

A Comprehensive Model for Evaluating the Performance of the National Research and Technology System Based on Composite Indicators

Zahra Omidvar¹, Noor Mohammad Yaghoubi², Shahab Kaskeh³

1- Department of Public Administration, Faculty of Economics and Administrative Sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. (Corresponding Author: yaghoubi@mgmt.usb.ac.ir) 

2- Department of Higher Education Management, Board of Trustees Center, Ministry of Science, Research and Technology, Tehran, Iran.

Abstract

Evaluating the performance of a national research and technology system cannot be limited to measures such as the number of publications, citations, and patents, given the multiplicity of actors, heterogeneity of data, and need for accountability regarding the allocation of public resources. This study aimed to develop and validate a comprehensive, context-specific model for evaluating the performance of Iran's national research and technology system by integrating foundational capacities, the quality of governance and processes, scientific and technological outputs, and economic, social, and problem-oriented impacts within a coherent framework. The study employed an exploratory sequential mixed-methods design. In the qualitative phase, an initial set of indicators was extracted through a meta-synthesis of 52 academic and policy sources. The indicators were subsequently screened and contextualized through two Delphi rounds involving experts in science, technology, and innovation policy. In the quantitative phase, the relative importance of the dimensions and components was determined using the Best–Worst Method based on the judgments of 14 experts. The findings indicated that the final model comprised four dimensions—enablers, governance and processes, outputs, and impacts—along with 12 components and 36 operational indicators. Governance and processes had the highest weight (0.298), followed by impacts (0.247). Addressing national challenges was also identified as the most important component of the impact dimension. The study's novelty lies in operationalizing and weighting governance and processes within a comprehensive framework, clarifying their position alongside enablers, outputs, and impacts, and linking research and technology evaluation to priority national challenges and the needs of executive organizations. The proposed model can provide a basis for establishing a national performance-monitoring system, revising the evaluation indicators of executive organizations, strengthening performance-based budgeting, and directing research resources toward addressing national challenges.

Keywords: Performance Evaluation, National Research and Technology System, Composite Indicator, Science and Technology Governance, Socioeconomic Impact.

How to Cite this Paper:

Omidvar, Z., Yaghoubi, N. & Kaskeh, Sh. (2026). **A Comparative Analysis of Regulatory Approaches to Generative Artificial Intelligence Inventions: Lessons for Iran's Legal System.** *Journal of Science & Technology Policy*, 19(3), 21-43. {In Persian}.

doi: 10.22034/jstp.2026.12344.12061





سال نوزدهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۵

مقاله پژوهشی

فصلنامه علمی - پژوهشی
سیاست علم و فناوری

الگوی جامع ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری مبتنی بر شاخص‌های ترکیبی

زهرامیدوار^۱، نورمحمد یعقوبی^۱، شهاب کسکه^۲

۱- گروه مدیریت دولتی، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران.

(نویسنده عهده‌دار مکاتبات: yaghoubi@mgmt.usb.ac.ir)

۲- گروه مدیریت آموزش عالی، مرکز هیئت امنای وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، تهران، ایران.

چکیده

ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری، به دلیل تعدد بازیگران، ناهمگنی داده‌ها و ضرورت پاسخ‌گویی درباره تخصیص منابع عمومی، نمی‌تواند به سنجه‌هایی مانند تعداد مقالات، استنادات و ثبت اختراع محدود شود. هدف این پژوهش، طراحی و اعتباربخشی الگوی جامع و بومی برای ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری ایران بود که ظرفیت‌های پایه، کیفیت حکمرانی و فرایندها، خروجی‌های علمی و فناورانه و اثرگذاری‌های اقتصادی، اجتماعی و مسئله‌محور را در ساختاری منسجم تلفیق کند. پژوهش با طرح آمیخته اکتشافی متوالی انجام شد. در مرحله کیفی، شاخص‌های اولیه از طریق فراترکیب ۵۲ منبع علمی و سیاستی استخراج و سپس طی دو دور دلفی، با مشارکت خبرگان سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری، غربالگری و بومی‌سازی شدند. در مرحله کمی، اهمیت نسبی ابعاد و مؤلفه‌ها با روش بهترین-بدترین و بر پایه قضاوت ۱۴ خبره تعیین شد. یافته‌ها نشان داد الگوی نهایی از چهار بُعد توانمندسازها، حکمرانی و فرایند، خروجی‌ها و اثرگذاری، شامل ۱۲ مؤلفه و ۳۶ شاخص عملیاتی، تشکیل شده است. بُعد حکمرانی و فرایند بیشترین اهمیت را داشت و بُعد اثرگذاری در رتبه دوم قرار گرفت. همچنین، حل چالش‌های ملی مهم‌ترین مؤلفه بُعد اثرگذاری بود. نوآوری پژوهش در عملیاتی‌سازی و وزن‌دهی حکمرانی و فرایند در چارچوبی جامع، تبیین جایگاه آن در کنار توانمندسازها، خروجی‌ها و اثرگذاری‌ها، و پیوند ارزیابی پژوهش و فناوری با مسائل اولویت‌دار ملی و بهره‌برداری دستگاه‌های اجرایی است. این الگو می‌تواند مبنایی برای استقرار سامانه ملی پایش عملکرد، بازنگری شاخص‌های ارزیابی دستگاه‌های اجرایی، تقویت بودجه‌ریزی عملکردمحور و هدایت منابع پژوهشی به‌سوی حل مسائل ملی فراهم کند.

کلیدواژه‌ها: ارزیابی عملکرد، نظام ملی پژوهش و فناوری، شاخص ترکیبی، حکمرانی علم و فناوری، اثرگذاری اجتماعی-اقتصادی.

برای استنادات بعدی به این مقاله، قالب زیر به نویسندگان محترم مقالات پیشنهاد می‌شود:

امیدوار، زهرا، یعقوبی، نورمحمد. و کسکه، شهاب. (۱۴۰۴). الگوی جامع ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری مبتنی بر شاخص‌های ترکیبی، (۳) ۱۹، ۲۱-۴۳.

doi: 10.22034/jstp.2026.12344.2061



۱- مقدمه

پژوهش و فناوری در اقتصادهای دانش‌بنیان، صرفاً به تولید مقاله یا ثبت اختراع محدود نمی‌شوند؛ بلکه از طریق خلق دانش، سرریزهای دانشی، ارتقای ظرفیت جذب بنگاه‌ها و توسعه فناوری، بر نوآوری، بهره‌وری و رشد اقتصادی اثر می‌گذارند [۱]. سرمایه‌گذاری عمومی در تحقیق و توسعه نیز، در صورت همراهی با نهادها و سازوکارهای مناسب، می‌تواند ظرفیت نوآوری ملی را تقویت کند [۲]. ازاین‌رو، نظام ملی پژوهش و فناوری بخشی از زیرساخت حکمرانی توسعه است و عملکرد آن باید به‌طور مستمر، شفاف و مبتنی بر شواهد ارزیابی شود. با این حال، ارزیابی عملکرد این نظام در سطح ملی با پیچیدگی قابل توجهی همراه است. توانمندی علمی و فناوریانه کشورها حاصل تعامل میان نهادها، منابع انسانی، زیرساخت‌ها، بنگاه‌ها، سیاست‌ها و قواعد رسمی و غیررسمی است و نمی‌توان آن را به رابطه‌ای خطی میان ورودی‌ها و خروجی‌ها تقلیل داد [۳ و ۴]. بنابراین، کیفیت هماهنگی میان بازیگران، انسجام سیاستی، تنظیم‌گری، جریان دانش و پیوند دانشگاه با صنعت، در کنار منابع مالی و تولیدات علمی، در تعیین عملکرد نظام اهمیت دارد.

با وجود این، بسیاری از نظام‌های ارزیابی بر شاخص‌های کمی و سهل‌الوصولی مانند تعداد مقالات، استنادات، اختراعات، طرح‌های پژوهشی و هزینه‌کرد تحقیق و توسعه متکی‌اند. این شاخص‌ها برای نمایش بخشی از عملکرد علمی و فناوریانه ضروری‌اند، اما به‌تنهایی کیفیت پژوهش، نحوه هدایت منابع، میزان بهره‌برداری از نتایج، ارزش عمومی و اثرگذاری اقتصادی و اجتماعی آن را نشان نمی‌دهند. جریان‌های جدید اصلاح ارزیابی پژوهش نیز بر فاصله‌گرفتن از سنجه‌های صرفاً کمی و توجه هم‌زمان به کیفیت، تنوع مأموریت‌ها، اثرگذاری و مشارکت ذی‌نفعان تأکید دارند [۵ و ۶].

ادبیات سیاست نوآوری تحول‌آفرین و مأموریت‌گرا نیز نشان می‌دهد که ارزیابی پژوهش و فناوری باید افزون بر خروجی‌های مستقیم، فرایندهای یادگیری، هماهنگی نهادی، جهت‌گیری به‌سوی مسائل عمومی و پیامدهای میان‌مدت و بلندمدت سیاست‌ها را پوشش دهد [۷ و ۸]. از منظر مدیریت عمومی، این امر مستلزم تلفیق دو منطق مکمل است: منطق

پاسخ‌گویی عملکردی که بر کارایی، اثربخشی، شفافیت و تخصیص منابع مبتنی بر عملکرد تأکید دارد [۹ و ۱۰] و منطق حکمرانی شبکه‌ای که کیفیت تعامل، اعتماد، هماهنگی، تنظیم‌گری و مشارکت میان دولت، دانشگاه، صنعت و نهادهای واسط را برجسته می‌سازد [۱۱ و ۱۲]. تلفیق این دو منطق، ارزیابی را از سنجش صرف «آنچه تولید شده است» فراتر می‌برد و امکان بررسی چگونگی هدایت ظرفیت‌ها و تبدیل آن‌ها به اثرگذاری را فراهم می‌کند.

شاخص‌های ترکیبی می‌توانند ابزار مناسبی برای پاسخ به این پیچیدگی باشند؛ زیرا با تلفیق نماگرهای ناهمگن، امکان پایش روندها، شناسایی نقاط قوت و ضعف و پشتیبانی از تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد را فراهم می‌سازند. با این حال، اعتبار این شاخص‌ها به انتخاب نظری شاخص‌ها، نرمال‌سازی، وزن‌دهی، قاعده تجمیع و تحلیل حساسیت وابسته است [۱۳ و ۱۴] و تغییر در وزن‌ها یا روش تجمیع می‌تواند نتایج را به‌طور معناداری تغییر دهد [۱۵]. در سطح بین‌المللی، شاخص جهانی نوآوری و تابلوی امتیازات نوآوری اروپا از ابزارهای شناخته‌شده ارزیابی چند بعدی نوآوری‌اند [۱۶ و ۱۷]؛ اما هدف اصلی آن‌ها مقایسه استاندارد شده کشورهاست و استفاده از آن‌ها در سطح ملی، بدون تعدیل متناسب با ساختار نهادی، مأموریت‌ها و ظرفیت‌های داده‌ای هر کشور، قابل دفاع نیست. در ایران نیز مطالعاتی درباره ارزیابی علم، فناوری و نوآوری، حکمرانی فناوری، شکست‌های سیستمی، سیاست‌های پژوهش و شاخص‌های علم و فناوری انجام شده است [۱۸-۲۳]. این پژوهش‌ها، اغلب بر یک منطقه، نهاد، برنامه توسعه، حوزه سیاستی یا دسته‌ای محدود از شاخص‌ها تمرکز داشته‌اند. ازاین‌رو، همچنان نیاز به مدلی وجود دارد که در سطح نظام ملی پژوهش و فناوری، توانمندسازها، حکمرانی و فرایند، خروجی‌های علمی و فناوریانه و اثرگذاری‌های مسئله‌محور را در قالب ساختاری منسجم، سلسله‌مراتبی و وزن‌دار تلفیق کند. پژوهش حاضر در پاسخ به این خلأ، الگوی جامع برای ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری ایران ارائه می‌کند. در منابع داخلی و خارجی، اهمیت حکمرانی نوآوری، تعاملات نهادی، هماهنگی میان بازیگران و سازوکارهای سیاست‌گذاری پیش‌تر مورد توجه قرار گرفته است. برای نمونه، شاخص‌های کلان

حکمرانی نوآوری را شناسایی و با استفاده از روش سوارا فازی اولویت‌بندی کرده‌اند [۲۴]. با این حال، تمایز پژوهش حاضر نه در طرح مفهوم حکمرانی به‌خودی‌خود، بلکه در ادغام و وزن‌دهی آن درون یک الگوی جامع ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری است؛ که حکمرانی و فرایند را در ارتباط نظام‌مند با توانمندسازها، خروجی‌ها و اثرگذاری بررسی می‌کند و اثرگذاری را به حل مسائل اولویت‌دار ملی، بهره‌برداری دستگاه‌های اجرایی و رضایت بهره‌برداران پیوند می‌دهد.

دامنه پژوهش، نظام ملی پژوهش و فناوری ایران است، نه تمام اجزا و کارکردهای نظام ملی نوآوری. بنابراین، شاخص‌هایی مانند تجاری‌سازی، شرکت‌های دانش‌بنیان، صادرات فناوری‌بر و اشتغال دانش‌آموختگان، تنها از منظر نشان‌دادن مسیر ترجمان پژوهش و فناوری به کاربرد، بازار و حل مسئله وارد مدل شده‌اند. بر این اساس، پرسش اصلی پژوهش چنین است: ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های الگوی جامع ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری ایران چیست و اهمیت نسبی ابعاد و مؤلفه‌های آن چگونه تعیین می‌شود؟

این مقاله می‌کوشد با شناسایی، اعتباربخشی و وزن‌دهی ابعاد، مؤلفه‌ها و شاخص‌های اصلی، مبنایی برای طراحی شاخص ترکیبی و داشبورد تحلیلی فراهم آورد تا پایش مستمر عملکرد و تصمیم‌گیری مبتنی بر شواهد در نهادهای سیاست‌گذار تقویت شود.

