Scientometrics Research Journal
Scientific Bi-Qualterly Journal of Shahed University/ Article in Press (Not edited)

Leila Namdarian[1]*

Evaluation Indicators of Science, Technology, and Innovation: A Comparative Study of Iran, Australia, and New Zealand

1.Associate professor, Information and Society Research Department, Iranian Research Institute for Information Science and Technology (IranDoc), Tehran, Iran.Emai: Namdarian@irandoc.ac.ir ORCID ID: 0000-0002-1411-6368
(Corresponding author)

Receive:
../../….
Acceptance:
../../….

Abstract

Purpose: In today's evolving global landscape, effective evaluation and monitoring of research and technology capabilities drive innovation, economic growth, and competitiveness. This study aims to comprehensively analyze and compare science, technology, and innovation (STI) evaluation indicators across three distinct national contexts: Iran, Australia, and New Zealand. By developing a robust thematic framework, this research offers actionable insights and recommendations for policymakers seeking to enhance their research and innovation ecosystems. The importance of aligning evaluation methods with global standards cannot be overstated, as nations increasingly compete in the global knowledge economy. Australia and New Zealand were selected as benchmarks for comparison due to their leadership in STI evaluation practices, enabling a nuanced understanding of different national contexts and their impact on STI policies and outcomes. This comparative approach highlights best practices and contextual adaptations that can inform global policymaking.

Methodology: This study adopts a systematic and qualitative approach to compare STI evaluation indicators in Iran, Australia, and New Zealand. Data collection involved library research, document reviews, and governmental and institutional reports analysis. 445 indicators were identified and categorized into six main thematic groups: scientific publications, human capital, technology, budget, institutional environment, and innovation. These categories encompass diverse subcategories, such as R&D expenditure, education funding, venture capital investment, patents, and technology transfer, providing a granular and multidimensional perspective on STI evaluation. A thematic analysis was conducted to identify patterns, strengths, and weaknesses within each national system, ensuring a comprehensive comparative framework. By focusing on both qualitative and quantitative metrics, this methodology underscores the importance of aligning evaluation systems with global best practices while considering local contexts. Moreover, this approach integrates an interdisciplinary perspective, combining insights from science policy, economics, and innovation studies to enrich the comparative analysis.

Findings: The findings reveal significant differences in how STI evaluation indicators are prioritized and implemented across the three countries. In Iran, the focus is primarily on scientific productivity and human capital development, emphasizing national research outputs and workforce expansion. In contrast, Australia and New Zealand exhibit a broader emphasis on technology commercialization, venture capital investment, and international collaborations, reflecting their advanced innovation ecosystems and integration into the global market. Indicators were systematically classified into six overarching categories, with subcategories providing insights into R&D funding, innovative business environments, and knowledge transfer mechanisms. For example, the technology category includes measures such as patents, industrial designs, and trademarks, while the human capital category explores metrics related to researchers, students, and workforce development. By employing thematic analysis, the study uncovers both shared practices and unique strategies within each country. Iran's STI evaluation framework demonstrates notable strengths in fostering national research initiatives but faces challenges in integrating these efforts with broader innovation policies. Meanwhile, Australia and New Zealand's systems showcase a balanced approach, combining quantitative metrics with qualitative assessments to capture the full spectrum of STI activities. The contrast between the three countries underscores the influence of governance models, funding structures, and regional priorities in shaping STI evaluation outcomes. This comprehensive analysis underscores the contextual factors—such as economic priorities, governance structures, and cultural norms—that influence the design and effectiveness of STI evaluation systems.

Conclusion: This study contributes significantly to the field of STI evaluation by providing a detailed comparative analysis of three distinct national contexts. The findings highlight the importance of aligning evaluation frameworks with international standards while adapting to local needs and priorities. For policymakers, the study offers a roadmap to foster vibrant innovation ecosystems, enhance resource allocation, and strengthen global competitiveness. It emphasizes the need for flexible evaluation systems that can adapt to emerging technologies, shifting priorities, and new trends. Additionally, the research identifies gaps in existing systems, offering targeted strategies to enhance both the efficiency and impact of STI initiatives in diverse contexts. The thematic framework developed through this study provides a valuable tool for other countries seeking to assess and improve their STI evaluation systems. It emphasizes the importance of striking a balance between quantitative indicators, such as publication outputs and patents, and qualitative measures, such as collaboration quality. Ultimately, the ability to accurately evaluate and strategically enhance STI capabilities is crucial for maintaining a competitive edge in the global knowledge economy. This research offers practical insights for nations aiming to align their innovation policies with global standards while fostering sustainable development and long-term economic resilience. By offering a dynamic and adaptable evaluation framework, this study not only advances academic discourse in STI evaluation but also provides actionable guidance for practitioners and policymakers worldwide. The findings underscore the critical role of robust evaluation systems in driving innovation and ensuring that research efforts translate into meaningful societal and economic outcomes. This underscores the potential for scaling successful practices across regions while addressing unique challenges specific to each context. As global challenges continue to evolve, this study highlights the need for continuous refinement and innovation in STI evaluation practices to meet the demands of an increasingly interconnected world.

Keywords: Science, Technology and Innovation, Comparative analysis, Iran, Australia, New Zealand, Evaluation indicators.

ویرایش نشده

پژوهش‌نامه علم‌سنجی
دوفصلنامه علمی ـ پژوهشی دانشگاه شاهد/ زودآیند ویرایش نشده

شاخص‌های ارزیابی علم، فناوری، و نوآوری: مطالعه تطبیقی ایران، استرالیا، و نیوزلند

لیلا نامداریان* [1]

۱. دانشیار، پژوهشکده جامعه و اطلاعات، پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)، تهران، ایران. Email: Namdarian@irandoc.ac.ir شناسه ارکید: 0000-0002-1411-6368 (نویسنده مسئول)

دریافت: ۰۰۰/۰۰/۰۰
پذیرش: ۰۰۰/۰۰/۰۰

چکیده

هدف: این مطالعه به بررسی نظام‌های ارزیابی علم، فناوری و نوآوری (STI) در ایران، استرالیا و نیوزلند می‌پردازد. هدف اصلی آن شناسایی شاخص‌های ارزیابی STI در این کشورها و ارائه آن‌ها در قالب یک چارچوب موضوعی است.

روش‌شناسی: در این مطالعه، استرالیا و نیوزلند به لحاظ پیشرو بودنشان در ارزیابی STI، برای مطالعه تطبیقی با ایران انتخاب شده‌اند. سپس، از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و با بررسی اسناد و گزارش‌های موجود، اطلاعات مربوط به شاخص‌های ارزیابی STI در این کشورها جمع‌آوری شده‌اند. در نهایت، با روش کیفی تحلیل موضوعی، حوزه‌های موضوعی شاخص‌های ارزیابی STI در این کشورها، احصاء، طبقه‌بندی، و توصیف شده است.

یافته‌ها: یافته‌های این پژوهش شامل بررسی شاخص‌های ارزیابی STI مورد استفاده در کشورهای منتخب است. در مجموع ۴۴۵ شاخص شناسایی و در شش دسته موضوعی اصلی (شامل شاخص‌های انتشارات علمی، شاخص‌های سرمایه انسانی، شاخص‌های فناوری، شاخص‌های بودجه، شاخص‌های محیط نهادی، و شاخص‌های نوآوری) و ۲۷ زیرمجموعه طبقه‌بندی شده‌اند. این طبقه‌بندی امکان مقایسه و تجزیه و تحلیل نظام‌مند شاخص‌های ارزیابی STI را فراهم می‌کند. افزون بر این، تجزیه و تحلیل موضوعی شاخص‌های ارزیابی STI، ضمن شناسایی نقاط قوت و ضعف رویکرد هر کشور به ارزیابی STI ، عوامل زمینه‌ای را که بر اثربخشی رویکرد ارزیابی آنها تأثیر می‌گذارد، برجسته می‌کند.

نتیجه‌گیری: بررسی تطبیقی میان ایران، استرالیا و نیوزلند نشان می‌دهد نظام‌های ارزیابی STI در هر کشور بر اساس ساختارهای اجتماعی و اقتصادی خاص خود، شامل مجموعه‌ای از شاخص‌های کمّی و کیفی است. این پژوهش از طریق تجزیه و تحلیل این شاخص‌ها، به سیاست‌گذاران ایرانی پیشنهاد می‌دهد که با الگوبرداری از کشورهای پیشرو به تقویت روش‌های ارزیابی STI در سطح ملی بپردازند.

واژگان کلیدی: علم، فناوری و نوآوری، تحلیل تطبیقی، ایران، استرالیا، نیوزلند، شاخص‌های ارزیابی.

ویرایش نشده

مقدمه و بیان مسئله

اولین و حیاتی‌ترین گام در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری برای هر نظام، درک وضعیت فعلی آن و جمع‌آوری اطلاعات دقیق و قابل اعتماد از بخش‌های مختلف آن نظام است. درک روشن از وضعیت موجود و نظارت بر تغییرات در طی زمان، در مقایسه با اهداف تعیین‌شده و با سایر کشورها، برای برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری مؤثر در بخش‌های علم و فناوری ضروری است (Edquist, 2010; Crespi & Zuniga; 2012). توسعه علمی و فناورانه به این اطلاعات بستگی دارد که پایه و اساس تصمیم‌گیری آگاهانه را تشکیل می‌دهد (Nelson, 1985; Freeman & Soete, 2009). از جمله مهم‌ترین ابزارها برای ارائه چنین اطلاعاتی به برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران، شاخص‌های علم، فناوری و نوآوری (STI) است (OECD, 2023; OECD, 2017). در نتیجه، کشورهای پیشرو در علم و فناوری مدت‌هاست که به اندازه‌گیری مداوم شاخص‌های STI خود متعهد بوده و از نتایج آن برای هدایت برنامه‌ها و سیاست‌های آینده خود استفاده می‌کنند (Freeman & Louçã, 2001; Godin, 2009).

برای مثال، مروری بر تاریخچه ارزیابی STI در ایالات متحده نشان می‌دهد که چگونه سیاست‌گذاران آمریکایی از ارزیابی مداوم عملکرد و وضعیت‌شان در بخش‌های علم و فناوری برای تقویت رشد و شکوفایی ملی خود استفاده کردند (Mowery & Rosenberg, 1999). به گفته سازمان همکاری و توسعه اقتصادی[1]، شاخص‌های STI شامل مجموعه‌ای از داده‌های قابل اندازه‌گیری و سازماندهی شده است که جایگاه علمی و فناوری یک کشور را منعکس می‌کند و نقاط قوت و ضعف آن را برجسته می‌کند. این شاخص‌ها اساس برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری را تشکیل می‌دهند (OECD, 2017). از سوی دیگر، شاخص‌های STI هشدارهای اولیه در مورد روندها و رویدادهای در حال ظهور ارائه می‌دهند و امکان اصلاحات به موقع را فراهم می‌کنند. بنابراین، تعریف، اندازه‌گیری و اشاعه نتایج ارزیابی این شاخص‌ها به ذینفعان مربوطه بسیار مهم است (Godin, 2017; Grupp & Schubert, 2010).

هدف از این اندازه‌گیری‌ها ارائه درک دقیقی از وضعیت فعلی است که سیاست‌گذاران را قادر می‌سازد تا استراتژی‌هایی را بر اساس این دانش توسعه دهند. در نتیجه، پس از انتشار یافته‌ها، تحلیلگران و سیاست‌گذاران در راستای دستیابی به اهداف مورد نظر، تجزیه و تحلیل دقیق و پایش روند را برای شناسایی نقاط قوت و ضعف و تدوین سیاست‌هایی برای کاهش نقاط ضعف و تقویت نقاط قوت انجام می‌دهند (Godin, 2004). گردآوری و اندازه‌گیری شاخص‌های ارزیابی STI دارای سابقه طولانی در سطح جهانی است و نهادهای متعددی نقش‌های پیشرو در این حوزه دارند (Fagerberg et al., 2013; Grupp & Schubert, 2010).

کشور ایران نیز در سال‌های اخیر اقدامات ارزشمندی در حوزه ارزیابی STI انجام داده است. ابتکارات مختلف در ایران مانند «نهضت تولید علمی»، «کرسی‌های آزاد اندیشی»، «نقشه جامع علمی کشور»، و «الگوی ایرانی–اسلامی پیشرفت» نشان‌دهنده توجه بیش از پیش مقامات کشوری به ویژه مقام معظم رهبری (حفظه‌الله) به علم و فناوری است. باید اذعان نمود که اگرچه کار ارزیابی STI در ایران در دهه‌های گذشته آغاز شده، اما هنوز با موانع و چالش‌هایی روبرو است.

[1] Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)

یکی از چالش‌های اصلی ایران در زمینه ارزیابی شاخص‌های STI، پراکندگی و ناهماهنگی شاخص‌های ارزیابی است که فرآیند انتخاب و استفاده از آن‌ها را برای سیاست‌گذاران دشوار کرده است. علاوه بر این، کمبود داده‌های دقیق و قابل اعتماد، از دیگر چالش‌های مهم در این حوزه است. در حالیکه جمع‌آوری داده‌های استاندارد و استفاده از شاخص‌های کمّی و کیفی معتبر نقشی حیاتی در برنامه‌ریزی علمی و فناوری دارد. افزون براین، در ایران عدم هماهنگی شاخص‌های ارزیابی با اسناد استراتژیک ملی همچنان به عنوان یک مشکل اساسی باقی مانده است. در حالیکه همسویی شاخص‌ها با نیازها و اولویت‌های ملی و همچنین اسناد استراتژیک کشور، یک ملاحظه کلیدی است (Nijkamp & Siedschlag, 2010).

