



An Introduction to a Thematic Framework for Science Governance: Presenting a Comprehensive Map of Its Conceptual and Structural Scope*

Ehsan Rahimi 

Faculty Member, Islamic Sciences and Culture Academy, Qom, Iran
e.rahimi@isca.ac.ir

Abstract

Science governance, as an interdisciplinary field, has attracted increasing attention in policy-making and academic circles in recent years. However, the lack of a coherent subject-oriented framework has resulted in conceptual and operational fragmentation in this field. Using an analytical-argumentative methodology and aiming to provide a comprehensive map of the domains of science governance, the present study proposes a four-layer framework. This framework consists of: (a) dimensions of science governance, including foundations, values, structures, drivers, actors, policy formulation, policy implementation, oversight, evaluation, and infrastructures; (b) levels of governance along two axes—geographical and substantive; (c) environmental and cross-institutional contexts, including politics, economics, culture, family, health, and cybernetics; and (d) four

* Rahimi, E. (2025). An Introduction to a Thematic Framework for Science Governance: Presenting a Comprehensive Map of Its Conceptual and Structural Scope. *Islamic Knowledge Management*, 7(1), pp. 42-76.

<https://doi.org/10.22081/jikm.2026.75136.1119>

▣ **Article Type:** Research; **Publisher:** Islamic Sciences and Culture Academy, Qom, Iran

▣ **Received:** 2024/11/23 • **Revised:** 2025/01/11 • **Accepted:** 2025/02/21 • **Published online:** 2025/03/30

© 2025

authors retain the copyright and full publishing rights



domains: science production, scientist education and training, science storage and representation, and the application of science. The findings of this study indicate that science governance has a polycentric, networked, and synergistic nature and cannot be reduced to any single dimension or domain. The proposed framework can serve as a basis for integrated policy-making, comparative research, and systematic evaluation of science governance systems at both national and international levels.

Keywords

Science Governance; Thematic Framework; Science and Technology Policy-Making; National Innovation System; Science Production; Scientist Education and Training; Application of Science.



مدخل إلى الإطار الموضوعي لحوكمة العلم: تقديم خريطة شاملة للمجال المفاهيمي والبنوي*

إحسان رحيمي

عضو هيئة التدريس في المعهد العالي للعلوم والثقافة الإسلامية، قم، إيران.
e.rahimi@isca.ac.ir

الملخص

حظيت حوكمة العلم، بوصفها مجالاً متعدد التخصصات، باهتمام متزايد في الأوساط المعنية بوضع السياسات والأوساط الأكاديمية خلال السنوات الأخيرة، إلا أن غياب إطار موضوعي متماسك أدى إلى تشتت مفاهيمي وعملي في هذا المجال. ويقترح البحث الحالي، بالمنهج التحليلي - الاستدلالي، وبهدف تقديم خريطة شاملة لمجال موضوعات حوكمة العلم، إطاراً رباعي الطبقات. ويشمل هذا الإطار: (أ) أبعاد حوكمة العلم، وهي: الأسس، والقيم، والهياكل، والقوى الدافعة، والفاعلون، وبناء السياسات، وتنفيذ السياسات، والرقابة، والتقييم، والبنى التحتية؛ (ب) مستويات الحوكمة ضمن محورين، هما المحور الجغرافي والمحور الموضوعي؛ (ج) السياقات البيئية وما وراء المؤسسية، وهي: السياسة، والاقتصاد، والثقافة، والأسرة، والصحة، والسيبرانية؛ (د)

* الاستشهاد بهذه المقالة: رحيمي، إحسان. (٢٠٢٥). مدخل إلى الإطار الموضوعي لحوكمة العلم: تقديم

خريطة شاملة للمجال المفاهيمي والبنوي. إدارة المعرفة الإسلامية، ٧(١)، صص ٤٢-٧٦.

<https://doi.org/10.22081/jikm.2026.75136.1119>

□ نوع المقال: بحثية؛ الناشر: المعهد العالي للعلوم والثقافة الإسلامية، قم، إيران

□ تاريخ الإستلام: ٢٠٢٤/١١/٢٣ • تاريخ التعديل: ٢٠٢٥/٠١/١١ • تاريخ القبول: ٢٠٢٥/٠٢/٢١ • تاريخ الإصدار: ٢٠٢٥/٠٣/٣٠

© ٢٠٢٥

يحتفظ المؤلفون بحقوق الطبع والنشر الكاملة.



المجالات الأربعة، وهي: إنتاج العلم، وتكوين العالم، وتخزين العلم وتمثيله، وتطبيق العلم. وتُظهر نتائج هذا البحث أنَّ حوكمة العلم ذات طبيعة متعددة المراكز وشبكية وتآزرية، ولا يمكن اختزالها في بُعد واحد من أبعادها أو في مجال واحد من مجالاتها. ويمكن أن يشكل الإطار المقترح أساساً لوضع سياسات متكاملة، وإجراء بحوث مقارنة، وإجراء تقويم منهجي لحوكمة العلم على المستويين الوطني والدولي.

الكلمات المفتاحية

حوكمة العلم، الإطار الموضوعي، سياسات العلم والتكنولوجيا، النظام الوطني للابتكار، إنتاج العلم، تكوين العالم، تطبيق العلم.



درآمدی بر چارچوب موضوعی حکمرانی علم: ارائه نقشه‌ای جامع از قلمرو مفهومی و ساختاری*

احسان رحیمی

عضو هیئت علمی پژوهشگاه علوم و فرهنگ اسلامی، قم، ایران.
e.rahimi@isca.ac.ir

چکیده

حکمرانی علم، به مثابه حوزه‌ای میان‌رشته‌ای، در سال‌های اخیر توجه فزاینده‌ای را در محافل سیاست‌گذاری و آکادمیک جلب کرده است اما فقدان چارچوب موضوع‌شناختی منسجم موجب پراکندگی مفهومی و عملیاتی در این حوزه شده است. پژوهش حاضر با روش تحلیلی-استدلایی و با هدف ارائه نقشه‌ای جامع از قلمرو موضوعات حکمرانی علم، چارچوبی چهارلایه پیشنهاد می‌کند. این چارچوب شامل: (الف) ابعاد حکمرانی علم (مبانی، ارزش‌ها، ساختارها، پیشران‌ها، کنشگران، تدوین سیاست، اجرای سیاست، نظارت، ارزیابی و زیرساخت‌ها)؛ (ب) سطوح حکمرانی در دو محور جغرافیایی و محتوایی؛ (ج) بسترهای محیطی و فرانهادی (سیاست، اقتصاد، فرهنگ، خانواده، سلامت و سایبرنتیک)؛ (د) عرصه‌های چهارگانه (تولید علم، تربیت عالم، ذخیره‌سازی و بازنمایی علم و کاربست علم) است. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد حکمرانی علم ماهیتی چندمرکزی، شبکه‌ای و هم‌افزا دارد و نمی‌توان آن را به یکی از ابعاد یا عرصه‌ها

۴۶
پژوهش‌های
سال هفتم، زمستان ۱۴۰۴

* **استناد به این مقاله:** رحیمی، احسان. (۱۴۰۴). درآمدی بر چارچوب موضوعی حکمرانی علم: ارائه نقشه‌ای جامع از قلمرو مفهومی و ساختاری. مدیریت دانش اسلامی، ۱۷(۱)، صص ۴۲-۷۶.

<https://doi.org/10.22081/jikm.2026.75136.1119>

□ نوع مقاله: پژوهشی؛ ناشر: پژوهشگاه علوم و فرهنگ اسلامی، قم، ایران

□ تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۰۳ • تاریخ اصلاح: ۱۴۰۳/۱۰/۲۲ • تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۳ • تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۰۱/۱۰

© ۱۴۰۴ «حق تألیف و حقوق کامل انتشار برای نویسندگان محفوظ است»



فروکاست. چارچوب پیشنهادی می‌تواند مبنایی برای سیاست‌گذاری یکپارچه، پژوهش‌های تطبیقی و ارزیابی نظام‌مند حکمرانی علم در سطح ملی و بین‌المللی قرار گیرد.

کلیدواژه‌ها

حکمرانی علم، چارچوب موضوعی، سیاست‌گذاری علم و فناوری، نظام ملی نوآوری، تولید علم، تربیت عالم، کاربست علم.

مقدمه

علم و فناوری در جهان معاصر به موتور محرکه اصلی توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی تبدیل شده است. کشورها به طور فزاینده‌ای دریافته‌اند توان رقابت‌پذیری آنها در عرصه جهانی مستقیم با توانمندی آنها در تولید، جذب، انتشار و به کارگیری دانش گره خورده است (فریمن،^۱ ۱۹۸۷، صص ۷-۳۱) اما نظام علم و فناوری نظامی پیچیده و سازگار شونده^۲ است که از تعاملات پویای کنشگران متعدد با منافع و انگیزه‌های متنوع تشکیل شده. هدایت و راهبری چنین نظامی صرفاً با ابزارهای مدیریتی سنتی ممکن نیست و نیازمند رویکردی جامع‌تر به نام «حکمرانی»^۳ است.

مفهوم حکمرانی علم^۴ در دو دهه اخیر پارادایمی جدید در مباحث سیاست‌گذاری علم^۵ مطرح شده است. این مفهوم از تلاقی حوزه‌های علوم سیاسی، مدیریت دولتی، جامعه‌شناسی علم، اقتصاد نوآوری و فلسفه علم شکل گرفته و به دنبال پاسخ به این پرسش بنیادین است که نظام علم چگونه باید هدایت و تنظیم شود تا بیشترین منفعت را برای جامعه به ارمغان آورد؟ رشد تصاعدی سرمایه‌گذاری‌های دولتی و خصوصی در علم، پیچیده‌تر شدن نظام‌های علمی و ضرورت پاسخ‌گویی نهاد علم به نیازهای اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی همگی به برجسته‌تر شدن این مفهوم دامن زده‌اند (قلی‌پور، ۱۴۰۰، صص ۱۳-۱۵؛ جاسانف،^۶ ۲۰۰۴، صص ۱۴-۴۳؛ گوستون،^۷ ۲۰۰۱، صص ۳۹۹-۴۰۵).