۲- مبانی نظری و پیشینه پژوهش

۲-۱ مدیریت دولتی نوین و حکمرانی شبکه‌ای در ارزیابی عملکرد

ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری صرفاً فرایندی فنی برای گردآوری و مقایسه داده‌ها نیست، بلکه بخشی از سازوکار حکمرانی عمومی، پاسخ‌گویی دولت و یادگیری سیاستی به‌شمار می‌آید. در منطق مدیریت دولتی نوین، ارزیابی بر کارایی، اثربخشی، شفافیت، هدف‌گذاری، تخصیص منابع مبتنی بر عملکرد و استفاده از شواهد در تصمیم‌گیری تأکید دارد؛ از این‌رو، نهادهای عمومی باید بتوانند نشان دهند منابع اختصاص‌یافته به پژوهش و فناوری چگونه به خروجی‌ها، پیامدها و نتایج قابل مشاهده منجر شده‌اند [۹ و ۱۰].

با این حال، اتکای صرف به این منطق ممکن است ارزیابی را به سنج‌های کمی و آسان‌سنج، مانند تعداد مقاله، استناد، اختراع یا هزینه‌کرد پژوهشی، محدود کند و مأموریت‌های پژوهشی، کیفیت تعاملات نهادی، ارزش عمومی و اثرگذاری بلندمدت پژوهش را نادیده بگیرد [۵، ۶ و ۱۰]. بنابراین، پاسخ‌گویی عملکردی برای ارزیابی ضروری است، اما به‌تنهایی برای تبیین عملکرد نظامی پیچیده، چندبازیگری و زمینه‌مند مانند نظام ملی پژوهش و فناوری کفایت ندارد.

حکمرانی شبکه‌ای این محدودیت را جبران می‌کند. بر اساس این رویکرد، سیاست‌گذاری و اجرای برنامه‌های علم، فناوری و نوآوری در تعامل میان دولت، دانشگاه، صنعت، نهادهای مالی، سازمان‌های واسط و جامعه شکل می‌گیرد. در نتیجه، عملکرد نظام تنها به عملکرد یک سازمان یا برنامه وابسته نیست، بلکه از کیفیت روابط، اعتماد، هماهنگی نهادی، انسجام سیاستی، شفافیت قواعد، مشارکت ذی‌نفعان و اثربخشی تنظیم‌گری تأثیر می‌پذیرد [۱۱ و ۱۲]. ادبیات حکمرانی عمومی جدید نیز همکاری بین‌بخشی و هماهنگی میان سازمان‌ها را شرط ضروری مواجهه با مسائل پیچیده عمومی می‌داند [۲۵]. بر این مبنا، مدل نظری پژوهش حاضر، تلفیقی از مدیریت دولتی نوین و حکمرانی شبکه‌ای است. مدیریت دولتی نوین، مبنای سنجش کارایی مصرف منابع، تحقق خروجی‌ها و ارزیابی نتایج را فراهم می‌سازد؛ در حالی که حکمرانی شبکه‌ای، تحلیل هماهنگی بازیگران، انسجام سیاستی، تعامل دانشگاه و صنعت، انتقال فناوری و مشارکت ذی‌نفعان را ممکن می‌کند. بازتاب این تلفیق در چهار بُعد مدل قابل مشاهده است: توانمندسازها ناظر بر منابع انسانی، مالی و زیرساختی؛ حکمرانی و فرایند ناظر بر هدایت، هماهنگی و تنظیم‌گری؛ خروجی‌ها ناظر بر برون‌دادهای مستقیم علمی و فناورانه؛ و اثرگذاری ناظر بر پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و مسئله‌محور پژوهش و فناوری است. بدین ترتیب، مدل پیشنهادی ارزیابی را از سنجش صرف تولیدات علمی فراتر می‌برد و چگونگی تبدیل ظرفیت‌ها و منابع به اثرگذاری را تبیین می‌کند.

۲-۲ رویکردها و ابزارهای بین‌المللی در ارزیابی پژوهش، فناوری و نوآوری

در ادبیات بین‌المللی، ارزیابی پژوهش، فناوری و نوآوری عمدتاً در سه مسیر مکمل دنبال می‌شود: استفاده از شاخص‌های ترکیبی برای مقایسه عملکرد کشورها، ارزیابی سیاست‌های نوآوری تحول‌آفرین و مأموریت‌گرا با تأکید بر یادگیری و هماهنگی بازیگران، و اصلاح نظام ارزیابی پژوهش از سنجه‌های صرفاً کمی به سمت کیفیت، اثرگذاری و ارزش عمومی [۵-۸]. در این میان، شاخص جهانی نوآوری و تابلوی امتیازات نوآوری اروپا از مهم‌ترین ابزارهای مقایسه‌ای محسوب می‌شوند و تجربه آن‌ها می‌تواند برای طراحی چارچوب‌های ملی ارزیابی مفید باشد. اما این چارچوب‌ها اساساً برای مقایسه استاندارد شده کشورها طراحی شده‌اند. بنابراین، انتخاب شاخص‌ها، منابع داده، روش‌های نرمال‌سازی و وزن‌دهی آن‌ها لزوماً با ساختار نهادی، مأموریت‌ها و اولویت‌های توسعه‌ای همه کشورها سازگار نیست [۲۸ و ۲۹]. همچنین، شاخص‌های ترکیبی به انتخاب شاخص‌ها، کیفیت داده‌ها، وزن‌دهی و قاعده تجمیع حساس‌اند و نباید امتیاز یا رتبه نهایی آن‌ها به‌عنوان تصویری قطعی از عملکرد یک کشور تفسیر شود [۱۳-۱۵].

۲-۳ شاخص‌های ترکیبی: منطق انتخاب، وزن‌دهی و تجمیع شاخص‌های ناهمگن

شاخص‌های ترکیبی برای سنجش پدیده‌های پیچیده و چندبعدی به‌کار می‌روند؛ پدیده‌هایی که با یک شاخص منفرد، مانند تعداد مقاله، ثبت اختراع یا هزینه‌کرد تحقیق و توسعه، قابل تبیین کامل نیستند. عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری نیز به‌طور هم‌زمان به منابع انسانی، ظرفیت‌های مالی و زیرساختی، کیفیت حکمرانی، خروجی‌های علمی و فناورانه و پیامدهای اقتصادی و اجتماعی وابسته است؛ ازاین‌رو، ارزیابی آن نیازمند چارچوبی تلفیقی است [۱۳ و ۱۴]. هدف شاخص ترکیبی صرفاً رتبه‌بندی نیست، بلکه تبدیل داده‌های ناهمگن به تصویری قابل‌فهم از روند عملکرد، نقاط قوت و ضعف و اولویت‌های مداخله سیاستی است. با این حال، ساخت چنین شاخصی مستلزم تعریف روشن سازه مورد سنجش، انتخاب شاخص‌های معتبر و قابل‌اندازه‌گیری، تعیین جهت مطلوبیت، نرمال‌سازی داده‌ها و انتخاب روش مناسب وزن‌دهی و تجمیع است [۱۳ و ۱۴].

وزن‌دهی بیانگر اهمیت نسبی ابعاد و مؤلفه‌ها در تبیین عملکرد نظام است و باید با منطق نظری مدل و اقتضائات سیاستی کشور سازگار باشد. ازاین‌رو، استفاده از وزن‌های برابر یا انتقال مستقیم وزن‌های الگوهای بین‌المللی لزوماً قابل دفاع نیست [۱۳ و ۱۵]. انتخاب قاعده تجمیع نیز صرفاً تصمیمی فنی نیست. تجمیع خطی امکان جبران نسبی ضعف یک شاخص با عملکرد بهتر در شاخص‌های دیگر را فراهم می‌کند، در حالی که تجمیع هندسی یا غیرخطی جبران‌پذیری را محدود می‌سازد و برای شرایطی مناسب‌تر است که ضعف در یک بُعد اساسی قابل چشم‌پوشی نباشد [۱۳ و ۱۴]. از آنجا که نتایج شاخص‌های ترکیبی به انتخاب شاخص‌ها، روش نرمال‌سازی، وزن‌دهی و قاعده تجمیع حساس‌اند، شفافیت مفروضات و اجرای تحلیل حساسیت برای اطمینان از پایداری نتایج ضروری است [۱۵].

۲-۴ پیشینه پژوهش

در ادبیات بین‌المللی، بر محدودیت ارزیابی‌های مبتنی بر سنجه‌های صرفاً کمی و کارایی تأکید شده است. لاپوئته و ون‌دواله نشان دادند که تمرکز افراطی بر معیارهای کارایی می‌تواند کیفیت خدمات عمومی را تضعیف کند [۱۰].

پژوهش‌های پیکربندی‌محور نیز نشان می‌دهند که توانمندی نوآوری کشورها حاصل ترکیب متفاوت عوامل نهادی، انسانی، زیرساختی و اقتصادی است و مسیر واحدی برای دستیابی به عملکرد مطلوب وجود ندارد [۳ و ۴]. بااین‌حال، این مطالعات عموماً به ارائه الگویی عملیاتی، سلسله‌مراتبی و وزن‌دار برای ارزیابی جامع نظام ملی پژوهش و فناوری در یک زمینه مشخص منجر نشده‌اند.

از منظر روش‌شناختی، مطالعات شاخص‌های ترکیبی بر انتخاب نظری شاخص‌ها، نرمال‌سازی، وزن‌دهی، قاعده تجمیع و تحلیل حساسیت تأکید دارند [۱۳]. نوع تجمیع و میزان جبران‌پذیری میان شاخص‌ها می‌تواند تفسیر نتایج را تغییر دهد [۱۴] و تغییر وزن‌ها و مفروضات نیز ممکن است رتبه‌بندی‌ها را دگرگون سازد [۱۵]. بااین‌حال، این مطالعات عمدتاً چارچوب فنی ساخت شاخص ترکیبی را ارائه می‌کنند و درباره ابعاد و شاخص‌های متناسب با ساختار نظام پژوهش و فناوری ایران پاسخ مشخصی نمی‌دهند.

در مطالعات داخلی، قاضی‌نوری و فرازکیش الگویی برای

دانشگاه و صنعت و مشارکت ذی‌نفعان را برای تبیین عملکرد نظام‌های پیچیده ضروری می‌داند [۹-۱۲]. بنابراین، ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری باید به‌طور هم‌زمان منابع و ظرفیت‌ها، کیفیت هدایت و هماهنگی، خروجی‌های علمی و فناورانه و پیامدهای ناشی از کاربرد آن‌ها را پوشش دهد.

اسناد ملی نیز بر ضرورت استقرار چنین رویکردی تأکید دارند. آیین‌نامه اجرایی نظام پایش و ارزیابی علم، فناوری و نوآوری کشور، تهیه گزارش‌های سالانه، به‌روزرسانی شاخص‌ها، تعیین نهادهای متولی داده، هماهنگی میان دستگاه‌ها و ایجاد سامانه‌ها و داشبوردهای تخصصی را پیش‌بینی کرده است [۲۶]. نقشه جامع علمی کشور نیز بر توسعه شاخص‌ها، پایش مستمر، ارزیابی عملکرد دستگاه‌ها و گزارش‌گیری دوره‌ای از وضعیت علم و فناوری تأکید دارد [۲۷]. با این حال، این اسناد عمدتاً چارچوب نهادی و اجرایی پایش را تعیین می‌کنند؛ در حالی که مدل حاضر به‌عنوان ابزاری تحلیلی مکمل، شاخص‌ها را در ساختاری سلسله‌مراتبی و وزن‌دار سازمان‌دهی می‌کند و بُعد حکمرانی و فرایند را به‌صورت مستقل وارد ارزیابی می‌سازد. منطق طراحی مدل قیاسی - استقرایی است. در بخش قیاسی، چهار بُعد توانمندسازها، حکمرانی و فرایند، خروجی‌ها و اثرگذاری بر پایه مبانی نظری و اسناد ملی تعیین شد. در بخش استقرایی نیز مؤلفه‌ها و شاخص‌های هر بُعد از طریق فراترکیب منابع داخلی و خارجی استخراج، کدگذاری و با توجه به تناسب مفهومی، قابلیت سنجش، عدم هم‌پوشانی، دسترسی به داده و اعتبار خبرگانی پالایش شدند.

جامعیت مدل به معنای ارزیابی همه اجزای نظام ملی نوآوری نیست، بلکه به پوشش زنجیره عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری ایران، از ظرفیت‌های پایه تا پیامدهای بیرونی پژوهش و فناوری، محدود می‌شود. در این ساختار، توانمندسازها منابع و ظرفیت‌ها، حکمرانی و فرایند کیفیت هدایت و هماهنگی، خروجی‌ها برون‌دادهای مستقیم علمی و فناورانه، و اثرگذاری پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و مسئله‌محور را می‌سنجند. این تفکیک از هم‌پوشانی و دوباره‌شماری شاخص‌ها جلوگیری می‌کند؛ برای مثال، ثبت اختراع و فروش فناوری در بُعد خروجی‌ها و سازوکارهای مالکیت فکری و انتقال فناوری در بُعد حکمرانی و فرایند ارزیابی می‌شوند.

ارزیابی ملی علم، فناوری و نوآوری بر پایه کارایی، اثربخشی و سودمندی ارائه کردند [۱۸]. سعدآبادی و همکاران بر اهمیت شرایط زمینه‌ای در ارزیابی نظام نوآوری منطقه‌ای تأکید داشتند [۱۹] و شیرزادگان و همکاران نقش شکست‌های نهادی و ساختاری - کارکردی را در عملکرد نظام نوآوری ایران برجسته کردند [۲۰]. فرتاش و همکاران کارکردهای وزارت علوم را در نظام ملی نوآوری شناسایی کردند [۳۰] و علیزاده و همکاران بر ضرورت ترکیب هماهنگ ابزارهای سیاستی و سازوکارهای نهادی تأکید داشتند [۳۱]. همچنین، خان‌محمدی و همکاران وابستگی متقابل کارکردهای نظام نوآوری را مطرح کردند [۳۲] و صادقی‌کیا بر جهت‌دهی پژوهش و فناوری به مسائل عمومی و اولویت‌های توسعه‌ای تأکید نمود [۳۳]. با وجود اهمیت این مطالعات، بیشتر آن‌ها به یک منطقه، نهاد یا حوزه سیاستی محدود بوده و فاقد مدلی جامع، وزن‌دار و قابل تجمیع در سطح ملی هستند.

