



Comparative Analysis of Good Governance in Emerging Technologies: Fundamental Principles in Leading Countries and National Strategies for Iran

Homa Tashayoei¹, Abolghasem Sarabadani^{2*}, Shabnam Heidary³

1. Master's Student in Information Technology Management - Business Intelligence, Faculty of Management & Economics, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Information Technology Management, Tarbiat Modares University, Faculty of Management & Economics, Tehran, Iran

3. Ph.D. in Information Technology Management, Department of Information Technology Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Received: 2025-09-13

Accepted: 2026-03-10

Extended Abstract

Introduction

The accelerated development of emerging technologies—including artificial intelligence (AI), blockchain, biotechnology, big data analytics, and the Internet of Things (IoT)—has fundamentally transformed economic systems, governance arrangements, and patterns of social interaction worldwide. While these technologies create unprecedented opportunities for innovation, productivity enhancement, and public value generation, they simultaneously introduce complex ethical, legal, and institutional challenges that conventional governance mechanisms are often unable to address effectively. Traditional regulatory approaches, typically characterized by rigidity and slow institutional adaptation, struggle to keep pace with the speed, uncertainty, and cross-sectoral impacts of technological change.

As technological innovation increasingly transcends national boundaries and institutional domains, governments are compelled to adopt governance approaches capable of balancing innovation promotion with risk management, ethical accountability,

* Corresponding author, Email: a.sarabadani@modares.ac.ir



Copyright© 2026. TMU Press. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

and societal trust. Consequently, technology governance has evolved into an interdisciplinary policy field integrating public administration, innovation studies, regulatory governance, and digital transformation research. Countries that successfully manage technological transitions tend to rely on governance systems characterized by institutional coordination, policy flexibility, and continuous learning.

In Iran, despite the expansion of the innovation ecosystem, the growth of technology-based startups, and gradual engagement with emerging technologies, governance arrangements remain fragmented and predominantly reactive. The absence of independent regulatory institutions, limited legal adaptability, insufficient coordination among policy actors, and weak stakeholder participation mechanisms constrain effective governance capacity. These conditions underscore the importance of learning from international governance experiences while adapting them to domestic institutional realities. Accordingly, identifying transferable governance principles represents a critical step toward strengthening national technology governance and enhancing long-term technological competitiveness.

The rapid expansion of emerging technologies—such as artificial intelligence, the Internet of Things, blockchain, and biotechnology—has posed fundamental challenges to traditional governance systems. This study aims to identify the core principles underlying effective technology governance in leading countries and to extract policy lessons applicable to Iran's institutional and regulatory environment. Specifically, the research examines how governance systems manage technological uncertainty while sustaining innovation, identifies shared governance principles across diverse national contexts, and evaluates institutional mechanisms that foster adaptive governance capacity.

Furthermore, the study explores how variations in political structures, institutional arrangements, and socio-economic conditions shape governance outcomes. Through comparative analysis, the research seeks to clarify how similar governance objectives can be achieved through different institutional pathways. By doing so, the study contributes to narrowing the gap between global governance experiences and context-sensitive policy design.

Methods

This study adopts a qualitative research design grounded in a descriptive–analytical and comparative approach. A multiple-case study strategy was employed to examine governance practices in seven countries: the United States, the United Kingdom, Germany, Singapore, South Korea, Japan, and Estonia. Case selection followed a criterion-based purposive sampling strategy using internationally recognized indicators, including innovation performance, digital readiness, governance quality, and technological policy maturity. The selected cases represent diverse governance traditions and developmental trajectories, enabling robust comparative insights.

Data were derived from national policy documents, regulatory frameworks, governmental strategies, and international governance reports produced by organizations such as the OECD and the World Economic Forum. The analytical framework integrates concepts from good governance theory, adaptive governance, responsive regulation, and network governance models. Qualitative Comparative Analysis (QCA) was applied to identify recurring governance configurations and relationships among institutional variables.

Governance dimensions were systematically coded across analytical categories including regulatory independence, legal flexibility, ethical orientation, stakeholder participation, and adaptive capacity. Cross-case comparison enabled the identification of convergent governance principles alongside context-specific variations, ensuring analytical rigor while preserving institutional complexity.

Findings

The comparative analysis identifies five core principles consistently associated with effective technology governance systems. First, independent regulatory institutions enhance transparency, credibility, and institutional trust by reducing political interference and strengthening coordination mechanisms. Second, flexible and adaptive legal frameworks enable governance systems to evolve alongside technological innovation without constraining experimentation. Third, ethics-oriented governance aligns technological advancement with societal values, particularly in areas related to data protection, algorithmic accountability, and public welfare.

Fourth, multi-stakeholder participation improves policy legitimacy and effectiveness by incorporating perspectives from government, industry, academia, and civil society. Fifth, adaptive intelligence—expressed through continuous learning, monitoring, experimentation, and policy adjustment—emerges as a defining feature of resilient governance systems capable of responding to rapid technological change.

Beyond shared principles, three governance models were identified: innovation-driven governance, balanced governance, and development-oriented governance. Innovation-driven systems emphasize experimentation and market dynamism; balanced models integrate innovation promotion with ethical safeguards; and development-oriented approaches prioritize coordinated national strategies and long-term competitiveness. The findings demonstrate convergence in governance principles alongside divergence in implementation strategies shaped by institutional and socio-political contexts.

Conclusion

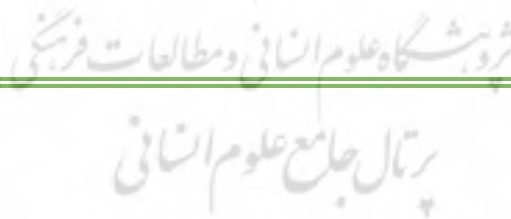
The results indicate that effective governance of emerging technologies requires a transition from traditional control-oriented regulation toward adaptive, collaborative, and

learning-based governance frameworks. For Iran, key policy priorities include establishing independent regulatory institutions, enhancing legal flexibility, institutionalizing ethical oversight mechanisms, and strengthening structured stakeholder participation.

Importantly, successful policy transfer depends not on replicating foreign governance models but on adapting shared governance principles to domestic institutional conditions. Strengthening coordination among governmental bodies, promoting regulatory experimentation, and embedding evidence-based policymaking practices can substantially improve governance effectiveness. Moreover, integrating ethical considerations and participatory mechanisms into policy design can enhance public trust and social legitimacy in technological transformation processes.

By combining international experiences with national contextualization, Iran can develop a flexible and forward-looking governance system capable of managing technological uncertainty while fostering innovation-driven development. Such a framework can enhance technological resilience, institutional adaptability, and the country's position within regional and global technological ecosystems.

Keywords: Technology Governance; Emerging Technologies; Adaptive Regulation; Digital Government; Sustainable Development; Multi-Stakeholder Participation





تحلیل تطبیقی حکمرانی خوب در فناوری‌های نوظهور: اصول بنیادین در کشورهای پیشرو و راهبردهای ملی برای ایران

هما تشیعی^۱، ابوالقاسم سرآبادانی^{۲*}، شبنم حیدری^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، مدیریت فناوری اطلاعات، هوشمندی کسب و کار، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲. استادیار، مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳. دانش‌آموخته دکتری مدیریت فناوری اطلاعات، گروه مدیریت فناوری اطلاعات، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۱۹

دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۲۲

چکیده

تحول دیجیتال و گسترش فناوری‌های نوظهور همچون هوش مصنوعی، اینترنت اشیاء، بلاک چین و زیست‌فناوری‌ها، الگوهای سنتی حکمرانی را با چالش‌های جدی و پرسش‌های نوین مواجه کرده است. این فناوری‌ها از یک سو ظرفیت‌های چشمگیری برای توسعه پایدار فراهم می‌آورند و از سوی دیگر، الزامات تازه‌ای در حوزه شفافیت، پاسخگویی، مدیریت ریسک و سیاست‌گذاری مشارکتی ایجاد می‌کنند. پژوهش حاضر با رویکردی توصیفی-تحلیلی و بهره‌گیری از روش تحلیل تطبیقی کیفی، به بررسی اصول بنیادین حکمرانی فناوری در کشورهای پیشرو شامل ایالات متحده آمریکا، انگلستان، آلمان، کره جنوبی، سنگاپور، ژاپن و استونی پرداخته و تلاش کرده است تا درس‌آموخته‌های کاربردی برای ایران استخراج کند. یافته‌ها نشان می‌دهد که پنج اصل کلیدی در تجربه این کشورها به‌طور مشترک برجسته است: وجود نهادهای تنظیم‌گر مستقل، چارچوب‌های حقوقی منعطف، اخلاق‌محوری، مشارکت چندذی‌نفعی و توانایی سازگاری هوشمندانه با تغییرات. تحلیل منابع داخلی و بین‌المللی نیز نشان می‌دهد که پیوند میان حکمرانی خوب و توسعه فناورانه، ضرورتی انکارناپذیر برای مواجهه با تحولات آتی، و نیازمند بازاندیشی در ساختارهای سیاستی ایران است. در پایان، مقاله با ارائه مجموعه‌ای از راهکارها، بر طراحی سیاست‌های هوشمند و بومی‌سازی الگوهای موفق حکمرانی فناوری تأکید دارد. دستاوردهای این پژوهش می‌تواند مبنایی برای تدوین سیاست‌های فناورانه آینده‌نگر و مسئولانه در ایران قرار گیرد و چارچوبی تطبیقی برای تنظیم‌گری منعطف و پاسخگو فراهم آورد.

