Quarterly Journal Defensive Future Studies
IRI Military Command and Staff University www.dfsr.ir Online ISSN: 2645-7172 Print ISSN: 2588-428x

Futures Studies on the Impact of US–China Technological Competition on International Security

Ehsan Kiani Raouf[1] | **Esmaeil Shafiee Sarvestani**[2]| **Bashir Esmaeili**[3] ✉

1. PhD Candidate, Department of Political Science, Shahreza Branch, Islamic Azad University, Shahreza, Tehran, Iran. E-mail: ehsan.kianiraouf@iau.ac.ir
2. Assistant Professor, Department of Political Science, Shahreza Branch, Islamic Azad University, Shahreza, Tehran, Iran. (Corresponding author) E-mail: esmaeilshafiee@gmail.com
3. Assistant Professor, Department of Political Science and International Relations, Shahreza Branch, Islamic Azad University, Shahreza Tehran, Iran.E-mail: bashir_esmaeili@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 2025-7-16
Received in revised form: 2025-8-20
Accepted: 2025-8-24
Published online: 2026-2-20

Keywords:
Technology; Futures Studies; International Security; Emerging Technologies; Scenario Writing

ABSTRACT

Objective: The technological rivalry between the United States and the People's Republic of China has, over the past two decades, become one of the strategic determinants shaping the future international order. This competition extends beyond economics, encompassing geopolitical, security, and normative dimensions.

Methodology: The present study, using a qualitative and futures-oriented approach, aims to identify the key drivers of this rivalry and examine its potential implications for international security and Iran's position. The study employed systematic content analysis. Data were collected from more than 75 peer-reviewed academic articles, 42 reports from leading think tanks, and 20 analytical documents. The selection criteria focused on scientific credibility and direct relevance to the subject. For analysis, the cross-impact technique and the Global Business Network (GBN) scenario-planning model were applied.

Findings: The results indicate that China, through extensive investment in research and development, the expansion of digital infrastructures, and advances in areas such as semiconductors, artificial intelligence, and 5G, has consolidated its position as a technological power. The United States, in response, has sought to curb this trajectory through sanctions, export controls on sensitive technologies, and alliance-building. The analysis highlights three main scenarios: "Cold Balance in Technology," "East–West Technological Divide," and "Digital Cold War."

Conclusion: Among the scenarios, the "Cold Balance in Technology" is assessed as the most favorable outcome for both international security and Iran. It maintains a competitive environment while enabling technological engagement and preventing the escalation of crises and rising defense expenditures.

Cite this article: Kiani Rauf,E., Shafiee Sarvestani,E. and Esmaeili,B. (2026). Future Studies: The Impact of US-China Competition in Technology on International Security. (e728534). *Defensive Future Studies*, *10*(39),235-259.

DOI: https://doi.org/10.22034/dfsr.2025.2066085.1923

Publisher: IRI Military Command and Staff University

CC BY NC ND

Extended Abstract

Introduction

The intensifying technological rivalry between the United States and the People's Republic of China has ~~e~~merged as one of the most critical drivers shaping the future of international order. Unlike traditional economic competition, this rivalry extends into domains of security, geopolitics, and global governance, directly influencing the balance of power in the twenty-first century. Key sectors such as artificial intelligence (AI), semiconductors, cybersecurity, and global technology standards are not only economic assets but also strategic resources with implications for military modernization, cyber resilience, and international influence. Understanding this rivalry and its implications is particularly significant for middle powers such as Iran, which face both opportunities and vulnerabilities in navigating an emerging multipolar technological landscape. This study aims to identify the main drivers of US–China technological competition, explore their interactions, and develop scenarios that can inform international security analysis and Iran's policy choices.

Methodology

This research employed a qualitative, futures-oriented methodology combining systematic content analysis with scenario-building techniques. Data were collected from three main categories of sources: (1) over 75 peer-reviewed academic articles published between 2017 and 2025 on international relations, cybersecurity, and geopolitics of technology; (2) 42 reports from leading think tanks such as RAND, the Center for Strategic and International Studies (CSIS), and the OECD; and (3) 20 analytical documents including official reports from the US National Science Foundation, China's Ministry of Industry and Information Technology, and corporate data from TSMC and SMIC. A systematic coding process was applied to extract approximately 400 conceptual units related to technological drivers, which were then grouped into five thematic clusters: technological drivers, economic and supply chain drivers, security drivers, normative and governance drivers, and geopolitical drivers. The cross-impact analysis (CIA) method was used to assess interactions between drivers, while the Global Business Network (GBN) model provided the framework for developing plausible future scenarios. Expert validation was

conducted with three specialists in international relations and security studies to refine prioritization and ensure contextual relevance for Iran.

Results

The findings reveal five major categories of drivers with direct implications for international security:

1. Artificial Intelligence (AI): Both the US and China perceive AI as a transformative force with military, economic, and social applications. China's 2017 "New Generation AI Development Plan" underscores its ambition to surpass the US by leveraging state investment and massive datasets (Kania, 2019). The US retains advantages in private sector innovation and university-led research. For Iran, the critical implication is the need to invest in indigenous computational infrastructure and algorithm development to reduce dependency on external actors.

2. Semiconductors: Control over semiconductor supply chains, particularly through Taiwan's TSMC and China's SMIC, is a central battleground (Kapustina & Gaiterova, 2020). The US employs export restrictions and alliances to limit China's access, while Beijing prioritizes domestic production. For Iran, limited access to advanced semiconductors heightens strategic vulnerability in defense and industrial modernization.

3. Digital Infrastructures: China's "Digital Silk Road" and Huawei's leadership in 5G technologies present an alternative ecosystem that challenges Western dominance (Seaman, 2020). While offering Iran affordable options for national network expansion, reliance on Chinese equipment also increases cybersecurity risks.

4. Cybersecurity and Military Applications: Both powers are heavily investing in offensive and defensive cyber capabilities, with increasing evidence of state-sponsored cyberattacks and AI-enabled military systems (Wu, 2020). For Iran, this translates into heightened exposure to advanced threats, necessitating stronger national cyber defense systems.

5.Global Technology Standards: The struggle over setting norms in emerging domains such as 6G networks, ethical AI, and digital governance institutions (e.g., ITU) reflects the strategic importance of

shaping the rules of the game (Sun, 2019). Iran risks marginalization if excluded from these processes.

Based on cross-impact analysis, three scenarios were generated:

Cold Balance in Technology: Characterized by intense competition but with limited cooperation through crisis management mechanisms. This scenario lowers the risk of direct confrontation while maintaining rivalry. For Iran, it provides room for limited engagement with both blocs.

East–West Technological Divide: Defined by decoupled supply chains and the creation of two independent ecosystems. While Iran could align with the Eastern bloc to circumvent sanctions, it risks deepening strategic dependency.

Digital Cold War: Marked by escalating cyber conflict and militarization of emerging technologies. This scenario generates global instability, rising defense expenditures, and heightened risks for vulnerable states like Iran.

Discussion and Conclusions

The analysis demonstrates that the US–China technological rivalry is a multidimensional phenomenon with profound consequences for international security. While AI, semiconductors, and digital infrastructures are the most immediate battlegrounds, the normative struggle over technology governance will shape the long-term architecture of the international system. For Iran, navigating these dynamics requires a balanced approach: strengthening domestic technological capacity, diversifying external partnerships, and actively participating in international forums to avoid marginalization. Among the scenarios developed, the Cold Balance in Technology emerged as the most desirable both globally and for Iran. It offers a competitive yet manageable environment, preventing escalation into systemic crises while allowing middle powers to pursue adaptive strategies. Conversely, the East–West divide and digital cold war scenarios present higher risks of dependency, instability, and exclusion. The study contributes to the academic debate on international security by combining futures studies with empirical analysis of technological competition. It highlights the importance of scenario planning for states situated outside the core rivalry, particularly those exposed to sanctions and technological restrictions. Future

research should further explore the resilience strategies of middle powers and examine the role of emerging alliances in shaping multipolar technology governance.

References:

– Kania, E. B. (2019). In military-civil fusion, China is learning lessons from the United States and starting to innovate. *The Strategy Bridge*, *27*.

– Kapustina, L., & Gaiterova, O. (2020). The US-China tech war: causes and scenarios. *ee ii tt a Molooeeaaaccă de Deept Intrrţţţ innll şi ee laţii Itt eaaaţiolll e*, (1), 49-62

– Seaman, J. (2020). China and the new geopolitics of technical standardization. *Notss ll l 'Ifri*, *34*, 20-21.

