Scientometrics Research Journal

Scientific Bi-Quarterly of Shahed University
Vol. 11, No. 1, Spring & Summer 2025 (Serial 21)

Research Article

DOI: 10.22070/rsci.2024.17963.1676

Identification and Evaluation of Indicators of Science, Technology, and Innovation in Policymaking from the Perspective of Experts

Esmaeil Shirali [1*]

1. Associate Professor of History and Social Science Department, Faculty of Literature and Humanities, Velayat University, Iranshahr, Iran.

Email: esmaeil.shirali@gmail.com

Received:
29/09/2024

Revised:
06/01/2025

Accepted:
22/01/2025

Early online access:
29/01/2025

Published:
01/04/2025

Abstract

Purpose: Considering that in most countries there is a strong desire to create strong systems of science, technology, and innovation for sustainable economic growth, the presence of such a system can enhance the competitiveness of nations within the global trade framework. One of the primary focus for developing policies in science, technology, and innovation is the accurate compilation of relevant indicators in this field.

Methodology: This research was conducted using the Delphi method, which is characterized as exploratory-descriptive in both purpose and nature. In the first stage, the library method and a review of various sources were employed to identify the indicators. In the second stage, a questionnaire was utilized to assess the status of these indicators. The statistical population for this research consisted of experts in the field of Scientology, from which 15 individuals were selected using snowball sampling. A one-sample t-test was employed to analyze the data.

Findings: The findings reveal the extraction and identification of 115 indicators across 10 categories. These categories include scientific publications and citations, which encompass 5 indicators; the economy, with 13 indicators; energy infrastructure, mining, and green technology, with 16 indicators; human capital development in education and training, with 14 indicators; information and communication technology, with 8 indicators; financial affairs and market complexity, with 13 indicators; governance, with 16 indicators; creative output (products), with 10 indicators; institutions and organizations, with 9 indicators; and research workforce and research investment and development, which is assessed with 11 indicators. In the category of scientific publications and citations, the productivity and impact index of citing a scientist or researcher's publications has an average score of 3.94, while the index for scientific and technical articles and journals has an average of 3.61, making them the most suitable and desirable indicators in this category. Within the eco-

Scientometrics Research Journal

Scientific Bi-Quarterly of Shahed University
Vol. 11, No. 1, Spring & Summer 2025 (Serial 21)

Research Article

DOI: 10.22070/rsci.2024.17963.1676

Esmaeil Shirali [1*]

Received:
29/09/2024

Revised:
06/01/2025

Accepted:
22/01/2025

Early online access:
29/01/2025

Published:
01/04/2025

nomic category, the indicators for the complexity of the production process average 3.97, the intensity of industrialization averages 3.72, and intellectual property payments average 3.59, indicating their high favorability. In the category of energy infrastructure, mining, and green technology, the indicators for fuel imports average 3.86, fossil fuel energy consumption averages 3.82, and gross domestic product per unit of energy consumption averages 3.79, demonstrating their desirability. For human capital development in education, the indicators for incoming mobility in the third academic year average 3.97, the availability of the latest technologies averages 3.94, and university rankings averages 3.82, all reflecting high desirability. In the realm of information and communication technology, the indicators for the export of ICT services average 3.85, the creation of an organizational model averages 3.72, and access to information and communication technology averages 3.67, indicating their significance. In the category of financial affairs and market complexity, the indicators for foreign market size average 3.91, trade, competition, and market scale average 3.83, labor force participation and working women average 3.79, the export of goods and services averages 3.76, and unemployment averages 3.73, all showcasing their desirability. Finally, in the field of governance, the indicators for the regulatory environment average 3.79, payments for the use of intellectual property average 3.76, and the efficiency of government expenditures average 3.64, highlighting their relevance. In the category of creative outputs (products), the value chain development indicators include an average score of 4 for the export of creative goods, an average of 3.97 for the export of cultural and creative services, and an average of 3.88 for industrial plans. Additionally, international patent applications have an average score of 3.76. Outputs and products with high and medium-high technology also demonstrate significant desirability, with an average score of 3.73.

Conclusion: Identifying the indicators of science, technology, and innovation is an important and decisive step in the relevant policies. These indicators help to identify and harm the country's capacities in related fields for scientific development.

Keywords: STI indicators, Policy-making, Science & technology.

پژوهش‌نامه علم‌سنجی
دوفصلنامه علمی دانشگاه شاهد/ دوره ۱۱/ شماره ۱/ بهار و تابستان ۱۴۰۴ (پیاپی ۲۱)

مقاله پژوهشی

DOI: 10.22070/rsci.2024.17963.1676

شناسایی و ارزیابی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزه سیاست‌گذاری از منظر خبرگان

اسماعیل شیرعلی [1*]

1. دانشیار گروه تاریخ و علوم اجتماعی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه ولایت، ایرانشهر، ایران.

Email: esmaeil.shirali@gmail.com

صفحه ۲۸۰-۲۶۱

دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۰۸

بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۱۷

پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۰۳

زودآیند: ۱۴۰۳/۱۱/۱۰

انتشار: ۱۴۰۴/۰۱/۱۲

CC BY

چکیده

هدف: این پژوهش با هدف شناسایی و ارزیابی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزهٔ سیاست‌گذاری انجام‌شده است.

روش‌شناسی: این مطالعه ازنظر هدف کاربردی و ازنظر ماهیت نیز اکتشافی-توصیفی است که به‌صورت دلفی انجام شد. در مرحلهٔ اول برای شناسایی شاخص‌ها از روش کتابخانه‌ای و مرور منابع مختلف استفاده شد، سپس در مرحلهٔ دوم به‌منظور ارزیابی وضعیت شاخص‌ها از ابزار پرسشنامه استفاده شد. جامعهٔ آماری پژوهش، خبرگان حوزهٔ علم‌سنجی بودند که با نمونه‌گیری گلوله برفی تعداد ۱۵ نفر از آن‌ها انتخاب شدند. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از آزمون تی تک نمونه‌ای استفاده شد.

یافته‌ها: یافته‌ها حاکی از استخراج و شناسایی ۱۱۵ شاخص در ۱۰ طبقه شامل طبقه انتشارات علمی و استنادات، اقتصاد، زیرساخت انرژی، معدن و فناوری سبز، توسعهٔ سرمایه انسانی، آموزش‌وپرورش، فناوری اطلاعات و ارتباطات، امور مالی و پیچیدگی بازار، حکمرانی، خروجی (تولیدات) خلاقانه، مؤسسات و نهادها، نیروی کار تحقیق و سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه است. تمامی ۱۱۵ شاخص از منظر خبرگان دارای مطلوبیت و مناسبت با طبقه خود بودند.

نتیجه‌گیری: شناسایی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری گامی مهم و تعیین‌کننده در سیاست‌گذاری‌های مربوطه است و شاخص‌ها کمک می‌کنند تا ظرفیت‌های کشور در حوزه‌های مرتبط برای توسعهٔ علمی شناسایی و آسیب‌شناسی شود.

واژگان کلیدی: سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری، شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری، کارکرد توصیفی، کارکرد تشخیصی.

مقدمه و بیان مسئله

سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری[1] یک رشته دانشگاهی و موضوعی در حوزهٔ سیاست‌گذاری عمومی، فعالیت‌ها، تصمیم‌گیری‌ها و اقدام‌های دولتی است. درواقع خط‌مشی عمومی در برخورد با سه موضوع علم، فناوری و نوآوری را نشان می‌دهد. پرسش اساس و مهم مطرح پیرامون موضوع علم و فناوری، نقش دولت در حوزهٔ علم و فناوری و به زبان دیگر چگونگی ارتباط دولت با این حوزه است. شاید بتوان گفت علم، فناوری و نوآوری ارکان اصلی توسعهٔ صنعتی و رشد اقتصادی هستند. از این منظر سیاست‌گذاری در این سه حوزه اهمیت بسیار زیادی برای پیشرفت و توسعهٔ اقتصادی دارد. اگر سیاست‌های توسعه و بقای هر کشور را در سه بُعد دفاعی، توسعهٔ اقتصادی و توسعهٔ فرهنگی خلاصه کنیم، سیاست‌گذاری علم و فناوری زیربنایی برای هر یک از این شاخه‌ها محسوب می‌شود. این عوامل تا حدود زیادی تعیین‌کننده شکل آتی جوامع هستند. چراکه از طریق این دو اهرم قوی است که دولت‌ها می‌توانند از عهده خواسته‌ها و نیازهای اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی خود برآیند. دیرزمانی است که سیاست‌گذاران دریافته‌اند توسعهٔ علم و فناوری، توسعهٔ اقتصادی را با خود به همراه دارد. در دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ سیاست‌گذاران نگاه خود را معطوف به شاخص‌های کلان اقتصادی کرده بودند تا راه توسعه ملی را ترسیم کنند؛ اما در عصر حاضر میزان موفقیت در علم و فناوری سکان‌دار توسعه اقتصادی است (Martin, 2012; Lundvall et al., 2005; Smith-Doerr, 2017). با توجه به این‌که در اغلب کشورها اشتیاق فراوانی برای ایجاد سیستم‌های قوی علم، فناوری و نوآوری به‌منظور رشد اقتصادی پایدار وجود دارد؛ وجود یک نظام علم، فناوری و نوآوری می‌تواند سطح رقابت‌پذیری کشورها در سیستم تجارت جهانی را افزایش دهد. یکی از حوزه‌های اصلی برای توسعهٔ سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری تدوین درست شاخص‌های این حوزه است (Sawahel, 2014). تا اوایل دههٔ ۱۹۹۰ مبنای اصلی سیاست‌گذاری اغلب کشورها در حوزهٔ علم، فناوری و نوآوری تکیه بر سیاست‌های تحقیق و توسعه بود. همچنین شاخص‌های تحقیق و توسعه شامل هزینهٔ ناخالص مالی برای فعالیت‌های پژوهشی علمی، تحقیقات کاربردی، منابع انسانی (تعداد دانشمندان، تکنسین‌ها و سایر سرمایه‌های انسانی اختصاص داده‌شده) بود اما مهم است بدانیم که تحقیق و توسعه لزوماً به فناوری‌های جدید یا کاربردهای فناوری منجر نمی‌شود. عنصر اصلی در اجرا، نظارت و ارزیابی سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری و وجود شاخص‌های مربوطه است. مطابق دیدگاه فریمن و سوته[2] (Freeman & Soete, 2009) شاخص‌های سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری یک عنصر مهم پژوهشی در مورد شیوه‌های عملکرد سیستم‌های فرعی علم، فناوری و نوآوری و ارتباط آن با سیستم اجتماعی گسترده‌تر است. وجود شاخص‌های مربوط به سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری نشان می‌دهد زیرسیستم‌های فرعی چقدر توانسته‌اند به اهداف تدوین‌شده در سیاست‌های بالادستی دست پیدا کنند و اساساً هزینه کردها و تولیدات حوزهٔ فناوری و علمی به کدام سمت رفته است. وجود شاخص‌های سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری امکان مقایسه وضعیت فعلی کشورها را نیز امکان‌پذیر می‌سازد (Tijssen & Hollanders, 2006)؛ اما بُعد دیگر مسئله این است که شاخص‌های سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری به‌تبع تغییرات و تحولات کشورها و وضعیت جهانی در حال تغییر است. به‌عنوان نمونه دیگر نمی‌توان در سیاست‌گذاری این حوزه به شاخص‌های توسعه پایدار بی‌توجه بود یا اساساً گروه‌های آسیب‌پذیر متأثر از این سیاست‌ها را نادیده گرفت؛ بنابراین به‌روز سازی و توجه به مسائل همه‌جانبهٔ اقتصادی،