با وجود رشد چشمگیر ادبیات حکمرانی علم در دو دهه اخیر، مرور نظام‌مند این ادبیات نشان می‌دهد این اصطلاح با پراکندگی و گاه آشفتگی مفهومی قابل‌توجهی مواجه است (احمدی و پیرو، ۱۴۰۴، صص ۱-۲۴)؛ برای مثال از منظر نهادهای سیاستگذار،

1. Freeman
2. Complex Adaptive System
3. Governance
4. Science Governance
5. Science Policy
6. Jasanoff
7. Guston

همچون وزارت علوم و تحقیقات و فناوری، این اصطلاح عمدتاً معادل سیاست‌گذاری علم و فناوری است (حاجی‌حسینی و کریم‌میان، ۱۳۹۸)؛ در سازمانی علمی-پژوهشی به معنای مدیریت تولید و انتشار علم (جوادی و امامی، ۱۴۰۰)؛ در حوزه مدیریت داده و فناوری اطلاعات بیشتر از جنبه سامان‌دهی زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و مدیریت دانش به آن نگاه می‌شود (نیک‌زاد و صالح‌نژاد، ۱۴۰۳؛ قویدل و همکاران، ۱۴۰۴)؛ در مجامع آموزشی و تربیتی به مثابه سازوکارهای آموزش و تربیت علم‌آموزان در سطوح مختلف تحصیلی و تربیت علمی (پورکریمی و قموشی، ۱۴۰۴؛ هاشمی و همکاران، ۱۴۰۳؛ اسدزاده و همکاران، ۱۴۰۴) و در حوزه اقتصاد دانش‌بنیان، به معنای خلق و به کارگیری دانش برای پاسخ به نیاز جامعه تلقی می‌شود (امیری فرح‌آبادی، ۱۳۹۸؛ نجفی و همکاران، ۱۳۹۸). این تکثر مفهومی، هرچند نشان‌دهنده گستره معنایی این واژه است، در عمل موجب شده هر نهاد و پژوهشگری فقط بخشی از این حوزه موضوعی را ادراک و تصویری جزئی‌نگر از آن ارائه دهد. این تنوع معنایی باعث شده سیاست‌گذاران، پژوهشگران و نهادهای علمی، هنگام طراحی برنامه‌ها، ارزیابی عملکرد یا تحلیل وضعیت نظام علمی، از چارچوب‌های متفاوتی استفاده کنند؛ در نتیجه، به فهم مشترکی از مسئله و راه‌حل دست نیابند.

افزون‌براین، بسیاری از پژوهش‌ها به جای ارائه نگاهی جامع فقط به یکی از اجزای حکمرانی علم (مانند بودجه‌ریزی، سیاست‌گذاری، ارزیابی، تنظیم‌گری و...) پرداخته‌اند؛ در نتیجه، تصویر کلان و یکپارچه‌ای از حکمرانی علم شکل نگرفته است. از این رو، مسئله اصلی فقدان چارچوب مفهومی و موضوع‌شناختی نظام‌مند و منسجمی است که بتواند همه این برداشت‌ها را در نقشه‌ای واحد جانمایی، مرزهای موضوعی حکمرانی علم را مشخص و روابط میان اجزا را نمایان کند.

از چند جهت می‌توان درباره ضرورت تدوین چنین چارچوبی استدلال کرد: نخست، از زاویه نظری، بدون نقشه‌ای جامع از قلمرو موضوعات، پژوهش‌های حوزه حکمرانی علم در خلأ مفهومی انجام می‌شوند و امکان انباشت دانش و مقایسه یافته‌ها به حداقل می‌رسد؛ دوم، از منظر سیاست‌گذاری، فقدان چارچوب موجب می‌شود هر یک از نهادهای حاکمیتی بخشی از مسئله را ببینند و سیاست‌های ناهماهنگ یا حتی

متعارض وضع کنند؛ سوم، از نظر عملیاتی، بدون شناخت ابعاد، سطوح و عرصه‌های حکمرانی علم، ارزیابی عملکرد نظام علمی کشور و شناسایی نقاط ضعف و قوت آن ممکن نیست؛ چهارم، از منظر پاسخ‌گویی اجتماعی، در عصری که اعتماد عمومی به علم و نهادهای علمی تغییرات اساسی کرده، فهم سازوکارهای حکمرانی علم برای تضمین مسئولیت‌پذیری اجتماعی علم و تقویت مشروعیت نهادهای علمی ضروری است.

بنابراین پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به این پرسش بنیادین است که چارچوب موضوعی جامع و مانع برای حکمرانی علم چه مؤلفه‌ها، سطوح و عرصه‌هایی باید داشته باشد؟ این چارچوب باید به گونه‌ای باشد که بتواند هم جنبه‌های درونی نظام علم هم محیط بیرونی و فراهادی آن را پوشش دهد، هم‌زمان ابعاد، سطوح و ساحت‌های مختلف حکمرانی را نیز در بر بگیرد.

هدف اصلی این مقاله ارائه چارچوب موضوع‌شناختی جامعی برای حکمرانی علم است که تمام ابعاد، سطوح، بسترها و عرصه‌های مرتبط را در ساختاری منسجم سازمان‌دهی کند؛ مبنایی برای گفت‌وگوی بین‌رشته‌ای و بین‌نهادی فراهم آورد و در هر یک از اجزای چارچوب، زمینه‌ساز پژوهش‌های تفصیلی باشد. این پژوهش با رویکرد تحلیلی-استدلالی انجام شده است. در این رویکرد، پژوهشگر باتکیه بر ادبیات نظری موجود، تحلیل مفهومی اصطلاحات کلیدی و استدلال منطقی، به ساخت و تبیین چارچوب می‌پردازد. داده‌های پژوهش از منابع کتابخانه‌ای، اسناد سیاستی و مطالعات تطبیقی گرد آمده‌اند.

۱. ادبیات موضوع: تطورات مفهومی حکمرانی علم

درک حکمرانی علم مستلزم تبارشناسی مفهومی آن در بستر تحول معنایی «حکمرانی»^۱ است. در ادبیات معاصر، حکمرانی از مفاهیمی چون مدیریت^۲ و حکومت^۳ متمایز

1. Governance

2. Management

3. State

می‌شود؛ زیرا فقط به اداره سازمانی یا فرمان از بالا به پایین اشاره نمی‌کند، بلکه به مجموعه‌ای از شبکه‌کنشگران و سازوکارهای رسمی و غیررسمی و چندسطحی هماهنگی و تصمیم‌گیری میان آنها مربوط است (رودز،^۱ ۱۹۹۶؛ کویمان،^۲ ۲۰۰۳). در حوزه علم و فناوری نیز این تمایز به معنای گذار از مدل‌های خطی و سلسله‌مراتبی به الگوهای شبکه‌ای، مشارکتی و چندسطحی است (لنگوایلر و سایمون،^۳ ۲۰۰۵؛ مونوز،^۴ ۲۰۰۵؛ مکناتگن و چیلورز،^۵ ۲۰۱۴؛ قلی‌پور، ۱۴۰۰، صص ۵۱-۷۰).

از قرن هفدهم تا اوایل قرن بیستم، نهاد علم خودآیین بود و تنظیمات آن درون جامعه علمی انجام می‌گرفت؛ لذا حکمرانی علم عمدتاً درونی و مبتنی بر هنجارها، داوری همتا و نظم حرفه‌ای جامعه علمی فهم می‌شد. در این راستا، پولانی^۶ (۱۹۶۲) در کتاب جمهوری علم^۷ نهاد علم را جامعه‌ای خودتنظیم‌گر متشکل از دانشمندان توصیف کرد که بر پایه هنجارهای حرفه‌ای و داوری همتایان عمل می‌کنند. این ایده را مرتون^۸ (۱۹۷۳) با هنجارهای دیگر مانند اشتراک‌گرایی، جهان‌شمولی، بی‌طرفی و شک‌گرایی سازمان‌یافته تکمیل کرد. گرچه در گفتمان مسلط می‌توان این دوران را دوره استقلال نسبی نهاد علم از دولت و بازار نامید برد، در همین دوران نیز نهاد علم همواره با قدرت سیاسی و اقتصادی در تعامل بود و رابطه علم با دولت و نظم اجتماعی مسئله‌مند بود. بعدها در ادبیات علم، جامعه و سیاست عمیق‌تر بازاندیشی شد (شاپین،^۹ ۱۹۹۴).

پس از جنگ جهانی دوم، با گسترش نقش دولت‌ها در تأمین مالی پژوهش، دولت‌ها به سرمایه‌گذاران اصلی پژوهش تبدیل شدند و الگوی دولت‌محور حکمرانی علم شکل

1. Rhodes
2. Kooiman
3. Lengwiler & Simon
4. Muñoz
5. Macnaghten & Chilvers
6. Polanyi
7. *Republic of Science*
8. Merton
9. Shapin

گرفت که طی آن، حکمرانی علم از مسیر تخصیص بودجه، اولویت‌گذاری ملی و تأسیس نهادهای پشتیبان علم و فناوری اعمال شد. کتاب علم، مرز بی‌پایان و نیوار بوش^۱ (۱۹۴۵) نقطه عطف این تحول بود.^۲ این کتاب در زمینه نمایش نقش علم در جامعه و مسئولیت دولت در حمایت از تلاش‌های علمی اثری برجسته است. این دیدگاه سیاست علمی ایالات متحده را برای بیش از نیم قرن تعیین کرد و پربارترین نهاد علمی جهان را ساخت. در این دوره، حکمرانی علم عمدتاً از طریق سیاست‌گذاری عمومی، تخصیص منابع و تعیین اولویت‌های ملی اعمال می‌شد و بر رشد اقتصادی، برنامه‌ریزی ملی و ارزیابی کارکردی پژوهش متمرکز بود. مدل خطی نوآوری که رابطه‌ای یک‌سویه از علم پایه به کاربرد را مفروض می‌گرفت، چارچوبی غالب بود که بر فهم عمومی از رابطه علم و توسعه سایه انداختند بود (گودین، ۲۰۰۶^۳) در این رویکرد، حکمرانی علم عملاً با سیاست‌گذاری علم و فناوری هم‌پوشانی داشت (لنگوایلر و سایمون، ۲۰۰۵؛ مونوز، ۲۰۰۵).