– Sun, H. (2019). US-China tech war: Impacts and prospects. *China Quarterly of International Strategic Studies*, *5*(02), 197-212.

– Wu, X. (2020). Technology, power, and uncontrolled great power strategic competition between China and the United States. *China International Strategy Review*, *2*(1), 99-119.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فصلنامه علمی آینده‌پژوهی دفاعی
http://www.dfsr.ir/
دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا

آینده پژوهی تاثیر رقابت امریکا و چین در حوزه فناوری بر امنیت بین الملل

احسان کیانی رئوف[۱] | اسماعیل شفیعی سروستانی[۲] | بشیر اسماعیلی[۳] ✉

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم سیاسی، واحد شهرضا، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرضا، تهران. ایران. ایمیل: ehsan.kianiraouf@iau.ac.ir

۲- استادیار گروه علوم سیاسی، واحد شهرضا، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرضا، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) ایمیل:mailto:esmaeilshafiee@gmail.com

۳- استادیار گروه علوم سیاسی و روابط بین‌الملل، واحد شهرضا، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرضا، ایران، ایران. (نویسنده مسئول) ایمیل: bashir_esmaeili@yahoo.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ پژوهشی

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت:
۱۴۰۴/۰۴/۲۵
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۴/۰۵/۲۹
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۴/۰۶/۰۲
تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۱۲/۰۱

کلیدواژه‌ها:
فناوری؛ آینده‌پژوهی؛ امنیت بین‌الملل؛ فناوری‌های نوظهور؛ سناریونویسی

چکیده

زمینه و هدف: رقابت فناورانه میان ایالات متحده و جمهوری خلق چین طی دو دهه اخیر به یکی از عوامل راهبردی در شکل‌دهی به نظم آینده بین‌الملل تبدیل شده است؛ رقابتی که علاوه بر اقتصاد، ابعاد ژئوپلیتیکی، امنیتی و هنجاری را نیز دربر می‌گیرد. این پژوهش با رویکرد کیفی و آینده‌پژوهانه، به شناسایی پیشران‌های کلیدی و پیامدهای احتمالی این رقابت بر امنیت بین‌الملل و جایگاه ایران می‌پردازد.

روش‌ها: مطالعه با تحلیل محتوای نظام‌مند انجام شد. داده‌ها از بیش از ۷۵ مقاله علمی، ۴۲ گزارش اندیشکده‌ای معتبر و ۲۰ سند تحلیلی گردآوری گردید. معیار انتخاب منابع، اعتبار علمی و ارتباط مستقیم با موضوع بود. برای تحلیل، از تکنیک تأثیرات متقابل و مدل سناریوسازی GBN استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان می‌دهد چین با سرمایه‌گذاری گسترده در تحقیق و توسعه، توسعه زیرساخت‌های دیجیتال و پیشرفت در حوزه‌هایی مانند نیمه‌رساناها، هوش مصنوعی و ۵ G جایگاه خود را به‌عنوان قدرت فناورانه تثبیت کرده است. ایالات متحده نیز با تحریم، کنترل صادرات فناوری‌های حساس و ائتلاف‌سازی می‌کوشد این روند را مهار کند. تحلیل‌ها سه سناریوی اصلی را ترسیم می‌کند: «موازنه سرد در حوزه فناوری»، «شکاف فناوری شرق و غرب» و «جنگ سرد دیجیتال».

نتیجه‌گیری‌ها: سناریوی موازنه سرد مطلوب‌ترین وضعیت برای امنیت بین‌الملل و ایران ارزیابی شد؛ زیرا ضمن حفظ رقابت، امکان تعامل فناورانه را فراهم و از تشدید بحران‌ها و افزایش هزینه‌های دفاعی جلوگیری می‌کند.

استناد: کیانی رئوف؛ احسان، شفیعی سروستانی، اسماعیل؛ و اسماعیلی، بشیر. (۱۴۰۴). آینده پژوهی تاثیر رقابت امریکا و چین در حوزه فناوری بر امنیت بین‌الملل. *آینده‌پژوهی دفاعی*. ۱۰(۳۹)، ۲۳۵-۲۵۹.

DOI: https://doi.org/10.22034/dfsr.2025.2066085.1923

ناشر: دانشگاه فرماندهی و ستاد ارتش جمهوری اسلامی ایران

CC BY NC ND

مقدمه

رقابت فناورانه میان ایالات متحده و جمهوری خلق چین در قرن بیست‌ویکم به یکی از مهمترین عوامل شکل‌دهنده نظم امنیتی و اقتصادی جهانی تبدیل شده است. در جهانی که فناوری‌های نوین به‌سرعت در حال تغییر ساختارهای اقتصادی، نظامی و سیاسی‌اند، رقابت برای دستیابی به فناوری‌های پیشرفته دیگر صرفاً به‌عنوان محرکی برای توسعه صنعتی تلقی نمی‌شود؛ بلکه به ابزاری مؤثر برای نفوذ ژئوپلیتیکی و بازتعریف جایگاه قدرت‌ها در نظام بین‌الملل بدل شده است (Buchanan, 2020).

از این منظر، ابتدا باید به روندهای کلان جهانی توجه کرد که در آنها فناوری‌های نوین به نقطه اتصال اقتصاد و امنیت تبدیل شده‌اند. در چنین بستری، هر قدرتی که بتواند بر حوزه‌هایی چون هوش مصنوعی، نیمه‌رساناها، ارتباطات نسل جدید و زیرساخت‌های دیجیتال مسلط شود، نه‌تنها مزیت اقتصادی بلکه اهرم‌های امنیتی و سیاسی تازه‌ای در اختیار می‌گیرد. این منطق کلی را می‌توان در رفتار بسیاری از قدرت‌های بزرگ مشاهده کرد، اما رقابت چین و ایالات متحده به‌عنوان نمونه‌ای برجسته از این روند جهانی اهمیت ویژه‌ای دارد.

چین طی دو دهه اخیر با اتخاذ سیاست‌گذاری صنعتی فعال، اجرای برنامه‌هایی مانند «ساخت چین ۲۰۲۵» و سرمایه‌گذاری‌های عظیم در حوزه تحقیق و توسعه، مسیر خود را از یک کشور تولیدکننده کم‌هزینه به یک قدرت نوآور جهانی تغییر داده است. زیرساخت‌های دیجیتال این کشور، دسترسی گسترده به داده‌های کلان و گسترش صنایع راهبردی مانند هوش مصنوعی، نیمه‌رساناها و فناوری‌های ارتباطی، جایگاه چین را به‌طور چشمگیری در رقابت جهانی ارتقا داده است. در این فرایند، پکن کوشیده است با ابتکاراتی همچون «کمربند و جاده دیجیتال» پیوندهای فناورانه خود را با کشورهای در حال توسعه تعمیق بخشد و نقش فعال‌تری در شکل‌دهی به استانداردها و قواعد بین‌المللی فناوری ایفا کند.

در سوی دیگر، ایالات متحده که سال‌ها نقش مسلط در زنجیره‌های ارزش جهانی و استانداردگذاری فناوری‌های پیشرفته داشت، اکنون با چالشی جدی مواجه شده است. واشنگتن با محدودسازی صادرات فناوری‌های حساس، اعمال تحریم علیه شرکت‌های کلیدی چینی و تشویق متحدان خود به پرهیز از همکاری با برخی پروژه‌های دیجیتال چین، تلاش می‌کند برتری فناورانه خویش را حفظ کند (Lee& Qiufan, 2021). این

رویکرد بیانگر آن است که رقابت در حوزه فناوری از سطح اقتصادی فراتر رفته و به بخشی از راهبردهای امنیت ملی تبدیل شده است.
پیامدهای این رقابت به‌طور مستقیم بر امنیت منطقه‌ای و جهانی اثرگذار است. برای کشورهای غیرغربی از جمله ایران، این تحولات هم فرصت‌هایی برای دسترسی به فناوری و ایجاد همکاری‌های فناورانه فراهم می‌کند و هم تهدیدهایی مانند افزایش آسیب‌پذیری سایبری، فشارهای ژئوپلیتیکی و وابستگی به زنجیره‌های تأمین را به همراه دارد. از این رو، پرسش اصلی این پژوهش آن است که روندها و پیشران‌های اصلی این رقابت فناورانه کدام‌اند و این روندها چه مسیرهایی را برای آینده امنیت بین‌الملل رقم خواهند زد؟ همچنین این پرسش مطرح می‌شود که این روندها و پیامدهای ناشی از آن چه تأثیری بر امنیت ملی ایران خواهند داشت و ایران چگونه می‌تواند در این فضای رقابتی جایگاه و منافع خود را مدیریت کند؟