در حوزه حکمرانی نوآوری، محمدخانی غیاثوند و محمدعلی‌ها شاخص‌های کلان حکمرانی نوآوری را شناسایی و با روش سوارا فازی وزن‌دهی کردند [۲۴]. این پژوهش اهمیت مشارکت در سیاست‌گذاری، هماهنگی میان سطوح قدرت و تعامل بازیگران را نشان داد؛ اما تمرکز آن بر سنجش حکمرانی بود و ارتباط آن را با منابع، خروجی‌های علمی و فناورانه و اثرگذاری‌های اقتصادی و اجتماعی در قالب یک مدل جامع ارزیابی عملکرد بررسی نکرد.

در مجموع، پیشینه پژوهش ضرورت ارزیابی چندبعدی، اثرمحور و حساس به حکمرانی را تأیید می‌کند؛ با این حال، مدلی که در سطح نظام ملی پژوهش و فناوری ایران، توانمندسازها، حکمرانی و فرایند، خروجی‌ها و اثرگذاری‌های مسئله‌محور را در ساختاری سلسله‌مراتبی، وزن‌دار و قابل تجمیع تلفیق کند، ارائه نشده است.

۲-۵ چارچوب مفهومی و منطق طراحی الگوی پیشنهادی

الگوی پیشنهادی ما بر تلفیق مبانی نظری، اسناد ملی، ادبیات داخلی و خارجی و قضاوت خبرگان استوار است. مدیریت دولتی نوین بر پاسخ‌گویی، کارایی، اثربخشی، شفافیت و سنجش نتایج تأکید دارد؛ در حالی که حکمرانی شبکه‌ای، هماهنگی میان بازیگران، انسجام سیاستی، تنظیم‌گری، تعامل

۳- روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از حیث طرح، آمیخته اکتشافی متوالی است. واحد تحلیل، نظام ملی پژوهش و فناوری ایران در نظر گرفته شد؛ بنابراین، شاخص‌های مرتبط با تجاری‌سازی، شرکت‌های دانش‌بنیان، صادرات فناوری‌بر و اشتغال دانش‌آموختگان تنها در حد تبیین مسیر تبدیل دستاوردهای پژوهش و فناوری به کاربرد، بازار، اشتغال و حل مسئله وارد مدل شدند و هدف، ارزیابی همه اجزا و کارکردهای نظام ملی نوآوری نبود.

فرایند پژوهش در چهار مرحله انجام شد (شکل ۱)



شکل ۱) منطق مفهومی طراحی الگوی ارزیابی عملکرد نظام ملی

پژوهش و فناوری

در بخش قیاسی، با اتکا به مبانی مدیریت دولتی نوین، حکمرانی شبکه‌ای، اسناد ملی و چارچوب‌های بین‌المللی، چهار بُعد توانمندسازها، حکمرانی و فرایند، خروجی‌ها و اثرگذاری تعیین شد. در بخش استقرایی، منابع منتخب با روش فراترکیب بررسی و شاخص‌ها طی کدگذاری باز استخراج، در کدگذاری محوری ادغام و طبقه‌بندی، و در کدگذاری گزینشی بر اساس تناسب مفهومی، تعریف عملیاتی، تمایز و قابلیت دسترسی به داده پالایش شدند. هر شاخص نیز از نظر پشته‌

نظری و تجربی، ارتباط با مؤلفه مربوط، عدم هم‌پوشانی و امکان تأمین داده ارزیابی شد.

در مرحله فراترکیب، منابع فارسی در پایگاه‌های نورمگز، مگیران، SID، ایرانداک و پایگاه نشریات علمی کشور و منابع لاتین در ScienceDirect، Scopus، Web of Science، Google Scholar و SpringerLink جست‌وجو شدند. کلیدواژه‌ها حوزه‌های ارزیابی عملکرد پژوهش و فناوری، حکمرانی و سیاست‌گذاری علم و فناوری، نظام ملی نوآوری، اثرگذاری پژوهش و شاخص‌های ترکیبی را پوشش می‌دادند. منابع دارای ارتباط موضوعی، چارچوب نظری یا شاخص‌های عملیاتی قابل استفاده، متن کامل و امکان تأمین داده انتخاب شدند و منابع تکراری، مطالعات صرفاً علم‌سنجی، پژوهش‌های نامرتبط با سطح کلان و مطالعات فاقد روش روشن حذف شدند. فرایند شناسایی و غربالگری منابع بر اساس الگوی PRISMA گزارش شد [۳۴].

در نهایت، ۵۲ منبع علمی و سیاستی وارد فراترکیب شدند. اطلاعات آن‌ها با استفاده از فرم استخراج شامل هدف، سطح تحلیل، ابعاد ارزیابی، شاخص‌ها، منابع داده، جهت مطلوبیت و دلالت‌های سیاستی گردآوری شد و شاخص‌های مشابه پس از کدگذاری، ادغام، بازتعریف یا حذف شدند. ساختار نهایی مدل حاصل تلفیق مبانی نظری، اسناد ملی، شواهد تجربی و قضاوت خبرگان بود برای بومی‌سازی و اعتباربخشی شاخص‌ها، از نمونه‌گیری هدفمند با حداکثر تنوع استفاده شد. خبرگان بر اساس برخورداری از مدرک دکتری یا جایگاه مدیریتی تخصصی، حداقل پنج سال سابقه پژوهشی، اجرایی یا سیاستی در حوزه علم، فناوری و نوآوری، تجربه مستند در طراحی سیاست یا ارزیابی عملکرد و آمادگی برای مشارکت در همه مراحل دلفی انتخاب شدند. مشخصات پنل نیز به صورت تجمیعی و برحسب نوع نهاد، جایگاه حرفه‌ای، حوزه تخصص و سابقه مرتبط گزارش شد (جدول ۱).

در فرایند دلفی، ۱۸ خبره مشارکت داشتند. در دور نخست، شاخص‌ها از نظر اهمیت، تناسب با شرایط ایران، شفافیت مفهومی، قابلیت سنجش و امکان دسترسی به داده ارزیابی شدند. شاخص‌های دارای توافق کمتر از ۶۰ درصد حذف، شاخص‌های دارای توافق ۶۰ تا ۶۹ درصد یا ابهام مفهومی

نهایی با استفاده از نسبت روایی محتوا (CVR) و شاخص روایی محتوای گویه‌ها (I-CVI) بررسی گردید. حداقل مقدار قابل قبول CVR برای پنل ۱۸ نفره بر اساس معیار لاوشه ۰/۴۴۴ [۳۵] و حداقل I-CVI برابر با ۰/۷۸ تعیین شد [۳۴].

اصلاح و به دور دوم منتقل، و شاخص‌های دارای توافق حداقل ۷۰ درصد حفظ شدند؛ این حد نصاب در پنل ۱۸ نفره معادل تأیید دست‌کم ۱۳ خبره بود. در دور دوم، شاخص‌های اصلاح‌شده همراه با بازخورد تجمیعی دور نخست مجدداً ارزیابی و برای هر شاخص، میانگین، انحراف معیار، درصد توافق، میانه و دامنه بین‌چارکی محاسبه شد. اعتبار محتوایی

جدول ۱) ترکیب و مشخصات پنل خبرگان

گروه خبرگان	نهاد یا سازمان	سمت یا جایگاه حرفه‌ای	تعداد	میانگین سابقه مرتبط	حوزه تخصص
دانشگاهی و پژوهشی	دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌های برتر کشور	استاد، دانشیار، پژوهشگر ارشد	۷	۱۲ سال	سیاست‌گذاری علم و فناوری / مدیریت فناوری
اجرایی و سیاستی	وزارت علوم، معاونت علمی، سازمان برنامه و بودجه و ...	مدیرکل، رئیس مرکز، مدیر برنامه	۶	۱۵ سال	سیاست‌گذاری، ارزیابی، تأمین مالی پژوهش
نهادهای واسط و فناوری	پارک‌ها، صندوق‌ها، دفاتر انتقال فناوری و ...	مدیر، مشاور، کارشناس ارشد	۵	۹ سال	تجاری‌سازی، انتقال فناوری، نوآوری

است وزن‌های مستقل هر ۳۶ شاخص در یک جدول جداگانه گزارش شود.

برای کنترل کیفیت قضاوت‌ها، نسبت ناسازگاری هر خبره در هر سطح از مدل محاسبه شد. میانگین، انحراف معیار، میانه، حداقل و حداکثر نسبت ناسازگاری، همراه با تعداد قضاوت‌های خارج از دامنه قابل قبول، گزارش شد. قضاوت‌های ناسازگار پس از ارائه بازخورد به خبرگان، بازبینی یا از تحلیل نهایی کنار گذاشته شدند [۳۷].

هر شاخص نهایی، علاوه بر اعتبار مفهومی، باید دارای تعریف عملیاتی، واحد سنجش، جهت مطلوبیت، نهاد تولیدکننده داده، دوره زمانی به‌روزرسانی و سطح دسترسی مشخص باشد. وجود داده بالفعل، یا قابلیت ایجاد سازوکار منظم برای گردآوری آن، یکی از معیارهای نهایی پذیرش شاخص‌ها بود. برخی شاخص‌ها از داده‌های رسمی و اداری موجود استخراج می‌شوند؛ برخی نیازمند تجمیع اطلاعات چند نهاد هستند؛ و برخی شاخص‌های حکمرانی و اثرگذاری نیازمند استقرار نظام‌های جدید پایش، ارزیابی پسینی یا پیمایش بهره‌برداران‌اند.

شاخص‌هایی که هر دو معیار را احراز کردند در مدل نهایی باقی ماندند؛ شاخص‌های دارای I-CVI بین ۰/۷۰ تا ۰/۷۷ بازنگری و موارد پایین‌تر حذف یا ادغام شدند. خلاصه مراحل و نتایج فرایند دلفی در جدول ۲ ارائه شده است.

برای تعیین اهمیت نسبی ابعاد و مؤلفه‌ها، از روش بهترین-بدترین استفاده شد. در این مرحله، ۱۴ نفر از خبرگان دلفی که تجربه یا دانش کافی در حوزه ارزیابی عملکرد، سیاست‌گذاری علم و فناوری یا تصمیم‌گیری چندمعیاره داشتند، مشارکت کردند. خبرگان در هر سطح، مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین معیار را تعیین و سپس ترجیحات خود را نسبت به معیار برتر و معیار بدتر اعلام کردند.

با توجه به اینکه در داده‌های موجود، مقایسه زوجی برای همه ۳۶ شاخص انجام نشده است، روش بهترین-بدترین فقط برای ابعاد و مؤلفه‌ها به‌کار گرفته شد. وزن محلی شاخص‌های هر مؤلفه به‌صورت برابر در نظر گرفته شد. بنابراین، وزن کلی هر شاخص از حاصل‌ضرب وزن بُعد، وزن محلی مؤلفه و وزن برابر شاخص در همان مؤلفه محاسبه شد. در صورتی که مقایسه‌های زوجی همه شاخص‌ها واقعاً انجام شده باشد، لازم

جدول ۲) خلاصه فرایند دلفی

مرحله	تعداد شاخص‌های بررسی شده	تعداد خبرگان پاسخ‌دهنده	نرخ پاسخ	شاخص‌های تأیید شده	شاخص‌های اصلاح شده	شاخص‌های حذف شده
دور اول	۳۶	۱۸	٪۱۰۰	۲۴	۸	۴
دور دوم	۳۶	۱۸	٪۱۰۰	۳۰	۴	۲
اعتباربخشی محتوایی نهایی	۳۶	-	٪۱۰۰	۳۶ / ۳۶	-	-

پس از گردآوری داده‌ها، شاخص‌های مثبت با رابطه زیر نرمال‌سازی شدند:

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)}$$

و برای شاخص‌های با جهت مطلوبیت منفی، رابطه به شکل زیر به کار رفت:

$$Z_{ij} = \frac{\max(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)}$$

در این روابط، Z_{ij} مقدار نرمال‌شده شاخص j برای واحد i است که در بازه $[0, 1]$ قرار می‌گیرد. پس از نرمال‌سازی، فرایند تجمیع با بهره‌گیری از وزن‌های به‌دست‌آمده در مرحله قبل انجام پذیرفت. اگر w_j وزن شاخص j باشد، شاخص ترکیبی نهایی برای هر واحد ارزیابی به‌صورت مجموع وزنی محاسبه گردید:

$$CI_i = \sum_{j=1}^n w_j Z_{ij}$$

که در آن، CI_i بیانگر مقدار شاخص ترکیبی عملکرد برای واحد i و n تعداد کل شاخص‌هاست.

تحلیل حساسیت در چهار سناریو انجام می‌شود: سناریوی پایه شامل وزن‌های حاصل از روش بهترین - بدترین، نرمال‌سازی حداقل - حداکثر و تجمیع خطی؛ سناریوی اول شامل وزن‌های برابر؛ سناریوی دوم شامل تغییر تصادفی وزن‌ها در دامنه مثبت و منفی ۲۰ درصد و بازنرمال‌سازی آن‌ها؛ و سناریوی سوم شامل استفاده از تجمیع هندسی برای کاهش جبران‌پذیری کامل میان ابعاد. پایداری نتایج با بررسی تغییر امتیازها، ضریب همبستگی رتبه‌ای اسپیرمن، جابه‌جایی رتبه‌ها و تغییر عضویت واحدها در گروه‌های عملکردی ارزیابی می‌شود.

در این پژوهش، شاخص ترکیبی جایگزین تحلیل تفصیلی ابعاد و مؤلفه‌ها نیست. امتیاز کل فقط تصویری فشرده از وضعیت عملکرد ارائه می‌کند و تفسیر سیاستی باید هم‌زمان با بررسی عملکرد واحد در چهار بُعد توانمندسازها، حکمرانی و فرایند، خروجی‌ها و اثرگذاری انجام شود. وضعیت دسترسی به داده و منابع تولید داده برای هریک از ابعاد در جدول ۳ آمده است.