از دهه ۱۹۹۰، با ظهور اقتصاد دانش‌بنیان، این رویکرد با چالش مواجه شد و رویکردهای سیستمی و شبکه‌ای جایگزین آن شد. نظریه «نظام ملی نوآوری» بر تعامل بازیگران مختلف تأکید می‌کرد (لوندوال، ۱۹۹۲^۴؛ نسلون، ۱۹۹۳^۵) و نظریه تولید دانش نوع دوم^۶ نشان داد دانش در بسترهای کاربردی، بین‌رشته‌ای و مشارکتی تولید می‌شود (گیبونز^۷ و همکاران، ۱۹۹۴) در ادامه، مدل مارپیچ سه‌گانه درهم‌تنیدگی نقش دانشگاه، صنعت و دولت را نشان داد (اتزکوویتز و لیدسدورف، ۲۰۰۰^۸). توسعه این چارچوب به مارپیچ

۱. Vannevar Bush وی مدیر دفتر تحقیقات و توسعه علمی ایالات متحده در جنگ جهانی دوم بود.

۲.

3. Godin

4. Lundvall

5. Nelson

6. Knowledge Production in Mode 2

7. Gibbons

8. Etzkowitz & Leydesdorff

چهارگانه و پنج‌گانه نقش جامعه مدنی و محیط‌زیست را نیز وارد تحلیل کرد (کارایانیس و کمپبل،^۱ ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰).

به این ترتیب در دو دهه اخیر، حکمرانی علم وارد مرحله بازاندیشانه و هنجاری شده، به مفهومی فراتر از رابطه دانشگاه، صنعت و دولت رسیده و فرایندی شبکه‌ای و توزیع شده میان کنشگران مختلف شناخته می‌شود. در این فهم جدید، حکمرانی علم فقط به سیاست علم و فناوری محدود نیست، بلکه فرایندها، قواعد، ساختارها و ارزش‌هایی را در بر می‌گیرد که کل چرخه علم، از تولید تا کاربرد، را در سطوح مختلف، از آزمایشگاه تا عرصه بین‌المللی و جهت‌گیری و پیامدهای آن، شکل می‌دهد (ایروین،^۲ ۲۰۰۸)؛ به همین دلیل، پژوهش‌های جدید بر ابعاد فرهنگی، سیاسی، اخلاقی و اجتماعی علم تأکید می‌کنند و نشان می‌دهند علم و نظم اجتماعی هم‌زمان و متقابل تولید می‌شوند (جاسانف، ۲۰۰۴).

در رویکرد اخیر، مفاهیمی مانند پژوهش و نوآوری مسئولانه^۳ بر هم‌سویی علم با ارزش‌های اجتماعی و مشارکت ذی‌نفعان تأکید دارند (اُون و همکاران،^۴ ۲۰۱۲) و چهار مؤلفه شمولیت^۵، پیش‌بینی‌پذیری^۶، پاسخ‌گویی^۷ و بازتاب‌پذیری^۸ را برجسته می‌کنند (بورگت^۹ و همکاران، ۲۰۱۷). برخی پژوهش‌های دیگر مفهوم پژوهش و نوآوری مسئولانه و مفهوم علم^{۱۰} باز را کنار هم می‌گذارند و نشان می‌دهند هر دو دستورکار به دنبال دگرگونی نهادی در پژوهش و نوآوری‌اند، هرچند علم باز بیشتر بر کارایی و بهینه‌سازی

1. Carayannis & Campbell

2. Irwin

3. Responsible Research and Innovation(RRI)

4. Owen

5. inclusion

6. anticipation

7. responsiveness

8. reflexivity

9. Burget

10. Open Science

فنی تأکید دارد و پژوهش و نوآوری مسئولانه بر دغدغه‌های هنجاری و کسری دموکراسی (شلی-ایگان،^۱ ۲۰۲۰)؛ به علاوه، در سطح بین‌المللی نیز دیپلماسی علمی نشان می‌دهد حکمرانی علم دیگر فقط مسئله‌ای داخلی نیست، بلکه به همکاری‌ها، رقابت‌ها و موازنه‌های قدرت در سیاست جهانی علم و نوآوری نیز گره خورده است (لین، ۲۰۱۹). در این سطح، حکمرانی علم نه فقط به تنظیم روابط نهادی که به تحلیل مناسبات قدرت، ایدئولوژی و نابرابری نیز می‌پردازد. این دیدگاه نشان می‌دهد علم همواره در بستر ساختارهای اقتصادی و سیاسی شکل می‌گیرد و می‌تواند در خدمت منافع خاص قرار بگیرد (جاسانف، ۲۰۰۴؛ میروفسکی،^۲ ۲۰۱۱). از این منظر، حکمرانی علم فرایندی چندبعدی است که شامل تنظیم نهادی، هدایت هنجاری و نقد قدرت در تولید و کاربرد دانش است.

در نتیجه، حکمرانی علم را نباید صرفاً اداره علم فهمید بلکه سامان‌دهی هنجاری، نهادی و سیاسی تولید، داوری، توزیع و کاربرد دانش را نیز در بر می‌گیرد. در این معنا، مالکیت فکری، آزادی آکادمیک، اخلاق پژوهش، شفافیت داده و نسبت علم با قدرت و نابرابری بخشی از مسئله حکمرانی علم‌اند (بورگت و همکاران، ۲۰۱۷؛ شلی-ایگان، ۲۰۲۰؛ مکناتن و چیلورز، ۲۰۱۴).

با وجود غنای ادبیات در هر یک از این ابعاد، آنچه کمتر به آن توجه می‌شود، ارائه «نقشه‌ای کلان» از مجموعه موضوعات حکمرانی علم است. بیشتر پژوهش‌ها بر یک بُعد خاص (مانند تأمین مالی، ارزیابی یا انتقال فناوری) متمرکز شده‌اند و کمتر برای ترسیم تصویر کل تلاش شده است. چارچوب حاضر در پاسخ به همین خلأ شکل گرفته است.

۲. چارچوب پیشنهادی: تشریح لایه‌ها و اجزا

در این بخش، چارچوب موضوعی پیشنهادی در چهار لایه اصلی تبیین می‌شود: (۱) ابعاد

1. Shelley-Egan

2. Mirowski

هشت گانه حکمرانی علم، (۲) لایه‌های جغرافیایی و محتوایی، (۳) بسترهای محیطی و فرانهادی، (۴) عرصه‌های کارکردی. در ادامه، هر لایه به تفصیل تشریح می‌شود.

۲-۱. لایه اول: ابعاد حکمرانی علم

ابعاد حکمرانی علم که وجوه مختلف فرایند هدایت و تنظیم نظام علمی را بازنمایی می‌کنند عبارت‌اند از:

۲-۱-۱. مبانی، ارزش‌ها و اصول

مبانی، اصول و ارزش‌های حکمرانی علم عبارت است از مجموعه زیرساخت‌های فکری، هنجاری و ارزشی که مسیر، شیوه و اهداف حکمرانی علم را تعیین می‌کند و به آن مشروعیت، معنا و جهت می‌بخشد. این بُعد حکمرانی علم است که زیربنای معیار تصمیم‌گیری‌ها، سیاست‌ها و اقدامات محسوب می‌شود. این بُعد به جهت‌گیری‌های پایه‌ای و هنجارهایی اشاره می‌کند که بر تصمیم‌گیری‌های کلان، تنظیم مقررات و رفتار ذی‌نفعان در تمام ابعاد حکمرانی علم اثر می‌گذارد.

مبانی زیربنای فکری و نظری حاکم بر حکمرانی است. این مبانی شامل نگرش کلان به علم (علم به مثابه راهنمای حقیقت، کالای عمومی یا دارایی استراتژیک و...) است همچنین میزان اعتبار و حجیت رویکردهای فلسفی، مانند تجربه‌گرایی، عمل‌گرایی یا رویکردهای تلفیقی در مقایسه با مبانی دینی از دیگر مؤلفه‌های این مبانی به شمار می‌روند. افزون‌براین، جایگاه و نقش علم نسبت به سایر نهادهای اجتماعی در فرایند توسعه ملی (نقش محوری، نقش تکمیلی یا...) نیز در زمره این مبانی قرار می‌گیرد.

۱. نمونه‌هایی از مبانی حکمرانی علم در آموزه‌های اسلامی عبارت‌اند از:

- توحید: پذیرش این که تمام دانش‌ها در نهایت به حقیقت واحد و خالق جهان تعلق دارند؛
- خلافت انسانی: انسان مأمور آبادانی زمین با علم و عمل صالح است؛
- علم نافع: برتری علمی در صورتی ارزشمند است که نفع حقیقی به فرد و جامعه برساند؛
- ترکیب علم و اخلاق: هیچ پیشرفت علمی‌ای بدون معیارهای اخلاقی مشروعیت ندارد؛
- توسعه متوازن: پیشرفت علمی باید هم از بُعد مادی هم بُعد معنوی پشتیبانی کند.

