارزیابی (وزن ۰/۱۳) نیز تعداد ارزیابی‌های انجام‌شده از سیاست‌ها (وزن نهایی ۰/۰۵۲) شاخص اصلی بوده که نمایانگر ضرورت پایش مستمر و اصلاح سیاست‌ها براساس نتایج است. برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری (وزن ۰/۱۰)، شاخص محوری، تعداد برنامه‌های راهبردی و آیین‌نامه‌های اجرایی مصوب (وزن نهایی ۰/۰۴) است که اهمیت تدوین برنامه‌های عملیاتی و منسجم را نشان می‌دهد. در تجاری‌سازی و انتقال فناوری (وزن ۰/۰۸)، شاخص برجسته، تعداد برنامه‌های اجرایی برای تجاری‌سازی (وزن نهایی ۰/۰۳۲) بوده که بر پیوند بین تحقیقات

محسوب می‌شود. دسترسی به فناوری (وزن ۰/۱۲۷) و قوانین و مقررات (وزن ۰/۱۰۱) هر کدام به ترتیب چهار و پنج شاخص دارند و نقش کم‌رنگ‌تری نسبت به ابعاد قبلی ایفا می‌کنند. ظرفیت‌های نهادی با وزن ۰/۰۶۳ و تنها سه شاخص، کم‌تأثیرترین بُعد در این ارزیابی است.

به‌طور کلی، این ساختار نشان‌دهنده تأکید بیشتر بر منابع مالی و نیروی انسانی در مقایسه با سایر ابعاد است، درحالی‌که ابعادی مانند ظرفیت‌های نهادی و دسترسی به فناوری، سهم کمتری در ارزیابی دارند. این توزیع وزن‌ها می‌تواند نشان‌دهنده اولویت‌های سیاستی در توسعه علم و فناوری باشد.

جدول ۳، هشت بُعد فرایندی را برای ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری ارائه می‌دهد که بر نحوه اجرا، هماهنگی، نظارت و اثربخشی سیاست‌ها تمرکز دارند. برخلاف ابعاد دروندادی (مانند منابع مالی و نیروی انسانی)، این بخش بر فرایندها و سازوکارهای اجرایی تأکید دارد. هماهنگی و مشارکت (وزن ۰/۰۲۵) بالاترین تأثیر را

جدول ۳. شاخص‌های ارزیابی براساس فرایند اجرای سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری

بعد	شاخص	رتبه	وزن شاخص	وزن بعد	وزن نهایی
هماهنگی و مشارکت	تعداد شبکه‌های همکاری علمی و فناوری فعال	۱	۰/۴۰	۰/۲۵	۰/۱۰
	تعداد جلسات هماهنگی بین نهادها	۲	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۰۵
	تعداد تفاهم‌نامه‌های همکاری بین دانشگاه، صنعت و دولت	۳	۰/۱۳	۰/۲۵	۰/۰۳۲۵
	تعداد برنامه‌های ترویجی برای مشارکت ذی‌نفعان	۴	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۰۲۲۵
	تعداد پلتفرم‌های دیجیتال همکاری بین ذی‌نفعان	۵	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۰۱۲۵
تخصیص منابع	سازوکارهای شفاف تخصیص منابع مالی و انسانی	۱	۰/۴۰	۰/۱۸	۰/۰۷۲
	حجم گزارش‌های مالی شفاف	۲	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۰۳۶
	تعداد سیستم‌های دیجیتال برای مدیریت تخصیص منابع	۳	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۰۲۳
نظارت و ارزیابی	تعداد ارزیابی‌های انجام‌شده از سیاست‌ها	۱	۰/۴۰	۰/۱۳	۰/۰۵۲
	تعداد گزارش‌های ارزیابی عملکرد سالانه نهادهای مرتبط	۲	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۰۲۶
	تعداد ابزارهای دیجیتال پایش سیاست‌ها (مانند داشبوردهای آنلاین)	۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۱۷
برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری	تعداد برنامه‌های راهبردی و آیین‌نامه‌های اجرایی مصوب	۱	۰/۴۰	۰/۱۰	۰/۰۴
	تعداد جلسات بازنگری برنامه‌های راهبردی	۲	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۰۲
تجاری‌سازی و انتقال فناوری	تعداد برنامه‌های اجرایی برای تجاری‌سازی	۱	۰/۴۰	۰/۰۸	۰/۰۳۲
	تعداد شبکه‌های تجاری‌سازی فعال	۲	۰/۲۰	۰/۰۸	۰/۰۱۶
	تعداد رویدادهای اتصال به بازار (مانند نمایشگاه‌های فناوری)	۳	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۱۰
	تعداد برنامه‌های انتقال فناوری به صنعت	۳	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۰۱۰
توانمندسازی و آموزش	مشاوره برای شرکت‌های دانش‌بنیان	۱	۰/۴۰	۰/۰۶	۰/۰۲۴
	سراهن آموزش تخصصی نیروی انسانی دانش‌بنیان	۱	۰/۴۰	۰/۰۶	۰/۰۲۴
دیپلماسی علمی	پوشش خدمات مربیگری و شتاب‌دهی به کسب‌وکارهای نوپا	۲	۰/۲۰	۰/۰۶	۰/۰۱۲
	تعداد برنامه‌های تبادل علمی با کشورهای دیگر	۱	۰/۴۰	۰/۰۴	۰/۰۱۶
صدور مجوزها	تعداد رویدادهای بین‌المللی برای معرفی فناوری‌های ایرانی	۲	۰/۲۰	۰/۰۴	۰/۰۰۸
	میانگین زمان صدور مجوزهای دانش‌بنیان	۱	۰/۴۰	۰/۰۲	۰/۰۰۸
	تعداد سیستم‌های آنلاین برای صدور مجوزها	۲	۰/۲۰	۰/۰۲	۰/۰۰۴

سوم) به زیرساخت‌های فیزیکی و دیجیتال مورد نیاز برای توسعه علم و فناوری می‌پردازد. شاخص کلیدی تعداد پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد فعال (وزن نهایی ۰.۰۶۶) نشان‌دهنده اهمیت فضاهای حمایتی و زیربنایی برای رشد شرکت‌های دانش‌بنیان است. بعد دسترسی به فناوری (وزن ۰.۱۲۷) به دسترسی به فناوری‌های پیشرفته و انتقال فناوری می‌پردازد. این بعد، اهمیت کم‌رنگ‌تری نسبت به سه بعد قبلی دارد. قوانین و مقررات (وزن ۰.۱۰۱) به چارچوب‌های قانونی و مقررات حمایتی برای توسعه علم و فناوری می‌پردازد. ظرفیت‌های نهادی (وزن ۰.۰۶۳ - کم‌ترین اهمیت) به توانمندی‌های سازمانی و نهادی در حوزه علم و فناوری اختصاص دارد. این بعد، کم‌ترین وزن را دارد و ممکن است نشان‌دهنده ضعف در توسعه ظرفیت‌های سازمانی یا کم‌توجهی به این حوزه باشد.

جدول ۵ هفت بعد اصلی را برای ارزیابی پیامدهای بلندمدت سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری معرفی می‌کند. این ابعاد، نتایج نهایی و تأثیرات ملموس اجرای سیاست‌ها را در سطح ملی و بین‌المللی اندازه‌گیری می‌کنند و شامل اقتصادی، علمی و فناوری، آموزشی، و دانشگاهی، نهادی و زیرساختی، زیست‌محیطی، خودکفایی و رقابت‌پذیری و بین‌المللی و رتبه‌بندی هستند.

بعد اقتصادی (وزن ۰.۲۵) بیشترین وزن را در جدول دارد و نشان‌دهنده این است که نگاه به سیاست‌های علم و فناوری، اقتصادمحور و توسعه‌گرا است. شاخص کلیدی، سهم اقتصاد دانش‌بنیان در GDP (وزن نهایی ۰.۱۰) نشان می‌دهد که هدف اصلی سیاست‌ها، رشد اقتصاد دانش‌بنیان و افزایش رقابت‌پذیری ملی است. بعد علمی و فناوری (وزن ۰.۱۸ - رتبه دوم) به پیامدهای علمی و فناورانه سیاست‌ها می‌پردازد.

و بازار تأکید دارد. توانمندسازی و آموزش (وزن ۰.۰۶) دارای دو شاخص کلیدی با وزن برابر: مشاوره برای شرکت‌های دانش‌بنیان و آموزش نیروی انسانی (هر کدام ۰.۰۲۴)، نقش آموزش و مشاوره در توسعه زیست‌بوم نوآوری را برجسته می‌کند. در دیپلماسی علمی (وزن ۰.۰۴)، شاخص اصلی تعداد برنامه‌های تبادل علمی با کشورهای دیگر (وزن نهایی ۰.۰۱۶) است که نشان‌دهنده اهمیت همکاری‌های بین‌المللی در پیشرفت فناوری است. در بحث صدور مجوزها (کمترین وزن: ۰.۰۲) شاخص محوری، میانگین زمان صدور مجوزهای دانش‌بنیان (وزن نهایی ۰.۰۰۸) بوده و بر کاهش بوروکراسی و تسهیل فرایندها تأکید دارد.

