

The Emerging Architecture of the Geopolitics of Technology: A Comparative Analysis of the Balance of Technological Power between the United States and China

Mostafa Esmaeili¹ Amir Abass Rokni² 

1. Assistant Professor, Department of International Relations, National Defense University, Tehran, Iran (Corresponding Author) Email: esmaili133@gmail.com

2. PhD Candidate in National Security, National Defense University, Tehran, Iran Email: Amir.rokni@gmail.com

Abstract

Technological rivalry between the United States and China has become one of the principal arenas for the redistribution of power in the international system. The central problem of this study concerns the relationship between this rivalry and the continuity or relative decline of American technological hegemony, and how it may affect the trajectory of transformation in the global balance of power. The research question is formulated as follows: has China's technological rise been able to narrow the scope of the United States' historical superiority in strategic domains of technology, and what implications does this transformation hold for the emerging global order? The article hypothesizes that the United States continues to retain an effective advantage in the foundational layers of innovation, including advanced semiconductor design, influential scientific production, venture capital, cloud infrastructure, and global rule making capacity. China, however, has developed independent capacities for generating technological power by relying on centralized industrial policy, the development of indigenous supply chains, the expansion of digital infrastructure, industrial applications of artificial intelligence, and data governance, thereby reducing part of its historical gap with the United States. The conceptual framework of the study is grounded in the interconnection between structural power, international political economy, and structural realism, and analyzes technology as a mechanism for producing, consolidating, and redistributing power. The research method is qualitative, descriptive, and analytical. Using a comparative case study approach, the study compares the positions of the two countries across four domains: semiconductors, artificial intelligence, digital infrastructure and telecommunications standards, and data governance and the innovation ecosystem. The data are collected from official reports, policy documents, peer reviewed academic sources, data from international organizations, and patent databases. The findings indicate that the technological rivalry between the two countries has not resulted in the full replacement of one power by another, yet it has led to the relative erosion of certain American advantages and to the emergence of new centers of technological rule making, production, and dependency formation. The outcome of this transformation is the emergence of the geopolitics of technology. In this condition, control over supply chains, technical standards, data flows, digital infrastructure, and technological alliances becomes one of the most important mechanisms for the redistribution of power in the international system.

Keywords: Technological Hegemony, United States, China's Rise, Geopolitics of Technology, Global Power Redistribution, Emerging World Order

Extended Abstract

Introduction

Technological rivalry between the United States and China has become one of the principal arenas through which power is being redistributed in the contemporary international system. Over the twentieth century, the United States consolidated its technological hegemony through dominance in semiconductors, computing, the internet, aerospace, research universities, venture capital, and global standard setting. This accumulated technological advantage helped sustain American structural power across economic, military, institutional, and normative domains. China's rise has introduced a new structural challenge to this configuration. Through long term industrial policy, large scale state investment, the mobilization of a vast domestic market, the expansion of digital infrastructure, and the development of indigenous innovation capacities, China has gradually narrowed parts of the technological gap with the United States. The resulting rivalry extends beyond market competition and industrial upgrading. It increasingly involves control over supply chains, access to critical technologies, data governance, technical standards, export controls, innovation ecosystems, and the institutional rules that shape the global circulation of technology. The article therefore examines technological competition as a structural process that affects the balance of power and the emerging architecture of global order.

Research Question

The central research question of the article is as follows: to what extent has China's technological rise narrowed the historical technological superiority of the United States in strategic domains of technology, and what implications does this transformation hold for the emerging global order? This question is situated at the intersection of international political economy, security studies, and technology governance. It asks whether the United States is experiencing a relative decline in technological hegemony, whether China has developed independent sources of technological power, and how these developments affect the distribution of power in the international system. The article also investigates whether technological competition between the two powers should be understood as a simple replacement of one hegemon by another or as a more complex, gradual, and multidimensional redistribution of technological advantages across different layers of the global innovation system.

Research Hypothesis

The article advances the hypothesis that the United States continues to retain an effective advantage in the foundational layers of technological power, including advanced semiconductor design, high impact scientific production, venture capital networks, cloud infrastructure, platform based innovation, and global rule making capacity. At the same time, China has developed

independent capacities for generating technological power by relying on centralized industrial policy, the localization of supply chains, the expansion of digital infrastructure, industrial applications of artificial intelligence, large scale data resources, and an increasingly active role in technical standard setting. The hypothesis therefore does not assume a complete displacement of American technological hegemony by China. It argues instead that the balance of technological power is being reconfigured through the relative erosion of certain American advantages, the rise of Chinese capacities in specific domains, and the emergence of new centers of technological production, rule making, dependency formation, and infrastructural control.

Methodology (and Theoretical Framework if there are)

The study adopts a qualitative, descriptive, and analytical methodology based on a comparative case study of the United States and China. The unit of analysis is the set of national technological policies, capabilities, institutional arrangements, and strategic achievements of the two countries between 2000 and 2025. The data are drawn from official reports, policy documents, peer reviewed academic literature, international organization datasets, patent repositories, and institutional studies on technology, economic security, innovation, and global governance. The comparative analysis focuses on four core domains: semiconductors and technology supply chains, artificial intelligence, digital infrastructure and telecommunications standards, and data governance and the innovation ecosystem. These domains were selected because they represent different layers of technological power, from hardware and computing foundations to data regulation, infrastructural control, and institutionalized innovation.

The conceptual framework of the article is grounded in the interconnection between structural power, international political economy, and structural realism. From the perspective of structural power, technological dominance is not limited to the production of advanced tools. It becomes politically significant when a state can shape innovation pathways, intellectual property regimes, data infrastructures, technical standards, access rules, supply chains, and governance models. International political economy explains technology as part of the global structures of production, capital, trade, and knowledge. Structural realism clarifies why states treat sensitive technologies as strategic assets linked to relative power, military capability, economic security, industrial resilience, and deterrence. The article also draws on geoeconomics and economic statecraft to explain how export controls, investment restrictions, industrial subsidies, sanctions, intellectual property rules, and standard setting have become instruments of strategic competition. Within this framework, the geopolitics of technology is not treated as a prior assumption. It emerges as the analytical outcome of the comparative findings.

Results and discussion

The findings show that the United States retains significant advantages in the most foundational layers of technological power. In semiconductors, American firms and allied partners continue to dominate crucial parts of the value chain, including advanced chip design, electronic design automation software, high end manufacturing equipment, intellectual property, and the alliance networks that support the global semiconductor ecosystem. The United States has also used export controls and coordination with allies such as the Netherlands and Japan to restrict China's access to advanced chips and manufacturing equipment. China, however, has responded by treating semiconductors as a central pillar of technological self reliance. It has expanded national funding mechanisms, supported domestic firms, pursued supply chain localization, and used its leverage over critical materials such as gallium and germanium as part of a broader strategy of technological resilience. The semiconductor sector therefore illustrates how supply chain chokepoints have become instruments of power.

In artificial intelligence, the United States remains the leader in frontier innovation, large language models, advanced computing infrastructure, venture capital, and globally influential platforms. American firms such as Google, Microsoft, OpenAI, Meta, and Nvidia occupy central positions in the ecosystem that supports advanced artificial intelligence. China's strength lies in a different configuration of technological power. It benefits from large scale data resources, rapid deployment capacity, state supported industrial strategy, smart city applications, and the integration of artificial intelligence into manufacturing, governance, and security related domains. The main constraint on China remains its dependence on advanced chips and certain elements of the global software and research ecosystem. This makes artificial intelligence competition inseparable from semiconductor competition.

In digital infrastructure and telecommunications standards, the rivalry is centered on connectivity, data flows, technical standards, and long term infrastructural dependence. The United States has historically shaped the foundational architecture of the internet through its firms, universities, platforms, cloud infrastructure, satellite systems, and technical institutions. China has challenged parts of this dominance through telecommunications equipment, fifth generation mobile networks, smart cities, and future oriented infrastructure projects. Huawei's rise and China's large domestic deployment of fifth generation networks have strengthened Beijing's position in global telecommunications markets and standard setting debates. The competition over sixth generation networks and satellite internet shows that the struggle over digital infrastructure increasingly extends from terrestrial networks to space based systems.

In data governance and innovation ecosystems, the United States and China represent two distinct models. The American model relies heavily on private sector leadership, platform capitalism, venture capital, open innovation

networks, and relatively decentralized data governance. China's model emphasizes state authority over data, cyber sovereignty, data localization, algorithmic governance, and the integration of digital infrastructure with national security and industrial strategy. The comparison shows that technological power is also produced through legal rules, regulatory authority, platform governance, and the ability to define how data are collected, stored, transferred, and used.

The article also finds that technological rivalry is not confined to the bilateral relationship between Washington and Beijing. The European Union, India, South Korea, Japan, Taiwan, and other specialized actors influence the direction of this rivalry. The European Union shapes the regulatory environment through data protection, platform regulation, digital market rules, and industrial initiatives such as the European Chips Act. India offers a distinct model of digital public infrastructure and seeks to benefit from supply chain reconfiguration while preserving strategic autonomy. South Korea, Japan, and Taiwan control crucial nodes in semiconductor production, materials, equipment, and manufacturing capacity. These actors make the emerging technological order more multicentric and asymmetric.

Conclusion

The article concludes that technological rivalry between the United States and China has become a structural mechanism of power redistribution in the international system. The findings do not support a simple narrative of American decline or Chinese replacement. They instead point to a more complex pattern in which the United States retains major advantages in foundational innovation, advanced computing, semiconductor design, venture capital, platforms, and global alliances, while China has strengthened its position in industrial scaling, digital infrastructure, data driven applications, supply chain localization, and state directed technological mobilization. The central theoretical contribution of the article is the formulation of the geopolitics of technology as an emergent condition in which control over supply chains, standards, data flows, digital infrastructure, innovation systems, and technological alliances becomes a key mechanism for shaping global power. The future of international order will therefore be shaped by the tension between interdependence and control, cooperation and rivalry, technological openness and strategic autonomy. Technology has moved from the margins of international political economy to the center of great power competition.

معماری نوظهور ژئوپلیتیک فناوری؛ تحلیل تطبیقی توازن قدرت فناوریانه میان ایالات متحده و چین

مصطفی اسماعیلی^۱  امیرعباس رکنی^۲ 

استادیار روابط بین الملل، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

Email: esmaili133@gmail.com

دانشجوی دکتری امنیت ملی، دانشگاه عالی دفاع ملی، تهران، ایران

Email: Amir.roknni@gmail.com

چکیده

رقابت فناوریانه میان ایالات متحده و چین به یکی از کانون‌های اصلی بازتوزیع قدرت در نظام بین‌الملل تبدیل شده است. مسئله اصلی این پژوهش آن است که این رقابت چه نسبتی با تداوم یا افول نسبی هژمونی فناوریانه آمریکا دارد و چگونه می‌تواند مسیر تحول توازن قدرت جهانی را تحت تأثیر قرار دهد. پرسش پژوهش چنین صورت‌بندی می‌شود که آیا خیزش فناوریانه چین توانسته است دامنه برتری تاریخی ایالات متحده را در حوزه‌های راهبردی فناوری محدود کند و این تحول چه دلالتی برای نظم جهانی در حال شکل‌گیری دارد؟ فرضیه مقاله آن است که ایالات متحده همچنان در لایه‌های بنیادین نوآوری، ازجمله طراحی نیمه‌رساناهای پیشرفته، تولید علم اثرگذار، سرمایه‌گذاری خطرپذیر، زیرساخت‌های ابری و توان قاعده‌گذاری جهانی مزیت مؤثر دارد؛ اما چین با اتکا به سیاست صنعتی متمرکز، توسعه زنجیره‌های تأمین بومی، گسترش زیرساخت‌های دیجیتال، کاربردهای صنعتی هوش مصنوعی و حکمرانی داده، ظرفیت‌های مستقلی برای تولید قدرت فناوریانه ایجاد کرده و بخشی از شکاف تاریخی خود با آمریکا را کاهش داده است. چهارچوب مفهومی پژوهش بر پیوند قدرت ساختاری، اقتصاد سیاسی بین‌الملل و واقع‌گرایی ساختاری استوار است و فناوری را به‌منزله سازوکاری برای تولید، تثبیت و بازتوزیع قدرت تحلیل می‌کند. روش پژوهش کیفی، توصیفی و تحلیلی است و با رویکرد مطالعه موردی تطبیقی، موقعیت دو کشور را در چهار حوزه نیمه‌رساناها، هوش مصنوعی، زیرساخت‌های دیجیتال و استانداردهای مخابراتی و حکمرانی داده و اکوسیستم نوآوری مقایسه می‌کند. داده‌ها از گزارش‌های رسمی، اسناد سیاستی، منابع دانشگاهی داوری‌شده، داده‌های سازمان‌های بین‌المللی و پایگاه‌های ثبت اختراع گردآوری شده‌اند. یافته‌ها نشان می‌دهد که رقابت فناوریانه دو کشور به جانشینی کامل یک قدرت با قدرت دیگر منتهی نشده است؛ اما به فرسایش نسبی برخی مزیت‌های آمریکا و ظهور مراکز جدید قاعده‌گذاری، تولید و وابستگی فناوریانه انجامیده است. برآیند این تحول، ظهور ژئوپلیتیک فناوری است. در این وضعیت، کنترل زنجیره‌های تأمین، استانداردهای فنی، جریان داده، زیرساخت‌های دیجیتال و ائتلاف‌های فناوریانه، به مهم‌ترین سازوکارهای بازتوزیع قدرت در نظام بین‌الملل تبدیل می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: هژمونی فناوریانه، ایالات متحده آمریکا، خیزش چین، ژئوپلیتیک فناوری، جابه‌جایی قدرت در نظام جهانی، نظم نوظهور جهانی