1 . Science, Technology and Innovation Policy-making (STIP)
2 . Freeman and Soete

فرهنگی، زیست‌محیطی در تدوین شاخص‌های سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری باید موردتوجه جدی قرار گیرد. رصد و پایش منظم شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری می‌تواند نقاط قوت و ضعف سیاست‌ها را مشخص سازد و سیاست‌گذاران این فرصت را داشته باشند تا واقع‌گرایانه و مبتنی بر پتانسیل‌ها، فرصت‌ها، مسائل اجتماعی و اقتصادی سیاست‌ها را تدوین کنند (Hezri & Hassan, 2004; Hall & Jaffe, 2018). بررسی وضعیت موجود سیاست‌گذاری علم و فناوری و نوآوری در ایران نشان می‌دهد که اغلب سیاست‌های این حوزه فاقد شاخص‌های مشخص، منسجم و کارآمد بوده و سیاست‌گذاری به‌صورت جزیره‌ای و بخشی و بدون ارتباط با ذی‌نفعان و جامعه مدنظر بوده است. سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری در ایران، کمتر مشارکت حداکثری ذی‌نفعان را در برمی‌گیرد و اساساً بیشتر اسناد موجود در این زمینه در قالب دستوری، کلی‌گوئی و ابهام جلوه‌گر می‌شود. به نظر می‌رسد اغلب این سیاست‌ها مسئله محور نیست و عامل آن نیز نبود شاخص‌های واقعی از وضعیت جامعه، ظرفیت‌های علمی و فناوری کشور است؛ سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری در ایران به‌مثابه سایر سیاست‌گذاری‌ها بر اساس داده‌های واقعی و مبتنی بر وضعیت موجود بخش‌ها، ذی‌نفعان و مسائل کشور نیست و چندان هم به پژوهش‌های این حوزه برای تدوین درست سیاست‌ها توجه کافی نمی‌شود. بر همین اساس مسئله اصلی پژوهش حاضر، شناسایی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزهٔ سیاست‌گذاری بوده و سؤال اصلی این است که علم، فناوری و نوآوری در حوزهٔ سیاست‌گذاری دارای چه شاخص‌هایی است؟ آیا شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری از منظر خبرگان در حوزهٔ سیاست‌گذاری مناسب و مطلوب هستند؟

پرسش‌های پژوهش

در راستای مسئله ارائه‌شده در بخش قبلی پرسش‌های زیر را می‌توان مطرح کرد:

۱. علم، فناوری و نوآوری در حوزهٔ سیاست‌گذاری دارای چه شاخص‌هایی است؟

۲. آیا شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری از منظر خبرگان در حوزهٔ سیاست‌گذاری مناسب و مطلوب هستند؟

چارچوب نظری

در سطح بین‌المللی، توسعه یا تولید شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری سابقه نسبتاً طولانی دارد که به دهۀ ۱۹۵۰ در ایالات‌متحده آمریکا و اوایل دهۀ ۱۹۶۰ در سازمان همکاری اقتصادی و توسعه[1] بازمی‌گردد (OECD, 1992). همان‌طور که گودین اشاره می‌کند، دولت‌های کشورهای صنعتی بیش از ۵۰ سال است که علم و فناوری را رصد می‌کنند و بیشتر شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری که امروزه مورداستفاده قرار می‌گیرند، بر اساس بنیاد ملی علوم ایالات‌متحده آمریکا[2] و سازمان همکاری اقتصادی و توسعه استخراج‌شده‌اند. سازمان همکاری اقتصادی و توسعه اولین کتابچۀ راهنمای بین‌المللی، یعنی کتابچۀ راهنمای «فراسکاتی»[3] را در سال ۱۹۶۳ برای هدایت انجام بررسی‌های تحقیق و توسعه منتشر کرد (Godin, 2002). بیشتر این تلاش‌ها توسط دولت‌ها و محققان با مشارکت محدود صنعت انجام شد و تمرکز آن‌ها بر تولید و کاربرد دانش علمی – فعالیت‌های تحقیق و توسعه – و نه برمبنای نوآوری که معرفی فناوری جدید بود. تلاش‌های اولیه برای توسعۀ شاخص‌ها عمدتاً با رویکرد خطی به‌منظور اندازه‌گیری علم و

1. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD)
2. USA's National Science Foundation
3. Frascati

فناوری مشخص شد (Lundvall, 2010). در ابتدا روی ورودی و خروجی‌ها با منابع مالی و انسانی صرف شده برای تحقیق و توسعه و ورودی‌هایی که به‌عنوان مخارج ناخالص تحقیق و توسعه بودند، تأکید شده بود. در دهۀ ۱۹۸۰، موضوع نوآوری نیز موردتوجه دولت‌ها، محققان و صنعت قرار گرفت. این موضوع توسط واحد تحقیقات سیاست علمی در دانشگاه ساسکس تشویق شد. نتایج پژوهش‌ها نشان داد که اساساً علم، فناوری و نوآوری یک منبع عظیم قدرت کشورها است؛ بنابراین اندازه‌گیری و تفسیر شاخص‌های این حوزه موردتوجه جدی قرار گرفت؛ اما نکته مهم این بود که توجه به نوآوری باعث شد که تعریف تحقیق و توسعه به‌ویژه در صنعت به‌طور فزاینده‌ای موردانتقاد قرار گیرد (Freeman & Soete, 2009).

شناخت و توجه به نوآوری منجر به طراحی کتابچۀ راهنمای اسلو توسط سازمان همکاری اقتصادی و توسعه در سال ۱۹۹۲ شد و بسیاری از کشورهای سازمان همکاری اقتصادی و توسعه به انجام بررسی‌های نوآوری رو آوردند. از آن زمان، نظرسنجی‌های نوآوری و آمارهای مرتبط به بخشی از تولید شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در بسیاری از کشورهای صنعتی و تعداد فزاینده‌ای از کشورهای درحال‌توسعه تبدیل‌شده است. توسعه یا تولید شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری اکنون در بسیاری از مناطق جهان ریشه دوانده است. در اتحادیه اروپا (EU)، شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری از طریق «یورواستارت»[1] تولید می‌شود و اولین گزارش اروپایی در مورد شاخص‌های علم و فناوری در سال ۱۹۹٤ تهیه شد. کشورهای آمریکای لاتین اولین گزارش شاخص های علم و فناوری خود را در سال ۱۹۹٦ تهیه کردند (Blankley & Kahn, 2005; Boshoff & Mouton, 2003).

افزایش علاقه‌مندی به تولید شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری نشانگر نیاز به رشد نظام ملی علم، فناوری و نوآوری است؛ اما مسئله اینجاست که برخی از کشورها «نوآوری» را با «تحقیق و توسعه» اشتباه می‌گیرند و یا در برخی از کشورها تصمیم سازان این حوزه اساساً نمی‌دانند سیاست و ماهیت سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری چیست؟ بنابراین مهم است که درک پویایی از سیاست‌گذاری در این حوزه وجود داشته باشد و سیاست‌گذاران شاخص‌های علم، نوآوری و فناوری را به آمارهای تحقیق و توسعه تقلیل ندهند (Allard, 2015). مفهوم «شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری»[2] کاربرد گسترده‌ای در پژوهش‌ها و سیاست‌گذاری پیداکرده است. سازمان توسعه و همکاری اقتصادی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری را این‌چنین تعریف می‌کند: «مجموعه‌ای از داده‌های طراحی‌شده برای پاسخ به سؤالات مربوط به‌نظام علم و فناوری، ساختار درونی آن، ارتباط آن با اقتصاد و جامعه و میزان تحقق آن با اهداف کسانی که آن را مدیریت می‌کنند، در آن کار می‌کنند، یا در غیر این صورت تحت تأثیر تأثیرات آن قرار می‌گیرند» (OECD, 1992).

از نگاه هال و جاف[3] (Hall & Jaffe, 2018) شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری «مجموعه‌ای از حقایق یا مشاهداتی است که به ما چیزی معنادار در مورد پدیدۀ اساسی نظام علم، فناوری و نوآوری ارائه می‌دهد.» از منظر این دو پژوهشگر، این شاخص‌ها ابزاری برای اندازه‌گیری و ارزیابی عملکرد نظام علم، فناوری و نوآوری است. کنفرانس تجارت و توسعۀ سازمان ملل (آنکتاد) پنج شاخص برای نظام علم، فناوری و نوآوری مشخص کرده که عبارت‌اند از: تحقیق و توسعه، منابع انسانی، ثبت اختراع، نوآوری و تراز هزینه‌های فناوری. باید دقت کرد که شاخص‌های نوآوری برای اندازه‌گیری فرایندها و فعالیت‌های نوآوری در یک نظام ملی طراحی‌شده که مشخصه آن تعاملات و تبادل

1. Eurostart
2. Science, Technology and Innovation (STI) indicators
3. Hall and Jaffe

اطلاعات، دانش، دارایی‌های فنی و حتی سرمایه انسانی در بین نهادهای دولتی و غیردولتی است (UNCTAD, 2010).

سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری اساساً مجموعه‌ای از اقدامات است که یک دولت برای ترویج و مدیریت فعالیت‌های مربوط به پژوهش‌های علمی، توسعه فناوری و نوآوری اتخاذ می‌کند؛ این سیاست‌ها اغلب از طریق یک فرایند چرخه‌ای غیرخطی توسعه می‌یابد. با توجه به این‌که فرایند طراحی، مدیریت و اجرای خط‌مشی‌های علم، فناوری و نوآوری پیچیده است (زیرا شامل بازیگران مختلف و انتظارات متفاوت می‌شود و نیز تحت تأثیر عواملی قرار دارند که لزوماً علمی نیستند و نتیجه آن‌ها نیز قابل پیش‌بینی نیست) بنابراین، شاخص‌ها تنها عواملی هستند که این سیاست‌ها را قابل‌سنجش و معین می‌کنند؛ اما توسعه و استفاده از شاخص‌ها در هر کشور باید بر اساس شرایط خاص آن کشور صورت گیرد. هیچ روش تعریف‌شده‌ای از رویه‌ها برای تولید و استفاده از شاخص‌ها در سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری وجود ندارد. توسعهٔ شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری از طریق تحقیق و توسعه باید در چارچوب فرایندهای سیاست‌گذاری گنجانیده شود؛ سیاست‌گذاران (از دو حوزهٔ دولتی و غیردولتی) باید به‌نوعی در طراحی شاخص‌ها علم، فناوری و نوآوری مشارکت داشته باشند (Mugabe, 2017; Boaz & Ashby, 2003).