جدول ۴، شش بعد اصلی را برای ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری معرفی می‌کند که بر منابع ورودی و زیرساخت‌های لازم برای توسعه علم و فناوری تمرکز دارند. این ابعاد، منابع مالی، نیروی انسانی، زیرساخت‌ها، دسترسی به فناوری، قوانین و مقررات و ظرفیت‌های نهادی نام دارند و هر کدام شامل چندین شاخص با وزن‌های مختلف هستند. منابع مالی (وزن ۰.۳۱۶ - بیشترین تأثیر) مهم‌ترین منبع برای توسعه علم و فناوری است و بیشترین وزن را در کل جدول دارد. شاخص کلیدی، درصد تولید ناخالص داخلی اختصاص‌یافته به تحقیق و توسعه (وزن نهایی ۰.۱۲۶) نشان‌دهنده اهمیت سرمایه‌گذاری ملی در تحقیق و توسعه است. نیروی انسانی (وزن ۰.۲۲۸ - رتبه دوم)، به نیروی متخصص و پژوهشی می‌پردازد که محرک اصلی نوآوری است. شاخص کلیدی تعداد پژوهشگران و اعضای هیئت علمی به ازای هر هزار نفر (وزن نهایی ۰.۰۹۱) نشان‌دهنده اهمیت چگالی نیروی متخصص در توسعه علمی است. زیرساخت‌ها (وزن ۰.۱۶۵ - رتبه

جدول ۴. شاخص‌های ارزیابی بر اساس پرونداد اجرای سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری

بعد	شاخص	رتبه	وزن شاخص	وزن بعد	وزن نهایی
محصولات و خدمات	ارزش ریالی محصولات تولیدشده دانش‌بنیان	۱	۰/۴۰	۰/۲۵	۰/۱۰
	ارزش ارزی محصولات تولیدشده دانش‌بنیان	۱	۰/۴۰	۰/۲۵	۰/۱۰
	فناوری‌های نرم توسعه‌یافته	۲	۰/۱۳	۰/۲۵	۰/۰۳۲۵
	اعتبار کربن دریافتی	۳	۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۰۱۷۵
اختراعات و نوآوری	تعداد پتنت‌های ثبت‌شده بین‌المللی	۱	۰/۳۵	۰/۱۸	۰/۰۶۳
	تعداد پتنت‌های ثبت‌شده داخلی	۲	۰/۱۸	۰/۱۸	۰/۰۳۲
	تعداد پروژه‌های تحقیقاتی منجر به محصول یا فناوری	۳	۰/۱۲	۰/۱۸	۰/۰۲۲
	توسعه یا تجاری‌سازی و نوآوری در علوم اجتماعی	۴	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۰۱۶
	تعداد نشان‌های تجاری ثبت‌شده	۵	۰/۰۷	۰/۱۸	۰/۰۱۳
شرکت‌های دانش‌بنیان	محصولات و خدمات جدید توسعه‌یافته	۱	۰/۳۵	۰/۱۳	۰/۰۴۵۵
	تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان تأسیس شده	۲	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۰۲۳۴
	تعداد شرکت‌های استارت‌آپی تأسیس شده	۲	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۰۲۳۴
	تعداد طرح‌های تجاری‌سازی شده	۳	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۰۱۵۶
	تعداد پروژه‌های جذب سرمایه‌گذاری توسط شرکت‌های دانش‌بنیان	۴	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰۱۱۷
	تعداد شغل‌های ایجادشده توسط شرکت‌های دانش‌بنیان	۵	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۰۰۹
	انواع شرکت‌های دانش‌بنیان براساس حوزه فعالیت	۶	۰/۰۶	۰/۱۳	۰/۰۰۷۸
	آمار ادغام و اکتساب شرکت‌های دانش‌بنیان و فناور	۷	۰/۰۵	۰/۱۳	۰/۰۰۶۵
	مراکز رشد و شتاب‌دهنده‌های تأسیس شده	۲	۰/۱۸	۰/۱۳	۰/۰۲۳۴
همکاری‌های بین‌المللی	ارزش ارزی همکاری‌های بین‌المللی در حوزه علم و فناوری	۱	۰/۴۰	۰/۱۰	۰/۰۴
	تعداد مقالات مشترک با پژوهشگران بین‌المللی	۲	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۰۲
	تعداد پروژه‌های تحقیقاتی مشترک با کشورهای پیشرفته	۳	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۰۱۳
	تعداد تبادل پژوهشگر با نهادهای بین‌المللی	۴	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۰۷

وزن نهایی	وزن بعد	وزن شاخص	رتبه	شاخص	بعد
۰/۰۲۸	۰/۰۸	۰/۳۵	۱	تعداد مقالات علمی منتشر شده در مجلات معتبر بین المللی	تولیدات علمی
۰/۰۱۴	۰/۰۸	۰/۱۸	۲	تعداد کتاب های علمی منتشر شده توسط دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی بین المللی	
۰/۰۰۹	۰/۰۸	۰/۱۲	۳	تعداد نشریات با نمایه بین المللی معتبر	
۰/۰۰۷	۰/۰۸	۰/۰۹	۴	تعداد مقالات علمی منتشر شده در مجلات معتبر داخلی	
۰/۰۰۶	۰/۰۸	۰/۰۷	۵	تعداد کتاب های علمی منتشر شده توسط دانشگاه ها و مراکز تحقیقاتی داخلی	
۰/۰۰۵	۰/۰۸	۰/۰۶	۶	تعداد پایگاه های داده علمی ایجاد شده	
۰/۰۰۴	۰/۰۸	۰/۰۵	۷	تعداد گزارش های علمی و فنی منتشر شده توسط مراکز تحقیقاتی	
۰/۰۲۱	۰/۰۶	۰/۳۵	۱	تعداد دانشمندان در جمع یک درصد برتر جهانی	آموزش و نیروی انسانی
۰/۰۱۰۸	۰/۰۶	۰/۱۸	۲	تعداد دانشجویان و متخصصان خارجی جذب شده	
۰/۰۰۷۲	۰/۰۶	۰/۱۲	۳	تعداد فارغ التحصیلان رشته های STEM	
۰/۰۰۵۴	۰/۰۶	۰/۰۹	۴	تعداد پژوهشگران پسادکتری فعال	
۰/۰۰۴۲	۰/۰۶	۰/۰۷	۵	تعداد دانشجویان تحصیلات تکمیلی در رشته های فناوری	
۰/۰۰۳۶	۰/۰۶	۰/۰۶	۶	تعداد فارغ التحصیلان STEM شاغل در شرکت های دانش بنیان	
۰/۰۰۳	۰/۰۶	۰/۰۵	۷	تعداد فارغ التحصیلان شاغل در بازه زمانی	
۰/۰۰۲۴	۰/۰۶	۰/۰۴	۸	تعداد دوره های آموزشی تخصصی برگزار شده	
۰/۰۱۶	۰/۰۴	۰/۴۰	۱	تعداد پارک های علم و فناوری تأسیس شده	زیرساخت های فناوری
۰/۰۰۸	۰/۰۴	۰/۲۰	۲	تعداد آزمایشگاه های تخصصی فناوری پیشرفته راه اندازی شده	
۰/۰۰۵	۰/۰۴	۰/۱۳	۳	تعداد پلتفرم های دیجیتال ایجاد شده برای اتصال پژوهشگران و صنعت	
۰/۰۰۳	۰/۰۴	۰/۰۷	۴	تعداد زیرساخت های دیجیتال (مانند پایگاه های اطلاعاتی) ایجاد شده	
۰/۰۱۲	۰/۰۳	۰/۴۰	۱	تعداد برنامه های رسانه ای برای معرفی دستاوردهای علمی و فناوری	فرهنگ سازی و ترویج
۰/۰۰۶	۰/۰۳	۰/۲۰	۲	تعداد رویدادهای ترویجی علم و فناوری برگزار شده (مانند جشنواره ها و مسابقات)	
۰/۰۰۴	۰/۰۳	۰/۱۳	۳	کارگاه های آموزشی عمومی برای ترویج علم و فناوری	
۰/۰۰۲	۰/۰۳	۰/۰۷	۴	تعداد بازدیدهای عمومی از پارک های علم و فناوری و مراکز نوآوری	

وزن نهایی	وزن بعد	وزن شاخص	رتبه	شاخص	بعد
۰/۰۰۸	۰/۰۲	۰/۴۰	۱	تعداد و ارزش قراردادهای همکاری بین دانشگاه و صنعت	قراردادها و استانداردهای
۰/۰۰۴	۰/۰۲	۰/۲۰	۲	تعداد و ارزش قراردادهای تحقیق و توسعه (R&D)	
۰/۰۰۳	۰/۰۲	۰/۱۳	۳	تعداد قراردادهای انتقال فناوری به خارج از کشور	
۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۷	۴	تعداد قراردادهای انتقال فناوری	
۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۵	۵	تعداد استانداردهای ملی و بین‌المللی تدوین شده	

بعد بین‌المللی و رتبه‌بندی (وزن ۰.۰۲ - کمترین اهمیت) به پیامدهای بین‌المللی و رتبه‌بندی کشور می‌پردازد. بهبود رتبه کشور در شاخص جهانی نوآوری (GII) (وزن نهایی ۰.۰۰۸) نشان‌دهنده اهمیت حضور جهانی ایران در حوزه نوآوری و موفقیت در اجرای سیاست‌های علم و فناوری است.

جدول ۶، شش بعد اصلی را برای ارزیابی تأثیرات اجرای سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری معرفی می‌کند. این ابعاد، نتایج واقعی و قابل اندازه‌گیری اجرای سیاست‌ها را در سطح ملی و بین‌المللی مورد تحلیل قرار می‌دهند و شامل اقتصادی، اجتماعی، علمی و فناورانه، فرهنگی، زیست‌محیطی و بین‌المللی هستند.