مقدمه و بیان مسئله

در دهه‌های اخیر، رقابت فناوریانه ایالات‌متحده آمریکا و جمهوری خلق چین به یکی از میدان‌های اصلی بازآرایی قدرت در نظم بین‌المللی تبدیل شده است. ایالات‌متحده در قرن بیستم از مسیر تسلط بر نیمه‌رساناها، رایانه، اینترنت، هوافضا، نظام دانشگاهی پیشرو و سرمایه‌گذاری خطرپذیر، جایگاه هژمونیک خود را در لایه‌های بنیادین نوآوری تثبیت کرد. چین نیز با پیوند دادن رشد اقتصادی، سیاست صنعتی، سرمایه‌گذاری دولتی، ارتقای ظرفیت شرکت‌های داخلی و بسیج بازار انبوه ملی، به بازیگری تبدیل شده که می‌تواند بخشی از معماری پیشین برتری فناوریانه آمریکا را تحت فشار قرار دهد. ادبیات جدید از این وضعیت با عنوان افزایش «عدم قطعیت فناوریانه و ژئوپلیتیکی»^۱ یاد می‌کند و نشان می‌دهد که قوانین صنعتی، کنترل صادرات، امنیت زنجیره تأمین و رقابت بر سر ظرفیت‌های محاسباتی، فناوری را به قلمرو مستقیم حکمرانی امنیت ملی وارد کرده‌اند (Luo & Van Assche, 2023). از همین منظر، رقابت دو کشور در نیمه‌رساناها، هوش مصنوعی، زیرساخت‌های داده و استانداردهای فنی، نشانه جابه‌جایی تدریجی فناوری از ابزار رشد اقتصادی به سازوکار اعمال قدرت ساختاری است (Moon & Yeon, 2025).

پرسش بنیادین این پژوهش آن است که رقابت فناوریانه ایالات‌متحده و چین چه نسبتی با افول نسبی یا استمرار هژمونی فناوریانه آمریکا دارد و این روند چگونه در چهارچوب ژئوپلیتیک فناوری، مسیر توزیع قدرت جهانی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. فرضیه مقاله بر این گزاره استوار است که ایالات‌متحده همچنان در لایه‌های بنیادین نوآوری، ازجمله طراحی پیشرفته نیمه‌رسانا، تولید علم اثرگذار، شبکه‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر، زیرساخت‌های ابری و قدرت تنظیم بازارهای جهانی مزیت مؤثر دارد. چین در مقابل، از مسیر سیاست صنعتی متمرکز، توسعه زنجیره تأمین بومی، گسترش کاربردهای صنعتی فناوری‌های پیشرفته، انباشت داده و نقش‌آفرینی فعال در استانداردگذاری، شکاف فناوریانه خود با آمریکا را کاهش داده است. نتیجه این فرایند، شکل‌گیری وضعیتی است که در آن برتری آمریکا مداوم دارد؛ اما قابلیت چین برای محدودسازی دامنه این برتری افزایش یافته و رقابت قدرت‌های بزرگ به‌سوی نظامی چندمرکزی در حوزه فناوری حرکت کرده است. اهمیت نظری این مسئله از آنجا ناشی می‌شود که بخش قابل توجهی از ادبیات موجود، رقابت فناوریانه آمریکا و چین را در قالب جنگ تجاری، سیاست صنعتی یا مقایسه ظرفیت‌های فنی بررسی

کرده است؛ درحالی که پیوند این رقابت با قواعد حقوقی کنترل صادرات، امنیت اقتصادی، استانداردگذاری بین‌المللی و منطق بازتوزیع قدرت هنوز به‌صورت یکپارچه توضیح داده نشده است. مطالعات مربوط به پرونده هوآوی نشان می‌دهد که «جداسازی فناوریانه»^۱ از سطح اختلاف تجاری عبور کرده و در قالب تحریم، فهرست‌گذاری اشخاص و شرکت‌ها، محدودیت دسترسی به فناوری‌های حساس و بازطراحی زنجیره‌های تأمین دنبال شده است (Ryan & Burman, 2024). تحلیل‌های حقوقی جدید درباره کنترل صادرات نیز نشان می‌دهد که فناوری‌های پیشرفته، به‌ویژه نیمه‌رساناها و دانش فنی مرتبط با آن‌ها، به موضوعی در مرز حقوق تجارت، امنیت ملی و صلاحیت فراسرزمینی دولت‌ها تبدیل شده‌اند (Alter, 2025). ازاین‌رو، رقابت فناوریانه کنونی فقط رقابت بر سر محصول یا بازار نیست، زیرا قواعد دسترسی، انتقال، استانداردگذاری و مالکیت فناوری نیز بخشی از میدان قدرت شده‌اند. ضرورت تجربی پژوهش نیز از تشدید هم‌زمان سه روند ناشی می‌شود. روند نخست، امنیتی شدن زنجیره‌های تأمین جهانی است که در آن دولت‌ها تاب‌آوری صنعتی، دسترسی به مواد حیاتی و کنترل گلوگاه‌های تولید را به مسئله امنیت اقتصادی تبدیل کرده‌اند (Hwang, Paik, & Lim, 2024). روند دوم، تبدیل هوش مصنوعی به میدان رقابت روایی، نهادی و راهبردی میان قدرت‌های بزرگ است، زیرا ایالات متحده، چین و اتحادیه اروپا هر یک تلاش می‌کنند معنای حکمرانی، ایمنی، نوآوری و رهبری جهانی در این فناوری را براساس الگوی سیاسی و اقتصادی خود تعریف کنند (Landwehr-Matlé, Oppermann, & Lambach, 2026). روند سوم، گسترش رقابت در استانداردگذاری هوش مصنوعی و فناوری‌های نوظهور است که در آن همکاری فنی و رقابت ژئوپلیتیکی به‌طور هم‌زمان عمل می‌کنند و سازمان‌های استاندارد، به عرصه‌ای برای صورت‌بندی نظم آینده فناوری تبدیل می‌شوند (von Ingersleben-Seip, 2023). این سه روند نشان می‌دهد که فناوری در نظم معاصر، هم موضوع سیاست صنعتی است، هم ابزار حقوقی اعمال محدودیت، هم زیرساخت امنیت ملی و هم‌زمان جدید رقابت بر سر مشروعیت الگوهای حکمرانی.

این پژوهش با روش کیفی، توصیفی و تحلیلی و با رویکرد تطبیقی انجام می‌شود. داده‌ها از گزارش‌های سازمان‌های بین‌المللی، اسناد سیاستی ایالات متحده و چین، منابع دانشگاهی داوری شده، آمارهای «سازمان همکاری و توسعه اقتصادی»^۲، داده‌های

1. Technological Decoupling

2. Organisation for Economic Co operation and Development

«سازمان جهانی مالکیت فکری»^۱، پایگاه‌های ثبت اختراع و مطالعات معتبر درباره امنیت اقتصادی و فناوری گردآوری شده است. تحلیل مقاله بر چهار حوزه کانونی تمرکز دارد که شامل نیمه‌رساناها، هوش مصنوعی، نسل پنجم ارتباطات همراه و حکمرانی داده و نوآوری است. در هر حوزه، بسته به ظرفیت داده‌های موجود جایگاه دو کشور از حیث ظرفیت فناوریانه، ساختار سیاست‌گذاری، سازوکارهای حقوقی و نهادی وابستگی‌های زنجیره تأمین و قابلیت اثرگذاری بر نظم جهانی و برخی موارد دیگر مقایسه می‌شود.

این طراحی تحلیلی، مقاله را قادر می‌سازد تا از توصیف رقابت فناوریانه فراتر رود و نشان دهد چگونه فناوری از مسیر سیاست صنعتی، کنترل صادرات، استانداردگذاری، زیرساخت داده و حکمرانی نوآوری، به یکی از سازوکارهای اصلی بازتعریف موازنه قدرت در نظام بین‌الملل تبدیل شده است (Papageorgiou, Can, & Vieira, 2024).

۱. پیشینه پژوهش

رقابت فناوریانه ایالات‌متحده و چین در سال‌های اخیر به یکی از کانون‌های اصلی پژوهش در اقتصاد سیاسی بین‌الملل، مطالعات امنیتی و حکمرانی فناوری تبدیل شده است. ادبیات این حوزه نشان می‌دهد که فناوری‌های پیشرفته دیگر صرفاً متغیر اقتصادی یا صنعتی محسوب نمی‌شوند و به یکی از زیرساخت‌های اصلی تولید و اعمال قدرت در نظام بین‌الملل تبدیل شده‌اند. از همین‌رو، رقابت میان دو قدرت از سطح تجارت، نوآوری و مزیت صنعتی فراتر رفته و به عرصه کنترل زنجیره‌های تأمین، زیرساخت‌های راهبردی، استانداردهای فنی و ظرفیت قاعده‌گذاری جهانی گسترش یافته است. بخشی از پژوهش‌ها این تحول را از منظر پیامدهای جنگ تجاری و محدودیت‌های فناوریانه بررسی کرده و بر آثار آن بر سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه، بازآرایی زنجیره‌های ارزش و تضعیف پیوندهای فناوریانه میان دو اقتصاد تمرکز داشته‌اند (Chen et al., 2023؛ پیرمحمدی و همکاران، ۱۴۰۳). هم‌زمان، مطالعات مرتبط با حکمرانی هوش مصنوعی نشان می‌دهد که پیوند فناوری، امنیت ملی و توسعه اقتصادی، به‌ویژه در راهبرد ایالات‌متحده، به یکی از سازوکارهای اصلی حفظ و بازتولید برتری فناوریانه تبدیل شده است (سلیمان‌زاده و همکاران، ۱۴۰۳).

1. World Intellectual Property Organization

در همین چهارچوب، مفهوم جداسازی فناورانه برای توصیف روندی به کار می‌رود که طی آن زیست‌بوم‌های نوآوری، زنجیره‌های تأمین پیشرفته، جریان سرمایه و سازوکارهای تولید دانش در مسیر تفکیک و بازآرایی قرار می‌گیرند (Zheng, 2025). باین‌حال، تمرکز بر کاهش مبادلات فناورانه میان قدرت‌های بزرگ، تنها بخشی از منطق رقابت معاصر را توضیح می‌دهد. ادبیات اعمال فشار از طریق اهرم وابستگی متقابل نشان می‌دهد که مزیت راهبردی صرفاً از استقلال فناورانه یا کاهش وابستگی ناشی نمی‌شود، بلکه از توانایی بازیگران مسلط برای کنترل گره‌های مرکزی شبکه‌های جهانی سرچشمه می‌گیرد. در چنین وضعیتی، زیرساخت‌های داده، شبکه‌های مالی، استانداردهای فنی و زنجیره‌های تأمین، علاوه بر کارکرد اقتصادی، به ابزارهای اعمال نفوذ ژئوپلیتیکی تبدیل می‌شوند. در نتیجه، رقابت فناورانه میان آمریکا و چین بیش از آنکه صرفاً رقابتی برای توسعه ظرفیت‌های ملی باشد، رقابتی بر سر کنترل مسیرهای گردش فناوری، مدیریت وابستگی‌های متقابل و شکل‌دهی به معماری قدرت در نظام بین‌الملل است (Farrell & Newman, 2019؛ اسماعیلی و همکاران، ۱۴۰۲).