راه‌حل این چالش‌ها در تدوین و اجرای یک چارچوب موضوعی و یکپارچه برای شاخص‌های STI نهفته است. چنین چارچوبی می‌تواند به ایران کمک کند تا شاخص‌های کلیدی در بخش‌های مختلف از جمله انتشارات علمی، نوآوری، سرمایه انسانی و غیره را شناسایی کرده و آن‌ها را به‌صورت منظم و هماهنگ ارزیابی کند. افزون بر این، این چارچوب می‌تواند الگویی برای جمع‌آوری نظام‌مند و استاندارد داده‌ها و استفاده از نظام‌های اطلاعاتی پیشرفته برای پایش شاخص‌ها فراهم آورد. همچنین، ارائه چارچوبی که بر پایه شاخص‌های بین‌المللی و تجربیات کشورهای توسعه‌یافته استوار باشد و در عین حال قابلیت بومی‌سازی داشته باشد، می‌تواند به ایران کمک کند تا شاخص‌های خود را با نقشه جامع علمی کشور و سند الگوی ایرانی–اسلامی پیشرفت همسو سازد. این امر منجر به تدوین سیاست‌هایی خواهد شد که نه تنها مبتنی بر واقعیت‌های موجود هستند بلکه با توجه به نیازهای بومی کشور تنظیم شده‌اند و به تحقق اهداف ملی در حوزه علم و فناوری کمک خواهند کرد (Archibugi & Filippetti, 2015).

از این رو، هدف این مطالعه ایجاد چنین چارچوبی برای ایران با انجام تحلیل مقایسه‌ای شاخص‌های ارزیابی STI ایران و کشورهای توسعه‌یافته اقیانوسیه (استرالیا و نیوزلند) است. نیوزلند و استرالیا علیرغم نزدیکی جغرافیایی و پیوندهای مشترک فرهنگی خود دارای چشم‌اندازهای اجتماعی–اقتصادی متمایز، چارچوب‌های سیاستی و اکوسیستم‌های نوآوری متفاوت هستند (Freeman & Louçã, 2001). استرالیا دارای اقتصادی بزرگ‌تر و متنوع‌تر است که به منابع طبیعی و صنایع معدنی وابسته است، در حالی که نیوزلند اقتصادی کوچک‌تر با تمرکز بر کشاورزی و گردشگری دارد. جمعیت استرالیا بیشتر و مهاجرپذیرتر است، در حالی که نیوزلند به دلیل حضور بومیان مائوری، سیاست‌های بیشتری در حمایت از حقوق آنان و پایداری محیطی دارد. اکوسیستم نوآوری استرالیا توسعه‌یافته‌تر و بر پژوهش‌های پیشرفته و تجاری‌سازی فناوری متمرکز است، در حالی که نیوزلند بیشتر بر نوآوری در کشاورزی و محیط‌زیست تمرکز دارد.

به این ترتیب، پرسش اصلی این پژوهش به شناسایی شاخص‌های ارزیابی STI در کشورهای توسعه‌یافته اقیانوسیه (استرالیا و نیوزلند) پرداخته و نحوه انتقال و تطبیق این شاخص‌ها در قالب یک چارچوب موضوعی برای ارزیابی STI در سطح ملی را مورد بررسی قرار می‌دهد.

سؤال‌های پژوهش/فرضیه‌های پژوهش

بر پایه آنچه که در بخش مقدمه و بیان مسئله ذکر شد، مهمترین سوالات پژوهشی این مطالعه به شرح زیر است:

۱- شاخص‌های مرتبط با ارزیابی STI در الگوهای ارزیابی کشورهای توسعه‌یافته اقیانوسیه (استرالیا و نیوزلند) کدام هستند؟

۲- چگونه می‌توان شاخص‌های مرتبط با ارزیابی STI را در قالب چارچوبی موضوعی برای ارزیابی STI در سطح ملی ارائه نمود؟

به منظور پاسخ به پرسش‌های مذکور بخش سوم مقاله به چارچوب نظری، بخش چهارم به پیشینه، بخش پنجم به روش‌شناسی، بخش ششم به بیان یافته‌های پژوهش و در نهایت بخش هفتم به بحث و نتیجه‌گیری می‌پردازد.

چارچوب نظری

در طول چند دهه گذشته، ارزیابی نظام‌های STI شاهد تحولات بنیادینی بوده است. این تحول با گذار از مدل‌های خطی نوآوری به سمت مدل‌های سیستمی نوآوری آغاز شد. در مدل‌های خطی که در دهه‌های میانی قرن بیستم رایج بودند، نوآوری به‌عنوان فرآیندی ساده و مستقیم تصور می‌شد که از تحقیق و توسعه[1] شروع شده و به تولید محصولات و خدمات جدید ختم می‌شود (Dodgson, 2013; Godin, 2017). این مدل‌ها فرض می‌کردند که افزایش سرمایه‌گذاری در R&D مستقیماً به نوآوری‌های بیشتر و رشد اقتصادی منجر خواهد شد. کتابچه فراسکاتی که در سال ۱۹۶۲ توسط OECD تدوین شد، بر اساس این مدل خطی، بر ورودی‌های نوآوری نظیر سرمایه‌گذاری در R&D و نیروی انسانی تمرکز داشت و به‌عنوان یک راهنمای عملی برای ارزیابی فعالیت‌های R&D در نظر گرفته شد (OECD, 2005).

با گذر زمان و شناسایی محدودیت‌های مدل خطی، مشخص شد که نوآوری یک فرآیند پیچیده‌تر و چندوجهی است که نیاز به درک تعاملات بین عوامل مختلف دارد. از این رو، در دهه ۱۹۸۰، مدل‌های خطی نوآوری جای خود را به مدل‌های سیستمی نوآوری دادند. این مدل‌ها که به‌طور گسترده‌تری در نظام‌های نوآوری ملی[2] معرفی شدند، بر تعاملات پیچیده میان نهادهای مختلف نظیر دانشگاه‌ها، مؤسسات پژوهشی، شرکت‌ها و دولت‌ها تأکید داشتند. نظام‌های نوآوری ملی که توسط (Freeman, 1987) و (Lundvall, 1992) معرفی شدند، نوآوری را به‌عنوان یک فرآیند غیرخطی و تعاملی تعریف کردند که در آن نهادها و سیاست‌ها به‌طور پویا در تولید و انتشار نوآوری نقش دارند. دستورالعمل‌های عملیاتی نظیر فراسکاتی و اسلو نیز متناسب با این تغییرات درک از نوآوری، به‌روزرسانی شدند. در ابتدا، کتابچه فراسکاتی بر اندازه‌گیری ورودی‌های R&D تمرکز داشت، اما با ظهور مدل‌های سیستمی نوآوری، این دستورالعمل به سمت اندازه‌گیری خروجی‌های نوآوری مانند ثبت اختراعات، انتشارات علمی، تجاری‌سازی فناوری‌ها، همکاری‌های بین‌المللی، و نوآوری‌های نهادی گسترش یافت (Godin, 2020; Galindo-Rueda, 2019). به‌طور مشابه، دستورالعمل اسلو که در سال ۱۹۹۴ تدوین شد، با تمرکز بر نوآوری‌های فناورانه و با در نظر گرفتن شاخص‌های خروجی، به‌عنوان یکی از اولین چارچوب‌های جامع برای ارزیابی نوآوری‌های فناورانه مورد استفاده قرار گرفت (OECD, 2005) .

با ظهور مدل‌های سیستمی و نظام‌های نوآوری ملی، این تغییرات در دستورالعمل‌های بین‌المللی مانند اسکوربورد نوآوری OECDو شاخص جهانی نوآوری[3] نیز مشهود است. این اسناد نشان می‌دهند که ارزیابی نوآوری نه تنها باید میزان

[1] Research and Development (R&D)
[2] National Innovation Systems
[3] Global Innovation Index (GII)

فعالیت‌های R&D را بسنجد، بلکه باید تأثیرات اقتصادی و اجتماعی نوآوری‌ها را نیز مورد توجه قرار دهد (OECD, 2021; Dutta et al., 2023).

ارتباط نظام‌های نوآوری ملی با مدل‌های سیستمی باعث شده است که کشورها براساس ساختار اقتصادی و نهادی خود، از شاخص‌های مختلفی برای ارزیابی STI استفاده کنند. برای مثال، ایران که بر خودکفایی علمی و توسعه فناوری‌های بومی تمرکز دارد، بیشتر به انتشارات علمی داخلی و توسعه فناوری‌های بومی اولویت می‌دهد. در مقابل، استرالیا به دلیل تعاملات گسترده بین‌المللی، به پروانه‌های ثبت اختراع بین‌المللی و همکاری‌های علمی بین‌المللی توجه بیشتری می‌کند (OECD, 2021). این تفاوت‌ها ناشی از ساختارهای متفاوت نظام‌های نوآوری ملی این کشورهاست که انتخاب شاخص‌های ارزیابی STI را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Dutta et al., 2023).

این پژوهش با علم به اثرات نظام‌های نوآوری ملی بر شاخص‌های ارزیابی STI کشورها، در تلاش است تا با تجمیع شاخص‌های ارزیابی STI از سه کشور ایران، استرالیا و نیوزلند، یک چارچوب موضوعی یکپارچه ارائه دهد. هر کشور، بر اساس ویژگی‌های منحصربه‌فرد نظام نوآوری خود، شاخص‌هایی از چارچوب مذکور را انتخاب می‌کند که متناسب با اولویت‌ها و نیازهای ملی آن است. به‌عنوان مثال، کشوری با تمرکز بر توسعه فناوری‌های بومی ممکن است به شاخص‌های انتشارات علمی داخلی و بودجه‌های دولتی در R&D اولویت دهد، در حالی که کشورهایی با تعاملات گسترده بین‌المللی، شاخص‌هایی نظیر پروانه‌های ثبت اختراع بین‌المللی و همکاری‌های فناورانه را در اولویت قرار می‌دهند. این چارچوب موضوعی، متناسب با ویژگی‌های نظام‌های نوآوری ملی هر کشور، قابلیت انطباق دارد و می‌تواند برای ارزیابی STI در این کشورها به‌کار گرفته شود. این چارچوب با انعطاف‌پذیری بالا، به سیاست‌گذاران امکان می‌دهد که نقاط قوت و ضعف نظام‌های نوآوری خود را شناسایی کرده و استراتژی‌های بهتری برای بهبود آن تدوین کنند.

پیشینه پژوهش

ارزیابی علم، فناوری و نوآوری در ایران– ایران پیشرفت‌های قابل توجهی در پژوهش‌های علمی داشته است و در سال ۲۰۲۰ در رتبه ۱۶ جهانی در انتشارات علمی قرار گرفت (SCImago, 2021). تمرکز ایران بر آموزش علوم و مهندسی منجر به پرورش شمار قابل توجهی از مهندسان و دانشمندان شده است (UNESCO, 2021). با این حال، اکوسیستم نوآوری ایران به دلیل تحریم‌های بین‌المللی و ادغام محدود با بازارهای جهانی با موانعی مواجه است. رتبه ۶۰ این کشور در شاخص GII از بین ۱۳۲ اقتصاد در سال ۲۰۲۱ نشان‌دهنده این چالش‌هاست (WIPO, 2021). از نظر اقتصادی، ایران همچنان به شدت به بخش نفت و گاز خود وابسته است که بخش قابل توجهی از تولید ناخالص داخلی و درآمد صادراتی را به خود اختصاص می‌دهد و اقتصاد این کشور را در برابر شوک‌های خارجی و نوسانات قیمت کالاها آسیب‌پذیر می‌کند (World Bank, 2022; Duta et al., 2023). با وجود این چالش‌ها، ایران با توسعه فناوری‌های بومی در زمینه‌های مختلف، انعطاف‌پذیری و سازگاری نشان داده است (Ghazanfari & AliAhmadi, 2019). تأکید دولت بر «اقتصاد مقاومتی» تلاش‌ها را برای تنوع بخشیدن و کاهش اتکا به صادرات نفت تحریک کرده است (Fathollah-Nejad, 2020). سند چشم انداز ۱۴۰۴ ایران اهداف بلندپروازانه از جمله «دستیابی به جایگاه اول اقتصادی، علمی و فناوری در سطح منطقه» را ترسیم می‌کند. برای تحقق این هدف، نظارت و ارزیابی مستمر وضعیت STI کشور بسیار مهم است. مؤسسات مختلفی در ایران ارزیابی‌های STI را انجام داده‌اند و گزارش‌هایی با چارچوب‌های ارزیابی متفاوت ارائه می‌کنند. هیئت نظارت و ارزیابی شورای عالی انقلاب فرهنگی با انتشار گزارش‌هایی از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۶، شاخص‌ها را در ابعاد انسانی، عملکردی، مالی، بهره‌وری و ساختاری در دو

سطح خرد و کلان دسته‌بندی کرد (هیئت نظارت و ارزیابی شورای عالی انقلاب فرهنگی، ۱۳۸۲). از دیگر اسناد بالادستی مهم کشور، سند نقشه جامعه علمی کشور است که در این سند شاخص‌های STI در قالب ابعاد اصلی نظیر سرمایه انسانی، انتشارات علمی، اثربخشی، کارگروهی، مشارکت در راهبری علم و فناوری، وضعیت آموزشی، اخلاق و ایمان اقتصادی، ارائه شده است (شورای عالی انقلاب فرهنگی، ۱۳۸۹). همچنین، شورای عالی انقلاب فرهنگی، گزارش روند تحولات علم و فناوری در ایران را منتشر می‌نماید که در آن شاخص‌های ارزیابی علم و فناوری در قالب سرمایه انسانی، تولید علم، فناوری و صنایع دانش‌بنیان ارائه می‌شود (ستاد راهبری اجرای نقشه جامع علمی کشور، ۱۳۹٤). در سال ۱۳۹۵، کمیسیون عتف، آیین‌نامه اجرایی نظام پایش و ارزیابی علم، فناوری و نوآوری را به تصویب رساند. بر پایه این آیین‌نامه، شاخص‌های ارزیابی STI در ۱۱ حوزه موضوعی شامل زیرساخت، هزینه‌کرد، سرمایه انسانی، تسهیلات مالی و سرمایه‌گذاری خطرپذیر، انتشارات علمی؛ تولید و خلق ثروت از فعالیت‌های نوآورانه و فناورانه، اشتغال، تجارت فناوری و نوآوری، سرمایه‌گذاری خارجی، مالکیت فکری، فرهنگ و مهاجرت و جابجایی بین‌المللی افراد تحصیل‌کرده، ارائه شده است.