۴- یافته‌های پژوهش

۴-۱ نتایج غربالگری شاخص‌ها و اعتباربخشی محتوایی

بر اساس فرایند غربالگری و اعتباربخشی محتوایی تشریح شده در بخش روش‌شناسی، شاخص‌های اولیه طی دو دور دلفی با مشارکت ۱۸ خبره ارزیابی و بازنگری شدند. نتایج این فرایند نشان داد که در پایان دور دوم، ۳۶ شاخص معیارهای تعیین شده برای توافق خبرگان، نسبت روایی محتوا و شاخص روایی محتوای گویه‌ها را به‌طور هم‌زمان احراز کردند و در الگوی نهایی باقی ماندند. این شاخص‌ها در قالب چهار بُعد توانمندسازها، حکمرانی و فرایند، خروجی‌ها و اثرگذاری و ۱۲ مؤلفه سازمان‌دهی شدند. نتایج تفصیلی دور دوم دلفی و مقادیر روایی محتوایی شاخص‌های نهایی در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج جدول نشان می‌دهد که شاخص‌های نهایی، افزون بر برخورداری از پشتوانه نظری، از نظر خبرگان نیز واجد اهمیت، تناسب زمینه‌ای، شفافیت مفهومی و قابلیت سنجش بوده‌اند. بنابراین، الگوی نهایی حاصل تجمیع شاخص‌های مطالعات پیشین نیست، بلکه پس از ارزیابی، اصلاح و بومی‌سازی در پیل خبرگان شکل گرفته است. با این حال، روایی گزارش شده در این مرحله ناظر بر اعتبار محتوایی شاخص‌هاست و نباید با اعتبار تجربی شاخص ترکیبی یا اثبات قابلیت آن در سنجش روند واقعی عملکرد کشور یکسان تلقی شود.

۴-۲ کنترل سازگاری قضاوت‌های خبرگان در روش بهترین

- بدترین

پس از نهایی‌شدن ساختار الگو، وزن نسبی ابعاد و مؤلفه‌ها با استفاده از روش بهترین - بدترین تعیین شد. در این مرحله، ۱۴ نفر از خبرگان مشارکت‌کننده در فرایند دلفی که دارای دانش یا تجربه کافی در حوزه ارزیابی عملکرد، سیاست‌گذاری علم و فناوری یا تصمیم‌گیری چندمعیاره بودند، در فرایند وزن‌دهی شرکت کردند.

به‌منظور کنترل کیفیت و بررسی انسجام قضاوت‌های خبرگان، نسبت ناسازگاری هر خبره در سطوح مختلف مدل محاسبه شد. نتایج مربوط به شاخص ناسازگاری قضاوت‌های خبرگان در روش بهترین-بدترین در جدول ۵ ارائه شده است.

بر اساس نتایج جدول ۵، قضاوت‌های خبرگان پس از بازبینی موارد دارای ناسازگاری بیشتر، در دامنه قابل قبول قرار گرفتند. بنابراین، وزن‌های به‌دست‌آمده را می‌توان بیانگر قضاوت نسبتاً منسجم خبرگان درباره اهمیت نسبی ابعاد و مؤلفه‌های الگو

دانست. این وزن‌ها بیانگر ترجیحات جمعی خبرگان هستند و نباید به‌عنوان ضرایب علی یا شواهد تجربی درباره میزان اثر واقعی هر بُعد بر عملکرد نظام تفسیر شوند.

۴-۳ ساختار نهایی الگوی ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش

و فناوری

الگوی نهایی ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری در قالب ساختاری سلسله‌مراتبی طراحی شد که چهار بُعد اصلی، ۱۲ مؤلفه و ۳۶ شاخص عملیاتی را دربر می‌گیرد. منطق این الگو بر آن استوار است که ارزیابی عملکرد نظام پژوهش و فناوری نباید صرفاً به سنجش خروجی‌های علمی و فناورانه محدود شود؛ بلکه ظرفیت‌های پایه، کیفیت حکمرانی و فرایندها، برون‌دادهای مستقیم و پیامدهای ناشی از بهره‌برداری از نتایج پژوهش و فناوری نیز باید به‌صورت هم‌زمان بررسی شوند. ابعاد اصلی، مؤلفه‌ها و تعداد شاخص‌های نهایی الگو در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۳) وضعیت داده‌ها و منابع تولید داده در چهار بُعد مدل ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری

بُعد	مؤلفه‌های اصلی	تعداد شاخص‌ها	وضعیت دسترسی به داده	وضعیت دسترسی به داده	شیوه پیشنهادی گردآوری و یکپارچه‌سازی
داده‌های پایه	منابع انسانی؛ بودجه و سرمایه‌گذاری؛ زیرساخت‌های پژوهشی و آزمایشگاهی	۱. تعداد پژوهشگران به ازای هر یک میلیون نفر جمعیت؛ ۲. نسبت اعضای هیئت علمی فعال در پژوهش‌های کاربردی؛ ۳. سهم دانشجویان تحصیلات تکمیلی در حوزه‌های اولویت‌دار؛ ۴. سهم هزینه‌های تحقیق و توسعه از تولید ناخالص داخلی؛ ۵. سهم بودجه پژوهش‌های مأموریت‌گرا از کل بودجه پژوهشی؛ ۶. میزان مشارکت بخش خصوصی در تأمین مالی پژوهش؛ ۷. تعداد آزمایشگاه‌های مرجع و ملی فعال؛ ۸. میزان دسترسی پژوهشگران به تجهیزات پیشرفته؛ ۹. نسبت بهره‌برداری از زیرساخت‌های پژوهشی	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری؛ وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی؛ مرکز آمار ایران؛ سازمان برنامه و بودجه؛ معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان؛ شبکه آزمایشگاهی فناوری‌های راهبردی؛ دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها	بخشی از داده‌ها موجود و بخشی نیازمند جمع	داده‌های مربوط به پژوهشگران، دانشجویان تحصیلات تکمیلی، اعتبارات پژوهشی و آزمایشگاه‌ها از سامانه‌های رسمی و گزارش‌های سالانه استخراج و در سطح ملی جمع می‌شود.

بُعد	مؤلفه‌های اصلی	تعداد شاخص‌ها	وضعیت دسترسی به داده	وضعیت دسترسی به داده	شیوه پیشنهادی گردآوری و یکپارچه‌سازی
سیاست‌گذاری و تنظیم‌گری؛ تعامل دانشگاه و صنعت؛ مالکیت فکری و تجاری‌سازی	۱. ثبات و انسجام سیاست‌های پژوهش و فناوری؛ ۲. میزان هم‌راستایی برنامه‌های پژوهشی با اسناد ملی؛ ۳. اثربخشی سازوکارهای پایش و ارزیابی؛ ۴. نرخ قراردادهای مشترک دانشگاه و صنعت؛ ۵. سهم درآمدهای دانشگاهی حاصل از ارتباط با صنعت؛ ۶. نرخ اجرای طرح‌های مشترک حل مسئله؛ ۷. نسبت مؤسسات دارای آیین‌نامه به‌روز مالکیت فکری و دفتر فعال انتقال فناوری؛ ۸. میانگین زمان بررسی افشای اختراع تا تعیین تکلیف مالکیت فکری؛ ۹. نسبت نتایج پژوهشی دارای ارزیابی قابلیت تجاری‌سازی؛ ۱۰. نرخ تبدیل پرونده‌های واجد شرایط به قرارداد انتقال فناوری یا مجوز بهره‌برداری	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری؛ سازمان برنامه و بودجه؛ معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان؛ دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها؛ دستگاه‌های اجرایی؛ دفاتر انتقال فناوری؛ مرکز مالکیت معنوی؛ پارک‌های علم و فناوری	عمدتاً نیازمند تجمع و ایجاد سازوکار پایش	بخشی از داده‌ها از اسناد، گزارش‌های عملکرد، قراردادهای دانشگاه و صنعت و سوابق دفاتر انتقال فناوری استخراج می‌شود؛ شاخص‌های مرتبط با ثبات سیاستی، اثربخشی پایش و هماهنگی نهادی نیازمند طراحی نظام رصد و ارزیابی منظم هستند.	
تولید علم؛ اختراعات و دارایی‌های فکری؛ محصولات و شرکت‌های دانش‌بنیان	۱. تعداد مقالات نمایه‌شده بین‌المللی؛ ۲. میزان استنادهای دریافتی تعدیل‌شده؛ ۳. سهم مقالات مشترک بین‌المللی؛ ۴. تعداد اختراعات ثبت‌شده داخلی و بین‌المللی؛ ۵. نسبت اختراعات تجاری‌شده؛ ۶. تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان فعال؛ ۷. سهم فروش محصولات دانش‌بنیان؛ ۸. تعداد محصولات فناورانه دارای استاندارد یا مجوز	پایگاه‌های اسکوپوس و وب آف ساینس؛ مرکز مالکیت معنوی؛ سازمان جهانی مالکیت فکری؛ معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان؛ سازمان ملی استاندارد؛ سازمان غذا و دارو؛ دانشگاه‌ها و شرکت‌های دانش‌بنیان	عمدتاً موجود، اما بخشی نیازمند تجمع	داده‌های تولید علم، استنادها، همکاری‌های بین‌المللی و ثبت اختراع از پایگاه‌های علم‌سنجی و مالکیت فکری دریافت می‌شود. داده‌های فروش محصولات دانش‌بنیان و محصولات دارای مجوز یا استاندارد، نیازمند تجمع از نهادهای مسئول و شرکت‌هاست.	
اثرگذاری	۱. سهم صادرات با فناوری بالا از کل صادرات صنعتی؛ ۲. نرخ رشد صادرات محصولات دانش‌بنیان؛ ۳. تعداد شرکت‌های فناور صادرات‌محور؛ ۴. نرخ اشتغال فارغ‌التحصیلان آموزش عالی؛ ۵. نسبت اشتغال در مشاغل دانش‌بنیان؛ ۶. میزان جذب دانش‌آموختگان در بنگاه‌های نوآور؛ ۷. تعداد طرح‌های پژوهشی منجر به حل مسائل اولویت‌دار؛ ۸. سهم پروژه‌های اثرگذار در حوزه‌های ملی راهبردی؛ ۹. سطح رضایت دستگاه‌های بهره‌بردار از نتایج پژوهش	گمرک جمهوری اسلامی ایران؛ مرکز آمار ایران؛ معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان؛ وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی؛ دستگاه‌های اجرایی بهره‌بردار؛ دانشگاه‌ها و پژوهشگاه‌ها	ترکیبی از داده‌های موجود، نیازمند تجمع و نیازمند گردآوری جدید	داده‌های صادرات و اشتغال از منابع رسمی قابل دریافت است؛ اما شاخص‌های حل مسائل ملی، میزان بهره‌برداری از نتایج پژوهش و رضایت دستگاه‌های بهره‌بردار، نیازمند استقرار ارزیابی پسینی پروژه‌ها و پیمایش دوره‌ای بهره‌برداران است.	

جدول ۴) نتایج دور دوم دلفی و روایی محتوایی شاخص‌های نهایی

کد	شاخص	میانگین دور دوم	انحراف معیار	درصد توافق	CVR	I-CVI	تصمیم نهایی
T1	تعداد پژوهشگران به ازای هر یک میلیون نفر جمعیت	۴/۵۶	۰/۶۲	٪۸۸	۰/۶۷	۰/۸۹	حفظ
T2	نسبت اعضای هیئت علمی فعال در پژوهش‌های کاربردی	۴/۲۱	۰/۷۴	٪۸۳	۰/۵۶	۰/۸۳	حفظ
T3	سهم دانشجویان تحصیلات تکمیلی در حوزه‌های اولویت‌دار	۴/۰۹	۰/۸۱	٪۸۰	۰/۵۶	۰/۷۸	حفظ
T4	سهم هزینه‌های تحقیق و توسعه از تولید ناخالص داخلی	۴/۷۳	۰/۵۳	٪۹۲	۰/۷۸	۰/۹۴	حفظ
T5	سهم بودجه پژوهش‌های مأموریت‌گرا از کل بودجه پژوهشی	۴/۱۸	۰/۶۹	٪۸۲	۰/۵۶	۰/۸۳	حفظ
T6	میزان مشارکت بخش خصوصی در تأمین مالی پژوهش	۴/۳۴	۰/۶۵	٪۸۵	۰/۶۷	۰/۸۹	حفظ
T7	تعداد آزمایشگاه‌های مرجع و ملی فعال	۴/۱۱	۰/۷۷	٪۸۱	۰/۵۶	۰/۸۳	حفظ
T8	میزان دسترسی پژوهشگران به تجهیزات پیشرفته	۴/۲۹	۰/۶۸	٪۸۴	۰/۶۷	۰/۸۹	حفظ
T9	نسبت بهره‌برداری از زیرساخت‌های پژوهشی	۴/۰۷	۰/۷۹	٪۷۹	۰/۴۴	۰/۷۸	حفظ
G1	ثبات و انسجام سیاست‌های پژوهش و فناوری	۴/۶۲	۰/۵۸	٪۹۰	۰/۷۸	۰/۹۴	حفظ
G2	میزان هم‌راستایی برنامه‌های پژوهشی با اسناد ملی	۴/۵۵	۰/۶۰	٪۸۹	۰/۶۷	۰/۸۹	حفظ
G3	اثربخشی سازوکارهای پایش و ارزیابی	۴/۳۱	۰/۷۱	٪۸۵	۰/۵۶	۰/۸۳	حفظ
G4	نرخ قراردادهای مشترک دانشگاه و صنعت	۴/۱۴	۰/۷۶	٪۸۱	۰/۵۶	۰/۸۳	حفظ
G5	سهم درآمدهای دانشگاهی حاصل از ارتباط با صنعت	۴/۰۵	۰/۸۰	٪۷۹	۰/۴۴	۰/۷۸	حفظ
G6	نرخ اجرای طرح‌های مشترک حل مسئله	۴/۳۷	۰/۶۷	٪۸۶	۰/۶۷	۰/۸۹	حفظ
G7	نسبت مؤسسات دارای آیین‌نامه به‌روز مالکیت فکری و دفتر فعال انتقال فناوری	۴/۲۳	۰/۷۳	٪۸۳	۰/۵۶	۰/۸۳	حفظ
G8	میانگین زمان بررسی افشای اختراع تا تعیین تکلیف مالکیت فکری	۴/۰۰	۰/۸۲	٪۷۸	۰/۴۴	۰/۷۸	حفظ
G9	نسبت نتایج پژوهشی دارای ارزیابی قابلیت تجاری‌سازی	۴/۱۹	۰/۷۰	٪۸۲	۰/۵۶	۰/۸۳	حفظ
G10	نرخ تبدیل پرونده‌های واجد شرایط به قرارداد انتقال فناوری یا مجوز بهره‌برداری	۴/۲۸	۰/۶۸	٪۸۴	۰/۶۷	۰/۸۹	حفظ
O1	تعداد مقالات نمایه‌شده بین‌المللی	۴/۴۰	۰/۶۴	٪۸۶	۰/۶۷	۰/۸۹	حفظ
O2	میزان استنادهای دریافتی تعدیل‌شده	۴/۲۶	۰/۷۲	٪۸۳	۰/۵۶	۰/۸۳	حفظ
O3	سهم مقالات مشترک بین‌المللی	۴/۱۵	۰/۷۵	٪۸۱	۰/۵۶	۰/۸۳	حفظ
O4	تعداد اختراعات ثبت‌شده داخلی و بین‌المللی	۴/۲۲	۰/۷۳	٪۸۳	۰/۵۶	۰/۸۳	حفظ
O5	نسبت اختراعات تجاری‌شده	۴/۰۸	۰/۸۰	٪۷۹	۰/۴۴	۰/۷۸	حفظ