واژه‌های کلیدی: حکمرانی فناوری؛ فناوری‌های نوظهور؛ تنظیم‌گری تطبیقی؛ دولت دیجیتال؛ توسعه پایدار؛ مشارکت چندذی‌نفعی

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، فناوری‌های نوظهور با سرعتی بی‌سابقه صنایع، بازارها و شیوه‌های حکمرانی را متحول کرده‌اند (Van Dijck et al., 2025; Israr et al., n.d). این تحولات، دولت‌ها را با چالش‌هایی در زمینه کنترل، تنظیم‌گری و پاسخ‌گویی مواجه کرده و اهمیت مفهوم «حکمرانی فناوری» را افزایش داده است (et al., 2022; Guston, 2020). آمارهای جهانی، رشد سریع بازار هوش مصنوعی و توسعه زیرساخت‌های دیجیتال را نشان می‌دهد و لزوم ایجاد چارچوب‌های حکمرانی پاسخگو و پیش‌بینانه را تقویت می‌کند. تحولات فناورانه نه تنها فرصت‌های اقتصادی عظیمی ایجاد می‌کنند بلکه پیامدهای اجتماعی، اخلاقی و حقوقی جدیدی به همراه دارند که نیازمند حکمرانی هوشمندانه هستند. در ایران نیز با توجه به رشد زیست‌بوم نوآوری، توسعه استارت‌آپ‌ها و ورود تدریجی به فناوری‌های نوظهور، طراحی چارچوب حکمرانی مناسب ضرورت یافته است. با این حال، نبود نهادهای مستقل تنظیم‌گر، چارچوب‌های قانونی منعطف و مشارکت ذی‌نفعان از چالش‌های اصلی محسوب می‌شود. حکمرانی خوب به‌عنوان الگویی نوین برای مدیریت تحولات پیچیده، جایگاهی ویژه یافته است (Joshi & Upadhyay, 2025; Umeanwe, 2025). این مفهوم مبتنی بر شفافیت، مسئولیت‌پذیری، مشارکت، حاکمیت قانون و اثربخشی سیاست‌ها است (World Bank, 2022; Danaee Fard et al., 2013). اما در بستر دیجیتال و فناوری‌های نوظهور نیازمند بازتعریف و تقویت نهادی است (Najafi et al., 2019; Badiei Azandahi et al., 2019). مرور تجارب جهانی نشان می‌دهد که کشورهایی مانند ایالات متحده آمریکا، انگلستان، آلمان، سنگاپور، کره جنوبی، ژاپن و استونی با بهره‌گیری از نهادهای مستقل، چارچوب‌های منعطف و مشارکت چندذی‌نفعی، به توسعه پایدار فناوری دست یافته‌اند (Hood, 2019; Weinberger, 2021). ایران با توجه به جمعیت جوان، رشد زیست‌بوم نوآوری و موقعیت استراتژیک خود، می‌تواند از این تجارب بهره‌برداری، و چارچوب الگوی بومی حکمرانی فناوری‌های نوظهور را طراحی کند. این پژوهش با هدف ارائه چارچوبی کاربردی برای حکمرانی فناوری‌های نوظهور در ایران طراحی شده است و در صدد شناسایی و تحلیل تطبیقی اصول بنیادین حکمرانی فناوری در کشورهای پیشرو، بررسی وضعیت موجود و چالش‌های حکمرانی فناوری در ایران، و ارائه چارچوب الگوی بومی و پیشنهادات عملیاتی برای ارتقای حکمرانی فناوری در کشور است.

۲. پیشینه پژوهش

در پژوهش‌های ایرانی، دانایی فرد و همکاران در مقاله‌ای با عنوان «تحول در رفاه ملی: آیا حکمرانی خوب نقش مهمی ایفا می‌کند؟»، معتقدند که بهبود مولفه‌های حکمرانی خوب منجر به ارتقاء رفاه ملی از جنبه‌های کمی و کیفی می‌شود و پیامدهای دو منظوره‌ای نظیر بهبود شاخص‌های کمی همچون تولید ملی و تقویت شاخص‌های کیفی نظیر کاهش

هزینه‌های اجتماعی، رشد اقتصادی، حفظ منابع برای آیندگان و تداوم رشد را به همراه دارد (Danaee Fard et al., 2013). نجفی و همکاران در مقاله «نقش حکمرانی خوب در تحقق اقتصاد دانش‌بنیان در ایران (در قالب مدل ماریچ چهارگانه)» با رویکرد نهادگرایانه و در چارچوب ماریچ چهارگانه نوآوری، نقش حکمرانی خوب را در تحقق اقتصاد دانش‌بنیان بررسی کرده‌اند و نتیجه گرفته‌اند که حکمرانی خوب از طریق کانال‌های ارتباطی حقوق مالکیت، تضمین اجرای قراردادهای سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی، فرار مغزها، توسعه سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه بر تحقق اقتصاد دانش‌بنیان تأثیر می‌گذارد و ارتباط مثبت و معنی‌دار میان شاخص‌های حکمرانی خوب با نوآوری وجود دارد (Najafi et al., 2019). بدیعی ازندهی و همکاران نیز در مقاله با عنوان «حکمرانی در قرن ۲۱ و چالش‌های پیش روی آن»، با تمرکز بر چالش‌های حکمرانی در قرن ۲۱، ضرورت گذار از مدل دولت‌محور به حکمرانی مشارکتی و توزیع‌شده را مورد تأکید قرار داده‌اند (Badiei Azandahi et al., 2019).

در پژوهش‌های خارجی، وان دیجک^۱ و همکاران در متنی با عنوان «مقدمه: حاکمیت بر جامعه دیجیتال^۲» به عنوان بخشی از یک کتاب، بر ضرورت توازن میان منافع عمومی و قدرت شرکت‌های فناوری در حکمرانی دیجیتال تأکید دارند (Van Dijck et al., 2025). ایسرار^۳ و همکاران در پژوهشی درباره حکمرانی هوش مصنوعی، چارچوب‌هایی مبتنی بر اصول اخلاقی، پاسخگویی و سازگاری با تحولات سریع را توصیه می‌کنند (Israr et al., n.d). روزلین^۴ و همکاران در پژوهش خود آورده‌اند که ادغام هوش مصنوعی در سیاست‌گذاری توسعه اقتصادی نیازمند حکمرانی باز، داده‌محور و مشارکتی است (Roseline et al., 2025). اومینه^۵ نیز در مقاله‌ای پیرامون فساد و حکمرانی دیجیتال، خطرات گسترش فساد در صورت نبود حکمرانی اخلاق‌محور را هشدار می‌دهد (Umeanwe, 2025).

در مجموع، پژوهش‌های پیشین بیشتر بر مفاهیم بنیادین و پیوندهای نظری بین حکمرانی و فناوری تمرکز داشته و تحلیل تطبیقی از تجربه کشورهای موفق برای بومی‌سازی در ایران کمتر تدوین شده است، لذا پژوهش حاضر درصدد رفع این خلاء است.