مرور پیشینه و مبانی نظری

مرور پیشینه

صالحی، موسوی شفایی، گل‌محمدی و حاجی یوسفی (۱۴۰۲) در مقاله‌ای با عنوان «تأثیر تکنوناسیونالیسم بر رقابت اقتصادی آمریکا و چین (با تأکید بر حوزه نیمه‌هادی‌ها)» بیان می‌کنند که تکنوناسیونالیسم نوعی نگاه مرکانتلیستی به فناوری‌های نوین است که نوآوری و قابلیت‌های در حوزه فناوری را مستقیماً با هویت و امنیت ملی، رفاه اقتصادی و ثبات اجتماعی پیوند می‌دهد. این رویکرد بویژه پس از جنگ تجاری سال ۲۰۱۸ میان آمریکا و چین برجسته‌تر شد و حوزه نیمه‌هادی‌ها به نماد اصلی این رقابت تبدیل گردید. پژوهش با روش تحلیلی–تبیینی و مبتنی بر منابع اسنادی و اینترنتی انجام شد و فرضیه‌ای مطرح کرد مبنی بر اینکه نبرد در حوزه فناوری در نیمه‌هادی‌ها عامل کلیدی در جنگ تجاری و سرنوشت برتری اقتصادی دو کشور است. نتایج نشان می‌دهد که اگرچه غرب همچنان برتری دارد، چین با برنامه‌ریزی‌های گسترده به‌دنبال کاهش وابستگی و جبران فاصله است.
- خانی و مسرور (۱۳۹۶) در مقاله «ظهور چین: چالش‌های ایالات‌متحده آمریکا در مواجهه با قدرت روزافزون چین در روابط بین‌الملل» توضیح می‌دهند که؛ با فروپاشی شوروی و پایان نظام دوقطبی، ایالات‌متحده آمریکا مدعی کسب جایگاه قدرت بلامنازع و

قدرتمندترین دولت در نظام بین‌الملل گردید، بازیگری که توانایی جهت‌دهی به قواعد و رویه‌های بین‌المللی را به تنهایی داراست. با این همه سایر قدرت‌های بزرگ با به چالش کشیدن آمریکا، تلاش‌ها خود را برای تغییر این شرایط، با برنامه‌ریزی‌های بلندمدت و راهبردی ادامه دادند. این بازیگران همیشه به عنوان یک رقیب بالقوه جایگاه برتر آمریکا را تهدید می‌کردند. چین یکی از این قدرت‌های بزرگ است که توانایی‌های بالقوه این کشور برای تبدیل شدن به ابرقدرت و اشغال جایگاه فعلی آمریکا، باعث نگرانی استراتژیست‌ها و مقامات آمریکایی شده است. درنتیجه ایالات‌متحده در دهه دوم قرن بیست‌ویکم تمرکز استراتژی امنیت ملی خود را از خاورمیانه به شرق آسیا انتقال داد تا بتواند با این تهدید بالقوه مقابله کند.

کروگر (۲۰۱۹) در پژوهشی تحت عنوان « چرا جنگ تجاری ایالات‌متحده و چین می‌تواند دوباره تشدید شود» توضیح می‌دهند که؛ هر چند توافق تجاری «فاز یک» میان ایالات-متحده آمریکا و چین تنها قسمتی از نگرانی‌های ایالات‌متحده را برطرف می‌کند. اما مطالبات باقی‌مانده برای آن بسیار سخت‌تر و دشوارتر خواهد بود. بعلاوه در حالی که هم ایالات‌متحده و هم چین، علاقه‌مند به موفقیت سیستم تجارت آزاد چند جانبه جهانی هستنند، ولی سیاست‌های کنونی ایالات‌متحده آمریکا این هدف را تضعیف می‌کند.

ژانگ (۲۰۲۰) در تحقیقی با عنوان «سیاست صنعتی و نوآوری در حوزه فناوری در چارچوب جنگ تجاری آمریکا علیه چین» بیان می‌کند که سیاست صنعتی ابزاری است که تمامی کشورها به دلیل شکست‌های بازار در مسیر توسعه اقتصادی به‌کار می‌گیرند و این موضوع در جنگ تجاری آمریکا و چین نمود بیشتری یافته است. این پژوهش با روش تحلیلی–تبیینی و مبتنی بر مرور منابع معتبر انجام شده و در پی پاسخ به این پرسش بوده است که نقش سیاست صنعتی در نوآوری در حوزه فناوری دو کشور چیست و چه الگوهایی بر آن اثرگذارند. فرض اصلی بر آن است که نوآوری اصیل به دلیل ریسک و عدم‌قطعیت بالا بیشتر به نقش کارآفرینان متکی است و سیاست صنعتی نقش محدودتری دارد، در حالی که در نوآوری تقلیدی به دلیل ریسک کمتر، فضای بیشتری برای مداخله سیاست صنعتی فراهم می‌شود. یافته‌ها نشان می‌دهد کشورهای پیشرو مانند آمریکا برای حفظ مزیت در حوزه فناوری به نوآوری اصیل وابسته‌اند و کشورهای در حال خیزش مانند چین از نوآوری تقلیدی بیشتر بهره می‌برند، ازاین‌رو چین سیاست‌های صنعتی

گسترده‌تری را به‌کار می‌گیرد. همچنین آمریکا در گذشته و حال از سیاست صنعتی استفاده کرده و مؤلفه‌های نهادی اقتصادی و سیاسی در این زمینه تعیین‌کننده‌اند.

اینچکارا (۲۰۲۰) در مقاله‌ای با عنوان «چهره پنهان جنگ‌های تجاری: رقابت فناوری آمریکا و چین» به بررسی ارکان اصلی، راهبردها و چشم‌انداز آینده جنگ سرد فناوری میان ایالات متحده و چین پرداخته است. این پژوهش با روش تحلیلی–تبیینی و بر پایه منابع کتابخانه‌ای، آینده جنگ‌های فناوری دو کشور، پیامدهای آن بر بازارهای جهانی و اثرات تحولات دیپلماتیک بر اقتصاد را مورد واکاوی قرار می‌دهد. یافته‌ها نشان می‌دهد که طبق قوانین چین، شرکت‌های خارجی تنها از طریق مشارکت با طرف‌های داخلی می‌توانند وارد بازار چین شوند و این امر به دسترسی شرکت‌های چینی به فناوری‌های شرکای آمریکایی منجر شده است. چین در زنجیره تولید جهانی به جایگاهی کلیدی دست یافته و با تغییر رویکرد از تولید کاربرمحور به تولید در حوزه فناوری و صادرات محصولات با ارزش افزوده بالا، به دنبال رهایی از تله درآمد متوسط است. نتیجه‌گیری پژوهش حاکی از آن است که آمریکا که از چین در تولید عقب مانده، می‌کوشد با مهار رقابت و بویژه کند کردن پیشرفت‌های چین در فناوری‌هایی مانند G5، از برجسته‌تر شدن نقش چین جلوگیری کند.

گولی، نصار و ژان (۲۰۱۸) در مقاله‌ای با عنوان «چین، ایالات متحده و رقابت برای منابعی که فناوری‌های نوظهور را توانمند می‌سازند» به بررسی ابعاد نوین رقابت منابع میان این دو قدرت پرداخته‌اند. این پژوهش با رویکرد تحلیلی و مبتنی بر داده‌های آماری، به جای تمرکز سنتی بر سوخت‌های فسیلی، بر مواد معدنی غیرفسیلی متمرکز است که در فناوری‌های نوظهور نقش کلیدی ایفا می‌کنند. نویسندگان توضیح می‌دهند که عناصر کمیاب و کمتر شناخته‌شده‌ای مانند رنیوم در موتورهای جت، ایندیوم در نمایشگرهای تخت و گالیوم در تلفن‌های هوشمند، زیربنای فناوری‌های هوشمندتر و کوچک‌تر را تشکیل می‌دهند و کشورها به دنبال تأمین پایدار این مواد هستند. یافته‌ها نشان می‌دهد که هیچ کشوری تمام نیازهای خود را در داخل مرزهایش تأمین نمی‌کند و تجارت بین‌المللی می‌تواند به رقابت بین‌المللی منجر شود، بویژه زمانی که عرضه این مواد محدود باشد. تحلیل آنها نشان می‌دهد که چین برای بیش از نیمی از مصرف ۱۹ ماده معدنی از ۴۲ ماده غیرفسیلی به واردات متکی است، در حالی که ایالات متحده برای ۲۴ ماده به

واردات وابسته است که ۱۱ مورد از آنها مشترک است. این ۱۱ ماده معدنی غیرفسیلی که تولید آنها متمرکز و جایگزینی‌ناپذیر است، می‌تواند کانون اصلی و پرتنش‌ترین رقابت میان آمریکا و چین در آینده باشد.