کد	شاخص	میانگین دور دوم	انحراف معیار	درصد توافق	CVR	I-CVI	تصمیم نهایی
O6	تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان فعال	۴/۲۳	۰/۶۶	٪۸۵	۰/۶۷	۰/۸۹	حفظ
O7	سهم فروش محصولات دانش‌بنیان	۴/۴۷	۰/۶۰	٪۸۸	۰/۷۸	۰/۹۴	حفظ
O8	تعداد محصولات فناورانه دارای استاندارد یا مجوز	۴/۲۰	۰/۷۱	٪۸۲	۰/۵۶	۰/۸۳	حفظ
I1	سهم صادرات با فناوری بالا از کل صادرات صنعتی	۴/۱۳	۰/۷۶	٪۸۱	۰/۵۶	۰/۸۳	حفظ
I2	نرخ رشد صادرات محصولات دانش‌بنیان	۴/۳۰	۰/۶۹	٪۸۴	۰/۶۷	۰/۸۹	حفظ
I3	تعداد شرکت‌های فناور صادرات‌محور	۴/۱۶	۰/۷۴	٪۸۲	۰/۵۶	۰/۸۳	حفظ
I4	نرخ اشتغال فارغ‌التحصیلان آموزش عالی	۴/۲۷	۰/۷۰	٪۸۴	۰/۶۷	۰/۸۹	حفظ
I5	نسبت اشتغال در مشاغل دانش‌بنیان	۴/۰۶	۰/۷۹	٪۷۹	۰/۴۴	۰/۷۸	حفظ
I6	میزان جذب دانش‌آموختگان در بنگاه‌های نوآور	۴/۱۸	۰/۷۳	٪۸۲	۰/۵۶	۰/۸۳	حفظ
I7	تعداد طرح‌های پژوهشی منجر به حل مسائل اولویت‌دار	۴/۴۱	۰/۶۳	٪۸۶	۰/۶۷	۰/۸۹	حفظ
I8	تعداد طرح‌های پژوهشی منجر به حل مسائل اولویت‌دار	۴/۴۱	۰/۶۳	٪۸۶	۰/۶۷	۰/۸۹	حفظ
I9	سطح رضایت دستگاه‌های بهره‌بردار از نتایج پژوهش	۴/۳۵	۰/۶۷	٪۸۵	۰/۶۷	۰/۸۹	حفظ

یادداشت: درصد توافق، نسبت خبرگانی است که به هر شاخص امتیاز ۴ یا ۵ داده‌اند. تصمیم «حفظ» تنها در صورتی اتخاذ شده است که شاخص موردنظر معیارهای توافق خبرگان، نسبت روایی محتوا و شاخص روایی محتوا را به‌طور هم‌زمان احراز کرده باشد.

جدول ۵) شاخص ناسازگاری قضاوت‌های خبرگان در روش بهترین - بدترین

سطح وزن‌دهی	تعداد خبرگان	میانگین نسبت ناسازگاری	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	تعداد قضاوت‌های بازبینی شده
ابعاد اصلی مدل	۱۴	۰/۰۶۱	۰/۰۱۸	۰/۰۳۲	۰/۰۹۴	۲
مؤلفه‌های توانمندسازها	۱۴	۰/۰۵۸	۰/۰۱۷	۰/۰۳۰	۰/۰۸۹	۱
مؤلفه‌های حکمرانی و فرایند	۱۴	۰/۰۶۴	۰/۰۲۰	۰/۰۳۴	۰/۱۰۱	۲
مؤلفه‌های خروجی‌ها	۱۴	۰/۰۵۷	۰/۰۱۶	۰/۰۲۹	۰/۰۸۶	۱
مؤلفه‌های اثرگذاری	۱۴	۰/۰۶۰	۰/۰۱۹	۰/۰۳۱	۰/۰۹۸	۲

جدول ۶) ابعاد، مؤلفه‌ها و تعداد شاخص‌های نهایی الگو

بُعد اصلی	مؤلفه‌ها	تعداد شاخص
توانمندسازها	منابع انسانی، بودجه و سرمایه‌گذاری، زیرساخت‌های پژوهشی و آزمایشگاهی	۹
حکمرانی و فرایند	سیاست‌گذاری و تنظیم‌گری، تعامل دانشگاه و صنعت، نظام مالکیت فکری و تجاری‌سازی	۱۰
خروجی	تولید علم، اختراعات و ثبت دارایی فکری، محصولات و شرکت‌های دانش‌بنیان	۸
اثرگذاری	صادرات با فناوری بالا، اشتغال دانش‌آموختگان، حل مسائل و چالش‌های ملی	۹
جمع کل	۱۲ مؤلفه	۳۶

ظرفیت اولیه نظام را نشان می‌دهند؛ حکمرانی و فرایند کیفیت هدایت، هماهنگی و تنظیم روابط میان بازیگران را می‌سنجد؛

جدول ۶ نشان می‌دهد که الگوی نهایی از رویکردهای صرفاً خروجی‌محور فاصله گرفته است. در این الگو، توانمندسازها

خروجی‌ها برون داده‌های مستقیم علمی و فناورانه را پوشش می‌دهند؛ و اثرگذاری، پیامدهای حاصل از به‌کارگیری این برون داده‌ها در سطح اقتصاد، اشتغال، خدمات عمومی و حل مسائل ملی را ارزیابی می‌کند.

۴-۴ ابعاد و شاخص‌های الگوی نهایی

الف) بُعد توانمندسازها

این بُعد از سه مؤلفه اصلی شامل منابع انسانی، بودجه و سرمایه‌گذاری و زیرساخت‌های پژوهشی و آزمایشگاهی تشکیل شده است. شاخص‌های نهایی مربوط به هر یک از این مؤلفه‌ها در جدول ۷ ارائه شده است. بُعد توانمندسازها نشان می‌دهد که عملکرد نظام صرفاً تابع حجم منابع نیست، بلکه به

کیفیت سرمایه انسانی، پایداری تأمین مالی و میزان بهره‌برداری مؤثر از زیرساخت‌های پژوهشی نیز وابسته است. در نتیجه، افزایش بودجه یا توسعه تجهیزات، بدون برخورداری از نیروی انسانی توانمند و سازوکارهای مناسب بهره‌برداری، لزوماً به ارتقای عملکرد نظام منجر نمی‌شود.

ب) بُعد حکمرانی و فرایند

مؤلفه‌ها و شاخص‌های نهایی بُعد حکمرانی و فرایند در جدول ۸ ارائه شده است. این بُعد مشخص می‌کند که منابع و ظرفیت‌های پژوهشی تا چه حد در مسیر اولویت‌های ملی هدایت می‌شوند و چگونه به همکاری، انتقال دانش و حل مسئله تبدیل می‌گردند.

جدول ۷) شاخص‌های نهایی بُعد توانمندسازها

مؤلفه	شاخص	کد شاخص
منابع انسانی	تعداد پژوهشگران به ازای هر یک میلیون نفر جمعیت	T1
	نسبت اعضای هیئت علمی فعال در پژوهش‌های کاربردی	T2
	سهم دانشجویان تحصیلات تکمیلی در حوزه‌های اولویت‌دار	T3
بودجه و سرمایه‌گذاری	سهم هزینه‌های تحقیق و توسعه از تولید ناخالص داخلی	T4
	سهم بودجه پژوهش‌های مأموریت‌گرا از کل بودجه پژوهشی	T5
	میزان مشارکت بخش خصوصی در تأمین مالی پژوهش	T6
زیرساخت‌های پژوهشی و آزمایشگاهی	تعداد آزمایشگاه‌های مرجع و ملی فعال	T7
	میزان دسترسی پژوهشگران به تجهیزات پیشرفته	T8
	نسبت بهره‌برداری از زیرساخت‌های پژوهشی	T9

جدول ۸) شاخص‌های نهایی بُعد حکمرانی و فرایند

مؤلفه	شاخص	کد شاخص
سیاست‌گذاری و تنظیم‌گری	ثبات و انسجام سیاست‌های پژوهش و فناوری	G1
	میزان هم‌راستایی برنامه‌های پژوهشی با اسناد ملی	G2
	اثربخشی سازوکارهای پایش و ارزیابی	G3
تعامل دانشگاه و صنعت	تعداد قراردادهای مشترک دانشگاه و صنعت	G4
	سهم درآمدهای دانشگاهی حاصل از ارتباط با صنعت	G5
	تعداد طرح‌های مشترک حل مسئله	G6
مالکیت فکری و تجاری‌سازی	تعداد ثبت اختراع داخلی و بین‌المللی	G7
	نرخ تجاری‌سازی نتایج پژوهش	G8
	تعداد مجوزهای بهره‌برداری از فناوری	G9
	میزان درآمد حاصل از انتقال فناوری	G10

پرونده‌ها به قرارداد انتقال فناوری در بُعد حکمرانی و فرایند سنجیده می‌شوند. این تفکیک مفهومی از دوباره‌شماری شاخص‌ها در محاسبه شاخص ترکیبی جلوگیری می‌کند.

تعداد اختراعات و نسبت اختراعات تجاری‌شده در بُعد خروجی‌ها قرار می‌گیرند؛ در حالی که کیفیت سازوکارهای مدیریت مالکیت فکری، ارزیابی قابلیت تجاری‌سازی و تبدیل

ج) بُعد خروجی‌ها

بُعد خروجی‌ها، از سه مؤلفه تولید علم، اختراعات و دارایی‌های فکری و محصولات دانش‌بنیان تشکیل شده است (جدول ۹). این بُعد نشان می‌دهد که خروجی مطلوب نظام پژوهش و فناوری تنها در افزایش تعداد مقاله یا ثبت اختراع خلاصه نمی‌شود. اعتبار علمی، همکاری‌های بین‌المللی، قابلیت تجاری‌سازی اختراعات و تولید محصولات فناورانه نیز از اجزای مهم خروجی‌های نظام به‌شمار می‌آیند.

د) بُعد اثرگذاری

مؤلفه‌ها و شاخص‌های نهایی بُعد اثرگذاری در جدول ۱۰ ارائه شده است. بُعد اثرگذاری مشخص می‌کند که خروجی‌های علمی و فناورانه تا چه اندازه به آثار قابل مشاهده در اقتصاد، جامعه و دستگاه‌های بهره‌بردار منجر شده‌اند. تفاوت اصلی این بُعد با خروجی‌ها در آن است که خروجی‌ها بر تولیدات مستقیم تمرکز دارند، اما اثرگذاری پیامدهای حاصل از به‌کارگیری این تولیدات را ارزیابی می‌کند.

جدول ۹) شاخص‌های نهایی بُعد خروجی‌ها

مؤلفه	شاخص	کد شاخص
تولید علم	تعداد مقالات نمایه‌شده بین‌المللی	O1
	میزان استنادهای دریافتی تعدیل‌شده	O2
	سهم مقالات مشترک بین‌المللی	O3
اختراعات و دارایی فکری	تعداد اختراعات ثبت‌شده	O4
	نسبت اختراعات تجاری‌شده	O5
محصولات دانش‌بنیان	تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان فعال	O6
	سهم فروش محصولات دانش‌بنیان	O7
	تعداد محصولات فناورانه دارای استاندارد یا مجوز	O8

جدول ۱۰) شاخص‌های نهایی بُعد اثرگذاری

مؤلفه	شاخص	کد شاخص
صادرات فناوری‌بر	سهم صادرات با فناوری بالا از کل صادرات صنعتی	I1
	نرخ رشد صادرات محصولات دانش‌بنیان	I2
	تعداد شرکت‌های فناور صادرات‌محور	I3
اشتغال دانش‌آموختگان	نرخ اشتغال فارغ‌التحصیلان آموزش عالی	I4
	نسبت اشتغال در مشاغل دانش‌بر	I5
	میزان جذب دانش‌آموختگان در بنگاه‌های نوآور	I6
حل چالش‌های ملی	تعداد طرح‌های پژوهشی منجر به حل مسائل اولویت‌دار	I7
	سهم پروژه‌های اثرگذار در حوزه‌های ملی راهبردی	I8
	سطح رضایت دستگاه‌های بهره‌بردار از نتایج پژوهش	I9

۴-۵ نتایج وزن‌دهی ابعاد اصلی

وزن‌دهی ابعاد اصلی الگوی پیشنهادی با استفاده از روش بهترین - بدترین انجام شد. از دیدگاه خبرگان، بُعد حکمرانی و فرایند در مقایسه با سایر ابعاد، بیشترین اهمیت نسبی را دارد. (جدول ۱۱)

جدول ۱۱) وزن نهایی ابعاد اصلی مدل

رتبه	وزن نهایی	بعد
۳	۰/۲۴۱	رکن توانمندسازی
۱	۰/۲۹۸	رکن حکمرانی و فرایند
۴	۰/۲۱۴	رکن خروجی
۲	۰/۲۴۷	رکن اثرگذاری
-	۱/۰۰۰	جمع

با قیود:

$$\begin{aligned} |w_B - a_{Bj}w_j| &\leq \xi \forall j \\ |w_j - a_{jW}w_W| &\leq \xi \forall j \\ \sum_{j=1}^n w_j &= 1, w_j \geq 0 \end{aligned}$$

در این روابط، w_B وزن معیار بهترین، w_W وزن معیار بدترین، w_j وزن سایر معیارها، a_{Bj} میزان ترجیح معیار بهترین نسبت به معیار j ، a_{jW} میزان ترجیح معیار j نسبت به معیار بدترین و ξ حداکثر انحراف میان ترجیحات اعلام شده و وزنهای محاسبه شده است. هرچه مقدار ξ و نسبت ناسازگاری کمتر باشد، انسجام قضاوت های خبره بیشتر است. نسبت ناسازگاری قضاوت های هر خبره نیز محاسبه شد و موارد دارای ناسازگاری نامطلوب، پس از ارائه بازخورد، بازبینی شدند [۳۷]. پس از محاسبه وزن های فردی، وزن های خبرگان در هر سطح تجمیع و مجدداً نرمال سازی شدند تا مجموع وزن های محلی مؤلفه های هر بُعد برابر با یک شود. وزن کلی هر مؤلفه نیز از حاصل ضرب وزن بُعد مربوط در وزن محلی آن مؤلفه محاسبه شد:

وزن محلی مؤلفه $\times$ وزن بُعد = وزن کلی مؤلفه
بنابراین، وزن محلی نشان دهنده اهمیت نسبی هر مؤلفه در درون بُعد مربوط است، در حالی که وزن کلی، سهم آن مؤلفه را در کل الگوی ارزیابی عملکرد نشان می دهد. این وزن ها بازتاب ترجیحات جمعی خبرگان درباره اهمیت نسبی مؤلفه ها هستند و نباید به عنوان ضرایب علی یا برآورد تجربی میزان اثرگذاری واقعی هر مؤلفه تفسیر شوند.