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، در زمره تحقیقات کاربردی-توسعه‌ای و از نظر رویکرد، در ردیف مطالعات کیفی قرار می‌گیرد. روش تحقیق به صورت تحلیلی-تطبیقی و با بهره‌گیری از مطالعه موردی چندگانه طراحی شده است. چنین

-
1. Van Dijck
 2. Introduction: Governing the Digital Society
 3. Israr
 4. Roseline
 5. Umeanwe

رویکردی امکان واکاوی عمیق و مقایسه‌ای اصول حکمرانی فناوری‌های نوظهور در بافت‌های ملی گوناگون را فراهم می‌کند. انتخاب کشورهای مورد مطالعه با روش تطبیقی و بر پایه شاخص‌های بین‌المللی حکمرانی، نوآوری، آمادگی دیجیتال و بلوغ سیاسی در حوزه فناوری‌های نوظهور صورت گرفت. بر این اساس، هفت کشور ایالات متحده آمریکا، انگلستان، آلمان، سنگاپور، کره جنوبی، ژاپن و استونی به‌عنوان موارد پژوهش انتخاب شدند.

نمونه‌گیری برای انتخاب کشورهای مورد مطالعه به روش هدفمند معیاری^۱، و معیارهای انتخاب براساس شاخص‌های جهانی معتبر شامل رتبه نوآوری جهانی (World Intellectual Property Organization (WIPO), 2023)، شاخص آمادگی دیجیتال (IMD World Digital Competitiveness Ranking, 2023)، شاخص حکمرانی جهانی (World Bank, 2023) و شاخص آمادگی هوش مصنوعی (Oxford Insights, 2023) انجام شد. این شاخص‌ها امکان مقایسه ساختاری کشورها از منظر حکمرانی فناوری‌های نوظهور را فراهم می‌کنند. منطق انتخاب کشورها بر تنوع جغرافیایی (اروپا، آمریکای شمالی و آسیا)، ساختاری (اقتصادهای بزرگ و کوچک)، رویکردی (متمرکز و غیرمتمرکز) و فرهنگی (سنت‌های حقوقی و سیاسی متنوع) استوار بوده است (جدول ۱).

جدول ۱: معیارهای انتخاب کشورهای مورد مطالعه و رتبه آن‌ها

کشور	آمادگی هوش مصنوعی	رتبه حکمرانی جهانی	شاخص آمادگی دیجیتال	رتبه نوآوری جهانی	دلیل انتخاب
آمریکا	۱	۱۷	۱	۳	پیشگام فناوری، الگوی غیرمتمرکز
انگلستان	۳	۱۸	۸	۴	تنظیم‌گری منعطف، رویکرد اخلاق‌محور
آلمان	۷	۹	۱۸	۸	صنعت ۴،۰، استانداردسازی
سنگاپور	۲	۴	۲	۷	دولت هوشمند، کارآمدی بالا
کره جنوبی	۴	۲۷	۱۲	۱۰	رشد سریع فناوری، مدل آسیایی
ژاپن	۱۰	۱۹	۲۷	۱۳	جامعه ۵،۰، رویکرد انسان‌محور
استونی	۱۵	۱۳	۱۴	۱۸	دولت دیجیتال، کشور کوچک موفق

منبع: World Intellectual Property Organization (WIPO), 2023; IMD World Digital Competitiveness Ranking, 2023; World Bank, 2023; Oxford Insights, 2023

در بحث روش گردآوری اطلاعات، این گردآوری بر مبنای مطالعه اسنادی و کتابخانه‌ای انجام و داده‌ها در چارچوب مثلث‌سازی منابع (Bowen, 2009) از سه دسته منابع ذیل استخراج شده‌اند: منابع اولیه شامل اسناد رسمی

1. Criterion-Based Purposive Sampling

سیاست‌گذاری، قوانین و مقررات ملی، گزارش‌های نهادهای تخصصی (حدود ۴۰ سند) و پایگاه‌های رسمی دولت‌ها و نهادهای تخصصی فناوری در کشورهای مورد مطالعه؛ منابع ثانویه شامل گزارش‌های سازمان‌های بین‌المللی (World Economic Forum, 2024; OECD, 2024; Bank, 2022)، مقالات علمی پژوهشی و مطالعات تطبیقی پیشین؛ و منابع تکمیلی شامل تحلیل‌های منتشر شده در رسانه‌های تخصصی و وب‌گاه شرکت‌های مشاوره راهبردی. برای اطمینان از کیفیت اطلاعات، چهار معیار اصلی برای اعتبارسنجی منابع شامل اعتبار علمی نویسنده یا نهاد منتشرکننده، جدید بودن اطلاعات (۲۰۲۰ تا ۲۰۲۴)، انطباق محتوایی با اهداف پژوهش و قابلیت دسترسی و تأییدپذیری اطلاعات در نظر گرفته شده است.

تحلیل داده‌ها با رویکرد تحلیل تطبیقی کیفی انجام شده است. این روش به پژوهشگر امکان می‌دهد تا ضمن بررسی عمیق هر مورد، شباهت‌ها و تفاوت‌های میان کشورها را شناسایی و از رهگذر آن، الگوهای مشترک حکمرانی فناوری را استخراج کند.

فرآیند تحلیل در چهار گام ساختار یافته ذیل دنبال شد: تحلیل توصیفی (گردآوری و ساماندهی اطلاعات مربوط به هر کشور در قالب ماتریس کشور × مؤلفه)؛ تحلیل درون‌موردی (بررسی ساختار حکمرانی فناوری هر کشور بر اساس پنج مؤلفه کلیدی)؛ تحلیل بین‌موردی (مقایسه شباهت‌ها و تفاوت‌های حکمرانی میان کشورها)؛ و تحلیل تطبیقی (استخراج الگوهای مشترک و تدوین درس‌آموخته‌هایی قابل‌کاربست برای ایران). برای اجرای این مراحل از چند تکنیک مکمل ذیل استفاده شده است: ماتریس تطبیقی ساختاریافته (دسته‌بندی کشورها بر اساس میزان تحقق مؤلفه‌های حکمرانی (قوی/متوسط/ضعیف))؛ تطبیق الگو (مقایسه داده‌های تجربی با چارچوب‌های نظری موجود)؛ تحلیل مضمون (شناسایی مضامین مشترک و تمایزهای مفهومی در حکمرانی فناوری) (Miles et al., 2019).

برای ارتقای دقت و اعتبار یافته‌ها نیز اقدامات ذیل انجام شد: اعتبار محتوایی (مرور و تأیید نتایج توسط سه نفر از خبرگان حوزه حکمرانی فناوری)؛ اعتبار سازه‌ای (بهره‌گیری از چارچوب‌های مفهومی معتبر در حوزه حکمرانی) (Lijphart, 1971; Ragin, 2014)؛ و پایایی (مستندسازی شفاف مراحل تحلیل و تضمین قابلیت بازتولید نتایج در پژوهش‌های آتی) (Miles et al., 2019).

انجام این پژوهش با محدودیت‌های روش‌شناختی هم‌مواجه بوده است که مهمترین آن‌ها عبارتند از:
 - محدودیت‌های مفهومی از جمله تمرکز مطالعه بر کشورهای پیشرفته و عدم پوشش کشورهای در حال توسعه؛
 و محدود شدن دامنه پژوهش به برخی فناوری‌های خاص (هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، بلاک‌چین و زیست‌فناوری).
 - محدودیت‌های روشی مانند ماهیت کیفی پژوهش که تعمیم نتایج آماری را محدود می‌سازد؛ و اتکا به منابع ثانویه به دلیل دشواری دسترسی به مصاحبه‌های میدانی با خبرگان.

- محدودیت‌های زمانی از جمله مقطعی بودن داده‌ها و عدم امکان بررسی روندهای زمانی بلندمدت؛ و پویایی سریع تحولات فناورانه که می‌تواند منجر به فرسایش سریع بخشی از داده‌ها شود.