ارزش‌ها معیارهای کیفی‌اند که هویت و اخلاق حکمرانی را شکل می‌دهند؛ مانند: حقیقت‌جویی، صداقت علمی، نوآوری و خلاقیت و اجتهاد فکری برای پاسخ به مسائل روز، احترام به مالکیت فکری، همکاری بین‌المللی در کنار حفظ منافع ملی، مسئولیت‌پذیری اجتماعی، خدمت‌رسانی به خلق به‌عنوان غایت علم، همگرایی جهانی و گفت‌وگوی علمی در چارچوب حفظ هویت و مصالح اسلامی و... وقتی سیاست‌ها با ارزش‌های ملی هماهنگ باشند، مقبولیت اجتماعی پیدا می‌کنند.

اصول به قواعد کلی و نسبتاً تغییرناپذیری گفته می‌شود که مسیر حکمرانی را تعیین می‌کنند؛ همچون شفافیت (تمام فرایندها و تصمیمات باید برای ذی‌نفعان روشن باشد)؛ پاسخ‌گویی (نهادهای باید برابر استفاده از منابع و نتایج پاسخ‌گو باشند)؛ مشارکت‌پذیری (ذی‌نفعان مختلف حاکمیتی، خصوصی و مردمی در فرایند سیاست‌گذاری حضور داشته باشند)؛ کارآمدی (منابع محدود بهینه تخصیص یابد)؛ عدالت علمی (توزیع فرصت‌ها و منابع علمی در مناطق و اقشار مختلف)؛ پایداری (سیاست‌ها باید نسل‌های آینده را هم در نظر بگیرند) صداقت و امانت علمی (پرهیز از تحریف، سرقت علمی، یا پنهان‌سازی آگاهانه نتایج) و ازاین‌قبیل. همچنین اصولی که براساس آموزه‌های اسلامی می‌توان برشمرد عبارت‌اند از: عبودیت و امانت‌داری (علم امانتی الهی است و استفاده از آن باید در جهت رضای خدا و خیر عمومی باشد)؛ تقدم مصالح امت اسلامی و بشریت (منافع شخصی یا ملی نباید به زیان جدی جامعه جهانی یا نسل‌های آینده تمام شود) و ازاین‌قبیل.

مبانی اصول و ارزش‌هایی است که مشخص می‌کنند چرا پدیده‌ای مسئله قلمداد می‌شود؟ چرا فلان سیاست یا راهبرد برای حل مسئله برگزیده می‌شود؟ معیار موفقیت یا شکست اجرای سیاست / راهبرد، براساس چه ارزش‌هایی است؟ اولویت‌دادن به حوزه‌ای خاص چگونه مشروعیت پیدا می‌کند؟ و... مبانی مشترک مانع پراکندگی سیاست‌ها می‌شوند و نحوه داوری در تعارض منافع یا اولویت‌ها را تعیین می‌کنند؛ برای مثال در عرصه تولید علم تعیین می‌کنند از چه حوزه‌هایی اصلاً حمایت نشود یا چه حوزه‌هایی

ممنوع‌اند؛ در عرصه تربیت عالم مشخص می‌کنند بر مبانی اخلاق علمی و آموزش مسئولیت اجتماعی در دانشگاه‌ها تأکید شود؛ در عرصه ذخیره‌سازی و بازنمایی علم دسترسی آزاد یا محدود براساس ارزش‌های ملی را الزام می‌کنند یا در عرصه کاربری علم به انتخاب پروژه‌های کاربردی براساس اصول عدالت، پایداری و منفعت عمومی می‌انجامند.

۲-۱-۲ ساختارها (کالبدشناسی نهادی)

این بُعد ناظر بر معماری سازمانی نظام علم است؛ به این معنا که چه نهادهایی وجود دارند؟ چگونه سازمان‌دهی شده‌اند؟ روابط سلسله‌مراتبی و افقی میان آنها چگونه است؟ و تقسیم کار نهادی به چه صورت انجام می‌شود؟ ساختارها شامل دانشگاه‌ها، پژوهشگاه‌ها، حوزه‌های علمی، وزارتخانه‌ها، شوراهای عالی، صندوق‌های پژوهشی، نهادهای واسط و... می‌شوند.

۲-۱-۳. پیشران‌ها

برخلاف «ساختارها» که به کالبد نهادی اشاره می‌کنند، پیشران‌ها مکانیزم‌ها و قواعد نهادینه‌شده‌ای هستند که به رفتار کنشگران جهت می‌دهند، بدون آن‌که لزوماً در قالب سازمانی مشخص تجسم یابند. پیشران‌ها به دو نوع کلی معرفتی و انگیزشی تقسیم می‌شوند.

پیشران‌های معرفتی نیروها و منابع دانشی، معرفت‌شناختی و شناختی هستند که حکمرانی علم را به سمت وضع مطلوب حرکت می‌دهند. این بُعد «پایه دانایی» حکمرانی است و تعیین می‌کند تصمیم‌ها و سیاست‌ها بر چه نوع دانش، الگو و شواهدی بنا شوند. اگر پیشران معرفتی «سوخت فکری» است، پیشران انگیزشی «موتور روانی و اجتماعی» حکمرانی علم است. این بُعد شامل انگیزه‌ها، تمایلات، ارزش‌ها و روحیه‌هایی می‌شود که ذی‌نفعان را به سمت تحقق اهداف سوق می‌دهد. نظام ارتقای اعضای هیئت علمی، نظام تأمین مالی رقابتی پژوهش و سازوکارهای داوری هم‌تا نمونه‌هایی از این پیشران‌ها هستند.

این مکانیزم‌ها، اغلب نامرئی اما قدرتمند، مسیر تولید و کاربرد دانش را شکل می‌دهند.

۲-۱-۴. کنشگران

بُعد کنشگران نقش بازیگرانی را شناسایی، طبقه‌بندی و تحلیل می‌کند که در نظام علم مشارکت می‌کنند. در این چارچوب، کنشگران به سه دسته تقسیم می‌شوند:

- **کنشگران حاکمیتی:** نهادهای اقتدار عمومی شامل وزارتخانه‌ها، شوراهای عالی سیاست‌گذاری، سازمان‌های برنامه‌ریزی و نهادهای نظارتی. این کنشگران از ابزارهای قانونی، مالی و اداری برای هدایت نظام علم بهره می‌برند.
 - **کنشگران خصوصی:** بازیگرانی با منطق بازار یا حرفه‌ای، شامل شرکت‌های دانش‌بنیان، صنایع، مؤسسات پژوهشی خصوصی و مشاوران. انگیزه اصلی این دسته سودآوری یا حل مسائل کاربردی است.
 - **کنشگران مردمی:** جامعه علمی (به‌مثابه کلی واحد)، انجمن‌های علمی-تخصصی، سازمان‌های مردم‌نهاد و شهروندان. نقش این دسته در مشروعیت‌بخشی، نظارت اجتماعی و مشارکت در تعیین اولویت‌ها اهمیت فزاینده‌ای یافته است.
- حکمرانی علم نتیجه تعامل و گاه تنش میان این سه دسته کنشگر است و نمی‌توان آن را به عملکرد یک‌جانبه دولت فروکاست.

۲-۱-۵. تدوین سیاست و راهبرد

این بُعد ناظر بر فرایند شناسایی مسائل، اولویت‌بندی و طراحی راه‌حل‌های کلان برای نظام علم است. اجزای اصلی آن عبارت‌اند از رصد محیطی (پایش مستمر روندهای علمی، فناوریانه، اجتماعی و اقتصادی برای شناسایی فرصت‌ها و تهدیدها)؛ آینده‌پژوهی (ترسیم آینده‌های محتمل، ممکن و مطلوب برای نظام علم)؛ شناسایی و تعریف مسئله (درک صحیح چالش‌ها با تکیه بر شواهد و داده‌های رصد محیطی و آینده‌پژوهی) و طراحی گزینه‌های سیاستی (بررسی تجربیات بین‌المللی، تحلیل هزینه-فایده و امکان‌سنجی اجرایی گزینه‌های مختلف).

۲-۱-۶. اجرای سیاست

اجرای سیاست یعنی ترجمه تصمیمات کلان به عمل. در چارچوب حاضر، شش سازوکار اصلی اجرایی شناسایی شده‌اند:

- برنامه و بودجه: تعیین اولویت‌ها، اهداف کمی و کیفی، زمان‌بندی و تخصیص منابع مالی: بودجه‌ریزی عملکردمحور و برنامه‌ریزی راهبردی ابزارهای اصلی این سازوکارند؛
- تنظیم‌گری: وضع قواعد، مقررات و استانداردهای رسمی برای چارچوب‌دهی به رفتار کنشگران: مجوزدهی، اعتبارسنجی و تعیین استانداردهای کیفیت نمونه‌هایی از تنظیم‌گری هستند؛
- تسهیل‌گری: برداشتن موانع اداری و قانونی، ایجاد فرصت‌های جدید و ارتقای ظرفیت کنشگران: ساده‌سازی فرایندها، ایجاد مناطق آزاد پژوهشی و برنامه‌های توانمندسازی در این دسته قرار می‌گیرند؛
- ارائه خدمات: تأمین مستقیم خدمات علمی، اطلاعاتی و محاسباتی توسط نهاد حاکمیتی: پایگاه‌های اطلاعات علمی، مراکز محاسبات ملی و خدمات مشاوره‌ای نمونه‌هایی از این سازوکارند؛
- حمایت: ترغیب و تشویق کنشگران از طریق ابزارهای مالی (گرنٲ، بورسیه، وام، معافیت مالیاتی) و غیرمالی (جوایز، تقدیر، اعطای عنوان). حمایت برخلاف تنظیم‌گری، مبتنی بر ترغیب است نه الزام؛
- نهادسازی: تأسیس یا بازطراحی سازمان‌ها، رویه‌ها و چارچوب‌های حقوقی. تأسیس صندوق‌های پژوهشی جدید، ایجاد نهادهای ارزیابی مستقل و بازطراحی ساختار وزارتخانه‌ها نمونه‌هایی از نهادسازی هستند.