گروه دیگری از مطالعات، رقابت دو کشور را در حوزه‌های مشخصی مانند هوش مصنوعی، نسل پنجم ارتباطات همراه، رایانش کوانتومی، زیست‌فناوری و نیمه‌رساناها بررسی کرده‌اند. این دسته از آثار نشان می‌دهد که چین در بسیاری از حوزه‌های فناوری‌های نوظهور از مرحله پیروی صنعتی عبور کرده و در برخی میدان‌ها به بازیگری تعیین‌کننده در مقیاس جهانی تبدیل شده است (Allison et al., 2021). در حوزه نیمه‌رساناها، پژوهش‌های جدید در اقتصاد سیاسی بین‌الملل نشان داده‌اند که زنجیره ارزش جهانی تراشه‌ها به یکی از مهم‌ترین عرصه‌های برون‌مرزی شدن قدرت ژئواقتصادی تبدیل شده است، زیرا دولت‌ها از کنترل تجهیزات، نرم‌افزارهای طراحی، مواد حیاتی و ظرفیت ساخت پیشرفته برای مدیریت رقابت راهبردی استفاده می‌کنند (He & Malkin, 2024).

در حوزه استانداردگذاری نیز پژوهش‌ها نشان می‌دهد که نفوذ چین در سازمان‌های فنی بین‌المللی می‌تواند قدرت اقتصادی، حقوقی، سیاسی و گفتمانی این کشور را افزایش دهد و رقابت فناوری را به رقابت بر سر قواعد، معماری و زبان فنی نظم دیجیتال آینده پیوند بزند (Rühlig, 2023).

در ادبیات امنیت ملی، بخش مهمی از آثار بر نگرانی واشینگتن از پیامدهای نظامی و راهبردی ارتقای ظرفیت فناورانه چین تمرکز کرده‌اند. این آثار نشان می‌دهند که پیشرفت چین در هوش مصنوعی، فناوری فضایی، سامانه‌های خودمختار و زیرساخت‌های محاسباتی، در نگاه سیاست‌گذاران آمریکایی با مسئله برتری نظامی و

قابلیت بازدارندگی پیوند خورده است (Winkler, 2025). در همین چهارچوب، مفهوم «ملی‌گرایی فناورانه»^۱ به ابزاری تحلیلی برای توضیح پیوند میان سیاست صنعتی، امنیت ملی و رقابت قدرت‌های بزرگ تبدیل شده است. پژوهش‌های جدید این مفهوم را نشانه بازگشت دولت به مرکز سیاست فناوری می‌دانند و تأکید می‌کنند که رقابت فناورانه معاصر از مسیر حمایت صنعتی، کنترل سرمایه‌گذاری خارجی، محدودسازی صادرات فناوری و تلاش برای خودکفایی راهبردی پیش می‌رود (Luo, 2022). قانون حمایت از تولید نیمه‌رسانا و علم در ایالات متحده و راهبرد خوداتکایی علمی و فناورانه چین را می‌توان در همین چهارچوب فهم کرد.

ادبیات موجود، با وجود گسترش چشمگیر خود، همچنان با دو کاستی تحلیلی روبه‌رو است. نخست، بسیاری از مطالعات، رقابت آمریکا و چین را در قالب حوزه‌های منفرد بررسی کرده‌اند و پیوند میان نیمه‌رساناها، هوش مصنوعی، زیرساخت‌های دیجیتال، حکمرانی داده و استانداردگذاری را در قالب یک منطق واحد قدرت توضیح نداده‌اند. دوم، بخش مهمی از این ادبیات بر دوگانه واشینگتن و پکن متمرکز مانده و نقش بازیگرانی مانند اتحادیه اروپا، هند، ژاپن، تایوان و کره جنوبی را در تعدیل، تشدید یا چندقطبی‌سازی رقابت فناورانه کم‌تر وارد تحلیل کرده است. این خلأ زمانی اهمیت بیشتری می‌یابد که رقابت فناورانه در عمل از سطح ظرفیت ملی فراتر رفته و در قالب ائتلاف‌های زنجیره تأمین، رژیم‌های کنترل صادرات، استانداردهای فنی و نظم‌های رقیب حکمرانی داده سازمان یافته است.

مقاله حاضر با اتکا به این خلأ مطالعاتی، رقابت فناورانه ایالات متحده و چین را به‌مثابه پدیده‌ای ساختاری در اقتصاد سیاسی بین‌الملل و موازنه قدرت جهانی تحلیل می‌کند. نوآوری اصلی پژوهش در آن است که فناوری را در کنار مؤلفه‌های اقتصادی، نظامی و نهادی قدرت ملی قرار می‌دهد و نشان می‌دهد که رقابت بر سر زنجیره‌های تأمین، استانداردهای فنی، زیرساخت‌های داده و ظرفیت نوآوری، به سازوکاری برای بازتوزیع قدرت در نظم جهانی تبدیل شده است. از همین‌رو، مقاله از چهارچوب مفهومی «ژئوپلیتیک فناوری»^۲ بهره می‌گیرد تا روشن سازد چگونه استمرار مزیت‌های بنیادین آمریکا از یک‌سو و ارتقای ظرفیت‌های فناورانه چین از سوی دیگر، مسیر شکل‌گیری نظم فناورانه آینده را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

1. Techno Nationalism

2. Technology Geopolitics

۲. چهارچوب مفهومی

رقابت فناوریانه آمریکا و چین در این پژوهش برپایه پیوند سه سنت تحلیلی فهم می‌شود که شامل قدرت ساختاری، اقتصاد سیاسی بین‌الملل و واقع‌گرایی ساختاری است. مفروض اصلی مقاله آن است که فناوری در نظم معاصر به سازوکاری برای تولید، تثبیت و بازتوزیع قدرت تبدیل شده است. قدرت فناوریانه در این معنا به ظرفیت ساخت ابزارهای پیشرفته محدود نمی‌ماند و زمانی صورت ساختاری پیدا می‌کند که یک دولت بتواند مسیر نوآوری، مالکیت فکری، زیرساخت داده، استانداردهای فنی، قواعد دسترسی به فناوری، زنجیره‌های تأمین و الگوهای حکمرانی فناوری را شکل دهد. در سنت قدرت ساختاری، چنین موقعیتی بیانگر توان اثرگذاری بر قواعدی است که سایر بازیگران در درون آن تصمیم می‌گیرند و عمل می‌کنند (Strange, 1988). از این منظر، سنجش موقعیت آمریکا و چین نیازمند توجه هم‌زمان به ظرفیت تولید فناوری، کنترل گلوگاه‌های زیرساختی و توان قاعده‌گذاری بین‌المللی است.

اقتصاد سیاسی بین‌الملل، فناوری را در پیوند با ساختار تولید، سرمایه، تجارت و دانش توضیح می‌دهد. برتری فناوریانه در این رویکرد، پایه‌ای برای تثبیت هژمونی اقتصادی و سیاسی است، زیرا قدرت مسلط از مسیر کنترل فناوری‌های راهبردی، جایگاه خود را در زنجیره ارزش جهانی حفظ می‌کند و قواعد تعامل اقتصادی را به سود خود سامان می‌دهد (Gilpin, 1981). تجربه تاریخی قدرت‌های بزرگ نشان می‌دهد که تغییر در ظرفیت صنعتی و فناوریانه، دامنه نفوذ اقتصادی و سیاسی کشورها را تغییر می‌دهد. در نتیجه، رقابت آمریکا و چین باید فراتر از شمار اختراعات، رشد شرکت‌های فناوری یا افزایش تولید صنعتی فهم شود. مسئله مرکزی آن است که کدام قدرت می‌تواند در لایه‌های بنیادین اقتصاد دانش‌بنیان، از نیمه‌رساناها و زیرساخت محاسباتی تا داده، استاندارد و سرمایه انسانی، موقعیت گلوگاه‌ساز و قاعده‌ساز پیدا کند.

واقع‌گرایی ساختاری، همین رقابت را در متن نگرانی دولت‌ها از تغییر موازنه قدرت تبیین می‌کند. در نظام بین‌الملل بی‌مرکز، دولت‌ها نسبت به افزایش توان نسبی رقیب حساس‌اند و فناوری‌های حساس، به‌دلیل پیوند مستقیم با توان نظامی، تاب‌آوری صنعتی، امنیت اقتصادی و بازدارندگی، جایگاهی راهبردی دارند (Waltz, 1979). تلاش آمریکا برای کنترل دسترسی چین به تراشه‌های پیشرفته، تجهیزات ساخت نیمه‌رسانا و فناوری‌های هوش مصنوعی، در منطق حفظ برتری نسبی قابل فهم است. راهبرد چین برای خوداتکایی علمی و فناوریانه نیز واکنشی ساختاری به آسیب‌پذیری ناشی از وابستگی به گلوگاه‌های تحت کنترل آمریکا و متحدان آن است. فناوری در این سطح،

هم منبع قدرت است و هم میدان رقابت امنیتی. ژئواکونومی و حکمرانی اقتصادی، ضلع تکمیلی چهارچوب مفهومی مقاله را می‌سازد. این رویکرد نشان می‌دهد که دولت‌ها از ابزارهای اقتصادی، صنعتی، مالی، حقوقی و فناورانه برای تحقق اهداف راهبردی استفاده می‌کنند (Baldwin, 1985; Luttwak, 1990). کنترل صادرات، محدودیت سرمایه‌گذاری، حمایت صنعتی، تحریم شرکت‌های فناور، یارانه‌های راهبردی، حفاظت از مالکیت فکری و تنظیم استانداردهای فنی، ابزارهایی هستند که رقابت فناورانه را از سطح توان فنی به سطح حکمرانی و اعمال فشار منتقل می‌کنند. در همین امتداد، پژوهش‌های مربوط به حکمرانی زیرساخت اینترنت نشان می‌دهند که کنترل لایه‌های فنی شبکه‌ها نیز آثار سیاسی و حکمرانی دارد (DeNardis, 2012). مطالعات قدرت سایبری نیز بر اثر فناوری‌های شبکه‌ای بر دگرگونی الگوهای کلاسیک رقابت دولت‌ها تأکید دارند (Kello, 2017; Nye, 2010).

برپایه این چهارچوب مفهومی، مقاله رقابت فناورانه آمریکا و چین را در چهار حوزه نیمه‌رساناها و زنجیره تأمین، هوش مصنوعی، زیرساخت‌های دیجیتال و استانداردهای مخابراتی و حکمرانی داده و اکوسیستم نوآوری بررسی می‌کند. منطق مقایسه بر این فرض استوار است که توازن قدرت فناورانه از یک متغیر واحد ناشی نمی‌شود و حاصل برهم‌کنش ظرفیت‌های نوآورانه، زیرساختی، صنعتی، نهادی و تنظیم‌گرانه است. از این منظر، تداوم برتری آمریکا در نسبت با مزیت این کشور در نوآوری بنیادین، زیرساخت‌های شبکه‌ای، سرمایه‌گذاری خطرپذیر، توان قاعده‌گذاری و ائتلاف‌سازی فناورانه تحلیل می‌شود.

در مقابل، خیزش چین در پیوند با بومی‌سازی زنجیره‌های تأمین، توسعه کاربردهای صنعتی، انباشت داده، استانداردگذاری و گسترش نفوذ فناورانه در بازارهای جهانی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. مقاله هم‌زمان این فرض را می‌آزماید که تحول قدرت فناورانه ماهیتی تدریجی و چندلایه دارد و بیش از آنکه در قالب جابه‌جایی ناگهانی هژمونی ظاهر شود، از مسیر فرسایش نسبی مزیت‌های موجود، افزایش هزینه‌های وابستگی، شکل‌گیری ظرفیت‌های جایگزین و ظهور مراکز جدید قاعده‌گذاری پیش می‌رود.

اهمیت این مقایسه در آن است که امکان صورت‌بندی ژئوپلیتیک فناوری را به‌عنوان چهارچوبی برای فهم رقابت معاصر قدرت‌های بزرگ فراهم می‌سازد. در این چهارچوب، فناوری صرفاً موضوعی اقتصادی یا صنعتی نیست و از طریق زنجیره‌های تأمین، زیرساخت‌های دیجیتال، رژیم‌های حکمرانی داده، استانداردهای فنی و

ائتلاف‌های فناوریانه، به یکی از سازوکارهای اصلی تولید و توزیع قدرت تبدیل می‌شود. از همین‌رو، رقابت آمریکا و چین را می‌توان نشانه‌گذار به مرحله‌ای دانست که در آن کنترل گلوگاه‌های فناوریانه، مدیریت وابستگی‌های متقابل و توان اثرگذاری بر قواعد حاکم بر گردش فناوری، به مؤلفه‌های تعیین‌کننده جایگاه کشورها در نظم بین‌المللی بدل می‌شوند.