بررسی کلی ادبیات حوزه سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری نشان می‌دهد که شاخص‌ها کارکردهای مختلفی را انجام می‌دهند. کارکرد شاخص‌ها وابسته به حوزهٔ استفاده است که شامل اندازه‌گیری علمی، سیاست‌گذاری، برنامه‌ریزی، ارزیابی برنامه یا پروژه و ترویج بحث‌های عمومی است. از میان این اهداف، شش کارکرد کلی ممکن پدیدار می‌شود که شاخص‌های توصیفی، کارایی، هنجاری یا عملکردی و ترکیبی را در برمی‌گیرد. شاخص‌ها ابتدا می‌توانند کارکرد ارزشی[1] داشته باشند که به هدف شاخص‌ها مربوط می‌شود. ثانیاً، شاخص‌ها می‌توانند یک کارکرد توصیفی[2] داشته باشند که مربوط به پاسخ به سؤالات پیرامون خط‌مشی یا جهت‌گیری برنامه‌ای است. سوم، شاخص‌ها می‌توانند کارکرد ارزیابی[3] داشته باشند که به اندازه‌گیری میزان موفقیت و کیفیت مربوط می‌شود. چهارم، شاخص‌ها می‌توانند یک عملکرد تشخیصی[4] مرتبط با تجزیه‌وتحلیل و اینکه چه چیزی اشتباه است و چه چیزی درست پیش می‌رود، داشته باشند. پنجم، شاخص‌ها می‌توانند کارکرد پاسخگویی[5] متمرکز بر افراد و مؤسساتی داشته باشند که سیاست یا برنامه را اجرا می‌کنند و در صورت عدم موفقیت، آن‌ها را مقصر می‌دانند. درنهایت، شاخص‌ها می‌توانند کارکرد عملی[6] داشته باشند که مربوط به تنظیم مجدد و سازماندهی دوباره سیاست‌ها و برنامه‌هایی می‌شود که ممکن است اثرات مثبت یا مطلوبی ایجاد نکند. گفتنی است که همه شاخص‌ها نمی‌توانند به‌طور یکسان این کارکردها را انجام دهند (Gudmundssson et al., 2009; Bell et al., 2011). فردریکسون (Frederickson, 2010) معتقد است استفاده از شاخص‌ها به ظرفیت وجود تولید آن‌ها بستگی دارد؛ بخشی از تقاضای تولید شاخص‌ها توسط نهادهای دولتی وجود دارد، بنابراین تقاضا برای تولید شاخص‌ها بر نوع استفاده از آن‌ها تأثیر می‌گذارد. در مجموع باید گفت تولید موفق و استفاده بعدی از شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در سیاست‌گذاری در صورتی امکان‌پذیر است که از حمایت عمومی (دولتی و غیردولتی) برخوردار باشد. تولید شاخص‌ها تلاشی بلندمدت است که نمی‌توان آن را به‌صورت دفعی و به‌یک‌باره به‌صورت یک پروژهٔ خارجی قلمداد کرد.

1. Value Function
2. Descriptive Function
3. Assessment function
4. Diagnostic function
5. Accountability function
6. Action Function

پیشینهٔ پژوهش

بررسی و مرور پیشینه‌های داخلی و خارجی در جدول ۱ ارائه‌شده است.

جدول ۱. مرور پیشینهٔ تحقیق داخلی و خارجی

ردیف	محقق/محققین (سال)	عنوان پژوهش	نتایج
۱	زارع احمدآبادی و همکاران (۱٤۰۰)	طراحی مدل نقشهٔ شناخت فازی عوامل مؤثر بر سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری در منطقهٔ ویژهٔ علم و فناوری استان یزد.	با توجه به نتایج به‌دست‌آمده عامل اشتغال در حوزهٔ سیاست‌گذاری به‌عنوان مهم‌ترین عامل در بین سایر عوامل شناسایی گردید.
۲	رضاقلی لالانی و همکاران (۱٤۰۰)	شناسایی و تبیین ساختار و رویکرد موجود در شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری حوزهٔ مهندسی در ایران و کشورهای منتخب.	پس از شناسایی شاخص‌های مرتبط به هر بُعد و مؤلفه و حذف شاخص‌های مشابه، حدود ۸٤٥ شاخص شناسایی شد. ازجمله می‌توان به شاخص‌هایی از گروه «ثبت اختراعات»، «هزینه کرده‌ای تحقیق و توسعه»، «صنعت فناوری»، «تجارت بین‌المللی در فناوری سطح بالا» و «نقش‌آفرینی در توسعهٔ فناوری‌های رشد سبز» به‌عنوان یافته اشاره کرد.
۳	قاضی‌نوری و فرازکیش (۱۳۹۷)	الگوی ارزیابی ملی علم، فناوری و نوآوری بر اساس شاخص‌های کارایی، اثربخشی و سودمندی.	بررسی‌های این مطالعه نشان می‌دهد که تنها تجربهٔ نظام‌مند کنونی ایران، از جنبهٔ طراحی، سیاستی، نهادی، اجرایی و فرهنگ‌سازی، چالش‌های اساسی دارد و یکی از گلوگاه‌های اصلی عدم کارآمدی نظام ارزیابی ملی STI، رویکرد الگوی شاخص محور مبتنی بر کنترل هزینه کرد سازمان‌های دست‌اندرکار بوده است.
٤	مرادی‌پور و همکاران (۱۳۹٦)	رهیافتی به پیامدهای سیاست‌گذاری علم و فناوری در ایران بر اساس تحلیل اسناد بالادستی.	یافته‌ها نشان می‌دهند وحدت رویه و نگاه منسجم استراتژیک بر سیاست‌گذاری‌ها حاکم نبوده است و پیامدها از عدم توازن در عرصه‌های عرضه و تقاضا رنج می‌برند.
٥	پاک نیت و نوروزی (۱۳۹٥)	بررسی شاخص‌های تأثیرگذار بر روند پیشرفت علم و فناوری.	شاخص‌های عمومی، زیرساختی و تخصصی بر پیشرفت علم و فناوری تأثیرگذار است.
٦	Van Heerden & Mulumba (2023)	علم، فناوری و نوآوری (STI): نقش آن در نتایج توسعهٔ آفریقای جنوبی و دیپلماسی STI.	توسعه علم، فناوری و نوآوری و تعامل بین‌المللی از طریق دیپلماسی از ابعاد اصلی استراتژی توسعه آینده کشور است؛ بنابراین شناسایی شاخص‌های مربوطه از اهمیت بسزایی برخوردار است.

ادامه جدول ۱. مرور پیشینهٔ تحقیق داخلی و خارجی

ردیف	محقق/محققین (سال)	عنوان پژوهش	نتایج
۷	Ozkaya et al. (2021)	شاخص‌های سیاست علم، فناوری و نوآوری و مقایسه کشورها از طریق مدل ترکیبی داده‌ها روش‌های معدن و MCDM.	۱۱۵ شاخص در حوزه‌های انتشارات علمی، اقتصاد، انرژی و زیرساخت‌های فناوری، توسعهٔ انسانی، فناوری اطلاعات، منابع مالی، حکمرانی، خلاقیت، نهادها و هزینه‌های تحقیق و توسعه شناسایی شد.
۸	Okamura & Nishijo (2020)	ایجاد شاخص‌های مبتنی بر چشم‌انداز برای تقویت تعامل بین علم و جامعه.	تحولات پُرشتاب علم، فناوری و نوآوری بر تمامی حوزه‌های فردی، سازمانی تأثیرگذار بوده و موجب تعمیق روابط بین جامعه و علم می‌شود. ازآنجاکه ارزش‌های مردم و جامعه متأثر از تحولات اجتماعی–اقتصادی در حال تغییر است، بنابراین تولید شاخص‌های مرتبط با حوزهٔ علم، فناوری و نوآوری می‌تواند در توسعه کشور نقش مهم داشته باشد و تغییرات رفتاری و تعامل بین علم و جامعه را پیش‌بینی کند.
۹	Walsh et al. (2020)	نقش علم، فناوری و نوآوری در دستور کار ۲۰۳۰ سازمان ملل متحد.	شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری باید مسئله محور و به سمت مسائل زیست‌محیطی و توسعهٔ پایدار سوق پیدا کند. در این راستا ابزارهای جدید مالی، حکمرانی و سیاست‌گذاری عمومی باید به‌درستی به کار گرفته شوند.
۱۰	Manyuchi & Mugabe (2017)	تولید و استفاده از شاخص‌ها در سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری در آفریقا: درس‌هایی از مالاوی و آفریقای جنوبی.	آفریقای جنوبی یک برنامه نسبتاً سازمان‌یافته برای انجام تحقیقات و احصاء شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری دارد. مالاوی هم برنامه «ابتکار شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری آفریقا» را دارد اما مکانیسم تولید شاخص‌های مربوطه را ندارد.

بررسی و جستجوی متعدد درزمینهٔ پژوهش‌های مرتبط با مطالعه حاضر نشان داد که در اغلب پژوهش‌های داخلی کمترین توجه به شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری برای به‌کارگیری در سیاست‌گذاری این حوزه وجود دارد. نتایج مربوط به پیشینهٔ پژوهش‌ها نشان داد که رصد، سنجش و اندازه‌گیری منظم شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری نقش مهمی در جهت‌گیری سیاست‌های مذکور به سمت توسعه همه‌جانبه و تعامل با نیازهای جامعه دارد. تدوین و به‌روز سازی منظم شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری نقش مهمی در توسعهٔ سیاست‌های مربوطه دارد و اساساً باید برای تولید شاخص‌ها مکانیسم‌های مشخصی وجود داشته باشد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از روش دلفی استفاده کرده و ازنظر هدف کاربردی و از بُعد ماهیت اکتشافی–توصیفی است؛ دلفی،