۲-۱-۷. نظارت و ارزیابی

نظارت و ارزیابی حلقهٲ بازخورد نظام حکمرانی است و بدون آن، یادگیری

سیاستی و اصلاح مسیر ممکن نمی‌شود. در چارچوب حاضر، ارزیابی در چهار سطح انجام می‌شود:

- منابع (درون‌دادها): کفایت، کیفیت و توزیع عادلانه بودجه پژوهشی، نیروی انسانی متخصص و زیرساخت‌های فیزیکی؛
- فرایندها: کیفیت و کارایی سازوکارهای اجرایی، ازجمله فرایندهای داوری، تخصیص بودجه و مدیریت پروژه‌ها؛
- خروجی‌ها: محصولات مستقیم و قابل‌شمارش نظام علم، شامل مقالات، اختراعات ثبت‌شده، فارغ‌التحصیلان و فناوری‌های توسعه‌یافته؛
- رهاوردها و پیامدها: تأثیرات واقعی علم بر جامعه، اقتصاد، سلامت و فرهنگ. سنجش این سطح به‌دلیل فاصله زمانی و پیچیدگی علی، دشوارتر از سطوح قبلی است.

۲-۱-۸. زیرساخت‌ها

- زیرساخت‌ها بستر مادی و نهادی لازم برای عملکرد نظام علم را فراهم می‌کنند. شش نوع زیرساخت شناسایی شده است:
- فناوری: ابزارها، تجهیزات، شبکه‌ها و سامانه‌های فنی (آزمایشگاه‌ها، ابررایانه‌ها، زیرساخت ارتباطی)؛
 - انسانی: سرمایه انسانی متخصص شامل پژوهشگران، تکنسین‌ها، مدیران علمی و کارکنان پشتیبانی؛
 - مالی: نظام تأمین، تخصیص و گردش منابع مالی (بودجه دولتی، گرنت‌ها، سرمایه‌گذاری خطرپذیر)؛
 - حقوقی: قوانین، مقررات و چارچوب‌های نظارتی شامل مالکیت فکری، اخلاق پژوهش و حقوق داده؛
 - فرهنگی: ارزش‌ها، هنجارها و نگرش‌های اجتماعی به علم، هم درون جامعه علمی هم در سطح عمومی؛

- زیست محیطی: شرایط فیزیکی محیط کار علمی و مسئولیت نظام علم در قبال پایداری محیط زیست.

۲-۲. لایه دوم: سطوح حکمرانی علم

حکمرانی علم در سطح واحدی اتفاق نمی افتد، بلکه در سطوح مختلف جغرافیایی و محتوایی عمل می کند.

- سطوح جغرافیایی عبارت اند از:

- سطح نهادی: حکمرانی درون یک دانشگاه یا پژوهشگاه؛
- سطح میانی: حکمرانی در مقیاس استانی یا بخشی؛
- سطح ملی: سیاست گذاری کلان علم و فناوری در مقیاس کشور؛
- سطح فراملی و بین المللی: همکاری های علمی بین المللی، دیپلماسی علمی و حکمرانی جهانی علم.

- سطوح محتوایی عبارت اند از:

- سطح گرایش / رشته: حکمرانی رشته علمی خاص (مانند سیاست های توسعه هوش مصنوعی)؛
 - سطح حوزه علمی: حکمرانی حوزه ای کلان (علوم پایه، علوم انسانی، علوم پزشکی، مهندسی)؛
 - سطح فراحوزه ای: سیاست های افقی که همه حوزه ها را در بر می گیرند (سیاست علم باز یا اخلاق پژوهش).
- تعامل این دو محور ماتریسی چندبُعدی می سازد که هر خانه آن نماینده فضای حکمرانی خاصی است؛ برای مثال، «سیاست توسعه هوش مصنوعی در سطح ملی» یک خانه از این ماتریس است.

۲-۳. لایه سوم: بسترهای محیطی و فرانهادی

نظام علم در خلأ عمل نمی کند بلکه در بستر نظام های اجتماعی گسترده تری قرار

دارد که بر آن اثر می‌گذارند و از آن اثر می‌پذیرند؛ ازجمله:

- سیاست: از سویی تصمیمات سیاسی مثل تخصیص بودجه، تعیین اولویت‌های پژوهشی یا انعقاد توافق‌نامه‌های بین‌المللی - مسیر علم را شکل می‌دهند و از سوی دیگر، علم، با تولید شواهد و مدل‌های تحلیلی، سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد را ممکن می‌کند، حتی می‌تواند ساختار قدرت نظام سیاسی را تقویت یا تضعیف کند.
- اقتصاد: از سویی علم محرک اصلی اقتصاد دانش‌بنیان است و نوآوری‌های فناورانه می‌توانند رشد اقتصادی، بهره‌وری و اشتغال ایجاد کنند و از سوی دیگر، مناسبات و اولویت‌های اقتصادی (تجارت، سرمایه‌گذاری، مالیات و حمایت از نوآوری) تعیین می‌کنند محیط علمی چگونه شکل بگیرد و تا چه اندازه نوآوری به بازار راه بیابد.
- فرهنگ: از سویی فرهنگ می‌تواند محدوده‌های اخلاقی، موضوعات تحقیق، حتی زبان علم را هدایت کند و از سوی دیگر، علم می‌تواند فرهنگ عمومی را دگرگون کند، ارزش‌های تازه بسازد یا سبک زندگی را تغییر دهد.
- خانواده: خانواده نخستین نهاد تربیت‌کننده و انتقال‌دهنده ارزش‌های علمی و اخلاقی به نسل آینده است. ساختار خانواده می‌تواند انگیزه‌ها و پیش‌زمینه‌های فرهنگی، حتی انتخاب مسیرهای علمی فرزندان را تعیین کند. متقابلاً تغییرات نظام علمی - مثلاً افزایش فرصت‌های تحصیلی بین‌المللی - می‌تواند ساختار خانواده را از نظر فرهنگی و اجتماعی دگرگون کند.
- سلامت: از سویی دستاوردهای علمی به حکمرانی سلامت کمک می‌کنند، چه در بُعد سلامت جسمی مانند پزشکی پیش‌بینی‌کننده، واکسن‌ها، نظام‌های پایش سلامت و... چه در بُعد سلامت معنوی و روحی مانند ترویج فضایل اخلاقی، امید اجتماعی و معنابخشی به فعالیت‌های انسانی و از سوی دیگر، بدیهی است جامعه‌ای که از سلامت جسمی و روحی عالمان و نهادهای علمی خود غافل باشد، به‌ناچار با انحطاط مواجه می‌شود.

- سایررنتیک: به معنای استفاده از نظریه کنترل و ارتباطات برای هدایت سیستم‌ها، این بستر امکان پایش و اصلاح مداوم حکمرانی علم را فراهم می‌کند. این رابطه به شکل‌گیری حکمرانی هوشمند می‌انجامد که در آن جمع‌آوری و تحلیل بی‌درنگ داده‌ها تصمیم‌گیری را دقیق‌تر می‌کند.

۲-۴. لایه چهارم: عرصه‌های چهارگانه حکمرانی علم

حکمرانی علم بر چهار عرصه کارکردی اصلی اعمال می‌شود که چرخه کامل علم را پوشش می‌دهند. این عرصه‌ها حلقه‌های زنجیره ارزش علم هستند:

۲-۴-۱. عرصه اول: تولید علم

این عرصه نقطه «زایش» دانش است. حکمرانی بر این حوزه یعنی مدیریت و هدایت روندی که ایده خام به فرضیه علمی سپس به فناوری یا نظریه کاربردی بدل می‌شود. این عرصه قلب تپنده نظام علم است؛ همان جایی که «مرزهای دانش» گسترش می‌یابند و ایده‌های نو به شکل نظریه‌ها، فناوری‌ها و اختراعات تجسم پیدا می‌کنند. در این حوزه، ایده‌ها و خلاقیت‌های علمی همچون بذرهایی هستند که در خاک ذهن و تجربه پژوهشگران کاشته می‌شوند و در گذر زمان به درختانی تناور از نظریه‌ها و فناوری‌ها بدل می‌شوند. این فرایند به آزمایشگاه یا کتابخانه محدود نمی‌شود، بلکه از الهام اولیه تا انتشار نتایج، حتی اختراع و تجاری‌سازی را در بر می‌گیرد. از دید حکمرانی، در این عرصه، پاسخ به این پرسش بسیار تعیین‌کننده و مهم است: «چه علمی، با چه هدفی، برای چه کسانی و با چه پیامدهایی باید تولید شود؟» از این رو «تولید علم و فناوری» در حکمرانی علم یعنی کل فرایند خلاقیت، کشف، آزمون و تثبیت دانش جدید و تبدیل آن به علم و فناوری نافع است.

تولید علم هم پیرو اصول شناخته‌شده علمی است (روش‌شناسی، آزمون‌پذیری، تکرارپذیری) هم به روی ایده‌های نو و حتی گاه متضاد باز است. نوآوری بدون پذیرش ریسک ممکن نیست؛ بنابراین حکمرانی باید بین آزادی علمی و ملاحظات اجتماعی تعادل برقرار کند.

غایت حکمرانی در این حوزه تولید علم و فناوری نافع است؛ دانشی که نه فقط برای انباشت اطلاعات که برای تعالی و توسعه همه‌جانبه جامعه کاربرد داشته باشد. نافع بودن هم بُعد مادی دارد (رفع نیازها، توسعه اقتصادی، ارتقای خدمات عمومی) هم بُعد معنوی (تقویت ارزش‌های اخلاقی، ایجاد حس معنا و امید و توسعه عبودیت و بندگی خداوند). «نافع بودن» در اینجا کلیدواژه است. دانشی که موجب توسعه همه‌جانبه شود، چه در قالب ارتقای رفاه مادی چه در ارتقای اخلاق و معنویت، در اولویت است؛ از این رو، در این مرحله، دقت در «نافع» بودن دانش اهمیت بنیادین دارد. ممکن است علم پیشرفته‌ای تولید کنیم که به لحاظ فنی شاهکار باشد اما هیچ کارکرد مثبت اجتماعی نداشته باشد یا حتی آسیب‌زا باشد.