بعد اقتصادی (وزن ۰.۲۵ - بیشترین تأثیر) بیشترین وزن را در جدول دارد و نشان‌دهنده این است که تأثیر اقتصادی اجرای سیاست‌ها، اولویت اصلی سیاست‌گذاران است. رشد استارت‌آپ‌های فناورانه (وزن نهایی ۰.۱۰) برجسته‌ترین شاخص در کل جدول است و نشان‌دهنده اهمیت کارآفرینی فناورانه در اقتصاد دانش‌بنیان است. این بعد نشان می‌دهد که هدف اصلی سیاست‌ها، ایجاد رشد اقتصادی از طریق نوآوری و کارآفرینی فناورانه است. بعد اجتماعی (وزن ۰.۱۸ - رتبه دوم) به تأثیرات اجتماعی اجرای

و نشان می‌دهد نفوذ فناوری‌های بومی در بازار جهانی و اعتبار علمی ملی، دو شاخص محوری در توسعه علمی و فناورانه هستند. بعد آموزشی و دانشگاهی (وزن ۰.۱۳ - رتبه سوم) به پیامدهای آموزشی و دانشگاهی سیاست‌ها می‌پردازد. فرهنگ کارآفرینی در دانشگاه‌ها و جذب فارغ‌التحصیلان در اقتصاد دانش‌بنیان، دو شاخص کلیدی و نشان‌دهنده اهمیت تبدیل دانشگاه‌ها به موتور نوآوری و کارآفرینی هستند. بعد نهادی و زیرساختی (وزن ۰.۱۰) به تقویت زیرساخت‌ها و نهادهای حمایتی می‌پردازد. شاخص کلیدی آن افزایش ظرفیت نوآوری منطقه‌ای (وزن نهایی ۰.۰۴)، بیانگر اهمیت توزیع منطقه‌ای و فضای حمایتی برای نوآوری است. بعد زیست‌محیطی (وزن ۰.۰۸) به پیامدهای زیست‌محیطی سیاست‌ها پرداخته و نشان می‌دهد نوآوری سبز نقش کلیدی در توسعه پایدار دارد و این بعد نشان‌دهنده اهمیت سیاست‌های فناورانه محیط‌زیستی است. شاخص کلیدی آن، افزایش نوآوری سبز در اقتصاد (وزن نهایی ۰.۰۳۲) است. بعد خودکفایی و رقابت‌پذیری (وزن ۰.۰۶) به کاهش وابستگی به واردات فناوری و افزایش رقابت‌پذیری می‌پردازد. شاخص کلیدی آن، کاهش وابستگی به واردات فناوری (وزن نهایی ۰.۰۲۴) نشان‌دهنده اهمیت خودکفایی فناوری است.

## جدول ۵. شاخص‌های ارزیابی براساس پیامد اجرای سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری

بعد	شاخص	رتبه	وزن شاخص	وزن بعد	وزن نهایی
اقتصادی	سهم اقتصاد دانش بنیان در GDP	۱	۰/۴۰	۰/۲۵	۰/۱۰
	سهم محصولات دانش بنیان از بازار داخلی	۲	۰/۲۰	۰/۲۵	۰/۰۵
	سهم صادرات دانش بنیان از صادرات غیرنفتی	۳	۰/۱۳	۰/۲۵	۰/۰۳۲۵
	افزایش اشتغال فارغ‌التحصیلان حوزه‌های فناوری	۶	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۰۲۲۵
	افزایش درآمد ملی از خدمات فنی و مهندسی	۵	۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۰۱۷۵
	افزایش نوآوری یا بهره‌وری از سرمایه‌گذاری خصوصی در تحقیق و توسعه	۹	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۰۱۲۵
	افزایش درآمد یا اشتغال از طریق تجاری‌سازی تحقیقات	۷	۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۰۱۷۵
	افزایش رقابت‌پذیری از طریق مالکیت معنوی	۸	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۰۱۲۵
	نرخ نوآوری در بنگاه‌های کوچک و متوسط	۱۰	۰/۰۵	۰/۲۵	۰/۰۱۲۵
	نسبت تولیدات فناوری داخلی به واردات	۴	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۰۲۲۵
علمی و فناوری	نفوذ فناوری‌های بومی در بازار جهانی	۱	۰/۴۰	۰/۱۸	۰/۰۷۲
	ارتقا اعتبار علمی ایران در جهان	۲	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۰۳۶
	پژوهش‌های مرتبط با اولویت‌های ملی	۳	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۰۲۳
	استفاده از فناوری‌های نوظهور (هوش مصنوعی، بلاکچین)	۵	۰/۰۷	۰/۱۸	۰/۰۱۲
	افزایش استناد به مقالات ایرانی	۶	۰/۰۵	۰/۱۸	۰/۰۰۹
	بهبود ظرفیت پژوهشی ملی	۴	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۰۱۶
آموزشی و دانشگاهی	ارتقا فرهنگ کارآفرینی در دانشگاه‌ها	۱	۰/۴۰	۰/۱۳	۰/۰۵۲
	بهبود کیفیت پژوهش‌های دانشگاهی	۲	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۰۲۶
	نرخ جذب فارغ‌التحصیلان دانشگاهی در بازار کار دانش بنیان	۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۱۷
	افزایش نیروی انسانی متخصص در حوزه‌های استراتژیک	۴	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۰۰۹
نهادی و زیرساختی	افزایش ظرفیت نوآوری منطقه‌ای	۱	۰/۴۰	۰/۱۰	۰/۰۴
	افزایش سهم استارت‌آپ‌ها در اقتصاد دانش بنیان	۲	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۰۲
	ایجاد اشتغال در پارک‌های فناوری	۳	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۰۱۳
	افزایش نرخ بقای استارت‌آپ‌ها	۴	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۰۷

وزن نهایی	وزن بعد	وزن شاخص	رتبه	شاخص	بعد
۰/۰۳۲	۰/۰۸	۰/۴۰	۱	افزایش نوآوری سبز در اقتصاد	زیست‌محیطی
۰/۰۱۶	۰/۰۸	۰/۲۰	۲	افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی کشور	
۰/۰۱۰	۰/۰۸	۰/۱۳	۳	آمدگی برای مقابله با تغییرات اقلیمی	
۰/۰۲۴	۰/۰۶	۰/۴۰	۱	کاهش وابستگی به واردات فناوری	خودکفایی و رقابت‌پذیری
۰/۰۱۲	۰/۰۶	۰/۲۰	۲	رشد شرکت‌های دانش‌بنیان در بازارهای رقابتی	
۰/۰۰۸	۰/۰۶	۰/۱۳	۳	شاخص بومی‌سازی فناوری‌های راهبردی	
۰/۰۰۸	۰/۰۲	۰/۴۰	۱	بهبود رتبه کشور در شاخص جهانی نوآوری (GII)	بین‌المللی و رتبه‌بندی
۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۷	۴	افزایش شهرت علمی ایران در سطح جهانی	
۰/۰۰۲	۰/۰۲	۰/۰۹	۳	بهبود تعاملات بین‌المللی در شبکه‌های نوآوری	
۰/۰۰۴	۰/۰۲	۰/۲۰	۲	ارتقا رتبه ایران در شاخص سهولت انجام کسب‌وکار	

محیط‌زیستی است. بعد بین‌المللی (وزن ۰/۰۶) به تأثیرات بین‌المللی اجرای سیاست‌ها مرتبط بوده بهبود رقابت‌پذیری بین‌المللی و جذب سرمایه خارجی از ارکان اصلی این بعد هستند.

### بحث در خصوص یافته‌ها

الگوهای منطقی، ابزار قدرتمند و معتبری برای ارزیابی سیاست‌ها و برنامه‌های علم و فناوری هستند. با استفاده از این الگوها، می‌توان فرایندهای پیچیده و تعاملات مختلف میان اجزای سیاست‌ها را شفاف‌سازی نموده و اثرات آن‌ها را به‌طور دقیق‌تر ارزیابی کرد. این الگوها علاوه بر مزایای شفافیت و ساختارمندی، به سیاست‌گذاران این امکان را می‌دهند که براساس داده‌ها و نتایج ارزیابی، اصلاحات لازم را در سیاست‌ها اعمال کنند تا تأثیرات بهینه‌تری به دست آید. این مطالعه تلاش کرد شاخص‌های ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری

سیاست‌های علم و فناوری می‌پردازد. افزایش رفاه اجتماعی از طریق فناوری و کاهش بیکاری میان فارغ‌التحصیلان، دو شاخص محوری در این بعد هستند. بعد علمی و فناورانه (وزن ۰/۱۳ - رتبه سوم) به تأثیرات علمی و فناورانه اجرای سیاست‌ها اختصاص داشته و ایجاد زیست‌بوم نوآوری پایدار و تقویت زیرساخت‌های علمی، دو شاخص کلیدی در توسعه علمی و فناورانه هستند. بعد فرهنگی (وزن ۰/۱۰) به تأثیرات فرهنگی اجرای سیاست‌ها پرداخته و شاخص مهم آن، نهادینه‌شدن فرهنگ نوآوری و کارآفرینی (وزن نهایی ۰/۰۴) نشان‌دهنده اهمیت تغییر فرهنگ جامعه به سمت نوآوری و کارآفرینی است. جنبه زیست‌محیطی (وزن ۰/۰۸) به تأثیرات زیست‌محیطی سیاست‌ها اختصاص یافته و نشان‌دهنده آن است که نوآوری‌های پایدار و سبز نقش کلیدی در توسعه پایدار دارند و این بعد نشان‌دهنده اهمیت سیاست‌های فناورانه

جدول ۶. شاخص‌های ارزیابی براساس تأثیر اجرای سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری

بعد	شاخص	رتبه	وزن شاخص	وزن بعد	وزن نهایی
اقتصادی	رشد استارت‌آپ‌های فناورانه	۵	۰/۴۰	۰/۳۵	۰/۱۰
	جذب سرمایه‌گذاری خطرپذیر	۶	۰/۲۰	۰/۳۵	۰/۰۵
	افزایش اشتغال در بخش‌های فناوری محور	۴	۰/۱۳	۰/۲۵	۰/۰۳۲۵
	افزایش تاب‌آوری ملی در برابر تحریم‌ها از طریق فناوری داخلی	۳	۰/۰۹	۰/۲۵	۰/۰۲۲۵
	بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)	۲	۰/۰۷	۰/۲۵	۰/۰۱۷۵
اجتماعی	افزایش رقابت‌پذیری در بازارهای داخلی و بین‌المللی	۱	۰/۰۵	۰/۳۵	۰/۰۱۳۵
	افزایش رفاه اجتماعی و کیفیت زندگی	۱	۰/۴۰	۰/۱۸	۰/۰۷۲
	تغییر در شاخص توسعه انسانی	۲	۰/۲۰	۰/۱۸	۰/۰۳۶
	کاهش نابرابری‌های اجتماعی و شکاف طبقاتی	۳	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۰۲۳
	کاهش بیکاری تحصیل کرده‌ها	۴	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۰۱۶
علمی و فناورانه	افزایش دسترسی جامعه به علم و فناوری و به‌کارگیری آن در حل مسائل اجتماعی	۵	۰/۰۵	۰/۱۸	۰/۰۰۹
	ایجاد زیست‌بوم نوآوری پایدار	۱	۰/۴۰	۰/۱۳	۰/۰۵۲
	افزایش بهره‌وری نیروی کار فناورانه	۲	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۰۲۶
	تقویت زیرساخت‌های علمی و فناوری	۲	۰/۲۰	۰/۱۳	۰/۰۲۶
	افزایش توانمندی‌ها و مهارت‌های نیروی کار جامعه	۳	۰/۱۳	۰/۱۳	۰/۰۱۷
فرهنگی	مشارکت در فعالیت‌های علمی و فناورانه	۴	۰/۰۹	۰/۱۳	۰/۰۱۲
	نهادینه‌شدن فرهنگ نوآوری و کارآفرینی	۱	۰/۴۰	۰/۱۰	۰/۰۴
	افزایش آگاهی عمومی از علم و فناوری	۲	۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۰۲
	بهبود نگرش جامعه به علم و فناوری (براساس نظرسنجی‌ها)	۳	۰/۱۳	۰/۱۰	۰/۰۱۳
	افزایش گرایش عمومی به پژوهش و نوآوری	۴	۰/۰۷	۰/۱۰	۰/۰۰۷

وزن نهایی	وزن بعد	وزن شاخص	رتبه	شاخص	بعد
۰/۰۳۲	۰/۰۸	۰/۴۰	۱	حفظ محیط‌زیست و توسعه پایدار	زیست‌محیطی
۰/۰۱۶	۰/۰۸	۰/۲۰	۲	شاخص پایداری زیست‌محیطی پروژه‌های فناوری‌محور	
۰/۰۱۰	۰/۰۸	۰/۱۳	۳	بهبود مدیریت منابع طبیعی	
۰/۰۱۰	۰/۰۸	۰/۱۳	۳	توسعه فناوری‌های سبز و پایدار	
۰/۰۰۷	۰/۰۸	۰/۰۹	۴	بهبود شرایط پایدار اقتصادی و اکولوژیکی در نتیجه نوآوری‌های فناورانه	
۰/۰۲۴	۰/۰۶	۰/۴۰	۱	بهبود رقابت‌پذیری کشور در بازارهای جهانی	بین‌المللی
۰/۰۱۲	۰/۰۶	۰/۲۰	۲	افزایش نفوذ بازار شرکت‌های دانش‌بنیان در سطح جهانی	
۰/۰۰۸	۰/۰۶	۰/۱۳	۳	جذب سرمایه‌گذاری خارجی	
۰/۰۰۶	۰/۰۶	۰/۰۹	۴	رشد همکاری‌های علمی بین‌المللی	

۲. تعیین شاخص‌های کلیدی عملکرد. هر رابطه علی در جدول می‌تواند به شاخص‌های کمی و کیفی تبدیل شود.

۳. طراحی سازوکارهای نظارتی. جدول کمک می‌کند نقاط کنترل حیاتی در هر مرحله شناسایی شوند.

۴. بهبود پاسخگویی و شفافیت. با تعیین روابط علی، مسئولیت هر نهاد در دستیابی به نتایج مشخص می‌شود.

۵. پشتیبانی از تصمیم‌گیری مبتنی بر داده. این چارچوب امکان تحلیل شکاف‌ها را فراهم می‌کند. در ادامه، نمودار علی (فلوچارت) براساس چرخه درون‌داد تا تأثیر به نمایش درمی‌آید.

تحلیل شاخص‌های دروندادی در سیاست‌های علم و فناوری حاکی از آن است که منابع مالی، پایه‌ترین عنصر در اجرای سیاست‌های علم و فناوری است.

رابر مبنای چارچوب منطقی شناسایی، اعتبارسنجی و ارزش‌گذاری کند. براساس یافته‌های این پژوهش در ادامه، جدول ارتباطات کلیدی (مبدأ، مقصد، رابطه علی و نوع اثرگذاری) براساس چارچوب منطقی ارائه می‌شود که نه تنها یک چارچوب ارزیابی، بلکه یک ابزار مدیریت استراتژیک است که به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تصمیمات مبتنی بر شواهد بگیرند و به نهادها نیز امکان می‌دهد مسئولیت‌پذیری خود را در قبال سیاست‌ها و برنامه‌های کشور در حوزه علم و فناوری اثبات کنند.

ارتباطات کلیدی مندرج در جدول ۷ می‌تواند به عنوان چارچوب پایه به منظور طراحی نظام ارزیابی یکپارچه سیاست‌های علم و فناوری عمل کند از طریق:

۱. شناسایی زنجیره ارزش کامل سیاست‌ها. جدول با نمایش روابط علی بین سطوح مختلف (از درونداد تا تأثیر)، نقشه راهی برای ردیابی نحوه تبدیل منابع به نتایج نهایی ارائه می‌دهد.

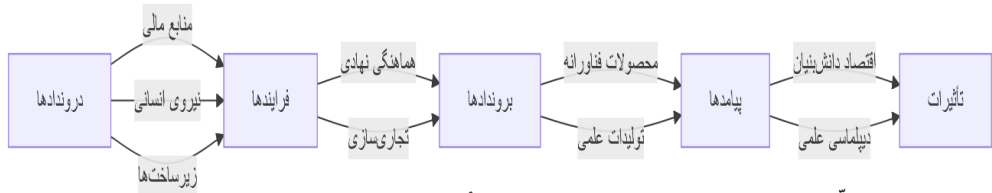
## جدول ۷. ارتباطات کلیدی (بر اساس چارچوب منطقی)

نوع اثر گذاری	رابطه علی (نمونه‌های شاخصی)	سطح مقصد	سطح مبدأ
تقویت زیرساخت‌های مدیریتی بهبود تصمیم‌گیری	منابع مالی → شفافیت تخصیص بودجه نیروی انسانی متخصص → کیفیت برنامه‌ریزی	فرایند	درونداد
تسهیل نوآوری ایجاد ارزش اقتصادی	هماهنگی نهادی → افزایش ثبت پتنت‌ها تجاری سازی → رشد شرکت‌های دانش‌بنیان	برونداد	فرایند
تحول ساختاری اقتصاد ارتقای اعتبار ملی	محصولات دانش‌بنیان → سهم مقالات علمی → رتبه بین‌المللی GDP	پیامد	برونداد
تحول پایدار اثر اجتماعی	رشد اقتصاد دانش‌بنیان → افزایش بهره‌وری ملی کاهش نابرابری آموزشی → بهبود شاخص توسعه انسانی	تأثیر	پیامد

در هدایت سیاست‌ها دارند. برنامه‌های ترویج فرهنگ نوآوری و آموزش عمومی، بسترساز پذیرش اجتماعی فناوری‌های جدید، اقدامات نهادی نظارتی و ارزیابی مستمر، تضمین‌کننده اثربخشی سیاست‌هاست.

بعد «محصولات و خدمات» در بخش برونداد الگوی منطقی ارزیابی، نشان‌دهنده چرخش بنیادین در سیاست‌های علمی و فناوری است که غایت اصلی این سیاست‌ها را دستیابی به محصولات و خدمات قابل ارائه در بازار می‌داند. این دیدگاه، نظام سنتی علم و نوآوری که عمدتاً حول محور «آموزش» و «پژوهش» شکل گرفته بود را به سمت «نوآوری عملیاتی» و «محصول‌محوری» سوق می‌دهد. بر این اساس، تمامی فعالیت‌های آموزشی، پژوهشی و زیرساختی باید در خدمت هدفی واحد قرار گیرند: ایجاد محصولات یا خدماتی نوآورانه و دانش‌بنیان که بتوانند در بازارهای داخلی و بین‌المللی ارزش افزوده اقتصادی تولید کنند. در این چارچوب، نوآوری تنها زمانی معنای واقعی خود را پیدا می‌کند که از

شاخص‌های این بخش، نشان‌دهنده تعهد دولت و بخش خصوصی به توسعه فناورانه هستند. نیروی انسانی متخصص، موتور محرکه تحول فناورانه است. تراکم پژوهشگران در حوزه‌های STEM، شاخصی برای سنجش ظرفیت تولید دانش است. پژوهشگران در شرکت‌های دانش‌بنیان، نشان‌دهنده ارتباط علم و صنعت است. کمبود مربیان کارآفرینی می‌تواند به ضعف در تجاری‌سازی بینجامد. احتمال مهاجرت نیروی متخصص به دلیل نبود فرصت‌های شغلی جذاب وجود دارد. زیرساخت‌های فیزیکی و دیجیتال، بستر لازم در راستای نوآوری را فراهم می‌کنند. تعداد پارک‌های علم و فناوری و مراکز رشد باید با کیفیت خدمات آنها سنجیده شود. تجهیزات آزمایشگاهی پیشرفته، دسترسی به ابزارهای روز دنیا، کیفیت پژوهش‌ها را افزایش می‌دهد. پلتفرم‌های دیجیتال، شاخصی برای سنجش دیجیتالی‌شدن زیست‌بوم نوآوری هستند. زیرساخت‌های سخت‌افزاری بدون نیروی انسانی ماهر و قوانین حمایتی اثر محدودی خواهند داشت. نهادهای حاکمیتی نقش کلیدی



