

The Role of Artificial Intelligence in the Transformations of the International Economy

Tirdad Taghipour¹, Hosein Salimi²

1. Corresponding Author, PhD graduate in International Relations, Faculty of Law and Political Science, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. Email: t_taghipoor@atu.ac.ir
2. Full Professor of International Relations, Faculty of Law and Political Science, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: hoseinsalimi@yahoo.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:

Received: 13 Dec 2023

Received in revised form: 14 Jan 2026

Accepted: 23 Mar 2026

Published online: 22 May 2026

Keywords:

International Economics,
Trade,
Artificial Intelligence,
Institution,
Employment.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) has evolved from an aspirational concept into a transformative technological paradigm that is reshaping global economic structures. This study investigates the multifaceted impacts of AI on international economic dynamics, emphasizing its influence on productivity, labor markets, trade systems, institutional governance, and the global distribution of power. Grounded in the Endogenous Growth Theory, the paper adopts an analytical-descriptive methodology based on extensive library and documentary research. The findings reveal that AI functions as both an enabler and a disruptor: it enhances efficiency and innovation while simultaneously generating new inequalities and institutional challenges. Specifically, AI drives structural shifts in five domains—international trade and development, institutional adaptation, productivity and efficiency, employment transformation, and power redistribution. Ultimately, the study concludes that AI is not merely a technological innovation but a systemic force capable of redefining economic interactions, governance frameworks, and competitive hierarchies at the global level.

Cite this article: Taghipour, T., & Salimi, H. (2026). The Role of Artificial Intelligence in the Transformations of the International Economy. *International Political Economy Studies*, 9(1), 1-24. <http://doi.org/10.22126/ipes.2026.9995.1634> (in Persian).



© The Author(s).

DOI: <http://doi.org/10.22126/ipes.2026.9995.1634>

Publisher: Razi University

1. Introduction

Over the past decade, AI has emerged as one of the most influential determinants of global economic transformation. Its capacity for autonomous decision-making, predictive analysis, and large-scale automation has redefined how production, trade, and finance operate across borders. Scholars increasingly argue that AI represents the “engine of growth” in the 21st-century international economy, shaping not only business models but also geopolitical and institutional configurations.

This paper seeks to address a central question: How does the technological evolution of artificial intelligence alter the structure and dynamics of the international economy? By situating this question within the broader discourse on globalization and technological innovation, the study explores how AI-driven processes affect employment, trade flows, governance mechanisms, and power distribution among nations.

2. Theoretical Framework

The study employs Paul Romer’s Endogenous Growth Theory (1990) as its conceptual foundation. Unlike exogenous growth models that attribute development to external inputs, this theory posits that innovation, knowledge, and human capital are internal engines of economic expansion. Within this framework, AI acts as an endogenous technological driver that accelerates innovation cycles, enhances labor productivity, and fosters knowledge diffusion.

By augmenting research and development (R&D), AI strengthens human capital formation and creates increasing returns to scale, leading to sustainable economic growth. Moreover, AI’s analytical and computational capacities enable economies to internalize knowledge creation, making it a fundamental mechanism for continuous technological advancement and global competitiveness.

3. Methodology

This research adopts a qualitative, analytical-descriptive approach. Data were collected from a broad range of sources, including peer-reviewed journal articles, policy papers, institutional reports, and international databases. The analysis integrates comparative evaluation of global investment trends in AI, adoption rates across industries, and labor market shifts between 2013 and 2022. The study emphasizes conceptual interpretation and synthesis over statistical quantification, focusing on the causal relationships between AI diffusion and macroeconomic transformation in the global context.

4. Results & Discussion

4.1. AI and Global Trade Development

AI optimizes logistics, supply chains, and customs management, reducing transaction costs and enhancing trade efficiency. Machine translation, predictive analytics, and algorithmic forecasting facilitate cross-border business and international market integration. However, the so-called “modern productivity paradox” suggests that the measurable macroeconomic benefits of AI adoption may lag behind its rapid technological diffusion. 4.2. Institutional and Governance Transformation: AI challenges traditional institutional frameworks and necessitates adaptive regulatory architectures. Emerging global initiatives—such as the European Union’s Artificial Intelligence Act (2021)—illustrate the need for ethical, transparent, and harmonized governance systems. The rise of “machine economies” also calls for redefined norms regarding data ownership, algorithmic accountability, and cross-border cooperation. 4.3. Redistribution of Economic Power: AI intensifies global economic competition by amplifying disparities between technologically advanced and lagging nations. The United States and China have emerged as dominant AI superpowers,

leveraging technological leadership to extend their geopolitical influence. This dynamic fosters a new form of digital mercantilism, wherein technological capability becomes a determinant of economic sovereignty. 4.4. Productivity and Efficiency Gains: Empirical evidence indicates that AI adoption in manufacturing, logistics, and services leads to substantial cost reduction and performance improvement. Predictive maintenance, intelligent automation, and data-driven decision-making contribute to significant increases in productivity growth and operational scalability, potentially adding trillions of dollars to global GDP by 2030. 4.5. Employment and Labor Market Transformation: AI's dual impact on labor markets involves both displacement and creation. Routine and repetitive jobs are increasingly automated, while new, high-skill occupations emerge in data analytics, algorithm design, and AI system management. The long-term employment effects depend on workers' adaptability and the effectiveness of educational and reskilling programs supported by public policy.

5. Conclusions & Suggestions

Artificial Intelligence represents a pivotal inflection point in the evolution of the international economy. It simultaneously enhances productivity and disrupts traditional market structures, redefining trade patterns, labor relations, and institutional governance. While AI-driven automation raises concerns about inequality and job displacement, it also generates unprecedented opportunities for innovation and sustainable growth. The study concludes that the future of the international economic order will depend on how effectively nations integrate AI into their development strategies while mitigating its socio-economic risks. Balanced governance, inclusive education policies, and cooperative international regulation are essential for ensuring that the benefits of AI-driven transformation are equitably distributed across the global economy.

Ethical Considerations

Not applicable

Funding

Not applicable

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

نقش هوش مصنوعی در تغییرات اقتصاد بین الملل

تیرداد تقی پور^۱ | حسین سلیمی^۲

۱. نویسنده مسئول، دانش‌آموخته دکتری روابط بین‌الملل، دانشکده حقوق و علوم سیاسی دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. رایانامه: t_taghipoor@atu.ac.ir

۲. استاد روابط بین‌الملل، دانشکده حقوق و علوم سیاسی، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران. رایانامه: hoseinsalimi@yahoo.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۹/۲۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۱/۳ تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۳/۱ کلیدواژه‌ها: اقتصاد بین‌الملل، تجارت، هوش مصنوعی، نهاد، اشتغال.	هوش مصنوعی در دهه اخیر از یک مفهوم آرمانی به واقعیتی چشم‌گیر در زندگی بشر تبدیل شده است. با پیشرفت روزافزون این فناوری، هر روز شاهد دستاوردهای جدید و شگفت‌انگیزی در زمینه‌های مختلف هستیم. نفوذ و تأثیر هوش مصنوعی در ابعاد فردی، ملی و جهانی به حدی است که آگاهی و پیش‌بینی اثرات آن برای جوامع بشری ضروری شده و به ابزار مهمی برای رقابت تبدیل گردیده است. در سال‌های اخیر، تلاش‌های گسترده‌ای برای بهره‌برداری از توانمندی‌های هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف، به‌ویژه در اقتصاد، با نتایج برجسته‌ای همراه بوده است. این پیشرفت‌ها حساسیت‌هایی را در زمینه کاربرد هوش مصنوعی در حوزه اقتصادی ایجاد کرده و موجب رقابتی شدید میان کشورها در این زمینه شده است. هدف نوشتار پیش رو بررسی تأثیرات هوش مصنوعی بر تحولات اقتصاد جهانی است. این پژوهش به دنبال پاسخ به این پرسش است که تکامل فناوری هوش مصنوعی چگونه بر اقتصاد بین‌الملل تأثیر می‌گذارد؟ برای این منظور، از منابع مختلف شامل اسناد کتابخانه‌ای و اینترنتی استفاده شده و روش تحلیلی برای تدوین پژوهش به کار رفته است. نتایج نشان می‌دهد که در چهار حوزه اصلی از جمله اشتغال و بیکاری، تجارت و توسعه بین‌المللی، الگوی توزیع قدرت اقتصادی و نهادهای بین‌المللی هوش مصنوعی تأثیرات عمیقی گذاشته است که در نهایت به تحولات اساسی و تکاملی در این حوزه‌ها منجر شده است.

استناد: تقی پور، تیرداد؛ سلیمی، حسین (۱۴۰۵). نقش هوش مصنوعی در تغییرات اقتصاد بین‌الملل. *مطالعات اقتصادی سیاسی بین‌الملل*، ۹(۱)، ۱-۲۴.
<http://doi.org/10.22126/ipes.2026.9995.1634>

۱. مقدمه

آیا به‌راستی هوش مصنوعی آینده جهان بشریت را دگرگون خواهد کرد؟ این سؤال پرتکرار مدتی است که در اکثر مطالعات نوین اجتماعی مد نظر است. بسیاری آینده روابط بین‌الملل را متأثر از تکامل فناوری‌های هوش مصنوعی می‌دانند؛ اما آیا این یک داستان علمی-تخیلی جدید است که محصولات شرکت‌های فناوری را تبلیغ می‌کند و یا واقعیتی که زیست‌جهان ما را تغییر خواهند داد. در این مقاله یکی از ابعاد روابط بین‌الملل یعنی حوزه اقتصاد سیاسی را مورد توجه قرار می‌دهد. جان مک کارتی تحقیق بر روی هوش مصنوعی را در سال ۱۹۵۵ آغاز کرد و فرض کرد که عناصر فردی یادگیری و سایر حوزه‌های هوش را می‌توان دقیقاً توسط اتوماسیون تعریف و شبیه‌سازی کرد. اصطلاح هوش مصنوعی به بررسی رفتار حل مسئله هوشمند و توسعه برنامه‌های کامپیوتری هوشمند اشاره دارد.

اساساً سه نوع هوش مصنوعی قابل طبقه‌بندی است. هوش مصنوعی محدود (ANI)^۱، هوش مصنوعی عمومی (AGI)^۲ و هوش مصنوعی برتر یا ابر هوش مصنوعی (ASI)^۳. در ANI، ماشین‌ها توانایی آن را دارند که یک کار را به‌طور مستقل و بدون دخالت انسان انجام دهند. AGI هوش مصنوعی عمومی که می‌تواند هر کار فکری را مانند مغز انسان پردازش و انجام دهد. هوش مصنوعی برتر یا ASI پیشرفته‌ترین و باهوش‌ترین ماشین طراحی شده است که هوش جمعی معادل باهوش‌ترین انسان‌ها در هر زمینه‌ای است و انتظار می‌رود که بتواند در همه مهارت‌های شخصی، به‌ویژه، خلاقیت علمی، منطق، خرد و همچنین مهارت‌های اجتماعی، عملکرد بهتری نسبت به انسان نشان دهد (Hassani et al., 2020).

در اقتصاد جهانی اخذ تصمیمات پیچیده جهت بهبود عملکرد الزامی است. اغلب اوقات، این تصمیمات تحت عدم قطعیت گرفته می‌شوند (سلیمی، ایمانی، ۱۴۰۴). برای مثال؛ مصرف‌کنندگان به‌دنبال درک این هستند که کدام محصول یا خدمات را بخرند، مدیر قصد دارد عملیات در کارخانه را به‌طور کارآمد اجرا و نگه دارد در حالی که کارکنان باید تصمیمات شغلی درستی بگیرند. تا قبل از ظهور هوش مصنوعی، به نظر می‌رسید که هوش طبیعی برای کنترل طیف وسیعی از تصمیمات مانند موارد ذکر شده بسیار مجهز است؛ اما با ظهور و تکامل فناوری هوش مصنوعی این انگاره تحلیل رفت. در حال حاضر هوش مصنوعی نقش مهمی در محیط کار و اقتصاد جهانی ایفا می‌کند و تأثیرات آن به طرق مختلف آشکار شده است تا جایی که رقابتی جهانی برای بهره‌مندی از مزایای آن وجود دارد و رهبران جهانی در صحنه رقابت قابل توجهی برای پیش‌روی در آن هستند. برای بسیاری هوش مصنوعی موتور رشد و بهره‌وری در بازار اقتصادی نوظهور^۴ است.

ساختار اقتصاد بین‌الملل یکی از حوزه‌هایی که بیشترین تأثیر را از گسترش هوش مصنوعی دارد. نقش هوش مصنوعی در دسترسی به داده‌ها، چگونگی کسب اطلاعات و تجزیه و تحلیل آن‌ها، آنالیز بازار سهام، افزایش قدرت محاسباتی، تشخیص الگوهای بهره‌وری، پیش‌بینی عملکرد شرکت‌ها، مانیتورینگ میزان تجارت، نحوه ذخیره و پردازش اطلاعات افراد و یا سازمان‌ها، مشخص کردن و طبقه‌بندی امیال و خواسته‌های مصرف‌کنندگان همچنین تشخیص بازار هدف و تبلیغات در راستای آن، مدل‌سازی آماری، تغییر الگوهای کسب‌وکار، اتوماسیون و تغییر ساختار اشتغال، تأثیرگذاری بر قوانین سازمان‌های تجاری و اخلاق اجتماعی و موضوع حریم شخصی، پررنگ شدن نقش شرکت‌های خصوصی، برنامه‌ریزی‌های استراتژیک و چگونگی تصمیم‌گیری، راهبری مذاکرات تجاری، سیاست‌گذاری مبتنی بر شواهد، یافتن الگوهای پول‌شویی، تقویت اجرای تحریم‌های اقتصادی، استفاده از الگوریتم‌های معاملات، پیش‌بینی و پیشگیری از ایجاد بحران‌های اقتصادی، ایمنی و امنیت معاملات، کاهش سوءبرداشت‌ها از نیت و مقاصد طرفین، پاسخگویی به تهدیدات و... منجر به تأثیرگذاری عمیق هوش مصنوعی در ساختار اقتصادی بین‌الملل شده است.

بر این مبنی پژوهش حاضر به تحلیل تأثیرات هوش مصنوعی بر ساختار اقتصاد بین‌الملل با استفاده از تئوری رشد اقتصادی درون‌زا پرداخته است. سؤال اصلی که این تحقیق بر آن استوار است، عبارت است از: تکامل فناوریانه هوش مصنوعی چه تأثیری بر ساختار اقتصاد بین‌الملل دارد؟ پاسخ مقدماتی به این پرسش این است که هوش مصنوعی به‌تدریج ساختار اقتصاد بین‌الملل را

1. Artificial narrow intelligence
2. Artificial General Intelligence
3. Artificial Super Intelligence
4. Emerging Market Economy (EME)

دگرگون کرده است. مقاله در ابتدا به معرفی تئوری رشد اقتصادی درون‌زا و مؤلفه‌های اصلی آن و سیر تکامل هوش مصنوعی خواهد پرداخت.

در ادامه به بررسی نقش تکاملی هوش مصنوعی در تغییرات اقتصادی همچون؛ میزان سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی، تعداد شرکت‌های تأسیس شده در این زمینه، تعداد مقالات دانشگاهی، میزان به‌کارگیری ماشین‌های هوشمند و همچنین میزان کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری در نتیجه استفاده از هوش مصنوعی می‌پردازد. پس از آن با ملاک قرار دادن پنج شاخص کلیدی اقتصاد بین‌الملل یعنی: توسعه و تجارت جهانی، نهادها و ساختارهای بین‌المللی، الگوی توزیع قدرت اقتصادی، اشتغال، بازدهی و بهره‌وری تأثیر و نقش هوش مصنوعی در تغییر و تحولات آن‌ها را مورد بررسی و تحلیل قرار می‌دهد. در نهایت مقاله به تحلیل نقش هوش مصنوعی در ایجاد فرصت‌های جدید اقتصادی و چالش‌های آن در سطح جهانی می‌پردازد.

۱-۱. ادبیات پژوهشی و نوآوری

در خصوص اقتصاد بین‌الملل و هوش مصنوعی مطالعات بسیاری صورت گرفته است که برخی از آن‌ها را می‌توان در جدول ۱ مشاهده کرد:

جدول ۱. مروری بر مطالعات پیشین در زمینه هوش مصنوعی و تغییرات اقتصادی بین‌الملل

پیشینه پژوهش		
آجای اگراوال ^۵ و همکاران (۲۰۱۹)، سیاست اقتصادی برای هوش مصنوعی، پیشرفت‌های اخیر در هوش مصنوعی، به‌عنوان یک فناوری همگانی که در صنایع مختلف تأثیر می‌گذارد، به تمرکز بر پیشرفت‌های در یادگیری ماشین انجامیده است که این پیشرفت را به‌عنوان کاهش قیمت با کیفیت تنظیم‌شده محسوب می‌کند.	چارلی بولتن ^۲ و همکاران (۲۰۱۸)، قدرت همکاری انسان و ماشین: هوش مصنوعی، اتوماسیون تجاری و اقتصاد هوشمند ^۳ ، با تحلیل داده‌های مختلف ارزیابی می‌کند که چگونه هوش مصنوعی بر رشد صنایع و بازار کار تأثیر می‌گذارد تا سال‌های آینده.	مورگان فرانک ^۱ و همکاران (۲۰۱۹)، به‌سوی درک تأثیر هوش مصنوعی بر نیروی کار ^۲ ، هوش مصنوعی و اتوماسیون می‌تواند بازارهای کار را دچار اختلال کند.
ینگینگ لو ^{۱۱} (۲۰۲۱)، مروری بر اقتصاد هوش مصنوعی ^{۱۲} ، این تحقیق نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند تأثیرات گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف اقتصادی داشته باشد، از جمله بر اشتغال و نابرابری درآمد بین کشورها و سطوح مهارتی	نیکلاس چن ^۹ و همکاران (۲۰۱۶)، اثرات اقتصادی جهانی مرتبط با هوش مصنوعی ^{۱۰} ، چگونه تأثیرات اقتصادی هوش مصنوعی در دهه آینده می‌تواند از ۳۵۹٫۶ به ۷۷۳٫۲ میلیارد دلار در طی ده سال آینده برسد، هوش مصنوعی می‌تواند تأثیر اقتصادی بین ۱٫۴۹ تریلیون تا ۲٫۹۵ تریلیون دلار را داشته باشد.	ادیت دوبرس ^۷ (۲۰۱۸)، هوش مصنوعی فناوری که جهان را شکل می‌دهد ^۸ ، چگونه هوش مصنوعی به‌عنوان یک فناوری پیشرفته، با مزایا و معایب ادغام آن در زندگی اجتماعی و اقتصادی، تأثیرگذار است و به چه تحولاتی در آینده می‌انجامد، از جمله انتظارات برای اتوماسیون و رباتیک در صنایع مختلف و نگرانی‌های احتمالی مرتبط با آن.
پتر داورجن ^{۱۷} (۲۰۲۰)، آیا هوش مصنوعی زنجیره‌های تأمین جهانی را سبز می‌کند؟ افشای هزینه‌های زیست‌محیطی اقتصاد سیاسی ^{۱۸} ، این مقاله بررسی می‌کند که هوش مصنوعی چگونه به بهبود بهره‌وری و کارایی زنجیره‌های تأمین جهانی کمک می‌کند.	چایناسوزان ^{۱۵} (۲۰۲۴)، پیش‌بینی آینده تأثیر متقابل هوش مصنوعی، نوآوری و رقابت و تأثیر آن بر اقتصاد جهانی ^{۱۶} ، پژوهش با استفاده از روش‌های کمی، نقش هوش مصنوعی در رقابت‌پذیری سازمانی، توسعه جامعه و دینامیک‌های اجتماعی-اقتصادی را بررسی می‌کند.	محمد معصوم اقبال ^{۱۳} (۲۰۲۱)، تأثیر هوش مصنوعی و اقتصاد دیجیتال بر انقلاب صنعتی ^{۱۴} ، تأثیر هوش مصنوعی و اقتصاد دیجیتال بر انقلاب صنعتی چهارم را بررسی می‌کند. هوش مصنوعی باعث ایجاد و از بین بردن شغل‌ها شده و اقتصاد دیجیتال به‌عنوان یک فرصت مطرح شده است.

1. Morgan R. Frank
2. Toward understanding the impact of artificial intelligence on labor
3. Charlyne Bolton
4. THE POWER OF HUMAN-MACHINE COLLABORATION: ARTIFICIAL INTELLIGENCE, BUSINESS AUTOMATION, AND THE SMART ECONOMY
5. Ajay Agrawal
6. Economic Policy for Artificial Intelligence
7. EDITH MIHAELA DOBRESCU
8. ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) - THE TECHNOLOGY THAT SHAPES THE WORLD
9. Nicholas Chen
10. Global Economic Impacts Associated with Artificial Intelligence
11. Yingying Lu
12. A review on the economics of artificial intelligence
13. Mohammed Masum Iqbal
14. IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DIGITAL ECONOMY ON INDUSTRIAL REVOLUTION
15. Chinasa Susan
16. Forecasting the Future: The Interplay of Artificial Intelligence, Innovation, and Competitiveness and its Effect on the Global Economy
17. Peter Dauvergne
18. Is artificial intelligence greening global supply chains? Exposing the political economy of environmental costs

با توجه به پیشینه پژوهش اگرچه در سال‌های اخیر پژوهش‌های متعددی در حوزه هوش مصنوعی و اقتصاد انجام شده است، بررسی دقیق‌تر نشان می‌دهد که بیشتر این مطالعات به‌طور کلی و انتزاعی به تأثیرات فناوری بر اقتصاد پرداخته‌اند و به جزئیات و تغییراتی که هوش مصنوعی می‌تواند بر اقتصاد بین‌الملل اعمال کند، توجه کافی نداشته‌اند اما پژوهش حاضر در تلاش است تا به‌طور خاص و با رویکردی عمیق‌تر، به بررسی تأثیر هوش مصنوعی بر شاخص‌های اقتصاد بین‌الملل به‌طور جامع بپردازد.

۱-۲. نوآوری پژوهش

نوآوری این پژوهش در تلفیق نظام‌مند نظریه رشد اقتصادی درون‌زا با رویکرد تحلیل تأثیرات فناورانه هوش مصنوعی بر ساختار اقتصاد بین‌الملل نهفته است. برخلاف اغلب مطالعات پیشین که صرفاً به بررسی پیامدهای فناوری بر اقتصاد ملی یا صنعتی پرداخته‌اند این تحقیق با اتکا به چارچوب نظری رومر (۱۹۹۰) تلاش می‌کند تا نقش هوش مصنوعی را به‌مثابه متغیر درون‌زای مؤثر بر فرآیند رشد، توزیع قدرت اقتصادی و پویایی نهادهای بین‌المللی تبیین کند. در این پژوهش هوش مصنوعی نه صرفاً ابزاری فناورانه بلکه عامل ساختاری مولد نوآوری، بهره‌وری و تغییر در رژیم‌های نهادی اقتصاد جهانی مورد تحلیل قرار گرفته است. این نگاه امکان ارائه مدلی تلفیقی میان پارادایم‌های اقتصاد دیجیتال و اقتصاد بین‌الملل را فراهم ساخته و زمینه درک عمیق‌تری از چگونگی بازتوزیع ارزش و قدرت در نظام اقتصادی جهانی بر اثر تحول هوش مصنوعی فراهم می‌کند.

از سوی دیگر این پژوهش با تمرکز بر پنج شاخص کلیدی اقتصاد بین‌الملل — شامل تجارت جهانی، اشتغال، بهره‌وری، نهادها و رژیم‌های بین‌المللی و الگوی توزیع قدرت اقتصادی — تحلیلی چندبعدی از اثرات هوش مصنوعی ارائه می‌دهد که تاکنون در ادبیات علمی به‌صورت یکپارچه مورد بررسی قرار نگرفته است. استفاده از داده‌های تجربی درباره میزان سرمایه‌گذاری، شاخص‌های پذیرش صنعتی و روندهای پژوهشی مرتبط با هوش مصنوعی، موجب شده تا این تحقیق ضمن پیوند دادن بعد نظری با شواهد تجربی، تصویری جامع از نقش تکاملی این فناوری در اقتصاد بین‌الملل ترسیم نماید. در نتیجه پژوهش حاضر افزون بر کمک به پر کردن شکاف موجود در مطالعات میان‌رشته‌ای هوش مصنوعی و اقتصاد سیاسی بین‌الملل، الگویی نوین برای تحلیل پویایی‌های فناورانه در اقتصاد جهانی پیشنهاد می‌دهد.

۲. چارچوب نظری

تئوری رشد اقتصادی درون‌زا^۱ که توسط پاول رومر^۲ در سال ۱۹۹۰ معرفی شد از مهم‌ترین مباحث در علوم اقتصادی است. این تئوری برخلاف نظریه‌های قدیمی‌تر که رشد اقتصادی را بیشتر به منابع بیرونی مانند منابع طبیعی و سرمایه‌گذاری خارجی مرتبط می‌دانند بر این تأکید دارد که رشد اقتصادی عمدتاً از درون اقتصاد ناشی می‌شود؛ به عبارت دیگر عامل اصلی رشد اقتصادی نوآوری‌ها و فناوری‌هایی است که از فعالیت‌های تحقیق و توسعه و سرمایه‌گذاری در دانش به وجود می‌آید. این نوآوری‌ها بهبود بهره‌وری و ایجاد فرصت‌های شغلی جدید را به دنبال دارند و در نهایت موجب پیشرفت اقتصادی می‌شوند. تئوری رشد اقتصادی درون‌زا از چند مؤلفه کلیدی تشکیل شده است. اولین مؤلفه نوآوری و تحقیق و توسعه، به این معناست که سرمایه‌گذاری در زمینه تحقیق و توسعه می‌تواند منجر به ظهور نوآوری‌های جدید در صنایع مختلف و در نتیجه رشد اقتصادی شود. دومین مؤلفه سرمایه انسانی، به نیروی کار ماهر و متخصص اشاره دارد که می‌تواند در فرآیندهای نوآوری و پیاده‌سازی فناوری‌های جدید نقش مؤثری ایفا کند. در نهایت بازده‌های مقیاس افزایشی به این مفهوم اشاره دارد که هرچه بیشتر در تحقیق و توسعه و نوآوری سرمایه‌گذاری شود، بازدهی آن نیز به‌صورت تصاعدی افزایش خواهد یافت که این امر به رشد اقتصادی پایدار و بلندمدت منجر می‌شود.

ارتباط این تئوری با هوش مصنوعی در این نکته است که هوش مصنوعی با توانمندی‌های خود در پردازش حجم عظیم داده‌ها و شبیه‌سازی فرآیندهای پیچیده تصمیم‌گیری می‌تواند نقش مهمی در تسریع فرآیند تحقیق و توسعه و نوآوری ایفا کند. هوش مصنوعی به افزایش بهره‌وری در صنایع مختلف کمک می‌کند و از طریق خودکارسازی فرآیندهای کاری هزینه‌ها را

1. Endogenous Growth Theory

2. Paul Michael Romer

کاهش داده و کارایی را به‌طور چشم‌گیری افزایش می‌دهد؛ به عبارت دیگر هوش مصنوعی می‌تواند به‌منزله یک عامل درونی در تولید و پیشرفت دانش و فناوری عمل کند و به این ترتیب موجب رشد اقتصادی می‌شود. همچنین توانمندی‌های هوش مصنوعی در ایجاد و پیشبرد نوآوری‌های فناورانه باعث می‌شود که این فناوری به‌طور مستقیم به تقویت فرآیندهای رشد اقتصادی درون‌زا کمک کند (Brynjolfsson & McAfee, 2014).

مؤلفه‌های تئوری رشد اقتصادی درون‌زا از جمله نوآوری، سرمایه انسانی و بازده‌های مقیاس افزایشی، تأثیرات قابل توجهی بر توسعه و به‌کارگیری هوش مصنوعی دارند. به‌طور خاص نوآوری و تحقیق و توسعه به این معناست که هوش مصنوعی افزون بر افزایش بهره‌وری در صنایع مختلف، می‌تواند به‌مثابه محرک اصلی در فرآیندهای تحقیقاتی و توسعه‌ای در سطح جهانی عمل کند. این فناوری با پردازش داده‌های عظیم و تحلیل پیچیده‌ترین الگوها، نوآوری‌ها را سریع‌تر از همیشه ایجاد می‌کند. همچنین سرمایه انسانی نیز نقش مهمی در توسعه هوش مصنوعی ایفا می‌کند. نیروی انسانی متخصص که دارای مهارت‌های پیشرفته در زمینه هوش مصنوعی و داده‌کاوی است، می‌تواند در طراحی، پیاده‌سازی و مدیریت این فناوری‌ها نقش مهمی داشته باشد. با توجه به اینکه هوش مصنوعی نیازمند نیروی کار متخصص است، سرمایه‌گذاری در آموزش و ارتقاء مهارت‌های نیروی کار در زمینه‌های مرتبط با هوش مصنوعی می‌تواند به تسریع فرآیند نوآوری و پذیرش این فناوری کمک کند (Romer, 1990).

درنهایت با توجه به مباحث مطرح‌شده در تئوری رشد اقتصادی درون‌زا و تأثیرات قابل توجه هوش مصنوعی بر این فرآیند، هدف ما در این پژوهش این است که با استفاده از این نظریه، تأثیرات هوش مصنوعی بر ساختار و تحولات اقتصاد بین‌الملل را بسنجیم. به‌طور خاص قصد داریم بررسی کنیم که چگونه استفاده و گسترش هوش مصنوعی در سطوح مختلف اقتصادی می‌تواند موجب تغییر در بهره‌وری، نوآوری، توزیع قدرت اقتصادی و ساختار نهادهای بین‌المللی شود. این تحلیل می‌تواند به درک بهتر نحوه تأثیرگذاری هوش مصنوعی بر تجارت جهانی، اشتغال، رشد اقتصادی و تعاملات اقتصادی بین کشورها کمک کند و درنهایت به شفاف‌سازی نقش این فناوری در توسعه اقتصاد جهانی بپردازد.

۳. نقش تکاملی هوش مصنوعی در تغییرات اقتصادی

برخلاف هوش طبیعی که توسط انسان‌ها بر اساس ویژگی‌های زیستی-اجتماعی خود به کار گرفته می‌شود. هوش مصنوعی به‌عنوان هوش ماشینی یا هوش ماشین‌ها تعریف می‌شود، اصطلاح هوش مصنوعی اغلب برای توصیف ماشین‌هایی استفاده می‌شود که عملکردهای شناختی انسان مانند یادگیری، درک، استدلال یا حل مسئله را تقلید می‌کنند (Russell & Norvig, 2016). از نگاه متخصصان هوش مصنوعی دارای دو بعد اصلی است که در جدول زیر نشان داده شده است:

جدول ۲. برخی تعاریف از هوش مصنوعی^۱

سیستم‌هایی که منطقی فکر می‌کنند	سیستم‌هایی که مانند یک انسان فکر می‌کنند
بررسی قوای ذهنی با استفاده از مدل‌های محاسباتی (Chamiak & McDermott, 1985)	تلاش جدید هیجان‌انگیز برای وادار کردن کامپیوترها به فکر کردن ... ماشین‌هایی با ذهن (Haugeland, 1989).
مطالعه محاسباتی که ادراک، استدلال و عمل را ممکن می‌سازد (Winston, 1992).	اتوماسیون و فعالیت‌هایی که ما با تفکر انسان مرتبط می‌کنیم، فعالیت‌هایی مانند تصمیم‌گیری، حل مسئله، یادگیری... (S)
سیستمی که عقلانی عمل می‌کند.	سیستمی که مانند انسان عمل می‌کند
هوش محاسباتی مطالعه و طراحی عوامل هوشمند است (Poole at al. 1998).	هنر ایجاد ماشین‌هایی که عملکردهایی را انجام می‌دهند که وقتی توسط مردم انجام می‌شوند به هوش نیاز دارند (Kurzweil, 1990).
هوش مصنوعی... به رفتار هوشمندانه در مصنوعات مربوط می‌شود (Nilsson, 1998).	مطالعه چگونگی وادار کردن رایانه‌ها به انجام کارهایی که در حال حاضر مردم در آن‌ها بهتر هستند (Ritch & Knight, 1991).

افزون بر تعاریف یادشده، در سال‌های اخیر گروه کارشناسی سطح بالا در زمینه هوش مصنوعی^۲ تعریفی از هوش مصنوعی

1. European Commission, 2020

2. High-Level Expert Group on Artificial Intelligence

ارائه کرد که توسط ناظران^۱ هوش مصنوعی نیز پذیرفته شده است: سیستم‌های هوش مصنوعی سیستم‌های نرم‌افزاری (و احتمالاً سخت‌افزاری) طراحی شده توسط انسان‌ها هستند که با توجه به هدف پیچیده در بعد فیزیکی یا دیجیتالی با درک محیط خود از طریق اکتساب داده‌ها و تفسیر استدلال داده‌های ساختاریافته یا بدون ساختار جمع‌آوری شده بر روی دانش یا پردازش، عمل می‌کنند. اطلاعات به‌دست‌آمده از این داده‌ها در تصمیم‌گیری برای بهترین اقدام و برای دستیابی به هدف استفاده می‌شود (Samoili et al., 2020).

با این تعاریف و همچنین بهره‌گیری از گزارش کمیسیون اروپا از هوش مصنوعی می‌توان روند تکاملی هوش مصنوعی را در سه دوره طبقه‌بندی کرد؛ که در جدول زیر قابل مشاهده است.

جدول ۳. دوره‌های تکامل هوش مصنوعی^۲

دوره اول (۱۹۵۰-۱۹۷۰)	دوره دوم (۱۹۷۰-۱۹۹۰)	دوره سوم (۱۹۹۰-۲۰۲۰)
دولت	دولت	صنعت
دانشگاه	دانشگاه	صنعت/دانشگاه
بله	بله	بله
بنیان هوش مصنوعی	سمبلیک و نمادین	یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق
۶۸,۰۰۰	۲۷,۴۰۰,۰۰۰	۳۲,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰
خیر	خیر	بله
خیر	خیر	بله
هوش مصنوعی عمومی		

دو دوره اول هوش مصنوعی الگوی مشابهی دارند، زیرا با پیشرفت علمی، تغییر پارادایم تحقیقاتی، پیش‌بینی‌های جسورانه، توجه گسترده رسانه‌ها، سرمایه‌گذاری‌های هنگفت، ناامیدی‌ها، وعده‌های محقق نشده و شروع زمستان هوش مصنوعی آغاز می‌شوند. شباهت‌ها و تفاوت‌های بین سه دوره اصلی هوش مصنوعی در جدول بالا نشان داده شده است. سرمایه‌گذاری‌های دولتی در دو دوره اول غالب بودند، در حالی که صنعت امروزه به میزان زیادی در توسعه هوش مصنوعی سرمایه‌گذاری می‌کند. دانشگاه در دو دوره اول رهبری تحقیقات پایه را بر عهده داشت، در حالی که امروزه برخی از شرکت‌های فناوری نیز تحقیقات پایه هوش مصنوعی را رهبری می‌کنند. اولین تغییر پارادایم پایه و اساس بسیاری از روش‌ها و الگوریتم‌های هوش مصنوعی را ایجاد کرد. دومین تغییر پارادایم مربوط به الگوریتم‌های نمادین و سیستم‌های خبره بود که به سیستم‌های مبتنی بر دانش نیز معروف هستند. افزایش در دسترس بودن داده‌های دیجیتال و قدرت محاسباتی، آخرین پارادایم را به یادگیری ماشینی و یادگیری عمیق تغییر داد.

جدول ۴. مهم‌ترین وقایع در روند تکامل هوش مصنوعی برگرفته از گزارش کمیسیون اروپا^۳

۱۹۵۲	۱۹۵۵	۱۹۵۷	۱۹۶۱	۱۹۶۵
چیکرز ^۴ اولین برنامه‌ای بود که نشان داد رایانه‌ها می‌توانند یاد بگیرند و فقط کارهایی را که برای انجام آن برنامه‌ریزی شده‌اند انجام ندهند (Samuel, 1960).	مفاهیم مهمی مانند اکتشاف، پردازش فهرست و استدلال به‌عنوان هوش مصنوعی جستجوگر معرفی شد (Newell, 1962).	روزنبلات ^۵ با الهام از مغز انسان، پرسپترون را کشف کرد (Rosenblatt, 1961).	منس ^۶ (MENACE) یکی از اولین برنامه‌هایی بود که قادر به یادگیری بازی تیک‌تاک تو به شکل عالی بود (Michie 1963).	ELIZA یک سیستم پردازش زبان طبیعی بود که کار پزشک را تقلید می‌کرد (Weizenbaum, 1966).
۱۹۶۹	۱۹۶۹	۱۹۷۰	۱۹۷۰-۱۹۶۸	۱۹۷۲
Shakey the Robot اولین ربات متحرک همه‌منظوره بود که قادر به استدلال اعمال خود بود (Bertram, 1972).	کتاب «پرسپترون‌ها» محدودیت‌های ناشناخته ساختار پرسپترون دولایه را برجسته کرد (Minsky & Seymour, 1969).	MYCIN یک سیستم خبره متخصص در تشخیص بیماری‌های خونی و تجویز دارو بود (Shortliffe et al., 1975).	SHRDLU یک برنامه کامپیوتری به زبان طبیعی بود که به کاربر اجازه می‌داد با کامپیوتر مکالمه کن (Winograd, 1971).	Prolog یک زبان برنامه‌نویسی نمادین است که توسط آلن کولمراتر به همراه فیلیپ روسل توسعه و پیاده‌سازی شد.

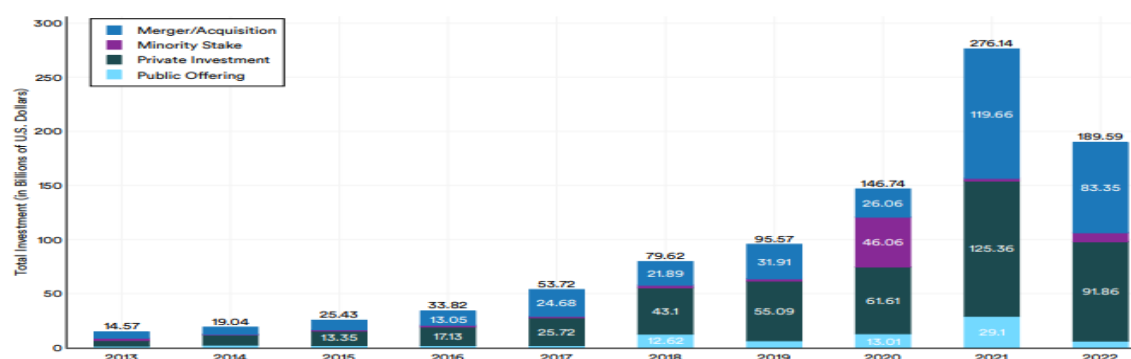
1. AI Watch
2. <https://b2n.ir/d06181>
3. Historical Evolution of Artificial Intelligence, European Commission
4. Checkers
5. Rosenblatt
6. Machine Educable Noughts And Crosses Engine

ادامه جدول ۴.

۱۹۸۹	۱۹۸۹	۱۹۸۳	۱۹۸۲	۱۹۷۹
«یادگیری از پاداش‌های تأخیری» مفهوم Q-learning را معرفی کرد که عملی بودن و امکان‌سنجی یادگیری تقویتی را بسیار بهبود می‌بخشد (Watkins, 1989).	خواندن ارقام دستنویس با استفاده از شبکه‌های عصبی کانولوشنال ^۱ .	ID3 الگوریتمی است که درخت تصمیم‌گیری را از یک مجموعه داده تولید می‌کند (Quinlan, 1986).	شبکه هاپفیلد شکلی از شبکه عصبی بود که اطلاعات را به روشی جدید یاد می‌گرفت و پردازش می‌کرد.	ریات گاری استنفورد توانست به‌تتهایی از یک اتاق موانع عبور کند (Moravec 1983).
۱۹۹۷	۱۹۹۶	۱۹۹۵	۱۹۹۵	۱۹۹۳
معماری حافظه کوتاه‌مدت ^۵ (LSTM) با حذف مشکل وابستگی طولانی‌مدت، کارایی و عملی بودن RNN را بهبود بخشید (Hochreiter & Schmidhuber 1997).	آی‌بی‌ام، دیپ بلو ^۴ در بازی شطرنج مقابل گری کاسپاروف بهترین بازیکن جهان پیروز شد.	بدون دست در سراسر آمریکا ^۳ یک خودروی نیمه‌خودران ۴۵۰۱ کیلومتر ساحل به ساحل در سراسر ایالات متحده را با فرمان کنترل‌شده توسط رایانه طی کرد.	ماشین‌های بردار پشتیبان ^۲ برای دسته‌بندی متن، تشخیص کاراکترهای دست‌نویس و طبقه‌بندی تصویر استفاده شدند (Cortes & Vapnik, 1995).	Schmidhuber کامپیوتر آلمانی در سال ۱۹۹۳ یک کار «یادگیری بسیار عمیق» را حل کرد که به بیش از ۱۰۰۰ لایه در شبکه عصبی مکرر نیاز داشت (Schmidhuber, 1993).
۲۰۱۱	۲۰۰۹	۲۰۰۵	۲۰۰۲	۱۹۹۸
IBM Watson در یک بازی Jeopardy مقابل کن جنینگز و برد را تر پیروز شد (Ferrucci, 2012).	مجموعه داده ImageNet با ۳٫۲ میلیون تصویر برچسب‌گذاری شده در دسترس همه راه‌اندازی شد (Deng et al., 2009).	ریات استنفورد برنده چالش بزرگ دارپا ^۶ شد (Thrun et al., 2006).	TD-Gammon به‌عنوان بهترین بازیکن در بازی تخته‌نرد دست یافت (Tesauro, 2002).	یادگیری مبتنی بر گرادیان با ترکیب الگوریتم شب زولی تصادفی و الگوریتم انتشار بهبود یافت (LeCun et al., 1998).
۲۰۱۶	۲۰۱۵	۲۰۱۴	۲۰۱۲	۲۰۱۲
AlphaGo بازیکن شماره یک جهانی Go لی سدل را شکست داد.	DeepRL بر طیف متنوعی از بازی‌های Atari 2600 تا سطح مافوق بشری تسلط دارد (Mnih et al., 2015).	شبکه‌های متخاصم مولد (GANs) معماری‌های شبکه عصبی عمیقی هستند (Goodfellow et al., 2014).	آزمایش گربه آموخت که شناسایی و تشخیص گربه‌ها را از میان ۱۰,۰۰۰,۰۰۰ تصویر بدون برچسب که به‌طور تصادفی از YouTube گرفته شده است، انجام دهد (Le, 2013).	AlexNet برنده مسابقه ImageNet شد (Krizhevsky et al., 2012).
۲۰۱۹	۲۰۱۹	۲۰۱۹	۲۰۱۸	۲۰۱۷
GPT-25 یک مدل زبان بدون نظارت در مقیاس بزرگ است که پاراگراف‌های متنی منسجمی را تولید می‌کند.	OpenAI به Dactyl. یک دست رباتی شبیه انسان، آموزش داده است تا اشیاء فیزیکی را با مهارتی بی‌سابقه دست‌کاری کند.	AlphaStar یک بازیکن حرفه‌ای برتر را در StarCraft II شکست داد (Vinyals et al., 2019).	OpenAI Five یک تیم انسانی آماتور را در Dota 2 شکست داد و از هوش انسانی در یک بازی ویدئویی پیچیده فراتر رفت (Pachocki et al., 2018).	ترانسفورمر یک معماری جدید DL است که مبتنی بر مکانیزم توجه به خود است (Vaswani et al., 2017). لیبرائوس ^۷ در نوع دو نفره پوکر به نام هدز آپ بدون محدودیت نگزاس هولدم (HUNL) با قاطعیت چهار نفر از افراد حرفه‌ای پیش‌رو را شکست داد.

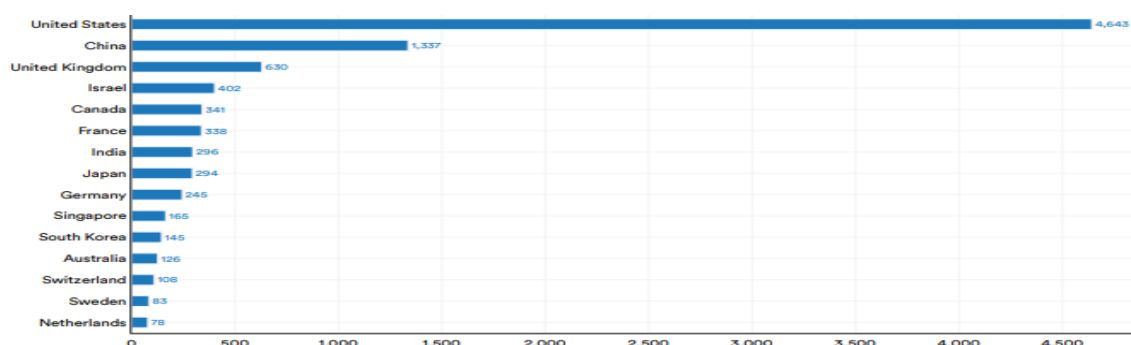
1. convolutional
2. Support vector machines
3. <https://b2n.ir/w98301>
4. IBM Deep Blue
5. Long short-term memory
6. DARPA
7. Libratus

آمارها شواهد زیادی ارائه می‌کنند که نشان می‌دهد استقرار و استفاده از هوش مصنوعی و سایر فناوری‌های پیشرفته در دهه گذشته افزایش یافته و تأثیر چشم‌گیری بر اقتصاد جهانی داشته است. شاخص‌های متعددی برای ردیابی فعالیت و پیشرفت در هوش مصنوعی طراحی شده است؛ که در ادامه سعی می‌شود آمار مرتبط با چند شاخص شامل؛ میزان سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی، تعداد شرکت‌های تأسیس شده در زمینه هوش مصنوعی، تعداد مقالات دانشگاهی مرتبط با هوش مصنوعی، میزان به‌کارگیری ربات‌ها در صنایع و میزان کاهش هزینه و افزایش بهره‌وری در نتیجه استفاده از هوش مصنوعی ارائه شود. آمار جمع‌آوری و منتشرشده در رابطه با شاخص‌های هوش مصنوعی تصویری مفید از مسیر تکامل و پیشرفت هوش مصنوعی ارائه می‌دهد.



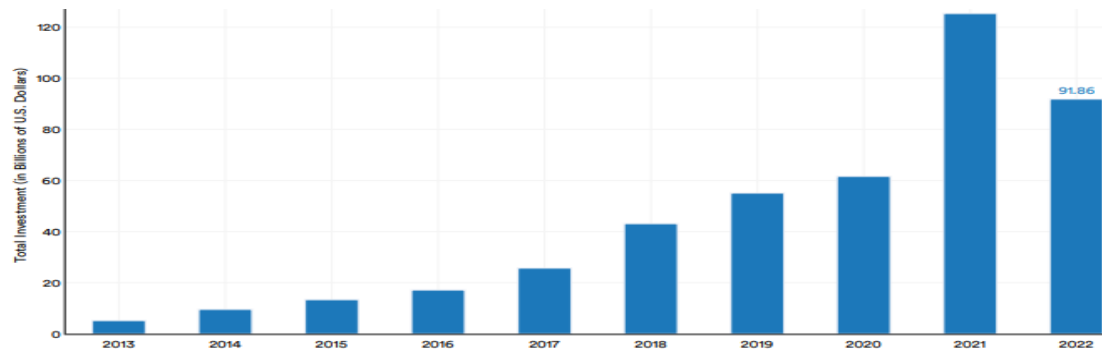
نمودار ۱. میزان سرمایه‌گذاری جهانی در هوش مصنوعی ۲۰۱۳-۲۰۲۲

با توجه به گسترش نقش هوش مصنوعی در صنعت، اقتصاد و مسائل امنیتی چنانچه در نمودار بالا قابل ملاحظه است از سال ۲۰۱۳ به بعد حجم سرمایه‌گذاری در حوزه هوش مصنوعی افزایش چشم‌گیری یافته است تا جایی که این امر تبدیل به رقابتی برای قدرت‌های بزرگ شده. در حال حاضر ایالات متحده آمریکا و چین بیشترین حجم سرمایه‌گذاری را در حوزه هوش مصنوعی انجام داده‌اند.



نمودار ۲. تعداد شرکت‌های هوش مصنوعی تأسیس شده از ۲۰۱۳-۲۰۲۲

ایالات متحده آمریکا در عرصه سرمایه‌گذاری در زمینه هوش مصنوعی رتبه نخست را دارد هرچند چین نیز با ترفندها و راهکارهایی به دنبال افزایش و توسعه نفوذ خویش در حوزه هوش مصنوعی است سایر کشورها نیز اقداماتی را در این خصوص انجام داده‌اند اما در وضعیت بین‌المللی جدید چند سال اخیر که رقابت آمریکا و چین جدیت بیشتری یافته است (گل‌افشان و عباسی اشلقی، ۱۴۰۴) اقدامات این دو کشور با حساسیت بیشتری صورت می‌گیرد. نمودار بالا میزان سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در کشورهای مختلف به ترتیب حجم سرمایه نمایش داده است.

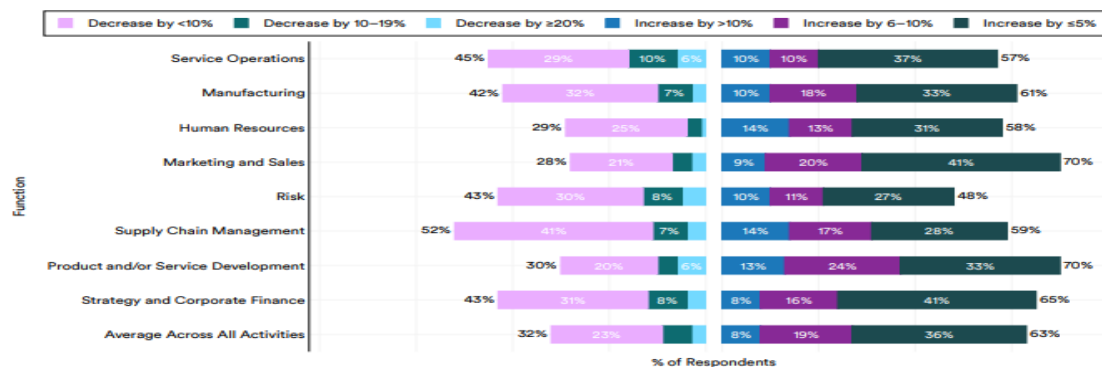
نمودار ۳. میزان سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در هوش مصنوعی^۱

در دوره‌های اول و دوم تکامل هوش مصنوعی این دولت‌ها بودند که سرمایه‌گذاری و پیشرفت در هوش مصنوعی برایشان حائز اهمیت بود اما در حال حاضر شاهد حضور بخش خصوصی در زمینه سرمایه‌گذاری هستیم. شرکت‌های خصوصی بزرگ همانند اکسنچر، گلوبانت، آی.بی.ام، ال.تی.آی، مایندتری، ای موبدو تکنولوژی، امفسس و کاپجمنی^۲ و شرکت‌های چینی هم‌اکنون پیش‌تازان عرصه هوش مصنوعی در تخصیص منابع و پژوهش کاربردی هستند.

جدول ۵. میزان پذیرش هوش مصنوعی در بخش صنعتی و کاربرد آن^۳

Industry	% of Respondents (Function)							
	Human Resources	Manufacturing	Marketing and Sales	Product and Service Development	Risk	Service Operations	Strategy and Corporate Finance	Supply Chain Management
All Industries	11%	8%	5%	10%	19%	19%	21%	9%
Business, Legal, and Professional Services	11%	10%	9%	8%	16%	20%	19%	12%
Consumer Goods/Retail	14%	4%	3%	4%	15%	31%	29%	11%
Financial Services	1%	8%	7%	31%	17%	24%	23%	2%
Healthcare Systems and Pharma and Med. Products	15%	7%	2%	4%	22%	12%	8%	8%
High Tech/Telecom	6%	6%	4%	7%	38%	21%	25%	8%

کمک به بهبود و افزایش کارایی و بهره‌وری با به‌کارگیری هوش مصنوعی مهم‌ترین عامل پذیرش هوش مصنوعی در صنعت است. استفاده از هوش مصنوعی نیازمند صرف سرمایه‌گذاری هنگفتی است سرمایه‌گذار در صورتی حاضر به سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی خواهد بود که استفاده از آن باعث افزایش سود شود. عامل مهم دیگر برای پذیرش هوش مصنوعی در صنعت صرفه‌جویی در هزینه‌ها با به‌کارگیری هوش مصنوعی است. این عامل نیز باعث افزایش سودآوری می‌شود و نقش اساسی در پذیرش هوش مصنوعی توسط بخش صنعتی دارد. جدول بالا درصد پذیرش و استفاده از هوش مصنوعی در صنایع مختلف را نشان می‌دهد.

نمودار ۴. کاهش هزینه و افزایش عملکرد ناشی از به‌کارگیری هوش مصنوعی در صنعت^۴

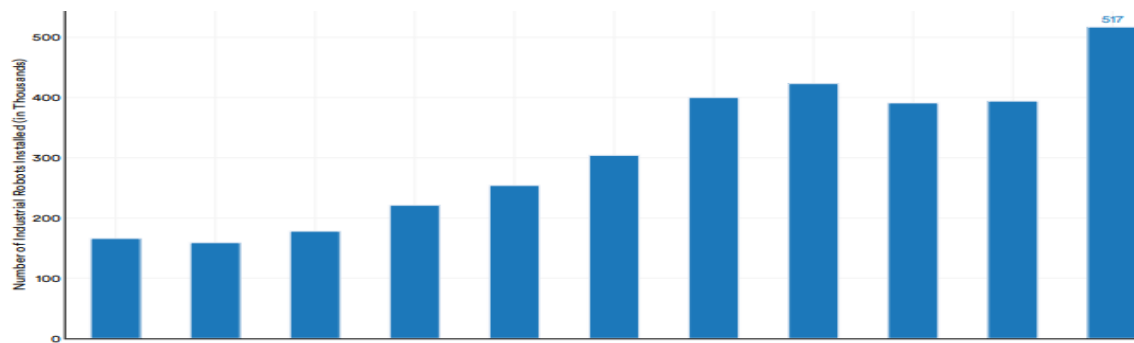
1. NetBase Quid, 2022; Chart: 2023 AI Index Report

2. Accenture, Globant, IBM, LTIMindtree, iMobDev Technologies, Mphasis, Capgemini

3. McKinsey & Company Survey, 2022; Chart: 2023 AI Index Report

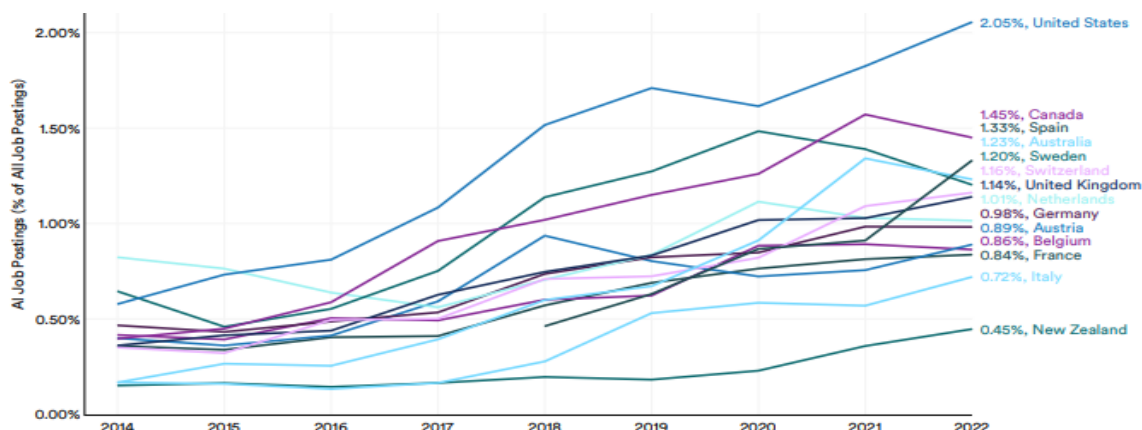
4. McKinsey & Company Survey, 2022; Chart: 2023 AI Index Report

همان‌طور که در بالا بیان شد کاهش هزینه و افزایش عملکرد عوامل اصلی به‌کارگیری هوش مصنوعی در صنعت هستند در نمودار بالا میزان کاهش هزینه و افزایش عملکرد ناشی از به‌کارگیری هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف ارائه شده است.

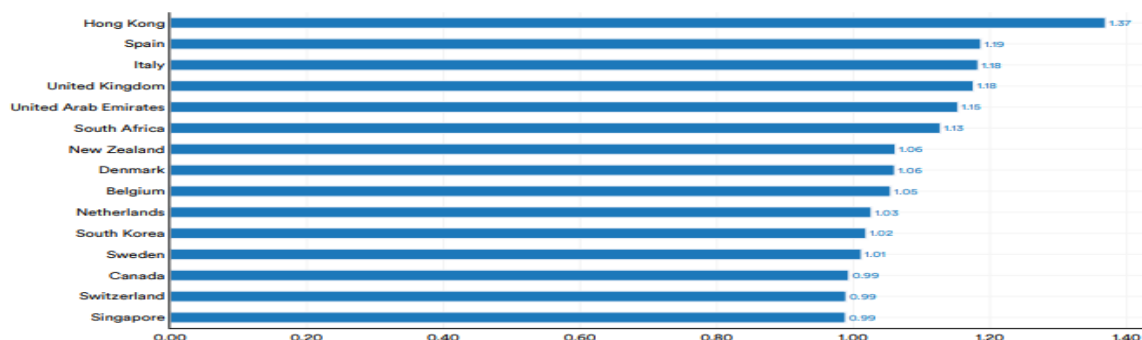


نمودار ۵. میزان استفاده و نصب ربات‌های بر پایه هوش مصنوعی در صنعت^۱

امروزه از ربات‌ها به‌عنوان یک دستیار هوشمند در بخش‌های مختلف صنعتی، اقتصادی، اجتماعی و... استفاده می‌شود. نمودار بالا حاکی از آن است که؛ با گذر زمان و تخصصی‌تر شدن ربات‌ها به‌کارگیری آن‌ها افزایش یافته است.



نمودار ۶. تقاضای نیروی کار هوش مصنوعی بر اساس منطقه جغرافیایی^۲ ۲۰۱۴-۲۲



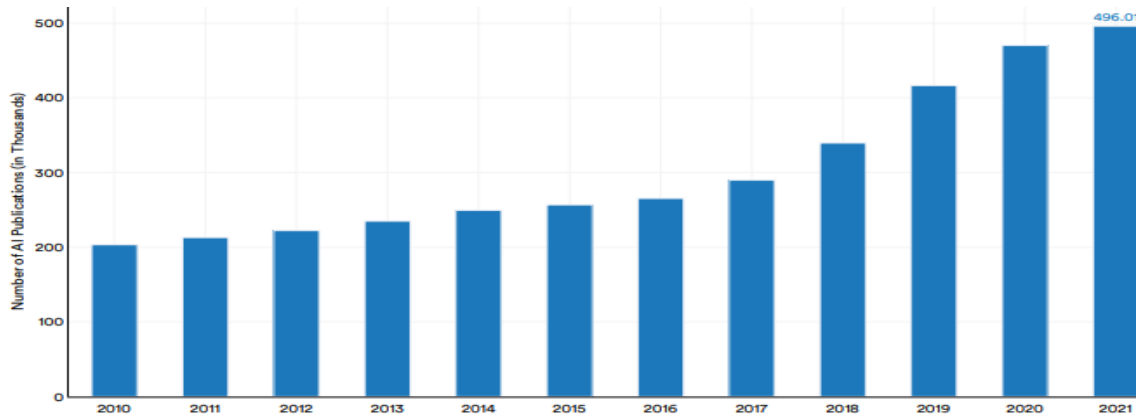
نمودار ۷. میزان استخدام نیرو بر اساس شاخص مهارت در هوش مصنوعی بر اساس منطقه جغرافیایی، ۲۰۲۲^۳

با به‌کارگیری هوش مصنوعی در بخش صنعتی، تولیدی، اجرایی و سایر بخش‌ها نیاز به نیروی کار متخصص در این زمینه افزایش پیدا می‌کند چنانچه در نمودارهای بالا پیداست در سال‌های اخیر فرصت‌های شغلی تخصصی بر اساس مهارت هوش مصنوعی افزایش یافته است.

1. International Federation of Robotics (IFR), 2022; Chart: 2023 AI Index Report

2. Lightcast, 2022; Chart: 2023 AI Index Report

3. LinkedIn, 2022; Chart: 2023 AI Index Report



نمودار ۸. تعداد انتشارات علمی هوش مصنوعی در جهان، ۲۰۱۰-۲۰۲۱

هرچند در ابتدا شروع تحقیقات و پژوهش‌ها از محیط آکادمیک شروع شد و کم‌کم به صنعت راه یافت اما فضای علمی همچنان در پیشبرد این دانش و مصنوعات آن با جدیت در حال فعالیت است. به‌ویژه در سال‌های اخیر که مبحث هوش مصنوعی و تأثیرات ناشی از آن محدوده وسیعی از علوم را درگیر و کنجکاو در برای بررسی آثار آن کرده است. با نگاهی به آمار و میزان استفاده هوش مصنوعی در صنایع و تغییرات ناشی از آن می‌توان دریافت که در ابتدا به‌کارگیری هوش مصنوعی در یک دهه اخیر با شیب تند افزایش یافته است و مضاف بر آن پنج حوزه بهره‌وری و بازدهی، استخدام و اشتغال، تجارت و توسعه بین‌المللی، تغییر الگوی توزیع قدرت اقتصادی و تغییر و تأسیس نهادها و رژیم‌های بین‌المللی از مهم‌ترین حوزه‌های متأثر اقتصاد بین‌الملل از هوش مصنوعی هستند که در ادامه به بررسی ابعاد و آثار هر یک از آن‌ها می‌پردازیم.

۴. تأثیرات هوش مصنوعی بر عناصر کلیدی اقتصاد بین‌الملل

با بررسی روند استفاده از هوش مصنوعی در صنایع مختلف و تغییرات ناشی از آن، مشاهده می‌شود که پذیرش این فناوری با سرعت چشم‌گیری در حال گسترش است. افزون بر این، پنج حوزه اصلی که بیشترین تأثیر را از این فناوری در اقتصاد بین‌الملل پذیرفته‌اند، شامل اشتغال و بازار کار، تجارت و توسعه جهانی، توزیع قدرت اقتصادی، بازدهی و بهره‌وری و تحولات در نهادها و ساختارهای بین‌المللی هستند. در بخش‌های بعدی به تحلیل و بررسی هر یک از این حوزه‌ها و تأثیرات آن‌ها بر اقتصاد جهانی خواهیم پرداخت.

۴-۱. تأثیر هوش مصنوعی بر توسعه و تجارت بین‌المللی

در حالی که فناوری هوش مصنوعی هنوز در حال تکامل و با محدودیت‌هایی مواجه است، این پتانسیل را دارد که تجارت بین‌المللی را به طرق مختلف افزایش و توسعه دهد. با این حال شواهد تجربی در مورد ارتباط بین هوش مصنوعی و بهره‌وری به‌تازگی در حال ظهور است. در حالی که استفاده گسترده از فناوری‌های هوش مصنوعی در شرکت‌ها و بخش‌های خاص به‌ویژه بخش‌های مبتنی بر داده مانند بخش مالی، بیمه و پلتفرم‌های آنلاین مصرف‌کننده وجود دارد؛ اما در مجموع، مزایای فناوری متحول‌کننده‌ای مانند هوش مصنوعی در آمار بهره‌وری ناپیدا باقی مانده است. از این پدیده به‌عنوان «پارادوکس بهره‌وری مدرن»^۲ یاد می‌شود (Brynjolfsson & Others, 2017:19)؛ بنابراین انتظار می‌رود زمانی که قابلیت‌های هوش مصنوعی به طور گسترده‌تر منتشر شد و نوآوری‌های مکمل توسعه یافت، اثرات مثبت تجاری آن ظاهر شوند.

مسیر دیگری که هوش مصنوعی به افزایش تجارت کمک می‌کند، به پتانسیل هوش مصنوعی برای فعال کردن کارایی زنجیره تأمین بیشتر مربوط می‌شود (Meltzer, 2018)؛ که شامل تولید هوشمند، ساده‌تر و خودکار، پیش‌بینی‌های دقیق در مورد تقاضای مصرف‌کننده، تصمیم‌گیری بهتر در مورد محل تولید و همچنین کمک به اهداف سیاستی مانند کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در زنجیره تأمین با بهینه‌سازی عملیات لجستیک است (Tsolakis, 2021)؛ بنابراین، پذیرش و به‌کارگیری

1. Center for Security and Emerging Technology, 2022; Chart: 2023 AI Index Report

2. modern productivity paradox

هوش مصنوعی می‌تواند شرکت‌ها را قادر سازد تا هزینه‌های تولید را کاهش دهند و در پاسخگویی به تغییرات در تقاضای مصرف‌کننده چابک‌تر عمل نمایند. هوش مصنوعی همچنین وعده کاهش هزینه‌های تجاری را می‌دهد. این وعده از طریق کارایی لجستیکی بیشتر و همچنین از طریق ارتباط بهتر عرضه و تقاضا و کاهش موانع زبانی محقق می‌شود. استفاده از هوش مصنوعی در گمرکات و سایر آژانس‌های مرزی برای تسهیل تجارت نیز به کاهش بیشتر هزینه‌های تجاری کمک می‌کند (WCO, 2019: 22).

فناوری‌های هوش مصنوعی می‌توانند دامنه کاربرد گسترده‌ای در توسعه و تجارت بین‌الملل داشته باشند، از این‌رو استفاده و محدودیت‌های آن‌ها را می‌توان از طریق مطالعات موردی هدفمند نشان داد. در ادامه به سه مثال گویا از کاربرد فناوری‌های هوش مصنوعی در سه زمینه کاربردی بر تجارت اثر می‌گذارند. اولین مورد ترجمه ماشینی مبتنی بر هوش مصنوعی و استفاده از آن برای تسهیل معاملات تجاری است. دومی مربوط به فناوری‌های هوش مصنوعی مورد استفاده در زنجیره‌های تأمین است و سومی بر کاربرد هوش مصنوعی در بخش مالی تمرکز دارد (Kenny, 2022).

۴-۲. تأثیر هوش مصنوعی بر رژیم‌ها و نهادهای بین‌المللی

به‌طور کلی، نهادها را می‌توان به‌عنوان «مجموعه‌ای از قوانین رسمی و غیررسمی از جمله مکانیسم‌های اجرایی آن‌ها» تعریف کرد (Furubotn & Richter, 2005). نهادگرایان یک نهاد را به‌عنوان متغیر مهمی که زندگی اجتماعی، سیاسی و اقتصادی بین‌المللی را توضیح می‌دهد، یا به‌عنوان یک پیامد زندگی اجتماعی، سیاسی و اقتصادی که خود نیازمند توضیح است، درک می‌کنند. الگوهای اقتصادی را می‌توان به‌عنوان متغیرهایی درک کرد که به توضیح جهانی با هوش مصنوعی کمک می‌کند و در عین حال نیازمند کاوش و توضیح بیشتر در شرایط کنونی است (Lowndes & Roberts, 2013).

نهادگرایان معتقدند نهادها از این جهت اهمیت دارند که بر عقاید و اعمال انسان اثر می‌گذارند و در نتیجه بر نتایج اجتماعی، سیاسی و اقتصادی تأثیر می‌گذارند. برخی از موضوعات نهادی کلی که در گذشته توسط اقتصاددانان ترسیم شده‌اند، در دنیایی با هوش مصنوعی کارایی بالایی ندارند زیرا هوش مصنوعی پیچ و تاب خاصی به این موضوعات خواهد داد؛ بنابراین نیاز به الگوهای جدید اقتصادی ضرورت می‌یابد که بر اصول ذیل مبتنی باشند: الف: ادراک نسبت به گذر از اقتصاد انسانی به اقتصاد ماشینی ب: تقسیم کار خرد ج: روابط مثلی نمایندگی و عدم تقارن اطلاعات سطوح^۱ د: عوامل جدید تولید هوش مصنوعی شبکه‌های هوش مصنوعی (Wagner, 2020).

موارد پیش گفته در هنگام تلاش برای مقابله با عدم تقارن اطلاعات ناشی از هوش مصنوعی مهم خواهد بود. در گذشته، اقتصاددانان چنین عدم تقارن‌هایی را در روابط اصلی و عاملی که در همه‌جا در اقتصاد مشترک بود، مرتبط می‌دانستند. با ظهور هوش مصنوعی، یک تغییر الگو در روابط، هم در حوزه بازار خصوصی و هم در حوزه دولتی به وجود آمد؛ بنابراین برای تجزیه و تحلیل پدیده‌های نوظهور، شناسایی و توسعه رژیم‌های نهادی مناسب مورد نیاز است. نیاز به پیشرفت تئوری‌های نهادی با این واقعیت تقویت می‌شود که یک اقتصاد با هوش مصنوعی از داده‌ها و نیروی کار ماشینی مبتنی بر هوش مصنوعی به‌عنوان عوامل جدید تولید استفاده می‌کند. ویژگی‌های این عوامل نه تنها الگوی تقسیم کار و تخصص را تقویت می‌کند بلکه منبع اثرات خارجی منفی بالقوه و نیز مبنای الگوی افزایش بازده شبکه هستند.

با تغییر الگوها باید نهادها و رژیم‌های جدیدی برای درک اینکه چگونه تصمیم‌گیری انسانی و الگوریتم هوش مصنوعی را می‌توان به طور مؤثر ترکیب کرد، ایجاد شود تا از مزایای هر رویکرد استفاده شود و تصمیم‌گیری بهتری را امکان‌پذیر سازد. قابلیت‌های روزافزون سیستم‌های هوش مصنوعی و کاربردهای متنوع آن‌ها در سراسر جامعه، باعث ایجاد طیف وسیعی از نگرانی‌های حاکمیتی شده است. برای اطمینان از استفاده ایمن و قابل اعتماد و رفتار متناسب این سیستم‌ها مطابق با حقوق اساسی و انسانی و اصول اخلاقی به سیاست‌های جدیدی نیاز است. اخیراً، دولت‌ها در سراسر جهان شروع به نزدیک شدن به حکمرانی هوش مصنوعی از طریق اهرم‌های متعدد کرده‌اند. مثال بارز این امر، مقررات افقی اتحادیه اروپا است که در آوریل

۲۰۲۱ منتشر شد که یک چارچوب نظارتی برای سیستم‌های هوش مصنوعی پرخطری که وارد بازار می‌شوند ارائه می‌کند (European Commission, Artificial Intelligence Act, 2021).

به طور کلی دو نوع نهاد وجود دارد که می‌توان آن‌ها را مورد بررسی قرار داد: آن‌هایی که وجود دارند و ممکن است سازگار شوند یا به طور ارگانیک در طول زمان تکامل یابند یا تغییر کاربری دهند و آن‌هایی که هنوز وجود ندارند اما در نهایت به وجود خواهند آمد تا خلأیی را که اقدامات هوش مصنوعی جدید ایجاد کرده است پر کنند. برای تأسیس نهادهای جدید اخیراً، از فراخوان‌های آکادمیک برای ایجاد کمیته هماهنگ‌کننده حاکمیت بین‌المللی هوش مصنوعی و همچنین ایجاد یک آژانس نظارتی بین‌المللی برای هوش مصنوعی و نیز یک کمیته هماهنگ‌کننده برای حکمرانی هوش مصنوعی استفاده شده است (Stix, 2022). این فراخوان‌ها با تکیه بر دانش و بینش موجود، آن دسته از افرادی را مخاطب قرار می‌دهد که علاقه‌مند به مشارکت و راه‌اندازی مؤسسات جدید و انجام تحقیقات بیشتر در مورد ایجاد نهادهای عمل‌گرایانه برای حکمرانی هوش مصنوعی هستند.

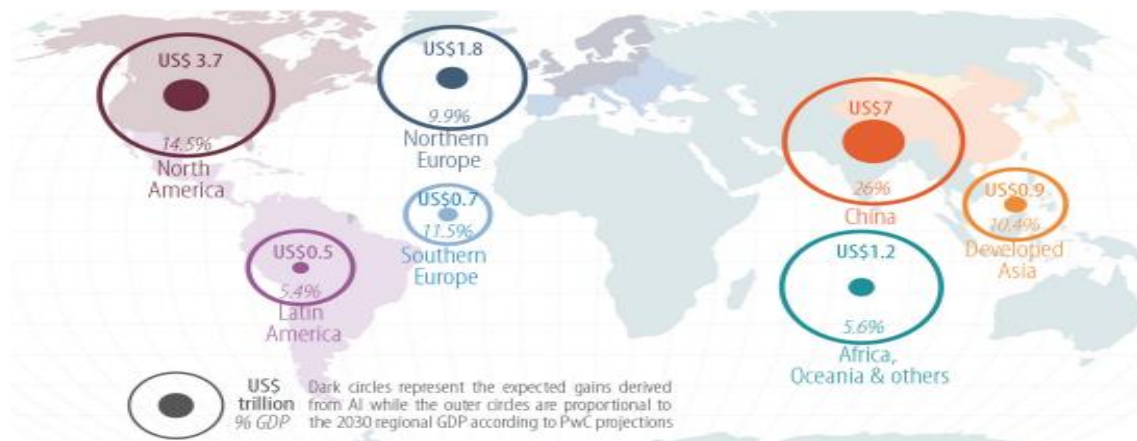
۴-۳. تأثیر هوش مصنوعی بر الگوی توزیع قدرت

هوش مصنوعی پتانسیل قابل توجهی برای افزایش رشد اقتصادی و بهره‌وری دارد، اما در عین حال خطرات به همان اندازه جدی از قطبی شدن قدرت اقتصادی، افزایش نابرابری، بیکاری ساختاری و ظهور ساختارهای صنعتی جدید نامطلوب را در محیط اقتصاد بین‌الملل ایجاد می‌کند. مک‌کینزی استدلال می‌کند که هوش مصنوعی و اتوماسیون ممکن است از یک سو ظهور کشورهای با اقتصادهای بزرگ را تسهیل کند و از سوی دیگر به کشورهای با اقتصادهای کوچک امکان می‌دهد، کارهای پروژه‌ای را انجام دهند که اکنون عمدتاً توسط اقتصادهای بزرگ‌تر انجام می‌شود. این امر می‌تواند باعث ظهور کشورهایی با اقتصاد بسیار کوچک و بسیار بزرگ شود که نتیجه نهایی آن یک اقتصاد هالتر شکل است که در آن کشورهای با اقتصاد متوسط ضرر می‌کنند (Wolff et al., 2020).

اثر احتمالی دیگر هوش مصنوعی افزایش رقابت میان کشورها، ورود کشورها به حوزه‌های جدید خارج از مسیر اصلی اقتصادی قبلی‌شان و شکاف عمیق بین کشورهای صاحب فناوری و عقب‌مانده‌ها در هر بخش است. پذیرش کنندگان اولیه، یعنی کشورهایی که به طور کامل ابزارهای هوش مصنوعی را طی پنج تا ده سال آینده جذب می‌کنند، به احتمال زیاد به طور نامتناسبی سود خواهند کرد. در انتهای دیگر طیف، پذیرندگان کند یا غیر پذیرنده خواهند بود که احتمالاً رکود اقتصادی را تجربه خواهند کرد (Smuha, 2021).

در این شرایط سهم کشورهای عقب‌مانده از بازار اقتصادی به کشورهای پیش‌تاز واگذار می‌شود و می‌توانند به تدریج بیشتر و بیشتر بر سود خود از این صنعت بیفزایند. این امر منجر به پدیده «برنده همه چیز را می‌گیرد» می‌شود، مشابه آنچه در حال حاضر در بازارهای فناوری مشاهده می‌شود. پیشرفت در هوش مصنوعی و فناوری می‌تواند پیش‌تازان را قادر سازد تا به سوپراستارهایی تبدیل شوند که از بالاترین سطح بهره‌وری بهره‌مند شوند. این پدیده می‌تواند عواقب قابل توجهی داشته باشد. ایجاد شکاف بهره‌وری میان کشورها و به تبع آن قدرت اقتصادی توزیع نابرابر قدرت را به همراه دارد (European Parliamentary Research Service, 2019).

سطوح فعلی پذیرش هوش مصنوعی در سراسر جهان متفاوت است و این امکان را فراهم می‌کند که شکاف بین کشورهای پیشرفته و عقب‌مانده بیشتر شود. پیش‌تازان هوش مصنوعی که بیشتر در کشورهای توسعه‌یافته قرار دارند، احتمالاً برتری خود را نسبت به هم‌تایان خود در کشورهای در حال توسعه افزایش خواهند داد. این اثر بالقوه احتمالاً با این واقعیت ترکیب می‌شود که قدرت آن‌ها به تدریج افزایش خواهد یافت (Eager et al., 2020). در شکل شماتیک زیر پیش‌بینی pwc از دستاوردهای مورد انتظار از هوش مصنوعی در مناطق مختلف جهان تا سال ۲۰۳۰ را نمایش می‌دهد.



دستاوردهای مورد انتظار از هوش مصنوعی در مناطق مختلف جهان تا سال ۲۰۳۰

تغییری که الگوی توزیع قدرت با آن مواجه است این است که هوش مصنوعی قادر به تکامل لامارکی است؛ که به طور خلاصه به این معنی است که در حالی که در شرایط تکامل طبیعی زرافه‌ها با دراز کردن گردن خود قد بلندتر می‌شوند، عوامل هوش مصنوعی نیز به معنای مجازی این کار را انجام می‌دهند و به عنوان یک فناوری همه‌منظوره با آموزش لامارکی، عوامل هوش مصنوعی می‌توانند به مرور زمان و استفاده بیشتر خود را تقویت کنند و ارتقاء دهند که اثرات آن باعث می‌شود افراد قوی، قوی‌تر و ضعیف‌ها، ضعیف‌تر شوند (Shapiro & Varian, 2018).

۴-۴. تأثیر هوش مصنوعی بر بازدهی و بهره‌وری

یکی از پیشگامان اینترنت، اسکات برادر از دانشگاه هاروارد، زمانی انقلاب اینترنت را به عنوان «سکوی همه انقلاب‌های بعدی» توصیف کرد. همین را می‌توان در مورد هوش مصنوعی نیز گفت. هوش مصنوعی یک فناوری با هدف عمومی است و همان‌طور که در کامپیوترها دیده می‌شود، نوآوری‌هایی که در هوش مصنوعی رخ می‌دهد، انقلاب‌هایی را در هر حوزه‌ای که آن را لمس می‌کند، به وجود می‌آورد (Author's interview with Scott Bradner, 1995). چندین بانک سرمایه‌گذاری و مشاور تلاش کرده‌اند تا ارزش اقتصادی به کارگیری هوش مصنوعی در فعالیت‌های موجود بر اساس صنعت و جغرافیا را پیش‌بینی کنند. بانک آمریکا^۲ مریل لینچ در سال ۲۰۱۵ اعلام کرد که انتظار دارد طی ۱۰ سال رباتیک و هوش مصنوعی سالانه ارزش تأثیرگذاری بین ۱۴ تا ۳۳ تریلیون دلار به طور بالقوه ایجاد کند که در انتهای این امر بین ۸ تا ۹ تریلیون دلار کاهش هزینه در سراسر جهان خواهد داشت. همچنین ۹ تریلیون دلار صرفه‌جویی در هزینه‌های تولید و مراقبت‌های بهداشتی و اشتغال و حدود ۱,۹ تریلیون دلار در افزایش بهره‌وری خودروهای خودران و هواپیماهای بدون سرنشین، از پیامدهای فرعی آن است (Ma et al., 2015).

با روشی متفاوت، مؤسسه جهانی مک‌کینزی^۳ نیز تا سال ۲۰۲۵ محدوده ۱۰ تا ۲۵ تریلیون دلار در سال را برای سرمایه‌گذاری در رباتیک، هوش مصنوعی و فعالیت‌های فشرده داده مانند اینترنت اشیا و حسگرهای صنعتی پیش‌بینی کرد. بر اساس مطالعه‌ای که در سال ۲۰۱۷ صورت پذیرفت، تخمین زده شد که اتوماسیون می‌تواند رشد بهره‌وری را در سراسر جهان ۰,۸ تا ۱,۴ درصد در سال افزایش دهد (Manyika & Others, 2017). گزارشی در سال ۲۰۱۶ توسط گروه تحلیل که توسط فیس‌بوک تأمین مالی می‌شود، دامنه معقول تأثیر اقتصادی هوش مصنوعی در ۱۰ سال آینده را بین ۱,۴۹ تریلیون دلار تا ۲,۹۵ تریلیون دلار تخمین زد (Sharma et al., 2022).

مزیت جالب‌تر و شرط لازم هوش مصنوعی مرتبط با افزایش بهره‌وری انجام کارهایی است که هیچ گروهی از انسان‌ها نمی‌توانند به طور منطقی به آن امیدوار باشند. چشم‌اندازی که کسب‌وکارها در حال حاضر به سمت آن حرکت می‌کنند.

1. The macroeconomic impact of artificial intelligence, PwC, 2018.

2. (BoA)

3. McKinsey

به‌عنوان مثال اتو^۱، یک خرده‌فروش اینترنتی بزرگ آلمانی است. داده‌های آن نشان می‌دهد که مشتریان اگر سه روز یا بیشتر پس از سفارش کالای خود را تحویل نگیرند، احتمال بیشتری برای بازگرداندن اقلام دارند، به این معنی که شرکت باید زمان حمل و نقل را برای بهبود خدمات مشتری و محافظت از حاشیه سود خود کوتاه کند. برای انجام این کار، اتو یک مدل پیش‌بینی را با استفاده از یک الگوریتم یادگیری عمیق توسط شرکتی به نام بلو یاندر^۲ که در ابتدا برای تجزیه و تحلیل آزمایش‌ها در سازمان اروپایی تحقیقات هسته‌ای توسعه داده^۳ طراحی شد بود، به کار گرفت.

این الگوریتم حدود ۲۰۰ متغیر (مانند فصل، آب‌وهوا، رنگ، اندازه سبک و...) را تجزیه و تحلیل کرد تا یک ماه کامل قبل از اینکه خریده‌ها واقعاً اتفاق بیفتند پیش‌بینی کند که خریداران چه چیزی را خریداری می‌کنند این کار اتو را قادر می‌ساخت تا بتواند کالاها را بلافاصله بعد از خرید آن ارسال کند. سیستم تدارکات خودکار اتو، ۲۰۰۰۰۰ محصول در ماه را به طور کامل خریداری می‌کرد. این پروژه یک برد سه‌گانه بود: در عرض دو روز بیشترین کالا را به مشتریان می‌رساند، بازدهی را به میزان ۲ میلیون کالا در سال افزایش داد و همچنین به محیط‌زیست کمک کرد، زیرا بسته‌های کمتری مرجوع می‌شد. این اتفاق را می‌توان با حضور نیروی انسانی مقایسه کرد، گردآوری تیمی از انسان‌ها برای بررسی ۲۰۰ متغیر مجزا برای خرید میلیون‌ها کالا در انتظار سفارش‌های مشتری، اگر نگوییم غیرممکن، یک تلاش قابل توجه خواهد بود؛ اما یک الگوریتم هوش مصنوعی توانست این کار را به سهولت انجام دهد (The Economist, 2017).

نقش هوش مصنوعی در بهبود عملکرد تولید بسیار مهم است. در قیاس با گذشته، عمده مواد اولیه‌ای که بشر مورد استفاده قرار می‌دهد، تغییر نکرده است؛ اما با بهره‌گیری از فناوری هوش مصنوعی، دستورالعمل و نحوه تولید محصول نهایی و فرآورده، تغییر اساسی پیدا می‌کند. همچنین با تمتع از ماشین‌آلات هوشمند، سرعت عملیات تولید افزایش چشم‌گیری می‌یابد و در زمان صرفه‌جویی بسیاری انجام می‌شود. با عنایت به خودمختاری تجهیزات، نظارت انسانی و عامل خستگی، کاهش می‌یابد و با استفاده از دقت بالای دستگاه‌ها و میزان خطای کم، کیفیت محصولات هم رشد قابل ملاحظه‌ای پیدا می‌کند. امروزه شاهد گسترش روند هوشمندسازی در تمامی جوانب و فرایندهای تولید به‌ویژه در ملل توسعه‌یافته و تغییر در مکانیزم تولید هستیم. به‌علاوه، فناوری هوش مصنوعی با استفاده از داده‌های تولید، می‌تواند ضعف‌های سیستم تولید مانند بحث خرابی ماشین‌آلات را پیش‌بینی کند، همچنین با بررسی راندمان تولید، قابلیت تعیین زمان تعمیر، نگهداری و تعویض خطوط تولید را دارد که در نهایت هوش مصنوعی در اقتصاد بین‌الملل، افزون بر بهبود عملکرد تولید، با انتشار گسترده هوش مصنوعی در سطح بین‌المللی، انتظار می‌رود در درازمدت رشد بهره‌وری به میزان بسیاری افزایش یابد که متعاقب این امر، رشد اقتصادی نیز افزایش خواهد یافت و در نتیجه فرصت‌های جدیدی برای اقتصاد بین‌المللی فراهم می‌شود.

۴-۵. تأثیر هوش مصنوعی بر اشتغال و بیکاری

گزارش‌ها و منابع متعددی زنگ خطر را به صدا درآورده‌اند که هوش مصنوعی منجر به «آخرالزمان شغلی»^۴ می‌شود که در آن بیکاری انبوه به یک امر عادی تبدیل می‌شود و از دست دادن شغل‌های عظیم را پیش‌بینی کرده‌اند. یووال نوح هراری در کتاب خود انسان خداگونه^۵، حتی فراتر می‌رود و استدلال می‌کند که هوش مصنوعی بخش وسیعی از بشریت را بی‌فایده خواهد کرد (Harari, 2016). با این حال، برخی از اقتصاددانان این دیدگاه که اگر روبات‌ها کارها را انجام دهند با در نظر داشتن اینکه مقدار ثابتی کار برای انجام دادن وجود دارد، انسان‌ها بیکار می‌مانند، به‌عنوان یک «اشتباه کار» می‌دانند. تاریخ اقتصادی نشان می‌دهد که اتوماسیون، مشاغل جدیدی را در حول فرآیندهای جدید ایجاد می‌کند و این مشاغل جدید همچنان به انسان‌ها نیاز دارند، به این معنا که فناوری مشاغل را حذف می‌کند، نه کار.

مطالعات متعددی در خصوص ارتباط میان گسترش هوش مصنوعی و بیکاری افراد صورت گرفته است. بر اساس مطالعه

1. Otto

2. Blue Yonder

3. The European Organization for Nuclear Research (CERN)

4. jobs apocalypse

5. Homo Deus

مک‌کینزی در سال ۲۰۱۶ که بر روی بیش از ۲۰۰۰ فعالیت کاری در ۸۰۰ شغل انجام شد، حدود نیمی از فعالیتهای اقتصاد جهانی را می‌توان با فناوری فعلی خودکار کرد. این گزارش خاطرنشان کرد: حدود ۶۰ درصد مشاغل حداقل یک‌سوم وظایفی را دارند که می‌توان آن‌ها را خودکار کرد، اما کمتر از ۵ درصد مشاغل را می‌توان ۱۰۰ درصد خودکار کرد. به طور متوسط، تنها ۹ درصد از مشاغل در ۲۱ اقتصاد (عمدتاً پیشرفته) سازمانی قابل خودکار شدن هستند. با این حال ارزیابی‌های ۹ درصدی OECD و ۵ درصدی مک‌کینزی در مورد حذف مشاغل از طریق اتوماسیون بسیار کمتر از پیش‌بینی‌های ۴۷ درصدی آکسفورد و ۳۵ درصدی PwC به نظر می‌رسد. نتایج حاکی از این است که مشاغل حذف نمی‌شوند، اما متفاوت خواهند بود (Bessen et al., 2020).

هوش مصنوعی از یک سو با افزایش کارایی و بهره‌وری، به خلق فرصت‌های شغلی جدید و رشد اقتصادی کمک می‌کند و از سوی دیگر، با اتوماسیون شدن بسیاری از وظایف و فرایندها، منجر به حذف برخی مشاغل می‌شود. هوش مصنوعی در بخش‌هایی مانند تولید، خدمات مالی و حمل‌ونقل فرایندهای کاری را به‌طور چشم‌گیری بهینه‌سازی می‌کند. این بهینه‌سازی‌ها معمولاً منجر به کاهش نیاز به نیروی کار انسانی در وظایف تکراری و کم‌مهارت می‌شود. در مقابل همچنین فرصت‌های شغلی جدیدی ایجاد می‌کند که نیازمند مهارت‌های خاص در زمینه‌های مرتبط با فناوری و نوآوری هستند. توسعه و نگهداری سیستم‌های هوش مصنوعی، تحلیل داده‌ها و طراحی الگوریتم‌های پیچیده نیازمند تخصص‌های جدیدی است که می‌تواند بازار کار را به سمت اشتغال در حوزه‌های با ارزش افزوده بالا هدایت کند. افزون بر این، تحول دیجیتال به‌واسطه هوش مصنوعی می‌تواند به ظهور مشاغل جدید در حوزه‌های خدماتی و خلاقانه منجر شود که تا پیش از این وجود نداشته‌اند (Mandel, 2017).

باید در نظر داشت که تأثیرات هوش مصنوعی بر اشتغال و بیکاری به سطح مهارت و تطبیق‌پذیری نیروی کار نیز بستگی دارد. نیروی کاری که قادر به کسب مهارت‌های جدید و انطباق با فناوری‌های پیشرفته باشد، می‌تواند از فرصت‌های شغلی جدید بهره‌برداری کند. این موضوع بر اهمیت سرمایه‌گذاری در آموزش و توسعه مهارت‌های نیروی کار تأکید دارد. دولت‌ها و سازمان‌های آموزشی نقش مهمی در تسهیل این انتقال و کاهش اثرات منفی بیکاری ناشی از اتوماسیون دارند.

نتیجه‌گیری

این تحقیق به بررسی اهمیت هوش مصنوعی در اقتصاد بین‌الملل و شناسایی نقش این فناوری در تحول ساختار اقتصادی جهانی پرداخته است. نتایج پژوهش نشان می‌دهند که پیشرفت‌های هوش مصنوعی در حوزه‌هایی همچون اشتغال، گسترش تجارت جهانی، تغییر در الگوهای توزیع قدرت اقتصادی و همچنین شکل‌دهی به نهادها و رژیم‌های بین‌المللی تأثیرات قابل توجهی بر اقتصاد جهانی داشته است. در حوزه اقتصاد بین‌الملل، هوش مصنوعی می‌تواند در بهبود فرایندهای تولید، افزایش کارایی زنجیره‌های ارزش، بهینه‌سازی فرایندهای تأمین و لجستیک، حمل‌ونقل، تسهیل تجارت الکترونیک و تعامل با مشتری، کاهش هزینه‌ها و موانع تجاری تأثیرگذار باشد. همچنین استفاده از هوش مصنوعی در تولید موجب بهبود کیفیت محصولات، افزایش دقت در فرایندهای تولید و کاهش زمان لازم برای ساخت کالاها می‌شود که در نهایت منجر به افزایش تولید ناخالص ملی و تسهیل مشارکت کشورهای مختلف در اقتصاد جهانی می‌گردد.

در عین حال در خصوص نگرانی‌هایی که به‌ویژه در مورد بیکاری به‌واسطه جایگزینی نیروی انسانی با هوش مصنوعی مطرح است این مقاله نشان می‌دهد که هرچند هوش مصنوعی ممکن است برخی مشاغل را تحت تأثیر قرار دهد اما در عین حال فرصت‌های شغلی جدید و متنوعی به وجود می‌آید که می‌تواند به کاهش بیکاری ناشی از این تغییرات کمک کند. با گسترش هوش مصنوعی نهادهای بین‌المللی موجود تحت تأثیر قرار گرفته متحول شده یا متکامل می‌شوند و نهادهای جدیدی نیز تأسیس و تعریف خواهند شد که خلأهای ناشی از ظهور هوش مصنوعی را پوشش می‌دهند. با توجه به عملکرد مثبت هوش مصنوعی در ارتقاء جایگاه اقتصادی به‌تبع آن قدرت اقتصادی نیز دچار تغییر خواهد شد. لذا گسترش به‌کارگیری هوش مصنوعی تغییر قدرت برای کشورهای دارا یا فاقد فناوری هوش مصنوعی را به همراه دارد و در بلندمدت تغییر الگوی توزیع

قدرت را محتمل می‌سازد. این مقاله گامی در جهت بحث در مورد اثرگذاری هوش مصنوعی بر ابعاد اقتصادی است. با این حال، این حوزه هنوز نیازمند به پژوهش عمیق‌تر است و می‌توان تحلیل‌های بیشتری را در زمینه تأثیر هوش مصنوعی بر کنش‌گران اقتصادی در آینده انجام داد.

منابع

سلیمی، حسین؛ ایمانی، همت (۱۴۰۴). رهیافت نئولیبرالی در اقتصاد سیاسی جهانی؛ گذار از دولت‌محوری به جهان شبکه‌ای. *مطالعات اقتصاد سیاسی بین‌الملل*، ۱۸(۱)، ۲۶-۱. doi: 10.22126/ipes.2025.11338.1708

گل‌افشان، اشکان؛ عباسی اشلقی، مجید (۱۴۰۴). الگوهای اقتصاد سیاسی چین در غرب آسیا؛ مطالعه موردی عربستان سعودی (۲۰۲۳-۱۹۹۱). *مطالعات اقتصاد سیاسی بین‌الملل*، ۱۸(۱)، ۴۸-۲۷. doi: 10.22126/ipes.2025.10994.1682

References

- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2017). *The Race between Machine and Man: Implications of Technology for Growth, Factor Shares and Employment* (NBER Working Paper No. 22252). National Bureau of Economic Research. doi: 10.3386/w22252
- Bellman, R. E. (1978). *Artificial intelligence: Can computers think?* Cii Books.
- Bertram, J. S., & Craig, A. W. (1972). Specific induction of bladder cancer in mice by butyl-(4-hydroxybutyl)-nitrosamine and the effects of hormonal modifications on the sex difference in response. *European Journal of Cancer*, 8(6), 587-594. doi: 10.1016/0014-2964(72)90137-5
- Bessen, J., Goos, M., Salomons, A., & van den Berge, W. (2020). *Automation: A Guide for Policymakers*. Economic Studies at Brookings Institution.
- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company.
- Brynjolfsson, E., Hui, X., & Liu, M. (2018). Does machine translation affect international trade? Evidence from a large digital platform. *National Bureau of Economic Research Working Paper*. doi: 10.3386/w24917
- Charniak, E. (1985). *Introduction to Artificial Intelligence*. Pearson Education India.
- Chen, N., Christensen, L., Gallagher, K., Mate, R., & Rafert, G. (2016). *Global Economic Impacts Associated with Artificial Intelligence*. Analysis Group. http://www.analysisgroup.com/uploadedfiles/content/insights/publishing/ag_full_report_economic_impact_of_ai.pdf
- Cihon, P. (2019). *Standards for AI Governance: International Standards to Enable Global Coordination in AI Research and Development*. Future of Humanity Institute, University of Oxford. https://www.fhi.ox.ac.uk/wp-content/uploads/Standards_FHI_Technical_Report.pdf
- Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. *Machine Learning*, 20, 273-297. doi: 10.1007/BF00994018
- Deng, J., Dong, W., Socher, R., Li, L.-J., Li, K., & Fei-Fei, L. (2009). ImageNet: A large-scale hierarchical image database. In *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 248-255). IEEE. doi: 10.1109/CVPR.2009.5206848
- European Commission (2021). *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council Laying Down Harmonised Rules on Artificial Intelligence (Artificial Intelligence Act) and Amending Certain Union Legislative Acts (COM/2021/206 final)*. European Commission. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELLAR:e0649735-a372-11eb-9585-01aa75ed71a1>
- European Parliamentary Research Service (2019). *Economic Impacts of Artificial Intelligence (AI)*.
- Ferrucci, D., Levas, A., Bagchi, S., Gondek, D., & Mueller, E. T. (2013). Watson: Beyond Jeopardy! *Artificial Intelligence*, 199, 93-105. doi: 10.1016/j.artint.2012.06.009
- Furubotn, E. G., & Richter, R. (2005). *Institutions and Economic Theory: The Contribution of the New Institutional Economics*. University of Michigan Press

- Golafshan, A., & Abbasiashlaghi, M. (2025). Patterns of China's political economy in West Asia; A case study of Saudi Arabia (1991-2023). *International Political Economy Studies*, 8(1), 27-48. doi: 10.22126/ipes.2025.10994.1682 (In Persian).
- Goodfellow, I. J., Vinyals, O., & Saxe, A. M. (2014). Qualitatively characterizing neural network optimization problems. *arXiv Preprint arXiv:1412.6544*.
- Harari, Y. N. (2016). *Homo Deus: A Brief History of Tomorrow*. Harvill Secker.
- Hassani, H., Silva, E. S., Unger, S., TajMazinani, M., & Mac Feely, S. (2020). Artificial intelligence (AI) or intelligence augmentation (IA): What is the future? *AI*, 1(2), 8. doi: 10.3390/ai1020008
- Haugeland, J. (1989). *Artificial intelligence: The very idea*. MIT Press.
- Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long short-term memory. *Neural Computation*, 9(8), 1735–1780. doi: 10.1162/neco.1997.9.8.1735
- Kenny, D. (2022). *Machine translation for everyone: Empowering users in the age of artificial intelligence*. Language Science Press.
- Krizhevsky, A. (2012). *AlexNet: Convolutional neural networks*.
- Kurzweil, R., Richter, R., Kurzweil, R., & Schneider, M. L. (1990). *The age of intelligent machines* (Vol. 580). MIT Press.
- LeCun, Y., Bottou, L., Bengio, Y., & Haffner, P. (1998). Gradient-based learning applied to document recognition. *Proceedings of the IEEE*, 86(11), 2278–2324. doi: 10.1109/5.726791
- Le-Qing, Z., & Zhen, Z. (2012). Automatic insect classification based on local mean colour feature and support vector machines. *Oriental Insects*, 46(3–4), 260–269. doi: 10.1080/00305316.2012.738142
- Lowndes, V., & Roberts, M. (2013). *Why institutions matter: The new institutionalism in political science*. Macmillan International Higher Education.
- Ma, B., Nahal, S., & Tran, F. (2015). *Robot revolution: Global robot & AI primer*. Bank of America Merrill Lynch.
- Mandel, M. (2017). *How e-commerce creates jobs and reduces income inequality*. Progressive Policy Institute. http://www.progressivepolicy.org/wp-content/uploads/2017/09/PPI_ECommerceInequality_final.pdf
- Manyika, J., Lund, S., Chui, M., Bughin, J., Woetzel, J., Batra, P., ... & Sanghvi, S. (2017). *Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation*. McKinsey Global Institute.
- Meltzer, J. (2018). *The impact of artificial intelligence on international trade*. <https://www.brookings.edu/research/the-impact-of-artificial-intelligence-on-international-trade>
- Michie, D. (1963). Experiments on the mechanization of game-learning. Part I: Characterization of the model and its parameters. *The Computer Journal*, 6(3), 232–236.
- Minsky, M., & Papert, S. A. (1969). *Perceptrons*. MIT Press.
- Mnih, V., Kavukcuoglu, K., Silver, D., Rusu, A. A., Veness, J., Bellemare, M. G., & Hassabis, D. (2015). Human-level control through deep reinforcement learning. *Nature*, 518(7540), 529–533. doi: 10.1038/nature14236
- Moravec, H. P. (1983). The Stanford cart and the CMU rover. *Proceedings of the IEEE*, 71(7), 872–884.
- Newell, A. (1962). Some problems of basic organization in problem-solving programs (pp. 393–423). Rand Corporation.
- Nilsson, N. J. (1998). *Artificial intelligence: A new synthesis*. Morgan Kaufmann.
- Ogheneovo, E., & Nlerum, P. (2020). Iterative dichotomizer 3 (ID3) decision tree: A machine learning algorithm for data classification and predictive analysis. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 7, 514–521.
- Pachocki, J., Roditty, L., Sidford, A., Tov, R., & Williams, V. (2018). Approximating cycles in directed graphs: Fast algorithms for girth and roundtrip spanners. In *Proceedings of the Twenty-Ninth Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms* (pp. 1374–1392). Society for Industrial and Applied Mathematics.

- Poole, D. (1998). *Decision theory, the situation calculus and conditional plans*. Linköping University Electronic Press.
- Rich, E., & Knight, K. (1991). *Artificial intelligence*. McGraw-Hill.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5), S71–S102.
- Rosenblatt, F. (1961). Statute: The program is concerned equally with biological and engineering. *Current Research and Development in Scientific Documentation*, 9, 212.
- Russell, S., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: A modern approach* (3rd ed.). Pearson Education Limited.
- Salimi, H., & Imani, H. (2025). Neoliberal Approach in Global Political Economy: Transition from State-Centric to Networked World. *International Political Economy Studies*, 8(1), 1–26. doi: 10.22126/ipes.2025.11338.1708 (In Persian).
- Samoili, S., Lopez Cobo, M., Gomez Gutierrez, E., De Prato, G., Martinez-Plumed, F., & Delipetrev, B. (2020). *AI watch: Defining artificial intelligence* (EUR 30117 EN, JRC118163). Publications Office of the European Union. doi: 10.2760/382730
- Samuel, A. L. (1960). Programming computers to play games. In *Advances in Computers* (Vol. 1, pp. 165–192). Elsevier.
- Schmidhuber, J. (1993). A self-referential weight matrix. In *Proceedings of the International Conference on Artificial Neural Networks (ICANN'93)* (Vol. 3, pp. 446–450). Springer.
- Shapiro, C., & Varian, H. R. (2018). *Information rules: A strategic guide to the network economy*. Harvard Business School Press.
- Sharma, M., Luthra, S., Joshi, S., & Kumar, A. (2022). Implementing challenges of artificial intelligence: Evidence from public manufacturing sector of an emerging economy. *Government Information Quarterly*, 39(4), Article 101624. doi: 10.1016/j.giq.2022.101624
- Shortliffe, E. H., Davis, R., Axline, S. G., Buchanan, B. G., Green, C. C., & Cohen, S. N. (1975). Computer-based consultations in clinical therapeutics: Explanation and rule acquisition capabilities of the MYCIN system. *Computers and Biomedical Research*, 8(4), 303–320.
- Smuha, N. A. (2021). From a race to AI to a race to AI regulation: Regulatory competition for artificial intelligence. *Law, Innovation and Technology*, 13(1), 57–84. doi: 10.1080/17579961.2021.1872783
- Stix, C. (2022). Foundations for the future: Institution building for the purpose of artificial intelligence governance. *AI and Ethics*, 2(3), 463–476. doi: 10.1007/s43681-022-00186-6
- Tesauro, G. (2002). Programming backgammon using self-teaching neural nets. *Artificial Intelligence*, 134(1–2), 181–199.
- The Economist*. (2017, April 12). Automatic for the people: How Germany's Otto uses artificial intelligence. <https://www.economist.com/news/business/21720675-firm-using-algorithm-designed-cern-laboratory-how-germanysotto-uses>
- Thrun, S., Montemerlo, M., Dahlkamp, H., Stavens, D., Aron, A., Diebel, J., ... & Mahoney, P. (2006). Stanley: The robot that won the DARPA Grand Challenge. *Journal of Field Robotics*, 23(9), 661–692.
- Tsolakis, N. (2021). Towards AI driven environmental sustainability: An application of automated logistics in container port terminals. *International Journal of Production Research*, 1–21. doi: 10.1080/00207543.2021.1914355
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., ... & Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 30.
- Vinyals, O., Babuschkin, I., Czarnecki, W. M., Mathieu, M., Dudzik, A., Chung, J., ... & Silver, D. (2019). Grandmaster level in StarCraft II using multi-agent reinforcement learning. *Nature*, 575(7782), 350–354. doi: 10.1038/s41586-019-1724-z
- Wagner, D. N. (2020). Economic patterns in a world with artificial intelligence. *Evolutionary and Institutional Economics Review*, 17(1), 111–131.

- Watkins, C. J. C. H. (1989). *Learning from delayed rewards*. King's College, University of Cambridge.
- Weizenbaum, J. (1966). ELIZA—A computer program for the study of natural language communication between man and machine. *Communications of the ACM*, 9(1), 36–45.
- Winograd, T. (1971). Procedures as a representation for data in a computer program for understanding natural language. *Artificial Intelligence Laboratory Technical Report (AITR-235)*, Stanford University. <http://hci.stanford.edu/winograd/shrdlu/AITR-235.pdf>
- Winston, P. H. (1992). *Artificial intelligence*. Addison-Wesley.
- Wolff, J., Pauling, J., Keck, A., & Baumbach, J. (2020). *The economic impact of artificial intelligence in health care*.
- World Customs Organization. (2019). *Study report on disruptive technologies*. http://www.wcoomd.org/-/media/wco/public/global/pdf/topics/facilitation/instruments-and-tools/tools/disruptive-technologies/wco_disruptive_technologies_en.pdf?la=en