ارزیابی علم، فناوری و نوآوری در استرالیا– استرالیا یکی از موفق‌ترین اقتصادهای جهان در زمینه انعطاف‌پذیری و نوآوری است. این کشور در شاخص GII در ۲۰۲۳ رتبه ۲۵ را به خود اختصاص داده است (Duta et al., 2023). هزینه‌های کسب و کار در R&D[1] با بیشترین سهم از صنایع اولیه نسبت به میانگین OECD مشخص می‌شود (OECD, 2023). شدت کلی BERD کمی بیشتر از میانگین OECD است. هزینه‌های آموزش عالی در R&D[2] و هزینه ناخالص داخلی R&D[3] به طور قابل توجهی نسبت به میانگین OECD بالا است (OECD, 2023). از نظر خروجی نوآوری، استرالیا در انتشارات علمی با همکاری‌های بین‌المللی برتر است. با این حال، درخواست‌های ثبت اختراع، به ویژه پروانه‌های ثبت اختراع سه‌گانه، از میانگین OECD کمتر هستند (IP Australia, 2023). برای پرداختن به این موضوع، دولت استرالیا به دنبال افزایش مشارکت تجاری در نوآوری از طریق اقدامات سیاسی مختلف مانند طرح تشویقی R&D مبتنی بر اعتبار مالیاتی و برنامه اقدام نوآوری خدمات عمومی[4] است (Smith, 2023). افزون بر این، استرالیا محیط مساعد با موانع نظارتی محدود را برای کارآفرینی فراهم می‌کند. با این حال، دسترسی به سرمایه خطرپذیر همچنان یک چالش است. برای رسیدگی به این موضوع، دولت صندوق‌های خطرپذیر مختلفی را معرفی کرده است (LaunchVic, 2023). در آموزش، استرالیا پایگاه مهارتی قوی دارد و دارای برنامه‌های درسی است که بر تقویت مهارت‌های ریاضی و علوم تمرکز دارد (Department of Education, 2023). چشم انداز STI استرالیا با پژوهش‌های قوی بخش عمومی، دانشگاه‌های با کیفیت بالا و چارچوب سیاستی حمایتی مشخص می‌شود. در حالیکه این کشور در نشریات علمی و همکاری‌های پژوهشی بین‌المللی سرآمد است اما با چالش‌هایی در تبدیل برتری علمی به نوآوری‌های تجاری مواجه است (Lee, 2019). رفع این چالش‌ها، همراه با افزایش سرمایه خطرپذیر، و افزایش R&D در تولید با فناوری پیشرفته، می‌تواند موقعیت استرالیا را در عرصه جهانی STI تقویت کند. مروری بر گزارش‌های ارزیابی STI در استرالیا نشان می‌دهد که محورهای اصلی شاخص‌های ارزیابی STI آن عمدتا عبارتند از اعتبار و کیفیت علمی، بهره‌وری علمی، کتب و مقالات علمی، انتقال فناوری و تجاری‌سازی، پروانه‌های ثبت

[1] Business Expenditure on Research and Development (BERD)
[2] Higher Education Expenditure on Research and Development (HERD)
[3] Gross Domestic Expenditure on Research and Development (GERD)
[4] Australian Public Service Innovation Action Plan

اختراع، علائم تجاری، طرح‌های صنعتی، همکاری‌های فناوری، هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در R&D، دانشجویان و دانش‌آموزان، دانش‌آموختگان، نوآوری و کارآفرینی، همکاری‌های نوآوری، اشتغال نیروی انسانی علم و فناوری، پژوهشگران، و سرمایه‌گذاری خطرپذیر (Australia's Office of the Chief Scientist, 2014; Australia's Department of Industry, Innovation, and Science, 2017; OECD, 2023; Australia's Department of Industry, Science and Resources, 2022).

ارزیابی علم، فناوری، و نوآوری در نیوزلند– چشم‌انداز علم، فناوری و نوآوری نیوزلند منعکس‌کننده تلاش این کشور برای تنوع بخشیدن به اقتصاد و افزایش رقابت جهانی خود است. علیرغم توسعه قوی اقتصادی، نیوزلند در گذار از یک اقتصاد صادرات‌محور متکی به صنایع اولیه به اقتصاد مبتنی بر تولید و خدمات با ارزش بالا، با چالش هایی مواجه است (OECD, 2016). یک چالش کلیدی، سرمایه‌گذاری نسبتا کم در R&D است (OECD, 2023). برای رفع این مشکل، دولت چندین طرح را اجرا کرده است. دولت از طریق بسته «نیوزلند نوآور»[1]، در علم و نوآوری سرمایه‌گذاری و دستور کار رشد کسب و کار[2] را معرفی کرد (OECD, 2016). تحریک هزینه‌های R&D کسب و کار با هدف دو برابر کردن آن به بیش از ۱ درصد تولید ناخالص داخلی، یک اولویت در نیوزلند است. ابتکاراتی مانند «نوآوری کالاگان»[3] کمک هزینه R&D و خدمات را به کسب و کارها ارائه می‌دهد (Callaghan Innovation, 2022). این کمک هزینه‌های رشد کسب و کار که توسط نوآوری کالاگان ارائه می‌شود یک راه‌حل موثر برای تقویت صنعت سرمایه‌گذاری خطرپذیر، حمایت از استارت‌آپ‌ها و نوآوری، و توسعه کارآفرینی است. از دیگر اهداف دولت در تاسیس نوآوری کالاگان ساده‌سازی نظام‌های مالی و فرایندهای کمک مالی است (OECD, 2016). نظام عمومی علوم نیوزلند علی‌رغم هزینه‌های عمومی R&D متوسط، عملکرد خوبی دارد. این کشور دارای پنج دانشگاه در بین ۵۰۰ دانشگاه برتر جهان و نسبت قوی انتشارات علمی به تولید ناخالص داخلی است. با این حال، تجاری‌سازی نتایج پژوهش‌های عمومی همچنان نیازمند بهبود است (OECD, 2016). همچنین، ابتکاراتی مانند برنامه رشد منطقه‌ای و طرح‌هایی برای ایجاد موسسات پژوهشی منطقه‌ای با هدف به حداکثر رساندن فرصت‌های محلی برای کسب و کار و رشد اقتصادی در نیوزلند توسعه یافته است (OECD, 2016). در سطح بین‌المللی، نیوزلند به تقویت همکاری‌های علمی با کشورهای پیشرفته پرداخته و از صندوق‌های نوآوری بین‌المللی برای گسترش شبکه همکاری‌های جهانی استفاده کرده است (OECD, 2023). برپایه گزارش‌های ارزیابی STI این کشور، محورهای اصلی شاخص‌های ارزیابی STI عبارتند از هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در R&D، کتب و مقالات علمی، نوآوری و کارآفرینی، سرمایه‌گذاری خطرپذیر، همکاری‌های علمی ملی و بین‌المللی، بهره‌وری علمی، همکاری‌های نوآوری، اعتبار و کیفیت علمی، پروانه‌های ثبت اختراع، سرمایه انسانی R&D، پژوهشگران، دانش‌آموزان و دانشجویان، و دانش‌آموختگان (New Zealand's Minster of Business, Innovation, and Employment, 2021).

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف، کاربردی و از جهت استراتژی اجرای پژوهش، توصیفی از نوع اکتشافی می‌باشد. درعین‌حال، این پژوهش از نظر روش گردآوری داده‌ها به شکل مطالعات کتابخانه‌ای انجام شده است. داده‌های این پژوهش که عبارتند از حوزه‌های موضوعی و شاخص‌های ارزیابی STI در ایران و کشورهای اقیانوسیه (استرالیا و

[1] Innovative New Zealand
[2] The Business Growth Agenda
[3] Callaghan Innovation

نیوزلند)، در حیطه پژوهش‌های کیفی قرار می‌گیرد و از طریق مطالعه اسنادی و بررسی گزارش‌های در دسترس کشورهای مذکور جمع‌آوری می‌شوند. از آنجاکه در این مطالعه به دلیل محدودیت در دسترسی به اسناد کشورهای مورد بررسی اطلاعات اندکی درباره حوزه‌های موضوعی شاخص‌های ارزیابی STI آنها وجود دارد و یک چارچوب تئوریک جامع برای تبیین موضوع مذکور موجود نیست، تحلیل موضوع می‌تواند در این بررسی بسیار کمک‌کننده باشد. در واقع، این روش برخلاف روش‌های کیفی دیگر، به چارچوب نظری که از قبل وجود داشته باشد، وابسته نیست و از آن می‌توان در چارچوب‌های نظری متفاوت و برای امور مختلف استفاده کرد. این روش زمانی استفاده می‌شود که تحلیل‌گران به دنبال الگوهای معنایی و موضوعی هستند که ارزش بررسی و تحلیل دارند. از این رو، روش مورد استفاده برای تحلیل داده‌های گردآوری‌شده درباره شاخص‌های ارزیابی STI ایران، استرالیا، و اقیانوسیه، تحلیل موضوعی است. فرایند تحلیل موضوعی در این پژوهش شامل «بازخوانی مکرر داده‌ها»، « ایجاد کدهای اولیه از داده‌ها»، «دسته‌بندی و مرتب‌سازی کدهای هم ارز در قالب موضوعات»، و «ارائه گزارش نهایی از موضوعات» است (Braun & Clarke, 2006).

یافته‌های پژوهش

پاسخ به پرسش نخست پژوهش- شاخص‌های مرتبط با ارزیابی STI در الگوهای ارزیابی کشورهای توسعه‌یافته اقیانوسیه (استرالیا و نیوزلند) کدام هستند؟

بر پایه آنچه که در بخش پیشینه بیان شد، شاخص‌های ارزیابی STI کشورها از طریق مطالعه کتابخانه‌ای و با بررسی اسناد و گزارش کشورها شناسایی شده است. به منظور تحلیل و شناخت الگوی کلی موضوعات شاخص‌های STI در کشورهای مورد بررسی، به حوزه‌های موضوعی شاخص‌های ارزیابی STI در کشورهای مورد بررسی کدی به صورت (x IA i و x= حرف اول نام انگلیسی کشورها و i=1...n) اختصاص داده شده است (جدول ۱). برای نمونه، AIA1 به معنی حوزه موضوعی اول کشور استرالیا است. این منطق نه‌تنها به شناسایی آسان‌تر موضوعات کمک می‌کند، بلکه امکان مقایسه بین کشورهای مختلف را نیز تسهیل می‌نماید.