شکل ۳. نمودار علی (فلو چارت) بر اساس چرخه درونداد تا تأثیر

بر مبنای بعد «همکاری‌های بین‌المللی»، همکاری‌های بین‌المللی در حوزه علم و فناوری، دیگر تنها به تبادل دانش و انتشار مقاله مشترک محدود نمی‌شوند. بلکه باید در جهت ارتقای قابلیت‌های فناوری، تجاری‌سازی و افزایش رقابت‌پذیری کشور در عرصه جهانی گام بردارند. این رویکرد، نشان‌دهنده چرخش اساسی از دیدگاه سنتی همکاری علمی به سمت یک نظام عملیاتی، اقتصادی و محصول‌محور است. در این چارچوب، ارزش واقعی همکاری بین‌المللی زمانی آشکار می‌شود که منجر به انتقال فناوری، توسعه ظرفیت‌های داخلی و افزایش دسترسی به بازارهای جهانی شود. همکاری‌های علمی بین‌المللی باید فراتر از چارچوب آکادمیک حرکت کرده و به همکاری‌های فناورانه و اقتصادی تبدیل شوند. شاخص «ارزش ارزی همکاری‌های بین‌المللی» نشان‌دهنده این تغییر رویکرد است؛ یعنی اینکه همکاری‌ها باید نه تنها دانش‌زا باشند، بلکه در نهایت به ایجاد ارزش افزوده اقتصادی و افزایش صادرات دانش‌بنیان منجر شوند. در دنیای مدرن، دانش و فناوری امروز دیگر محدود به مرزهای ملی نیست. همکاری با مراکز علمی پیشرفته جهان، ابزاری استراتژیک برای دسترسی به دانش روز، روندهای فناوری و روش‌های نوین تحقیق است (ملک‌زاده، ۱۴۰۱). وزن بالای این بعد در مجموعه شاخص‌ها، نشان‌دهنده ضرورت ایجاد ارتباط مستقیم و پایدار با این مراکز بین‌المللی است. بدون یک نقشه راه مشخص و عملیاتی، همکاری‌های علمی

حیطه ایده، مقاله یا اختراع فراتر رفته و به شکل یک محصول یا خدمت قابل عرضه در بازار تبدیل شود. این تغییر رویکرد، نشان‌دهنده جابه‌جایی اساسی از تمرکز بر فرآیندها و نتایج میانی (مانند تعداد مقالات، پروژه‌ها و اختراعات) به سمت نظامی است که عملکرد خود را بر اساس تولید و تسهیم محصولات و خدمات نوآورانه ارزیابی می‌کند (مرادی پور، حاجیانی و خلیفه سلطانی، ۱۳۹۶؛ جاهد، آراسته و جعفری، ۱۳۹۰). در این چارچوب، نوآوری تنها زمانی معنا می‌یابد که به محصول یا خدمت قابل عرضه در بازار تبدیل شود. این موضوع حاکی از تغییر بنیادین در رویکرد توسعه علم و فناوری است. از تمرکز بر فرآیند و نتایج میانی (مقاله، پروژه، اختراع) به سمت نظامی محصول‌محور حرکت کند.

بعد «اختراعات و نوآوری» بیانگر آن است که ثبت اختراعات عملی و قابل حمایت حقوقی، نقش کلیدی در توسعه نظام فناوری کشور دارد. این بعد مراکز علمی و شرکت‌ها را به سمت نوآوری‌های قابل ثبت، حفاظت و تجاری‌سازی سوق می‌دهد. در واقع، نوآوری تنها زمانی معنا می‌یابد که قابل حفاظت باشد. این بعد نشان می‌دهد که پتنت‌ها و اختراعات، علاوه بر ارزش علمی، باید دارای ارزش حقوقی و اقتصادی باشند. یعنی اختراعات بدون حق مالکیت مشخص و قابل حفاظت، جایی در نظام توسعه فناوری ندارند (کیم و همکاران، ۲۰۱۲).

20. Kim, Et Al

افزایش اعتبار علمی را به دنبال داشته باشد (کویک<sup>۲۱</sup>، ۲۰۲۰). با این حال، این شاخص نشان می‌دهد که این حضور باید به‌عنوان یک زیرساخت برای توسعه فناوری و نوآوری مورد استفاده قرار گیرد، نه اینکه تنها به خودی خود معیاری از موفقیت علمی باشد. این شاخص، نشان‌دهنده گام‌های فعلی نظام علمی در مسیر توسعه فناوری است اما بر این امر تأکید دارد که نظام علمی باید به سمت نظامی فناوری و محصول محور حرکت کند. یعنی شاخص «تولیدات علمی» نباید تنها به تولید دانش ختم شود، بلکه باید در قالب فناوری، محصول و خدمت دانش‌بنیان نیز ملموس شود. این شاخص، یک ملاک ارزیابی عملکردی است که باید در آینده با ایجاد زنجیره دانش-فناوری-محصول، تقویت شود (نثوپین<sup>۲۲</sup>، ۲۰۱۵).

بعد «آموزش و نیروی انسانی» در میان شاخص‌های ارزیابی عملکرد نظام علمی و فناوری بر این موضوع تأکید می‌کند که وجود نخبگان، دانشمندان و نیروی انسانی متخصص بدون شک هسته اصلی توسعه علم و فناوری محسوب می‌شود (اولینتو<sup>۲۳</sup>، ۲۰۰۹) و نظام آموزشی و منابع انسانی باید به‌عنوان یک زیرساخت استراتژیک در خدمت توسعه فناوری و محصول قرار گیرد. شاخص «دانشمندان در جمع یک درصد برتر» با داشتن بالاترین وزن در این بعد، نشان می‌دهد که نخبگان جهانی چه در داخل و چه در خارج از کشور، منبع اصلی نوآوری، انتقال دانش و افزایش رقابت‌پذیری بین‌المللی هستند. این شاخص، یک شاخص کیفی و استراتژیک محسوب می‌شود که تأکید می‌کند توسعه فناوری بدون داشتن نخبگان متخصص و برجسته، ممکن نیست. شاخص فارغ‌التحصیلان STEM نشان می‌دهد

تنها به‌عنوان فعالیت‌هایی با ارزش آکادمیک باقی می‌مانند. در نظام توسعه فناوری، همکاری‌هایی که به نتایج فناورانه یا تجاری نمی‌انجامند، از اهمیت کمی برخوردارند. بنابراین، هرگونه همکاری بین‌المللی باید با هدف مشخص و با مسیری روشن در جهت دستیابی به نتایج کاربردی و قابل تجاری‌سازی شکل گیرد (وزیری و صبوری، ۱۴۰۰).

«تولیدات علمی» در دسته ابعاد بروندادی، نشان‌دهنده جایگاه نسبی این بعد در میان شاخص‌های ارزیابی توسعه علم و فناوری است. این وزن پایین‌تر نسبت به سایر ابعاد، نباید به معنای بی‌اهمیتی علم و مقاله تلقی شود، بلکه باید آن را انعکاسی از تغییر در اولویت‌های سیاست‌گذاری دانست. یعنی در نظام علمی و فناوری مطلوب، تولید دانش و مقاله بین‌المللی دیگر هدف نیست، بلکه به‌عنوان یک ابزار یا مرحله میانی برای دستیابی به فناوری و محصول قابل عرضه محسوب می‌شود. این شاخص در چارچوب سیاست‌های توسعه فناوری، مقاله و دانش تولیدی باید به‌عنوان بستری برای انتقال فناوری، تجاری‌سازی و افزایش رقابت‌پذیری به کار گرفته شوند. مقاله به خودی خود معیار کاملی نیست؛ بلکه باید در خدمت توسعه فناوری باشد. این شاخص نشان می‌دهد که تولید مقاله و انتشار بین‌المللی، هرچند همچنان یکی از شاخص‌های مهم عملکرد نظام علمی است، نباید به‌عنوان هدف نهایی در نظر گرفته شود. بلکه باید در مسیر انتقال دانش به صنعت، توسعه فناوری و ایجاد محصول قابل بازاریابی قرار گیرد. یعنی نظام علمی باید به سمت تولید دانشی حرکت کند که در فرآیندهای نوآوری و توسعه اقتصادی نیز جذب شود.

وجود مقالات و انتشارات بین‌المللی، گواهی از حضور علمی کشور در صحنه جهانی است. این حضور می‌تواند تأثیرگذاری علمی، جذب همکاری‌های بین‌المللی و

21. Kwiek  
22. Neupane  
23. Olinto

بعد اجتماعی با وزن ۰,۱۸، نیز اهمیت زیادی دارد و نشان می‌دهد که نوآوری باید معنا و ارزش اجتماعی داشته باشد و به بهبود رفاه عمومی، کاهش بیکاری تحصیل کرده و دسترسی گسترده مردم به فناوری کمک کند. این بعد یادآوری می‌کند که هدف نهایی توسعه، انسان است و فناوری باید بهبود کیفیت زندگی تمامی افراد جامعه را در پی داشته باشد (کاستلاچی<sup>۲۴</sup>، ۲۰۲۳؛ ساپارواتا<sup>۲۵</sup>، ۲۰۲۴). براساس نظریه توسعه انسانی، فناوری باید در خدمت توسعه انسانی جوامع قرار گیرد. این امر شامل دسترسی به آموزش، سلامت، فرصت‌های شغلی و کیفیت زندگی است (شاه‌آبادی و حیدریان<sup>۲۶</sup>، ۲۰۲۴). در این راستا، توسعه فناوری در ایران باید به نحوی انجام شود که به ارتقاء توسعه انسانی کمک کند.