الف) وزن مؤلفه های بعد توانمندسازها

نتایج وزن دهی مؤلفه های بُعد توانمندسازها نشان داد که منابع انسانی با وزن محلی ۰/۴۰۲ و وزن کلی ۰/۰۹۷، بیشترین اهمیت را در این بُعد دارد. پس از آن، بودجه و سرمایه گذاری با وزن محلی ۰/۲۵۱ و وزن کلی ۰/۰۸۵ و زیرساخت های پژوهشی و آزمایشگاهی با وزن محلی ۰/۲۴۷ و وزن کلی ۰/۰۵۹ قرار گرفتند. وزن های محلی و کلی مؤلفه های بُعد توانمندسازها در جدول ۱۲ ارائه شده و نشان می دهد که از نظر خبرگان، برخورداری از نیروی انسانی متخصص، توانمند و مسئله محور، مهم ترین پیش شرط فعال سازی منابع مالی و بهره برداری اثربخش از زیرساخت های پژوهش و فناوری است.

نتایج جدول ۱۱ نشان می دهد که از دیدگاه خبرگان، کیفیت حکمرانی و فرایند بیشترین اهمیت نسبی را در ارزیابی عملکرد کلان نظام ملی پژوهش و فناوری دارد. این نتیجه بیانگر آن است که حتی در صورت وجود منابع انسانی، مالی و زیرساختی مناسب، ضعف در سیاست گذاری منسجم، هماهنگی نهادی، سازوکارهای پایش و مسیرهای انتقال فناوری می تواند مانع تبدیل ظرفیت های موجود به خروجی و اثرگذاری شود. قرارگرفتن بُعد اثرگذاری در رتبه دوم نیز نشان می دهد که ارزیابی موفقیت نظام پژوهش و فناوری باید به توان آن در ایجاد پیامدهای واقعی برای اقتصاد، اشتغال و حل مسائل ملی توجه کند.

۴-۶ نتایج وزن دهی مؤلفه ها

پنل خبرگان در مرحله دلفی شامل ۱۸ نفر بود و تمامی اعضا در دو دور غربالگری و اعتباربخشی محتوایی شاخص ها مشارکت کردند. پس از نهایی شدن ساختار الگو، مرحله وزن دهی ابعاد و مؤلفه ها با استفاده از روش بهترین - بدترین با مشارکت ۱۴ نفر از اعضای همان پنل انجام شد؛ چهار خبره دیگر در این مرحله مشارکت نکردند. بنابراین، تعداد خبرگان در مرحله دلفی ۱۸ نفر و در مرحله وزن دهی ۱۴ نفر بود. در فرایند وزن دهی، ابتدا از هر یک از ۱۴ خبره خواسته شد در میان مؤلفه های زیرمجموعه هر بُعد، مهم ترین مؤلفه را به عنوان معیار «بهترین» و کم اهمیت ترین مؤلفه را به عنوان معیار «بدترین» تعیین کند. سپس میزان ترجیح معیار بهترین نسبت به سایر مؤلفه ها و ترجیح سایر مؤلفه ها نسبت به معیار بدترین، با استفاده از مقیاس ۱ تا ۹ مشخص شد؛ به گونه ای که عدد ۱ بیانگر اهمیت برابر و عدد ۹ نشان دهنده برتری بسیار زیاد یک معیار نسبت به معیار دیگر بود.

بر اساس قضاوت های هر خبره، دو بردار «ترجیح بهترین نسبت به سایر معیارها» و «ترجیح سایر معیارها نسبت به بدترین معیار» تشکیل شد. وزن مؤلفه ها از طریق حل مدل بهینه سازی روش بهترین - بدترین به دست آمد؛ به نحوی که بیشترین انحراف میان نسبت وزن های محاسبه شده و ترجیحات اعلام شده خبرگان حداقل شود. مدل مورد استفاده به صورت زیر تعریف شد:

$$\min \xi$$

وزن‌های محلی و کلی مؤلفه‌های بُعد خروجی‌ها در جدول ۱۴ ارائه شده است.

جدول ۱۴) وزن مؤلفه‌های بُعد خروجی‌ها

مؤلفه	وزن محلی	وزن کلی
تولید علم	۰/۳۷۱	۰/۰۷۹
اختراعات و دارایی فکری	۰/۲۸۴	۰/۰۶۱
محصولات دانش‌بنیان	۰/۳۴۵	۰/۰۷۴

در بُعد خروجی‌ها، تولید علم بالاترین وزن را دارد؛ با این حال، فاصله آن با محصولات دانش‌بنیان اندک است. این امر نشان می‌دهد که خبرگان، تولید دانش معتبر و تبدیل آن به محصول، خدمت یا فناوری قابل استفاده را دو خروجی مکمل ارزیابی کرده‌اند.

د) وزن مؤلفه‌های اثرگذاری

نتایج وزن‌دهی مؤلفه‌های بُعد اثرگذاری نشان داد که مؤلفه حل چالش‌های ملی با وزن محلی ۰/۳۹۳ و وزن کلی ۰/۰۹۷، بیشترین اهمیت را در این بُعد دارد. پس از آن، صادرات فناوری‌بر با وزن محلی ۰/۳۱۲ و وزن کلی ۰/۰۷۷ و اشتغال دانش‌آموختگان با وزن محلی ۰/۲۹۵ و وزن کلی ۰/۰۷۳ قرار گرفتند. وزن‌های محلی و کلی مؤلفه‌های بُعد اثرگذاری در جدول ۱۵ ارائه شده است.

جدول ۱۵) وزن مؤلفه‌های بُعد اثرگذاری

مؤلفه	وزن محلی	وزن کلی
صادرات فناوری‌بر	۰/۳۱۲	۰/۰۷۷
اشتغال دانش‌آموختگان	۰/۲۹۵	۰/۰۷۳
حل چالش‌های ملی	۰/۳۹۳	۰/۰۹۷

در بُعد اثرگذاری، حل چالش‌های ملی بیشترین وزن را کسب کرد که نشان می‌دهد که از نظر خبرگان، عملکرد نظام پژوهش و فناوری زمانی مطلوب تلقی می‌شود که بتواند در پاسخ‌گویی به مسائل اولویت‌دار کشور نقش قابل مشاهده‌ای ایفا کند. از آنجا که وزن‌دهی با روش بهترین - بدترین در سطح ابعاد و مؤلفه‌ها انجام شد، وزن محلی شاخص‌های زیرمجموعه هر مؤلفه به‌صورت برابر در نظر گرفته شد. بنابراین، وزن نهایی هر شاخص از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

جدول ۱۲) وزن مؤلفه‌های بُعد توانمندسازها

مؤلفه	وزن محلی	وزن کلی
منابع انسانی	۰/۴۰۲	۰/۰۹۷
بودجه و سرمایه‌گذاری	۰/۳۵۱	۰/۰۸۵
زیرساخت‌های پژوهشی و آزمایشگاهی	۰/۲۴۷	۰/۰۵۹

در بُعد توانمندسازها، منابع انسانی بیشترین وزن را کسب کرد. این نتیجه نشان می‌دهد که از دیدگاه خبرگان، نیروی انسانی متخصص، توانمند و مسئله‌محور مهم‌ترین پایه برای فعال‌سازی منابع مالی و زیرساختی نظام پژوهش و فناوری است.

ب) وزن مؤلفه‌های حکمرانی و فرایند

نتایج وزن‌دهی مؤلفه‌های بُعد حکمرانی و فرایند نشان داد که مؤلفه سیاست‌گذاری و تنظیم‌گری با وزن محلی ۰/۳۸۱ و وزن کلی ۰/۱۱۴، بیشترین اهمیت را در این بُعد دارد. پس از آن، تعامل دانشگاه و صنعت با وزن محلی ۰/۳۳۶ و وزن کلی ۰/۱۰۰ و مالکیت فکری و تجاری‌سازی با وزن محلی ۰/۲۸۳ و وزن کلی ۰/۰۸۴ قرار گرفتند. وزن‌های محلی و کلی مؤلفه‌های بُعد حکمرانی و فرایند در جدول ۱۳ ارائه شده است. در بُعد حکمرانی و فرایند، سیاست‌گذاری و تنظیم‌گری بیشترین وزن را به‌دست آورد. این نتیجه بر اهمیت ثبات سیاستی، هم‌راستایی برنامه‌ها با اسناد ملی، شفافیت قواعد تخصیص منابع و وجود سازوکارهای مؤثر پایش و ارزیابی تأکید دارد.

جدول ۱۳) وزن مؤلفه‌های بُعد حکمرانی و فرایند

مؤلفه	وزن محلی	وزن کلی
سیاست‌گذاری و تنظیم‌گری	۰/۳۸۱	۰/۱۱۴
تعامل دانشگاه و صنعت	۰/۳۳۶	۰/۱۰۰
مالکیت فکری و تجاری‌سازی	۰/۲۸۳	۰/۰۸۴

ج) وزن مؤلفه‌های خروجی‌ها

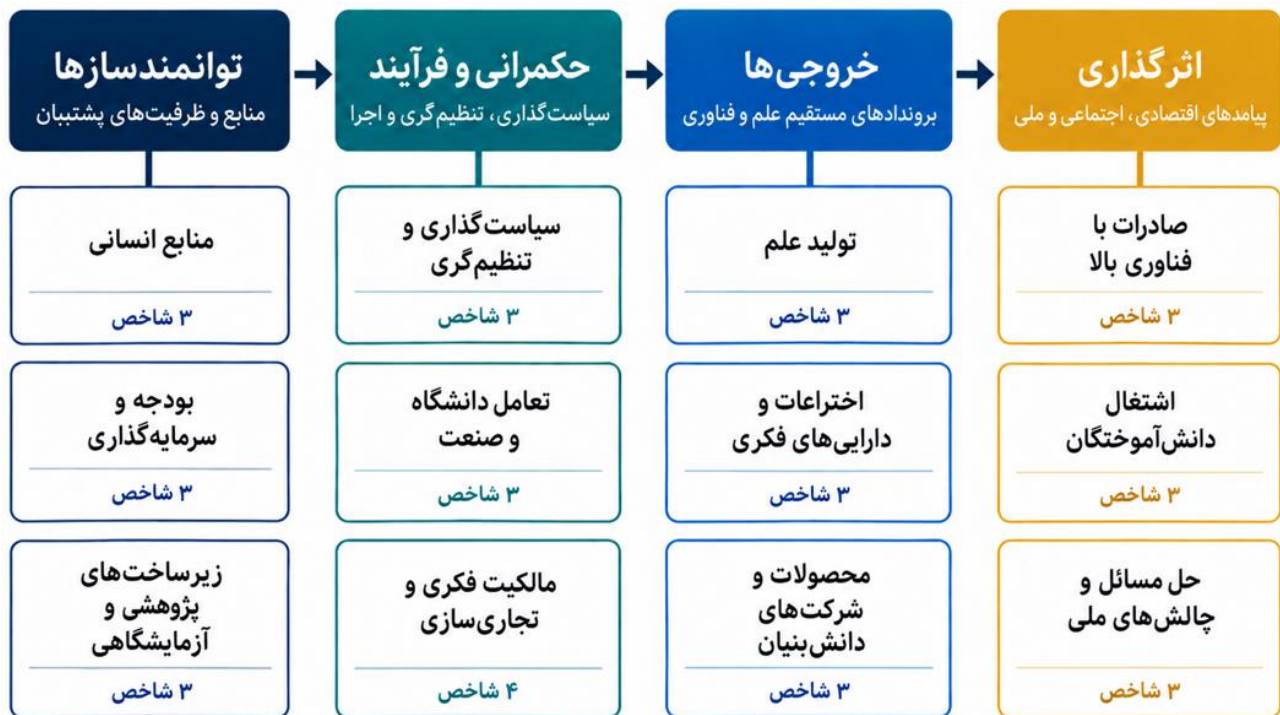
نتایج وزن‌دهی مؤلفه‌های بُعد خروجی‌ها نشان داد که مؤلفه تولید علم با وزن محلی ۰/۳۷۱ و وزن کلی ۰/۰۷۹، بیشترین اهمیت را در این بُعد دارد. پس از آن، محصولات دانش‌بنیان با وزن محلی ۰/۳۴۵ و وزن کلی ۰/۰۷۴ و اختراعات و دارایی‌های فکری با وزن محلی ۰/۲۸۴ و وزن کلی ۰/۰۶۱ قرار گرفتند.