جدول ۱. کدگذاری حوزه‌های موضوعی شاخص‌های ارزیابی STI کشورهای مورد بررسی

ردیف	کشورها	حوزه‌های موضوعی فرعی
۱	ایران	سرمایه انسانی R&D (IIA1)؛ پژوهشگران (IIA2)؛ دانش‌آموختگان (IIA3)؛ دانش‌آموزان و دانشجویان (IIA4)؛ اشتغال نیروی انسانی علم و فناوری (IIA5)؛ کتب و مقالات علمی (IIA6)؛ طرح‌های پژوهشی (IIA7)؛ اعتبار و کیفیت علمی (IIA8)؛ همکاری‌های علمی ملی و بین‌المللی (IIA9)؛ پروانه‌های ثبت اختراع (IIA10)؛ علائم تجاری (IIA11)؛ انتقال فناوری و تجاری‌سازی (IIA12)؛ صادرات (IIA13)؛ پژوهشکده‌ها، پژوهشگاه‌ها و مراکز پژوهشی (IIA14)؛ محیط کسب و کار (IIA15)؛

ردیف	کشورها	حوزه‌های موضوعی فرعی
		هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در R&D (IIA16)؛
		هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در آموزش (IIA17)؛
		هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در پژوهش (IIA18)؛
		نوآوری و کارآفرینی (IIA19)؛
		همکاری‌های نوآوری (IIA20)؛
		بهره‌وری علمی (IIA21)؛
		نشریات علمی (IIA22)؛
		مراکز رشد و پارک‌های علم و فناوری (IIA23)؛
		سرمایه‌گذاری خطرپذیر(IIA24)؛
		بنگاه‌های نوآور و دانش‌بنیان(IIA25).
		اعتبار و کیفیت علمی (AIA1)؛
		بهره‌وری علمی (AIA2)؛
		کتب و مقالات علمی (AIA3)؛
		انتقال فناوری و تجاری‌سازی (AIA4)؛
		پروانه‌های ثبت اختراع (AIA5)؛
		علائم تجاری (AIA6)؛
		طرح‌های صنعتی (AIA7)؛
		همکاری‌های فناوری (AIA8)؛
۲	استرالیا	هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در R&D (AIA9)؛
		دانشجویان و دانش‌آموزان (AIA10)؛
		دانش‌آموختگان (AIA11)؛
		نوآوری و کارآفرینی (AIA12)؛
		همکاری‌های نوآوری (AIA13)؛
		اشتغال نیروی انسانی علم و فناوری (AIA14)؛
		پژوهشگران (AIA15)؛
		سرمایه‌گذاری خطرپذیر (AIA16).
		هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در R&D (NIA1)؛
		کتب و مقالات علمی (NIA2)؛
		نوآوری و کارآفرینی (NIA3)؛
		سرمایه‌گذاری خطرپذیر (NIA4)؛
		همکاری‌های علمی ملی و بین‌المللی (NIA5)؛
		بهره‌وری علمی (NIA6)؛
۳	نیوزلند	همکاری‌های نوآوری (NIA7)؛
		اعتبار و کیفیت علمی (NIA8)؛
		پروانه‌های ثبت اختراع (NIA9)؛
		سرمایه انسانی R&D (NIA10)؛
		پژوهشگران (NIA11)؛
		دانش‌آموزان و دانشجویان (NIA12)؛
		دانش‌آموختگان (NIA13).

پاسخ به پرسش دوم پژوهش- چگونه می‌توان شاخص‌های مرتبط با ارزیابی STI را در قالب چارچوبی موضوعی برای ارزیابی STI در سطح ملی ارائه نمود؟

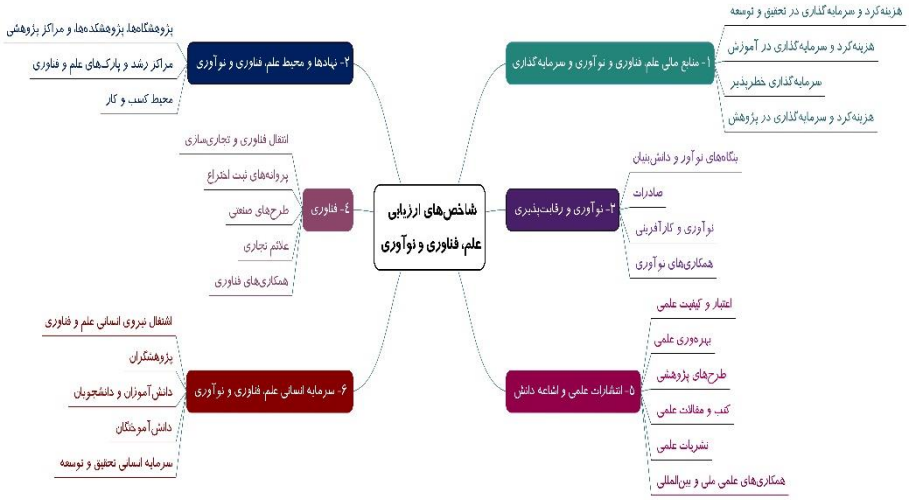
به منظور نشان دادن تصویر بهتری از حوزه‌های موضوعی شاخص‌های ارزیابی STI کشورهای مورد بررسی، هر دسته از حوزه‌های موضوعی فرعی هم‌ارز پس از حذف موارد تکراری، در قالب حوزه‌های موضوعی اصلی مرتبط به صورت جدول ۲ دسته‌بندی شده‌اند.

جدول۲. استخراج حوزه‌های موضوعی اصلی شاخص‌های ارزیابی STI کشورها

ردیف	حوزه‌های موضوعی اصلی	حوزه‌های موضوعی فرعی	کدها
۱	منابع مالی علم، فناوری و نوآوری و سرمایه گذاری	هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در R&D	(IIA16); (AIA9); (NIA1)
		هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در آموزش	(IIA17)
		سرمایه‌گذاری خطرپذیر	(IIA24); (AIA16); (NIA4)
		هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در پژوهش	(IIA18)
۲	نهادها و محیط علم، فناوری و نوآوری	پژوهشگاه‌ها، پژوهشکده‌ها، و مراکز پژوهشی	(IIA14)
		مراکز رشد و پارک‌های علم و فناوری	(IIA23)
		محیط کسب و کار	(IIA15)
۳	نوآوری و رقابت‌پذیری	بنگاه‌های نوآور و دانش‌بنیان	(IIA25)
		صادرات	(IIA13)
		نوآوری و کارآفرینی	(IIA19); (AIA12); (NIA3)
		همکاری‌های نوآوری	(IIA20); (AIA13); (NIA7)
٤	فناوری	انتقال فناوری و تجاری‌سازی	(IIA12); (AIA4)
		پروانه‌های ثبت اختراع	(IIA10); (AIA5); (NIA9)
		طرح‌های صنعتی	(AIA7)
		علائم تجاری	(IIA11); (AIA6)
		همکاری‌های فناوری	(AIA8)
٥	انتشارات علمی و اشاعه دانش	اعتبار و کیفیت علمی	(IIA8); (AIA1); (NIA8)
		بهره‌وری علمی	(IIA21); (AIA2); (NIA6)
		طرح‌های پژوهشی	**(IIA7)**
		کتب و مقالات علمی	(IIA6); (AIA3); (NIA2)
		نشریات علمی	(IIA22)
		همکاری‌های علمی ملی و بین‌المللی	(IIA9); (NIA5)
٦	سرمایه انسانی علم، فناوری و نوآوری	اشتغال نیروی انسانی علم و فناوری	(IIA5); (AIA14)
		پژوهشگران	(IIA2); (AIA15); (NIA11)
		دانش‌آموزان و دانشجویان	(IIA4); (AIA10); (NIA12)
		دانش‌آموختگان	(IIA3); (AIA11); (NIA13)
		سرمایه انسانی R&D	(IIA1); (NIA10)

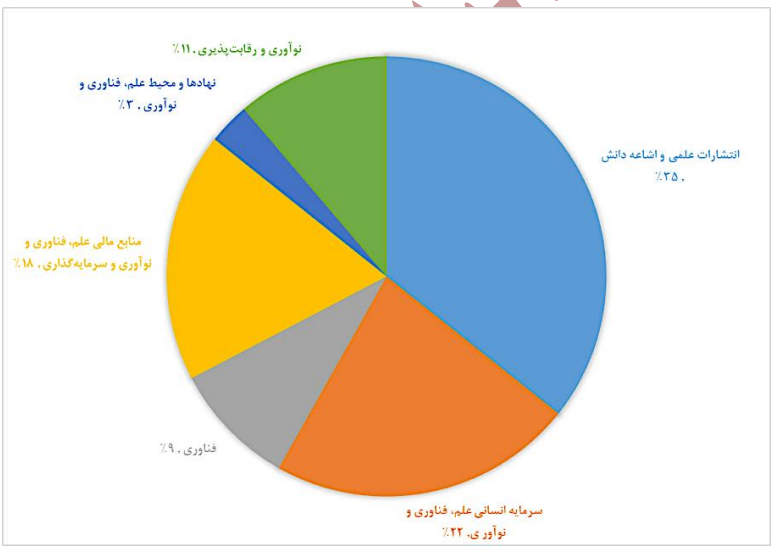
پس از بررسی و مطالعه شاخص‌های ارزیابی STI در ایران، استرالیا و نیوزلند از طریق تحلیل موضوعی، چارچوب موضوعی شکل ۱ برای ارزیابی STI توسعه یافت.

زودآیند ویرایش نشده



شکل ۱. چارچوب پیشنهادی ارزیابی علم، فناوری، و نوآوری

شاخص‌های ارزیابی که در گزارش‌های ایران، استرالیا، و نیوزلند به آنها اشاره شد ٤٤٥ شاخص است که به طبقات موضوعی شکل ۱ نگاشت شدند. درصد فراوانی شاخص‌های هر یک از طبقات اصلی موضوعی در شکل ۲ نشان داده شده است.

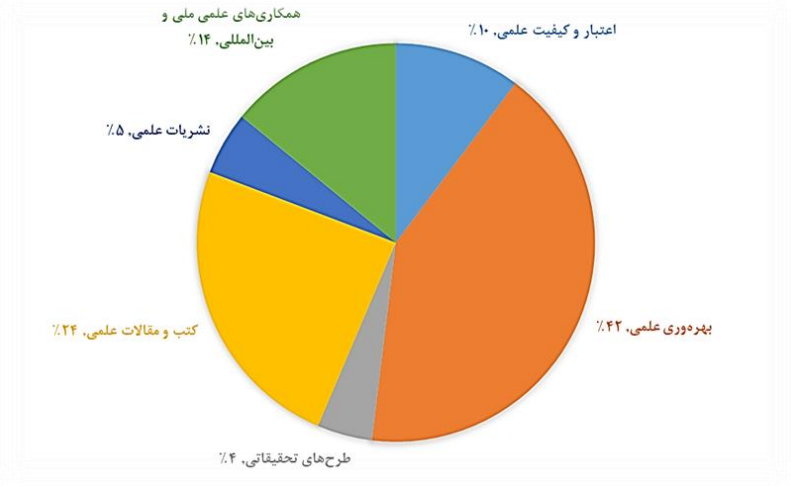


شکل ۲. درصد فراوانی شاخص‌های هر یک از طبقات اصلی موضوعی

مطابق شکل ۲، بیشترین درصد فراوانی شاخص‌ها متعلق به طبقه موضوعی انتشارات علمی و اشاعه دانش (۳۵٪)، سپس سرمایه انسانی علم، فناوری، و نوآوری (۲۲٪) و بعد از آن منابع مالی STI و سرمایه‌گذاری (۱۸٪) است. کمترین درصد فراوانی شاخص‌ها متعلق به طبقه موضوعی نهادها و محیط علم، فناوری و نوآوری (۳٪)، سپس فناوری (۹٪)، و بعد از آن نوآوری و رقابت‌پذیری (۱۱٪) است. همه کشورهای ایران، استرالیا، و نیوزلند در زمینه انتشارات علمی و اشاعه دانش به ویژه در طبقه موضوعی کتب و مقالات علمی دارای شاخص‌های متنوع و متعددی هستند.

تحلیل شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی انتشارات علمی و اشاعه دانش

شکل ۳ درصد فراوانی شاخص‌های مربوط به طبقات موضوعی فرعی انتشارات علمی و اشاعه دانش را نشان می‌دهد.