در کنار این دو بعد اصلی، بعد علمی و فناورانه با وزن ۰,۱۳، توسعه علمی را به‌عنوان یک ابزار در خدمت نوآوری معرفی می‌کند. ضرورت وجود یک زیست‌بوم نوآوری پایدار که دانشگاه، صنعت و دولت در آن به‌صورت یکپارچه همکاری کنند، یکی از اهداف کلیدی این بعد است. بدون چنین زیست‌بومی، نوآوری‌ها به‌صورت پراکنده و غیرقابل تداوم باقی می‌مانند (اسفندیاری و همکاران، ۱۴۰۳). این مفهوم با مدل «مارپیچ سه‌گانه»<sup>۲۷</sup> (دانشگاه، صنعت، دولت) که توسط اترکویتز و لیدرسدورف<sup>۲۸</sup> (۲۰۰۰) مطرح شد، هم‌خوانی دارد. این مدل، تعاملات سه‌جانبه بین این سه نهاد را به‌عنوان عامل اصلی توسعه نوآوری در جوامع دانش‌بنیان معرفی می‌کند.

بعد آموزشی و دانشگاهی، فرهنگ کارآفرینی، کیفیت

که نظام آموزشی باید با نیازهای توسعه فناوری و بازار کار هماهنگ شود. یعنی تربیت متخصص و فارغ‌التحصیل تنها زمانی معنای واقعی پیدا می‌کند که مستقیماً در فرآیندهای تولید، نوآوری و تجاری‌سازی مشارکت داشته باشد. این شاخص، یک شاخص کمی و زیرساختی است که نشان می‌دهد نظام آموزش عالی کشور باید در خدمت توسعه فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان قرار گیرد. از سوی دیگر، جذب دانشمندان برتر و فارغ‌التحصیلان متخصص در حوزه‌های راهبردی، یک ضرورت استراتژیک برای توسعه فناوری است. این شاخص برجسته می‌کند که نظام علمی و فناوری باید ابزارهایی برای جذب، حفظ و استفاده از این منابع انسانی فراهم کند که می‌تواند شامل ایجاد محیط‌های پژوهشی جذاب، امکانات مالی و علمی و فرصت‌های شغلی با پتانسیل نوآوری و تأثیر باشد.

تحلیل ابعاد و شاخص‌های ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری از جنبه پیامد نشان می‌دهد که نظام توسعه فناوری در این کشور یک نظام اقتصادی-اجتماعی محسوب می‌شود که در آن بعد اقتصادی با وزن ۰,۲۵ بالاترین اولویت را دارد و نقش هسته‌ای در برنامه‌ریزی، سرمایه‌گذاری و اجرای سیاست‌ها ایفا می‌کند. این رویکرد حاکی از این است که هدف نهایی توسعه فناوری، ایجاد ثروت، اشتغال و رقابت‌پذیری است (خمسه و علمیرادیان، ۱۳۸۹). در این چارچوب، استارت‌آپ‌های فناورانه به‌عنوان موتور اصلی نوآوری شناخته شده‌اند؛ این موضوع نشان می‌دهد که نوآوری تنها از طریق دانشگاه یا دولت اتفاق نمی‌افتد، بلکه از طریق بنگاه‌های مستقل، خلاق و کوچکی که با انعطاف و سرعت عمل بالا، ایده‌های جدید را به محصول یا خدمات قابل ارائه در بازار تبدیل می‌کنند، پیش می‌رود (عبدلی و حیدری، ۱۳۸۶).

24. Castellacci

25. Suparwata

26. Shahabadi & Heidarian

27. Three Helix

28. Etzkowitz & Leydesdorff

(کوک<sup>۳۳</sup>، ۲۰۰۱). بدون توسعه منطقه‌ای، نوآوری به صورت متمرکز و نابرابر باقی می‌ماند. هر منطقه دارای مجموعه‌ای از ویژگی‌های منحصر به فرد زیستی، اجتماعی، فرهنگی و نهادی است که به طور مستقیم و غیرمستقیم بر شکل‌گیری و تکامل اقتصادی آن تأثیرگذار می‌باشد. این تنوع و تفاوت‌های منطقه‌ای، اعمال رویکردهای یکنواخت و متمرکز در سطح ملی را از لحاظ کارایی و اثربخشی با چالش مواجه می‌سازد. بنابراین، سیاست‌گذاران باید در کنار نظام تولید و بهره‌برداری دانش، به تمامی عوامل اقتصادی-اجتماعی، ظرفیت‌های نهادی و شرایط زیست‌بومی مؤثر بر نوآوری و توسعه را در سطح محلی مورد توجه قرار دهند. چنین رویکردی می‌تواند زمینه را برای طراحی و اجرای سیاست‌های نوآورانه، متناسب با شرایط خاص منطقه‌ای فراهم نماید (ریاحی و دانایی فرد، ۱۳۹۸). دستیابی به پایداری تنها از طریق طراحی مشترک و مشارکتی راه‌حل‌های نوآورانه در سطوح مختلف - ملی، منطقه‌ای و محلی - میسر خواهد شد. این رویکرد مشارکتی نه تنها امکان انطباق سیاست‌ها با شرایط محلی را فراهم می‌کند، بلکه به ایجاد یک نظام نوآوری پویا، انعطاف‌پذیر و پایدار منجر خواهد شد (ماچادو، کیو و سروانتس<sup>۳۴</sup>، ۲۰۱۹).

بعد زیست‌محیطی، نوآوری‌های سبز، انرژی‌های تجدیدپذیر و آمادگی برای تغییرات اقلیمی را در مرکز توجه قرار می‌دهد. شاخص «افزایش نوآوری سبز در اقتصاد» با بالاترین وزن، نشان می‌دهد که نوآوری باید در خدمت محیط‌زیست و توسعه پایدار باشد (سیلوستر و تیرکا<sup>۳۵</sup>، ۲۰۱۹). در سطح بین‌المللی، مفهوم «نوآوری

پژوهش و جذب نیروی متخصص را در مرکز توجه قرار می‌دهد. شاخص «بهبود فرهنگ کارآفرینی در دانشگاه‌ها» با بالاترین وزن، نشان می‌دهد که بدون فرهنگ کارآفرینی، حتی با دانش و فناوری، توسعه اتفاق نمی‌افتد. برخی از مؤلفه‌های اصلی زیست‌بوم کارآفرینی - تولید دانش فناورانه، توسعه سرمایه انسانی نوآورانه، پرورش دانشکاران کارآفرین و ایجاد و تقویت فرایندهای نوآوری و کارآفرینی دانش‌بنیان - در دسترس و تحت کنترل دانشگاه‌ها قرار دارند. از سوی دیگر، سایر مؤلفه‌ها - اقتصاد باز و رقابتی، جامعه باز، فرهنگ دانش و حکمرانی خوب - که از اهمیت بنیادینی در توسعه پایدار این زیست‌بوم برخوردارند، تنها با مشارکت و اقدامات دولتی و در چارچوب حکمرانی مناسب، قابل توسعه و تحقق می‌باشند (انتظاری، ۱۴۰۱). براساس نظریه «اقتصاد نوآوری ۲۹» که توسط فلوریدا<sup>۳۰</sup> (۲۰۰۲) مطرح شد، فرهنگ نوآوری، متشکل از تحمل ریسک، انعطاف‌پذیری و حمایت عمومی، یکی از مهم‌ترین عوامل رشد اقتصادی در جوامع دانش‌بنیان است (هاوتامآکی، ترکی، براندنبورگ و آربلا<sup>۳۱</sup>، ۲۰۱۰).

بعد نهادی و زیرساختی، نوآوری منطقه‌ای، استارت‌آپ‌ها، پارک‌های فناوری و بقا در بازار را در مرکز توجه قرار می‌دهد. شاخص «افزایش ظرفیت نوآوری منطقه‌ای» با بالاترین وزن، نشان می‌دهد که نوآوری باید در سطح منطقه‌ای و محلی هم اتفاق بیفتد. این موضوع با مدل توسعه متوازن منطقه‌ای<sup>۳۲</sup> که در سیاست‌های توسعه فناوری کشورهای پیشرفته مورد تأکید قرار گرفته، هم‌خوانی دارد

29. Innovation Economy

30. Florida

31. Hautamäki, Turkki, Brandenburg & Areblad

32. Regional Innovation Systems

33. Cooke

34. Machado, Qu & Cervantes

35. Silvestre & Tircă

بعد بین‌المللی و رتبه‌بندی، حضور فناوری ایران در صحنه جهانی را در مرکز توجه قرار می‌دهد ولی با وزن ۰،۰۲، نشان‌دهنده این است که در حال حاضر، توسعه بین‌المللی ما در ردیف آخر اولویت‌هاست. بدون حضور در بازارهای جهانی، نوآوری‌ها در حد یک فعالیت محلی باقی می‌مانند. رتبه‌بندی‌ها بدون تبدیل به رقابت‌پذیری، فقط یک عدد در گزارش‌ها خواهد بود. تحت تأثیر جهانی شدن اقتصاد، بین‌المللی شدن تولید و تجارت باعث ایجاد زنجیره‌های ارزش جهانی و شبکه‌های نوآوری جهانی شده است. شبکه نوآوری جهانی در زمینه ادغام اقتصادی جهانی، فرآیندهای انتقال دانش و انتشار فناوری به‌طور فزاینده‌ای پیچیده می‌شوند. شبکه‌های نوآوری جهانی به‌عنوان ابزاری مؤثر برای تسهیل انتقال دانش و انتشار فناوری در بین ذی‌نفعان مختلف ظهور کرده‌اند. مفهوم شبکه نوآوری جهانی اولین بار توسط ارنست (۲۰۰۹) به‌عنوان شبکه‌ای که برنامه‌های مهندسی غیرمتمرکز، توسعه محصول و فعالیت‌های تحقیق و توسعه را در مرزهای سازمانی و منطقه‌ای ادغام می‌کند، مطرح شد (ایکسو و همکاران<sup>۳۶</sup>، ۲۰۲۴). طبق گزارش آنکتاد (۲۰۲۴) کشورهایایی که در شبکه‌های نوآوری جهانی حضور دارند، قادر به جذب سرمایه، انتقال فناوری و افزایش رقابت‌پذیری هستند. این گزارش عنوان می‌کند که اتصال به شبکه‌های جهانی، یکی از شرایط لازم برای توسعه فناوری پایدار است.