نوآوری این پژوهش در آن است که رقابت فناورانه میان آمریکا و چین را نه به‌صورت تک‌بعدی، بلکه در چارچوبی آینده‌پژوهانه و چندبُعدی بررسی می‌کند و با فراتر رفتن از توصیف وضع موجود، سناریوهای متفاوتی از پیامدهای این رقابت بر امنیت بین‌الملل ارائه می‌دهد. این نگاه یکپارچه به ابعاد اقتصادی، ژئوپلیتیکی، امنیتی و هنجاری، مهمترین نوآوری پژوهش به‌شمار می‌آید.

مبانی نظری

واقع‌گرایی تهاجمی[1] به‌عنوان یکی از شاخه‌های مهم واقع‌گرایی ساختاری، بر این فرض استوار است که نظام بین‌الملل در ذات خود آنارشیک بوده و هیچ مرجع بالادستی برای تضمین امنیت دولت‌ها وجود ندارد. در چنین نظامی، دولت‌ها برای بقا ناگزیرند که به‌صورت مستمر به دنبال افزایش قدرت نسبی خود باشند. برخلاف نگاه دفاعی در واقع‌گرایی که معتقد است دولت‌ها صرفاً به‌اندازه‌ای قدرت به‌دست می‌آورند که بقای خود را تضمین کنند، واقع‌گرایی تهاجمی (به روایت مرشایمر) استدلال می‌کند که دولت‌ها تا جایی که امکان دارد باید قدرت بیشتری کسب کنند تا دیگران نتوانند آنها را تهدید کنند (Mearsheimer, 2001: 33-35). در این چارچوب، قدرت نه فقط ابزار بلکه هدفی برای تضمین امنیت در نظر گرفته می‌شود. نظریه‌پردازان این رویکرد می‌گویند در جهانی که قواعد الزام‌آور وجود ندارد، هرگونه اتکا به دیگران خطرناک است. دولت‌ها در چنین فضایی منطق «خودیاری» را دنبال می‌کنند و ترجیح می‌دهند خودشان توانمندی‌های اقتصادی، فناورانه و نظامی را توسعه دهند تا در موازنه قدرت جهانی در موضع برتری باشند(Williams et al, 2005: 17-19). با همین منطق، رقابت فناورانه ایالات متحده و چین قابل فهم می‌شود. چین با سرمایه‌گذاری وسیع در تحقیق و توسعه، سیاست‌گذاری صنعتی هدفمند و ارتقای ظرفیت‌های فناورانه در حوزه‌هایی چون هوش مصنوعی، نیمه‌رساناها و فناوری‌های راهبردی، به دنبال افزایش قدرت نسبی خود است. ایالات متحده نیز با اعمال تحریم‌ها، کنترل صادرات فناوری و ایجاد ائتلاف‌های فناورانه،

[1] Offensive Realism

درصدد حفظ جایگاه برتر و جلوگیری از نزدیک شدن چین به هژمونی است. بنابراین، چارچوب نظری واقع‌گرایی تهاجمی ابزار تحلیلی مهمی برای فهم منطق این رقابت فراهم می‌کند.

۳-۱ پیامدهای قدرت‌محور و امنیتی در رویکرد واقع‌گرایی تهاجمی

واقع‌گرایی تهاجمی در تحلیل رقابت‌های فناورانه و نظامی بر این نکته تأکید دارد که قدرت نظامی و فناورانه دو روی یک سکه‌اند. مرشایمر می‌گوید «تراژدی سیاست قدرت‌های بزرگ» در این است که هر قدرتی که می‌تواند، باید تلاش کند هژمون منطقه‌ای شود تا امنیت خود را تضمین کند (Mearsheimer, 2001: 36). این نگاه به‌خوبی در رقابت فناورانه چین و آمریکا قابل مشاهده است. توسعه تسلیحات هوشمند، زیرساخت‌های فضایی و جنگ سایبری، به‌عنوان ابزارهای قدرت سخت، با توسعه فناوری‌های نرم‌تر مثل هوش مصنوعی و کلان‌داده‌ها پیوند خورده‌اند. از این منظر، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین نه‌فقط برای رشد اقتصادی بلکه برای برتری امنیتی در جنگ‌های آینده ضروری است(Allison, 2017). از این زاویه در حالی که ایالات-متحده به واسطه چارچوب‌های حقوقی سخت‌گیرانه و ملاحظات اخلاقی با محدودیت-هایی در بهره‌برداری از داده‌های شخصی مواجه است، چین به واسطه ساختار سیاسی-اداری متمرکز خود، توانسته است زیرساختی کم‌نظیر برای جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و تحلیل داده‌های شهروندان ایجاد کند(Wu, ۲۰۲۰). حجم وسیع داده های رفتاری، پزشکی، مالی، ترافیکی و اجتماعی که از طریق سیستم‌های نظارتی، نرم افزارهای موبایلی و شبکه‌های اجتماعی بومی مانند وی چت[1] و تیک تاک[2] جمع‌آوری می‌شوند، به دولت و شرکت‌های فناوری چینی این امکان را داده‌اند که الگوریتم‌های یادگیری عمیق و سامانه‌های پیش‌بینی‌گر بسیار قدرتمندی را توسعه دهند (Sun, 2020). این داده ها نه تنها در بخش‌های اقتصادی و خدمات شهری به کار گرفته شده‌اند، بلکه در حوزه‌های حساس امنیت داخلی، پیشگیری از جرم، شناسایی چهره، امتیازدهی اجتماعی و مدیریت ترافیک نیز نقش فعالی دارند.

همچنین، واقع‌گرایی تهاجمی تأکید می‌کند که دولت‌ها نباید تنها به توازن دفاعی اکتفا کنند؛ بلکه باید برای جلوگیری از ظهور رقبای بالقوه، به اقدامات تهاجمی دست بزنند.

[1] WeChat
[2] TikTok

محدودیت صادرات فناوری‌های پیشرفته به چین و فشار بر متحدان برای عدم همکاری با پروژه‌های ۵ G این کشور، نمونه‌هایی از چنین رویکردی است (Incekara, 2020). در مقابل، چین با ابتکار «کمربند و جاده دیجیتال» در تلاش است استانداردهای فناورانه خود را در کشورهای دیگر نهادینه کند و از طریق سرمایه‌گذاری در صنایع نوآور، ظرفیت‌های قدرت ملی خود را گسترش دهد. این الگوهای رفتاری در چارچوب نظری واقع‌گرایی تهاجمی منطقی جلوه می‌کنند: هر قدرتی که می‌خواهد امنیت خود را تضمین کند، باید در پی کسب قدرت بیشتر باشد. در نظام آنارشیک، ضعف مساوی است با دعوت به تهاجم دیگران، و این منطق رقابت فناورانه و نظامی را به‌خوبی توضیح می‌دهد.

۲-۳ کاربرد واقع‌گرایی تهاجمی در تبیین رقابت فناورانه چین و آمریکا

واقع‌گرایی تهاجمی به‌عنوان چارچوب نظری این پژوهش کمک می‌کند تا رقابت فناورانه چین و آمریکا صرفاً به‌عنوان اختلافات اقتصادی دیده نشود، بلکه به‌عنوان بخشی از یک راهبرد کلان برای تضمین امنیت و افزایش قدرت نسبی تحلیل شود. این چارچوب نشان می‌دهد که چرا هر دو کشور نه‌تنها به دنبال توسعه داخلی فناوری‌های حساس‌اند بلکه می‌کوشند با ابزارهای ژئوپلیتیکی نفوذ فناوری خود را در سطح جهانی گسترش دهند.در این نگاه، فناوری‌های نوین به مؤلفه‌ای کلیدی از قدرت ملی تبدیل می‌شوند. تسلط بر نیمه‌رساناها، زیرساخت‌های مخابراتی نسل پنجم و منابع حیاتی مانند عناصر کمیاب[1] نه‌فقط به مزیت اقتصادی بلکه به برتری در میدان‌های نبرد آینده منجر می‌شود (Gulley et al., 2018). این همان منطقی است که باعث می‌شود چین در سرمایه‌گذاری‌های عظیم تحقیق و توسعه پیش‌تاز باشد و آمریکا نیز برای حفظ فاصله، شبکه‌ای از سیاست‌های محدودسازانه به‌کار گیرد (Hu et al., 2022). برای کشورهای غیرغربی نظیر ایران، واقع‌گرایی تهاجمی پیام مهمی دارد: در جهانی که قدرت‌های بزرگ به دنبال حداکثرسازی قدرت خود هستند، تنها با توسعه توانمندی‌های بومی در حوزه‌های حساس و هوشمندی در انتخاب شرکای فناورانه می‌توان امنیت ملی را تضمین کرد. به‌عبارت دیگر، اگر کشوری صرفاً مصرف‌کننده فناوری باشد، در زنجیره قدرت جهانی آسیب‌پذیر باقی می‌ماند. بدین ترتیب، این چارچوب نظری، منطق رقابت فناورانه را به‌عنوان بخشی از تلاش قدرت‌های بزرگ برای دستیابی به هژمونی منطقه‌ای و جهانی