یک روش یا شیوهٔ ارتباطی ساخت‌مند است که در اصل به‌منظور پیش‌گویی سامان‌مند و تعاملی با تکیه برهم‌اندیشی خبرگان ابداع و توسعه پیداکرده است. در این روش پنل‌هایی از متخصصان تشکیل می‌شود و مبنای این روش، جمع‌آوری نظرات و رسیدن به اجماع گروهی بین شرکت‌کنندگان در پنل است. در پژوهش حاضر با استفاده از مرور پژوهش‌های مختلف داخلی و خارجی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزهٔ سیاست‌گذاری تنظیم شد. ازآنجاکه روش دلفی سازوکاری برای تصمیم‌گیری گروهی است و نیاز به متخصصان واجد شرایطی دارد که درک و دانش عمیقی از موضوع پژوهش داشته باشند، تعداد بالای نمونه مطرح نیست. در این زمینه، اکلی و پاولوسکی (Okoli & Pawlowski, 2004)، تعداد ۱۰ تا ۲۰ نفر از متخصصان واجد شرایط را نمونه معتبری می‌دانند. بر این اساس در پژوهش حاضر، حجم نمونه شامل ۱۵ نفر از اعضای هیئت‌علمی، پژوهشگران و اساتید دانشگاه در حوزهٔ علم‌سنجی، جامعه‌شناسی علم و فناوری، سیاست‌گذاری علم و فناوری با روش نمونه‌گیری گلوله برفی انتخاب شدند. در این روش نمونه‌گیری، ابتدا یک نفر از خبرگان در دسترس انتخاب شد. بعد از قرار دادن شاخص‌ها در اختیارش و ارزیابی نظرات وی، از او خواسته شد تا خبره بعدی در این حوزه را معرفی کند؛ و بعد از نظرسنجی از خبره دوم خواسته شد تا خبرهٔ سوم را معرفی کند... این روند تا خبره پانزدهم ادامه داشت. در پژوهش حاضر ابزار گردآوری داده‌ها، پرسشنامه بود؛ که ابتدا پرسشنامه‌ای بر اساس مرور ادبیات نظری و پیشینه تحقیق داخلی و خارجی و مقالات و گزارش‌های علمی معتبر پرسشنامه‌ای برای احصاء شاخص‌های مربوط به علم، فناوری و نوآوری تنظیم شد، سپس همین پرسشنامه در اختیار گروه خبرگان قرار گرفت. پرسشنامه پژوهش حاضر به‌صورت سؤال‌های با پاسخ‌های بسته در طیف لیکرت به‌صورت خیلی زیاد (۵)، زیاد (٤)، متوسط (۳)، کم (۲) و خیلی کم (۱) تنظیم‌شده بود. به‌منظور ارزیابی نظرات خبرگان که شاخص‌های احصاءشده مناسب برای سیاست‌گذاری و تناسب با طبقه موردنظر را دارند از آزمون تی تک نمونه‌ای استفاده شد. در پژوهش حاضر منظور از اشباع، اشباع شاخص‌ها است بدین معنی که نگارنده بعد از بررسی پژوهش‌های متعدد و احصاء شاخص‌های موردنظر، در بررسی مقالات دیگر با همان شاخص‌ها روبرو شد و درواقع شاخص‌های جدیدی که بتواند طبقات جدیدی به شاخص‌های احصاءشده اضافه کند به دست نیامد.

یافته‌های پژوهش

پاسخ به پرسش اول پژوهش. علم، فناوری و نوآوری در حوزهٔ سیاست‌گذاری دارای چه شاخص‌هایی است؟

در پاسخ به پرسش اول پژوهش، مرور مبسوطی بر منابع مربوطه در حوزهٔ شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در سیاست‌گذاری انجام شد. اغلب منابع مورد بررسی به‌منظور احصاء جامع شاخص‌ها از منابع غیرفارسی بودند که در جدول ۲ این شاخص‌ها با طبقه‌بندی مربوطه برای هر شاخص آمده است. همچنین در جدول ۲ شاخص‌های مربوط به علم، فناوری و نوآوری موردنیاز در سیاست‌گذاری آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود ۱۱۵ شاخص در ۱۰ طبقه شامل طبقهٔ انتشارات علمی و استنادات با ۵ شاخص، اقتصاد با ۱۳ شاخص، زیرساخت انرژی، معدن و فناوری سبز با ۱٦ شاخص، توسعهٔ سرمایه انسانی و آموزش‌وپرورش با ۱٤ شاخص، فناوری اطلاعات و ارتباطات با ۸ شاخص، امور مالی و پیچیدگی بازار با ۱۳ شاخص، حکمرانی با ۱٦ شاخص، خروجی (تولیدات) خلاقانه با ۱۰ شاخص، مؤسسات و نهادها با ۹ شاخص، نیروی کار تحقیق و سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه با ۱۱ شاخص احصاء شده است.

جدول ۲. شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در سیاست‌گذاری

طبقه	شاخص	منابع
انتشارات علمی و استنادات	استنادات در هر نشریه- بهره‌وری و تأثیر استناد از انتشارات یک دانشمند یا محقق- همکاری علمی بین‌المللی- مقالات و مجلات علمی و فنی- تأثیر استنادات تولید علمی.	Sun & Cao (2020); Kang et al. (2019); Manyuchi (2018); Dutta et al. (2019); Slinogerine et al. (2013); Okaya et al. (2021)
اقتصاد	معامله- کشاورزی، جنگلداری و ماهی گیری، ارزش‌افزوده- خدمات، ارزش‌افزوده- تولید، ارزش‌افزوده- صنعت (شامل ساخت‌وساز)، ارزش‌افزوده- صنعت متوسط و با فناوری بالا- نوآوری- شدت صنعتی شدن- پیچیدگی فرآیند تولید- ماهیت مزیت رقابتی- صادرات فناوری پیشرفته منهای صادرات مجدد- واردات با فناوری بالا- پرداخت‌های مالکیت معنوی.	
زیرساخت انرژی، معدن و فناوری سبز	تولید ناخالص داخلی به ازای واحد مصرف انرژی- عملکرد زیست‌محیطی- گواهینامه‌های زیست‌محیطی ایزو ۱٤۰۰۱- صرفه‌جویی تنظیم‌شده: کاهش انرژی- سطح شدت انرژی اولی- مصرف انرژی سوخت فسیلی - خروجی برق تجدید پذیر - مصرف انرژی‌های تجدید پذیر- انرژی جایگزین و هسته‌ای- صادرات سنگ معدن و فلزات- واردات سوخت- واردات انرژی- انتشار گاز دی‌اکسید کربن- مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای- انتشار متان- انتشار اکسید نیتروژن.	
توسعهٔ سرمایهٔ انسانی: آموزش‌وپرورش	امید به زندگی- هزینه‌های آموزش‌وپرورش- ثبت‌نام در دوره سوم تحصیلی- مقیاس‌های پیزا در خواندن، ریاضیات و علوم- فارغ‌التحصیلان رشته‌های علوم و مهندسی- رتبه‌بندی دانشگاه- کیفیت نظام آموزشی- کیفیت آموزش ریاضی و علوم- دسترسی به اینترنت در مدارس- در دسترس بودن آخرین فناوری‌ها- در دسترس بودن محلی خدمات آموزشی تخصصی- بودجه دولتی/دانش‌آموز، متوسطه- هزینه‌های دولتی به ازای هر دانش‌آموز، دورهٔ سوم تحصیلی- تحرک ورودی در دورهٔ سوم تحصیلی.	
فناوری اطلاعات و ارتباطات	دسترسی به فناوری اطلاعات و ارتباطات- استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات- فناوری اطلاعات و ارتباطات و ایجاد مدل کسب‌وکار- قوانین مربوط به فناوری اطلاعات و ارتباطات- فناوری اطلاعات و ارتباطات و ایجاد مدل‌سازمانی- صادرات خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات- خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات- شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات.	
امور مالی و پیچیدگی بازار	اعتبار - سرمایه‌گذاری- تجارت، رقابت و مقیاس بازار- محیط تجارت- شدت رقابت محلی- وسعت بازار- اندازه بازار خارجی- مشارکت نیروی کار، زنان شاغل- صادرات کالا و خدمات- تولید ناخالص داخلی سرانه- رشد تولید ناخالص داخلی واقعی- میانگین حقوق خالص ماهانه- بیکاری.	

ادامه جدول ۲. شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در سیاست‌گذاری

طبقه	شاخص	منابع
حکمرانی	کارایی هزینه‌های دولت- شفافیت سیاست‌گذاری دولت- ترجیح دادن در تصمیمات مقامات دولتی- انحراف وجوه عمومی- اعتماد عمومی به سیاستمداران- استقلال قضایی- اثربخشی دولت- مسئولیت‌پذیری- ثبات سیاسی و عدم وجود خشونت/تروریسم- سرویس آنلاین دولت- مشارکت الکترونیکی- اثربخشی نهادهای قانون‌گذار- محیط سیاسی- هزینه‌های استفاده از مالکیت معنوی- پرداخت هزینه استفاده از مالکیت معنوی- محیط نظارتی.	Sun & Cao (2020); Kang et al. (2019); Manyuchi (2018); Dutta et al. (2019); Slinogerine et al. (2013); Okaya et al. (2021)
خروجی‌های (تولیدات) خلاقانه	ثبت اختراع خانواده‌ها توسط ساکنان شهر- برنامه‌های کاربردی ثبت اختراع- درخواست‌های ثبت اختراع بین‌المللی- کارافزار (اپلیکیشن) علامت تجاری- طرح‌های صنعتی- خروجی با فناوری بالا و متوسط - صادرات کالاهای خلاقانه- صادرات خدمات فرهنگی و خلاقانه- ساخت اپلیکیشن موبایل- توسعهٔ زنجیره ارزش.	
مؤسسات/نهادها	همکاری دانشگاه و صنعت در تحقیق و توسعه- کیفیت مؤسسات علمی پژوهشی- خرید دولتی محصولات فناوری پیشرفته- وضعیت توسعهٔ خوشه- سهولت دسترسی به وام- در دسترس بودن سرمایه ریسک‌پذیر- معاملات سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر- قراردادهای همکاری استراتژیک - میانگین هزینه تحقیق و توسعهٔ سه شرکت برتر جهانی.	
نیروی کار تحقیق و سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه	محققین- هزینه ناخالص تحقیق و توسعه- استخدام در خدمات دانش بر- پروژه‌های انجام‌شده توسط شرکت‌ها- تأمین اعتبار و منابع مالی توسط شرکت‌ها- خانم‌های شاغل با مدرک تحصیلی عالی- میزان آموزش کارکنان- ظرفیت کشور برای حفظ استعدادها- ظرفیت نوآوری- هزینه‌های شرکت در تحقیق و توسعه- در دسترس بودن دانشمندان و مهندسان.	