۳. یافته‌های پژوهش

۳-۱. طراحی و روش تحلیل کیفی

این پژوهش با رویکرد کیفی، توصیفی و تحلیلی و برپایه مطالعه موردی تطبیقی انجام می‌شود. واحد تحلیل، سیاست‌ها، ظرفیت‌ها و دستاوردهای کلان فناوریانه ایالات متحده آمریکا و جمهوری خلق چین در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۵ است. انتخاب این بازه زمانی از آن جهت اهمیت دارد که از یک‌سو، برآمدن چین به‌عنوان بازیگر فناوریانه جهانی در همین دوره شتاب گرفته است و از سوی دیگر واکنش‌های راهبردی آمریکا در قالب کنترل صادرات، حمایت صنعتی، بازآرایی زنجیره تأمین و ائتلاف‌سازی فناوریانه در همین دوره به تدریج صورت نهادی و امنیتی یافته است. داده‌های پژوهش از اسناد ثانویه معتبر گردآوری شده و شامل گزارش‌های رسمی دولت‌ها، داده‌های سازمان‌های بین‌المللی، اسناد سیاستی، مقالات داوری‌شده، گزارش‌های پژوهشی معتبر و پایگاه‌های ثبت اختراع است. این اتکا به منابع متنوع، امکان مقایسه هم‌زمان ظرفیت‌های فناوریانه، جهت‌گیری‌های سیاستی و سازوکارهای نهادی دو کشور را فراهم می‌سازد. اعتبار تحلیلی پژوهش از طریق تنوع‌بخشی به منابع، استفاده هم‌زمان از منابع رسمی و مطالعات دانشگاهی و مقایسه شواهد در چند حوزه فناوریانه تقویت شده است. اتکای پژوهش به منابع علنی و منتشرشده، دامنه دسترسی به برخی ابعاد امنیتی و نظامی رقابت را محدود می‌سازد. برای کاهش اثر این محدودیت، از گزارش‌های نهادی دارای پشتوانه داده و دسترسی تخصصی، از جمله گزارش‌های کمیسیون بررسی اقتصادی و امنیتی آمریکا و چین در کنگره ایالات متحده، در کنار منابع دانشگاهی و سازمانی استفاده شده است (U.S.-China) Economic and Security Review Commission, 2021). بر این مبنا، بخش بعدی یافته‌های تطبیقی چهار حوزه اصلی را ارائه می‌کند و سپس نشان می‌دهد که هم‌نشینی این روندها چگونه رقابت فناوریانه آمریکا و چین را به صورت‌بندی تازه‌ای از رقابت قدرت‌های بزرگ در نظم جهانی تبدیل می‌سازد.

۲-۳. مقایسه آمریکا و چین در حوزه‌های قانونی رقابت

۱-۲-۳. نیمه‌رساناها و زنجیره تأمین فناوری

نیمه‌رساناها در قلب رقابت فناوریانه آمریکا و چین قرار دارند، زیرا توان محاسباتی، هوش مصنوعی، سامانه‌های نظامی، زیرساخت‌های ارتباطی و بخش قابل توجهی از اقتصاد دیجیتال بر دسترسی به تراشه‌های پیشرفته و فناوری‌های تولید آن‌ها استوار است. اهمیت این حوزه تنها به ارزش اقتصادی آن محدود نمی‌شود. زنجیره نیمه‌رسانا یکی از معدود عرصه‌هایی است که در آن توزیع قدرت فناوریانه به‌شدت نامتوازن باقی‌مانده و کنترل چند گلوگاه راهبردی، امکان اثرگذاری بر مسیر توسعه فناوری در مقیاس جهانی را فراهم کرده است. از همین‌رو، رقابت بر سر نیمه‌رساناها بیش از آنکه رقابت بر سر یک صنعت باشد، رقابت بر سر کنترل زیرساخت بنیادین اقتصاد و امنیت دیجیتال محسوب می‌شود. برتری ایالات متحده در این حوزه صرفاً از ظرفیت تولید تراشه ناشی نمی‌شود، بلکه از تسلط بر بخش‌های کلیدی زنجیره ارزش سرچشمه می‌گیرد. طراحی تراشه‌های پیشرفته، مالکیت فکری، نرم‌افزارهای خودکارسازی طراحی تراشه، تجهیزات ساخت نیمه‌رسانا و شبکه متحدان صنعتی، مجموعه‌ای از مزیت‌های انباشته را شکل داده‌اند که بازتولید آن‌ها در کوتاه‌مدت دشوار است. شرکت‌هایی مانند انویدیا و اینتل در کنار بازیگران مسلط حوزه تجهیزات و فناوری تولید، از جمله شرکت «سامانه‌های لیتوگرافی پیشرفته»^۱ هلند، مواد «کاربردی»^۲ آمریکا و «توکیو الکترون»^۳ ژاپن، بخش مهمی از گلوگاه‌های فناوریانه این صنعت را در اختیار دارند. همین تمرکز، امکان استفاده از ابزارهای کنترل صادرات و محدودسازی دسترسی رقبا به فناوری‌های پیشرفته را برای آمریکا و شرکای آن فراهم کرده است (U.S.-China Economic and Security Review Commission, 2021). واکنش چین به این وضعیت، تلاش برای بازآرایی ساختار وابستگی فناوریانه بوده است. پکن نیمه‌رسانا را به یکی از ارکان اصلی راهبرد خوداتکایی صنعتی تبدیل کرده و از طریق صندوق‌های ملی، یارانه‌های گسترده، مشوق‌های مالیاتی و حمایت هدفمند از شرکت‌های داخلی، ظرفیت بومی خود را توسعه داده است. «شرکت بین‌المللی ساخت نیمه‌رسانای چین»^۴ در برخی حوزه‌ها پیشرفت‌های قابل توجهی داشته است؛ اما فاصله با فناوری‌های سه تا پنج

1. Advanced Semiconductor Materials Lithography

2. Applied Materials

3. Tokyo Electron

4. Semiconductor Manufacturing International Corporation

نانومتری و تجهیزات «لیتوگرافی فرابنفش بسیار شدید»^۱ همچنان پابرجاست. محدودیت‌های صادراتی آمریکای، فهرست‌گذاری شرکت‌هایی مانند هواوی، مقررات وزارت بازرگانی آمریکا در سال ۲۰۲۲ و هماهنگی واشینگتن با هلند و ژاپن نیز دقیقاً بر همین نقاط گلوگاهی متمرکز بوده‌اند و نشان می‌دهند که رقابت نیمه‌رسانایی از سطح رقابت تجاری به سطح مهار فناوریانه ارتقا یافته است (Branstetter, 2024; Shivakumar et al., 2025). اقدامات متقابل چین، از جمله افزایش سرمایه‌گذاری داخلی و محدودسازی صادرات موادی مانند گالیوم و ژرمانیوم، نشان می‌دهد که وابستگی متقابل در این زنجیره یک‌سویه نیست و پکن نیز در برخی حلقه‌های تأمین از اهرم‌های راهبردی برخوردار است. از دل این تحولات، فرایندی گسترده‌تر از رقابت صنعتی قابل‌مشاهده است که طی آن زنجیره نیمه‌رسانا به موضوعی امنیتی تبدیل شده و دسترسی به فناوری‌های پیشرفته، به یکی از مؤلفه‌های اصلی قدرت ملی بدل گردیده است. نیمه‌رسانا در این معنا صرفاً صنعت پایه اقتصاد دیجیتال نیست، بلکه یکی از مهم‌ترین میدان‌های بازتوزیع قدرت در ژئوپلیتیک فناوری معاصر به شمار می‌آید.

۲-۲-۳. هوش مصنوعی

هوش مصنوعی یکی از کانون‌های اصلی رقابت فناوریانه آمریکا و چین است، زیرا برخلاف بسیاری از فناوری‌های پیشین، ارزش راهبردی آن از برهم‌کنش چند منبع قدرت به‌صورت هم‌زمان شکل می‌گیرد. داده، توان محاسباتی، الگوریتم، سرمایه انسانی، زیرساخت دیجیتال و ظرفیت تنظیم‌گری، همگی در تولید مزیت رقابتی نقش دارند و همین ویژگی، هوش مصنوعی را به نقطه تلاقی قدرت فناوریانه، اقتصادی، نظامی و حکمرانی تبدیل کرده است. در نتیجه، رقابت در این حوزه صرفاً بر سر توسعه یک فناوری جدید نیست، بلکه بر سر کنترل زیرساخت‌های دانشی و محاسباتی است که بخش مهمی از اقتصاد و امنیت آینده بر آن‌ها استوار خواهد شد.

ایالات متحده در لایه‌های بنیادین این رقابت همچنان موقعیت برتر خود را حفظ کرده است. شرکت‌هایی مانند گوگل، مایکروسافت، اپ‌ای‌آی و متا در توسعه مدل‌های زبانی بزرگ و سامانه‌های هوش مصنوعی مولد پیش‌تاز هستند و شبکه دانشگاهی، سرمایه‌گذاری خطرپذیر، مراکز پژوهشی و شرکت‌های تراشه‌ساز آمریکایی، ظرفیت نوآوری این کشور را تقویت می‌کنند. اهمیت این مزیت صرفاً در تولید مدل‌های

1. Extreme Ultraviolet Lithography

پیشرفته خلاصه نمی‌شود. بخش مهمی از زیرساخت جهانی هوش مصنوعی بر توان محاسباتی مورد نیاز برای آموزش این مدل‌ها استوار است و پردازنده‌های گرافیکی شرکت انویدیا به یکی از مهم‌ترین گلوگاه‌های این زیرساخت تبدیل شده‌اند. از همین رو، پیوند میان صنعت نیمه‌رسانا و رقابت هوش مصنوعی، پیوندی ساختاری است و محدودیت در یکی از این دو حوزه مستقیماً بر دیگری اثر می‌گذارد (Rohozinski, 2025). چین، در برابر این برتری بنیادین، مسیر متفاوتی را دنبال می‌کند. پکن هوش مصنوعی را به یکی از ارکان اصلی راهبرد توسعه ملی تبدیل کرده و از طریق سرمایه‌گذاری دولتی، حمایت از شرکت‌های بومی و توسعه زیرساخت‌های داده‌محور، تلاش کرده است ظرفیت خود را در این حوزه گسترش دهد. مزیت اصلی چین در مقیاس داده، گستردگی بازار داخلی و امکان استقرار سریع فناوری در محیط‌های شهری، صنعتی و خدماتی قرار دارد. همین ویژگی، توان این کشور را در تجاری‌سازی، آزمون و به‌کارگیری گسترده سامانه‌های هوش مصنوعی افزایش داده است.

با وجود این وابستگی به تراشه‌های پیشرفته، برخی چهارچوب‌های نرم‌افزاری جهانی و بخش‌هایی از دانش بنیادین، همچنان محدودیت‌های مهمی برای چین ایجاد می‌کند و یکی از دلایل تمرکز فزاینده این کشور بر توسعه ظرفیت‌های بومی به شمار می‌آید (U.S.-China Economic and Security Review Commission, 2021).

ابعاد ژئوپلیتیکی این رقابت زمانی آشکارتر می‌شود که هوش مصنوعی از سطح نوآوری فنی فراتر می‌رود و به موضوع حکمرانی، امنیت و کنترل زنجیره‌های فناوری تبدیل می‌شود. ایالات متحده بر الگوی مبتنی بر نوآوری بخش خصوصی، رهبری فناوری و محدودسازی دسترسی رقبا به فناوری‌های حساس تکیه دارد، درحالی‌که چین توسعه هوش مصنوعی را در چهارچوبی پیوندخورده با امنیت داده، ظرفیت دولت و سیاست صنعتی دنبال می‌کند. محدودیت‌های صادراتی آمریکا بر تراشه‌های پیشرفته، با هدف اثرگذاری بر توان محاسباتی مورد نیاز برای آموزش مدل‌های بزرگ طراحی شده‌اند و چین نیز با توسعه تراشه‌های بومی، مدل‌های داخلی و زیرساخت‌های نرم‌افزاری مستقل در پی کاهش این آسیب‌پذیری است (Branstetter, 2024). از دل این روند، هوش مصنوعی به یکی از مهم‌ترین میدان‌های رقابت بر سر کنترل منابع قدرت در عصر دیجیتال تبدیل شده است که در آن آمریکا همچنان در نوآوری بنیادین و پلتفرم‌های جهانی دست بالا را دارد و چین در مقیاس‌سازی، کاربرد صنعتی و پیوند فناوری با ظرفیت حکمرانی، مزیت‌های فزاینده‌ای به دست آورده است.