۵- یافته‌ها

یافته‌ها نشان داد الگوی ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری ایران از چهار بُعد توانمندسازها، حکمرانی و فرآیند، خروجی‌ها و اثرگذاری تشکیل شده است. این ساختار با پوشش زنجیره تبدیل منابع و ظرفیت‌ها به خروجی‌ها و پیامدهای قابل مشاهده، ارزیابی را از تمرکز صرف بر تولیدات علمی و هزینه‌کرد پژوهشی فراتر می‌برد و با ادبیات سیاست‌های نوآوری تحول‌آفرین و مأموریت‌گرا هم‌راستا است [۷ و ۸].

وزن نهایی شاخص = وزن بُعد × وزن محلی مؤلفه ÷ تعداد شاخص‌های مؤلفه

این شیوه ضمن حفظ نقش ترجیحات خبرگان در سطح ابعاد و مؤلفه‌ها، از افزایش غیرضروری تعداد مقایسات زوجی برای ۳۶ شاخص جلوگیری می‌کند. نتایج ارائه‌شده در این بخش صرفاً ساختار وزنی الگو را نشان می‌دهند. از آنجاکه داده‌های واقعی و یکپارچه همه شاخص‌ها گردآوری نشده‌اند، این وزن‌ها در پژوهش حاضر برای محاسبه امتیاز عملکرد ملی، مقایسه سالانه یا تعیین طبقات عملکردی به کار نرفته‌اند.



شکل ۲) مدل مفهومی نهایی ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری

یافته پژوهش حاضر درباره اهمیت محوری بُعد حکمرانی و فرایند، با مطالعات اخیر منتشرشده در حوزه طراحی سیاست‌های پژوهش و نوآوری هم‌راستا است. فاطمی، طراحی سیاست پژوهش و نوآوری را حاصل تعامل سه رکن جهت‌گیری‌های سیاستی، آرایش‌ها و ظرفیت‌های نهادی و میانجی‌گری منافع می‌داند و تأکید می‌کند که کارآمدی ابزارهای سیاستی نه صرفاً به ماهیت آنها، بلکه به تناسب آنها با ظرفیت‌های نهادی، منطبق اقتصاد سیاسی و پذیرش شبکه ذی‌نفعان وابسته است [۳۸]. همچنین، نریمانی و همکاران در بررسی طراحی سیاست‌های پژوهش و نوآوری ایران نشان دادند که غلبه رویکرد اشاعه‌گرا، وابستگی به مسیر نهادهای موجود، محدودیت ظرفیت نهادی و ضعف هماهنگی میان بازیگران، گذار به سیاست‌های مأموریت‌گرا را با مانع مواجه کرده است [۳۹]. بر این اساس، وزن بالای بُعد حکمرانی و فرایند در الگوی حاضر را می‌توان بازتاب اهمیت ثابت سیاستی، هماهنگی نهادی، تناسب ابزارهای سیاستی و ظرفیت اجرایی در تبدیل منابع پژوهشی به خروجی‌ها و اثرگذاری‌های قابل مشاهده دانست. در نتایج وزن‌دهی، بُعد حکمرانی و فرایند بیشترین اهمیت را کسب کرد؛ موضوعی که بر نقش کیفیت سیاست‌گذاری، ثبات مقررات، هماهنگی نهادی، تعامل دانشگاه و صنعت، انتقال فناوری و سازوکارهای پایش و بازخورد تأکید دارد و با مطالعات شکست‌های سیستمی، حکمرانی فناوری، کارکرد نهادهای کلیدی و ترکیب هماهنگ ابزارهای سیاستی سازگار است [۲۰، ۲۱، ۳۰، ۳۱].

اهمیت بالای بُعد حکمرانی و فرایند با نتایج مطالعات پیشین حوزه حکمرانی نوآوری نیز هم‌راستا است. محمدخانی غیاثوند و محمدعلیها بر نقش مشارکت در سیاست‌گذاری، همکاری میان سطوح مختلف قدرت، تعیین اهداف روشن و هماهنگی بازیگران در حکمرانی نوآوری تأکید کرده‌اند [۲۴]. بنابراین، تمایز پژوهش حاضر در طرح مفهوم حکمرانی به‌خودی‌خود نیست، بلکه در قرار دادن آن به‌عنوان یکی از ارکان یک مدل جامع عملکردی، عملیاتی‌سازی شاخص‌های آن و تعیین وزن نسبی آن در ارتباط با ظرفیت‌های پایه، خروجی‌های علمی و فناورانه و اثرگذاری‌های نهایی است.

قرارگرفتن بُعد اثرگذاری در رتبه دوم نیز نشان می‌دهد که

موفقیت نظام پژوهش و فناوری نباید صرفاً بر اساس برونده‌های درون‌نظامی سنجیده شود. وزن بالای مؤلفه حل چالش‌های ملی، ضرورت جهت‌دهی پژوهش به مسائل اولویت‌دار، تقویت سازوکارهای تقاضامحور و توجه به پیامدهایی مانند بهبود خدمات عمومی، افزایش بهره‌وری و ایجاد ارزش اقتصادی و اجتماعی را برجسته می‌سازد [۳۲، ۸ و ۳۳].

مدل پیشنهادی با الگوی قاضی‌نوری و فرازکیش در تأکید بر کارایی، اثربخشی و بهره‌برداری از نتایج هم‌پوشانی دارد [۱۸]؛ اما با ادغام و وزن‌دهی بُعد حکمرانی و فرایند در ساختاری سلسله‌مراتبی و پیوند اثرگذاری با حل مسائل اولویت‌دار ملی و بهره‌برداری دستگاه‌های اجرایی، دامنه تحلیلی آن را گسترش می‌دهد. این مدل همچنین با اسناد رسمی کشور رابطه‌ای مکمل دارد؛ به‌گونه‌ای که آیین‌نامه اجرایی نظام پایش و ارزیابی علم، فناوری و نوآوری، چارچوب نهادی تولید داده و استقرار سامانه‌های پایش را تعیین می‌کند [۲۶] و نقشه جامع علمی کشور بر پایش مستمر، تکمیل شاخص‌ها و ارزیابی عملکرد دستگاه‌ها تأکید دارد [۲۷]. بنابراین، الگوی حاضر پس از توسعه زیرساخت‌های داده‌ای می‌تواند به‌عنوان ابزار تحلیلی این سازوکارها به‌کار رود.

بااین‌حال، وزن‌های به‌دست‌آمده صرفاً بیانگر اهمیت نسبی ابعاد و مؤلفه‌ها از دیدگاه خبرگان‌اند و نباید به‌عنوان شواهد علی درباره اثر واقعی هر بُعد بر عملکرد نظام تفسیر شوند؛ بررسی این روابط به داده‌های طولی و روش‌های آماری یا علی نیاز دارد. مهم‌ترین محدودیت پژوهش نیز اجرا نشدن تجربی شاخص ترکیبی با داده‌های کامل و یکپارچه است. پراکندگی منابع داده، ناهمگونی تعاریف عملیاتی و نبود نظام منظم ثبت برخی شاخص‌های حکمرانی و اثرگذاری، محاسبه معتبر امتیاز عملکرد ملی را ممکن نداشت. شاخص‌هایی مانند رضایت بهره‌برداران، حل مسائل اولویت‌دار، کاربست نتایج پژوهش و اثربخشی پایش نیز مستلزم ارزیابی پسینی، پیمایش دوره‌ای و ایجاد سازوکارهای جدید ثبت داده‌اند.

در نتیجه، پژوهش حاضر ساختار مفهومی مدل، روایی محتوایی شاخص‌ها و وزن‌های خبرگانی را اعتباربخشی کرده؛ اما اعتبار تجربی شاخص ترکیبی، تعیین نقاط مرجع و طبقات عملکردی

با وزن ۰/۲۹۸ بیشترین اهمیت نسبی را از دیدگاه خبرگان کسب کرده است؛ در حالی که در شاخص جهانی نوآوری، نهادها بخشی از زیرشاخص ورودی محسوب می‌شوند و در تابلوی امتیازات نوآوری اروپا نیز مؤلفه‌های مرتبط با حکمرانی در چند رکن توزیع شده‌اند.

این تفاوت نباید به معنای طرح مفهوم حکمرانی برای نخستین بار تفسیر شود. تمایز مدل حاضر در عملیاتی‌سازی و وزن‌دهی حکمرانی درون ساختاری جامع برای ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری و بررسی ارتباط آن با توانمندسازها، خروجی‌ها و اثرگذاری است. در مجموع، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که الگوی پیشنهادی، ظرفیت‌های پایه، کیفیت حکمرانی، خروجی‌های مستقیم و پیامدهای نهایی را در چارچوبی منسجم سازمان‌دهی می‌کند و از نظر مفهومی امکان شناسایی منشأ گلوگاه‌های عملکردی در هر یک از چهار بُعد را فراهم می‌سازد.

و بررسی پایداری نتایج، به گردآوری و اعتبارسنجی سری زمانی منسجم برای همه شاخص‌ها وابسته است. از این رو، در این پژوهش هیچ امتیاز ملی، روند سالانه یا داوری درباره مطلوب یا نامطلوب بودن وضعیت کشور ارائه نشده است.

برای روشن‌شدن جایگاه الگوی بومی، ساختار، ابعاد و منطق وزن‌دهی مدل پیشنهادی با شاخص جهانی نوآوری و تابلوی امتیازات نوآوری اروپا مقایسه شد. با توجه به تفاوت این سه چارچوب از نظر سطح تحلیل، هدف و دامنه شاخص‌ها، مقایسه انجام‌شده ماهیتی ساختاری و مفهومی دارد و نباید به‌عنوان تطابق کامل مؤلفه‌ها یا مقایسه مستقیم مقادیر و امتیازهای آنها تفسیر شود. نتایج این مقایسه ساختاری در جدول ۱۶ ارائه شده است.

مقایسه جدول ۱۶ نشان می‌دهد که مدل پیشنهادی با ابزارهای بین‌المللی در توجه به ظرفیت‌ها، فعالیت‌ها، خروجی‌ها و پیامدهای نوآوری هم‌راستاست، اما از نظر جایگاه حکمرانی و منطق وزن‌دهی تفاوت دارد. در مدل حاضر، حکمرانی و فرایند

جدول ۱۶) مقایسه ساختاری مدل پیشنهادی با GII و EIS

مؤلفه مقایسه	مدل پیشنهادی پژوهش	شاخص جهانی نوآوری	تابلوی امتیازات نوآوری اروپا
سطح تحلیل	نظام ملی پژوهش و فناوری ایران	اکوسیستم نوآوری کشورها در سطح جهانی	عملکرد پژوهش و نوآوری کشورهای اروپایی و کشورهای منتخب
منطق وزن‌دهی	وزن‌دهی خبرگانی با روش بهترین - بدترین	میانگین دو زیرشاخص ورودی و خروجی	چهار رکن اصلی با وزن برابر
توانمندسازها	وزن ۰/۲۴۱	سرمایه انسانی و پژوهش، زیرساخت، پیچیدگی بازار و کسب‌وکار	شرایط چارچوبی و سرمایه‌گذاری‌ها
حکمرانی و فرایند	وزن ۰/۲۹۸ و بُعد مستقل	نهادها یکی از اجزای زیرشاخص ورودی	اجزای حکمرانی در شرایط چارچوبی، پیوندها و فعالیت‌های نوآوری توزیع شده‌اند
خروجی‌ها	وزن ۰/۲۱۴	خروجی‌های دانشی و فناورانه و خروجی‌های خلاقانه	فعالیت‌های نوآوری و دارایی‌های فکری
اثرگذاری	وزن ۰/۲۴۷	فاقد بُعد مستقل اثرگذاری؛ بخشی از پیامدها در خروجی‌ها منعکس است	بُعد اثرگذاری با وزن برابر
تمایز اصلی	تأکید مستقل بر حکمرانی، مسئله‌محوری و بهره‌برداری دستگاه‌های اجرایی	مقایسه جهانی ظرفیت‌ها و خروجی‌های نوآوری	مقایسه استانداردشده عملکرد نوآوری در فضای اروپایی

۶- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با استفاده از فراترکیب، دلفی، اعتباربخشی محتوایی و وزندهی با روش بهترین - بدترین، الگویی برای ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری ایران ارائه کرد. الگوی نهایی از چهار بُعد توانمندسازها، حکمرانی و فرایند، خروجی‌ها و اثرگذاری تشکیل شده است و در مجموع ۱۲ مؤلفه و ۳۶ شاخص عملیاتی را دربر می‌گیرد. الگوی ارائه‌شده از نظر ساختار مفهومی، روایی محتوایی و وزن‌های خبرگانی اعتباربخشی شده است؛ باین‌حال، محاسبه امتیاز ترکیبی عملکرد کشور، تعیین حدود تفسیری امتیازها و

ارزیابی پایداری نتایج، منوط به گردآوری، استانداردسازی و اعتبارسنجی داده‌های واقعی همه شاخص‌هاست. ازاین‌رو، الگوی حاضر باید در وضعیت کنونی به‌عنوان چارچوبی برای طراحی و استقرار نظام ملی پایش تلقی شود، نه به‌عنوان شاخصی که عملکرد واقعی کشور با آن محاسبه شده است. پیشنهادهای سیاستی پژوهش دارای تقدم و تأخر منطقی‌اند. استقرار زیرساخت ملی پایش و حکمرانی داده، پیش‌نیاز اجرای آزمایشی مدل، تحلیل حساسیت و استفاده از نتایج در بودجه‌ریزی عملکردمحور است. بنابراین، اقدامات اجرایی باید در سه مرحله پیوسته دنبال شوند (جدول ۱۷).