[1] rare earth elements

توضیح می‌دهد و نشان می‌دهد که چرا این رقابت پیامدهای ژرفی برای امنیت بین‌الملل دارد. با اتکا به این چارچوب می‌توان سناریوهای آینده‌پژوهی ارائه‌شده در این پژوهش را بهتر درک کرد و فهمید که چگونه مسیرهای مختلف رقابت (موازنه سرد، شکاف فناورانه، یا جنگ سرد دیجیتال) با اصول واقع‌گرایی تهاجمی همخوانی دارند و در نهایت امنیت منطقه‌ای و جهانی را شکل می‌دهند(Mearsheimer, 2001; Waltz, 1979; Walt, 1987).

روش‌شناسی

رویکرد پژوهش و دلایل انتخاب آن

این پژوهش از رویکرد کیفی و آینده‌پژوهانه بهره می‌گیرد. هدف آن شناسایی پیشران‌های کلیدی رقابت فناوری میان ایالات متحده آمریکا و جمهوری خلق چین و تحلیل پیامدهای احتمالی این رقابت بر امنیت بین‌الملل است. انتخاب رویکرد کیفی به‌دلیل ماهیت پیچیده، چندبُعدی و پویا بودن موضوع و نبود داده‌های کمی معتبر برای پیش‌بینی آینده این رقابت صورت گرفته است (Creswell, 2017). در چنین شرایطی، روش‌های کیفی با امکان تحلیل عمیق اسناد، شناسایی عوامل پنهان و ساخت سناریوهای محتمل، ابزار مؤثرتری برای تبیین روابط علّی و پیامدی هستند (Inayatullah, 2008). افزون بر این، استفاده از آینده‌پژوهی مبتنی بر سناریو در حوزه امنیت بین‌الملل به پژوهشگر امکان می‌دهد طیفی از وضعیت‌های محتمل را ترسیم کرده و پیامدهای راهبردی هر وضعیت را برای بازیگران مختلف، بویژه جمهوری اسلامی ایران، تحلیل کند (Schoemaker, 1995).

جامعه آماری، منابع داده و معیارهای انتخاب

جامعه داده‌های این پژوهش شامل مجموعه‌ای از اسناد علمی و تحلیلی معتبر در بازه زمانی ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۵ است که از سه دسته منبع اصلی گردآوری شده‌اند. نخست، مقالات علمی دارای داوری همتا در حوزه‌های روابط بین‌الملل، امنیت سایبری، اقتصاد فناوری و رقابت ژئوپلیتیک که نمونه‌هایی از آن‌ها شامل آثار کانیا (Kania, 2019)، لی و کیوفان(Lee & Qiufan, 2021) و پنگ (Peng, 2023) است. دوم، گزارش‌های منتشرشده توسط اندیشکده‌های معتبر بین‌المللی همچون اندیشکده رَند ، مرکز مطالعات راهبردی و بین‌المللی ، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و پروژه قدرت چین که به‌طور

ویژه به ابعاد راهبردی و پیامدهای امنیتی رقابت فناورانه پرداخته‌اند. سوم، اسناد تحلیلی رسمی شامل گزارش‌های بنیاد ملی علوم آمریکا1 داده‌های شرکت تایوانی تولیدکننده نیمه‌رساناها، شرکت تولید نیمه‌رسانای بین‌المللی چین۲ و آمارهای منتشرشده در فهرست Fortune Global 500 که اطلاعات دقیق و به‌روزی درباره ظرفیت‌های فناورانه و اقتصادی بازیگران اصلی ارائه می‌دهند. انتخاب این منابع بر اساس معیارهایی مشخص انجام شد که شامل اعتبار علمی و استنادی (انتشار در ژورنال‌های معتبر یا اندیشکده‌های بین‌المللی)، ارتباط مستقیم با موضوع رقابت فناوری و امنیت بین‌الملل، به‌روز بودن داده‌ها به‌ویژه در زمینه فناوری‌های نوظهور و پوشش هم‌زمان ابعاد فناورانه، ژئوپلیتیکی، امنیتی و هنجاری بود.

مراحل جمع‌آوری داده‌ها

فرآیند گردآوری داده‌ها در این پژوهش طی سه گام اصلی انجام شد. در گام نخست، جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های علمی معتبر نظیر Scopus ، Web of Science، Google Scholar و همچنین پایگاه‌های تخصصی حوزه روابط بین‌الملل صورت گرفت تا منابع علمی و تحلیلی مرتبط شناسایی شوند. در گام دوم، منابع بر اساس معیارهای اعتبار و ارتباط انتخاب گردید؛ بدین معنا که تنها مقالات و گزارش‌هایی با استنادهای بالا، داده‌های معتبر و رویکرد آینده‌پژوهانه وارد فرایند تحلیل شدند. گام سوم به استخراج واحدهای معنایی اختصاص داشت که شامل شناسایی مفاهیم کلیدی مرتبط با پیشران‌های فناوری، عوامل ژئوپلیتیکی، تهدیدات سایبری، استانداردگذاری جهانی و تأثیرات بر امنیت بین‌الملل بود. در ادامه، یک بانک داده متنی حاوی خلاصه و کدگذاری اولیه هر سند تهیه شد که در مراحل بعدی برای تحلیل اثرات متقابل و تدوین سناریوها مورد استفاده قرار گرفت. همچنین، داده‌های مرتبط با ایران به‌طور خاص از طریق گزارش‌های رسمی، اسناد وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و تحلیل‌های منتشرشده در نشریات داخلی و خارجی گردآوری شد تا جایگاه و موقعیت کشور در سناریوهای آتی به‌صورت دقیق‌تر مشخص شود.

[1] NSF
[2] SMIC

تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها

در این پژوهش، فرایند تحلیل محتوای نظام‌مند با هدف شناسایی پیشران‌های کلیدی رقابت فناورانه میان ایالات متحده و چین و بررسی تعاملات آن‌ها با پیامدهای احتمالی بر امنیت بین‌الملل و ایران، در قالب چهار گام پیوسته طراحی و اجرا شد.

نخست، واحدهای تحلیل به‌گونه‌ای انتخاب گردیدند که مستقیماً به رقابت فناوری و اثرات امنیتی آن مرتبط باشند؛ مفاهیمی مانند «هوش مصنوعی»، «زنجیره تأمین نیمه‌رساناها»، «استانداردهای جهانی فناوری»، «امنیت سایبری»، «سیاست‌های ایالات متحده در محدودیت صادرات تراشه» و «وابستگی کشورهای ثالث به فناوری چین» از جمله این واحدها بودند که به‌عنوان کلمات کلیدی اولیه در فرایند کدگذاری به کار رفتند (Krippendorff, ۲۰۱۸؛Bardin, ۲۰۱۱). در گام دوم، متون منتخب به‌صورت خط‌به‌خط با روش کدگذاری باز بررسی شدند و مفاهیم کلیدی به شکل دقیق استخراج گردیدند. گام سوم به دسته‌بندی مضامین اختصاص یافت، به‌گونه‌ای که کدهای مشابه در پنج مضمون اصلی سازمان‌دهی شدند: پیشران‌های فناورانه (هوش مصنوعی، نیمه‌رساناها، کوانتوم، G۵، اینترنت اشیاء)، پیشران‌های اقتصادی و زنجیره تأمین (رقابت بر سر منابع حیاتی، محدودیت صادرات، وابستگی به تایوان و شرکتTSMC)، پیشران‌های امنیتی (تهدیدات سایبری، سلاح‌های خودکار، جاسوسی دیجیتال)، پیشران‌های هنجاری و حکمرانی دیجیتال (رقابت بر سر استانداردها در نهادهایی مانند اتحادیه بین‌المللی مخابرات)، و پیشران‌های ژئوپلیتیکی (ایجاد بلوک‌های فناوری شرق و غرب، فشارهای آمریکا بر متحدان، و فرصت‌های کشورهای ثالث نظیر ایران). در این مرحله، زیرکدهای متعدد نیز استخراج و فراوانی آن‌ها ثبت شد تا وزن نسبی هر پیشران در ادبیات موجود مشخص گردد. در گام چهارم، برای هر پیشران سه حالت آینده محتمل تعریف شد تا در تحلیل اثرات متقابل و سناریوسازی به کار رود. به‌عنوان نمونه، در حوزه هوش مصنوعی، حالت‌ها شامل تسلط آمریکا بر الگوریتم‌ها و سخت‌افزار، پیشرفت سریع چین به‌واسطه داده‌های عظیم و سرمایه‌گذاری دولتی، و شکل‌گیری همکاری محدود بین‌المللی با هدف کنترل ریسک تسلیحاتی بودند. در حوزه نیمه‌رساناها، حالات شامل تداوم سلطه شرکت تایوانیTSMC ، ظهور چین به‌عنوان قدرت تولید مستقل (شرکت SMIC)، و بروز بحران‌های ژئوپلیتیکی بر سر تایوان بود. برای زیرساخت‌های دیجیتال