۳-۲-۳. زیرساخت‌های دیجیتال و استانداردهای مخابراتی

زیرساخت‌های دیجیتال و استانداردهای مخابراتی یکی از کانون‌های اصلی رقابت فناوریانه آمریکا و چین است، زیرا کنترل شبکه‌های ارتباطی، مراکز داده، کابل‌های زیردریایی، خدمات ابری، منظومه‌های ماهواره‌ای و استانداردهای فنی، توان دولت‌ها را برای اثرگذاری بر جریان اطلاعات، امنیت سایبری، بازارهای دیجیتال و وابستگی فناوریانه دیگر کشورها افزایش می‌دهد. ایالات متحده طی چند دهه گذشته معمار اصلی اینترنت جهانی بوده و شرکت‌ها، دانشگاه‌ها و نهادهای فنی آمریکایی در شکل‌گیری لایه‌های بنیادین این شبکه نقش محوری داشته‌اند. چین در مرحله جدید رقابت، با تمرکز بر تجهیزات مخابراتی، شبکه‌های «نسل پنجم ارتباطات همراه»^۱، شهرهای هوشمند و زیرساخت‌های داده، توانسته است بخشی از موازنه سنتی در این حوزه را تغییر دهد.

برآمدن شرکت هواوی به عنوان یکی از بزرگ‌ترین تأمین‌کنندگان تجهیزات مخابراتی جهان، نقطه عطف این تحول است. این شرکت با اتکا به حمایت صنعتی دولت، بازار داخلی عظیم و توان تولید رقابتی، در توسعه و عرضه تجهیزات نسل پنجم ارتباطات همراه جایگاهی برجسته به دست آورد. چین تا سال ۲۰۲۳ بیش از سه میلیون ایستگاه پایه نسل پنجم ارتباطات همراه در خاک خود راه‌اندازی کرد و از این مسیر، بزرگ‌ترین بستر عملیاتی این فناوری را در جهان ایجاد نمود (Tomás, 2023). این مقیاس گسترده، فقط مزیت تجاری ایجاد نکرد و به پکن امکان داد تجربه فنی، داده عملیاتی، استانداردهای کاربردی و قدرت چانه‌زنی بیشتری در بازارهای خارجی به دست آورد.

آمریکا و متحدانش این تحول را از منظر امنیت ملی و تاب‌آوری زیرساختی ارزیابی کردند. نگرانی اصلی آنان آن بود که وابستگی شبکه‌های ملی به تجهیزات چینی، امکان نفوذ، اختلال یا دسترسی غیرمجاز به داده‌های حساس را افزایش دهد. بر همین اساس، آمریکا، بریتانیا، استرالیا، ژاپن و شماری از کشورهای اروپایی، محدودیت‌هایی بر استفاده از تجهیزات هواوی اعمال کردند. اتحادیه اروپا نیز با وجود حضور شرکت‌هایی مانند نوکیا و اریکسون و نگرانی از هزینه‌های جایگزینی تجهیزات، به سمت سخت‌گیری امنیتی و کاهش تدریجی ریسک تأمین‌کنندگان پرخطر حرکت کرد. هم‌زمان واشینگتن از معماری «شبکه دسترسی رادیویی باز»^۲ حمایت کرد تا وابستگی

1. Fifth Generation Mobile Network

2. Open Radio Access Network

به تأمین‌کنندگان سخت‌افزاری محدود کاهش یابد و امکان حضور بازیگران متنوع‌تر در زنجیره مخابراتی فراهم شود.

رقابت زیرساختی به میدان استانداردگذاری نیز کشیده شده است. چین در نهادهایی مانند «اتحادیه بین‌المللی مخابرات»^۱ حضور فعال داشته و کوشیده است پیشنهادهای فنی خود را در حوزه‌هایی مانند اینترنت اشیا، شهرهای هوشمند و شبکه‌های نسل آینده وارد فرایندهای جهانی کند. استاندارد فنی در اینجا فقط قاعده مهندسی نیست و آثار حقوقی، اقتصادی و امنیتی دارد، زیرا کشورهایی که زیرساخت خود را براساس یک استاندارد بنا می‌کنند، در بلندمدت به تجهیزات، نرم‌افزارها، خدمات نگهداری و رژیم‌های سازگاری همان زیست‌بوم وابسته می‌شوند. آمریکا و متحدانش از الگوی اینترنت باز، چندذی‌نفعی و مبتنی بر جریان آزاد داده دفاع می‌کنند. چین نیز مفهوم حاکمیت سایبری دولت‌ها بر فضای مجازی را ترویج می‌کند و این مفهوم را با امنیت ملی، کنترل سرزمینی داده و استقلال دیجیتال پیوند می‌زند. رقابت آینده در حوزه «نسل ششم ارتباطات همراه»^۲ و اینترنت ماهواره‌ای نیز از همین منطق پیروی می‌کند. چین توسعه نسل ششم را به اولویت ملی تبدیل کرده و برای پیشگامی در آزمایش‌های اولیه و استانداردگذاری آن برنامه‌ریزی کرده است. آمریکا نیز از مسیر قانون حمایت از تولید نیمه‌رسانا و علم، اتحادیه‌های پژوهشی، شرکت‌های بزرگ فناوری و دانشگاه‌ها در پی حفظ جایگاه خود در نسل بعدی ارتباطات است. در حوزه اینترنت ماهواره‌ای، شبکه استارلینک و پروژه‌های چینی رقیب نشان می‌دهند که رقابت ارتباطی از زمین به فضا منتقل شده است. تجربه جنگ اوکراین آشکار کرد که دسترسی به منظومه‌های ماهواره‌ای تجاری می‌تواند در بحران‌های امنیتی به اهرم عملیاتی و سیاسی تبدیل شود. جمع‌بندی این حوزه نشان می‌دهد که آمریکا همچنان در لایه‌های بنیادین اینترنت، خدمات ابری، سامانه‌های ماهواره‌ای، شرکت‌های پلتفرمی و بخش مهمی از زیرساخت‌های جهانی ارتباطات مزیت دارد. چین نیز در لایه دسترسی، تجهیزات مخابراتی، مقیاس‌سازی شبکه و استانداردگذاری نسل‌های آینده به رقیبی جدی تبدیل شده است. از دل این وضعیت، رقابت زیرساختی دو کشور به یکی از مسیرهای اصلی شکل‌گیری ژئوپلیتیک فناوری بدل می‌شود، زیرا مسئله فقط فروش تجهیزات نیست و به تعیین قواعد اتصال، امنیت، داده، استاندارد و وابستگی بلندمدت کشورها مربوط می‌شود.

1. International Telecommunication Union

2. Sixth Generation Mobile Network

۳-۲-۴. حکمرانی داده و اکوسیستم نوآوری

حکمرانی داده و سازمان‌دهی اکوسیستم نوآوری، چهارمین حوزه مقایسه قدرت فناورانه آمریکا و چین است. در اقتصاد دیجیتال، داده به زیرساخت تصمیم، نوآوری، بازار و امنیت تبدیل شده و قواعد مالکیت، دسترسی، انتقال و بهره‌برداری از آن، جایگاهی راهبردی در موازنه قدرت یافته است. الگوی آمریکایی در این حوزه عمدتاً بر محور بازار، ابتکار شرکت‌های بزرگ فناوری و جریان آزاد داده شکل گرفته است. شرکت‌هایی مانند گوگل، متا، مایکروسافت و اپل، انباشت‌کنندگان اصلی داده‌های جهانی هستند و از رهگذر کنترل پلتفرم‌ها، خدمات ابری، نظام‌های تبلیغاتی و زیرساخت‌های نرم‌افزاری، نوعی قدرت فراملی داده‌محور ایجاد کرده‌اند. هرچند پرونده‌هایی مانند کمبریج آنالیتیکا و نگرانی‌های فزاینده درباره انحصار دیجیتال، دولت آمریکا را به سمت توجه بیشتر به رقابت، حریم خصوصی و مسئولیت پلتفرم‌ها سوق داده است؛ اما منطق غالب این الگو همچنان بر رهبری بخش خصوصی و تنظیم‌گری تدریجی استوار است.

الگوی چین بر اولویت حاکمیت دولت بر داده، امنیت ملی و مدیریت متمرکز جریان‌های اطلاعاتی تکیه دارد. قانون امنیت سایبری سال ۲۰۱۷، قانون امنیت داده سال ۲۰۲۱ و قانون حفاظت اطلاعات شخصی سال ۲۰۲۱، چهارچوبی ایجاد کرده‌اند که در آن داده‌های مهم، زیر نظارت مستقیم دولت قرار می‌گیرند و انتقال فرامرزی داده تابع ارزیابی‌های امنیتی و مصالح حاکمیتی است. پکن این رویکرد را با مفهوم حاکمیت سایبری توضیح می‌دهد و آن را لازمه حفظ ثبات اجتماعی، امنیت ملی و کنترل زیرساخت‌های حیاتی می‌داند. نتیجه این الگو، تمرکز گسترده داده‌های داخلی درون مرزهای چین و امکان بهره‌گیری سازمان‌یافته از آن برای آموزش الگوریتم‌ها، توسعه هوش مصنوعی و اجرای برنامه‌های ملی داده‌محور است

(U.S.-China Economic and Security Review Commission, 2021).

شکاف میان دو کشور در حکمرانی داده، فقط حقوقی یا فنی نیست و ماهیتی هنجاری و ژئوپلیتیکی دارد. آمریکا از اینترنت باز، جریان آزاد داده و نقش محوری شرکت‌های فراملی دفاع می‌کند؛ درحالی‌که چین بر حاکمیت سرزمینی داده، کنترل دولتی و بومی‌سازی زیرساخت‌های دیجیتال تأکید دارد. این دو الگو در مجامع بین‌المللی، نهادهای استانداردگذار و مذاکرات مربوط به حکمرانی اینترنت نیز با یکدیگر رقابت می‌کنند و هر یک می‌کوشد تعریف مطلوب خود از امنیت، آزادی، حریم خصوصی و توسعه دیجیتال را به الگوی قابل تعمیم برای دیگر کشورها تبدیل کند.

در سطح اکوسیستم نوآوری، آمریکا همچنان از مزیت‌های بنیادین برخوردار است. دانشگاه‌های پژوهشی پیشرو، بازار عمیق سرمایه، سرمایه‌گذاری خطرپذیر، فرهنگ کارآفرینی و توان جذب استعدادهای جهانی، این کشور را در مرزهای دانش و فناوری نگه داشته است. شاخص جهانی نوآوری در سال ۲۰۲۵ نیز جایگاه ممتاز آمریکا را در بودجه تحقیق و توسعه بنگاه‌ها، سرمایه‌گذاری خطرپذیر و خوشه‌های نوآوری بزرگ نشان می‌دهد. مراکزی مانند دره سیلیکون، بوستون و سیاتل، تمرکز کم‌نظیری از دانشگاه، سرمایه، شرکت و نیروی انسانی متخصص را در خود جای داده‌اند (Dutta et al., 2025).

چین طی دو دهه گذشته اکوسیستمی متفاوت و پربازده ایجاد کرده است که بر پیوند دولت، شرکت‌های بزرگ، بازار داخلی گسترده و اهداف راهبردی ملی استوار است. این کشور در تولید مقاله، ثبت اختراع، گسترش خوشه‌های نوآوری و افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه به سرعت به آمریکا نزدیک شده است. براساس گزارش شاخص جهانی نوآوری ۲۰۲۵، چین با میزبانی ۲۴ خوشه از میان ۱۰۰ خوشه برتر نوآوری جهان، جایگاه برجسته‌ای در نقشه نوآوری جهانی یافته است. شنژن، گوانگ‌ژو و هنگ‌کنگ نیز به کانون‌های مهم تجاری‌سازی و مقیاس‌پذیری فناوری تبدیل شده‌اند. افزایش نقش شرکت‌های خصوصی چینی در تحقیق و توسعه و سرمایه‌گذاری فناورانه نیز نشان می‌دهد که نوآوری چین فقط محصول هدایت دولتی نیست و درون آن، بخش خصوصی نیز سهمی رو به رشد دارد.