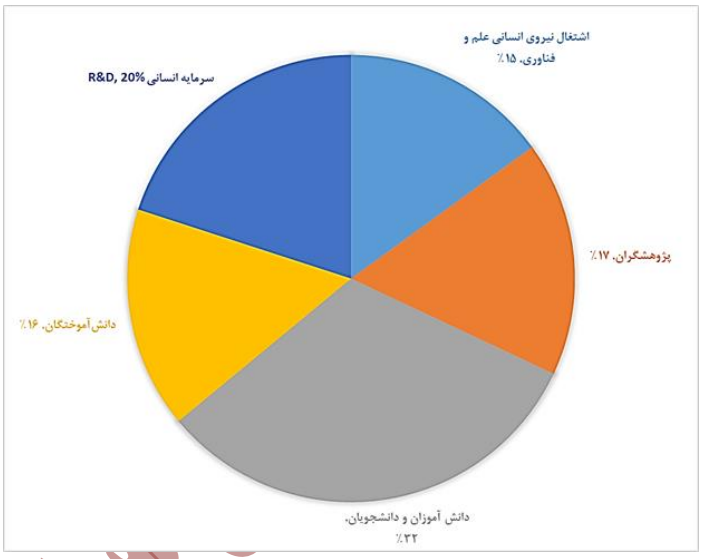
شکل ۳. شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی مربوط به انتشارات علمی و اشاعه دانش

بر پایه شکل ۳، بیشترین شاخص‌های مربوط به انتشارات علمی و اشاعه دانش در طبقه بهره‌وری علمی (٤٢٪)، سپس کتب و مقالات علمی (٢٤٪)، و بعد از آن همکاری‌های علمی ملی و بین‌المللی (١٤٪) است. تسلط شاخص‌های بهره‌وری علمی (٤٢٪) بر سایر مقوله‌ها را می‌توان ناشی از تأکید بر بازده پژوهش و تولید دانش در مؤسسات دانشگاهی و پژوهشی دانست. انتشارات در مجلات، اغلب به عنوان معیار اولیه بهره‌وری علمی در نظر گرفته می‌شوند و بسیاری از نظام‌های تامین مالی و ارزیابی پژوهش به شدت بر این جنبه متمرکز هستند. کشورهای استرالیا، نیوزلند، و ایران شاخص‌های متعدد و متنوعی در رابطه با بهره‌وری علمی دارا هستند. گونه شاخص‌های بهره‌وری علمی، غالبا کمی است و نحوه ارزیابی آنها ثبتی می‌باشد. در استرالیا و نیوزلند یکی از پرتکرارترین شاخص‌های بهره‌وری علمی «سهم از ۱٪درصد برتر انتشارات حوزه‌های STEM به تفکیک یا در مجموع» و نیز شاخص «سهم از ۱٪ انتشارات پراستناد دارای همکاری‌های بین‌المللی» است. این نشان می‌دهد که کشورهای استرالیا و نیوزلند بر برتری پژوهشی و همکاری‌های بین‌المللی توجهی ویژه‌ای دارد. از سوی دیگر، بهره‌وری علمی به عنوان یکی از شاخص‌های اصلی در تأمین بودجه و تخصیص منابع پژوهشی در استرالیا و نیوزلند به کار می‌رود. این کشورها از شاخص‌هایی مانند «سهم از ۱٪ برتر انتشارات حوزه‌های STEM» برای رتبه‌بندی مؤسسات و جذب همکاری‌های بین‌المللی استفاده می‌کنند. این شاخص‌ها به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا نهادهای پیشرو را شناسایی و پشتیبانی کنند و تأکید بیشتری بر ایجاد محیطی برای پژوهش‌های باکیفیت داشته باشند. درصد بالای (٢٤ درصد) شاخص‌های مرتبط با کتب و مقالات علمی می‌تواند به دلیل اهمیت سنتی این اشکال انتشارات علمی باشد. کتاب‌ها و مقالات مجلات هنوز به عنوان کانال‌های مهمی برای انتشار یافته‌های پژوهشی و ارتقای دانش در رشته‌های مختلف در نظر گرفته می‌شوند. در ایران باید روی ظرفیت‌های بومی از جمله ایجاد ساختارهای جدید برای افزایش انتشارات علمی در مجلات با اعتبار بین‌المللی تأکید بیشتری شود. این شاخص‌ها می‌توانند به سیاست‌گذاران ایرانی کمک کنند تا برای بهبود جایگاه ایران در سطح بین‌المللی برنامه‌ریزی کنند. درصد نسبتاً کمتر (١٤٪) شاخص‌های مرتبط با همکاری‌های علمی ملی و بین‌المللی می‌تواند ناشی از اولویت‌ها یا ساختارهای انگیزشی متفاوت در کشورهای مورد مطالعه باشد. همکاری‌ها، در حالی که بسیار ارزشمند شناخته می‌شوند، ممکن است به اندازه بهره‌وری پژوهش‌های فردی در برخی زمینه‌ها دارای وزن یا انگیزه نباشند. نیوزلند به عنوان یک کشور کوچکتر، یکی از اهداف خود را به نمایش گذاشتن مشارکت خود با جامعه علمی جهانی از طریق معیارهای همکاری

و انتشارات قرار داده است. شاخص‌های همکاری‌های بین‌المللی می‌توانند به برجسته کردن سهم نیوزلند در دانش علمی علیرغم اندازه آن کمک کنند. افزون براین، شاخص‌های همکاری بین‌المللی تلاش‌های ایران برای ادغام با جامعه علمی جهانی را علیرغم چالش‌ها و تحریم‌ها برجسته می‌کند. همچنین، کمترین تعداد شاخص‌ها در طبقه طرح‌های پژوهشی (٤٪)، سپس نشریات علمی (٥٪) و بعد از آن اعتبار و کیفیت علمی (١٠٪) است. درصد پایین‌تر برای پروژه‌های پژوهشی (٤٪) و شاخص‌های اعتبار و کیفیت علمی (١٠٪) می‌تواند به این علت باشد که پروژه‌های پژوهشی ممکن است به‌عنوان ورودی‌ها و نه خروجی‌ها در نظر گرفته شوند. از سوی دیگر، اندازه‌گیری اعتبار و کیفیت علمی پیچیده‌تر است و ممکن است به آسانی قابل ردیابی نباشد. با این حال تمرکز بر شاخص‌های اعتبار علمی برای ایران برای نشان دادن تأثیر پژوهش‌های خود و غلبه بر موانع احتمالی همکاری علمی جهانی به دلیل تحریم ها بسیار مهم است.

تحلیل شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی سرمایه انسانی STI

درصد فراوانی شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی مربوط به سرمایه انسانی STI در شکل ٤ نشان داده شده است.



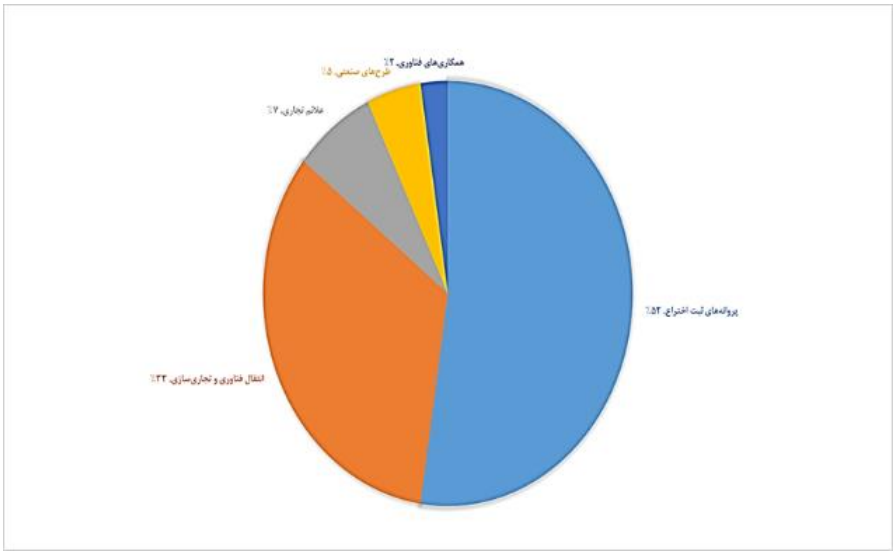
شکل ٤. شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی مربوط به سرمایه انسانی STI

مطابق شکل٤، دانش‌آموزان و دانشجویان (٣٢٪)، سرمایه انسانی R&D (٢٠٪)، پژوهشگران (١٧٪)، به ترتیب دارای بیشترین سهم از شاخص‌ها هستند. شاخص‌های دانش‌آموزان و دانشجویان در همه کشورهای مورد بررسی از تنوع و تعدد زیادی برخوردار است. در حوزه دانشجویان تاکید کشورهای استرالیا و نیوزلند بر روش شاخص‌های «ثبت نام دانشجویان رشته‌های STEM در مقاطع تحصیلی گوناگون» و نیز شاخص‌های «ثبت نام دانشجویان خارجی در رشته‌های STEM در مقاطع تحصیلی گوناگون» است. تمرکز بر روی جذب دانشجویان خارجی در رشته‌های STEM به این کشورها کمک می‌کند تا ظرفیت‌های پژوهشی خود را تقویت کنند و از نیروی کار ماهر بهره‌مند شوند. موضوعات مذکور در کشور ایران کمتر مورد توجه قرار گرفته است. شاخص‌های سرمایه انسانی R&D نیز در همه کشورهای مورد بررسی از تنوع و تعدد زیادی برخوردار هستند. ایران نسبت به کشورهای توسعه‌یافته‌تری چون استرالیا و نیوزلند نسبت کمتری از نیروی کار خود را به فعالیت‌های R&D اختصاص می‌دهد. با این حال، ایران در ایجاد قابلیت‌های R&D خود برای پیشبرد نوآوری و رشد اقتصادی سرمایه‌گذاری می‌کند که منجر به تاکید روزافزون آن بر شاخص‌های نیروی انسانی R&D شده است. استرالیا و نیوزلند، با اکوسیستم‌های پژوهش تثبیت شده خود، نسبت بیشتری از نیروی کار خود را در فعالیت‌های R&D درگیر کرده است، که نشان‌دهنده تمرکز بیشتر بر این شاخص‌هاست. در استرالیا و

نیوزلند، شاخص‌های سرمایه انسانی R&D به صورت فعال در سیاست‌گذاری آموزشی و پژوهشی به کار می‌روند. تعداد پژوهشگران به ازای هر میلیون نفر جمعیت و پراکندگی پژوهشگران در بخش‌های مختلف (دانشگاه، صنعت، دولت) می‌تواند شاخص‌های حیاتی برای ارزیابی ظرفیت پژوهشی کشورها باشد. کشورهای توسعه‌یافته مانند استرالیا و نیوزلند به دلیل زیرساخت‌های پژوهشی با بودجه مناسب و تاکید بر اقتصادهای مبتنی بر دانش، تراکم بیشتری از پژوهشگران، به ویژه در دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی دولتی را دارا هستند. یکی از نکات قابل توجه در زمینه شاخص‌های ارزیابی پژوهشگران، توجه ویژه کشور نیوزلند به شاخص پژوهشگران در بخش ثالث اقتصاد (خدمات) است. این شاخص کمتر در کشورهای دیگر مورد توجه قرار گرفته است. نیوزلند دارای اقتصاد خدمات‌محور است و بخش خدمات سهم قابل توجهی در تولید ناخالص داخلی آن دارد. در نتیجه، تأکید زیادی بر پژوهش و نوآوری در صنایع مبتنی بر خدمات، مانند امور مالی، گردشگری و فناوری اطلاعات وجود دارد. این می‌تواند اهمیتی را که نیوزلند برای ارزیابی پژوهشگران در بخش خدمات قائل است را توضیح دهد. از سوی دیگر، توجه نسبتاً کمتر کشورهایی مانند ایران و استرالیا به این شاخص می‌تواند ناشی از ساختارها و اولویت‌های اقتصادی متفاوت باشد. این کشورها ممکن است تأکید بیشتری بر بخش‌های اولیه (مانند کشاورزی و معدن) یا بخش‌های ثانویه (تولید) داشته باشند، جایی که تلاش‌های پژوهشی و نوآوری بیشتر بر آن صنایع متمرکز است. ایران در مقایسه با استرالیا و نیوزلند تراکم پژوهشگران کمتری دارد، اما تلاش برای افزایش قابلیت‌های پژوهشی از طریق ابتکاراتی مانند جذب محققان بین‌المللی یا سرمایه‌گذاری در توسعه استعدادهای محلی می‌تواند به بهبود این شاخص‌ها در طول زمان منجر شود. همچنین بر پایه شکل ٤، اشتغال نیروی انسانی علم و فناوری (۱۵٪) و دانش‌آموختگان (۱٦٪) به ترتیب دارای کمترین سهم از شاخص‌ها هستند. استخدام پرسنل علم و فناوری در بخش‌های مختلف (صنعت، دانشگاه، دولت) می‌تواند یکی از شاخص‌های مهم استفاده و تقاضای نیروی انسانی ماهر در کشورها باشد. اقتصادهای توسعه‌یافته مانند استرالیا و نیوزلند نسبت بیشتری از نیروی کار خود را در نقش‌های مرتبط با علم و فناوری به کار گرفته‌اند که منعکس‌کننده قدرت صنایع مبتنی بر دانش و تقاضا برای نیروی کار ماهر است. یکی از ابتکار عمل‌های نیوزلند تنوع‌بخشی به نیروی کار خود از طریق جذب متخصصان مهاجر در حوزه‌های تخصصی STEM است، به همین دلیل روی شاخص متخصصان STEM مهاجر تاکید دارد. ایران در حال حاضر نسبت‌های کمتری از اشتغال نیروی کار خود در بخش‌های علم و فناوری را داراست، اما ابتکارات برای تنوع بخشیدن به اقتصاد، ترویج نوآوری و جذب سرمایه‌گذاری خارجی می‌تواند تقاضا برای نیروی انسانی ماهر علم و فناوری را در آینده افزایش دهد. تعداد دانش‌آموختگان STEM در مقاطع مختلف (لیسانس، فوق لیسانس، دکترا) می‌تواند شاخصی حیاتی برای ارزیابی خط لوله پژوهشگران آینده و نیروی کار ماهر در کشورها باشد. استرالیا و نیوزلند، با نظام‌های آموزشی قوی خود، نسبت بیشتری از فارغ التحصیلان STEM داراست که نشان دهنده تاکید آنها بر توسعه سرمایه انسانی برای صنایع دانش بر است. ایران در حال حاضر تعداد دانش‌آموختگان STEM کمتری دارد، و تمرکز کمتری روی شاخص‌های مربوطه دارد. در ایران، ابتکارات برای ترویج آموزش STEM و جذب دانشجویان رشته‌های STEM می‌تواند منجر به بهبود این شاخص‌ها در آینده شود.

تحلیل طبقات موضوعی فرعی فناوری

درصد فراوانی شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی مربوط به فناوری در شکل ۵ نشان داده شده است.