پاسخ به پرسش دوم پژوهش. شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری ازنظر خبرگان در حوزهٔ سیاست‌گذاری مناسب و مطلوب هستند؟

نتایج مربوط به ارزیابی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری از منظر خبرگان در جدول ۳ آمده است. نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای سطح معنی‌داری برای تمامی شاخص‌ها کمتر از ۰.۰۵ (sig=0.000) و مقدار t هم بیشتر از ۱.۹۶ بوده است؛ بنابراین تمام ۱۵ شاخص علم، فناوری و نوآوری از نگاه خبرگان برای استفاده در سیاست‌گذاری مطلوب و مناسب تشخیص داده‌شده است. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد؛ در طبقه انتشارات علمی و استنادات؛ شاخص بهره‌وری و تأثیر استناد از انتشارات یک دانشمند یا محقق با میانگین ۳.۹٤ و شاخص مقالات و مجلات علمی و فنی با میانگین ۳.٦۱ بیشترین مناسبت و مطلوبیت در این طبقه را دارند. در طبقه اقتصاد؛ شاخص‌های پیچیدگی فرایند تولید با میانگین ۳.۹۷ و شدت صنعتی شدن با میانگین ۳.۷۲ و پرداخت‌های مالکیت معنوی با میانگین ۳.۵۹ بیشترین

میانگین و مطلوبیت را دارند. در طبقه زیرساخت؛ انرژی، معدن و فناوری سبز شاخص‌های واردات سوخت با میانگین ۳.۸۱ و مصرف انرژی سوخت‌های فسیلی با میانگین ۸۲۳ و تولید ناخالص داخلی به ازای واحد مصرف انرژی با میانگین ۳.۷۹ بیشترین میانگین و مطلوبیت را دارند. در طبقه توسعهٔ سرمایهٔ انسانی، آموزش‌وپرورش نیز شاخص‌های تحرک ورودی در دورهٔ سوم تحصیلی با میانگین ۳.۹۷ و در دسترس بودن آخرین فناوری‌ها با میانگین ۳.۹٤ و رتبه‌بندی دانشگاه با میانگین ۳.۸۲ بیشترین میانگین و مطلوبیت را دارند. در طبقه فناوری اطلاعات و ارتباطات؛ شاخص‌های صادرات خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات با میانگین ۳.۸۵ و فناوری ارتباطات و اطلاعات و ایجاد مدل‌سازمانی با میانگین ۳.۷۲ و دسترسی به فناوری اطلاعات و ارتباطات با میانگین ۳.٦۷ بیشترین میانگین و مطلوبیت را دارند. در طبقه امور مالی و پیچیدگی بازار؛ شاخص‌های اندازه بازار خارجی با میانگین ۳.۹۱ و تجارت، رقابت و مقیاس بازار با میانگین ۳.۸۳ و مشارکت نیروی کار و زنان شاغل با میانگین ۳.۷۹ و صادرات کالا و خدمات با میانگین ۳.۷٦ و بیکاری با میانگین ۳.۷۳ بیشترین میانگین و مطلوبیت را دارد. در حوزهٔ حکمرانی؛ شاخص‌های محیط نظارتی با میانگین ۳.۷۹ و پرداخت هزینه استفاده از مالکیت معنوی با میانگین ۳.۷٦ و کارایی هزینه‌های دولت با میانگین ۳.٦٤ بیشترین میانگین و مطلوبیت را دارند. در طبقه خروجی‌های (تولیدات) خلاقانه؛ شاخص‌های توسعهٔ زنجیرهٔ ارزش با میانگین ٤ و صادرات کالاهای خلاقانه با میانگین ۳.۹۷ و صادرات خدمات فرهنگی و خلاقانه با میانگین ۳.۸۸ و طرح‌های صنعتی با میانگین ۳.۷۹ و درخواست‌های ثبت اختراع بین‌المللی با میانگین ۳.۷٦ و خروجی/تولیدات با فناوری بالا و متوسط- بالا نیز با میانگین ۳.۷۳ بیشترین میانگین و مطلوبیت را دارند. در طبقه مؤسسات/نهادها؛ شاخص‌های قراردادهای همکاری استراتژیک با میانگین ٤.۲٦ و معاملات سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر با میانگین ٤.۱٤ و میانگین هزینه تحقیق و توسعه شرکت‌ها با میانگین ٤.۱۱ و سهولت دسترسی به وام با میانگین ٤.۰۲ بیشترین میانگین و مطلوبیت را دارند. درنهایت در طبقه نیروی کار تحقیق و سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه نیز شاخص‌های پروژه‌های انجام‌شده توسط شرکت‌ها با میانگین ۳.۹۷ و در دسترس بودن دانشمندان و مهندسان با میانگین ۳.٦۷ و استخدام در خدمات دانش بر با میانگین ۳.۵۵ و تأمین اعتبار و منابع مالی توسط شرکت‌ها با میانگین ۳.۵۲ بیشترین میانگین و مطلوبیت را دارد.

جدول ۳. نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای برای ارزیابی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزه سیاست‌گذاری

طبقه	شاخص	میانگین به دست آمده	انحراف معیار	مقدار t	sig
انتشارات علمی و استنادات	استنادات در هر نشریه	۳.۱۰۹۷	۱.۱۵۰۲۳	۵۲.۹۰۹	۰.۰۰۰
	بهره‌وری و تأثیر استناد از انتشارات یک دانشمند یا محقق	۳.۹٤۷۸	۱.۰۵۹٦۸	٥٤.٤٤۰	۰.۰۰۰
	همکاری علمی بین‌المللی	۳.۱۸۸۰	۱.۰٦۸۹۱	۵۸.۳٦۸	۰.۰۰۰
	مقالات و مجلات علمی و فنی	۳.٦۱۱۱	۱.۱۲۲۱٦	٤٥.٥۳٥	۰.۰۰۰
	تأثیر استنادات تولید علمی	۳.۲۹۵۰	۰.۹۹۱٦۷	٤٥.۲۹۲	۰.۰۰۰
اقتصاد	معامله	۳.٤۱۷۸	۱.۱۵٦۷۷	٤۰.۹۰٤	۰.۰۰۰
	کشاورزی، جنگلداری و ماهی گیری، ارزش‌افزوده	۳.٦۸۹۳	۱.۱٤۸٦۷	٤٥.۸۱۹	۰.۰۰۰
	خدمات، ارزش‌افزوده	۳.۱۵٤۰	۱.۱۱۳۸۲	۵۵.٤۱۸	۰.۰۰۰

ادامه جدول ۳. نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای برای ارزیابی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزه سیاست‌گذاری

طبقه	شاخص	میانگین به دست آمده	انحراف معیار	مقدار t	sig
اقتصاد	تولید، ارزش‌افزوده	۳.۳۱۸۵	۱.۱۵٦۷٤	۳۹.۲۲٦	۰.۰۰۰
	صنعت (شامل ساخت‌وساز)، ارزش‌افزوده	۳.۰۳٦٦	۰.۹۷۰۰۵	٦۱.۲۵۹	۰.۰۰۰
	صنعت متوسط و با فناوری بالا	۳.۰۱۰٤	۱.۱۸۲۲۸	٤۹.۸۳۲	۰.۰۰۰
	نوآوری	۳.۰۲۸۷	۱.۱۷٤۲۰	۵۰.٤۸۰	۰.۰۰۰
	شدت صنعتی شدن	۳.۱۲۵٦	۱.۱۱۵۲۳	٤۷.۷٤۲	۰.۰۰۰
	پیچیدگی فرآیند تولید	۳.۹۷۱۳	۱.۱۱۲۸۷۳	۵۱.۵۱۷	۰.۰۰۰
	ماهیت مزیت رقابتی	۳.۳۸٦٤	۱.۱٤۷۲۸	۵۷.۷٦٦	۰.۰۰۰
	صادرات فناوری پیشرفته منهای صادرات مجدد	۳.۰۲۵٦	۱.۱۲۰٦٦	٤۳.٦۸۱	۰.۰۰۰
	واردات با فناوری بالا	۳.٤۷۰۰	۱.۰٦۵۱٦	٦۳.۷۵٤	۰.۰۰۰
	پرداخت‌های مالکیت معنوی	۳.۵۹۰۱	۱.۲۱۷۹۳	٤۱.٦۱۹	۰.۰۰۰
زیرساخت انرژی، معدن و فناوری سبز	تولید ناخالص داخلی به ازای واحد مصرف انرژی	۳.۷۹۱۱	۱.۲۵٦۷۰	٤۳.٤٦٦	۰.۰۰۰
	عملکرد زیست‌محیطی	۳.۰۷۸۳	۱.۲٤۰۳۰	٤۸.۵۷۲	۰.۰۰۰
	گواهینامه‌های زیست‌محیطی ISO 14001	۳.۲٦۸۹	۰.۹۹۹۰۸	٦٤.۰۳۳	۰.۰۰۰
	صرفه‌جویی تنظیم‌شده: کاهش انرژی	۳.۳۲٦٤	۱.۰۲٦۱۰	٦۳.٤٤۲	۰.۰۰۰
	سطح شدت انرژی	۳.۱٤۸۸	۱.۰۵۹۱٤	۷۰.۹۹۳	۰.۰۰۰
	مصرف انرژی سوخت فسیلی	۳.۸۲۵۱	۰.۹۸۰۵٤	۵۳.٤۸۰	۰.۰۰۰
	خروجی برق تجدید پذیر	۳.٦۰۸٤	۰.۹۷۵۱۵	۵۰.٦۱٤	۰.۰۰۰
	مصرف انرژی‌های تجدید پذیر	۳.۵٦۹۲	۱.۱٦٦٦٤	۷۳.۸۰٤	۰.۰۰۰
	انرژی جایگزین و هسته‌ای	۳.۵۰٦۵	۱.۱۵۹٦۸	۵٦.٤۳۵	۰.۰۰۰
	صادرات سنگ معدن و فلزات	۳.٤۸۳۰	۱.۱۰٦٤۳	۵۹.۱۵۲	۰.۰۰۰
	واردات سوخت	۳.۸٦٦۸	۱.۲۰٦۷۷	٦۲.۳۲۳	۰.۰۰۰
	واردات انرژی	۳.٤۷۷٦	۱.۰۸۷۱۲	۵۵.۱۸۷	۰.۰۰۰
	انتشار گاز دی‌اکسید کربن	۳.۰۵۲۲	۱.۰۱٤۲٤	۵٦.۰۱٦	۰.۰۰۰
	مجموع انتشار گازهای گلخانه‌ای	۳.٤۸۲٤	۱.۱۱٦۰۱	٦۸.٤٤٦	۰.۰۰۰
	انتشار گاز متان	۳.۵۲٤۷	۱.۱۳٦٦۳	٦٤.۷۵۱	۰.۰۰۰
	انتشار اکسید نیتروژن	۳.۵٤۸۸	۱.۰٤۲۱۲	۵٦.۱۹۵	۰.۰۰۰
توسعه سرمایه انسانی: آموزش و پرورش	امید به زندگی	۳.۲۵۳۳	۱.۰۰۵۷۹	٦٦.۸۵۵	۰.۰۰۰
	هزینه‌های آموزش‌وپرورش	۷۵۲۰.۳	۹۵۳٦۹.۰	٦۲.۵٤۷	۰.۰۰۰
	ثبت‌نام در دوره سوم تحصیلی	۱.۳۹۱٦	۱.۵۵۱۰	٦۷.۰٤٦	۰.۰۰۰
	مقیاس‌های پیزا در خواندن، ریاضیات و علوم	۳.٦۵۱۸	۱.۰۸۸۷۵	۵۹.۸٦۱	۰.۰۰۰
	فارغ‌التحصیلان رشته‌های علوم و مهندسی	۳.۱٤۸۸	۱.۰۵۹۱٤	٦۳.۷۷٦	۰.۰۰۰

ادامه جدول ۳. نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای برای ارزیابی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزه سیاست‌گذاری