مقایسه نهایی نشان می‌دهد که آمریکا همچنان در تولید دانش بنیادین، زیرساخت‌های محاسباتی، پلتفرم‌های جهانی، سرمایه انسانی نخبه و سرمایه‌گذاری خطرپذیر برتری دارد. چین در تجاری‌سازی سریع، مقیاس صنعتی، بومی‌سازی زنجیره ارزش و بهره‌گیری از داده‌های گسترده مزیت یافته است. این وضعیت نوعی وابستگی متقابل پیچیده ایجاد می‌کند. آمریکا و متحدانش در بسیاری از کالاهای فناورانه، مواد اولیه و ظرفیت‌های تولیدی به چین متکی‌اند و چین نیز برای دسترسی به فناوری‌های پیشرفته، بازارهای صادراتی و برخی زیرساخت‌های راهبردی همچنان به غرب نیاز دارد. از دل این درهم‌تنیدگی، رقابت فناورانه دو کشور به میدان تعیین قواعد داده، نوآوری، زیرساخت و الگوهای حکمرانی دیجیتال منتقل می‌شود.

۳-۳. نقش بازیگران میانجی و چندقطبی شدن رقابت

چنان‌که پیش‌تر اشاره شد، رقابت فناورانه جهانی صرفاً به دوگانه ایالات‌متحده و چین محدود نمی‌شود و سایر بازیگران اثرگذار نیز در شکل‌دهی به نتایج نهایی این رقابت نقشی تعیین‌کننده دارند. در میان آن‌ها، سه بازیگر یعنی اتحادیه اروپا، هند و کره جنوبی از برجستگی بیشتری برخوردارند و می‌توان آن‌ها را به‌منزله میانجی‌ها یا متغیرهای مداخله‌گر در معادله رقابت فناوری جهانی تلقی کرد که جهت‌گیری راهبردی و سیاست‌های فناورانه آنان می‌تواند موازنه قدرت نوآوری را به‌طور معنادار تحت تأثیر قرار دهد.

۳-۳-۱. اتحادیه اروپا

اتحادیه اروپا در رقابت فناورانه میان آمریکا و چین، جایگاه یک قدرت فناورانه کلاسیک را اشغال نمی‌کند، بلکه از موقعیتی متفاوت وارد میدان می‌شود که بیش از آنکه بر برتری در پلتفرم‌ها، سرمایه‌گذاری خطرپذیر یا مقیاس صنعتی استوار باشد، بر ظرفیت قاعده‌گذاری و شکل‌دهی به محیط نهادی فناوری متکی است. اروپا از ویژگی‌های یک دولت متمرکز برخوردار نیست؛ اما از طریق بازار واحد، صلاحیت‌های تنظیم‌گرانه فراملی و توان هنجارسازی حقوقی، بر رفتار بازیگران جهانی اثر می‌گذارد. مفهوم حاکمیت فناورانه نیز در همین بستر اهمیت یافته است. این مفهوم صرفاً به خودکفایی فناورانه اشاره ندارد، بلکه بر توانایی اروپا برای حفظ استقلال تصمیم‌گیری، کاهش آسیب‌پذیری‌های راهبردی و اعمال قواعد خود بر فضای دیجیتال جهانی دلالت می‌کند. مقررات عمومی حفاظت از داده‌ها، قانون بازارهای دیجیتال و قانون خدمات دیجیتال تجلی حقوقی همین راهبرد به شمار می‌آیند و نشان می‌دهند که اروپا رقابت فناورانه را تنها در سطح نوآوری یا تولید تعریف نمی‌کند، بلکه آن را به عرصه تعیین قواعد مشروعیت، مسئولیت و حکمرانی دیجیتال نیز گسترش داده است.

ابعاد صنعتی این راهبرد در سال‌های اخیر اهمیت بیشتری یافته‌اند. قانون تراشه اروپا با هدف تقویت ظرفیت تولید نیمه‌رسانا، کاهش وابستگی به شرق آسیا و افزایش سهم اروپا در زنجیره ارزش جهانی طراحی شده است و با بسیج منابعی در حدود ۴۳ میلیارد یورو، بعد تولیدی حاکمیت فناورانه را تقویت می‌کند. برنامه قطب‌نمای دیجیتال ۲۰۳۰ نیز در همین مسیر، توسعه زیرساخت‌های پردازشی، ارتقای مهارت‌های دیجیتال، گسترش خدمات عمومی هوشمند و افزایش ظرفیت صنعتی را

دنبال می‌کند. اهمیت این اقدامات در آن است که اروپا دریافته است قدرت تنظیم‌گری، بدون پشتوانه صنعتی و فناورانه، در بلندمدت با محدودیت‌های جدی مواجه خواهد شد. از همین‌رو، راهبرد کنونی اتحادیه را می‌توان تلاشی برای پیوند دادن قدرت هنجاری با ظرفیت تولیدی دانست.

رفتار اروپا در قبال آمریکا و چین نیز از همین منطق تبعیت می‌کند. اتحادیه اروپا از یک‌سو در موضوعاتی مانند امنیت زنجیره‌های تأمین، استانداردهای فناوری و حکمرانی اینترنت با ایالات‌متحده همکاری می‌کند و در قالب شورای تجارت و فناوری اتحادیه اروپا و آمریکا و نیز ابتکارهایی نظیر بیانیه آینده اینترنت، از الگوی اینترنت باز، امن و چنددلی‌نفعی حمایت می‌نماید. از سوی دیگر، تلاش می‌کند در موقعیت وابستگی فناورانه کامل به آمریکا قرار نگیرد و از طریق ابزارهای تنظیم‌گرانه، سیاست صنعتی و استانداردگذاری، فضای مانور راهبردی خود را حفظ کند. این وضعیت، اروپا را در جایگاه بازیگری قرار می‌دهد که نه به دنبال جانشینی آمریکا است و نه در مدار نفوذ فناورانه چین تعریف می‌شود، بلکه می‌کوشد قواعد و نهادهای حاکم بر رقابت را تحت تأثیر قرار دهد.

محدودیت‌های ساختاری اروپا همچنان پابرجاست. ضعف نسبی در حوزه پلتفرم‌های جهانی، کم‌عمقی بازار سرمایه خطرپذیر، پراکندگی اکوسیستم نوآوری و دشواری مقیاس‌سازی شرکت‌های داده‌محور، فاصله آن را با آمریکا و چین حفظ کرده است. با این حال، اهمیت راهبردی اروپا از مسیر دیگری ناشی می‌شود. در شرایطی که رقابت فناورانه بیش از پیش به رقابت بر سر استانداردها، قواعد و معماری حکمرانی دیجیتال تبدیل شده است، اتحادیه اروپا توانسته است بخشی از قدرت خود را از حوزه تولید فناوری به حوزه تعریف چهارچوب‌های مشروعیت و تنظیم‌گری منتقل کند. از همین منظر، اروپا را باید یکی از مهم‌ترین عوامل شکل‌گیری نظم چندقطبی فناوری در نظام بین‌الملل معاصر دانست که در آن قدرت صرفاً از مالکیت فناوری ناشی نمی‌شود، بلکه از توانایی تعیین قواعد حاکم بر توسعه، گردش و بهره‌برداری از فناوری نیز سرچشمه می‌گیرد (Khasru, 2025).

۳-۳-۲. هند

هند در رقابت فناورانه آمریکا و چین، جایگاه یک قدرت فناورانه در حال ظهور را با نقش یک بازیگر موازنه‌ساز ترکیب کرده است. برخلاف ایالات‌متحده که بر لایه‌های پیشرفته نوآوری تسلط دارد و برخلاف چین که بر ظرفیت صنعتی و مقیاس تولید

تکیه می‌کند، مزیت هند از ترکیب جمعیت متخصص، بازار داخلی گسترده، زیست‌بوم نرم‌افزاری پویا و موقعیت آن در بازآرایی زنجیره‌های ارزش جهانی ناشی می‌شود. همین ویژگی‌ها دهلی‌نو را به یکی از مهم‌ترین مقاصد انتقال سرمایه و ظرفیت تولیدی در دوران بازتنظیم ژئوپلیتیکی زنجیره‌های تأمین تبدیل کرده است. ابتکار «ساخت هند»^۱ و برنامه «هند دیجیتال»^۲ نیز در همین چهارچوب معنا پیدا می‌کنند. این برنامه‌ها صرفاً سیاست‌های توسعه اقتصادی نیستند، بلکه بخشی از تلاش گسترده‌تر هند برای تبدیل ظرفیت جمعیتی و فناورانه به مزیت راهبردی محسوب می‌شوند. جذب سرمایه‌گذاری شرکت‌هایی مانند سامسونگ و فاکس کان و توسعه مأموریت ملی نیمه‌رسانا نیز نشان می‌دهد که دهلی‌نو صنعت نیمه‌رسانا را به‌عنوان یکی از ارکان امنیت اقتصادی و استقلال فناورانه خود تعریف کرده است.

تحولات سال‌های اخیر نشان می‌دهد که سیاست فناوری هند به تدریج ابعاد امنیتی پررنگ‌تری پیدا کرده است. تنش‌های مرزی با چین در سال ۲۰۲۰، نگاه دهلی‌نو به زیرساخت‌های دیجیتال، جریان داده و سرمایه‌گذاری خارجی را متحول کرد. مسدودسازی برنامه‌هایی مانند تیک‌تاک و وی‌چت، محدودیت بر سرمایه‌گذاری شرکت‌های چینی در استارت‌آپ‌های داخلی و تشدید ملاحظات امنیت داده، بیانگر آن است که فناوری در سیاست‌گذاری هند دیگر صرفاً موضوع توسعه اقتصادی تلقی نمی‌شود. در این چهارچوب، حاکمیت دیجیتال، امنیت ملی و تاب‌آوری اقتصادی به مفاهیمی درهم‌تنیده تبدیل شده‌اند. با وجود این، هند از پیوند کامل با هیچ‌یک از دو قطب اصلی رقابت فناوری پرهیز کرده است. دهلی‌نو همکاری فناورانه خود با ایالات متحده را در قالب گروه «چهارجانبه»^۳ گسترش می‌دهد؛ اما هم‌زمان سنت استقلال راهبردی خود را حفظ می‌کند و می‌کوشد فضای مانور لازم برای تعامل با طیفی متنوع از شرکای بین‌المللی را از دست ندهد.

اهمیت راهبردی هند تنها به ظرفیت صنعتی یا موقعیت ژئوپلیتیکی آن محدود نمی‌شود. تجربه سامانه هویت دیجیتال «آدهار»^۴ و «شبکه پرداخت یکپارچه»^۵ نشان می‌دهد که این کشور در حال ارائه الگویی متمایز از حکمرانی دیجیتال است که بر ایجاد زیرساخت‌های عمومی دیجیتال و فراهم کردن بستر نوآوری برای بخش

1. Make in India

2. Digital India

3. Quad

4. Aadhaar

5. Unified Payments Interface

خصوصی استوار است. در این مدل، دولت به جای ایفای نقش مالک پلتفرم‌های مسلط، زیرساخت‌های پایه را ایجاد می‌کند و امکان توسعه خدمات را برای بازیگران متعدد فراهم می‌سازد. اهمیت این رویکرد در آن است که گزینه‌ای متفاوت از دو الگوی مسلط آمریکایی و چینی ارائه می‌دهد و ظرفیت شکل‌گیری مسیرهای متنوع‌تری از توسعه دیجیتال را نشان می‌دهد. از همین منظر، هند را می‌توان یکی از مهم‌ترین تکیه‌گاه‌های بالقوه نظم چندمرکزی فناوری دانست که در آن توزیع قدرت صرفاً میان دو قطب اصلی رقابت محدود نمی‌ماند و بازیگران دیگری نیز در شکل‌دهی به قواعد و مسیرهای تحول فناوری نقش‌آفرینی می‌کنند (Moschella & Atkinson, 2021).

۳-۳-۳. دیگر بازیگران مؤثر

بخشی از قدرت فناورانه معاصر در اختیار کشورهایی قرار گرفته است که اگرچه در جایگاه هژمون‌های فناوری قرار ندارند؛ اما کنترل حلقه‌های حساس زنجیره ارزش جهانی، به آن‌ها نقشی فراتر از وزن جغرافیایی و جمعیتی‌شان بخشیده است. کره جنوبی و ژاپن از برجسته‌ترین نمونه‌های این گروه به شمار می‌آیند. اهمیت راهبردی این دو کشور از آنجا ناشی می‌شود که تصمیمات صنعتی، تجاری و فناورانه آنان می‌تواند بر عملکرد کل شبکه فناوری جهانی اثر بگذارد و دامنه مانور قدرت‌های بزرگ را گسترش یا محدود کند.