۴. چارچوب مفهومی و نظری پژوهش

۴-۱. مفهوم حکمرانی خوب و فناوری

مفهوم «حکمرانی خوب» از دهه ۱۹۹۰ به ادبیات توسعه وارد شد و بر اصولی چون مشارکت، شفافیت، پاسخگویی، کارآمدی، حاکمیت قانون و عدالت در سیاست‌گذاری و اجرا تأکید دارد (World Bank, 2022). در عصر فناوری‌های نوظهور، این اصول باید در بستری پیچیده، پویا و میان‌رشته‌ای بازتعریف شوند. در این میان، دولت الکترونیک به‌عنوان ابزار تحقق حکمرانی خوب، از رهگذر ارتقای شفافیت و دسترسی عمومی به خدمات، امکان تقویت ارزش‌های دموکراتیک در فضای دیجیتال را فراهم می‌کند (Joshi & Upadhyay, 2025). ظهور فناوری‌هایی چون هوش مصنوعی، اینترنت اشیا، بلاک‌چین و بیوانفورماتیک، چالش‌های تازه‌ای در سیاست‌گذاری و تنظیم‌گری ایجاد کرده است. پژوهش‌های ایرانی نشان می‌دهند که حکمرانی این فناوری‌ها نیازمند توجه هم‌زمان به ابعاد اخلاقی، حقوقی و نهادی است. تجربه کشورهای پیشرو نیز بیانگر آن است که ایجاد نهادهای مستقل تنظیم‌گر، طراحی چارچوب‌های حقوقی منعطف و مشارکت جامعه مدنی، به الگویی از حکمرانی تطبیقی و یادگیرنده انجامیده است. بهره‌گیری از این تجربیات می‌تواند به طراحی سیاست‌های فناورانه کارآمد در ایران کمک، و بستر شکل‌گیری حکمرانی هوشمندانه در مواجهه با تحولات آینده را فراهم کند.

۴-۲. چالش‌های حکمرانی فناوری‌های نوظهور

حکمرانی فناوری‌های نوظهور با چالش‌هایی به شرح ذیل مواجه است که آن را از حکمرانی سنتی متمایز می‌کند:

- چالش زمانی: سرعت بالای توسعه فناوری‌های نوظهور از قدرت واکنش نهادهای سنتی فراتر است و قوانین همواره چند گام عقب‌تر هستند (Marchant et al., 2022; Marsden, 2021).
- چالش پیچیدگی: ماهیت بین‌رشته‌ای و فنی فناوری‌ها، درک و تنظیم‌گری آن‌ها را دشوار می‌سازد (Israr et al., n.d.; Abbasi et al., 2022).
- چالش عدم قطعیت: پیش‌بینی تأثیرات کوتاه و بلندمدت فناوری‌ها دشوار است و تصمیم‌گیری را پیچیده می‌کند (Guston, 2020; Levi-Faur, 2020).
- چالش فراملی بودن: فناوری‌های نوظهور اغلب فراملی، و نیازمند هماهنگی بین‌المللی هستند (Van Dijck et al., 2025; Weinberger, 2021).

۳-۴. مؤلفه‌های کلیدی حکمرانی خوب

براساس اعلام بانک جهانی، شش مؤلفه کلیدی حکمرانی خوب برای ارزیابی کیفیت حکمرانی در کشورهای مختلف و سیاست‌گذاری فناوری مورد استفاده قرار می‌گیرد. این مؤلفه‌ها چارچوب استاندارد ارزیابی کیفیت حکمرانی در سطوح ملی و نهادی را فراهم می‌کنند. شش مؤلفه اصلی حکمرانی خوب به شرح جدول ۲ است:

جدول ۲: مؤلفه‌های کلیدی حکمرانی خوب براساس اعلام بانک جهانی

مؤلفه	شرح
شفافیت	دسترسی آزاد به داده‌ها، اطلاعات عمومی و فرآیندهای تصمیم‌گیری
پاسخگویی	مسئولیت‌پذیری نهادها در قبال عملکرد، نتایج و تصمیمات آن‌ها
مشارکت عمومی	حضور و نقش‌آفرینی فعال ذی‌نفعان مختلف (بخش خصوصی، جامعه مدنی...) در تصمیم‌سازی
کارآمدی و اثربخشی	عملکرد بهینه در ارائه خدمات و دستیابی به اهداف توسعه‌ای
حاکمیت قانون	اجرای عادلانه، بی‌طرفانه و شفاف قوانین و مقررات
عدالت و فراگیری	تضمین برابری فرصت‌ها برای اقشار مختلف جامعه از جمله گروه‌های محروم

منبع: World Bank, 2022

۴-۴. ابعاد حکمرانی فناوری

با توجه به پیچیدگی فناوری‌های نوظهور، پنج بُعد برای حکمرانی فناوری قابل شناسایی و ذکر است که مبنای چارچوب تحلیلی پژوهش قرار می‌گیرند. این ابعاد به شرح جدول ۳ هستند:

جدول ۳: ابعاد حکمرانی فناوری و کاربرد آن‌ها در فناوری‌های نوظهور

ابعاد	کاربرد در فناوری‌های نوظهور
نهاد تنظیم‌گر مستقل	تضمین استقلال و بی‌طرفی در مواجهه با چالش‌های فناورانه
چارچوب حقوقی منعطف	قابلیت تطبیق مقررات با نوآوری‌های سریع
اخلاق محوری و مسئولیت‌پذیری	تضمین استفاده ایمن و عادلانه از فناوری
مشارکت چندذی‌نفعی	دخیل کردن جامعه مدنی، بخش خصوصی، و نهادهای علمی
هوشمندی تطبیقی	قدرت یادگیری و به‌روزرسانی سیاست‌ها در مواجهه با تغییرات فناورانه

منبع: Israr et al., n.d.; World Bank, 2022; Abbasi et al., 2022

۵-۴. الگوی تطبیقی کشورهای منتخب

همچنان که در بخش‌های قبلی اشاره شد، در این پژوهش، هفت کشور به عنوان نمونه‌های پیشرو در در زمینه حکمرانی فناوری انتخاب شدند که ویژگی‌ها و الگوی حکمرانی آن‌ها در جدول ۴ ذکر شده است.

جدول ۴: الگوهای تطبیقی کشورهای پیشرو در زمینه حکمرانی فناوری

کشور	مشارکت ذی نفعان	اخلاق محوری	حقوق منعطف	نهاده مستقل	تطبیق پذیری
ایالات متحده آمریکا	✓	Δ	✓	✓	✓
انگلستان	✓	✓	✓	✓	✓
آلمان	Δ	✓	Δ	✓	Δ
سنگاپور	✓	✓	✓	✓	✓
کره جنوبی	Δ	Δ	Δ	✓	✓
ژاپن	Δ	✓	Δ	✓	Δ
استونی	✓	Δ	✓	Δ	✓

راهنمای جدول: ✓: قوی / Δ: متوسط / ✗: ضعیف یا غایب

امتیازدهی برای هر کشور براساس تحلیل تطبیقی محتوای اسناد سیاستی، گزارش‌های بین‌المللی و مدل‌های نهادی کشورهای منتخب انجام شده است. چارچوب مفهومی پژوهش، مؤلفه‌های حکمرانی خوب را به عنوان متغیر مستقل، الگوی نهادی تنظیم فناوری را به عنوان متغیر میانجی و کیفیت حکمرانی فناوری‌های نوظهور را به عنوان متغیر وابسته در نظر می‌گیرد.

۴-۶. مدل‌های نظری حکمرانی فناوری

سه مدل اصلی مطرح برای موضوع حکمرانی فناوری شامل مدل تنظیم‌گری پاسخگو^۱، مدل حکمرانی تطبیقی^۲ و مدل حکمرانی شبکه‌ای^۳ است که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است. ویژگی‌ها، مزایا و محدودیت‌های این مدل‌ها به شرح جدول ۵ است.

جدول ۵: مقایسه مدل‌های نظری حکمرانی فناوری

مدل نظری	مزایا	ویژگی‌های کلیدی	کاربرد در فناوری‌های نوظهور	محدودیت‌ها
تنظیم‌گری پاسخگو	واکنش سریع، کاهش مقاومت	انعطاف‌پذیری، تدریجی بودن	تنظیم‌گری AI، بلاک‌چین	پیچیدگی اجرایی

1. Responsive Regulation
2. Adaptive Governance
3. Network Governance

نیاز به منابع زیاد	IoT، نانو تکنولوژی	یادگیری مداوم، تطبیق پذیری	مطابقت با تغییرات	حکمرانی تطبیقی
در کندی تصمیم گیری	زیست فناوری، رباتیک	مشارکت چند جانبه، توزیع قدرت	مشروعیت بالا، دانش متنوع	حکمرانی شبکه‌ای

این جدول سه مدل نظری شناخته شده در حوزه حکمرانی فناوری را از منظر ویژگی‌ها، مزایا، محدودیت‌ها و زمینه‌های کاربردی مقایسه می‌کند. هر مدل با نوع خاصی از فناوری‌ها و شرایط سیاست‌گذاری منطبق است و انتخاب آن‌ها باید با توجه به بافت نهادی و ظرفیت اجرایی کشور صورت گیرد (Hood, 2019; Levi-Faur, 2020).