شکل۵. شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی مربوط به فناوری

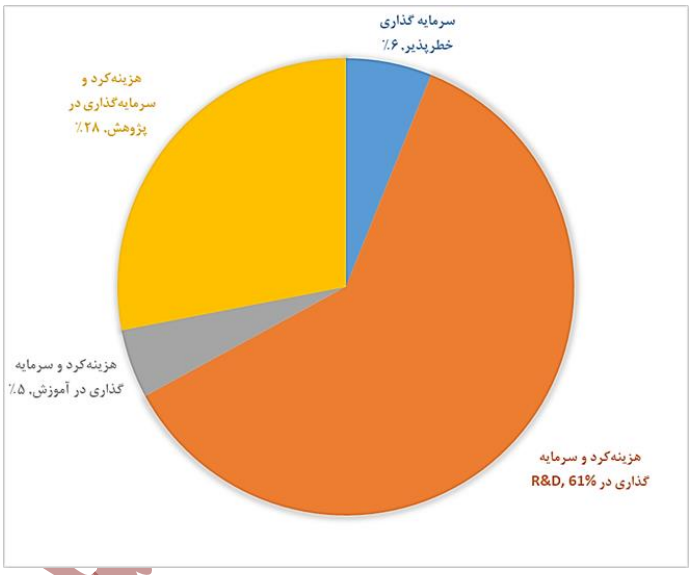
همانگونه که اطلاعات شکل ۵ نشان می‌دهد، شاخص‌های پروانه‌های ثبت اختراع (۵۲٪) و انتقال فناوری و تجاری‌سازی (۳۳٪) به ترتیب بیشترین سهم از شاخص‌های مربوط به فناوری را به خود اختصاص داده‌اند. شاخص‌های ثبت اختراع، مانند تعداد درخواست‌های ثبت اختراع، پروانه‌های ثبت اختراع اعطا شده و استنادات ثبت اختراع، برای هر پنج کشور مهم هستند زیرا خروجی نوآورانه و ارزش تجاری بالقوه فعالیت‌های پژوهشی آنها را منعکس می‌کنند. کشورهای توسعه‌یافته مانند استرالیا و نیوزلند تعداد درخواست‌های ثبت اختراع و پروانه‌های ثبت اختراع اعطایی بیشتری دارند که نشان‌دهنده قابلیت‌های پژوهشی پیشرفته و نظام‌های قوی حفاظت از مالکیت معنوی آنهاست. همچنین تاکید آنها بر شاخص درخواست‌های ثبت اختراع تحت معاهده PCT بیشتر است. سیاست‌گذاران از این شاخص‌ها برای شناسایی نوآوری‌های قابل تجاری‌سازی و حمایت از شرکت‌های فناورانه بهره می‌برند. ایران نیز بر شاخص‌های ثبت اختراع تاکید می‌کند زیرا هدف آن ارتقای قابلیت‌های تکنولوژیکی و ارتقای نوآوری است، اما این اعداد در مقایسه با کشورهای توسعه‌یافته کمتر است. استرالیا و نیوزلند که اقتصادهای توسعه یافته با اکوسیستم‌های پژوهشی قوی هستند، بر شاخص‌های مربوط به انتقال فناوری و تجاری‌سازی تأکید دارند. این شاخص‌ها بیشتر شامل تعداد همکاری‌های پژوهشی با صنعت، قراردادهای مجوزها، و درآمد حاصل از فناوری‌های تجاری شده است. ایران تمرکز نسبتاً کمتری بر این شاخص‌ها دارد، اما تلاش‌های خود را برای پر کردن شکاف بین پژوهش‌های و کاربردهای تجاری برای رشد و تنوع اقتصادی افزایش داده است. اطلاعات شکل ۵ نشان می‌دهد همکاری‌های فناوری (۲٪)، طرح‌های صنعتی (۵٪)، و علائم تجاری (۷٪) به ترتیب کمترین سهم از شاخص‌های مربوط به فناوری را به خود اختصاص داده‌اند. همکاری‌های فناوری با وجود اهمیت خیلی بالایی که در توسعه علمی و فناورانه کشورها داراست ولی شاخص‌های زیاد و متنوعی در مورد آن در گزارش کشورهای مورد بررسی یافت نشد. یکی از شاخص‌های این حوزه «ثبت اختراع مشترک با مخترعان خارجی تحت PCT» است که در کشور استرالیا به آن تاکید شده است. در هر صورت، استرالیا و نیوزلند، با اکوسیستم‌های پژوهشی قوی و ارتباطات جهانی خود، ممکن است برای تقویت همکاری بین‌المللی و تبادل دانش، تاکید بیشتری بر این شاخص‌ها داشته باشند. ایران نیز می‌بایست شاخص‌های همکاری فناوری را به عنوان ابزاری برای دسترسی به فناوری‌های روز، تخصص و بهترین شیوه‌ها از سراسر جهان در اولویت قرار دهد. شاخص‌های مرتبط با طرح‌های صنعتی، برای توسعه همه کشورها حیاتی هستند زیرا هدف آنها تقویت پایه‌های صنعتی و افزایش رقابت‌پذیری

است. با این حال تنوع و تعدد این شاخص‌ها در ایران زیاد نیست. ایران می‌بایست به عنوان بخشی از تلاش‌های خود برای تنوع بخشیدن به اقتصاد خود و کاهش اتکا به منابع طبیعی، بر این شاخص‌ها تاکید زیادی داشته باشد. اگرچه شاخص‌های طرح صنعتی در استرالیا و نیوزلند مورد توجه قرار گرفته، اما تنوع و تعدد آنها زیاد نیست و تمرکز آنها بیشتر بر روی صنایع با فناوری پیشرفته و دانش‌محور است که با نقاط قوت اقتصادی آنها همسو هستند.

شاخص‌های علائم تجاری، مانند تعداد ثبت‌ها و تمدید علامت‌های تجاری، برای کشورهایی که تمرکز زیادی بر برندسازی، بازاریابی و صنایع مصرف‌محور دارند، مهم‌تر است. استرالیا و نیوزلند، با بخش‌های خدماتی توسعه‌یافته و حضور تجاری جهانی خود، تاکید بیشتری بر شاخص‌های علائم تجاری داشته باشند. ایران تمرکز نسبتاً کمتری بر شاخص‌های علائم تجاری دارد، زیرا اقتصاد آن بیشتر به بخش‌های اولیه و ثانویه متکی است.

تحلیل شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی منابع مالی STI و سرمایه‌گذاری

شکل ٦ درصد فراوانی شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی منابع مالی STI و سرمایه‌گذاری را نشان می‌دهد.



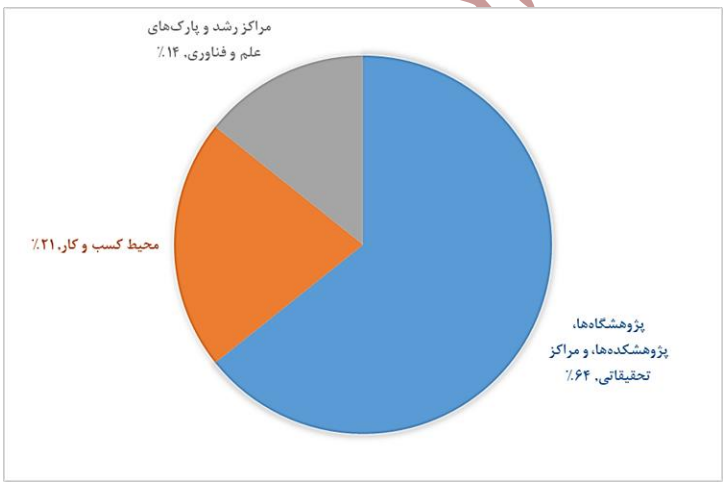
شکل٦.شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی مربوط به منابع مالی STI و سرمایه‌گذاری

مطابق شکل ٦، هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در R&D (٦١٪) و هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در پژوهش (٢٨٪) به ترتیب دارای بیشترین سهم از شاخص‌های منابع مالی علم، فناوری و نوآوری و سرمایه‌گذاری است. در همه کشورها تعدد و تنوع شاخص‌های هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در R&D بالاست. در ایران، این شاخص به تدریج نقش بیشتری در سیاست‌گذاری ملی پیدا کرده است. دولت تلاش می‌کند با افزایش سرمایه‌گذاری در R&D به ویژه در بخش‌های فناوری‌های نوظهور مانند نانوتکنولوژی و بیوتکنولوژی، به ارتقای جایگاه کشور در سطح جهانی کمک کند. در استرالیا و نیوزلند هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در R&D به‌عنوان ابزاری برای تدوین استراتژی‌های ملی در زمینه نوآوری و رشد اقتصادی استفاده می‌شود. سیاست‌گذاران این کشورها از داده‌های مرتبط با شاخص مذکور برای اولویت‌بندی بخش‌های صنعتی و پژوهشی استفاده می‌کنند. به عنوان مثال، استرالیا و نیوزلند بخش‌های کلیدی مانند بهداشت، کشاورزی، و فناوری‌های پیشرفته را هدف‌گذاری کرده و منابع مالی قابل توجهی را به این حوزه‌ها اختصاص می‌دهند تا هم از نظر پژوهشی پیشرو باشند و هم به رشد اقتصادی و ایجاد فرصت‌های شغلی کمک کنند. شاخص‌هایی مانند درصد هزینه‌کرد دولت و بخش خصوصی در R&D نسبت به GDP، معیارهایی کلیدی برای سیاست‌گذاری در این کشورها هستند که

نشان‌دهنده اهمیت بالای سرمایه‌گذاری در توسعه دانش و نوآوری است. بر پایه اطلاعات شکل ٦، هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در آموزش (٥٪) و سرمایه‌گذاری خطرپذیر (٦٪) به ترتیب دارای کمترین سهم از شاخص‌های منابع مالی STI و سرمایه‌گذاری هستند. سرمایه‌گذاری در ارتقای دسترسی و کیفیت آموزش، به ویژه در آموزش عالی در ایران یک موضوع اولویت‌دار باید باشد. هر دو کشور استرالیا و نیوزلند دارای نظام‌های آموزشی تثبیت‌شده و بسیار مورد توجه با سرمایه‌گذاری‌های قابل توجه در آموزش ابتدایی، متوسطه و عالی هستند. شاخص‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر در ایران چندان مورد توجه قرار نگرفته است. با توجه به تحریم‌های اقتصادی و چالش‌های سیاسی در ایران، فضای سرمایه‌گذاری برای سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر ممکن است در مقایسه با سایر کشورهای منطقه کمتر مطلوب باشد. هر دو کشور دارای اکوسیستم‌های استارتاپی قوی هستند و از شاخص‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر برای تقویت نوآوری و تجاری‌سازی فناوری‌ها استفاده می‌کنند. سیاست‌گذاران از این داده‌ها برای شناسایی بخش‌هایی که نیاز به حمایت بیشتری دارند، مانند فناوری‌های سبز، هوش مصنوعی، و فناوری‌های دیجیتال استفاده می‌کنند. افزایش سرمایه‌گذاری خطرپذیر در این حوزه‌ها نه تنها به رشد اقتصادی کمک می‌کند، بلکه باعث افزایش صادرات محصولات فناوری پیشرفته نیز می‌شود.

تحلیل شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی نهادها و محیط STI

شکل ۷ درصد فراوانی شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی نهادها و محیط STI را نشان می‌دهد.