### پیشنهادات سیاستی

با توجه به یافته‌های پژوهش و چارچوب منطقی تدوین‌شده، پنج پیشنهاد سیاستی کلان در جدول ۷ ارائه شده است که برای هر یک، مبنای یافته‌ها و نقش سه گروه ذی‌نفع (سیاست‌گذار، اجراکننده و ارزیاب) به‌صورت مصداقی تفکیک شده است.

42. Xu, Lian, Song & Xu

سبز<sup>۳۷</sup>» در گزارش‌های سازمان ملل (آنکتاد<sup>۳۸</sup>، ۲۰۲۳) و برنامه توسعه پایدار سازمان ملل برجسته شده است. این رویکرد، توسعه فناوری را در خدمت حفاظت از محیط‌زیست و مدیریت منابع طبیعی می‌داند.

بعد خودکفایی و رقابت‌پذیری، کاهش وابستگی به فناوری‌های وارداتی، رشد شرکت‌ها در بازار رقابتی و توانمندی فناوری‌های داخلی را در کانون توجه قرار می‌دهد. شاخص «کاهش وابستگی به واردات فناوری» با بالاترین وزن، نشان می‌دهد که استقلال فناوری، هسته توسعه بلندمدت است. این موضوع با مفهوم استقلال فناوری ملی<sup>۳۸</sup> در کشورهای در حال توسعه هم‌خوانی دارد (بل و پاپویت<sup>۳۹</sup>، ۱۹۹۳) که تأکید دارد استقلال فناوری، یک ضرورت استراتژیک برای رشد بلندمدت و مقابله با تحریم‌های اقتصادی است. در اقتصاد مدرن، مدت‌هاست که روندهای فزاینده‌ای به سمت رشد پدیده‌های بی‌ثبات‌کننده و بحران‌زا وجود داشته است که نه تنها در رشد پدیده‌های بحرانی، افزایش ناهمگونی توسعه اجتماعی-اقتصادی کشورهای جهان، بلکه در افزایش استفاده از تحریم‌های اقتصادی علیه کشورهای مختلف جهان نیز آشکار می‌شود (ژامانکارویو<sup>۴۰</sup>، ۲۰۲۱). محرک‌های اقتصادی توسعه یکپارچه سرزمینی باید مبتنی بر یک مفهوم منطقی از مدیریت باشد تا حاکمیت فناوری کشور و امنیت دولت، با در نظر گرفتن خطرات تحریم‌های خارجی علیه توسعه فناوری و اقتصادی کشور، تضمین شود (بارکوف و زاویالوف<sup>۴۱</sup>، ۲۰۲۲).

36. Green Innovation

37. UNCTAD

38. Technological Sovereignty

39. Bell & Pavitt

40. Zhamankarav

41. БАРКОВ & ЗАВЬЯЛОВ

## جدول ۸. پیشنهاد‌های سیاستی

عنوان پیشنهاد سیلستی	مبنای یافته‌ها	تصمیم‌گیر (سیاست‌گذاری)	اجراکننده (ذی‌نفعان اجرا)	ارزیابان (ناظر و سنجش‌گر)
الزام به پیوست چارچوب منطقی در تدوین و تصویب اسناد سیاستی حوزه علوم، تحقیقات و فناوری	وزن دهی خبرنگان نشان داد گسست علی بین درون‌دادها و پیامدها از عوامل اصلی انحراف اجراست؛ جدول ارتباطات کلیدی، توالی منطقی مراحل را شفاف می‌کند.	شورای عالی انقلاب فرهنگی؛ معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری؛ وزارت بهداشت؛ سازمان برنامه و بودجه؛ دستگاه‌های مجری	مؤسسه تحقیقات سیاست علمی کشور (ارزیابی انطباق محتوایی) مرکز پژوهش‌های مجلس (نظارت تقنینی) شورای عالی عتف (تأیید نهایی ساختاری)
استقرار سامانه پایش زنده و داشبورد‌های تعاملی مبتنی بر وزن‌های خبرگانی	ابعاد فرآیندی «همه‌انگهی»، «تخصیص منابع» و «نظارت» در وزن‌دهی به‌عنوان پیش‌شرط تحقق خروجی‌ها شناسایی شدند و نیازمند رصد مستمر هستند.	معاونت علمی و فناوری؛ سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی	پارک‌های علم و فناوری؛ مراکز رشد؛ دانشگاه‌ها؛ شرکت‌های دانش‌بنیان	مرکز پایش و ارزیابی سیاست‌های رصدخانه حکمرانی ایران (رصد داده‌محور) مرکز ارزیابی و نظارت راهبردی اجرای سیاست‌های کلی نظام (کنترل انحرافات راهبردی)
ایجاد سازوکار همه‌انگهی بین‌دستگاهی و بودجه‌ریزی مشترک برای تجاری‌سازی و دیپلماسی علمی	یافته‌ها نشان داد «تجاری‌سازی و انتقال فناوری» و «دیپلماسی علمی» در مرحله فرآیند، حلقه‌های مفقوده تبدیل دانش به ارزش اقتصادی و جایگاه بین‌المللی هستند.	شورای عالی عتف؛ وزارت صنعت، معدن و تجارت؛ وزارت امور خارجه	صندوق نوآوری و شکوفایی؛ سازمان حمایت از تولید؛ رایزنان علمی؛ خانه‌های فناوری ایرانی در خارج	شورای عالی عتف (ارزیابی هم‌افزایی نهادی) مرکز بررسی‌های استراتژیک (سنجش اثرات راهبردی) مؤسسه تحقیقات سیاست علمی کشور (پایش شاخص‌های تخصصی عتف)
پیوند نتایج ارزیابی به تخصیص بودجه و نظام پاسخگویی نهادی	چارچوب منطقی و جدول اثرگذاری، ارزیابی را از فعالیت پسینی به ابزار مدیریت راهبردی تبدیل می‌کند؛ فقدان پیوند ارزیابی-بودجه از چالش‌های اساسی است	سازمان برنامه و بودجه؛ کمیسیون‌های تخصصی مجلس شورای اسلامی	کلیه نهادهای مجری سیاست‌های حوزه علوم، تحقیقات و فناوری	مرکز پژوهش‌های مجلس (نظارت بر تخصیص بودجه) مرکز ارزیابی و نظارت راهبردی اجرای سیاست‌های کلی نظام (سنجش عملکرد و پاسخگویی) شورای عالی عتف (تأیید امتیازات نهادی)
نهادینه‌سازی ارزیابی پیامدهای چندگانه (اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی و خودکفایی) در گزارش‌های ملی	ابعاد پیامدی و تأثیری صرفاً علمی نیستند؛ شاخص‌های «خودکفایی و رقابت‌پذیری»، «پایداری زیست‌محیطی» و «توسعه اجتماعی» براساس وزن‌دهی خبرنگان، اهمیت راهبردی یافتند.	معاونت علمی و فناوری؛ سازمان حفاظت محیط زیست؛ وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی	سازمان‌های مردم‌نهاد تخصصی؛ اتحادیه‌های صنفی فناوری؛ مراکز آمار ایران؛ پژوهشگاه‌های سیلستی	مرکز بررسی‌های استراتژیک (تحلیل پیامدهای بلندمدت) مرکز پایش و ارزیابی سیاست‌های رصدخانه حکمرانی ایران (رصد شاخص‌های ترکیبی) مؤسسه تحقیقات سیاست علمی کشور (تدوین گزارش‌های ملی مستند)

## ملاحظات اخلاقی

### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی اصول اخلاقی در پژوهش این مقاله رعایت شده‌اند.

### حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد.

### مشارکت نویسندگان

نویسندگان به یک‌اندازه در نگارش مقاله مشارکت داشته‌اند.

### تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان این مقاله تعارض منافع ندارد.

### سپاسگزاری

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

## منابع

## منابع فارسی

سیدحبیب‌الله، (۱۳۹۳). طرحی برای نظام ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری. رهیافت، ۲۴(۵۷)، ۱۵-۱.

عباسی، محمد. (۱۳۹۳). پیشنهادیه انجام پروژه طرح کلان رصد شاخص‌ها و اولویت‌های علم و فناوری در ایران. تهران: پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران.

کلانتری، اسماعیل؛ منتظر، غلامعلی؛ قاضی نوری، سیدسپهر. (۱۴۰۰). ارزیابی حسن اجرای سیاست‌های راهبردی و کلان علم و فناوری در ایران مبتنی بر رویکرد شبکه سیاستی، سیاست‌های راهبردی و کلان، ۹(۳۶)، ۷۱۲-۷۴۶.

magiran.com/p2397637

مرادی پور، حجت اله، حاجانی، ابراهیم و خلیفه سلطانی، حشمت. (۱۳۹۶). رهیافتی به پیامدهای سیاست گذاری علم و فناوری در ایران براساس تحلیل اسناد بالادستی. پژوهش در نظام‌های آموزشی، ۱۱(۳۷)، ۱۵۱-۱۷۸.

doi: 10.22034/jiera.2017.57770

ملک زاده، رضا. (۱۴۰۱). نقش همکاری‌های علمی بین‌المللی در توسعه علمی کشور. فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، ۸(۳)، ۶۳-۷۸.

وزیری، اسماعیل و صبوری، علی اکبر. (۱۴۰۰). تعاملات علمی بین‌المللی، پیشران دیپلماسی علم و فناوری. نشاء علم، ۱۲(۱)، ۱۳-۲۰.

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

doi: 10.22059/jppolicy.2025.105205

اسفندیاری، نیما، مرادی، محمود، رضانیان، محمدرحیم و ابراهیم‌پور ازبری، مصطفی. (۱۴۰۳). تحلیل زیست‌بوم نوآوری ایران از سیاست‌گذاری تا عمل: رویکرد مبتنی بر تحلیل تم. سیاست نامه علم و فناوری، ۱۴(۲)، ۵۹-۷۸.

انتظاری، یعقوب. (۱۴۰۱). الزامات توسعه زیست‌بوم کارآفرینی دانشگاه بنیان در ایران. فصلنامه پژوهش و برنامه‌ریزی در آموزش عالی، ۲۵(۱)، ۱-۲۵.

بوشهری، علیرضا؛ باقری، ابوالفضل (۱۳۹۵). ارزیابی سیاست‌های علم و فناوری: موردکاوی به‌کارگیری نخبگان وظیفه در پروژه‌های پژوهشی. بهبود مدیریت، ۳(۳۳): ۱۰۷-۱۲۹.

جاهد، حسینعلی، آراسته، حمیدرضا و جعفری، پریش. (۱۳۹۰). تعیین و تبیین عوامل فردی مؤثر در تجاری‌سازی نتایج پژوهشی؛ مطالعه موردی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. سیاست علم و فناوری، ۴(۳)، ۱-۱۷.

حیدری، حسن. (۱۳۸۶). نظام ملی نوآوری به‌عنوان چارچوبی برای تحلیل نوآوری: رویکردی نظری. پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۹(۳۳)، ۱۲۹-۱۶۳.

خمسه، عباس و علیمرادیان، محیا. (۱۳۸۹). ویژگی و اهمیت مراکز توسعه و نوآوری و مدیریت آنها. فصلنامه توسعه تکنولوژی صنعتی، ۱۵(۸)، ۲۵-۳۲.

ریاحی، پریسا و دانایی‌فرد، حسن. (۱۳۹۸). سیاست‌های علم و فناوری برای تقویت نظام‌های منطقه‌ای نوآوری. سیاست علم و فناوری، ۱۲(۲)، ۱۹۳-۲۰۸.

سلطانی، علیمحمد؛ طباطبائی، سیدحبیب‌الله. (۱۳۹۸). ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری. سیاست علم و فناوری، ۱۱(۲)، ۵۶۰-۵۷۸.

شجاعی، محمدحسین؛ فاتحراد، مهدی؛ طباطبائی،

## References

- Bell, M., & Pavitt, K. (1993). Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries. *Industrial and Corporate Change*, 2, 157-210.
- Castellacci, F. (2023). Innovation and social welfare: A new research agenda. *Journal of Economic Surveys*, 37(4), 1156-1191. <https://doi.org/10.1111/joes.12537>
- Chávez, J. C. R., & Chávez, J. C. L. N. (2013). A Science and Technology Policy Model to Support Regional Innovation Systems. In *Revista Nicolaita de Estudios Económicos* (Vol. 6, Issue 2, pp. 73-86). Instituto de Investigaciones Economicas y Empresariales. <https://doi.org/10.33110/rnee.v6i2.137>
- Cooke, P. (2001). Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy. *Industrial and corporate change*, 10(4), 945-974.
- Duan, Y., Jia, Z., & Wang, M. (2020, November). Minimax-optimal off-policy evaluation with linear function approximation. In *International Conference on Machine Learning* (pp. 2701-2709). PMLR.
- Etzkowitz, H. (2006). The new visible hand: an assisted linear model of science and innovation policy. *Science and public policy*, 33(5), 310-320.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123.
- Godin, B. (2006). The linear model of innovation: The historical construction of an analytical framework. *Science, Technology, & Human Values*, 31(6), 639-667.
- Hautamäki, A., Turkki, T., Brandenburg, C., & Areblad, C. (2010). Creative economy and culture in the innovation policy. Publications of the Ministry of Education, Finland [online], Available from Internet: <http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Julkaisut/2010/liitteet/OPM13.pdf>.
- Jordan, G. (2010). A theory-based logic model for innovation policy and evaluation. *Research Evaluation*, 19(4), 263-273. <https://doi.org/10.3152/095820210X12827366906445>
- Keršulienė, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, 11(2), 243-258. <http://dx.doi.org/10.3846/jbem.2010.12>
- Kim, J., & Yoo, J. (2019). Science and technology policy research in the EU: from framework programme to HORIZON 2020. *Social Sciences*, 8(5), 153.
- Kim, Y. K., Lee, K., Park, W. G., & Choo, K. (2012). Appropriate intellectual property protection and economic growth in countries at different levels of development. *Research policy*, 41(2), 358-375.
- Kwiek, M. (2020). What large-scale publication and citation data tell us about international research collaboration in Europe: changing national patterns in global contexts. *Studies in Higher Education*, 46(12), 2629-2649. <https://doi.org/10.1080/03075079.2020.1749254>
- Ma, N. (2024). Evaluation of the Implementation of Baotou's Science

- and Technology Talent Policies within the Context of Comprehensive Model Autonomous Region Development. *Occupation and Professional Education*, (1)4, 17-23. DOI: <https://doi.org/10.62381/O242404>
- Machado, D., Qu, Y., & Cervantes, M. (2019). Innovation policies for sustainable development: Low-carbon energy and smart-city initiatives. [https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/10/innovation-policies-for-sustainable-development\\_f616c02b/6287ddb-en.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/10/innovation-policies-for-sustainable-development_f616c02b/6287ddb-en.pdf)
- Molas-Gallart, J., & Davies, A. (2006). Toward theory-led evaluation: The experience of European science, technology, and innovation policies. *American Journal of Evaluation*, 27(1), 64-82. <https://doi.org/10.1177/1098214005281701>
- Neupane, B. (2015). A more developmental approach to science. *Unesco Science Report. Towards, 2030*, 6-8. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235442>
- Newcomer, K. E., Hatry, H. P., & Wholey, J. S. (Eds.). (2015). *Handbook of practical program evaluation* (pp. 1-864). San Francisco, CA: Jossey-Bass & Pfeiffer Imprints, Wiley.
- OECD (2012). *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2012*, OECD Publishing, Paris, [https://doi.org/10.1787/sti\\_outlook-2012-en](https://doi.org/10.1787/sti_outlook-2012-en)
- OECD. (2019). *Science, Technology and Innovation Policies for Inclusive Growth*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Olinto, G. (2009). Human resources in science and technology indicators: longitudinal evidence from Brazil. In *Proceedings of ISSI* (pp. 359-368).
- Oliveira, M. B. D. (2014). Technology and basic science: the linear model of innovation. *Scientiae Studia*, 12, 129-146.
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2007). *Integrating science & technology into development policies: an international perspective*. OECD Publishing.
- production. United Nations Conference on Trade and Development. United Nations Publications. [https://unctad.org/system/files/official-document/dtlitkd2023d2\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/dtlitkd2023d2_en.pdf)
- Reynolds, J. L., Kennedy, E. B., & Symons, J. (2023). If deliberation is the answer, what is the question? Objectives and evaluation of public participation and engagement in science and technology. *Journal of Responsible Innovation*, 10(1), 2129543.
- Rodríguez, J. C., & Navarro-Chávez, C. L. (2015). A system dynamics model of science, technology and innovation policy to sustain regional innovation systems in emerging economies. *International Journal of Innovation and Regional Development*, 6(1), 7-30.
- Sanderson, I. (2000). Evaluation in Complex Policy Systems. *Evaluation*, 6, 433-454.
- Shahabadi, A., & Heidarian, M. (2024). The relationship between human development indicators and technology spillover with environmental quality: Evidence from panel ARDL model for D8 countries. *Social Indicators Research*, 174(1), 421-444.
- Silvestre, B. S., & Țircă, D. M. (2019). Innovations for sustainable development: Moving toward a sustainable future. *Journal of cleaner production*, 208, 325-332.
- Suparwata, D. O. (2024). The Role of

- Social and Technological Innovation in Enhancing Economic Well-being and Empowering Rural Communities. *Jurnal Terobosan Peduli Masyarakat (TIRAKAT)*, 1(3), 182-191. DOI: <https://doi.org/10.61100/j.tirakat.v1i3.219>
- Takalo, T., Tanayama, T., & Toivanen, O. (2008). Evaluating innovation policy: a structural treatment effect model of R&D subsidies. *Bank of Finland Research Discussion Paper*, (7).
- UNCTAD. (2023). Technology and innovation for cleaner and more productive and competitive. Commission on Science and Technology for Development, Twenty-sixth session, Geneva, 27–31 March 2023. [https://unctad.org/system/files/official-document/ecn162023d2\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/ecn162023d2_en.pdf)
- UNCTAD. (2024). Global cooperation in science, technology and innovation for development. Commission on Science and Technology for Development Twenty-seventh session. Geneva, 15–19 April 2024. [https://unctad.org/system/files/official-document/ecn162024d3\\_en.pdf](https://unctad.org/system/files/official-document/ecn162024d3_en.pdf)
- Xu, S., Lian, G., Song, M., & Xu, A. (2024). Do global innovation networks influence the status of global value chains? Based on a patent cooperation network perspective. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1-12. <http://dx.doi.org/10.1057/s41599-024-03413-7>
- Yong'an, Z., Zhe, G., & Jie, T. (2016). China's regional science and technology innovation policy: A classification based on data from Zhongguancun science park. *International Journal of Innovation Science*, 8, 71-88.
- Zhamankaraev, Zh. (2021). THE PLACE OF SANCTIONS IN THE MODERNIZATION OF NATIONAL ECONOMIC POLICY. *BULLETIN Series of Sociological and Political Sciences*, 74(2), 51–55. <https://doi.org/10.51889/2021-2.1728-8940.08>
- БАРКОВ, А. В., & ЗАВЬЯЛОВ, М. М. (2022). THE CONCEPT OF MANAGING STRATEGIC ENTERPRISES UNDER FOREIGN SANCTIONS WITHIN THE FRAMEWORK OF TECHNOLOGICAL SOVEREIGNTY. *The Rule-of-Law State: Theory and Practice*, 18(3(69)), 34–40. <https://doi.org/10.33184/pravgos-2022.3.5>