۵. یافته‌های پژوهش و تحلیل تطبیقی

تحلیل تطبیقی اسناد و گزارش‌های سیاستی بیش از ۴۰ منبع در هفت کشور پیشرو نشان می‌دهد که با وجود تفاوت‌های سیاسی، اقتصادی و فرهنگی، پنج اصل بنیادین تقریباً در همه الگوهای حکمرانی فناوری مشترک هستند: (۱) وجود نهاد تنظیم‌گر مستقل؛ (۲) چارچوب حقوقی منعطف؛ (۳) اخلاق محوری؛ (۴) مشارکت چندذینفعی؛ و (۵) هوشمندی تطبیقی.

این اصول با شدت و کیفیت متفاوت در کشورها پیاده شده‌اند و جدول ۶ نمای کلی امتیاز نسبی کشورها در این پنج مؤلفه را ارائه می‌دهد.

جدول ۶: اصول بنیادین حکمرانی فناوری در کشورهای منتخب

کشور	هوشمندی تطبیقی	مشارکت چندذینفعی	اخلاق محوری	چارچوب حقوقی منعطف	نهاد تنظیم‌گر مستقل	امتیاز کل
ایالات متحده آمریکا	***	***	**	***	***	14/15
انگلستان	***	***	***	***	***	15/15
آلمان	**	**	***	**	***	12/15
سنگاپور	***	***	***	***	***	15/15

امتیاز کل	نهاد تنظیم‌گر مستقل	چارچوب حقوقی منعطف	اخلاق محوری	مشارکت چندذینفعی	هوشمندی تطبیقی	کشور
12/15	*** MSIT, KISA	** Regulatory reform	** AI ethics standards	** Public- private	*** Digital New Deal	کره جنوبی
12/15	*** Cabinet Office	** Society 5.0 framework	*** Human- centric AI	** Stakeholder dialogue	** Incremental approach	ژاپن
13/15	** e- Governance Academy	*** Digital by default	** Transparenc y focus	*** Citizen engagement	*** Continuous innovation	استونی

راهنمای امتیازدهی: *** قوی (۳ امتیاز) | ** متوسط (۲ امتیاز) | * ضعیف (۱ امتیاز) - امتیاز کل از مجموع ۱۵ محاسبه شده است.

محتوای این جدول نشان می‌دهد که هر کشور چگونه به پنج اصل کلیدی حکمرانی فناوری توجه کرده و تحلیل کیفی بر اساس اسناد رسمی، سیاستی و گزارش‌های بین‌المللی صورت گرفته است.

۵-۱. تحلیل مؤلفه‌ها

۵-۱-۱. نهاد تنظیم‌گر مستقل

در ارتباط با اصل نهاد تنظیم‌گر مستقل سه الگوی اصلی شناسایی شد:

- ایالات متحده آمریکا (غیرمتمرکز): نهادهایی چون NIST و NSF نقش محوری در استانداردسازی و حمایت مالی دارند. مزیت این مدل، انعطاف‌پذیری و چالش آن، پراکندگی نهادی است.
- سنگاپور (متمرکز): نهادهایی مانند GovTech و IMDA ساختار یکپارچه‌ای فراهم کرده‌اند که تصمیم‌گیری سریع و هماهنگ را ممکن می‌سازد.
- انگلستان (ترکیبی): با تکیه بر ICO و Ofcom، تعادل میان نوآوری و حفاظت از حقوق شهروندی برقرار است.

۵-۱-۲. چارچوب حقوقی منعطف

نوآوری‌های حقوقی در ارتباط با چارچوب حقوقی منعطف شامل موارد ذیل است:

- Regulatory Sandboxes (انگلستان، سنگاپور) → آزمایش ایمن و یادگیری سریع.
- Adaptive Legislation (اتحادیه اروپا) → قوانین کلی با قابلیت به‌روزرسانی از طریق دستورالعمل‌های اجرایی.

– Voluntary Standards (آمریکا، ژاپن) → انعطاف بالا و ارائه راهنمایی عملی برای صنعت.

۵-۱-۳. اخلاق محوری و مسئولیت پذیری

در جدول ۷، رویکردهای اخلاقی کشورها و ابزارهای کلیدی آنها مورد اشاره قرار گرفته است و در مجموع، مدل‌های عمل محور مانند سنگاپور اثربخش تر از رویکردهای صرفاً نظری هستند.

جدول ۷: تحلیل تطبیقی رویکردهای اخلاقی

کشور	ابزارهای کلیدی	رویکرد اخلاقی	تأثیر بر صنعت
ایالات متحده آمریکا	AI Bill of Rights	حقوق محور	متوسط (داوطلبانه)
انگلستان	Trustworthy AI Guidelines	اصول محور	بالا (الزام آور)
آلمان	Ethics Commission	فلسفه محور	بالا (نهادهی)
سنگاپور	Model AI Governance	عمل محور	خیلی بالا (اجباری)

۵-۱-۴. مشارکت چندذینفعی

در ارتباط با اصل مشارکت چند ذینفعی، سه الگوی مشارکتی در کشورهای مورد بررسی مشاهده شد:

- مشورت عمومی (انگلستان) → افزایش مشروعیت و کیفیت تصمیم‌گیری.
- شراکت استراتژیک دولت-صنعت (سنگاپور) → اجرای سریع و کاهش مقاومت.
- اکوسیستم نوآوری (ایالات متحده آمریکا) → تقویت نوآوری پایدار و رقابت‌پذیری.

۵-۱-۵. هوشمندی تطبیقی

در ارتباط با اصل هوشمندی تطبیقی، سازوکارهای کلیدی شامل پایش مداوم (مانند GovTech Dashboard در سنگاپور)، بازیابی دوره‌ای و ارزیابی اثرات (۲ تا ۳ سال یک بار)، و ظرفیت‌سازی از طریق آموزش سیاست‌گذاران و تبادل تجربه بین‌المللی است.

۵-۲. الگوهای همگرایی و واگرایی

در موضوع همگرایی^۱، پنج اصل مشترک در همه کشورها شامل استقلال نهادی، انعطاف حقوقی، اخلاق محوری، مشارکت گسترده، و یادگیری مستمر است. اما در بحث واگرایی^۲، تفاوت‌ها در چهار بُعد کلیدی آشکار هستند. در

1. Convergence
2. Divergence

ساختار نهادی، تفاوت و واگرایی از متمرکز (سنگاپور) تا غیرمتمرکز (ایالات متحده آمریکا)؛ در نوع تنظیم‌گری، از نرم (ایالات متحده آمریکا و استونی) تا سخت (آلمان و سنگاپور)؛ در تأکید اصلی الگو، از کارآمدی (سنگاپور) تا حقوق و ارزش‌ها (آلمان)؛ و ادر سطح مداخله، از پایین (ایالات متحده آمریکا) تا بالا (کره جنوبی) است. شرح تفاوت و واگرایی‌ها در جداول ۸ و ۹ ذکر شده است.

جدول ۸: الگوهای واگرایی در حکمرانی فناوری در کشورهای منتخب بر اساس طیف‌های مفهومی

بعد تفاوت	طیف تنوع	مثال‌ها
ساختار نهادی	متمرکز ↔ غیرمتمرکز	سنگاپور ↔ آمریکا
رویکرد تنظیم‌گری	نرم ↔ سخت	انگلستان ↔ آلمان
تأکید اصلی	کارآمدی ↔ حقوق	سنگاپور ↔ آلمان
سطح مداخله	بالا ↔ پایین	کره جنوبی ↔ آمریکا

جدول ۹: مقایسه تطبیقی ابعاد حکمرانی فناوری در هفت کشور منتخب

کشور	تأکید اصلی	نوع تنظیم‌گری	ساختار نهادی	سطح مداخله
ایالات متحده آمریکا	حقوق	نرم	غیرمتمرکز	پایین
آلمان	حقوق	سخت	متمرکز	متوسط
انگلستان	تعادل	متماثل به نرم	نسبتاً متمرکز	پایین
سنگاپور	کارآمدی	سخت	متمرکز	بالا
کره جنوبی	ترکیبی	متوسط	نیمه‌متمرکز	بالا
ژاپن	نظم‌گرایانه	قاعده‌محور	پوروکراتیک	متوسط
استونی	نوآوری‌محور	نرم	انعطاف‌پذیر	پایین

این تحلیل نشان می‌دهد که اگرچه اصول مشترک در حکمرانی فناوری وجود دارد، اما مسیرهای اجرایی متفاوت بسته به شرایط نهادی و اجتماعی اتخاذ شده است و همگرایی در اصول و واگرایی در روش‌ها، تصویری پویا و تطبیقی از حکمرانی فناوری‌های نوظهور را ارائه می‌دهد.

۶. تحلیل تطبیقی، بحث و ارزیابی عملکرد

بررسی تطبیقی تجارب کشورهای پیشرو در حکمرانی فناوری‌های نوظهور نشان می‌دهد که با وجود تفاوت‌های نهادی، فرهنگی و اقتصادی، شباهت‌های قابل توجهی در الگوهای حکمرانی آن‌ها وجود دارد. این تحلیل با استفاده از روش تطبیقی کیفی و ماتریس عملکرد چندبعدی انجام شده است.

۶-۱. تحلیل کمی عملکرد کشورها

عملکرد کمی کشورهای منتخب بر اساس داده‌های استخراج‌شده از دو منبع معتبر بین‌المللی - شاخص حکمرانی دیجیتال سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD, 2024) و گزارش حکمرانی فناوری مجمع جهانی اقتصاد (World Economic Forum, 2024) - ارزیابی شده است. در این ارزیابی، شش مؤلفه کلیدی شامل نهاد مستقل، چارچوب منعطف، اخلاق‌محوری، مشارکت ذی‌نفعان، تطبیق‌پذیری و امتیاز کلی بررسی شد. نتایج ارزیابی به شرح جدول ۱۰ است.

جدول ۱۰: ماتریس عملکرد حکمرانی فناوری کشورهای منتخب

کشور	نقاط قوت کلیدی	تطبیق پذیری	مشارکت ذی‌نفعان	اخلاق محوری	چارچوب منعطف	نهاد مستقل	نمره کلی	چالش‌های اصلی
ایالات متحده آمریکا	نوآوری، مشارکت	۹	۹	۷	۸	۹	۸,۵/۱۰	هماهنگی فدرال
انگلستان	انعطاف، اخلاق	۸	۸	۹	۹	۸	۸,۲/۱۰	Brexit، منابع
آلمان	استاندارد، اخلاق	۷	۸	۹	۷	۸	۷,۸/۱۰	بوروکراسی
سنگاپور	کارآمدی، تطبیق	۱۰	۷	۸	۸	۹	۹,۱/۱۰	مشارکت محدود
کره جنوبی	سرعت، فناوری	۹	۸	۷	۸	۷	۷,۵/۱۰	متمرکز بودن
ژاپن	انسان‌محوری	۷	۷	۹	۷	۷	۷,۳/۱۰	تغییر کند
استونی	مشارکت، دیجیتال	۸	۹	۸	۸	۸	۸,۰/۱۰	اندازه کوچک

نمره کلی حاصل ترکیب داده‌های «شاخص دولت دیجیتال» سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD, 2024) و «گزارش حکمرانی فناوری» مجمع جهانی اقتصاد (World Economic Forum, 2024) است. در این ارزیابی تطبیقی، عملکرد هر کشور در شش بُعد کلیدی (نهاد مستقل، چارچوب منعطف، اخلاق‌محوری، مشارکت ذی‌نفعان، تطبیق‌پذیری و امتیاز کلی) بر مبنای مقیاس ۱ تا ۱۰ سنجیده، و میانگین نمرات، به‌عنوان امتیاز نهایی درج شده است.

۶-۲. الگوهای عملکرد و دسته‌بندی کشورها

تحلیل خوشه‌ای عملکرد کشورها سه الگوی اصلی حکمرانی به شرح ذیل را نشان می‌دهد:

- الگوی پیشرو - نوآور^۱: در این الگو، کشورهای مطرح ایالات متحده آمریکا و سنگاپور هستند. مهمترین ویژگی‌های آن، تطبیق‌پذیری بالا، نوآوری در ابزارها و مشارکت فعال بخش خصوصی است. مهمترین مزایای این

1. Pioneer-Innovator

الگو، واکنش سریع نسبت به تحولات، و جذب سرمایه و استعداد جهانی، و مهمترین چالش‌ها، خطر نظارت ناکافی و تشدید شکاف در دسترسی به فناوری است.

- الگوی متعادل - اخلاق محور^۱: نمایندگان این الگو، انگلستان، آلمان و استونی هستند. مهمترین ویژگی‌های آن، توازن میان نوآوری و کنترل، و تأکید جدی بر اصول اخلاقی است. مهمترین مزایا، پایداری، قابلیت اعتماد بالا، و حمایت گسترده اجتماعی و مهمترین چالش‌ها نیز کندی نسبی در تصمیم‌گیری و هزینه بالای نظارت و انطباق است.

- الگوی توسعه‌گرا - کارآمد^۲: نمایندگان الگو کره جنوبی و ژاپن هستند. مهمترین ویژگی‌ها آن، هدایت دولتی قوی و تمرکز بر رشد اقتصادی است. مهمترین مزایا، سرعت در اجرا و هماهنگی سیاست‌ها، و مهمترین چالش‌ها نیز محدودیت مشارکت عمومی و انعطاف کمتر نسبت به تغییرات است.

۳-۶. تحلیل SWOT وضعیت حکمرانی فناوری در ایران

جدول ۱۱ ماتریس SWOT وضعیت فعلی حکمرانی فناوری در ایران را نشان می‌دهد.

جدول ۱۱: ماتریس SWOT حکمرانی فناوری ایران

نقاط قوت (Strengths)	نقاط ضعف (Weaknesses)
<p>جمعیت جوان و تحصیل کرده؛</p> <p>رشد صنایع دانش‌بنیان؛</p> <p>زیرساخت‌های فناوری نسبتاً مناسب؛</p> <p>ظرفیت‌های علمی و پژوهشی؛</p> <p>انگیزه بالا برای توسعه فناوری.</p>	<p>نبود نهاد تنظیم‌گر یکپارچه؛</p> <p>قوانین منسوخ و غیرانعطاف‌پذیر؛</p> <p>ضعف در مشارکت بخش خصوصی؛</p> <p>کمبود متخصص حکمرانی فناوری؛</p> <p>فقدان اصول اخلاقی مدون.</p>
فرصت‌ها (Opportunities)	تهدیدها (Threats)
<p>رشد بازار داخلی فناوری؛</p> <p>تمایل دولت به دیجیتال‌سازی؛</p> <p>همکاری با کشورهای منطقه؛</p> <p>ظرفیت یادگیری از تجارب جهانی؛</p> <p>موقعیت جغرافیایی و ژئوپلیتیکی مناسب.</p>	<p>پیشرفت‌های برخی از رقبای منطقه‌ای؛</p> <p>تحریم‌های فناورانه؛</p> <p>مهاجرت برخی از نخبگان؛</p> <p>تغییرات سریع فناوری جهانی؛</p> <p>رقابت شدید بین‌المللی.</p>

تحلیل راهبردی حکمرانی فناوری در ایران را می‌توان در چارچوب چهار راهبرد به شرح ذیل انجام داد:

- راهبرد SO (قوت - فرصت): بهره‌گیری از جمعیت جوان و صنایع دانش‌بنیان برای توسعه بازارهای فناوری؛

1. Balanced-Ethical

2. Development-Efficient

- راهبرد ST (قوت - تهدید): استفاده از ظرفیت‌های داخلی برای کاهش وابستگی به منابع خارجی؛
- راهبرد WO (ضعف - فرصت): اصلاح ساختار نهادی و حقوقی با الهام از تجارب بین‌المللی؛
- راهبرد WT (ضعف - تهدید): تسریع در رفع کاستی‌های ساختاری و کاهش آسیب‌پذیری در برابر تحریم‌ها.

۷. نتیجه‌گیری، پیشنهادهای سیاستی و راهبرد اجرایی

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که حکمرانی مؤثر فناوری‌های نوظهور نه صرفاً یک گزینه بلکه یک ضرورت استراتژیک برای کشورهای در حال توسعه است. ایران می‌تواند با تطبیق هوشمندانه تجارب جهانی و توجه به شرایط ملی، نه تنها از عقب‌ماندگی فناورانه جلوگیری کند، بلکه به یکی از الگوهای موفق منطقه‌ای در حکمرانی فناوری تبدیل شود. این پژوهش نشان داد که تحول بنیادین در الگوی تفکر سیاست‌گذاری فناوری و تغییر رویکرد از واکنشی و کنترل‌محور به پیش‌بینانه و تسهیل‌گر یک ضرورت راهبردی است. به طوری که این تحول مستلزم سرمایه‌گذاری و توجه همزمان به سه حوزه کلیدی شامل حوزه نهادها با ایجاد و تقویت ساختارهای یکپارچه و مستقل و همچنین در حوزه انسان‌ها با توسعه ظرفیت‌های انسانی و آموزش تخصصی و در حوزه فناوری با پیاده‌سازی سیستم‌های نظارت و پایش هوشمند است. بدیهی است موفقیت این راهبرد منوط به تعهد جدی سیاسی، مشارکت فعال جامعه و صبر راهبردی برای دستیابی به نتایج بلندمدت است.

تحلیل تطبیقی نشان داد که کشورهای موفق در حکمرانی فناوری‌های نوظهور، صرف‌نظر از تفاوت‌های نهادی یا فرهنگی، با شدت و شیوه اجرا متفاوت در کشورها بر پنج اصل بنیادین ذیل پایبند بوده‌اند: نهاد تنظیم‌گر مستقل (وجود سازمان با اختیارات اجرایی روشن و استقلال عملیاتی)؛ چارچوب حقوقی منعطف (توانایی انطباق سریع با تحولات فناورانه)؛ اخلاق‌محوری (لحاظ کردن ملاحظات اخلاقی در تمام مراحل سیاست‌گذاری)؛ مشارکت چندذنی‌نفعی (حضور فعال بخش خصوصی، جامعه مدنی و نهادهای علمی)؛ و هوشمندی تطبیقی (یادگیری نهادی و بازنگری مستمر سیاست‌ها).

کشورها بسته به شرایط ملی و اولویت‌های سیاستی خود، سه الگوی کلیدی حکمرانی ذیل را به صورت متمایز در عملکرد دنبال کرده‌اند: الگوی نوآوری‌محور (ایالات متحده آمریکا و سنگاپور)؛ سرعت، انعطاف‌پذیری و رقابت‌پذیری جهانی؛ الگوی تعادل‌گرا (انگلستان، آلمان و استونی)؛ توازن میان نوآوری و نظارت با تأکید بر اخلاق و حقوق شهروندی؛ و الگوی توسعه‌محور (کره جنوبی و ژاپن)؛ هدایت دولتی برای رشد اقتصادی و صنعتی.

در ارتباط با خلأها و چالش‌های موجود در ایران در موضوع حکمرانی فناوری، در جدول ۱۲ می‌توان وضعیت فعلی ایران و شکاف عملکرد نسبت به استانداردهای بین‌المللی را ملاحظه کرد.

جدول ۱۲: مقایسه وضعیت موجود حکمرانی فناوری در ایران در نسبت با استانداردهای بین‌المللی

مؤلفه	شکاف عملکرد	استاندارد بین‌المللی	وضعیت فعلی ایران	اولویت اقدام
نهاد تنظیم‌گر	بالا	یکپارچه، مستقل	پراکنده، ضعیف	فوری
چارچوب قانونی	بالا	منعطف، تطبیقی	سستی، ایستا	فوری
اخلاق فناوری	بسیار بالا	مدون، الزام‌آور	غایب	فوری
مشارکت ذی‌نفعان	متوسط	گسترده، نهادینه	محدود	میان‌مدت
تطبیق‌پذیری	بالا	بالا، مداوم	کم	کوتاه‌مدت

مهمترین چالش‌های عملیاتی در مسیر حکمرانی فناوری در ایران نیز شامل چالش نهادی (تداخل اختیارات و ضعف در هماهنگی بین سازمان‌ها)؛ چالش قانونی (قوانین قدیمی و فرآیندهای طولانی تصویب)؛ چالش انسانی (کمبود متخصص و ضعف ظرفیت‌سازی)؛ و چالش مالی (محدودیت بودجه و تخصیص ناکافی منابع) است.

در ارتباط با راهبرد جامع حکمرانی فناوری برای ایران، این کشور تا سال ۱۴۱۳ می‌تواند کشوری با حکمرانی هوشمند، تطبیقی و اخلاق‌محور در حوزه فناوری‌های نوظهور باشد؛ به طوری که ضمن تضمین نوآوری و رقابت‌پذیری، منافع ملی و ارزش‌های اجتماعی حفظ شود.

اهداف راهبردی ایران نیز می‌تواند ایجاد نظام حکمرانی یکپارچه فناوری تا ۱۴۰۵، تدوین و اجرای چارچوب اخلاقی ملی تا ۱۴۰۴، ایجاد پلتفرم مشارکت ذی‌نفعان تا ۱۴۰۵، و استقرار سیستم نظارت و ارزیابی مداوم تا ۱۴۰۶ باشد.

برنامه اقدام تفصیلی این کشور را می‌توان به شرح ذیل پیشنهاد کرد:

- اقدامات فوری (۱۲-۶ ماه) با برنامه‌های ذیل:

الف) تشکیل کارگروه ملی حکمرانی فناوری با مسئولیت معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری و عضویت نمایندگان وزارتخانه‌های ذی‌ربط کلیدی، بخش خصوصی و دانشگاه‌ها و خروجی تشکیل کارگروه و تدوین اساسنامه؛

ب) مطالعه امکان‌سنجی نهاد تنظیم‌گر با مسئولیت مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی و دانشگاه‌ها با مدت زمان ۶ ماه و خروجی ارائه گزارش امکان‌سنجی و پیش‌نویس طرح قانونی آن؛

ج) تدوین پیش‌نویس منشور اخلاق فناوری با مسئولیت شورای عالی انقلاب فرهنگی و بهره‌گیری از متخصصان و مشارکت جامعه مدنی، روحانیت و فعالان حوزه فناوری و خروجی تدوین پیش‌نویس منشور اخلاق فناوری برای بحث عمومی.

- اقدامات کوتاه‌مدت (۲-۱ سال) با برنامه‌های ذیل:

الف) راه‌اندازی آزمایشگاه‌های تنظیم‌گری در حوزه‌های اولویت‌دار فین‌تک، سلامت دیجیتال و خودروهای خودران در محل پارک‌های علم و فناوری منتخب با بودجه کافی؛

ب) اصلاح قوانین فناوری اطلاعات به ویژه قانون تجارت الکترونیک و قانون حمایت از داده‌ها و اطلاعات با رویکرد اصلاح تدریجی و تطبیقی و مشارکت مجلس شورای اسلامی و کمیسیون‌های تخصصی آن؛
ج) ایجاد پلتفرم مشارکت عمومی در بستر دیجیتال برای دریافت نظرات عمومی و انجام رأی‌گیری که کاربران می‌توانند شهروندان، شرکت‌ها و خبرگان و متخصصان باشند.

- اقدامات میان‌مدت (۳-۵ سال) با برنامه‌های ذیل:

الف) تأسیس رسمی نهاد تنظیم‌گر فناوری با عنوان و نام «سازمان ملی حکمرانی فناوری‌های نوظهور» و ساختار ریاست به علاوه ایجاد ۵ معاونت تخصصی در زیرمجموعه آن با اختصاص بودجه سالانه مورد نیاز و کادر اداری لازم؛
ب) توسعه ظرفیت‌های انسانی با برنامه آموزشی دوره تخصصی ۶ ماهه و مخاطبان مدیران دولتی، قضات و نمایندگان مجلس شورای اسلامی و همکاری بین‌المللی با دانشگاه‌های پیشرو خارجی؛
ج) استقرار سیستم نظارت هوشمند با ابزار پلتفرم AI-محور برای پایش فناوری‌ها و قابلیت‌های هشدار زود هنگام، تحلیل ریسک و پیش‌بینی اثرات.

- اقدامات بلندمدت (۱۰-۵ سال) که شامل نهادینه‌سازی کامل حکمرانی تطبیقی و گسترش آن در تمامی استان‌ها و بخش‌های کشور همراه با بین‌المللی‌سازی و عضویت در شبکه‌های جهانی و تضمین ادامه حکمرانی در صورت وقوع تغییر و تحولات در مدیریت اجرایی و سیاسی کشور است.
در ارتباط با شاخص‌های پایش عملکرد حکمرانی فناوری در ایران، برای ارزیابی اثربخشی نظام حکمرانی فناوری، براساس جدول ۱۳، پنج شاخص کلیدی عملکرد تعریف شده‌اند که امکان پایش پیشرفت ایران در بازه‌های زمانی ۲، ۵ و ۱۰ ساله را فراهم می‌کنند. اهداف افق‌های زمانی براساس میانگین عملکرد کشورهای پیشرو و ظرفیت‌های داخلی کشور تعیین شده است.

جدول ۱۳: شاخص‌های کلیدی عملکرد حکمرانی فناوری در ایران

شاخص	مقدار فعلی	هدف ۲ ساله	هدف ۵ ساله	هدف ۱۰ ساله
رتبه حکمرانی فناوری جهانی	۶۵	۴۵	۲۵	۱۵
تعداد آزمایشگاه تنظیم‌گری	۰	۵	۱۵	۳۰
درصد مشارکت ذی‌نفعان	۱۵ درصد	۴۰ درصد	۶۵ درصد	۸۰ درصد
زمان تصویب مقررات فناوری	۱۸ ماه	۹ ماه	۴ ماه	۲ ماه
شاخص اعتماد عمومی	۳۵ درصد	۵۰ درصد	۷۰ درصد	۸۵ درصد

شاخص‌ها و منابع ارزیابی عملکرد نیز شامل موارد ذیل است:

۱. رتبه حکمرانی فناوری جهانی: برگرفته از شاخص دولت دیجیتال که رتبه فعلی ایران ۶۵ از ۶۵ کشور است.
۲. تعداد آزمایشگاه‌های تنظیم‌گری: مراکزی برای اجرای آزمایشی مقررات نوآورانه.
۳. درصد مشارکت ذی‌نفعان: میزان مشارکت فعال بخش خصوصی، دانشگاه‌ها و جامعه مدنی در فرآیندهای سیاست‌گذاری فناوری.

۴. زمان تصویب مقررات فناوری: میانگین مدت زمان از ارائه پیش‌نویس تا تصویب نهایی مقررات. ۵. شاخص اعتماد عمومی: درصد شهروندانی که به سیاست‌ها و تصمیمات دولت در حوزه فناوری اعتماد دارند. در ارتباط با تحلیل ریسک و راهکارهای کاهش آن، چند مورد ریسک در حکمرانی فناوری وجود دارد که مهمترین آن‌ها شامل ریسک‌های ذیل است:

- ریسک سیاسی (احتمال بالا، تأثیر بالا): تغییر در اولویت‌های سیاسی می‌تواند اجرای حکمرانی فناوری را با اختلال مواجه کند. راهکار مواجهه با آن نهادینه‌سازی قانونی ساختارها و ایجاد حمایت فراجنبی برای پایداری سیاست‌ها است.

- ریسک مالی (احتمال متوسط، تأثیر بالا): محدودیت بودجه و منابع مالی از موانع کلیدی اجرای برنامه‌ها است و راهکار مقابله با آن می‌تواند بهره‌گیری از مدل‌های تأمین مالی ترکیبی شامل سرمایه‌گذاری دولتی و خصوصی باشد. - ریسک مقاومت نهادی (احتمال بالا، تأثیر متوسط): مقاومت نهادهای موجود در برابر تغییرات و بازتوزیع قدرت می‌تواند مانع تحول شود. راهکار مواجهه نیز مشارکت فعال نهادها در فرآیند طراحی و تضمین منافع متوازن برای ذی‌نفعان است.

تشکر و قدردانی

نویسندگان لازم می‌دانند تا از حمایت‌های دانشگاه تربیت مدرس تشکر و قدردانی را داشته باشند.

تأییدیه‌های اخلاقی و تعارض منافع

موردی توسط نویسندگان گزارش نشد.

سهم نویسندگان

موردی توسط نویسندگان گزارش نشد.

منابع مالی / حمایت‌ها

موردی توسط نویسندگان گزارش نشد.

References

- Abbasi, M., et al. (2022). Artificial Intelligence governance framework in Iran: A comprehensive approach. **[In Persian]**
- Badiei Azandahi, M., Vasegh, M., Malekmohammadi, H.R., & Alam, R. (2019). Governance in the 21st Century and Its Challenges. *Political Organizing of Space*, 1(3), 179-188. **[In Persian]**
- Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40.
- Danaee Fard, H., Babashahi, J., Azar, A., & Kordnaiej, A. (2013). Transition in national wellbeing: Does good governance play a critical role?. *Management Research in Iran*, 16(4), 45-62. **[In Persian]**
- Guston, D. H. (2020). Understanding anticipatory governance. *Social Studies of Science*, 50(6), 804–833.
- Hood, C. (2019). *The tools of government in the digital age*. London: Macmillan.
- IMD World Digital Competitiveness Ranking (2023), World Digital Competitiveness Ranking 2023. Retrieved at: <https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-digital-competitiveness-ranking/>
- Israr, M., Khan, S., Gupta, V., Sharma, A., & Tiwari, D. (n.d.). Responsible AI Governance and Regulation. In *A Compendium of Responsible Artificial Intelligence* (pp. 183–216). New York: CRC Press.
- Joshi, N., & Upadhyay, G. (2025). E-Governance as a Catalyst for Good Governance: A Policy and Administrative Analysis of Digital Transformation in Uttarakhand, *International Journal for Multidisciplinary Research (IJFMR)*, 7(3), May-June, 1-9.
- Levi-Faur, D. (2020). Regulatory capitalism and the reassertion of the public interest. *Policy & Society*, 39(1), 1–16.
- Lijphart, A. (1971). Comparative politics and the comparative method. *American Political Science Review*, 65(3), 682–693.
- Marchant, G.E., Allenby, B.R., & Herkert, J.R. (2022). *The growing gap between emerging technologies and legal-ethical oversight*. New York: Springer.
- Marsden, C.T. (2021). *Internet co-regulation: European law and governance in cyberspace*. New York: Cambridge University Press.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2019). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (4th ed.). London: Sage Publications.

- Najafi, M. B., Fathollahi, J. and Mohamadpoor, F. (2019). A Study on the Role of Good Governance in Realization the Knowledge-Based Economy in Iran Using a Quadruple Helix Innovation System. *Economic Research and Perspectives*, 19(1), 129-160. [In Persian]
- OECD (2024), Digital Government Index 2024, OECD Publishing.
- Oxford Insights (2023), AI Readiness Index 2023. Retrieved at: <https://oxfordinsights.com/ai-readiness/government-ai-readiness-index-2023/>
- Ragin, C. C. (2014). *The comparative method: Moving beyond qualitative and quantitative strategies*. Los Angeles: University of California Press.
- Roseline, R., Oommen, S., Kulkarni, A.K., Kalpana, G., Kavipriya, S., & Christy, C. (2025). AI-Enhanced Platforms for Fostering Inclusive Economic Growth. In *International Conference on Sustainability Innovation in Computing and Engineering (ICSICE 2024)* (pp. 100–111). Atlantis Press.
- Smart Nation Singapore. (2023). National AI Strategy. <https://www.smartnation.gov.sg/initiatives/artificial-intelligence>
- Umeanwe, C.M. (2025). Corruption, good governance and the digital age: challenges and opportunities. *Crowther Journal of Arts and Humanities*, 2(3).
- Van Dijck, J., Van Es, K., Helmond, A., & Van der Vlist, F. (2025). Introduction: Governing the Digital Society. In *Governing the Digital Society: Platforms, Artificial Intelligence, and Public Values* (pp. 13–24). Amsterdam: Amsterdam University Press.
- Weinberger, N. (2021). Comparing AI governance in the EU, US, and China. *Technology & Politics Journal*, 14(3), 201–225.
- World Bank (2022), World Development Report. Retrieved at: <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2022>
- World Bank (2023), Worldwide Governance Indicators 2023. Retrieved at: <https://www.worldbank.org/en/publication/worldwide-governance-indicators>
- World Economic Forum (2024), Global Technology Governance Report. Retrieved at: <https://www.weforum.org/publications/global-technology-governance-report-2024/>
- World Intellectual Property Organization (WIPO) (2023), Global Innovation Index 2023. Retrieved at: <https://www.wipo.int/en/web/global-innovation-index>