طبقه	شاخص	میانگین به دست آمده	انحراف معیار	مقدار t	sig
توسعه سرمایه انسانی: آموزش و پرورش	رتبه‌بندی دانشگاه	۳.۸۲۳۵	۰.۹۶۸۳۰	٦٨.٤٦٦	۰.۰۰۰
	کیفیت نظام آموزشی	۳.۲۰۵۹	۱.۱۲۲۲۱	۸۳.٤۸۱	۰.۰۰۰
	کیفیت آموزش ریاضی و علوم	۳.۱۷٦۵	۱.۱٦٦۹۸	۹٤.۷۱۵	۰.۰۰۰
	دسترسی به اینترنت در مدارس	۳.۲۳۵۳	۰.۸۱٦۸۷	۵۸.۳۰۷	۰.۰۰۰
	در دسترس بودن آخرین فناوری‌ها	۳.۹٤۱۲	۰.۹۵۱۵۹	۷۳.۹۵۹	۰.۰۰۰
	در دسترس بودن محلی خدمات آموزشی تخصصی	۳.۷۹٤۱	۱.۰۰۸٤۳	۹۰.۵٤۱	۰.۰۰۰
	بودجه دولتی / دانش‌آموز، متوسطه	۳.۷۰۵۹	۱.۱٤۲۲۸	٦۹.۲۸۵	۰.۰۰۰
	هزینه‌های دولتی به ازای هر دانش‌آموز، دوره سوم تحصیلی	۳.۰۵۸۸	۱.۰۹۹۳٤	۵۷.۱٦٤	۰.۰۰۰
	تحرک ورودی در دوره سوم تحصیلی	۳.۹۷۰٦	۱.۰۲۹٤۲	۷۰.۷۸٤	۰.۰۰۰
فناوری اطلاعات و ارتباطات	دسترسی به فناوری اطلاعات و ارتباطات	۳.٦۷٦۵	۱.۲۲٤۰۲	۷۸.۳۸٤	۰.۰۰۰
	استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات	۳.۰۰۰۰	۱.۱۷۳٤٦	۵٤.۱۲۰	۰.۰۰۰
	فناوری اطلاعات و ارتباطات و ایجاد مدل کسب‌وکار	۳.٤۱۱۸	۱.۰۱۸۵٤	٦۷.٤۲۹	۰.۰۰۰
	قوانین مربوط به فناوری اطلاعات و ارتباطات	۳.۰۵۸۸	۰.۹۵۸۵٦	۸٤.۳۲۳	۰.۰۰۰
	فناوری اطلاعات و ارتباطات و ایجاد مدل‌سازمانی	۳.۷۳۵۳	۰.۹٦۳۲۵	۸۳.٦٤۰	۰.۰۰۰
	صادرات خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات	۳.۸۵۲۹	۱.۰۱۸۹۸	۵۷.۹۲۹	۰.۰۰۰
	خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات	۳.۱۷٦۵	۰.۹۹۱۱۱	۵۹.۸۲٦	۰.۰۰۰
	شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات	۳.۲۰۵۹	۱.۰۳۸۰۵	٦۷.۳۱۰	۰.۰۰۰
امور مالی و پیچیدگی بازار	اعتبار	۳.۵۰۰۰	۱.۱۰۷۸۲	۵۰.۷۱٤	۰.۰۰۰
	سرمایه‌گذاری	۱.۷۳۵۳	۱.۰۵۳۳۹	٦۸.۹۳۵	۰.۰۰۰
	تجارت، رقابت و مقیاس بازار	۳.۸۲۳۵	۰.۹۳۵۲٦	۵۵.٤۲۰	۰.۰۰۰
	محیط تجارت	۳.۵۵۸۸	۱.۰۲۰۳۷	۵٦.۹۳۲	۰.۰۰۰
	شدت رقابت محلی	۳.۱۷٦۵	۱.۰۲۸۹۹	۵۵.۹۸۵	۰.۰۰۰
	وسعت بازار	۳.۱٤۷۱	۱.۱۰٤٦۰	۵۵.٤۲۰	۰.۰۰۰
	اندازه بازار خارجی	۳.۹۱۱۸	۱.۰۵۵۰۸	٤٤.٤۱۵	۰.۰۰۰
	مشارکت نیروی کار، زنان شاغل	۳.۷۹٤۱	۱.۰۰۸٤۳	٤۳.۸۱۵	۰.۰۰۰
	صادرات کالا و خدمات	۳.۷٦٤۷	۱.۲۸۰٦۰	۵۷.۲۷٤	۰.۰۰۰
	تولید ناخالص داخلی سرانه	۳.۷۰۵۹	۱.۲٦۸۰۱	۵۲.۷۹۵	۰.۰۰۰
	رشد تولید ناخالص داخلی واقعی	۳.۲۹٤۱	۰.۸۳۵۹۱	٤٤.۱۵۷	۰.۰۰۰
	میانگین حقوق خالص ماهانه	۳.٤۱۱۸	۰.۹۵۷۱۹	۵۳.٦۰۷	۰.۰۰۰
	بیکاری	۳.۷۳۵۳	۰.۹۹٤۵۸	۵٦.۵۲۱	۰.۰۰۰

ادامه جدول ۳. نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای برای ارزیابی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزه سیاست‌گذاری

طبقه	شاخص	میانگین به دست آمده	انحراف معیار	مقدار t	sig
حکمرانی	کارایی هزینه‌های دولت	۳.٦٤٧١	۱.۰٦۹۷٦	۷۸.۵۵۰	۰.۰۰۰
	شفافیت سیاست‌گذاری دولت	۳.۱٤۷۱	۱.۰۷٦۸۲	۷۰.۹۹۳	۰.۰۰۰
	ترجیح دادن در تصمیمات مقامات دولتی	۳.۰۰۰۰	۰.۹۲۱۲۵	۵۳.٤۸۰	۰.۰۰۰
	انحراف وجوه عمومی	۳.٤۱۱۸	۱.۰۱۸۵٤	۵۰.٦۱٤	۰.۰۰۰
	اعتماد عمومی به سیاستمداران	۳.۲۰۵۹	۰.۹۱۳۵۸	۷۳.۸۰٤	۰.۰۰۰
	استقلال قضایی	۳.۱۱۷٦	۱.۰۳۷٦۲	۵٦.٤۳۵	۰.۰۰۰
	اثربخشی دولت	۳.۰۲۹٤	۰.۹۳٦۹٦	۵۹.۱۵۲	۰.۰۰۰
	شفافیت، پاسخ گوئی و مسئولیت‌پذیری	۳.۰۰۰۰	۰.۹۲۱۱۳	٦۲.۳۲۳	۰.۰۰۰
	ثبات سیاسی و عدم وجود خشونت/تروریسم	۳.۱۱۷٦	۰.۹۱۲۳٦	۵۵.۱۸۷	۰.۰۰۰
	سرویس آنلاین دولت	۳.۲۰۵۸	۱.۰۵۳۳۹	۵٦.۰۱٦	۰.۰۰۰
	مشارکت الکترونیکی	۳.۲٦٤۷	۱.۰۸۱۷۷	٦۸.٤٤٦	۰.۰۰۰
	اثربخشی نهادهای قانون‌گذار	۳.۵۲۹٤	۱.۱۳٤٤۵	٦٤.۷۵۱	۰.۰۰۰
	محیط سیاسی	۳.۵۲۹٤	۱.۲۱۱۹٤	۵٦.۱۹۵	۰.۰۰۰
	هزینه‌های استفاده از مالکیت معنوی	۳.۱۷٦۵	۱.۳۵۸۹۳	٦٦.۸۵۵	۰.۰۰۰
	پرداخت هزینه استفاده از مالکیت معنوی	۳.۷٦٤۷	۱.۱۰۲۵۸	٦۲.۵٤۷	۰.۰۰۰
	محیط نظارتی	۳.۷۹٤۱	۱.۰۹٤۸۸	٦۷.۰٤٦	۰.۰۰۰
خروجی‌های (تولیدات) خلاقانه	ثبت اختراع خانواده‌ها توسط ساکنان شهر	۳.۳۸۲٤	۱.۰۷۳۵۰	۵۹.۸٦۱	۰.۰۰۰
	برنامه‌های کاربردی ثبت اختراع	۳.۵۰۰۰	۱۱.۰۵۱٦۹	٦۳.۷۷٦	۰.۰۰۰
	درخواست‌های ثبت اختراع بین‌المللی	۳.۷٦٤۷	۰.۹۲۳۰۷	٦۲.٦۵۸	۰.۰۰۰
	کارافزار (اپلیکیشن) علامت تجاری	۳.٤٤۱۲	۱.۰۵۰۰۰	۵۸.۰۵۵	۰.۰۰۰
	طرح‌های صنعتی	۳.۷۹٤۱	۰.۹۱۳۸۵	۷۱.٤۰۱	۰.۰۰۰
	خروجی با فناوری بالا و متوسط-بالا	۳.۷۳۵۳	۱.۰۸۱۷۷	٤۰.٦۲۰	۰.۰۰۰
	صادرات کالاهای خلاقانه	۳.۹۷۰٦	۰.۸۳٤۵۸	٦٦.۳۲۷	۰.۰۰۰
	صادرات خدمات فرهنگی و خلاقانه	۳.۸۸۲٤	۰.۹۷۷٤٦	٤۰.۸٦٤	۰.۰۰۰
	ساخت کارافزار موبایل	۳.۵۲۹٤	۱.۰۵۱۲۷	٦۲.۲٤۷	۰.۰۰۰
	توسعه زنجیره ارزش	٤.۰۰۰۰	۰.۷۷۵۸	٦۵.٤٤۰	۰.۰۰۰
مؤسسات /نهادها	همکاری دانشگاه و صنعت در تحقیق و توسعه	۳.۳۵۲۹	۰.۹۸۱۱۱	٦٦.۳۹۷	۰.۰۰۰
	کیفیت مؤسسات علمی پژوهشی	۳.۰۸۸۲	۱.۲۳۹۹۳	۵۳.۵٤۷	۰.۰۰۰
	خرید دولتی محصولات فناوری پیشرفته	۳.۱۱۷٦	۱.۲۰۰۱۲	۵۷.۷٦۵	۰.۰۰۰
	وضعیت توسعه خوشه‌های صنعتی	۳.۹۱۱۸	۱.۰۲۵۹٦	۸۷.۸٤۳	۰.۰۰۰
	سهولت دسترسی به وام	٤.۰۲۹٤	۰.۸۵٦۹۸	۷۱.۲۲۸	۰.۰۰۰

ادامه جدول ۳. نتایج آزمون تی تک نمونه‌ای برای ارزیابی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری در حوزه سیاست‌گذاری