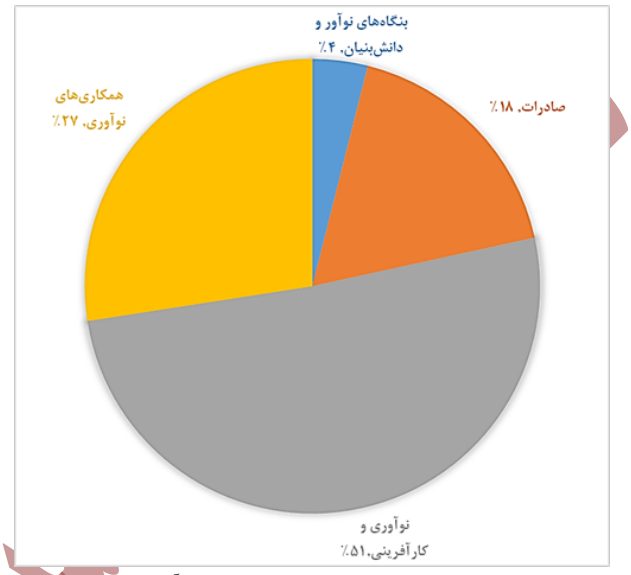
شکل۷. شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی مربوط به نهادها و محیط STI

مطابق شکل ۷، پژوهشگاه‌ها، پژوهشکده‌ها و مراکز پژوهشی (٦٤٪) و محیط کسب و کار (٢١٪) به ترتیب دارای بیشترین سهم از شاخص‌های نهادها و محیط STI هستند. استرالیا و نیوزلند معمولاً در زمینه موسسه‌های پژوهشی با بودجه خوب و شناخته‌شده بین‌المللی، همکاری مراکز پژوهشی با صنعت، قدرتمند هستند. ایران دارای مراکز پژوهشی نسبتاً توسعه‌یافته‌ای است، اما خروجی و همکاری‌های بین‌المللی آن در مقایسه با سایر کشورهای ذکر شده محدود است. افزون بر این، استرالیا و نیوزلند از نظر سهولت انجام کسب و کار، دسترسی به منابع مالی و زیرساخت‌ها رتبه بالایی دارند و محیطی مساعد برای نوآوری و کارآفرینی فراهم می‌کنند. محیط کسب و کار ایران تحت تاثیر تحریم‌های بین‌المللی و سایر عوامل اقتصادی قرار گرفته است که مانع نوآوری و سرمایه‌گذاری است. همچنین، مراکز رشد و پارک‌های علم و فناوری (١٤٪) دارای کمترین سهم از شاخص‌های نهادها و محیط STI هستند. استرالیا و نیوزلند چندین پارک علمی و فناوری موفق دارند که اغلب با موسسه‌های پژوهشی مرتبط هستند و از استارت‌آپ‌ها و شرکت‌ها

در صنایع خاص پشتیبانی می‌کنند. ایران پارک‌های فناوری ایجاد کرده است، اما تأثیر و پیوندهای بین‌المللی آن‌ها ممکن است به دلیل تحریم‌های اقتصادی محدود باشد. همچنین، نتایج نشان می‌دهد ایران تاکید بیشتری بر شاخص‌های مربوط به مراکز و موسسه‌های پژوهشی دارد. این نشان می‌دهد که ایران جنبه‌های کمّی زیرساخت‌های پژوهشی را در اولویت قرار داده است. علاوه بر این، شاخص‌های مربوط به نسبت مراکز پژوهشی غیردولتی و روند توسعه آنها نشان می‌دهد که ایران نیز بر ارتقا و ارزیابی رشد بخش پژوهش خصوصی خود متمرکز است. استرالیا و نیوزلند تأکید بیشتری بر شاخص‌های محیط کسب و کار دارند. عواملی مانند سهولت راه‌اندازی یک کسب و کار، دسترسی به فرصت‌های مالی و سرمایه‌گذاری، چارچوب مالیاتی و نظارتی، زیرساخت‌ها، در دسترس بودن نیروی کار ماهر و حمایت از حقوق مالکیت معنوی برای تقویت فضای کسب و کار دوستدار نوآوری بسیار مهم هستند.

تحلیل شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی نوآوری و رقابت‌پذیری

شکل ۸ درصد فراوانی شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی نوآوری و رقابت‌پذیری را نشان می‌دهد.



شکل۸ شاخص‌های طبقات موضوعی فرعی مربوط به نوآوری و رقابت‌پذیری

مطابق شکل ۸ ، نوآوری و کارآفرینی (۵۱٪)، همکاری‌های نوآوری (۲۷٪)، و صادرات (۱۸٪) به ترتیب دارای بیشترین سهم از شاخص‌های ارزیابی نوآوری و رقابت‌پذیری هستند.

همچنین شکل ۸ نشان می‌دهد بنگاه‌های نوآور و دانش‌بنیان (٤٪) کمترین سهم از شاخص‌های ارزیابی نوآوری و رقابت‌پذیری را دارا هستند. با توجه به تاکید ایران بر توسعه اقتصاد دانش‌بنیان و ارتقای پیشرفت‌های فناوری، شاخص‌های مرتبط با شرکت‌های نوآور و دانش‌بنیان مانند تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان و تعداد شرکت‌های دانش‌بنیان مستقر در پارک‌ها و مراکز رشد علم و فناوری مورد توجه بیشتری هستند. ایران همچنین به شاخص‌های صادراتی که بر صادرات فناوری پیشرفته و فناوری پیشرفته متمرکز است مانند حجم صادرات فناوری پیشرفته (درصد کل جهانی)، و سهم صادرات بر اساس اولویت‌های علم و فناوری از کل صادرات غیرنفتی کشور، توجه زیادی دارد. علاوه بر این، ایران شاخص‌های نوآوری و کارآفرینی را که نشان‌دهنده تلاش‌های آن برای تقویت اکوسیستم نوآوری داخلی است، مانند تعداد پروانه‌های ثبت اختراع منجر به تولید و درصد شرکت‌های فعال نوآور را رصد می‌کند. استرالیا و نیوزلند در زمینه اکوسیستم‌های نوآوری قوی و محیط‌های تجاری حمایت‌کننده‌شان قدرتمند هستند. به این ترتیب، آنها روی طیف

گسترده‌تری از شاخص‌ها شامل «همکاری بین دانشگاه‌ها، موسسه‌های پژوهشی و صنعت»، «کارآفرینی و شرکت‌های با رشد بالا»، و «صادرات، به ویژه آنهایی که مربوط به صادرات فناوری پیشرفته است»، تمرکز دارند.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، ابتدا شاخص‌های ارزیابی STI در سه کشور ایران، استرالیا، و نیوزلند شناسایی و سپس در قالب یک چارچوب موضوعی ارائه شدند. چارچوب پیشنهادی این پژوهش از دو جهت دارای نوآوری است؛ نخست، یکی از مهم‌ترین نوآوری‌ها، استفاده از روش مقایسه‌ای در بررسی سه کشور با ساختارهای علمی و فناوری متفاوت است. این رویکرد به سیاست‌گذاران و محققان اجازه می‌دهد تا با بررسی شاخص‌های ارزیابی STI در کشورهای مختلف، تفاوت‌ها و شباهت‌ها را در نظام‌های ارزیابی آنها شناسایی کنند. دوم، این پژوهش برای توسعه برای شناسایی و طبقه‌بندی شاخص‌های ارزیابی STI و توسعه چارچوب پیشنهادی، از روش تحلیل موضوعی استفاده کرده است. این روش امکان بررسی عمیق و طبقه‌بندی داده‌های کمّی و کیفی را بر اساس موضوعات اصلی و زیرمجموعه‌های آن‌ها فراهم می‌کند (Braun & Clarke, 2019). از این رو، نسبت به چارچوب‌های کمّی و کیفی رایج دارای انعطاف‌پذیری بیشتری است و تنوع بیشتری به تحلیل‌ها می‌بخشد. زیرا پژوهشگران و سیاست‌گذارن، قادر خواهند بود شاخص‌های کیفی و کمّی را به صورت یکپارچه بررسی کنند و آن‌ها را با شرایط خاص کشور مورد مطالعه تطبیق دهند (OECD, 2014). به این ترتیب، چارچوب پیشنهادی نه تنها برای کشورهای توسعه‌یافته بلکه برای کشورهای در حال توسعه نیز قابل استفاده است.

مطالعه تطبیقی ارزیابی STI در ایران، استرالیا و نیوزلند با استفاده از روش تحلیل موضوعی، تفاوت‌های مهمی را در رویکرد این کشورها نسبت به جنبه‌های مختلف STI آشکار می‌کند.

اولاً، این مطالعه نشان می‌دهد که ایران تأکید زیادی بر توسعه کمی مراکز و موسسه‌های پژوهشی دارد. بخش قابل توجهی از شاخص‌های STI ایران به اندازه‌گیری تعداد و مقیاس زیرساخت‌های پژوهشی اختصاص دارد که نشان‌دهنده تمرکز کشور بر ایجاد ظرفیت‌های محلی است. این نشان‌دهنده راهبرد ایران برای ارتقای قابلیت‌های پژوهشی خود به ویژه در پاسخ به محدودیت‌های خارجی مانند تحریم‌های بین‌المللی است. در مقابل، استرالیا و نیوزلند در ایجاد محیط‌هایی که برای نوآوری و کارآفرینی مناسب است، تلاش می‌کنند. این کشورها در شاخص‌های مرتبط با محیط کسب و کار که شامل عواملی مانند سهولت کسب و کار، دسترسی به منابع مالی و زیرساخت‌ها می‌شود، امتیاز بالایی کسب می‌کنند. این محیط مطلوب از یک اکوسیستم نوآوری پر رونق پشتیبانی می‌کند و امکان تجاری‌سازی بیشتر پژوهش‌ها و تقویت فعالیت‌های کارآفرینی را فراهم می‌کند.

از نظر سرمایه انسانی، این مطالعه نشان می‌دهد که استرالیا و نیوزلند توسعه نیروی کار ماهر در STEM را در اولویت قرار می‌دهند. این کشورها نسبت بیشتری از فارغ التحصیلان و محققین STEM دارند که با ساختارهای اقتصادی پیشرفته و تاکید آنها بر صنایع دانش‌بر همسو است. ایران، در حالیکه بر نیروی انسانی R&D تمرکز دارد، مشارکت کلی نیروی کار خود در بخش STI را نشان نمی‌دهد. این امر نیاز کشور ایران به سیاست‌های آموزش برای تقویت قابلیت‌های STI ایران را برجسته می‌کند.

این مطالعه، همچنین تفاوت در فناوری و بروندادهای نوآوری را در بین کشورها برجسته کرد. استرالیا و نیوزلند در شاخص‌های مربوط به انتقال فناوری، تجاری‌سازی و فعالیت‌های ثبت اختراع پیشتاز هستند که برای تبدیل پژوهش‌ها به محصولات و خدمات قابل فروش بسیار مهم است. اکوسیستم‌های پژوهش‌های پیشرفته و چارچوب‌های قوی مالکیت

معنوی این کشورها از عملکرد بالای آنها در این زمینه ها پشتیبانی می‌کند. برعکس، عملکرد ایران در انتقال فناوری و تجاری‌سازی متوسط‌تر است که نشان دهنده تمرکز فعلی آن بر ظرفیت‌سازی داخلی و چالش‌های ناشی از محیط خارجی است.

از جنبه منابع مالی، این مطالعه نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از سرمایه‌گذاری‌های مربوط به STI در استرالیا و نیوزلند به سمت R&D و آموزش هدایت می‌شود. این سرمایه‌گذاری‌ها از توسعه اکوسیستم‌های پژوهشی قوی حمایت می‌کند و به توانایی کشورها برای تولید خروجی‌های علمی و فناوری با تأثیر بالا کمک می‌کند. از سوی دیگر، ایران نیز به میزان قابل توجهی در زیرساخت‌های پژوهشی سرمایه‌گذاری می‌کند، اما این امر بیشتر منعکس کننده اولویت‌های توسعه‌ای آن و نیاز به ایجاد قابلیت‌های پژوهشی بنیادی در میان فشارهای خارجی است. یافته‌های کلیدی این پژوهش پیشنهادهای گسترده‌ای برای عمل و سیاست دارند که در ادامه به آنها اشاره شده است.

پیشنهادهای اجرایی پژوهش

پژوهش حاضر پیامدهای سیاستی و عملی چندگانه‌ای دارد که در ادامه به آن‌ها اشاره شده است:

- **توجه به ارتباط بین شاخص‌های ارزیابی STI و توسعه اقتصادی:** افزایش سرمایه‌گذاری در R&D و توسعه نیروی انسانی حوزه STEM ، تدوین سیاست‌های حمایتی برای رشد صنایع دانش‌بنیان، و ایجاد نهادهای رصد و پایش تأثیر شاخص‌های STI بر رشد اقتصادی، از اقدامات کلیدی است که می‌تواند به تقویت نوآوری و تحقق توسعه اقتصادی پایدار کمک کند.
- **توجه به نقش زیرساخت‌های پژوهشی در توسعه نوآوری:** ایجاد و تقویت زیرساخت‌های پژوهشی قوی به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، ابزار کلیدی برای افزایش ظرفیت نوآوری و کاهش وابستگی به منابع خارجی است. ضروری است با سرمایه‌گذاری هدفمند در این زیرساخت‌ها و ایجاد مراکز پژوهشی پیشرفته، بستر لازم برای توسعه نوآوری فراهم شود. همچنین، ارتقای همکاری‌های بین‌المللی در حوزه پژوهش و نوآوری می‌تواند به تبادل دانش و تسریع رشد علمی و فناورانه کمک کند.
- **تمرکز بر تقویت اکوسیستم‌های نوآوری و کارآفرینی:** برای ایران، ضرورت دارد که سیاست‌گذاران به تجاری‌سازی فناوری و انتقال فناوری از مراکز پژوهشی به صنایع توجه بیشتری داشته باشند. ایجاد برنامه‌های حمایتی برای تقویت همکاری‌های علمی و فناوری با بخش خصوصی و بین‌المللی، می‌تواند به افزایش رقابت‌پذیری ایران در سطح جهانی کمک کند.
- **افزایش سرمایه‌گذاری در آموزش و پرورش نیروی انسانی ماهر در حوزه STEM**: سیاست‌گذاران ایرانی باید با توجه به موفقیت استرالیا و نیوزلند در توسعه نیروی کار ماهر در حوزه STEM، برنامه‌های آموزشی خود را به سمت تقویت علوم و فناوری‌های نوین هدایت کنند. جذب دانشجویان خارجی و افزایش تعداد فارغ‌التحصیلان STEM می‌تواند به توسعه سرمایه انسانی و نوآوری کمک کند.
- **ارتقای زیرساخت‌های پژوهشی و تقویت همکاری‌های بین‌المللی:** برای ایران، تمرکز بر ارتقای زیرساخت‌های پژوهشی و جذب سرمایه‌گذاری‌های خارجی از اهمیت زیادی برخوردار است. همکاری‌های بین‌المللی می‌تواند به انتقال دانش و فناوری کمک کند و چالش‌های ناشی از تحریم‌ها و محدودیت‌های اقتصادی را کاهش دهد.

- **استفاده از شاخص‌های مالی برای بهبود عملکرد علمی و فناورانه:** سیاست‌گذاران باید به سرمایه‌گذاری در R&D توجه بیشتری داشته باشند و از شاخص‌های مرتبط با هزینه‌کرد و سرمایه‌گذاری در آموزش و پژوهش برای بهبود عملکرد علمی کشور استفاده کنند. تشویق سرمایه‌گذاری خطرپذیر در استارتاپ‌های دانش‌بنیان می‌تواند به توسعه نوآوری‌های بومی و ایجاد فرصت‌های جدید اقتصادی منجر شود.
- **افزایش تمرکز بر نوآوری و رقابت‌پذیری در صنایع خدماتی:** با توجه به تمرکز نیوزلند بر نوآوری در بخش خدمات، ایران می‌تواند از این تجربه استفاده کند و به توسعه نوآوری در بخش‌های خدماتی خود مانند فناوری اطلاعات، مالی، و گردشگری بپردازد تا سهم بیشتری از تولید ناخالص داخلی خود را از این بخش‌ها کسب کند.

پیشنهاد برای پژوهش‌های آتی

این مطالعه دارای محدودیت‌هایی است که شایان ذکر است و برای هر یک پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی ارائه می‌شود:

- پیشنهاد می‌شود چارچوب توسعه‌یافته در این پژوهش با شرایط بومی کشور تطبیق داده شود و به عنوان مبنایی برای سیاست‌گذاری و ارزیابی شاخص‌های STI به‌کار رود.
- تفاوت‌های فرهنگی و اقتصادی در ارزیابی نظام‌های STI کشورها می‌تواند چالش‌های خاصی را به وجود آورد. این تفاوت‌ها شامل نحوه پذیرش نوآوری، نهادهای اجتماعی و اقتصادی و شیوه‌های مدیریتی است که ممکن است در ایران با رویکردهای کشورهای پیشرو نظیر استرالیا و نیوزلند تفاوت داشته باشد. به‌عنوان مثال، فرهنگ سازمانی و سطح آموزش در ایران ممکن است بر قابلیت‌های نوآوری و استفاده از شاخص‌ها تأثیر بگذارد. برای پژوهش‌های آتی، پیشنهاد می‌شود که پژوهشگران بر این جنبه‌ها و تجزیه و تحلیل عمیق‌تر چالش‌های فرهنگی و اقتصادی در ارزیابی STI تمرکز نمایند.
- چالش‌های ترجمه و بومی‌سازی الگوهای ارزیابی STI نیز باید مورد توجه قرار گیرد. برای پژوهش‌های که در آینده انجام می‌شود، پیشنهاد می‌شود که مطالعات بیشتری بر روی چگونگی بومی‌سازی الگوهای ارزیابی STI با توجه به شرایط خاص ایران و دیگر کشورهای مشابه صورت گیرد.
- تمرکز بر سه کشور می‌تواند بر قابلیت تعمیم یافته‌ها تأثیر بگذارد. برای غنی‌سازی پژوهش‌های آتی، پیشنهاد می‌شود که پژوهشگران دامنه مطالعه را گسترش دهند و کشورهای بیشتری از جمله کشورهای همسایه ایران یا کشورهای دیگر در آسیا و اروپا را در نظر بگیرند. این کار می‌تواند به درک بهتر تأثیر بسترهای ملی مختلف بر نتایج STI کمک کند.

تقدیر و تشکر

این مقاله نتیجه طرح پژوهشی است که توسط مرکز مطالعات و همکاری‌های علمی بین‌المللی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری حمایت مالی شده است. نویسنده از این مرکز به‌دلیل فراهم کردن پشتیبانی‌های لازم برای انجام این پژوهش صمیمانه تشکر می‌کند.

فهرست منابع

ستاد راهبری اجرای نقشه جامع علمی کشور. (۱۳۹٤). *روند تحولات شاخص‌های علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۱-۱۳۸۰)*. تهران: شورای عالی انقلاب فرهنگی. https://sccr.ir/Files/6910.pdf

شورای عالی انقلاب فرهنگی. (۱۳۸۹). *نقشه جامع علمی کشور*. تهران: شورای عالی انقلاب فرهنگی.
https://dl3.takbook.com/pdf2/ebook7405[www.takbook.com].pdf

هیئت نظارت و ارزیابی شورای عالی انقلاب فرهنگی. (۱۳۸۲). *ارزیابی علم و فناوری در جمهوری اسلامی ایران: اولین ارزیابی کلان*. تهران: شورای عالی انقلاب فرهنگی، هیئت نظارت و ارزیابی.
https://ketabnak.com/reader/21319

Archibugi, D., & Filippetti, A. (2015). *The handbook of global science, technology, and innovation*. Wiley. https://www.wiley.com/en-us/The+Handbook+of+Global+Science%2C+Technology%2C+and+Innovation-p-9781118739068

Australia's Department of Industry, Innovation, and Science. (2017). *Australian innovation system report-2017*. https://www.industry.gov.au/publications/australian-innovation-system-report-2017

Australia's Department of Industry, Science and Resources. (2022). *Innovation Metrics Review*. https://www.industry.gov.au/publications/innovation-metrics-review

Australia's Office of the Chief Scientist. (2014). *Benchmarking Australian science, technology, engineering and mathematics*. https://www.chiefscientist.gov.au/2014/12/benchmarking-australian-science-technology-engineering-mathematics

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, *3*(2), 77-101. https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1191/1478088706qp063oa?needAccess=true

Board of Supervision and Assessment of Cultural and Scientific Affairs, the Supreme Council of Cultural Revolution. (2003). *Assessment of Science and Technology in the Islamic Republic of Iran: The First Macro-Assessment.* https://ketabnak.com/reader/21319 **[In Persian]**

Braun, V., & Clarke, V. (2019). Reflecting on reflexive thematic analysis. *Qualitative research in sport, exercise and health*, 11(4), 589-597. https://doi.org/10.1080/2159676X.2019.1628806

Crespi, G., & Zuniga, P. (2012). Innovation and productivity: evidence from six Latin American countries. *World development*, *40*(2), 273-290. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.07.010

Callaghan Innovation. (2022). *Callaghan Innovation Annual Report 2022*. https://www.callaghaninnovation.govt.nz/assets/Uploads/Documents/FINAL-Callaghan-Innovation-Annual-Report-2022_23-website-version.pdf

Dodgson, M. (2013). *The Oxford handbook of innovation management. Oxford University Press*. https://academic.oup.com/edited-volume/28362

Dutta, S., Lanvin, B., Rivera León, L., & Wunsch-Vincent, S. (Eds.). (2023). Global Innovation Index 2023: *Innovation in the face of uncertainty. WIPO*. wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-2000-2023-en-main-report-global-innovation-index-2023-16th-edition.pdf

Department of Education. (2023). *Australian Curriculum: Mathematics and Science Focus*. https://www.education.gov.au/australian-curriculum

Edquist, C. (2010). Systems of innovation perspectives and challenges. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 2(3), 14-45. https://journals.co.za/doi/abs/10.10520/EJC10560

Fathollah-Nejad, A. (2020). *The Islamic Republic of Iran four decades on: The 2017/18 protests amid a triple crisis*. *Doha, Qatar: Brookings Doha Center, April*, *9*, 2019-2020. https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2020/04/The-Islamic-Republic-of-Iran-Four-Decades-On-English-Web.pdf

Fagerberg, J. (2018). *Innovation, economic development and policy: Selected essays*. Edward Elgar Publishing. https://books.google.com/books/about/Innovation_Economic_Development_and_Poli.html?id=CilWDwAAQBAJ

Fagerberg, J., Martin, B. R., & Andersen, E. S. (2013). *Innovation studies: Evolution and future challenges*. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199686346.001.0001

Freeman, C., & Louçã, F. (2001). As time goes by: From the industrial revolutions to the information revolution. Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/0199251053.001.0001

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

Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. Science Policy Research Unit University of Sussex and Pinter Publishers. https://archive.org/details/technologypolicy00free/page/n5/mode/2up

Godin, B. (2017). *Models of innovation: The history of an idea*. MIT press. https://doi.org/10.1093/scipol/scz012

Godin, B. (2009). *The making of science, technology and innovation policy: conceptual frameworks as narratives, 1945-2005*. https://espace.inrs.ca/id/eprint/9915/1/Godin_2009_412.pdf

Galindo-Rueda, F. (2019, July). Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation. In National Bureau of Statistics of China, OECD-NBS International Training Workshop on Innovation Statistics. Xi'an, China (pp. 16-18). https://www.stats.gov.cn/english/pdf/202010/P020201012342666850167.pdf

Godin, B. (2004). The obsession for competitiveness and its impact on statistics: The construction of high-technology indicators. *Research Policy*, 33(8), 1217-1229. https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.07.005

Grupp, H., & Schubert, T. (2010). Review and new evidence on composite innovation indicators for evaluating national performance. *Research Policy*, *39*(1), 67-78. https://doi.org/10.1016/j.respol.2009.10.002

Ghazanfari, R., & AliAhmadi, A. (2019). National innovation systems in Iran: challenges and approaches. *International Journal of Industrial Engineering and Management Science*, 6(1), 1-23. https://www.ijiems.com/article_86814_0f877b2cc198bb536c9326b8847c37de.pdf

Godin, B. (2020). *The idea of technological innovation: a brief alternative history*. Edward Elgar Publishing. https://doi.org/10.23987/sts.101367

IP Australia. (2023). *Australian IP Report 2023*. file:///C:/Users/98912/Downloads/australian_ip_report_2023_v1.pdf

Lundvall, B. A. (1992). *National systems of innovation: Towards a theory of innovation and interactive learning*. Francis Printer. https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/31613/626406.pdf?sequence=1#page=102

Lee, K. (2019). *The art of economic catch-up: Barriers, detours and leapfrogging in innovation systems*. Cambridge University Press. https://www.cambridge.org/core/books/art-of-economic-

catchup/680D758F404C9CB321CFB7B5D4DD6D72

LaunchVic. (2023). *Victoria welcomes eight new VC funds to back early-stage startups*. https://launchvic.org/announcements/victoria-welcomes-eight-new-vc-funds-to-back-early-stage-startups/

Mowery, D. C., & Rosenberg, N. (1999). Paths of innovation: Technological change in 20th-century America. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1023/A:1007806713840

Nijkamp, P., & Siedschlag, I. (Eds.). (2010). *Innovation, growth and competitiveness: Dynamic regions in the knowledge-based world economy*. Springer Science & Business Media. https://doi.org/10.1007/978-3-642-14965-8

New Zealand's Minster of Business, Innovation, and Employment. (2021). *The Research, Science and Innovation Report — 2021*. https://researchscienceinnovation.nz/

Nelson, R. R. (1985). *An evolutionary theory of economic change*. Harvard university press. https://archive.org/details/evolutionarytheo0000nels

OECD. (2005). *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. OECD Publishing. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264013100-en.pdf?expires=1732299578&id=id&accname=guest&checksum=3BEB39B99AE1ADC0DAF50885CE1DE77D

OECD. (2023). *OECD science, technology and innovation outlook 2023: A global perspective*. OECD Publishing. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/0b55736e-en.pdf?expires=1732299616&id=id&accname=guest&checksum=A2B0CF627AC91C32A93FED4C4B6A1D14

OECD. (2017). *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2017*. OECD Publishing. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264268821-en.pdf?expires=1732299763&id=id&accname=guest&checksum=A4C5A93DA79CE0D338D1E86DBD8FEDD6

OECD (2014). *Measuring Innovation in Education: A New Perspective*. Paris: OECD Publishing. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264215696-en.pdf?expires=1732299921&id=id&accname=guest&checksum=A39A1166FAFC8CE6ED16D713F5FD6C03

OECD. (2021). *Science, Technology and Innovation Outlook 2021*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/75f79015-en

SCImago. (2021). *SCImago Journal & Country Rank*. https://www.scimagojr.com/countryrank.php

Smith, R. G. (2023). *Public Sector Criminological Research: The Australian Institute of Criminology, 1972-2022*. Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-3-031-28356-7

Steering Committee for the Implementation of the Comprehensive scientific Map. (2015). Trends in the Development of Science and Technology Indicators in the Islamic Republic of Iran (2001–2012). Tehran: Supreme Council of the Cultural Revolution. https://sccr.ir/Files/6910.pdf **[In Persian]**

UNESCO. (2021). *UNESCO Science Report: The Race Against Time for Smarter Development*. UNESCO Publishing. https://www.unesco.org/reports/science/2021/en/download-report

WIPO. (2021). *Global Innovation Index 2021: Tracking Innovation through the COVID-19 Crisis*. World Intellectual Property Organization. https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2021.pdf

World Bank. (2022). *Iran Economic Monitor: Adapting to the New Normal, Spring 2022*. World Bank Group. https://documents1.worldbank.org/curated/en/911661640286887490/pdf/Iran-

Economic-Monitor-Adapting-to-the-New-Normal-A-Protracted-Pandemic-and-Ongoing-Sanctions.pdf

زودآیند ویرایش نشده