از منظر حکمرانی، عوامل متعددی می‌توانند بر عرصه تولید علم تأثیر بگذارند؛ برخی از مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از: معیارها و منطق مشخص کردن اولویت‌های پژوهشی در سطح ملی و تمدنی؛ چارچوب‌ها و قواعد حمایت مالی و قانونی از تحقیقات بنیادی و کاربردی؛ مکانیزم‌های ارتباطی کارآمد و مؤثر میان مراکز تحقیقاتی، صنعت و جامعه و درنهایت صیانت از آزاداندیشی و آزادی‌های علمی در عین رعایت ملاحظات اخلاقی و اجتماعی.

کنشگران عمده‌ای که در عرصه تولید علم می‌توان از آنها نام برد: پژوهشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی، اندیشکده‌ها، پارک‌های علم و فناوری و دانشگاه‌ها که از رهگذر تولید رساله‌ها، پایان‌نامه‌ها و پروژه‌های پژوهشی، موتور مولد دانش جامعه محسوب می‌شوند.

۲-۴-۲. عرصه دوم: تربیت عالم

این عرصه به پرورش نیروی انسانی متخصص برای نظام علم و فناوری مربوط می‌شود. حکمرانی در این عرصه شامل طراحی برنامه‌های درسی، کیفیت آموزش عالی، توسعه مهارت‌های پژوهشی، تربیت پژوهشگران جوان و ایجاد مسیرهای شغلی پایدار برای محققان است. مسئله اصلی حکمرانی علم در این عرصه پاسخ به این پرسش‌هاست: چه کسی چه چیزی را با چه روش و چه کیفیتی بیاموزد. اینجا منظور فقط آموزش

مهارت‌های تخصصی نیست، بلکه شامل شکل دادن به «هویت علمی» و «درک رسالت اجتماعی» نیز می‌شود. در هر تمدنی، شیوه تربیت دانشمندان سیمای علمی آینده آن تمدن را تعیین می‌کند. پرورش توان علمی بدون اخلاق می‌تواند منجر به سوءاستفاده از علم شود (در کاربردهای مخرب یا ضدانسانی).

اهداف کلیدی تربیت در حکمرانی علم عبارت‌اند از: انتقال علوم نافع به نسل‌های بعدی با حفظ کیفیت و اصالت علمی، پرورش مهارت‌های تفکر انتقادی و خلاقیت برای توانمندسازی فردی و جمعی و آگاهی‌بخشی عمومی از مزایا و ریسک‌های فناوری برای تصمیم‌گیری هوشمندانه در سطح جامع. تحقق این اهداف مستلزم اطمینان از کیفیت و روزآمدی محتوای آموزشی؛ توسعه مهارت‌های خلاقیت، نقد علمی و تعهد اخلاقی در دانش‌آموختگان؛ پیوند آموزش رسمی و نیازهای واقعی جامعه در کنار ترویج آگاهی عمومی از مزایا و چالش‌های استفاده از علم و فناوری است.

حکمرانی علم در عرصه تربیت عالم ابزارها و سازوکارهای مختلفی دارد. یکی از ابزارها و سازوکارها مدارس هستند؛ مدارس نخستین حلقه زنجیره یادگیری هستند که سواد پایه (خواندن، نوشتن، ریاضیات، علوم ابتدایی) را به وجود می‌آورند و مهارت‌های اولیه تفکر را پرورش می‌دهند. دانشگاه‌ها این مسیر را به مرحله‌ای تخصصی می‌برند؛ دانشجویان در دانشگاه‌ها فقط علوم تخصصی نمی‌آموزند، بلکه مهارت پژوهش، تحلیل و ارائه ایده را نیز کسب می‌کنند.

سازوکار و ابزار دیگر، مراکز علمی-کاربردی مهارت‌محور و پاسخ‌گو به نیاز بازار کارند. این مراکز معمولاً دوره‌هایی طراحی می‌کنند که مهارت‌های عملی را دقیقاً مطابق تقاضای صنعت یا خدمات فراهم می‌کنند. خروجی آنها بیشتر «نیروی آماده‌به‌کار» است تا «فارغ‌التحصیل مدرک‌دار».

کارگاه‌ها و نشست‌های تخصصی سازوکار دیگری در عرصه تربیت عالم هستند که به منظور به‌روزرسانی مهارت‌ها و دانش عالمان استفاده می‌شوند. واقعیت آن است که حتی بهترین آموزش‌ها بعد از چند سال کهنه می‌شوند. کارگاه‌ها، همایش‌ها و نشست‌های تخصصی این مشکل را برطرف می‌کنند؛ زیرا با حضور متخصصان

حوزه‌های مختلف، تازه‌ترین یافته‌ها و مهارت‌ها ارائه و تبادل می‌شود.

آخرین مورد نهادهای ترویجی علم هستند که درهای علم را به روی عموم می‌گشایند. این نهادها علم را از انحصار دانشگاه خارج و به زبان قابل فهم برای عموم مردم عرضه می‌کنند. این کار هم علاقه به یادگیری را افزایش می‌دهد هم از گسترش شبه علم جلوگیری می‌کند.

۲-۴-۳. عرصه سوم: ذخیره سازی، سازماندهی و انتشار علم

این عرصه شامل مدیریت و سازماندهی دانش تولیدشده است؛ مانند نمایه سازی،^۱ طبقه بندی، ذخیره سازی در پایگاه‌های داده، دسترسی آزاد،^۲ مدیریت داده‌های پژوهشی و انتشار از طریق نشریات علمی و کنفرانس‌ها و... غایت حکمرانی در این حوزه، در وهله اول، نظم بخشی به دانش تولید شده است که طی آن ساختارهای مرتب و قابل فهم برای انبوه اطلاعات در حال تولید ایجاد شده و ارتباطات میان سوابق علمی و یافته‌های جدید برجسته می‌شود. در وهله دوم، تسهیلگری برای تولید و آموزش علم است که طی آن با فراهم کردن دسترسی سریع پژوهشگران به منابع، از حرکت به سمت خطوط مقدم دانش، ابداع و هدایت محتوای علمی به سوی اهداف و مأموریت‌های راهبردی جامعه، «زیرساخت فکری» لازم برای آموزش مداوم، پژوهش کارآمد و سیاست گذاری آگاهانه پشتیبانی می‌شود.

حکمرانی علم در این عرصه حرکت نهاد علم در مرزهای دانش را پشتیبانی و تسهیل می‌کند که عبارت است از: ۱- به روزرسانی مداوم پایگاه‌ها برای انعکاس آخرین یافته‌های جهانی؛ ۲- پشتیبانی از جستجوهای پیشرفته که پژوهشگران را به خطوط مقدم علم وصل کند و ۳- تحلیل هوشمند داده‌های موجود برای کشف روندهای علمی و فناوری. این پشتیبانی و تسهیلگری بستر تصمیم گیری آگاهانه کنشگران علم و فناوری

1. Indexing

2. Open Access

را فراهم و راهبری کلان علم را بر پایه داده‌های دقیق و جامع ممکن می‌کند. حکمرانی علم در این عرصه ابزارها و مکانیسم‌های مختلفی را به کار می‌گیرد؛ از جمله: ۱- استانداردهای فراداده، ۲- سیستم‌های مدیریت محتوا و مخازن نهادی، ۳- تکنولوژی‌های هوش مصنوعی هنگام جستجو و بازنمایی، ۴- ویژوال‌سازی داده (نمودارهای شبکه علمی و نقشه دانش)، ۵- انتشار باز و مجوزهای تسهیل دسترسی. در نگاه حکمرانی علم، هر یک از ابزارها و مکانیزم‌های حوزه ذخیره‌سازی، طبقه‌بندی و بازنمایی علم فقط ابزارهای فنی نیستند، بلکه اهرم‌هایی برای مدیریت جریان دانش ملی، ارتقای قدرت علمی کشور و تحقق عدالت دسترسی به علم به شمار می‌روند.

۲-۴-۴. عرصه چهارم: کاربرست علم

حکمرانی علم در مرحله‌ای به غایت خود می‌رسد که علم در میدان واقعی زندگی، اقتصاد، فرهنگ و سیاست پیاده شود. این مرحله پایانی که همان حوزه کاربرست است، مرز مشترک علم و جامعه است. در این نقطه، دانش از موجودیتی انتزاعی و ذخیره شده به منبعی فعال برای تغییرات واقعی بدل می‌شود. این عرصه در حکمرانی علم بسیار حساس است؛ زیرا هر میزان سرمایه‌گذاری روی تحقیق و آموزش اگر به کاربرست نرسد، گویی انرژی در انباری بدون خروجی محبوس مانده.

در نظام‌های پیشرو حکمرانی علم، بخش کاربرست به صورت کانون مرکزی سیاست‌گذاری دیده می‌شود، نه «مرحله آخر»؛ یعنی حتی برنامه‌های آموزشی و تحقیقاتی براساس نیازها و فرصت‌های این حوزه طراحی می‌شوند؛ زیرا این مرحله تعیین می‌کند خروجی کل چرخه چقدر ارزش آفرین خواهد بود.

در سطح کاربردی، اهداف اصلی حکمرانی در این عرصه عبارت‌اند از: حل مسائل ملی و محلی (از بهینه‌سازی تولید صنعتی گرفته تا ارتقای کیفیت خدمات درمانی و حل بحران‌های زیست‌محیطی)؛ ایجاد ارزش اقتصادی و اجتماعی (تبدیل دانش به محصول، خدمت یا راهکار که منجر به رشد رفاه عمومی و ارتقای کیفیت زندگی شود)؛ حفاظت از منافع ملی (استفاده از علم برای کاهش وابستگی به فناوری‌های خارجی و افزایش

توان داخلی) و درنهایت، افزایش مشروعیت علمی (وقتی شهروندان اثرات ملموس علم را ببینند، سرمایه اجتماعی نظام علمی افزایش می‌یابد).

کاربست علم مسئله‌ای صرفاً صنعتی یا خدماتی نیست، بلکه ماهیت بین‌بخشی دارد. در آموزش و پرورش، کاربست علم خود را در روش‌های نوین یادگیری نشان می‌دهد؛ در سیاست‌گذاری، در شواهد علمی برای قانون‌گذاری؛ در فرهنگ، در گسترش فناوری‌های دیجیتال و هنر رسانه‌ای. در آینده، با شتاب گرفتن فناوری‌های تحول‌آفرین (مانند هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، بیوتکنولوژی و نانوفناوری)، حوزه کاربست بیش از پیش نیازمند سیاست‌های پیش‌نگر و منعطف خواهد بود. حکمرانی باید بتواند هم نوآوری را آزاد هم ریسک‌های اجتماعی و اخلاقی آن را کنترل کند؛ به این ترتیب، حوزه کاربست علم در حکمرانی علم و فناوری همانند «لب ضروری آزمایشگاه اجتماعی» عمل می‌کند که ارزش واقعی ایده‌ها و فناوری‌ها در آن محک می‌خورد. مدیریت درست این حوزه نه فقط بازده سرمایه‌گذاری علمی را تضمین می‌کند که اعتماد عمومی به علم را نیز تقویت می‌کند.

نتیجه‌گیری

مقاله حاضر با هدف پرکردن شکافی مهم در ادبیات حکمرانی علم، یعنی فقدان چارچوبی جامع و چندبعدی برای صورت‌بندی موضوعی این حوزه، به رشته تحریر در آمد. با انتخاب رویکرد تحلیلی-استدلالی و از طریق مرور نظام‌مند ادبیات پراکنده موجود در رشته‌های مختلف (جامعه‌شناسی علم، سیاست‌گذاری علم و نوآوری، مدیریت آموزش عالی و حکمرانی عمومی)، چارچوبی پیشنهاد شد که از چهار مؤلفه اصلی تشکیل می‌شود: نخست، ابعاد هشت‌گانه حکمرانی علم شامل: (۱) مبانی و اصول، (۲) ساختارها و نهادها، (۳) پیشران‌ها و انگیزه‌ها، (۴) کنشگران، (۵) تدوین سیاست، (۶) اجرا، (۷) نظارت و ارزیابی و (۸) زیرساخت‌ها. این ابعاد درهم تنیده عمل می‌کنند و نمی‌توان هیچ‌یک را به تنهایی و مستقل از بقیه فهمید یا مدیریت کرد.

دوم، سطوح حکمرانی علم که نشان می‌دهد تحلیل حکمرانی علم باید هم‌زمان به

سطوح مختلف جغرافیایی (ملی، منطقه‌ای، بین‌المللی) و محتوایی (کل نظام، حوزه‌های تخصصی، سطوح سازمانی) توجه کند. نکته مهم آن که پویایی‌های حکمرانی در هر یک از این سطوح متفاوت است و سیاست‌های تدوین شده در یک سطح، لزوماً در سطوح دیگر کارآمد نیستند.

سوم، بسترهای محیطی و فرانهادی شامل سیاست، اقتصاد، فرهنگ، تربیت، سلامت، فضای سایبری و فناوری‌های نوظهور. این بسترها هم به عنوان عوامل زمینه‌ای مؤثر بر حکمرانی علم عمل می‌کنند هم خود از نتایج و پیامدهای حکمرانی علم تأثیر می‌پذیرند. این رابطه دوسویه پویایی و پیچیدگی ذاتی حکمرانی علم را نشان می‌دهد.

چهارم، عرصه‌های کارکردی که چهار حلقه اصلی زنجیره ارزش علم را پوشش می‌دهند: «تولید علم»، «تربیت عالم»، «ذخیره‌سازی، سازماندهی و انتشار علم» و «کاربست علم». نکته اساسی این است که حلقه‌های این زنجیره باید یکپارچه دیده شوند؛ ضعف در هر یک از این عرصه‌ها کل نظام علم را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

تفاوت اصلی این چارچوب با رویکردهای رایج در پنج نکته نهفته است: نخست، چارچوب حاضر صرفاً به سیاست‌گذاری دولتی محدود نمی‌شود، بلکه حکمرانی را فرایندی چندکنشگری می‌داند که در آن نهادهای حاکمیتی، بخش خصوصی و جامعه مدنی هر یک نقشی ایفا می‌کنند.

دوم، برخلاف بسیاری از مطالعات که حکمرانی علم را فقط در سطح ملی تحلیل می‌کنند، چارچوب حاضر هم از لحاظ جغرافیایی هم محتوایی، پیچیدگی واقعی حکمرانی علم را بازنمایی می‌کند؛ لذا این چارچوب چندسطحی است و نشان می‌دهد سیاست‌های علمی، در هر سطح، ویژگی‌ها و الزامات خاص خود را دارند.

سوم، چارچوب حاضر با قراردادن لایه «بسترهای فرانهادی» (سیاست، اقتصاد، فرهنگ، خانواده، سلامت و سایرنتیک)، نشان می‌دهد حکمرانی علم را نمی‌توان جدا از زمینه اجتماعی گسترده‌تر فهمید.

چهارم، این چارچوب به تفکیک «ساختارها» از «پیشران‌ها» اشاره می‌کند. در ادبیات رایج، این دو مفهوم اغلب خلط می‌شوند. ساختارها به کالبد سازمانی اشاره می‌کنند (چه

نهادهایی وجود دارند)، درحالی که پیشران‌ها به مکانیزم‌های نهادینه‌شده‌ای اشاره می‌کنند که به رفتار کنشگران را جهت می‌دهند (چگونه رفتار می‌کنند)؛ برای مثال، «دانشگاه» ساختار است اما «نظام ارتقای مبتنی بر شمارش مقاله» پیشران است. این تفکیک امکان تحلیل دقیق‌تر مسائل حکمرانی را فراهم می‌کند.

پنجم، عرصه «ذخیره‌سازی، طبقه‌بندی و بازنمایی علم» را به مثابه عرصه‌ای مستقل در نظر گرفته است. در اغلب چارچوب‌های موجود، این کارکرد یا نادیده گرفته می‌شود یا ذیل «انتشار» یا «زیرساخت» قرار می‌گیرد اما با توجه به انفجار اطلاعات و اهمیت فراینده مدیریت دانش، سازمان‌دهی و بازیابی اطلاعات علمی، این عرصه استقلال مفهومی و عملیاتی خاص خود را دارد و نیازمند سیاست‌گذاری مستقل است.

درمجموع، چارچوب پیشنهادی را می‌توان در قالب ماتریسی چندبعدی تصور کرد که در آن ابعاد هشت‌گانه (محور عمودی) در هر یک از سطوح جغرافیایی محتوایی و عرصه‌های کارکردی (محورهای افقی) و تحت تأثیر بسترهای محیطی (زمینه) عمل می‌کنند. این ماتریس هم‌ابزاری برای تحلیل وضع موجود حکمرانی علم در هر کشور یا حوزه تخصصی است هم نقشه راه طراحی مداخلات سیاستی هدفمند که دلالت‌های عملی قابل توجهی برای سیاست‌گذاران، مدیران علم و اجتماعات علمی دارد:

اول، گذار از نگاه تک‌بعدی به نگاه سیستمی: یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد چالش‌های حکمرانی علم را نمی‌توان با تمرکز بر یک بُعد (صرفاً افزایش بودجه، اصلاح ساختارها یا تقویت زیرساخت‌های فیزیکی) حل کرد. سیاست‌گذاران باید به روابط متقابل میان ابعاد مختلف توجه کنند؛ برای نمونه، افزایش بودجه پژوهشی بدون اصلاح هم‌زمان «ساختارهای تخصیص»، «نظام ارزیابی» و «زیرساخت‌های نهادی» نه فقط به بهبود منجر نمی‌شود که ممکن است به اتلاف منابع بینجامد.

دوم، ضرورت طراحی سازوکارهای هماهنگی چندسطحی: حکمرانی علم در سطوح مختلف (ملی، منطقه‌ای، بین‌المللی) و در عرصه‌های مختلف کارکردی اتفاق می‌افتد. فقدان هماهنگی میان این سطوح به پراکندگی تلاش‌ها، تداخل وظایف و هدررفت منابع منجر می‌شود. ایجاد سازوکارهای هماهنگی فرابخشی و چندسطحی،

از جمله تأسیس «شوراهای عالی علم و فناوری» با مشارکت همه کنشگران کلیدی الزامی سیاستی است.

سوم، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های نرم و سخت: بسیاری از کشورها، بویژه کشورهای در حال توسعه، بر سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های فیزیکی (ساختمان و تجهیزات) متمرکز می‌شوند و از زیرساخت‌های نهادی، قانونی و سیاستی غافل می‌مانند. چارچوب این مقاله نشان می‌دهد پایداری و اثربخشی نظام علم بیش از آن‌که به تجهیزات وابسته باشد، به کیفیت نهادهای، قوانین، رویه‌های شفاف و نظام انگیزشی بستگی دارد.

چهارم، تقویت حلقه بازخورد میان نظارت، ارزیابی و سیاست‌گذاری: بسیاری از نظام‌های علم سازوکار نظام‌مند برای استفاده از نتایج پایش و ارزیابی در بازنگری سیاست‌ها را ندارند. ایجاد نظام‌های اطلاعاتی یکپارچه، انتشار شفاف نتایج ارزیابی‌ها و نهاده‌سازی فرایند «یادگیری سیاستی» برای انطباق‌پذیری نظام علم با تحولات پرشتاب ضروری است.

پنجم، مشارکت واقعی ذی‌نفعان، نه مشارکت تشریفاتی: چارچوب این مقاله نشان می‌دهد کنشگران متعددی (دولت، دانشگاه، صنعت، جامعه مدنی و خود دانشمندان) در حکمرانی علم ذی‌نفع هستند. سیاست‌گذاری مؤثر مستلزم مشارکت واقعی و نهاده‌شده این کنشگران در تمام مراحل، از شناسایی مسئله گرفته تا ارزیابی، است؛ نه صرفاً اطلاع‌رسانی پس از تصمیم‌گیری.

ششم، توجه به تنوع زمینه‌ای: بسترهای محیطی (سیاسی، اقتصادی، فرهنگی) در کشورهای مختلف متفاوت است و چارچوب حکمرانی علم باید متناسب با زمینه خاص هر کشور طراحی شود. کپی‌برداری ناآگاهانه از مدل‌های موفق سایر کشورها، بدون توجه به تفاوت‌های زمینه‌ای، محکوم به شکست است.

سخن پایانی آن‌که حکمرانی علم، به‌عنوان پارادایمی نوین در اداره نظام‌های علم و فناوری، آنچنان پیچیده و چندبعدی است که فهم و مدیریت آن بدون دراختیارداشتن چارچوب موضوعی جامع ممکن به نظر نمی‌رسد. مقاله حاضر کوشید تا گامی اولیه در

مسیر صورت‌بندی این چارچوب بردارد. چارچوب پیشنهادی با ترکیب چهار مؤلفه ابعاد هشت‌گانه، سطوح، بسترهای محیطی و عرصه‌های کارکردی تلاش دارد هم برای تحلیلگران و پژوهشگران (به‌عنوان نقشه‌ای مفهومی) هم برای سیاست‌گذاران و مدیران (به‌عنوان ابزاری برنامه‌ریزی) مفید باشد.

باوجوداین، باید اذعان کرد این چارچوب نقطه آغاز است، نه پایان. پویایی ذاتی علم و فناوری و تحول مستمر بسترهای سیاسی، اقتصادی و اجتماعی ایجاب می‌کند چارچوب‌های تحلیلی ما نیز پیوسته بازنگری و تکمیل شوند. امید است این تلاش زمینه‌ساز گفت‌وگوهای علمی بیشتر و پژوهش‌های عمیق‌تری در این حوزه حیاتی شود؛ حوزه‌ای که سرنوشت جوامع در قرن بیست‌ویکم، بیش از هر زمان دیگری، به کیفیت حکمرانی آن گره خورده است.

فهرست منابع

- احمدی، حمید؛ پیرو، فریرز. (۱۴۰۴). ساختار مفهومی دانش پژوهی حوزه حکمرانی علم و فناوری در ایران: تحلیل علم‌سنجی. تحقیقات کتابداری و اطلاع‌رسانی دانشگاهی، ۵۹(۱)، صص ۱-۲۴.
- اسدزاده، علیرضا؛ پورعزت، علی اصغر؛ ذوالفقارزاده، محمدمهدی؛ و سهرابی، روح‌اله. (۱۴۰۴). ارائه چارچوب حکمرانی آموزش عالی: مروری سامان‌یافته. حکمرانی و توسعه، ۵(۲)، صص ۵-۳۲.
- امیری فرح‌آبادی، جعفر. (۱۳۹۸). تحول حکمرانی دانشگاهی ضرورتی مغفول در تحقق بهینه خدمات تجاری سازی پارک‌های علم و فناوری. پژوهش‌های معاصر در علوم و تحقیقات، ۱(۳)، صص ۱۶-۳۲.
- پورکریمی، جواد؛ قموشی، زهرا. (۱۴۰۴). حکمرانی مطلوب در نظام آموزش و پرورش کشور: یک پیمایش ملی. سیاست علم و فناوری، ۱۸(۴)، صص ۹۳-۱۱۰.
- جوادی، مجتبی؛ امامی، مجتبی. (۱۴۰۰). حکمرانی پژوهش: ماهیت، گستره و ابزارها. مدیریت دولتی، ۱۳(۲)، صص ۲۷۶-۲۳۳.
- حاجی حسینی، حجت‌اله، و کریم میان، زهره. (۱۳۹۸). فرآیند سیاست‌گذاری و حکمرانی علم، فناوری و نوآوری. سیاست علم و فناوری، ۱۱(۲)، صص ۷۱-۸۶.
- قلی‌پور، حسین. (۱۴۰۰). حکمرانی علم: دانشمندان چگونه راهبری می‌شوند؟! تهران: سروش.
- قویدل، سمیه؛ دانش، فرشید؛ و قره‌بقلو، وحیده. (۱۴۰۴). پژوهشی پیرامون نقش هم‌گرایی دیپلماسی علمی و حکمرانی داده در زیست‌بوم علم، فناوری و نوآوری. علوم و فنون مدیریت اطلاعات، ۱۱(۲)، صص ۳۳-۷۰.
- نجفی، محمدباقر؛ فتح‌اللهی، جمال؛ و محمدپور، فرحناز. (۱۳۹۸). نقش حکمرانی خوب در تحقق اقتصاد دانش‌بنیان (در قالب مدل ماریچ چهارگانه). پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)، ۱۹(۱)، صص ۱۲۹-۱۵۹.

نیک‌زاد، موسی‌الرضا؛ صالح‌نژاد، عبدالله. (۱۴۰۳). تحلیل جامع پژوهش‌های حکمرانی دانش؛ مرور نظام‌مند و ارائه چارچوبی برای پژوهش‌های آینده. حکمرانی متعالی، ۵(۱۹)، صص ۶۱-۸۱.

هاشمی، ملیحه؛ مرتضوی، مهدی؛ و رحمانی، حامد. (۱۴۰۱). آسیب‌شناسی الگوی حکمرانی آموزش عمومی در ایران. پژوهش‌های مدیریت در ایران، ۲۶(۴)، صص ۹۷-۱۲۱.

Burget, M., Bardone, E., & Pedaste, M. (2017). Definitions and conceptual dimensions of responsible research and innovation: A literature review. *Science and Engineering Ethics*, 23(1), 1–17. Doi: 10.1007/s11948-016-9782-1.

Bush, V. (1945). *Science, the endless frontier: A report to the President*. Washington. DC: United States Government Printing Office.

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2009). ‘Mode 3’ and ‘Quadruple Helix’: Toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, 46(3/4), pp. 201–234. Doi: 10.1504/IJTM.2009.023374

Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2010). Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and How Do Knowledge, Innovation and the Environment Relate To Each Other? *A Proposed Framework for a Trans-disciplinary Analysis of Sustainable Development and Social Ecology*. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 1(1), 41–69. Doi: 10.4018/jsesd.2010010105.

Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. *Research Policy*, 29(2), pp. 109–123. Doi: 10.1016/S0048-7333(99)00055-4

Freeman, C. (1987). *Technology policy and economic performance: Lessons from Japan*. London: Pinter Publishers.

- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994). *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage Publications.
- Godin, B. (2006). The Linear Model of Innovation. *Science, Technology & Human Values*, 31(6), 639–667. Doi: 10.1177/0162243906291865
- Guston, D. H. (۲۰۰۱). Boundary organizations in environmental policy and science: An introduction. *Science, Technology & Human Values*, ۲۶(۴), pp. 399-408. Doi: 10.1177/016224390102600401
- Irwin, A. (2008). STS Perspectives on Scientific Governance. *Science and Public Policy*, 35(8), 583–594. Doi: 10.3152/030234208X365026
- Jasanoff, S. (2004). *States of Knowledge: The co-production of science and the social order*. London: Routledge.
- Kooiman, J. (2003). *Governing as Governance*. London: Sage Publications.
- Lengwiler, M., & Simon, D. (Ed.). (2005). *New governance arrangements in science policy (WZB Discussion Paper No. P 2005-101)*. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB).
- Leijten, J. (2019). *Science, technology and innovation diplomacy: A way forward for Europe* (Policy Brief No 2019/15). Brussels: Institute for European Studies.
- Lundvall, B.A. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter Publishers.
- Macnaghten, P., & Chilvers, J. (2014). The future of science governance: Publics, policies, practices. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 32(3), pp. 530–548. Doi: 10.1068/c1245j
- Merton, R. K. (1973). *The sociology of science: Theoretical and empirical investigations*. Chicago: University of Chicago Press.
- Muñoz, E. (2005). Gobernanza, ciencia, tecnología y política: Trayectoria y evolución. *Arbor-Ciencia, Pensamiento y Cultura*, 181(715), pp. 287–300. Doi: 10.3989/arbor.2005.i715.413

- Mirowski, P. (2011). *Science-Mart: Privatizing American Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Nelson, R. R. (Ed.). (1993). *National innovation systems: A comparative analysis*. New York: Oxford University Press.
- Owen, R., Macnaghten, P., & Stilgoe, J. (2012). Responsible Research and Innovation. *Science and Public Policy*, 39(6), pp. 751–760. Doi: 10.1093/scipol/scs093
- Polanyi, M. (1962). The Republic of Science: Its Political and Economic Theory. *Minerva*1, (1), pp. 54-73. Doi: 10.1007/BF01101453
- Rhodes, R. A. W. (1996). The new governance: Governing without government. *Political Studies*, 44(4), pp. 652–667.
- Shapin, S. (1994). *A Social History of Truth: Civility and Science in Seventeenth-Century England*. Chicago: University of Chicago Press.
- Shelley-Egan, C., Gjefsen, M., & Nydal, R. (2020). Consolidating RRI and Open Science: Understanding the potential for transformative change. *Life Sciences, Society and Policy*, 16(1), Article 7. Doi: 10.1186/s40504-020-00103-5