جدول ۱۷) نقشه راه اجرایی استقرار الگوی ارزیابی عملکرد نظام ملی پژوهش و فناوری

اولویت	بازه زمانی	اقدام اجرایی	مراحل اصلی اجرا	نهادهای مسئول و همکار	خروجی قابل ارزیابی
نخست	۰ تا ۹ ماه	استقرار زیرساخت ملی پایش و حکمرانی داده	تشکیل کارگروه مشترک؛ تعیین داده‌مالک هر شاخص؛ تدوین شناسنامه ۳۶ شاخص؛ استانداردسازی تعاریف؛ تعیین پروتکل تبادل داده؛ طراحی کنترل کیفیت و داشبورد اولیه	دبیرخانه شورای عالی عتف، وزارت علوم، معاونت علمی، سازمان برنامه و بودجه، مرکز آمار ایران و دستگاه‌های داده‌مالک	شناسنامه شاخص‌ها، توافق‌نامه تبادل داده، پایگاه داده اولیه و داشبورد آزمایشی
دوم	۹ تا ۱۸ ماه	اجرای آزمایشی مدل و اعتبارسنجی داده‌ها	گردآوری داده‌های سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۴؛ محاسبه شاخص پایه؛ اجرای تحلیل حساسیت؛ شناسایی داده‌های ناقص؛ بازنگری تعاریف و فرآیندهای گزارش‌دهی	کارگروه پایش، دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، دستگاه‌های اجرایی و نهادهای داده‌مالک	گزارش خط پایه، نتایج تحلیل حساسیت، فهرست شکاف‌های داده و نسخه اصلاح‌شده داشبورد
سوم	۱۸ تا ۳۶ ماه	نهادینه‌سازی استفاده سیاستی از نتایج ارزیابی	پیوند مرحله‌ای بخشی از مشوق‌های بودجه‌ای با عملکرد؛ تدوین زنجیره اثر پژوهش در دستگاه‌ها؛ اجرای ارزیابی پسینی پروژه‌های منتخب؛ انتشار گزارش سالانه و بازخورد به نهادها	سازمان برنامه و بودجه، شورای عالی عتف، وزارت علوم، معاونت علمی و دستگاه‌های اجرایی	بودجه‌ریزی عملکردی، گزارش تدریجی، گزارشی سالانه اثرگذاری، اصلاح برنامه‌های پژوهشی و بهبود پاسخ‌گویی

در مرحله نخست، دبیرخانه شورای عالی عتف باید هماهنگی نظام پایش را بر عهده گیرد و برای هر شاخص، نهاد داده‌مالک، تعریف عملیاتی، واحد سنجش، جهت مطلوبیت، دوره به‌روزرسانی، روش کنترل کیفیت و سطح دسترسی را مشخص

کند. همچنین، تفکیک شاخص‌ها به دو دسته «هسته‌ای پایدار» و «تکمیلی متناسب با مأموریت» می‌تواند هم‌زمان قابلیت مقایسه ملی و تفاوت مأموریت نهادها را حفظ کند. در مرحله دوم، داده‌های یک دوره پنج‌ساله باید از نظر

- [2] Ding, Y., Yin, F., Chin, L., Zhou, K., Taghizadeh-Hesary, F., & Li, Y. (2025). **Can Government R&D Expenditure Promote Innovation? New Evidence From 37 OECD Countries.** *Technological and Economic Development of Economy*, 31(2), 572–596. <https://doi.org/10.3846/tede.2024.22293>
- [3] Huang, Y., Li, S., Xiang, X., & Huang, L. (2024). **Analyzing the Configuration of the National Innovation System for Innovation Capability: Evidence From Global Innovation Index Reports.** *Humanities and Social Sciences Communications*, 11, 1266. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03792-x>
- [4] Erzurumlu, S. S., Erzurumlu, Y. O., & Yoon, Y. (2022). **National Innovation Systems and Dynamic Impact of Institutional Structures on National Innovation Capability: A Configurational Approach With the OKID Method.** *Technovation*, 114, 102552. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102552>
- [5] Coalition for Advancing Research Assessment. (2022). **Agreement on Reforming Research Assessment.** CoARA. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13480728>
- [6] Global Young Academy, InterAcademy Partnership, & International Science Council. (2023). **The Future of Research Evaluation: A Synthesis of Current Debates and Developments.** *Global Young Academy*. <https://doi.org/10.24948/2023.06>
- [7] Haddad, C. R., & Bergek, A. (2023). **Towards an Integrated Framework for Evaluating Transformative Innovation Policy.** *Research Policy*, 52(2), 104676. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2022.104676>
- [8] Larrue, P., Tönurist, P., & Jonason, D. (2024). **Monitoring and Evaluation of Mission-Oriented Innovation Policies: From Theory to Practice** (OECD Science, Technology and Industry Working Papers No. 2024/09). *OECD Publishing*. <https://doi.org/10.1787/5e4c3204-en>
- [9] Garengo, P., & Sardi, A. (2021). **Performance Measurement and Management in the Public Sector: State of the Art and Research Opportunities.** *International Journal of Productivity and Performance Management*, 70(7), 1629–1654. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-03-2020-0102>
- [10] Lapuente, V., & Van de Walle, S. (2020). **The Effects of New Public Management on the Quality of Public Services.** *Governance*, 33(3), 461–475. <https://doi.org/10.1111/gove.12502>
- [11] Wang, H., & Ran, B. (2023). **Network Governance and Collaborative Governance: A Thematic Analysis on Their Similarities, Differences, and Entanglements.** *Public Management Review*, 25(6), 1187–1211. <https://doi.org/10.1080/14719037.2021.2011389>

کامل بودن، قابلیت مقایسه، سازگاری تعاریف و اعتبار منابع بررسی شوند و شاخص ترکیبی تنها پس از تأمین حداقل پوشش داده‌ای در همه ابعاد محاسبه شود. مقادیر مفقود نیز نباید بدون منطق روش‌شناختی روشن جایگزین شوند و در صورت استفاده از شاخص جانشین، تعریف، منبع و محدودیت آن باید شفاف گزارش شود. پس از تشکیل مجموعه داده معتبر، پایداری مدل از طریق مقایسه وزن‌های خبرگانی و برابر، تغییر کنترل‌شده وزن‌ها و قواعد مختلف تجمیع ارزیابی شود. حدود عملکرد مطلوب، متوسط یا ضعیف نیز باید بر پایه داده‌های واقعی، نقاط مرجع، اهداف سیاستی و نظر نهادهای مسئول تعیین شود، نه به صورت پیشینی و قراردادی.

در مرحله سوم، پس از اطمینان از کیفیت داده‌ها و پایداری مدل، می‌توان بخشی محدود و تدریجی از مشوق‌های بودجه‌ای را به بهبود عملکرد پیوند داد، بدون آنکه بودجه پایه کاهش یابد یا نهادهای دارای مأموریت متفاوت تنبیه شوند. هم‌زمان، دستگاه‌های اجرایی باید برای برنامه‌های پژوهشی خود زنجیره اثر تعریف و شواهدی از کاربست نتایج، کاهش هزینه و زمان ارتقای کیفیت خدمات، حل مسئله و افزایش بهره‌وری ارائه کنند. بدین ترتیب، سامانه پایش می‌تواند از یک ابزار صرفاً گزارش‌دهی و رتبه‌بندی، به زیرساختی برای یادگیری سیاستی، اصلاح تخصیص منابع، تقویت پاسخ‌گویی عمومی و هدایت پژوهش و فناوری به سوی مسائل ملی تبدیل شود.

تعارض منافع

نویسندگان تعهد می‌کنند که هیچ تعارض منافی در این مقاله وجود نداشته‌است.

اظهارنامه استفاده از هوش مصنوعی

در ویرایش متن از نسخه ایرانی GapGPT-5.4 صرفاً برای بهبود نگارش و بازخوانی متون استفاده شده است.

References

- [1] Audretsch, D. B., & Belitski, M. (2020). **The Role of R&D and Knowledge Spillovers in Innovation and Productivity.** *European Economic Review*, 123, 103391. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2020.103391>

- Governance, 3(6), 88–112. <https://doi.org/10.22034/jokog.2025.509483.1066> [In Persian].
- [22] Farazkish, M. (2024). **An Analysis of the Success of the Sixth National Development Plan From the Perspective of Policy Evaluation: An Inquiry Into the Field of Research and Technology**. *Public Policy*, 10(4), 10–36 [In Persian]. <https://doi.org/10.22059/jppolicy.2024.99824>
- [23] Shirali, A. (2025). **Identification and Evaluation of Science, Technology and Innovation Indicators in the Policy-Making Domain From Experts' Perspective**. *Research Journal of Scientometrics*, 11(1), 261–280. <https://doi.org/10.22070/rsci.2024.17963.1676> [In Persian].
- [24] Mohammadkhani Ghiasvand, H., & Mohammadaliha, M. R. (2020). **Identifying and Prioritizing Macro Indicators of Innovation Governance**. *Strategic Management Studies*, 11(43), 113–138. <https://doi.org/20.1001.1.22286853.1399.11.43.7.0> [In Persian].
- [25] Krogh, A. H., & Triantafillou, P. (2024). **Developing New Public Governance as a Public Management Reform Model**. *Public Management Review*, 26(10), 3040–3056. <https://doi.org/10.1080/14719037.2024.2313539>
- [26] Supreme Council of Science, Research and Technology. (2017). **Executive Bylaw of the National Science, Technology and Innovation Monitoring and Evaluation System** (Approved at the 20th session, February 1, 2017). *Secretariat of the Supreme Council of Science, Research and Technology* [In Persian]. <https://www.atf.gov.ir/>
- [27] Supreme Council of the Cultural Revolution. (2010). **Comprehensive Scientific Map of the Country, With Subsequent Amendments and Additions**. *Supreme Council of the Cultural Revolution* [In Persian]. <https://qavanin.ir/>
- [28] Duarte, M. P., & Carvalho, F. M. P. O. (2025). **The Measurement of Innovation: A Systematic Review and Bibliometric Analysis of Global Innovation Index Research**. *Publications*, 13(3), 31. <https://doi.org/10.3390/publications13030031>
- [29] Todorov, L., Shopova, M., Panteleeva, I. M., & Todorova, L. (2024). **Innovation Metrics: A Critical Review**. *Economies*, 12(12), 327. <https://doi.org/10.3390/economies12120327>
- [30] Fartash, K., Safdari-Ranjbar, M., & Ghorbani, A. (2023). **Analysis of the Functions of the Ministry of Science, Research and Technology in the National Innovation System: A Mixed-Methods Study**. *Strategic Studies of Public Policy*, 13(48), 142–170 [In Persian].
- [12] van den Oord, S., Kenis, P., Raab, J., & Cambré, B. (2023). **Modes of Network Governance Revisited: Assessing Their Prevalence, Promises, and Limitations in the Literature**. *Public Administration Review*, 83(6), 1564–1598. <https://doi.org/10.1111/puar.13736>
- [13] Jiménez-Fernández, E., & Ruiz-Martos, M. J. (2020). **Review of Some Statistical Methods for Constructing Composite Indicators**. *Studies of Applied Economics*, 38(1). <https://doi.org/10.25115/eea.v38i1.3002>
- [14] Mazziotta, M., & Pareto, A. (2022). **Composite Indices Construction: The Performance Interval Approach**. *Social Indicators Research*, 161(2), 541–551. <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02336-5>
- [15] Alqararah, K. (2023). **Assessing the Robustness of Composite Indicators: The Case of the Global Innovation Index**. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 12, 61. <https://doi.org/10.1186/s13731-023-00332-w>
- [16] World Intellectual Property Organization. (2024). **Global Innovation Index 2024: Unlocking the Promise of Social Entrepreneurship** (17th ed.). *World Intellectual Property Organization*. <https://doi.org/10.34667/tind.50062>
- [17] European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. (2025). **European Innovation Scoreboard 2025**. *Publications Office of the European Union*. <https://doi.org/10.2777/3239776>
- [18] Ghazinouri, S. S., & Farazkish, M. (2018). **National Evaluation Model of Science, Technology and Innovation Based on Efficiency, Effectiveness and Utility Indicators**. *Strategic Studies of Public Policy*, 8(27), 205–229 [In Persian]. https://sspp.iranjournals.ir/article_30761.html
- [19] Saadabadi, A. A., Rahimirad, Z., & Fartash, K. (2023). **Developing a Comprehensive Performance Evaluation Model for Regional Innovation Systems: A Case Study of the Yazd Province Special Science and Technology Zone**. *Regional Planning*, 13(51), 91–106. <https://doi.org/10.30495/jzpm.2021.28081.3899> [In Persian].
- [20] Shirzadgan, A., Safdari-Ranjbar, M., & Alizadeh, P. (2024). **Investigating Systemic Failures of Iran's Innovation System: A Structural-Functional Analysis Approach**. *Management Improvement*, 18(4), 112–138. <https://doi.org/10.22034/jmi.2025.494876.3162> [In Persian].
- [21] Alizadeh, P., & Nasiri, M. (2025). **Technology Governance Structure in Iran: Analysis of Institutional Challenges and Policy Requirements for Improving Efficiency Based on the Content Analysis of Legal Documents**. *Journal of Knowledge*

- [35] Lawshe, C. H. (1975). **A Quantitative Approach to Content Validity**. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
- [36] Jabbari, A., Najafpour, Z., Ourang, S., & Cheraghi, M. (2025). **Developing and Validating Key Performance Indicators for Breast, Cervical, and Colorectal Cancer Screening Programs: A Literature Review and Delphi Survey**. *Frontiers in Public Health*, 13, 1491226. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2025.1491226>
- [37] Liang, F., Brunelli, M., & Rezaei, J. (2020). **Consistency Issues in the Best Worst Method: Measurements and Thresholds**. *Omega*, 96, 102175. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2019.102175>
- [38] Fatemi, M. (2026). **Research and Innovation Policy Design: Policies, Institutions, and Interest Mediation**. *Journal of Science and Technology Policy*, 19(1), 89–108. <https://doi.org/10.22034/jstp.2026.12301.2048> [In Persian].
- [31] Alizadeh, P., Safdari-Ranjbar, M., & Mohajeri, A. (2023). **Designing a Policy Mix to Strengthen the Role of the Ministry of Science, Research and Technology in the National Innovation System**. *Management Improvement*, 17(2), 88–114. <https://doi.org/10.22034/jmi.2023.399995.2970> [In Persian].
- [32] Khan-Mohammadi, H., Hajian-Heydari, M., & Sadeghi-Kia, M. (2026). **A Systematic Review of Innovation System Functions**. *Science and Technology Policy Letter*, 15(1), 124–140 [In Persian].
- [33] Sadeghi-Kia, M. (2021). **Mission-Oriented Innovation Policy: Challenges and Opportunities**. *Science and Technology Policy Letter*, 11(1), 113–128 [In Persian].
- [34] Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., et al. (2021). **The PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews**. *BMJ*, 372, Article n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>