نیز حالت‌هایی مانند سلطه چین بر بازار G۵، ایجاد بلوک‌های فناوری غربی، و همکاری نسبی در استانداردگذاری جهانی تعریف شد. پیشران‌های امنیتی و هنجاری نیز با سناریوهای مشابه و مبتنی بر منابع علمی و گزارش‌های معتبر تحلیل شدند(Rajagopalan, ۲۰۲۳؛ Seaman, ۲۰۲۰؛ OECD, ۲۰۲۱). حاصل این فرایند، بانک داده‌ای متشکل از حدود ۴۰۰ کد مفهومی اولیه بود که در پنج مضمون اصلی سازمان‌دهی شد و مبنای تحلیل اثرات متقابل و طراحی سناریوهای آتی قرار گرفت.

تعینن واحدهای تحلیل: شناسایی مفاهیم مستقیم مرتبط با رقابت فناوری و پیامدهای امنیتی آن.
انتخاب کلمات کلیدی اولیه برای کدگذاری
نمونه و مثال: هوش مصنوعی، زنجیره تأمین نیمه‌رساناها، استانداردهای جهانی فناوری، امنیت سایبری، سیاست‌های محدودیت صادرات تراشه توسط ایالات متحده، وابستگی کشورهای ثالث به فناوری چین

گام دوم: کدگذاری اولیه
بررسی خط‌به‌خط متون و استخراج مفاهیم کلیدی با استفاده از روش کدگذاری باز
استخراج کدهایی مانند «تحریم فناوری»، «TSMC»، «SMIC»، «5G»، »حکمرانی دیجیتال».

گام سوم: دسته‌بندی مضامین: طبقه‌بندی کدها در پنج مضمون اصلی بر اساس شباهت مفهومی و فراوانی
-پیشران‌های فناورانه (هوش مصنوعی، نیمه‌رساناها، کوانتوم، G۵، اینترنت اشیاء) - پیشران‌های اقتصادی و زنجیره تأمین (رقابت منابع حیاتی، محدودیت صادرات، وابستگی به TSMC) - پیشران‌های امنیتی (تهدیدات سایبری، سلاح‌های خودکار، جاسوسی دیجیتال) -پیشران‌های هنجاری و حکمرانی دیجیتال (رقابت بر سر استانداردهای فناوری در نهادهایی مانند اتحادیه بین‌المللی مخابرات) -پیشران‌های ژئوپلیتیکی (بلوک‌های فناوری شرق و غرب، فشار آمریکا بر متحدان، فرصت‌های کشورهای ثالث مانند ایران)

گام چهارم: تعریف حالات ممکن برای هر پیشران: تدوین سه حالت آینده برای هر پیشران بر اساس شواهد و داده‌ها جهت استفاده در تحلیل تأثیرات متقابل و سناریوسازی
هوش مصنوعی: تسلط آمریکا / پیشرفت سریع چین / همکاری محدود بین‌المللی نیمه‌رساناها :سلطه TSMC / ظهور SMIC به‌عنوان قدرت مستقل / بحران ژئوپلیتیکی تایوان زیرساخت‌های دیجیتال: سلطه چین در ۵ G / بلوک غربی مقابله‌ای / همکاری نسبی در استانداردها

نمودار(۱) فرآیند تحلیل محتوای نظام‌مند در پژوهش

اعتبارسنجی یافته‌ها

به‌منظور اطمینان از روایی و پایایی نتایج، از چند روش مکمل اعتبارسنجی استفاده شد. نخست، یافته‌های حاصل از کدگذاری و استخراج پیشران‌ها با داده‌های منتشرشده در منابع معتبر بین‌المللی شامل گزارش‌های اندیشکده رَند، مرکز مطالعات استراتژیک و بین‌المللی ، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی و پروژه قدرت چین تطبیق داده شد تا همپوشانی مفهومی و صحت اطلاعات بررسی گردد. دوم، تحلیل‌های انجام‌شده با مرور مطالعات پیشین در حوزه رقابت فناورانه آمریکا و چین مقایسه شد؛ از جمله پژوهش‌های Incekara (۲۰۲۰)، Kapustina و گایتروا(۲۰۲۰) (Gaiterova) ، Kapustina، لیپکووا (Lipková) و همکاران (۲۰۲۰)، Liuو وو(۲۰۱۸) (Woo) ، (۲۰۱۹) Sun، Wu (۲۰۲۰)، (۲۰۱۹) Krueger و (۲۰۲۴) Mirrlees که ابعاد مختلفی همچون علل، سناریوهای محتمل و پیامدهای رقابت فناورانه را بررسی کرده‌اند.

در گام سوم، از روش بررسی خبرگان [1]بهره گرفته شد؛ به این صورت که نسخه اولیه فهرست پیشران‌ها و سناریوهای تدوین‌شده در اختیار سه متخصص حوزه روابط بین‌الملل و امنیت فناوری قرار گرفت و نظرات اصلاحی آنان در بازنگری نهایی لحاظ شد. این اقدام موجب شد تا اولویت‌بندی پیشران‌ها و سناریوها از منظر عملیاتی و بومی‌سازی برای شرایط ایران واقع‌بینانه‌تر گردد. فرآیند امتیازدهی و اعتبارسنجی پیشران‌ها با استفاده از روش بررسی خبرگان انجام شد. گروه خبرگان شامل ۷ نفر منتخب (۴ استاد دانشگاه و ۳ کارشناس سیاست‌گذاری فناوری) بود که بر اساس سابقه، تخصص، و آشنایی با حوزه امنیت فناوری و روابط بین‌الملل انتخاب شدند. هر کارشناس به‌طور مستقل، وزن اثرگذاری پیشران‌ها را در مقیاس ۱ تا ۵ ارزیابی کرد. سپس، میانگین‌گیری انجام و موارد اختلافی با روش دلفی دو مرحله‌ای اصلاح شد. برای تحلیل روابط بین پیشران‌ها، از

[1] Expert Review

ماتریس اثرات متقابل (۰ تا ۳) استفاده شد که خروجی آن محورهای کلیدی سناریوسازی بود. داده‌های کمی با Excel و MICMAC تحلیل شدند.

جدول (۱)خلاصه فرآیند اعتبارسنجی و امتیازدهی پیشران‌ها

مرحله	شرح فعالیت	جزئیات	ابزار/روش
۱	انتخاب خبرگان	۷ نفر (۴ دانشگاهی، ۳ سیاست‌گذار فناوری)	نمونه‌گیری هدفمند
۲	امتیازدهی اولیه	وزن اثرگذاری (۱ تا ۵)	فرم ارزیابی فردی
۳	جمع‌بندی و رفع اختلاف	روش دلفی دو مرحله‌ای	جلسات گروهی
۴	تحلیل روابط متقابل	شدت اثرگذاری (۰ تا ۳)	کارگاه خبرگی
۵	پردازش و تحلیل داده‌ها	محاسبه میانگین، ترسیم نقشه پیشران‌ها	Excel، MICMAC

در نهایت، از تکنیک سه‌سوسازی داده‌ها[1] استفاده شد؛ بدین معنا که داده‌های استخراج‌شده از مقالات علمی، گزارش‌های راهبردی و پایگاه‌های آماری مستقل با یکدیگر مقایسه و تحلیل شدند. این فرایند سبب افزایش دقت در شناسایی پیشران‌های کلیدی و کاهش سوگیری احتمالی ناشی از اتکای صرف به یک منبع گردید.