طبقه	شاخص	میانگین به دست آمده	انحراف معیار	مقدار t	sig
مؤسسات /نهادها	در دسترس بودن سرمایه ریسک‌پذیر	۳.۰۱۷۵	۰.۷۱۷۱۲	۷۶.۶۰۵	۰.۰۰۰
	معاملات سرمایه‌گذاری ریسک‌پذیر	٤.١٤٧١	۰.۸۹۲۱۵	۹۰.۵۲۱	۰.۰۰۰
	قراردادهای همکاری استراتژیک	٤.٢٦٤٧	۰.۸۲۷۵۸	۸۵.۷۷٤	۰.۰۰۰
	میانگین هزینه تحقیق و توسعه شرکت‌ها	٤.١١٧٦	۰.٦٨٥٢٣	۹٤.۳۸٤	۰.۰۰۰
نیروی کار تحقیق و سرمایه گذاری تحقیق و توسعه	محققین	٤.٠٥٨٨	۰.۸۱٤٥٢	۸۷.٤۷۷	۰.۰۰۰
	هزینه ناخالص تحقیق و توسعه	٤.٠٥٨٨	۰.٦۹٥۳۲	٦۱.۲۰۱	۰.۰۰۰
	استخدام در خدمات دانش بر	۳.٥٥٨٨	۰.۹٦۳۲٥	٦۸.۸۲۷	۰.۰۰۰
	پروژه‌های انجام‌شده توسط شرکت‌ها	۳.۹۷۰٦	۰.۸۳۳٤۱	٥۳.۲٥٦	۰.۰۰۰
	تأمین اعتبار و منابع مالی توسط شرکت‌ها	۳.٥۲۹٤	۰.۸۹٥٦۲	۱۰۰.٦۸۸	۰.۰۰۰
	خانم‌های شاغل با مدرک تحصیلی عالی	۳.٥۰۰۰	۰.۸۹٦۱۲	۹۱.۸۷۹	۰.۰۰۰
	میزان آموزش کارکنان	۳.۲٥٦۹	۱.۰۲٥۹٦	٥٦.۱۳۲	۰.۰۰۰
	ظرفیت کشور برای حفظ استعدادها	۳.٤٤۱۲	۰.۹۲۷٤۰	٥۹.۳۲٤	۰.۰۰۰
	ظرفیت نوآوری	۳.۳۸۲٤	۱.۲۰٦٤۱	۷٥.۷۳۸	۰.۰۰۰
	هزینه‌های شرکت در تحقیق و توسعه	۳.۳۲۳٥	۱.۰٦٥۱۷	٦۰.۷٥۷	۰.۰۰۰
	در دسترس بودن دانشمندان و مهندسان	۳.٦۷٦٥	۱.۲۰٥٦	۷۳.٥۳۹	۰.۰۰۰

بحث و نتیجه‌گیری

اساساً نداشتن شاخص در هر زمینه‌ای می‌تواند روند تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی را با مشکل مواجه سازد. در حوزهٔ سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری نیز داشتن شاخص‌های به‌روز در این حوزه برای سیاست‌گذاری صحیح، ضروری و لازم است. این پژوهش با هدف شناسایی و احصاء و ارزیابی شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری ازنظر خبرگان صورت گرفت. نتایج نشان داد برای سیاست‌گذاری درزمینهٔ علم، فناوری و نوآوری ۱۱۵ شاخص در ۱۰ طبقه قابل‌شناسایی و بهره‌برداری است که شامل طبقات، انتشارات علمی و استنادات، اقتصاد، زیرساخت انرژی، معدن و فناوری سبز، توسعهٔ سرمایهٔ انسانی مانند آموزش‌وپرورش، فناوری اطلاعات و ارتباطات، امور مالی؛ پیچیدگی بازار، حکمرانی، خروجی (تولیدات) خلاقانه، مؤسسات و نهادها، نیروی کار تحقیق و سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه می‌شود. تمامی ۱۱۵ شاخص از نگاه خبرگان دارای مطلوبیت و مناسبت با طبقه خود بودند. یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش رضاقلی لالانی و همکاران (۱٤۰۰)، اوزکایا و همکاران (Ozkaya et al., 2021)، اوکامورا و نیشی‌جو (Okamura & Nishijo, 2020) همسویی دارد و در سه پژوهش مورداشاره شاخص‌های احصاءشده در حوزهٔ سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری در قالب طبقات تخصصی همانند پژوهش حاضر احصاءشده بودند؛ همچنین در این پژوهش‌ها بر این نکته تأکید شده بود که قبل از هرگونه سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری احصاء شاخص‌ها مبتنی بر نیازها و واقعیات جوامع برای سیاست‌گذاری اساسی است. همچنین یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج پژوهش قاضی‌نوری و فرازکیش (۱۳۹۷)، پاک‌نیت و نوروزی (۱۳۹۵) و مانویوچی و موگابه (Manyuchi &

(Mugabe, 2018) از این دید همسویی دارد که نشان داده شد هرگونه ارزیابی وضعیت سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری نیازمند دارا بودن شاخص‌های واقعی، عینی و قابل‌سنجش است. مطابق با دیدگاه گودموندسون و همکاران (Gudmundssson et al., 2009) و بل و همکاران (Bell et al., 2011) شاخص سازی و احصاء شاخص‌های حوزهٔ سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری دارای کارکردهای مختلفی است. از یک سو این شاخص‌ها می‌توانند وضعیت موجود سیاست‌گذاری و خط‌مشی در این حوزه را نشان دهند و از سوی دیگر میزان موفقیت سیاست‌گذاری‌های علم، فناوری و نوآوری را موردسنجش قرار دهند. بر همین اساس مشاهده می‌شود شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری یک نقشهٔ راهبردی جامع برای سیاست‌گذاری بدون آزمون‌وخطا است که در این زمینه مسائل و مشکلات به همراه ظرفیت‌ها و توانمندی‌های حوزهٔ علم، فناوری و نوآوری مبنای سیاست‌گذاری قرار می‌گیرد.

اهمیت شناسایی این شاخص‌ها در این است که توصیفی از وضعیت موجود سیاست‌گذاری در علم، فناوری و نوآوری در ایران را نشان می‌دهد. همچنین می‌توان از طریق این شاخص‌ها دریافت چقدر سیاست‌گذاران ایرانی مسائل روز و مهمی مانند فناوری‌های سبز و پایداری محیط را در شاخص‌های این حوزه وارد می‌کنند؛ بنابراین در شاخص سازی برای سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری باید حوزهٔ انتشارات علمی و استنادات موردتوجه جدی قرار گیرد. به‌ویژه این نکته که استنادات در هر نشریه، بهره‌وری و تأثیر استناد از انتشارات یک دانشمند یا محقق، همکاری علمی بین‌المللی، مقالات و مجلات علمی و فنی و تأثیر استنادات تولید علمی که نقشی مهمی در نوآوری‌های علمی و اهمیت قائل‌شدن به حوزه دانشگاه دارد، اقتصاد و ابعاد آن نیز می‌بایست موردتوجه جدی سیاست‌گذاران قرار گیرد. حجم معاملات نوآورانه و فناورانه به همراه خدمات ارزش‌افزوده، واردات فناوری سطح بالا و شاخص‌های دیگری نظیر مالکیت معنوی و حمایت از آن، برای بهبود وضعیت علمی کشور باید در دستور کار سیاست‌گذاران قرار گیرد. علیرغم این‌که کشور ایران منابع غنی انرژی دارد اما زیرساخت‌های انرژی بیشتر باید به سمت صرفه‌جوئی و بهره‌گیری از فناوری‌های سبز حرکت کند. همان‌طور که در شاخص‌های این طبقه نیز انواع انتشار گازهای گلخانه‌ای یا واردات انرژی برای حوزهٔ علم، فناوری و نوآوری مهم است. اگر قرار باشد بیش‌ازاندازه روی منابع و انرژی‌های فسیلی تأکید شود، طبیعی است که کارکرد علم، فناوری و نوآوری نیز کوتاه‌مدت و ناپایدار خواهند بود؛ بنابراین لازم است حوزهٔ فناوری‌های سبز و شاخص‌های آن موردتوجه جدی قرار گیرد.

در توسعه سرمایه‌های انسانی نیز دسترسی به اینترنت و پوشش سراسری آن به همراه هزینه‌های آموزش‌وپرورش و ایجاد رشته‌های نو باید موردتوجه جدی قرار گیرد تا این حوزه نیز پیشرفت را تجربه کند. درزمینهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز اساساً سیاست‌گذاران باید بتوانند از این فناوری با تصویب قوانین مناسب حمایت کرده و دسترسی به این فناوری را برای تمامی اقشار فراهم و صادرات خدمات آن را نیز تسریع کنند. با توجه به پیچیدگی بازارهای امروزی سیاست‌گذاران باید بتوانند با برآورد رقابت‌های محلی و بین‌المللی و مقیاس بازارهای هدف برای نوآوری‌های تولیدشده بازار مناسب را پیش‌بینی کنند. بر همین اساس افزایش سطح مشارکت نیروی کار، نیازمند چشم‌اندازی از وسعت بازارهای هدف و سرمایه‌گذاری‌های مناسب ازجمله شاخص‌های مهم این حوزه است. بخش مهمی از شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری مربوط به شیوهٔ حکمرانی است و باید شاخص‌هایی نظیر کارایی دولت، شفافیت، پاسخ گوئی حاکمیت و استقلال قوه قضائیه و حرکت به سمت دولت الکترونیکی همه‌جانبه برای توسعهٔ علمی موردتوجه جدی قرار گیرد. در کنار این موارد توجه ویژه به تولیدات خلاقانه در صنایع خلاق و فرهنگی موردتقاضاست؛ حمایت از انواع اختراعات و ثبت آسان آن‌ها به همراه نشان‌های تجاری و توسعهٔ زنجیرهٔ ارزش می‌تواند

قابلیت‌های تولیدات خلاقانه و نوآورانه را ارتقاء دهد؛ اما در کنار آن نهادهـای علمـی بایـد بتواننـد در یـک همکـاری تنگاتنگ پیشبرد علمی و نوآوری‌های صنعتی را ارتقاء دهند و دولت بتواند محصولات نوآورانه داخلی را خریداری کند تـا روند همکاری نهادی دانشگاهی تسهیل شود. درنهایت باید گفت اساساً سرمایه‌گذاری در حوزهٔ تحقیق، توسـعه و اسـتخدام نخبگان و افراد آگاه به همراه آموزش مستمر کارکنان در سیاست‌گذاری‌های علم، فناوری و نوآوری باید موردتوجـه جـدی قرار گیرد که در این میان یادگیری و آموزش مستمر، منجر به ارتقا ظرفیت‌های نوآوری در کشور خواهد شد.

پیشنهادهای اجرایی پژوهش

- لزوم همکاری بین نهادهای دولتی و غیردولتی برای احصاء شاخص‌های موردنیاز توسعه علمی، فناوری و نوآوری در ابعاد مختلف.
- لزوم تشکیل کارگروه‌های همکاری بین صنعت، دانشگاه و شرکت‌هـای دانـش‌بنیـان بـرای تـدوین شـاخص‌هـای نوآوری و فناوری.
- لزوم به‌کارگیری انجمن‌های غیردولتی علمی یا فناوری به‌عنوان مشاوران در مجلس، دولت برای ارائه گزارش‌هـای منظم علم، فناوری و نوآوری کشور.

پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

- شناسایی آسیب‌های سیاست‌گذاری حوزهٔ علم، فناوری و نوآوری در اسناد کلان و بالادستی.
- سنجش وضعیت موجود و مطلوب شاخص‌های سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری از دیدگاه خبرگان.
- تعیین مهم‌ترین شاخص‌های حوزهٔ سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری از منظر خبرگان و سیاست‌گذاران.

تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل یک پژوهش مستقل است که تحت حمایت هیچ سازمانی قرار ندارد.

فهرست منابع

پاک نیت، م.، و نوروزی، ن. (۱۳۹۵). بررسی شاخص‌هـای تأثیرگـذار بـر رونـد پیشـرفت علـم و فنـاوری. *رهیافـت*، ۲۶(۶۱)، ۲۵-۴۸. https://rahyaft.nrisp.ac.ir/article_13584.html?lang=fa

رضاقلی لالانی، ز.، نوروزی چاکلی، ع.، اباذری، ز.، و سپهر، ف. (۱۴۰۰). شناسایی و تبیین ساختار و رویکرد موجـود در شاخص های ارزیابی علم و فناوری حوزه مهندسی در ایران و کشـورهای منتخـب. *پـژوهش‌نامـه علـم‌سـنجی*، ۷(۱۴)، ۱۷۳-۱۹۶. https://doi.org/10.22070/rsci.2021.13453.1452

زارع احمدآبادی، ح.، صفاری دربرزی، ع.، عندلیب اردکانی، د.، سلامی، ر.، و مالکی نژاد، پ. (۱۴۰۰). طراحـی مـدل نقشه شناخت فازی عوامل مؤثر بر سیاست گذاری علم، فناوری و نوآوری در منطقه ویژه علم و فناوری استان یزد. *بهبود مدیریت*، ۱۵(۱)، ۱۴۹-۱۷۹. https://doi.org/10.22034/jmi.2021.266124.2461

قاضی‌نوری، س.، و فرازکیش، م. (۱۳۹۷). الگوی ارزیابی ملی علم، فناوری و نوآوری بر اساس شاخص‌هـای کـارایی، اثربخشی و سودمندی. *مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی*، ۸(۲۷): ۲۰۵-۲۲۹. https://sspp.iranjournals.ir/article_30761.html?lang=en

مرادی پور، ح.، حاجیانی، الف.، و خلیفه سلطانی، ح. (۱۳۹۶). رهیافتی به پیامدهای سیاست گذاری علم و فنـاوری در ایران بر اساس تحلیل اسناد بالادستی. *پژوهش در نظام‌های آموزشی*، ۱۱(۳۷)، ص. ۱۵۱-۱۷۸.
https://doi.org/10.22034/jiera.2017.57770

Allard, G. (2015). Science and technology capacity in Africa: a new index. *Journal of African Studies and Development*, *7*(6), 137-147.
https://wiki.lib.sun.ac.za/images/0/01/Article1434799458_Allard.pdf

Bell, S., Bauler, T., & Sebastien, L. (2011). A Synthesis of the Findings of the POINT Project. Organisme financeur EU.
https://difusion.ulb.ac.be/vufind/Record/ULB-DIPOT:oai:dipot.ulb.ac.be:2013/224023/Details

Boaz, A., & Ashby, D. (2003). *Fit for purpose?: assessing research quality for evidence based policy and practice* (Vol. 11). London: ESRC UK Centre for Evidence Based Policy and Practice.
https://www.researchgate.net/publication/251774136_Fit_for_Purpose_Assessing_Research_Quality_for_Evidence_Based_Policy_and_Practice

Boshoff, N., & Mouton, J. (2003). Science policy indicators. *Human resources development review 2003: Education, employment and skills in South Africa*.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/6294263

Blankley, W., & Kahn, M. (2005). The history of research and experimental development measurement in South Africa and some current perspectives: science policy. *South African Journal of Science*, *101*(3-4), 151-156. http://hdl.handle.net/20.500.11910/9196

Dutta, S., Escalona Reynoso, R., Wunsch-Vincent, S., Rivera León, L., & Hardman, C. (2019). Creating Healthy Lives–The Future of Medical Innovation. *Global innovation index*, 41-58.
https://www.wipo.int/documents/d/global-innovation-index/docs-en-2019-wipo_pub_gii_2019-chapter1b.pdf

Felt, U., Fouché, R., Miller, C., & Smith-Doerr, L. (2017). Doing, Exploring, and Reflecting on Methods. *The Handbook of Science and Technology Studies*, 27-30.
https://www.researchgate.net/publication/312126015_The_Handbook_of_Science_and_Technology_Studies_Fourth_Edition

Freeman, C., & Soete, L. (2009). Developing science, technology and innovation indicators: What we can learn from the past. *Research Policy*, *38*(4), 583-589.
https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.01.018

Ghazinoory, S., & Farazkish, M. (2018). A modal for STI national evaluation based efficiency, effectiveness, and Utility index. *Strategic Studies of Public Policy*, *8*(27), 205-229.
https://sspp.iranjournals.ir/article_30761.html?lang=en **[In Persian].**

Godin, B. (2002). Outline for a history of science measurement. *Science, technology, & human values*, *27*(1), 3-27. https://www.jstor.org/stable/690273

Gudmundssson, H., Morse, S., Bauler, S., & T. L. Markku. (2009, June). The use and influence of indicators–a conceptual framework for research. In *Knowledge, Technologies and changing institutions.*
https://difusion.ulb.ac.be/vufind/Record/ULB-DIPOT:oai:dipot.ulb.ac.be:2013/223989/Details

Hall, B. H., & Jaffe, A. B. (2018). Measuring science, technology, and innovation: A review. *Annals of Science and Technology Policy*, *2*(1), 1-74.
http://dx.doi.org/10.1561/110.00000005

Hezri, A. A., & Hasan, M. N. (2004). Management framework for sustainable development indicators in the State of Selangor, Malaysia. *Ecological indicators*, *4*(4), 287-304. http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2004.08.002

Okoli, C., & Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: an example, design considerations and applications. *Information & management*, *42*(1), 15-29. https://doi.org/10.1016/j.im.2003.11.002

Kang, D., Jang, W., Kim, Y., & Jeon, J. (2019). Comparing national innovation system among the USA, Japan, and Finland to improve Korean deliberation organization for national science and technology policy. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *5*(4), 82. https://doi.org/10.3390/joitmc5040082

Lundvall, B. Å., Borrás, S., Fagerberg, J., & Mowery, D. C. (2005). The Oxford handbook of innovation. In *Science, technology and innovation policy.* (pp. 599-631). Oxford, UK: Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199286805.003.0022

Lundvall, B. Å. (2010). (ed.). National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning. Anthem press. *London, UK*. https://doi.org/10.7135/UPO9781843318903

Manyuchi, A. E., & Mugabe, J. O. (2017). The production and use of indicators in science, technology and innovation policy-making in Africa: Lessons from Malawi and South Africa. *Journal of Science and Technology Policy Management*, *9*(1), 21-41. https://doi.org/10.1108/JSTPM-06-2017-0026

Manyuchi, A. E. (2018). Conceptualizing and institutions facilitating the use of innovation indicators in South Africa's science, technology, and innovation policymaking. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, *10*(4), 483-492. https://doi.org/10.1080/20421338.2018.1475542

Manyuchi, A. E., & Mugabe, J. O. (2017). The production and use of indicators in science, technology and innovation policy-making in Africa: Lessons from Malawi and South Africa. *Journal of Science and Technology Policy Management*, *9*(1), 21-41. https://doi.org/10.1108/JSTPM-06-2017-0026

Martin, B. R. (2012). The evolution of science policy and innovation studies. *Research policy*, *41*(7), 1219-1239. https://doi.org/10.1016/j.respol.2012.03.012

Moradipour, H., Hajiani, E., & Khalifeh Soltani, H. (2017). Approach to the Results of Science and Technology Policy in Iran, Based on the Analysis of Upstream Documents. *Journal of Research in Educational Systems*, *11*(37), 151-178. https://doi.org/10.22034/jiera.2017.57770 **[In Persian].**

Okamura, A., & Nishijo, K. (2020). Constructing vision-driven indicators to enhance the interaction between science and society. *Scientometrics*, 125(2), 1575-1589. https://doi.org/10.1007/s11192-020-03598-z

OECD (1992). *Technology and the Economy, The Key Relationships*. OECD, Paris. P 328.

https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1068/c120257

Ozkaya, G., Timor, M., & Erdin, C. (2021). Science, technology, and innovation policy indicators and comparisons of countries through a hybrid model of data mining and MCDM methods. *Sustainability*, *13*(2), p 694. https://doi.org/10.3390/su13020694

Pakiyat, M., Norouzi, N. (2015). A Study on Indices Affecting the Progress of Science and Technology in Iran and the Countries of Central and Eastern Asia. *Rahyaft*, 26(61), 25-48. https://rahyaft.nrisp.ac.ir/article_13584.html?lang=en **[in Persian].**

Rezagholi Lalani, Z., Noroozi Chakoli, A., Abazari, Z., & Sepehr, F. (2021). Identifying and exploring the structure and approach in the indicators of science and technology evaluation in engineering in Iran and selected countries. *Scientometrics Research Journal*, 7(14), 173-196. https://doi.org/10.22070/rsci.2021.13453.1452 **[In Persian].**

Sawahel, W. (2014). *African innovation outlook II, new science indicators*. *University World News*, (325). https://www.nepad.org/publication/african-innovation-outlook-ii

Sliogeriene, J., Turskis, Z., & Streimikiene, D. (2013). Analysis and choice of energy generation technologies: The multiple criteria assessment on the case study of Lithuania. *Energy Procedia*, *32*, 11-20. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2013.05.003

Sun, Y., & Cao, C. (2020). The dynamics of the studies of China's science, technology and innovation (STI): A bibliometric analysis of an emerging field. *Scientometrics*, *124*(2), 1335-1365. https://doi.org/10.1007/s11192-020-03500-x

Tijssen, R., & Hollanders, H. (2006). Using science and technology indicators to support knowledgebased economies. *UNU-MERIT*, No. 11. https://www.researchgate.net/publication/254849621_Using_science_and_technology_indicators_to_support_knowledgebased_economies

UNCTAD (2010). Science, technology and innovation indicators for policymaking in developing countries: an overview of experiences and lessons learned. *Ad Hoc Expert Group Meeting on Science, Technology and Innovation Indicators, Geneva* (20-22 January). https://unctad.org/system/files/official-document/ciimem1crp1_en.pdf

Van Heerden, J., & Mulumba, M. (2023). Science, Technology and Innovation (STI): Its Role in South Africa's Development Outcomes and STI Diplomacy. In: Ittekkot, V., & Baweja, J.K. (eds), *Science, Technology and Innovation Diplomacy in Developing Countries. Research for Development* (pp. 141-154). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-6802-0_9

Walsh, P. P., Murphy, E., & Horan, D. (2020). The role of science, technology and innovation in the UN 2030 agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, *154*, p. 119957. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119957

Zare Ahmadabadi, H., Saffari Darberazi, A., Andalib Ardakani, D., Salami, S. R., & Malekinejad, P. (2021). Designing a Fuzzy Cognition Map Model of Factors Affecting Science, Technology and Innovation Policy-Making in Yazd Science and Technology Corridor. *Journal of Improvement Management*, *15*(1), 149-179. https://doi.org/10.22034/jmi.2021.266124.2461 **[In Persian].**