کره جنوبی در این میان موقعیتی ویژه دارد. سامسونگ و اس‌کی هاینیکس این کشور را به یکی از بازیگران محوری صنعت تراشه‌های حافظه و برخی بخش‌های پیشرفته نیمه‌رسانا تبدیل کرده‌اند و همین جایگاه، کره را به یکی از گره‌های مهم زنجیره تأمین جهانی فناوری بدل ساخته است. با این حال، سیاست فناوری سنول در بستری از وابستگی‌های متقاطع شکل می‌گیرد.

اتحاد امنیتی با ایالات متحده از یک سو و پیوند عمیق اقتصادی با بازار چین از سوی دیگر، کره جنوبی را در موقعیتی قرار داده است که ناگزیر به مدیریت هم‌زمان الزامات امنیتی، منافع تجاری و تاب‌آوری زنجیره تأمین باشد. مشارکت محتاطانه در ابتکارهای مرتبط با زنجیره تراشه و حمایت گسترده از صنعت نیمه‌رسانا را باید در همین چهارچوب فهم کرد. این سیاست‌ها بیانگر تلاش سنول برای حفظ ظرفیت تصمیم‌گیری مستقل در محیطی هستند که رقابت ژئوپلیتیکی به‌طور مستقیم بر مسیر توسعه صنعتی اثر می‌گذارد (Kim, 2023; Moon & Yeon, 2025).

ژاپن نیز اگرچه بخشی از موقعیت پیشین خود را در برخی صنایع دیجیتال از دست داده است، همچنان در مواد پیشرفته، تجهیزات تولید نیمه‌رسانا، رباتیک و فناوری‌های صنعتی جایگاهی گلوگاهی دارد. بخش مهمی از راهبردهای غرب برای کاهش وابستگی فناوریانه به چین، بدون مشارکت شرکت‌ها و فناوری‌های ژاپنی قابل تحقق نیست. پروژه راپیدوس و سرمایه‌گذاری گسترده در تولید تراشه‌های پیشرفته نشان می‌دهد که توکیو رقابت نیمه‌رسانا را در چهارچوب امنیت اقتصادی تعریف می‌کند و آن را به یکی از مؤلفه‌های قدرت ملی خود پیوند زده است. همکاری فزاینده با ایالات متحده و اروپا و تمرکز بر فناوری‌های دو نانومتري نیز بیانگر بازگشت ژاپن به نوعی سیاست صنعتی راهبردی است که در آن فناوری به‌عنوان زیرساخت نفوذ و تاب‌آوری ملی تلقی می‌شود (Nakamura et al., 2025).

در کنار این قدرت‌های میانی، مجموعه‌ای از بازیگران تخصصی نیز بر جهت‌گیری رقابت فناوری جهانی اثر می‌گذارند. تایوان با اتکا به شرکت تولید نیمه‌رسانای تایوان، جایگاهی بی‌بدیل در تولید تراشه‌های پیشرفته به دست آورده و به یکی از حساس‌ترین نقاط اتصال فناوری، اقتصاد و امنیت تبدیل شده است. ادبیات سپر سیلیکونی نشان می‌دهد که تمرکز ظرفیت تولید تراشه در تایوان، هم‌زمان می‌تواند عامل بازدارندگی و منشأ آسیب‌پذیری راهبردی باشد (Weil, 2025). اسرائیل در حوزه نوآوری امنیت سایبری و هوش مصنوعی، کانادا و استرالیا در زنجیره تأمین مواد حیاتی و برخی فناوری‌های نوظهور و روسیه از مسیر تعمیق همکاری‌های فناوریانه با چین، هریک بخشی از موازنه فناوری جهانی را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

توزیع قدرت در ژئوپلیتیک فناوری دیگر صرفاً از خلال مقایسه دو قطب اصلی رقابت قابل توضیح نیست. بخش مهمی از این قدرت در گلوگاه‌هایی متمرکز شده است که جریان فناوری جهانی از آن‌ها عبور می‌کند. تراشه‌های پیشرفته تایوان، تجهیزات و مواد ژاپنی، حافظه‌های کره‌ای، مواد معدنی حیاتی استرالیا و کانادا و ظرفیت‌های تخصصی اسرائیل در حوزه امنیت سایبری و هوش مصنوعی، هریک بخشی از معماری قدرت فناوریانه معاصر را تشکیل می‌دهند. در چنین ساختاری، ایالات متحده و چین همچنان دو مرکز ثقل اصلی رقابت باقی می‌مانند؛ اما توان آن‌ها برای حفظ یا گسترش نفوذ، به شبکه‌ای از بازیگران میانی و تخصصی وابسته است که کنترل حلقه‌هایی از زنجیره ارزش جهانی را در اختیار دارند. از همین‌رو، نظم فناوریانه در حال ظهور را باید ساختاری چندمرکزی و نامتقارن دانست که در آن قدرت بیش از آنکه از تملک کامل

فناوری ناشی شود، از توانایی کنترل گلوگاه‌های راهبردی، مدیریت وابستگی‌های متقابل و اثرگذاری بر قواعد حاکم بر توسعه و گردش فناوری سرچشمه می‌گیرد.

۳-۴. سازوکارهای جابه‌جایی قدرت از مسیر فناوری

یافته‌های تطبیقی این پژوهش نشان می‌دهد که تغییر در موازنه فناورانه، از مسیر چند سازوکار به بازآرایی قدرت در نظام بین‌الملل منتهی می‌شود. نخستین سازوکار، انباشت مزیت اقتصادی و نظامی از رهگذر برتری در فناوری‌های راهبردی است. کشوری که در نیمه‌رساناهای هوش مصنوعی، زیست‌فناوری، انرژی‌های نو و زیرساخت‌های محاسباتی جایگاه پیشرو داشته باشد، هم ظرفیت تولید ثروت و شرکت‌های اثرگذار جهانی را افزایش می‌دهد و هم ابزارهای پیشرفته‌تری برای قدرت سخت به دست می‌آورد.

کاربردهای دوگانه فناوری، این پیوند را آشکار می‌سازد. برتری آمریکا در نیمه‌رساناهای پیشرفته، توان محاسباتی سامانه‌های اطلاعاتی، شناسایی، فرماندهی و تسلیحاتی آن را تقویت کرده است. در مقابل، پیشرفت چین در هوش مصنوعی و سامانه‌های خودمختار می‌تواند ظرفیت نظامی این کشور را در حوزه‌هایی مانند فرماندهی هوشمند، پهپادهای رزمی و جنگ الگوریتمی افزایش دهد و بر موازنه منطقه‌ای، به‌ویژه در پیرامون تایوان و اقیانوس آرام اثر بگذارد (U.S.-China Economic and Security Review Commission, 2021).

سازوکار دوم، تبدیل وابستگی فناورانه به اهرم فشار راهبردی است. در اقتصاد جهانی شبکه‌ای، دولت‌ها و شرکت‌ها به زیرساخت‌های مالی، ارتباطی، محاسباتی و صنعتی فراملی وابسته‌اند و کنترل این گلوگاه‌ها می‌تواند قدرت اعمال محدودیت ایجاد کند. آمریکا طی دهه‌های گذشته از جایگاه خود در نظام مالی، نرم‌افزارهای پایه، خدمات ابری، تراشه‌های پیشرفته و شبکه‌های ارتباطی برای اعمال فشار بر رقبای بهره گرفته است. نمونه‌هایی مانند محدودیت صادرات فناوری‌های حساس، محروم‌سازی شرکت‌ها از دسترسی به تراشه یا تهدید به قطع خدمات زیرساختی نشان می‌دهد که وابستگی فناورانه به ابزار سیاست قدرت تبدیل شده است (Rohozinski, 2025). چین نیز با کنترل بخشی از مواد معدنی حیاتی، توسعه سامانه ناوبری بیدو، گسترش شبکه‌های ارتباطی و تقویت پلتفرم‌های بومی می‌کوشد ظرفیت اهرم‌سازی متقابل ایجاد کند. محدودیت صادرات گالیوم و ژرمانیوم در سال ۲۰۲۳ نشان داد که پکن می‌تواند برخی حلقه‌های زنجیره تأمین جهانی را به ابزار پاسخ راهبردی تبدیل کند.

سازوکار سوم، قاعده‌گذاری و استانداردسازی است. قدرت فناورانه زمانی پایدارتر می‌شود که یک بازیگر بتواند قواعد فنی، حقوقی و نهادی حاکم بر فناوری را شکل

دهد. استانداردهای مخابراتی، رژیم‌های کنترل صادرات، قواعد مالکیت فکری، امنیت داده و حکمرانی اینترنت، فقط قواعد فنی محسوب نمی‌شوند و در عمل مسیر بازارها وابستگی‌ها و الگوهای حکمرانی را تعیین می‌کنند. آمریکا طی دهه‌های گذشته از حضور شرکت‌ها، دانشگاه‌ها و کارشناسان خود در نهادهای استاندارددگذار برای تثبیت فناوری‌های سازگار با زیست‌بوم خود بهره برده است. چین نیز با برنامه‌هایی مانند استانداردهای چین ۲۰۳۵ در پی افزایش سهم خود در تعیین قواعد آینده فناوری است. افزایش نفوذ چین در استاندارددگذاری نسل پنجم ارتباطات همراه و فناوری‌های داده‌محور، می‌تواند به انتقال تدریجی بخشی از رهبری نهادی در حکمرانی فنی جهانی منجر شود.

سازوکار چهارم، جاذبه الگویی و مشروعیت روایی است. هژمونی فناوریانه با تصویر عمومی از کارآمدی، پیشرفت و آینده‌سازی پیوند دارد. آمریکا پس از جنگ سرد، الگوی دره سیلیکون را به‌عنوان روایت موفق آزادی اقتصادی، نوآوری باز و کارآفرینی جهانی عرضه کرد. چین اکنون می‌کوشد نشان دهد که توسعه فناوریانه پیشرفته می‌تواند در چهارچوب دولت متمرکز، سیاست صنعتی و حکمرانی داده نیز تحقق یابد. موفقیت این روایت برای برخی دولت‌های درحال توسعه می‌تواند جذاب باشد، زیرا الگوی چینی، پیوند میان رشد اقتصادی، کنترل نهادی و فناوری‌های مقیاس‌پذیر را عرضه می‌کند. چهار سازوکار پیش‌گفته در کنار یکدیگر نشان می‌دهند که جابه‌جایی قدرت فناوریانه از منطق جهش‌های ناگهانی پیروی نمی‌کند، بلکه در قالب فرایندی انباشتی، چندلایه و ساختاری پیش می‌رود. ایالات متحده همچنان در لایه‌های بنیادین نوآوری، طراحی نیمه‌رساناهای پیشرفته، سرمایه‌گذاری خطرپذیر، دانشگاه‌های پیشرو و زیرساخت‌های جهانی دانش از مزیت قابل توجهی برخوردار است. در مقابل، چین با اتکا به ظرفیت‌های صنعتی، داده‌ای، زیرساختی و نهادی خود، در حال کاهش فاصله در بخش‌هایی از زنجیره ارزش فناوری است و همین روند، دامنه برتری سنتی آمریکا را در برخی حوزه‌های راهبردی محدود می‌سازد. اهمیت این تحول در آن است که رقابت فناوریانه دو قدرت را از سطح رقابت میان شرکت‌ها یا محصولات فراتر می‌برد و آن را به یکی از عرصه‌های اصلی بازتوزیع قدرت در نظام بین‌الملل تبدیل می‌کند. در چنین بستری، موضوع منازعه صرفاً بر سر سهم بازار یا برتری تکنولوژیک نیست، بلکه بر سر توان شکل‌دهی به زیرساخت‌های حیاتی، استانداردهای فنی، الگوهای وابستگی، جریان‌های داده و روایت‌های مسلطی است که نظم دیجیتال آینده را تعریف خواهند کرد.

نتیجه‌گیری

رقابت فناوریانه ایالات متحده و چین را نمی‌توان صرفاً امتداد رقابت‌های اقتصادی یا صنعتی متعارف دانست. آنچه در دو دهه اخیر شکل گرفته، جابه‌جایی تدریجی فناوری از جایگاه یک متغیر پشتیبان توسعه به جایگاه یکی از بنیان‌های اصلی قدرت بین‌المللی است. در چنین بستری، ظرفیت طراحی و تولید نیمه‌رساناهای پیشرفته، توسعه مدل‌های هوش مصنوعی، کنترل زیرساخت‌های دیجیتال، مدیریت جریان داده و اثرگذاری بر استانداردهای فنی، به مؤلفه‌هایی تبدیل شده‌اند که مستقیماً بر توزیع قدرت در نظام بین‌الملل اثر می‌گذارند. از همین‌رو، رقابت واشینگتن و پکن را باید رقابتی بر سر فناوری دانست که پیامدهای آن بسیار فراتر از حوزه فناوری امتداد پیدا می‌کند.

تحلیل چهار حوزه نیمه‌رساناها، هوش مصنوعی، زیرساخت‌های دیجیتال و حکمرانی داده نشان داد که هیچ‌یک از دو قدرت در موقعیت برتری مطلق قرار ندارند. ایالات متحده همچنان در لایه‌های بنیادین نوآوری، سرمایه‌گذاری خطرپذیر، دانشگاه‌های پیشرو، طراحی تراشه‌های پیشرفته و شبکه‌های جهانی دانش مزیت قابل توجهی دارد. در مقابل، چین با اتکا به ظرفیت‌های صنعتی، مقیاس بازار داخلی، سرمایه‌گذاری گسترده و سیاست‌گذاری متمرکز، توانسته است در بخش‌هایی از زنجیره ارزش فناوری فاصله خود را کاهش دهد. اهمیت این وضعیت در آن است که رقابت موجود را از منطق جان‌شینی ساده یک قدرت به‌جای قدرت دیگر خارج می‌کند و آن را به فرایندی پویا از بازتوزیع تدریجی مزیت‌ها در بخش‌های مختلف اکوسیستم فناوری تبدیل می‌سازد.

یافته محوری پژوهش در سطح نظری به مفهوم ژئوپلیتیک فناوری بازمی‌گردد. این مفهوم بیانگر وضعیتی است که در آن فناوری صرفاً منبع رشد اقتصادی یا برتری نظامی نیست، بلکه به بستری برای اعمال نفوذ نهادی، شکل‌دهی به وابستگی‌های راهبردی، تعریف استانداردهای جهانی و هدایت مسیرهای توسعه آینده تبدیل می‌شود. در چنین شرایطی، قدرت از مالکیت فناوری فراتر می‌رود و به توانایی کنترل زیرساخت‌ها، قواعد، شبکه‌ها و جریان‌های داده گسترش می‌یابد. به همین دلیل، رقابت فناوری معاصر را باید رقابتی بر سر معماری نظم آینده دانست که در آن تعیین‌کنندگان استانداردها و قواعد، به همان اندازه تولیدکنندگان فناوری اهمیت خواهند داشت.

هم‌زمان، بررسی نقش اتحادیه اروپا نشان داد که رقابت فناوری جهانی به ساختاری دوقطبی فروکاسته نمی‌شود. اروپا، با وجود فاصله قابل‌توجه با آمریکا و چین در برخی

حوزه‌های صنعتی و پلتفرمی، توانسته است از طریق قدرت تنظیم‌گری، هنجارسازی حقوقی و استانداردگذاری، بر مسیر تحول فناوری اثر بگذارد. حضور چنین بازیگرانی بیانگر آن است که نظم فناورانه آینده احتمالاً نه در قالب جانشینی یک هژمون واحد، بلکه در قالب ساختاری پیچیده‌تر شکل خواهد گرفت که در آن قدرت میان بازیگران دارای ظرفیت‌های متفاوت علمی، صنعتی، نهادی و حقوقی توزیع می‌شود.

از دل این تحولات، تصویری از نظام بین‌الملل در حال ظهور نمایان می‌شود که در آن فناوری به یکی از مهم‌ترین عرصه‌های تولید، توزیع و اعمال قدرت تبدیل شده است وابستگی‌های متقابل اقتصادی، زیرساختی و دانشی همچنان مانع شکل‌گیری گسست کامل میان قدرت‌های بزرگ هستند؛ اما هم‌زمان رقابت بر سر کنترل گره‌های راهبردی این وابستگی‌ها با شدت بیشتری ادامه دارد. آینده ژئوپلیتیک فناوری در همین تنش میان اتصال و کنترل، همکاری و رقابت و وابستگی و خودمختاری شکل خواهد گرفت که به تدریج به یکی از تعیین‌کننده‌ترین نیروهای سازمان‌دهنده نظم جهانی در قرن بیست‌ویکم تبدیل می‌شود.

فهرست منابع

- اسماعیلی، مصطفی؛ رکنی، امیرعباس؛ حسینی، سید رضا (۱۴۰۲). ژئوپلیتیک سایبری در گذرگاه قدرت: تحلیل هژمونی سایبری ایالات متحده آمریکا در تقابل با چین. فصلنامه روابط خارجی، ۱۵ (۴)، ۲۶۷ تا ۲۹۶
- پیرمحمدی، سعید؛ هدایتی شهیدانی، مهدی؛ نیاکوئی، سید امیر (۱۴۰۳). تکنوژئوپلیتیک و تغییر الگوهای سنتی جهانی در حوزه فناوری‌های دیجیتال؛ چشم‌اندازی استراتژیک برای ایران. فصلنامه روابط خارجی، ۱۶ (۴)، ۸۹ تا ۱۱۶
- سلیمان زاده، سعید؛ اسلامی، محسن؛ موسوی شفائی، مسعود؛ گل محمدی ولی (۱۴۰۳). حکمرانی هوش مصنوعی در عصر دیجیتال: واکاوی راهبردها و رویکردهای آمریکا. فصلنامه روابط خارجی، ۱۶ (۲)، ۱۹۳ تا ۲۲۴

References

- Allison, G., Klyman, K., Barbesino, K., & Yen, H. (2021, December 7). *The great tech rivalry: China vs. the U.S.* Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School. <https://www.belfercenter.org/publication/great-tech-rivalry-china-vs-us>
- Alter, K. J. (2025). *U.S. export controls across time: Knowledge, technology, and China*. American Journal of International Law, 119(1), 180–195. <https://doi.org/10.1017/ajil.2024.61>
- Baldwin, D. A. (1985). *Economic statecraft*. Princeton University Press.
- Branstetter, L. (2024, July). *Export controls and US China technology competition in an interdependent world*. Brookings Institution. https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2024/07/20240701_Branstetter_Sanctions.pdf
- Chen, Y., Zhang, S., & Miao, J. (2023). *The negative effects of the US China trade war on innovation: Evidence from the Chinese ICT industry*. Technovation, 123, Article 102734. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102734>
- DeNardis, L. (2012). *Hidden levers of Internet control: An infrastructure based theory of Internet governance*. Information, Communication & Society, 15(5), 720–738. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2012.659199>
- Dutta, S., Lanvin, B., Rivera León, L., & Wunsch Vincent, S. (Eds.). (2025). *Global innovation index 2025: Innovation at a crossroads*. World Intellectual Property Organization. <https://www.wipo.int/web-publications/global-innovation-index-2025/en/index.html>
- Farrell, H., & Newman, A. L. (2019). *Weaponized interdependence: How global economic networks shape state coercion*. International Security, 44(1), 42–79. https://doi.org/10.1162/isec_a_00351
- Gilpin, R. (1981). *War and change in world politics*. Cambridge University Press.
- He, T., & Malkin, A. (2024). *The geoeconomics of global semiconductor value chains: Extraterritoriality and the US China technology rivalry*. Review of International Political Economy, 31(2), 674–699. <https://doi.org/10.1080/09692290.2023.2245404>
- Hwang, W., Paik, W., & Lim, H. (2024). *The US China competition, restructuring the global supply chain, and economic security*. Journal of East Asian Studies, 24(3), 324–342. <https://doi.org/10.1017/jea.2024.17>
- Kello, L. (2017). *The virtual weapon and international order*. Yale University Press.
- Khasru, S. M. (2025, September 3). *Techno nationalism is now the critical battlefield in geopolitics*. South China Morning Post. <https://www.scmp.com/opinion/world-opinion/article/3323778/techno-nationalism-now-critical-battlefront-geopolitics>

- Kim, D. K. (2023). *The US China technological competition and its impact on South Korea: With reference to the semiconductor industry*. Korea and Global Affairs, 7(5), 803–834. <https://doi.org/10.22718/kg.2023.7.5.032>
- Landwehr Matlé, J., Oppermann, K., & Lambach, D. (2026). *Great power competition for global leadership in artificial intelligence: Reconstructing artificial intelligence narratives of the United States, China, and the European Union*. Review of International Studies. Advance online publication. <https://doi.org/10.1017/S0260210526101776>
- Luo, Y. (2022). *Illusions of techno nationalism*. Journal of International Business Studies, 53(3), 550–567. <https://doi.org/10.1057/s41267-021-00468-5>
- Luo, Y., & Van Assche, A. (2023). *The rise of techno geopolitical uncertainty: Implications of the United States CHIPS and Science Act*. Journal of International Business Studies, 54(8), 1423–1440. <https://doi.org/10.1057/s41267-023-00620-3>
- Luttwak, E. N. (1990). *From geopolitics to geo economics: Logic of conflict, grammar of commerce*. The National Interest, 20, 17–23.
- Moon, C. I., & Yeon, W. (2025). *Clashes of techno statecraft: US China technology rivalry and South Korea's strategy?* Business and Politics, 27(4), 548–568. <https://doi.org/10.1017/bap.2024.26>
- Moschella, D., & Atkinson, R. D. (2021, April 12). *India is an essential counterweight to China and the next great U.S. dependency*. Information Technology and Innovation Foundation. <https://itif.org/publications/2021/04/12/india-essential-counterweight-china-and-next-great-us-dependency/>
- Nakamura, F., Nakagawa, K., Ishiyama, N., & Kishida, Y. (2025). *The impact of institutional entrepreneurs on semiconductor supply chain resilience: The case of Rapidus in Japan*. Asia Pacific Business Review. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/13602381.2025.2561152>
- Nye, J. S., Jr. (2010, May). *Cyber power*. Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School. <https://www.belfercenter.org/publication/cyber-power>
- Papageorgiou, M., Can, M., & Vieira, A. (2024). *China as a threat and balancing behavior in the realm of emerging technologies*. Chinese Political Science Review, 9(4), 441–482. <https://doi.org/10.1007/s41111-024-00248-0>
- Rohozinski, R. (2025, March 21). *The brutalist web*. Centre for International Governance Innovation. <https://www.cigionline.org/articles/the-brutalist-web/>
- Rühlig, T. (2023). *Chinese influence through technical standardization power*. Journal of Contemporary China, 32(139), 54–72. <https://doi.org/10.1080/10670564.2022.2052439>
- Ryan, M., & Burman, S. (2024). *The United States China tech war: Decoupling and the case of Huawei*. Global Policy, 15(2), 355–367. <https://doi.org/10.1111/1758-5899.13352>

- Shivakumar, S., Wessner, C., & Howell, T. (2025, April 14). *The limits of chip export controls in meeting the China challenge*. Center for Strategic and International Studies. <https://www.csis.org/analysis/limits-chip-export-controls-meeting-china-challenge>
- Strange, S. (1988). *States and markets*. Pinter.
- Tomás, J. P. (2023, July 24). *China deployed nearly 3 million 5G base stations at end June: Report*. RCR Wireless News. <https://www.rcrwireless.com/20230724/5g/china-deployed-nearly-3-million-5g-base-stations-end-june-report>
- U.S.-China Economic and Security Review Commission. (2021). *2021 report to Congress of the U.S.* China Economic and Security Review Commission. U.S. Government Publishing Office. <https://www.uscc.gov/annual-report/2021-annual-report-congress>
- von Ingersleben Seip, N. (2023). *Competition and cooperation in artificial intelligence standard setting: Explaining emergent patterns*. Review of Policy Research, 40(5), 781–810. <https://doi.org/10.1111/ropr.12538>
- Waltz, K. N. (1979). *Theory of international politics*. Addison Wesley.
- Weil, S. S., Gottwald, J. C., & Taube, M. (2025). *The European Union, Taiwan, and the silicon shield argument: A conceptual assessment through the lens of grand theories*. Asian Affairs, 56(1), 112–131. <https://doi.org/10.1080/23745118.2024.2417028>
- Winkler, S. C. (2025). *New and old cold wars: The tech war and the role of technology in great power politics*. Global Studies Quarterly, 5(2), Article ksaf038. <https://doi.org/10.1093/isagsq/ksaf038>
- Zheng, S. (2025, May 27). *US China tech decoupling: A shift towards a more paranoid world*. Harvard Kennedy School Student Review. <https://studentreview.hks.harvard.edu/us-china-tech-decoupling-a-shift-towards-a-more-paranoid-world/>