جدول (۲) فراوانی و وزن اثرگذاری پیشران‌ها در منابع مختلف

شماره	پیشران کلیدی	فراوانی در مقالات (٪)	فراوانی در گزارش‌ها (٪)	وزن اثرگذاری (۵-۱)	منابع نمونه

[1]Data Triangulation

۱	هوش مصنوعی (AI)	۷۸	۷۲	۵	Kania (۲۰۱۹)، Horowitz (۲۰۱۸)، RAND (۲۰۲۲)، OECD (۲۰۲۰)
۲	نیمه‌رساناها و تراشه‌ها	۶۶	۶۹	۵	Rajagopalan (۲۰۲۳)، CSIS (۲۰۲۱)، NSF (۲۰۲۳)، Lee, Qiufan (۲۰۲۱)
۳	زیرساخت‌های دیجیتال و G۵	۶۱	۶۵	۴	Seaman (۲۰۲۱)، OECD (۲۰۲۰)، RAND (۲۰۲۱)، Huawei Report (۲۰۲۲)
۴	امنیت سایبری	۵۹	۶۳	۴	Horowitz (۲۰۱۸)، CSIS (۲۰۲۱)، ENISA Report (۲۰۲۲)
۵	حکمرانی داده و استانداردگذاری	۵۳	۵۷	۳	ITU Reports (۲۰۲۲)، Seaman (۲۰۲۰)، RAND (۲۰۲۳)

توضیح: ستون «وزن اثرگذاری» بر اساس تحلیل تأثیرات متقابل و شدت ارتباط هر پیشران با سایر عوامل (فناورانه، امنیتی، ژئوپلیتیکی) تعیین شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های این پژوهش نشان داد که آینده رقابت فناوری میان ایالات متحده و جمهوری خلق چین در افق میان‌مدت می‌تواند مسیرهای متفاوتی را طی کند که پیامدهای مستقیم و غیرمستقیمی بر امنیت بین‌الملل و جایگاه کشورهایی مانند جمهوری اسلامی ایران دارد. از میان سه سناریوی اصلی ترسیم‌شده – موازنه سرد فناوری، شکاف فناوری شرق-غرب، و جنگ سرد دیجیتال – سناریوی نخست، یعنی «موازنه سرد فناوری»، بیشترین میزان مطلوبیت را برای ثبات نظام بین‌الملل و منافع ملی ایران داراست. این سناریو با ایجاد نوعی مدیریت رقابت و حفظ همکاری حداقلی میان دو قدرت بزرگ، ضمن تداوم فشارهای ژئوپلیتیکی، فضای نسبی برای دسترسی کشورها به فناوری‌های نوظهور و کاهش خطر تشدید ناامنی‌های سایبری و درگیری‌های نظامی غیرمستقیم را فراهم می‌سازد.

در پرتو این سناریو، مجموعه‌ای از پیشنهادهای سیاستی برای بهبود موقعیت ایران و کاهش مخاطرات ناشی از رقابت فناوری ایالات متحده و چین قابل ارائه است:

۱ .توسعه ظرفیت‌های داخلی فناوری‌های کلیدی

یکی از پیامدهای رقابت آمریکا و چین، شـــکنندگی زنجیره‌های تأمین و محدودیت دسترسی کشورها به فناوری‌های پیشرفته است. برای کاهش آسیب‌پذیری، ایران باید سرمایه‌گذاری هدفمند در حوزه‌های راهبردی مانند نیمه‌رساناها، پردازنده‌های گرافیکی، هوش مصـــنوعی و امنیت ســـایبری را افزایش دهد. ایجاد پارک‌های فناوری پیشـــرفته، حمایت مالی از شرکت‌های دانش‌بنیان، و جذب نیروی انسانی متخصص می‌تواند بخشی از این راهبرد باشد.

۲ .تقویت همکاری فناورانه با بلوک شرق همراه با حفظ تنوع شرکا

سناریوی موازنه سرد فرصت همکاری با چین و برخی کشورهای شرق آسیا را افزایش می‌دهد. ایران می‌تولند از پروژه‌هایی نظیر ابتکار «کمربند و جاده دیجیتال» بهره‌برداری کند اما برای کاهش وابستگی مطلق، باید مسیرهای همکاری فناورانه با سایر کشورها مانند هند، روســیه و برخی کشــورهای اروپایی را نیز فعال نگاه دارد تا در صــورت بروز شکاف فناوری شرق-غرب، انعطاف‌پذیری بیشتری داشته باشد.

۳ .ارتقای توان دفاع سایبری و تاب‌آوری زیرساخت‌های حیاتی

حتی در شـــرایط موازنه ســـرد، رقابت آمریکا و چین با افزایش حملات ســـایبری همراه است. ایران باید با سرمایه‌گذاری در سامانه‌های پیشرفته دفاع سایبری، آموزش نیروی انسانی و توسعه همکاری‌های بین‌المللی در حوزه امنیت اطلاعات، سطح آسیب‌پذیری زیرساخت‌های مالی، انرژی و ارتباطی خود را کاهش دهد.

۴ .نقش‌آفرینی فعال در تنظیم استانداردهای جهانی فناوری

قدرت‌های بزرگ تلاش می‌کنند قواعد حکمرانی دیجیتال را در نهادهایی نظیر اتحادیه بین‌المللی مخابرات تدوین کنند. حضور فعال دیپلماتیک ایران در این فرایندها می‌تواند از حاشیه‌نشینی فناورانه کشور جلوگیری کرده و امکان اثرگذاری بر قواعد دسترسی به داده‌های جهانی و استانداردهای آینده را فراهم کند .

۵ .استفاده از دیپلماسی فناوری برای کاهش فشارهای تحریمی

دیپلماسی فناوری می‌تواند ابزاری برای خنثی‌سازی بخشی از تحریم‌های فناورانه باشد. انعقاد توافق‌های دو یا چندجانبه در حوزه‌های تحقیق و توسعه، تبادل داده، و پروژه‌های مشترک در حوزه هوش مصنوعی و G ۵ می‌تواند دسترسی ایران به فناوری‌های حیاتی را حفظ کند و هزینه‌های انزوای فناورانه را کاهش دهد.

نتیجه‌گیری سیاستی

به طور کلی، سناریوی «موازنه سرد فناوری» بهترین بستر را برای کاهش ریسک‌های امنیتی و اقتصادی ناشی از رقابت فناوری آمریکا و چین فراهم می‌کند. اما تحقق حداکثری مزایای این سناریو برای ایران مستلزم ترکیبی از اقدامات داخلی و بین‌المللی است: از یک‌سو توسعه ظرفیت‌های فناورانه و دفاع سایبری داخلی و از سوی دیگر بهره‌برداری هوشمندانه از فرصت‌های همکاری در چارچوب روابط چندجانبه. این اقدامات باید در چارچوب یک استراتژی کلان «تاب‌آوری فناورانه» طراحی شود تا کشور در مواجهه با تحولات پیش‌بینی‌نشده آینده، از جمله حرکت جهان به سمت سناریوی دوم یا سوم، آسیب‌پذیری کمتری داشته باشد.

توصیه‌های سیاستی برای سیاستگذاران دفاعی

محور سیاستی	اقدامات پیشنهادی	پیامدهای مورد انتظار
توسعه ظرفیت‌های داخلی فناوری‌های کلیدی	سرمایه‌گذاری در نیمه‌رساناها، GPU، هوش مصنوعی؛ ایجاد پارک‌های فناوری و حمایت از شرکت‌های دانش‌بنیان.	کاهش وابستگی به واردات فناوری حساس و افزایش خودکفایی فناورانه.
تنوع‌بخشی به همکاری‌های فناورانه	گسترش همکاری فناورانه با چین، هند، روسیه و برخی کشورهای اروپایی؛ کاهش وابستگی مطلق به یک بلوک.	افزایش لنعطاف‌پذیری ایران در مواجهه با شکاف فناوری شرق-غرب و کاهش ریسک تحریم‌ها.
ارتقای توان دفاع سایبری	تقویت زیرساخت‌های امنیتی، آموزش نیروی انسانی، توسعه همکاری‌های بین‌المللی برای مقابله با حملات سایبری.	کاهش آسیب‌پذیری زیرساخت‌های حیاتی در برابر حملات سایبری پیچیده.
نقش‌آفرینی در تنظیم استانداردهای جهانی	حضور فعال در نهادهای بین‌المللی مانند اتحادیه بین‌المللی مخابرات(ITU) ؛ مشارکت در تدوین استلندارهای جهانی و حکمرانی داده‌ها.	حفظ دسترسی به فناوری‌های حیاتی و کاهش حاشیه‌نشینی فناورانه ایران.
دیپلماسی فناوری برای کاهش فشارهای تحریمی	انعقاد توافق‌های دو و چندجانبه برای تحقیق و توسعه؛ تبادل داده و پروژه‌های مشترک برای حفظ دسترسی به فناوری.	خنثی‌سازی بخشی از فشارهای تحریمی و حفظ جریان لنتقال فناوری‌های نوین.

تشکر و قدردانی

از کلیه اندیشمندان و پژوهشگرانی که در خلال تحقیق خالصانه دیدگاه‌ها و نقطه نظرات علمی و کارشناسی خود را ارائه نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

تضاد منافع:

بدین‌وسیله نویسندگان تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در خصوص پژوهش حاضر وجود ندارد.

منابع

- صالحی، س. ح.، موسوی شفایی، س. م.، گل‌محمدی، و.، و حاجی یوسفی، ا. م. (۱۴۰۲). تأثیر تکنوناسیونالیسم بر رقابت اقتصادی آمریکا و چین (با تأکید بر حوزه نیمه‌هادی‌ها).فصلنامه مطالعات اقتصاد سیاسی بین‌الملل ۶(۲)، ۶۰۷-۶۳۷.(DOI: 10.22034/qjmst.2022.543198.1621)
- خانی، م.، و مسرور، م. (۱۳۹۶). ظهور چین: چالش‌های ایالات‌متحده آمریکا در مواجهه با قدرت روزافزون چین در روابط بین‌الملل. فصلنامه پژوهش های روابط بین الملل، ۷(۲۴)، ۱۵۹-۱۸۴. (DOI: 10.22034/dfsr.2022.561050.1641)

- Alan Murray and David Meyer, (2020). "The Fortune Global 500 is now more Chinese than American", https://fortune.com/2020/08/10/fortune-global-500-china-rise-ceo-daily/.
- Allen, G., & Chan, T. (2017). *Artificial intelligence and national security* (Vol. 132). Cambridge, MA: Belfer Center for Science and International Affairs.
- Allison, G. (2017). China vs. America: Managing the next clash of civilizations. *Foreign Affairs*, *96*(5), 80-89.
- Amaliya, L. R. (2025, January). A Cyber War of Iran-Israel: A Geopolitical Rivalry. In *International Conference on Strategic and Global Studies (ICSGS 2024)* (pp. 45-56). Atlantis Press.
- Bishop, P., Hines, A., & Collins, T. (2007). The current state of scenario development: an overview of techniques. *foresight*, *9*(1), 5-25.
- Buchanan, B. (2020). *The hacker and the state: Cyber attacks and the new normal of geopolitics*. Harvard University Press.
- China Power Team, (2020). "How Dominant are Chinese Companies Globally?" China Power, Updated August 31, 2020, Accessed February 2, 2022. https://chinapower.csis.org/ chinese-companies-global-500/.
- Fortune. (2020). Global 500. *Fortune Magazine*. https://fortune.com/global500

- Gulley, A. L., Nassar, N. T., & Xun, S. (2018). China, the United States, and competition for resources that enable emerging technologies. *Proceedings of the national academy of sciences*, *115*(16), 4111-4115.
- Gulley, A. L., Nassar, N. T., & Xun, S. (2018). China, the United States, and competition for resources that enable emerging technologies. *Proceedings of the national academy of sciences*, *115*(16), 4111-4115.
- Horowitz, M. C. (2018). The promise and peril of military applications of artificial intelligence. *Bulletin of the Atomic Scientists*, *74*(3), 318–323.
- Hu, R., Yu, C., Jin, Y., Pray, C., & Deng, H. (2022). Impact of government policies on research and development (R&D) investment, innovation, and productivity: Evidence from pesticide firms in China. *Agriculture*, *12*(5), 709.
- Inayatullah, S. (2008). Six pillars: futures thinking for transforming. *foresight*, *10*(1), 4-21.
- Incekara, R. (2020). The unseen face of trade wars: US-China technology competition. *Journal of Economics Finance and Accounting*, *7*(2), 86-93.
- Jahn M, (2021). "Which country is the largest exporter of goods in the world?" Investopedia. https://www.investopedia.com/ask/answers/011915/what-country-worlds-largest-exporter-goods.asp.
- Kania, E. B. (2019). In military-civil fusion, China is learning lessons from the United States and starting to innovate. *The Strategy Bridge*, *27*.
- Kapustina, L., & Gaiterova, O. (2020). The US-China tech war: causes and scenarios. *ee ii tt a Mll dvveeessăă ee Deept Intrrnţţ iolll şi lll ţţ ii Itt eaaţiolll e*, (1), 49-62
- Kapustina, L., Lipková, Ľ., Silin, Y., & Drevalev, A. (2020). US-China trade war: Causes and outcomes. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 73, p. 01012). EDP Sciences.
- Kevin Honglin Zhang (2020): Industrial Policy and Technology Innovation under the US Trade War against China, The Chinese Economy, DOI: 10.1080/10971475.2020.1730553
- Khan, N., & Faisal, S. (2020). Epidemiology of Corona virus in the world and its effects on the China economy. *Available at SSRN 3548292*.
- Kiani, M. (2023). *HHE US TTTAAEEGY OF DIUUUTTION" GGTTTTT CHINA*. https://www.issra.pk/pub/insight/2023/The-US-Strategy-of-Disruption-Against-Chaina/Insight-THE-US-STRATEGY-OF-DISRUPTION-AGAINST-CHINA.pdf
- Krueger, A. O. (2019, December 20). Why the US–China trade war could re-escalate. *Project Syndicate*. https://www.project-

syndicate.org/commentary/united-states-china-trade-war-could-reignite-by-anne-krueger-2019-12

- Lee, K. F., & Qiufan, C. (2021). *AI 2041: Ten visions for our future*. Crown currency.
- Liu, T., & Woo, W. T. (2018). Understanding the US-China trade war. *China Economic Journal*, *11*(3), 319-340.
- Mearsheimer, John J. 2001. The Tragedy of Great Power Politics. New York: W. W. Norton
- Mirrlees, T. A. N. N. E. R. (2024). The US and China's digital tech war: A new rivalry within and beyond the US Empire. *Socialist Register*, *60*(A New Global Geometry), 105-140.
- OECD. (2021). *Main science and technology indicators*. OECD Publishing.
- Peng, Y. (2025). Can US Sanctions Truly Hinder the Rise of China's Semiconductor Industry? An Analysis from the Perspective of "Creative Insecurity". *Chinese Political Science Review*, 1-35.
- Rajagopalan, R. P. (2023). The US escalates chips war with China. In *The US escalates chips war with China: Rajagopalan, Rajeswari P.*. New Delhi, India: ORF, Observer Research Foundation.
- Richter, C. (2021). *E-Commerce Trends in China*. Springer, Wiesbaden.
- Schoemaker, P. J. (1995). Scenario planning: a tool for strategic thinking. *MIT Sloan Management Review*.
- Seaman, J. (2020). China and the new geopolitics of technical standardization. *Notss ll l 'Ifri*, *34*, 20-21.
- Stanislav, T., Natalia, Z. W., & Cui, Z. (2021). Technology platform competition between the United States and China: Decoupling and sanctions against Huawei. *Всстнкк Сннкт-Пбббббббггг о ннввсссттт... . еждунадодныш шшшшшшя*, *14*(4), 378-392.
- Sun, H. (2019). US-China tech war: Impacts and prospects. *China Quarterly of International Strategic Studies*, *5*(02), 197-212.
- Wang, T. (2023). *Making sense of China's economy*. Routledge.
- Williams, M. C., Smith, S., Biersteker, T., Brown, C., Cerny, P., Grieco, J., & Groom, A. J. R. (2005). *The realist tradition and the limits of international relations* (Vol. 100). Cambridge: Cambridge University Press.
- Wu, X. (2020). Technology, power, and uncontrolled great power strategic competition between China and the United States. *China International Strategy Review*, *2*(1), 99-119.
- Zelizer, J. (2021, July 9). The biggest, not the strongest: China's place in the Fortune Global 500. *CSIS – Trustee for the China Hand*.

https://www.csis.org/blogs/trustee-china-hand/biggest-not-strongest-chinas-place-fortune-global-500

- Zhang, Kevin Honglin (2020): Industrial Policy and Technology Innovation under the US Trade War against China, The Chinese Economy, DOI:10.1080/10971475.2020.1730553
- Wack, P. (1985). Scenarios: uncharted waters ahead. *Harvard business review*, *63*(5), 72-89.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی