

The Technology Paradox: Analyzing the Dual Impact of Artificial Intelligence on Well-Being Evidence from Leading Countries

9



► **1- Reza Maaboudi** 
PhD in Economics,
Department of Economics,
Faculty of Humanities,
University of Ayatollah
Boroujerdi, Bojnord, Iran
(Corresponding Author)
maaboudi@abru.ac.ir

► **2- Younes Nademi** 
PhD in Economics,
Department of Economics,
Faculty of Humanities,
University of Ayatollah
Boroujerdi, Bojnord, Iran.

► **3- Ramin Khochiani** 
PhD in Economics,
Department of Economics,
Faculty of Administrative
and Economic Sciences,
University of Ayatollah
Bojnord, Bojnord, Iran

Keywords

Artificial intelligence, Economic growth, Panel GMM approach, Productivity, Welfare

Received: 2025/08/28

Revised: 2026/04/15

Accepted: 2026/05/05

Introduction: In recent years, rapid advancements in artificial intelligence (AI) technologies, as a technology-driven and transformative force, have reshaped economic and social activities and have had profound implications for economic variables, including well-being. Therefore, this study aims to examine the effects of AI on well-being

Method: To reflect the state of well-being, the Legatum Prosperity Index was employed. In addition, to better capture the dynamic relationships among variables and to test the significance of the transmission channels through which AI influences well-being, a Dynamic Panel Generalized Method of Moments approach was applied. The data are based on time-series information for twenty leading countries in the field of AI, covering the period 2017–2023.

Findings: AI affects well-being through multiple channels. On the one hand, economic growth driven by AI technologies and improvements in life expectancy have significant positive effects on well-being. On the other hand, in the absence of sufficient human capital and under conditions of high-income inequality, the expansion of AI may intensify labor displacement, increase unemployment, and reduce overall well-being.

Discussion: AI holds substantial potential to enhance human well-being; however, the realization of this potential requires carefully designed policies that steer technological progress toward social justice and improved quality of life. In particular, harnessing the positive capacities of AI calls for complementary policies focused on workforce reskilling, reducing inequality, and promoting health-oriented applications.

Citation: Maaboudi R, Nademi Y, Khochiany R. (2026). The Technology Paradox: An Analysis of the Dual Impact of Artificial Intelligence on Welfare — Evidence From AI-Leading Countries Using a Dynamic Panel Data Approach. *Social Welfare Quarterly*. 26(1), 9-41. 1
doi:10.32598/refahj.26.100.8

URL: <http://refahj.uswr.ac.ir/article-1-4512-en.html>



Extended Abstract

Introduction

In recent years ,artificial intelligence) AI (has emerged as a general-purpose technology with far-reaching implications for economic performance and social welfare .Unlike earlier waves of automation concentrated in manufacturing ,AI diffuses across a wide spectrum of sectors ,including finance ,healthcare ,public administration ,and digital services ,reshaping production processes ,labor demand ,and welfare distribution .This pervasive diffusion introduces a fundamental paradox :while AI enhances efficiency and economic growth ,it may simultaneously generate adverse distributional and structural effects that undermine overall welfare.

The existing literature has predominantly focused on the productivity and growth effects of AI, often overlooking its multidimensional and distributional implications for welfare. Moreover, empirical studies frequently rely on single proxies, such as patents or publications, which inadequately capture the economic intensity of AI development. In contrast, welfare is inherently multidimensional, encompassing income, inequality, health, and social stability.

This study contributes to the literature by examining the impact of AI investment on welfare across 20 leading AI countries over the period 2017–2023, employing a composite AI investment index and the Legatum Prosperity Index. More importantly, it advances the literature by explicitly modeling the interaction channels through which AI affects welfare, namely human capital, income inequality, life expectancy, and economic growth, thereby providing a more comprehensive and structurally grounded understanding of the AI-welfare nexus.

Methodology

The analysis is grounded in a dynamic welfare framework in which AI affects welfare through multiple interrelated channels .Specifically ,AI influences:

- Economic growth, by increasing productivity and efficiency;
- Labor markets, through skill-biased technological change and job displacement;
- Income distribution, by altering returns to skills and capital;
- Human capital, via complementarities and substitution effects;

- Health outcomes, through improvements in medical technologies and service delivery.

To capture these complex dynamics, the study employs a dynamic panel data model estimated using the GMM approach. The specification includes:

- A lagged dependent variable to account for welfare persistence,
- Direct effects of AI,
- Interaction terms between AI and key structural variables (human capital, inequality, life expectancy, and growth),
- Time fixed effects to control for global shocks (e.g., post-COVID digital acceleration).

This framework allows us to disentangle the direct efficiency-driven (and indirect) distributional and structural (effects of AI on welfare).

Findings

AI exerts a positive direct effect on welfare, reflecting its role in enhancing productivity, reducing costs, and improving access to goods and services. This confirms the efficiency-enhancing nature of AI as a general-purpose technology. However, the interaction effects reveal a different picture. The interaction between AI and human capital is negative and highly significant, indicating that existing human capital structures are insufficient to absorb AI-induced technological change. Rather than complementing labor, AI appears to substitute for certain skills, leading to skill mismatches and labor displacement. The interaction between AI and income inequality is negative, suggesting that AI disproportionately benefits high-skilled workers and capital owners, thereby exacerbating inequality and reducing welfare. The interaction between AI and economic growth is also negative, implying that AI-generated growth is not welfare-enhancing due to unequal distribution and structural disruptions. In contrast, the interaction between AI and life expectancy is positive, highlighting the role of AI in improving healthcare systems and non-material dimensions of welfare. Taken together, these results indicate that although AI generates efficiency gains, its indirect negative effects dominate, leading to a net negative impact on welfare. This finding supports the existence of a “technology-welfare paradox,” whereby technological advancement does not necessarily translate into improved societal well-being.

Discussion

The results provide strong evidence that the welfare implications of AI are fundamentally shaped by structural and distributional mechanisms rather than purely by efficiency gains. A key finding of this study is that human capital fails to mitigate the adverse welfare effects of AI. From a theoretical perspective, this can be explained by recent developments in the economics of technological change. Unlike earlier skill-biased technological change, AI increasingly exhibits characteristics of task substitution rather than task complementarity, particularly in cognitive and routine-intensive occupations. As a result, even relatively skilled workers may face displacement or wage compression. Moreover, human capital accumulation appears to lag behind the pace and direction of AI innovation. This creates a dynamic mismatch between the skills supplied by the labor force and those demanded by AI-driven production systems. Consequently, investments in human capital, in the absence of structural adaptation, may not only fail to offset AI's negative effects but may even reinforce inequality and labor market polarization. The negative interaction between AI and economic growth further suggests that growth alone is no longer a sufficient condition for welfare improvement. When growth is driven by capital-intensive and skill-biased technologies, its benefits may be concentrated among a narrow segment of the population, reducing its overall welfare impact. At the same time, the positive effects of AI on life expectancy highlight the importance of sectoral heterogeneity. AI contributes positively to welfare in domains such as healthcare and public services, where technological improvements directly enhance quality of life. Overall, these findings imply that the welfare consequences of AI depend critically on institutional and policy frameworks. Without appropriate redistribution mechanisms, labor market policies, and adaptive education systems, AI-driven growth may lead to welfare divergence rather than welfare improvement. Accordingly, policy responses should focus on:

- Aligning human capital formation with AI-driven skill demand;
- Implementing inclusive growth strategies to reduce inequality;
- Strengthening labor market institutions to manage technological transitions;
- Promoting AI applications in sectors with direct welfare benefits, such as healthcare and education.

Finally, it should be noted that, despite the use of dynamic panel methods, the results should be interpreted as conditional empirical associations rather than strict causal effects, consistent with the limitations highlighted in the revised manuscript.

Ethical Considerations

Compliance With Ethical Guidelines

This research was conducted in accordance with ethical principles for human studies

Authors' Contributions

All authors contributed equally to the design, execution, and writing of all parts of this research.

Funding

There is no funding support.

Conflict of Interest

The authors declare no conflicts of interest relevant to the content of this article.

Acknowledgments

We thank the anonymous reviewers for their useful comments, which greatly contributed to improving our work.

پارادوکس فناوری: تحلیل تاثیر دوگانه هوش مصنوعی بر رفاه - شواهدی از کشورهای پیشرو



مقدمه: در سالهای اخیر، پیشرفت های سریع در فناوری های هوش مصنوعی به عنوان یک محرک فناوری محور و تحول آفرین، فعالیت های اقتصادی و اجتماعی را بازآرایی کرده و پیامدهای عمیقی برای متغیرهای اقتصادی از جمله رفاه به دنبال داشته است. از اینرو، هدف اصلی پژوهش بررسی آثار هوش مصنوعی بر رفاه است.

روش: برای انعکاس وضعیت رفاه از شاخص لگاتوم استفاده شد. همچنین، به منظور درک بهتر روابط پویا بین متغیرها و بررسی معناداری مجراهای اثرگذاری هوش مصنوعی بر رفاه، از رویکرد داده های پانلی پویا بهره برده شد. داده های مورد استفاده بر پایه اطلاعات سری زمانی بیست کشور پیشرو در حوزه هوش مصنوعی قرار دارد و بازه زمانی ۲۰۱۷-۲۰۲۳ را در بر می گیرد.

یافته ها: هوش مصنوعی از مجراهای مختلف بر رفاه اثر می گذارد. از یکسو، رشد اقتصادی ناشی از توسعه فناوری های هوش مصنوعی و افزایش امید به زندگی، اثرات مثبت و معناداری بر ارتقای رفاه دارند. از سوی دیگر، در صورت نبود سرمایه انسانی کافی و وجود نابرابری درآمدی بالا، گسترش هوش مصنوعی می تواند به تشدید جابه جایی نیروی کار، افزایش بیکاری و کاهش سطح رفاه منجر شود.

بحث: هوش مصنوعی ظرفیتی چشمگیر برای بهبود رفاه بشر دارد، اما تحقق این ظرفیت مستلزم سیاست های هوشمندانه ای است که رشد فناوری را در مسیر عدالت اجتماعی و بهبود کیفیت زندگی هدایت کند. به طور مشخص، بهره گیری از ظرفیت های مثبت این فناوری نیازمند سیاست های مکمل در حوزه بازآموزی نیروی کار، کاهش نابرابری و توسعه کاربردهای سلامت محور است.

۱. رضا معبودی

دکتر اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی، بروجرد، ایران. (نویسنده مسئول)

maaboudi@abru.ac.ir

۲. یونس نادمی

دکتر اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی، بروجرد، ایران.

۳. رامین خوچانی

دکتر اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آیت الله العظمی بروجردی، بروجرد، ایران.

واژه های کلیدی

بهره وری، رشد اقتصادی، رفاه، رویکرد گشتاورهای تعمیم یافته پانلی، هوش مصنوعی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۰۶

آخرین اصلاح: ۱۴۰۵/۰۱/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۱۵

مقدمه

در سالهای اخیر، پیشرفتهای سریع در فناوریهای هوش مصنوعی به عنوان یک محرک فناوری محور و تحول آفرین، ساختار فعالیتهای اقتصادی و اجتماعی را به طور بنیادین دگرگون کرده است. درحالی که موجهای پیشین خودکارسازی عمدتاً بهره‌وری صنایع تولیدی را تحت تأثیر قرار می دادند، هوش مصنوعی معاصر به حوزه‌های متنوعی از جمله مالی، سلامت، خدمات اجتماعی و مدیریت دولتی نفوذ کرده است.

این گسترش دامنه کاربرد، پیامدهای گسترده‌ای برای بهره‌وری، توزیع درآمد و درنهایت رفاه اجتماعی به همراه داشته است. بااین حال، آثار هوش مصنوعی بر رفاه ماهیتی پیچیده و چندبعدی دارد. رفاه بازتابی از سطح کامیابی و کیفیت زندگی افراد جامعه است و صرفاً به درآمد یا مصرف محدود نمی شود. از یک سو، هوش مصنوعی از طریق بهبود بهره‌وری تولید (برینجلفسون و همکاران^۱، ۲۰۲۵)، توسعه خدمات بهداشتی (چیانگ^۲، ۲۰۲۵) و افزایش امید به زندگی می تواند سطح رفاه را ارتقا دهد.

از سوی دیگر، این فناوری با ایجاد اختلال در بازار کار و کاهش سهم دستمزد مشاغل کم مهارت، به تشدید نابرابری درآمدی منجر می شود (آسم اوغلو^۳، ۲۰۲۵) که تهدیدی برای پایداری رفاه اجتماعی به شمار می رود. این دوگانگی، آنچه در این پژوهش از آن به عنوان «پارادوکس رفاهی فناوری» یاد می شود، پرسشی بنیادین را مطرح می کند: درنهایت، اثر خالص هوش مصنوعی بر رفاه اجتماعی چیست؟

درک پیامدهای رفاهی تحولات شتابان هوش مصنوعی به یکی از ضروریات فوری علوم اقتصادی و اجتماعی تبدیل شده است. بااین وجود، بخش عمده‌ای از ادبیات موجود بر پیامدهای هوش مصنوعی برای سودآوری بنگاهها یا رشد اقتصادی کلان تمرکز دارد، درحالی که اثرات

1. Brynjolfsson
2. Qiang
3. Acemoglu

ناهمگون و توزیعی این فناوری بر رفاه جمعی همچنان به طور کامل تبیین نشده است. این خلأ پژوهشی، طراحی سیاستهای کارآمد را با چالش مواجه کرده و در برخی موارد، تهدیدهای ساختاری هوش مصنوعی برای پایداری اجتماعی را نادیده گرفته است. این کمبود پژوهشی در ادبیات داخلی آشکارتر است. تاکنون رابطه بین هوش مصنوعی و رفاه اجتماعی در مطالعات داخلی به طور مستقیم بررسی نشده و شواهد تجربی نظام مند در این زمینه وجود ندارد. افزون بر این، بسیاری از مطالعات بین المللی صرفاً از شاخصهای منفرد، نظیر تعداد پتنتهای هوش مصنوعی یا انتشارهای علمی، به عنوان نماینده توسعه هوش مصنوعی استفاده کرده اند. این رویکرد تک بعدی، قادر به پوشش تمامی ابعاد اقتصادی و نهادی این فناوری نیست و می تواند به برآوردی ناقص از اثرات واقعی آن بر رفاه منجر شود. پژوهش حاضر با هدف پرکردن این خلأ، به بررسی تجربی تأثیر هوش مصنوعی بر رفاه می پردازد. در این مطالعه، از شاخص سرمایه گذاری در هوش مصنوعی که ابعاد مختلف فعالیتهای مرتبط با این فناوری را در برمی گیرد، در کنار شاخص رفاه لگاتوم^۱ استفاده می شود. بدین ترتیب، اثر سرمایه گذاری در هوش مصنوعی بر رفاه کشورهای پیشرو در این حوزه در دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳ مورد آزمون قرار می گیرد.

بهره گیری از شاخص ترکیبی لگاتوم این امکان را فراهم می کند که رفاه به صورت چندبعدی و فراتر از شاخصهای صرفاً اقتصادی موردسنجش قرار گیرد. نتایج این پژوهش می تواند چارچوبی تحلیلی برای سیاست گذاران اقتصادی و اجتماعی فراهم کند تا در مواجهه با گسترش هوش مصنوعی، میان کارایی اقتصادی و عدالت توزیعی توازن برقرار کند.

چارچوب نظری

هوش مصنوعی از مجراهای مختلفی سطح رفاه را متأثر می کند که در ادامه معرفی می شوند.

1. legatum prosperity index

بازار کار و اشتغال

اگرچه مدل‌های رشد درون‌زا با واردکردن یادگیری ماشین به عنوان جانشین وظایف روتین، نشان می‌دهند هوش مصنوعی بهره‌وری کل را افزایش می‌دهد، اما ممکن است منجر به جابجایی کارگران به‌ویژه در مشاغل با مهارت متوسط شود و در نتیجه اگر توزیع مجدد درآمد صورت نگیرد، کاهش رفاه برای کارگران جابه‌جا شده را به همراه دارد (ژنگ و همکاران^۱، ۲۰۲۰).

برخی مطالعات نیز بر پتانسیل هوش مصنوعی در تقویت نیروی کار انسانی و خلق مشاغل جدید در توسعه، نگهداری و نظارت بر هوش مصنوعی تأکید دارند؛ به‌طوری‌که ابزارهای تصمیم‌یار هوش مصنوعی جایگزین کامل کارکنان اجتماعی نشده بلکه وظایف آنها را تغییر داده‌اند؛ و علی‌رغم ترسهای اولیه از کاهش مهارت، کارمندانی که با هوش مصنوعی هم‌زیستی مؤثری داشته‌اند، افزایش بهره‌وری و رضایت شغلی را تجربه کرده‌اند (کاواکامی و همکاران^۲، ۲۰۲۲).

سرمایه انسانی

هوش مصنوعی می‌تواند به کارگران کم‌تجربه کمک کند تا بهره‌وری خود را سریع‌تر افزایش دهند. کارگران جوان‌تر ممکن است راحت‌تر از فرصت‌ها استفاده کنند، درحالی‌که کارگران مسن‌تر ممکن است برای تطبیق با فناوریهای جدید با مشکل مواجه شوند. اگر ترکیب نیروی فعال و شاغل جوان باشند، انتظار می‌رود افزایش هوش مصنوعی و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آن با افزایش رفاه جامعه همراه شود و بالعکس.

مطالعات آسم‌اوغلو نشان می‌دهد هوش مصنوعی در کوتاه‌مدت مشاغل کم‌مهارت را تهدید می‌کند و سود آن عمدتاً به سرمایه‌داران و کارگران ماهر می‌رسد. این امر شکاف درآمدی را

1. Zheng
2. Kawakami

افزایش می دهد (آسم اوغلو، ۲۰۲۵). علاوه بر این، ادبیات نظری نشان می دهد که رابطه میان هوش مصنوعی، سرمایه انسانی و رفاه اجتماعی پیچیده و وابسته به شرایط نهادی و ساختاری اقتصاد است. نظریه سوگیری فناوریانه به نفع مهارت بیان می کند که فناوریهای پیشرفته تقاضا برای نیروی کار ماهر را افزایش می دهند، اما در صورتی که انباشت مهارتها با سرعت تغییرات فناوریانه همگام نباشد، شکاف مهارتی و نابرابری درآمدی تشدید خواهد شد. رویکردهای وظیفه محور نیز تأکید دارند هوش مصنوعی بیش از آنکه جایگزین سطوح تحصیلی شود، وظایف قابل کدنویسی و روتین را هدف قرار می دهد؛ از این رو حتی نیروی کار دارای سرمایه انسانی بالا نیز ممکن است در معرض جابه جایی شغلی و کاهش رفاه قرار گیرد (آتور^۱ و همکاران، ۲۰۰۳).

از سوی دیگر، نظریه های اتوماسیون و تغییر فناوریانه جهت دار نشان می دهند اثر رفاهی هوش مصنوعی حاصل برآیند دو نیروی متضاد است: جابه جایی نیروی کار از طریق خودکارسازی وظایف و ایجاد فرصتهای شغلی و وظایف جدید. در شرایطی که سرعت اتوماسیون از خلق فرصتهای جدید پیشی گیرد، بیکاری، کاهش سهم نیروی کار از درآمد و فشارهای توزیعی افزایش می یابد و سرمایه انسانی به تنهایی قادر به خنثی سازی این پیامدها نخواهد بود (آسم اوغلو و رسترپو^۲، ۲۰۱۹). افزون بر این، اصطکاکهای بازار کار، عدم تطابق مهارتی و وقفه های پیاده سازی فناوری می توانند مانع تبدیل سرمایه انسانی به منافع رفاهی شوند. از این منظر، اثر تعدیل گر سرمایه انسانی تنها زمانی ظاهر می شود که مهارتها با نیازهای فناوریهای جدید سازگار باشند؛ نظام آموزشی و بازار کار امکان بازتخصیص سریع نیروی کار را فراهم کنند و منافع فناوری به صورت گسترده در اقتصاد توزیع شود. در غیر این صورت، حتی با سطح بالای سرمایه انسانی نیز هوش مصنوعی ممکن است از طریق تشدید نابرابری، نااطمینانی شغلی و تمرکز منافع، اثر رفاهی محدودی داشته باشد (آتور و همکاران، ۲۰۲۰؛ برینجلفسون و همکاران، ۲۰۲۵).

1. Autor

2. Acemoglu and Restrepo

نابرابری درآمدی

تحلیلهای پانل کوانتایل اثرات رفاهی ناهمگون در بین گروههای درآمدی در مراحل اولیه پذیرش فناوری را نشان می دهند. برای مثال، پذیرندگان اولیه فناوریهای هوش مصنوعی - عمدتاً شرکتهای بزرگ با سرمایه بالا- بهره‌وری و سود بیشتری کسب کرده که باعث افزایش مزایای درآمدی برای کارگران با مهارت بالا و مالکان سرمایه می شوند. به عبارتی افزایش شکاف و کاهش رفاه در مراحل اولیه پذیرش فناوری وجود دارد. البته سازوکارهای مبتنی بر سیاست جبرانی می توانند این اثرات را متعادل کنند. مدل اقتصاددان هوش مصنوعی نشان داد سیستمهای مالیاتی طراحی شده توسط هوش مصنوعی می توانند به بهره‌وری بالا و کاهش نابرابری دست یابند و با تنظیم بهینه نرخهای مالیاتی و یارانه‌ها، رفاه اجتماعی را بدون کاهش تولید کل ارتقا دهند. همچنین مالیات تصاعدی همراه با یارانه‌های بازآموزی هدفمند برای خانوارهای کم درآمد در مواجهه با جابه‌جایی شغلی ناشی از هوش مصنوعی مؤثر است (کامیونال و مانرا، ۲۰۲۴). یکی دیگر از اثرات هوش مصنوعی در این حوزه، رانت جوییهایی جدید مبتنی بر هوش مصنوعی است که می تواند به کاهش رفاه اجتماعی منجر شود.

هوش مصنوعی مولد می تواند با دسترسی بیشتر به داده‌ها، رانتهای اطلاعاتی سنتی را کاهش دهد اما همزمان از طریق دستکاری الگوریتمی، فرصتهای جدیدی برای رانت جویی ایجاد کرده و با تخصیص ناکارا، رفاه را کاهش دهد. همچنین، فرصتهای نوین ایجادشده از طریق هوش مصنوعی اگر با مالیات یا نظارت تنظیمی همراه نباشد، این فعالیتها باعث افزایش عدم تقارن اطلاعاتی شده و به ضرر گروههای ضعیف تر تمام می شوند (ژانگ و ژانگ، ۲۰۲۵).

1. Comunale and Manera
2. Zhang and Zhang

بهداشت و خدمات اجتماعی

کاربردهای هوش مصنوعی در تشخیص، برنامه‌ریزی درمان و تخصیص منابع به بهبود رفاه کمک شایانی کرده است. مدل‌های پیش‌بینی صحیح در مراقبت‌های بهداشتی بهره‌وری در تصمیم‌گیری‌های بالینی را تا حد قابل توجهی افزایش می‌دهد به‌طوری‌که می‌تواند نتایج بیماران را بهبود و هزینه‌های سرانه را کاهش دهند (ابرمیر و همکاران، ۲۰۱۹). علاوه بر مراقبت‌های بهداشتی، تصمیم‌یارهای الگوریتمی در خدمات اجتماعی در صورت طراحی مناسب می‌توانند رفاه را بهبود دهند و خطاهای نظارتی را کاهش دهند (کاواکامی و همکاران، ۲۰۲۲). اما از طرف دیگر، سوگیری در سیستم‌های هوش مصنوعی و دسترسی‌های نابرابر می‌تواند رفاه گروه‌های آسیب‌پذیر را کاهش دهد. به‌طوری‌که در سناریوهای سوگیری شدید، رفاه کل تا ۴ درصد کاهش یافته و بیشترین آسیب متوجه گروه‌های کم‌درآمد شده است (باهامازاوا، ۲۰۲۴).

حمایت اجتماعی و مدیریت عمومی

دولتها از هوش مصنوعی برای بهبود کارایی برنامه‌های حمایت اجتماعی استفاده می‌کنند. بررسی خودکار واجد شرایط بودن و کشف تقلب می‌تواند هزینه‌های اداری را کاهش و سرعت پرداختها را افزایش دهد. به‌عنوان مثال، مؤسسه وادهوانی^۳ در هند با توسعه ابزارهای یادگیری ماشین برای پیش‌بینی خسارتهای کشاورزی و تنظیم یارانه‌ها، با کاهش تأخیر در پرداخت، رفاه کشاورزان خرد را بهبود داده است (مؤسسه وادهوانی، ۲۰۲۴). بااین‌حال، دیوان‌سالاری ماشینی می‌تواند به حذف اشتباه ذی‌نفعان منجر شود.

اثرات اطلاعاتی و رفتاری

پلتفرم‌های اطلاعاتی مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند رفاه مصرف‌کننده را با کاهش

1. Obermeyer
2. Bahamazava
3. Wadhvani

هزینه‌های جستجو و شخصی‌سازی خدمات عمومی افزایش دهند. برای مثال، چت‌بات‌های مولد در پرتال‌های خدمات اجتماعی به کاربران کم‌سواد کمک می‌کنند فرآیندهای پیچیده درخواست را طی کرده و نرخ بهره‌برداری از خدمات را افزایش دهند. به عبارت دیگر هوش مصنوعی از طریق دسترسی اطلاعاتی بیشتر، رفاه را افزایش می‌دهد (وردنبرگ و همکاران^۱، ۲۰۲۴). اما توانایی هوش مصنوعی در هدف‌گیری کاربران خرد، چالش‌های اخلاقی نیز ایجاد می‌کند. شرکت‌ها می‌توانند از مدل‌های مولد برای دستکاری ترجیحات مصرف‌کنندگان استفاده کرده و سود خود را حداکثر کنند، اما این موضوع به‌ویژه برای کاربران آسیب‌پذیر به ضرر رفاه فردی آنها تمام می‌شود (ژانگ و ژانگ، ۲۰۲۵).

پیشینه تجربی

تاکنون در مطالعات داخلی اثر هوش مصنوعی بر رفاه بررسی نشده است؛ اما مطالعات خارجی مختلفی به این مهم پرداخته‌اند که در ادامه، به چند نمونه از جدیدترین پژوهش‌ها اشاره می‌شود.

ابرمیر و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند مدل‌های پیش‌بینی صحیح در مراقبت‌های بهداشتی می‌توانند نتایج بیماران را بهبود و هزینه‌های سرانه را کاهش دهند. باین‌حال، الگوریتم‌های نادرست می‌توانند سوگیری‌ها را تقویت کنند؛ مدلی که هزینه‌های مراقبت را به‌عنوان نماینده نیاز استفاده کرده بود، نیازهای بیماران سیاه‌پوست را کمتر تخمین زده و باعث پیامدهای رفاهی منفی شد. استفاده از بهینه‌سازی با قید انصاف توانست این تحریفات را کاهش دهد. ژنگ و همکاران (۲۰۲۰) با توسعه مدل اقتصاددان هوش مصنوعی نشان دادند سیستم‌های بهینه‌سازی شده با هوش مصنوعی می‌توانند تولید کل را تا ۱۶ درصد افزایش دهند، اما بدون توزیع مجدد، این منافع عمدتاً به مالکان سرمایه رسیده و منجر به کاهش رفاه برای کارگران جابه‌جا شده

1. Vredenburg

می‌شود. به عبارت دیگر اثرات هوش مصنوعی در بهینه‌سازی سیستمها و توسعه یک مدل اقتصاد کلان با حضور هوش مصنوعی برای تحلیل تاثیر آن بر تولید و توزیع منافع است.

لو^۱ (۲۰۲۱) با استفاده از الگوی رشد درون‌زا نشان داد که توسعه هوش مصنوعی می‌تواند از طریق بهبود بهره‌وری هم بر پویاییهای گذار و هم بر مسیر رشد متعادل تاثیر گذارد. یافته‌های وی بر این موضوع دلالت دارد که اگرچه هوش مصنوعی می‌تواند در کوتاه‌مدت رفاه خانوار را افزایش دهد، اما تاثیر بلندمدت آن بر رفاه خانوار مبهم است؛ زیرا در صورت جایگزینی گسترده نیروی کار با فناوریهای هوش مصنوعی و عدم اجرای سیاستهای جبرانی مانند آموزش مجدد یا بازتوزیع درآمد ممکن است رفاه بخشی از جامعه کاهش یابد. درواقع، تغییرات رفاهی هوش مصنوعی به این موضوع بستگی دارد که پذیرش هوش مصنوعی، افزایش بهره‌وری را در پی دارد یا به جابه‌جایی نیروی کار منجر می‌شود.

کاواکامی و همکاران (۲۰۲۲) در سازمانهای حمایت از کودک نشان دادند ابزارهای تصمیم‌یار هوش مصنوعی^۲ جایگزین کامل کارکنان اجتماعی نشده بلکه وظایف آنها را تغییر داده‌اند؛ به‌گونه‌ای که کارمندان بر قضاوتهای کیفی تمرکز کرده و هوش مصنوعی غربال داده‌ها را انجام می‌دهد. این مطالعه گزارش داد با وجود ترسهای اولیه از کاهش مهارت، کارمندانی که با هوش مصنوعی هم‌زیستی مؤثری داشته‌اند، افزایش بهره‌وری و رضایت شغلی را تجربه کرده‌اند.

باهامازاوا (۲۰۲۴) در مطالعه خود به کمی‌سازی اثرات اقتصادی و رفاهی سوگیری الگوریتمی در سیستمهای پاسخ اضطراری سلامت عمومی پرداخته است و با واردکردن تابع سوگیری به مدل رفاه اجتماعی و شبیه‌سازی انواع سناریوهای سوگیری (خفیف تا شدید) نشان داد که در سناریوهای با سوگیری شدید تا ۴٪ کاهش در رفاه کل جامعه و آسیب‌دیدن نامتناسب گروههای کم‌درآمد مشاهده شد.

1. Lu

2. AI agents

پایچ و سرکین^۱ (۲۰۲۵) در یک پژوهش مروری-تحلیلی پیامدهای هوش مصنوعی بر نابرابری جهانی، ثبات اقتصادی و هزینه‌های شناختی نیروی کار را بررسی کردند. آنها نتیجه گرفتند اگرچه هوش مصنوعی فرصتهایی برای رشد در بخشهایی مانند سلامت و آموزش فراهم می‌کند، اما بدون چارچوبهای حکمرانی قوی و مشارکت نیروهای اکادمیک ممکن است شکاف توسعه را تشدید کند و رشد اقتصادی دموکراتیک را مختل کند.

سپتیانداری و همکاران^۲ (۲۰۲۵) در مطالعه‌ای با استفاده از داده‌های ۳۴۲ منطقه در آمریکا تأثیر هوش مصنوعی بر نابرابری درآمدی را در دوره زمانی ۲۰۱۵-۲۰۲۲ بررسی کردند. یافته‌ها نشان دادند در مراحل که فرصتهای اقتصادی متمرکز هستند، استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند نابرابری را تشدید کند. این مقاله با مدل‌سازی شبکه‌ای و داده‌های منطقه‌ای تأکید می‌کند که سیاستهای مهار متمرکزسازی داده و انتشار متن باز ضروری است. **ژانگ و ژانگ (۲۰۲۵)** نشان دادند هوش مصنوعی مولد می‌تواند با دموکراتیزه کردن دسترسی به داده‌ها، رانتهای اطلاعاتی سنتی را کاهش دهد اما همزمان از طریق دستکاری الگوریتمی، فرصتهای جدیدی برای رانت‌جویی ایجاد کرده و با تخصیص ناکارا، رفاه را کاهش دهد. علاوه بر آن، اگر با مالیات یا نظارت تنظیمی مقابله نشود، این فعالیتها باعث افزایش عدم تقارن اطلاعاتی شده و به ضرر گروههای ضعیف‌تر تمام می‌شود.

مرور ادبیات موضوع نشان می‌دهد تاکنون مطالعات داخلی رابطه هوش مصنوعی و رفاه اجتماعی را به‌صورت تجربی بررسی نکرده‌اند. همچنین، پژوهشهای بین‌المللی بیشتر بر شاخصهای تک‌بعدی هوش مصنوعی و کانالهای منفرد اثرگذاری آن تمرکز داشته‌اند. تحلیل گسترده ادبیات علمی نشان می‌دهد که هوش مصنوعی اثرات معنادار و قابل توجهی بر توزیع درآمد و رشد اقتصادی دارد. علاوه بر این، ابزارهای هوش مصنوعی این پتانسیل را دارند که نحوه

1. Paić and Serkin
2. Septiandri

عملکرد و یادگیری کارگران را تغییر دهند. به نحوی که هوش مصنوعی با جایگزینی مشاغل کم مهارت و دارای سرمایه انسانی پایین با اتوماسیون، بیکاری فنی را تشدید می کند و در نتیجه شکاف درآمد را بیشتر می کند. در نهایت، هوش مصنوعی به صورت گسترده بر سلامت و امید به زندگی افراد در جوامع اثرگذار است. با توجه به ادبیات نظری و شواهد تجربی موجود، تأثیر هوش مصنوعی بر رفاه اجتماعی را نمی توان به صورت یک بعدی تبیین کرد. هوش مصنوعی هم به صورت مستقیم و هم به صورت غیرمستقیم از مجراهای مختلفی بر رفاه اثر می گذارد که برخی از آنها ماهیتی تقویت کننده و برخی دیگر ماهیتی تضعیف کننده دارند.

در این پژوهش، چارچوب نظری بر این فرض استوار است که اثر نهایی هوش مصنوعی بر رفاه، برآیند تعامل آن با متغیرهای کلیدی اقتصاد کلان و اجتماعی است. به طور مشخص، چهار مجرای اصلی شامل رشد اقتصادی، بازار کار، سرمایه انسانی، نابرابری درآمدی و سلامت (امید به زندگی) در نظر گرفته می شود.

روش

مطابق ادبیات موضوع، هوش مصنوعی هم به صورت مستقیم و هم به صورت غیرمستقیم و از طریق مجرای رشد اقتصادی، سرمایه انسانی، نابرابری درآمدی و امید به زندگی، رفاه را متأثر می کند. از این رو، برای بررسی تأثیر هوش مصنوعی بر رفاه از رابطه (۱) استفاده می شود:

$$Leg_{it} = f(Gr_{it}, U_{it}, AI_{it}, (AI^* H)_{it}, (AI^* L)_{it}, (AI^* Gini)_{it}, (AI^* Gr)_{it})$$

که در آن Leg_{it} لگاریتم شاخص رفاه لگاتوم است؛ شاخص رفاه لگاتوم یک شاخص ترکیبی هم وزن است که هر سال بر اساس ۱۲ مؤلفه اصلی شامل امنیت و ایمنی، آزادی فردی، حکمرانی، سرمایه اجتماعی، محیط سرمایه گذاری، شرایط کارآفرینی، دسترسی به بازار و زیرساخت، کیفیت اقتصادی، شرایط زندگی، سلامت، آموزش و محیط طبیعی توسط مؤسسه لگاتوم محاسبه می شود.

Gr_{it} رشد اقتصادی است که از طریق نرخ رشد سالانه تولید ناخالص داخلی به قیمت سال ۲۰۲۱ و بر اساس برابری قدرت خرید محاسبه می‌شود؛ U_{it} نرخ بیکاری، AI_{it} شاخص هوش مصنوعی است که برای اندازه‌گیری آن از لگاریتم سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در هوش مصنوعی برحسب میلیون دلار استفاده می‌شود.

$(AI^* H)_{it}$ اثر متقاطع لگاریتم هوش مصنوعی و لگاریتم سرمایه انسانی را نشان می‌دهد که بر نقش میانجی و تعدیل‌کننده سرمایه انسانی و مهارت‌محور بودن هوش مصنوعی دلالت دارد؛ L_{it} لگاریتم شاخص امید به زندگی است و $(AI^* L)_{it}$ اثر متقاطع لگاریتم هوش مصنوعی با امید به زندگی است که تأثیر هوش مصنوعی بر رفاه را بر پایه شاخص سلامت و زندگی طولانی‌تر به‌عنوان نماینده‌ای از رفاه غیرمادی منعکس می‌کند؛ به دیگر بیان، رفاه صرفاً مصرف فعلی نیست، بلکه سلامت و ظرفیت کار بلندمدت را هم دربرمی‌گیرد.

واردکردن امید به زندگی در مدل کمک می‌کند تا اثرات غیرمالی هوش مصنوعی بر رفاه نیز در نظر گرفته شود؛ $Gini_{it}$ ضریب جینی است و $(AI^* Gini)_{it}$ اثر متقاطع لگاریتم هوش مصنوعی و ضریب جینی را نشان می‌دهد که بر ثبت آثار توزیعی فناوری دلالت دارد؛ یعنی، تأثیر بهره‌مندی اقشار مختلف از افزایش بازده سرمایه و مهارت‌محوری فناوری را نشان می‌دهد که باعث تغییر سهم درآمدی طبقات و رفاه می‌شود. درنهایت، $(AI^* Gr)_{it}$ اثر متقاطع لگاریتم هوش مصنوعی و رشد اقتصادی است؛ همچنین، اندیس i و t به ترتیب به مقاطع (کشورها) و زمان دلالت دارد.

قلمرو مکانی پژوهش شامل کشورهای پیشرو در حوزه هوش مصنوعی است که کشورهای استرالیا، اتریش، بلژیک، برزیل، کانادا، چین، دانمارک، فنلاند، فرانسه، آلمان، هند، ایتالیا، ژاپن، کره جنوبی، نروژ، اسپانیا، سنگاپور، روسیه، انگلستان و آمریکا را شامل می‌شود. نمونه پژوهش به‌صورت هدفمند و بر اساس معیارهای بیرونی از پیش تعیین‌شده انتخاب شده است تا از سوگیری انتخاب مبتنی بر نتایج جلوگیری شود.

کشورهای مورد مطالعه بر اساس گزارشهای پایگاه هوش مصنوعی دانشگاه استنفورد^۱ و با توجه به حضور مستمر در سرمایه‌گذاریهای خصوصی هوش مصنوعی طی دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳ انتخاب شده‌اند. این رویکرد تضمین می‌کند که انتخاب کشورها بر مبنای شدت توسعه و پذیرش هوش مصنوعی و نه بر اساس سطح رفاه انجام شود. همچنین تمرکز بر کشورهای پیشرو موجب کاهش ناهمگنی ساختاری و بررسی اثرات هوش مصنوعی در اقتصادهایی می‌شود که این فناوری به‌طور بالفعل وارد فعالیتهای اقتصادی، بازار کار و خدمات عمومی شده است. براین اساس، تعمیم نتایج پژوهش به کشورهای پیشرو در توسعه هوش مصنوعی محدود است؛ با این حال، یافته‌ها می‌تواند برای کشورهای در حال توسعه و اقتصادهای نوظهور نیز دارای دلالت‌های سیاستی باشد.

اگرچه ایران در زمره کشورهای پیشرو در سرمایه‌گذاری و تجاری‌سازی هوش مصنوعی قرار ندارد و در نمونه تجربی این پژوهش لحاظ نمی‌شود، اما نتایج به‌دست‌آمده می‌تواند در طراحی سیاست‌های مرتبط با بازار کار، سرمایه انسانی و رفاه اجتماعی در مسیر گذار به اقتصاد مبتنی بر هوش مصنوعی آموزنده باشد.

در این پژوهش، از متغیر سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی به‌عنوان شاخص هوش مصنوعی استفاده می‌شود که داده‌های آن از پایگاه داده شاخص هوش مصنوعی^۲ دانشگاه استنفورد استخراج شده است.

سرمایه‌گذاری خصوصی بیرونی در هوش مصنوعی شامل جریانهای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی نظیر سرمایه‌گذاری خطرپذیر^۳، سرمایه‌گذاری خصوصی^۴ ادغام و تملکهای مرتبط با هوش مصنوعی و سایر اشکال سرمایه‌گذاری خصوصی گزارش شده در شرکتهای

1. <https://hai.stanford.edu/ai-index/2025-ai-index-report>

2. AI index

3. venture capital

4. private equity

فعال در حوزه هوش مصنوعی است. شاخصهای مبتنی بر پتنتها و انتشارهای علمی، عمدتاً ظرفیت نوآوری فناورانه یا تولید دانش را منعکس می‌کنند، اما لزوماً بیانگر مقیاس واقعی به‌کارگیری اقتصادی، تجاری‌سازی و نفوذ عملی هوش مصنوعی در ساختار تولید و خدمات نیستند (لو، ۲۰۲۱؛ سپتیاندی و همکاران، ۲۰۲۵).

این شاخصها به‌ویژه در مقایسه‌های بین‌کشوری، با سوگیریهای نهادی، تفاوت در نظام ثبت اختراع و تمرکز جغرافیایی فعالیتهای پژوهشی مواجه‌اند. افزون‌براین، شاخصهای علمی اغلب با وقفه زمانی قابل‌توجهی نسبت به آثار واقعی هوش مصنوعی بر بازار کار، نابرابری و رفاه اجتماعی همراه هستند.

در مقابل، سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی به‌عنوان یک شاخص مبتنی بر بازار، مستقیماً تصمیمات بنگاهها و سرمایه‌گذاران را منعکس می‌کند و نشان‌دهنده انتظارات اقتصادی، مقیاس تجاری‌سازی و شدت نفوذ هوش مصنوعی در فعالیتهای واقعی اقتصادی است. از این‌رو، در این پژوهش به‌عنوان نماینده توسعه اقتصادی هوش مصنوعی مورد استفاده قرار گرفته است. با این حال، این شاخص برخی محدودیتها را دارا است؛ ازجمله آنکه سرمایه‌گذاریهای دولتی، مخارج داخلی تحقیق و توسعه بنگاهها و تفاوتهای بخشی در کاربرد هوش مصنوعی را به‌طور کامل منعکس نمی‌کند. از آنجاکه سؤال اصلی این پژوهش بر پیامدهای رفاهی و توزیعی هوش مصنوعی در سطح کلان متمرکز است، استفاده از شاخص سرمایه‌گذاری این امکان را فراهم می‌کند که اثرات ملموس و بالفعل این فناوری بر مجراهای اثرگذاری رفاه، یعنی رشد اقتصادی، بازار کار، نابرابری و سلامت مورد بررسی قرار گیرد. جدول ۱ مقادیر خام سرمایه‌گذاری کشورها بر هوش مصنوعی را طی بازه مورد مطالعه برحسب دلار نشان می‌دهد.

جدول ۱. سرمایه‌گذاری کشورها روی هوش مصنوعی بر اساس میلیون دلار

سال/کشور	۲۰۱۷	۲۰۱۸	۲۰۱۹	۲۰۲۰	۲۰۲۱	۲۰۲۲	۲۰۲۳
چین	۶۶۲۰	۱۳۹۷۰	۱۴۰۵۰	۱۶۳۶۰	۲۳۰۸۰	۱۳۹۱۰	۷۷۶۰
آمریکا	۱۴۰۷۰	۲۱۰۵۰	۳۲۰۷۰	۳۶۱۷۰	۷۹۵۶۰	۵۵۰۷۰	۶۷۲۲۰
کانادا	۴۶۲	۱۰۴۰	۱۰۸۰	۱۱۷۰	۲۶۴۰	۱۹۱۰	۱۶۱۰
انگلستان	۱۰۹۰	۱۱۸۰	۲۴۵۰	۲۹۳۰	۵۱۵۰	۴۵۷۰	۳۷۸۰
استرالیا	۵۹	۱۴۹	۲۴۷	۱۷۱	۹۸۳	۱۳۵۰	۳۷۱
اتریش	۱۷۲	۱۴	۲۶	۸۰	۲۱۳	۸۴	۱۰۸
بلژیک	۱۷۴	۱۲	۱۴۰	۱۴۳	۳۱۸	۱۳۳	۸۸
برزیل	۹۰	۶	۱۷۲	۷۲	۱۳۴	۵۶۸	۱۵۸
دانمارک	۹	۶۵	۱۱۰	۵۹	۱۹۶	۶۵	۱۴۲
فنلاند	۲۷	۱۳	۲۴۱	۱۶۷	۵۱	۶۰۸	۵۶
فرانسه	۳۰۴	۶۶۴	۷۴۹	۶۷۹	۱۷۵۰	۱۷۹۰	۱۶۹۰
آلمان	۲۳۹	۳۴۷	۱۰۱۰	۶۰۳	۱۹۴۰	۳۸۰۰	۱۹۱۰
هند	۱۸۴	۳۲۱	۱۰۱۰	۶۸۱	۱۸۶۰	۳۹۶۰	۱۳۹۰
ایتالیا	۳	۳۰	۱۶	۶۰	۱۲۹	۱۲۳	۵۹
ژاپن	۲۶۴	۵۵۸	۷۲۹	۴۰۴	۱۰۰۰	۷۷۷	۶۸۱
کره جنوبی	۱۴۶	۲۴۲	۲۸۳	۴۰۰	۱۴۰۰	۳۳۳۰	۱۳۹۰
سنگاپور	۱۸۹	۴۳۰	۵۴۱	۳۸۴	۱۸۶۰	۱۴۵۰	۱۱۴۰
نروژ	۲۳	۲۴	۷۶	۴۶	۲۱۹	۶۲	۶۳
اسپانیا	۶۳	۱۰۲	۱۰۳	۱۰۸	۹۱۴	۴۵۷	۳۶۲
روسیه	۳۲	۲۶	۲۱	۳۳	۱۳	۱۵	۰

منبع: دانشگاه استنفورد، ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۳

به دلیل چولگی بالا و تفاوت قابل توجه مقیاس سرمایه‌گذاری میان کشورها، متغیر سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی به صورت لگاریتم طبیعی در مدل وارد می‌شود تا توزیع داده‌ها متعادل‌تر شده و ضرایب به صورت کشش قابل تفسیر باشند. جدول ۲ آمار توصیفی و همچنین نحوه اندازه‌گیری متغیرها را گزارش می‌کند.

طبق آمار توصیفی، لگاریتم شاخص رفاه در کشورهای منتخب دارای میانگین $3/4$ و انحراف معیار $21/13$ است که بر پراکندگی زیاد بین کشورها و سالهای موردبررسی دلالت دارد. در بین کشورهای منتخب به ترتیب دانمارک، نروژ، فنلاند، آلمان و انگلستان بالاترین سطح رفاه را دارا هستند؛ در مقابل کشورهای هند، برزیل، چین و روسیه پایین‌ترین سطح رفاه را به خود اختصاص داده‌اند و بقیه کشورها در گروه رفاه متوسط قرار می‌گیرند.

جدول ۲. آمار توصیفی متغیرها

نام متغیر	روش اندازه‌گیری	منبع داده‌ها	میانگین	انحراف معیار
رفاه	لگاریتم شاخص لگاتوم	Legatum Institut	$4/30$	$13/21$
لگاریتم AI	لگاریتم سرمایه‌گذاری در AI	Stanford Database	$5/90$	$2/11$
رشد اقتصادی	رشد سالانه تولید ناخالص داخلی واقعی (برحسب درصد)	WDI	$2/01$	$3/54$
بیکاری	نرخ بیکاری	ILO	$6/04$	$3/07$
اثر متقاطع لگاریتم AI و لگاریتم سرمایه انسانی	حاصل ضرب متغیر لگاریتم AI در لگاریتم سرمایه انسانی (نرخ ثبت‌نام متوسطه)	WDI & Stanford Database	$27/33$	$9/77$
اثر متقاطع لگاریتم AI و لگاریتم امید به زندگی	حاصل ضرب لگاریتم سرمایه‌گذاری در AI در لگاریتم شاخص امید به زندگی	WDI & Stanford Database	$25/90$	$9/21$
اثر متقاطع لگاریتم AI و ضریب جینی	حاصل ضرب لگاریتم سرمایه‌گذاری در AI در ضریب جینی	WDI & Stanford Database	$2/05$	$0/919$
اثر متقاطع لگاریتم AI و رشد اقتصادی	حاصل ضرب لگاریتم AI در رشد اقتصادی	WDI & Stanford Database	$10/46$	$25/16$

به طور خلاصه، گروه اول از ویژگیهایی مانند دموکراسی بالا، درآمد سرانه بالا، سرمایه اجتماعی بالا، نوآوری، سطح فساد پایین، سیستم آموزش و بهداشت باکیفیت برخوردار هستند. با این حال کشورهایی که در گروه پایین ترین سطح رفاه قرار می گیرند، دلایل متفاوتی دارند. به عنوان نمونه، هند با وجود پیشرفت در فناوری و دیجیتال سازی اقتصاد، با مشکلاتی چون فقر گسترده، شکاف طبقاتی، چالشهای بهداشتی و آموزشی و ضعف در حکمرانی و زیرساختهای اجتماعی روبه رو است. برزیل از فساد، نابرابری، خشونت و بی ثباتی سیاسی، ناکارآمدی نظام سلامت عمومی در برابر پاندمیها، تورم و بدهی بالا رنج می برد. چین با وجود برخورداری از رشد اقتصادی، نوآوری در هوش مصنوعی و زیرساختها با مشکلات قابل توجهی در آزادیهای فردی، حقوق بشر و شفافیت حکمرانی مواجه است. روسیه نیز به دلیل جنگ اوکراین، تحریمهای غرب، کاهش اعتماد به حاکمیت، ضعف آزادیهای فردی و فشار سیاسی از لحاظ شاخص لگاتوم دارای وضعیت خوبی نیست.

لگاریتم هوش مصنوعی که با شاخص ترکیبی سرمایه گذاریها و فعالیتهای مرتبط با هوش مصنوعی سنجیده شده، میانگین ۵/۹۰ و انحراف معیار ۲/۱۱ دارد؛ مقدار میانگین در کنار نوسان بالا حاکی است کشورها در سرعت ورود به موج سرمایه گذاری هوش مصنوعی در مواجهه با هوش مصنوعی رفتار عمدتاً ناهمگنی داشته اند.

رشد اقتصادی کشورهای نمونه در دوره ۲۰۲۳ به طور میانگین ۲/۰۱ درصد است و انحراف معیار ۳/۵۴ درصد نشان می دهد پراکندگی نسبتاً زیادی بین کشورها و سالها وجود دارد؛ بنابراین برخی مشاهدات رشد منفی یا جهشهای بالاتری را تجربه کرده اند. پراکندگی بالا در متغیرهای منعکس کننده اثرات تقاطعی هوش مصنوعی با سرمایه انسانی، امید به زندگی و رشد اقتصادی نشان می دهد که اثرات هوش مصنوعی در این کشورها متفاوت است؛ اما اثرات تقاطعی نابرابری و هوش مصنوعی نشان از رفتار یکسان کشورها در مواجهه با هوش مصنوعی دارد.

در پژوهش حاضر، با توجه به اینکه تعداد مقاطع (کشورها) از طول دوره زمانی بیشتر است ($N > T$) و همچنین به دلیل وجود وقفه متغیر وابسته در مدل، استفاده از روشهای برآورد ایستا نظیر اثرات ثابت یا تصادفی می‌تواند منجر به برآوردهای تورش‌دار و ناسازگار شود. به‌طور خاص، حضور وقفه متغیر وابسته در سمت راست معادله موجب همبستگی آن با جزء اختلال و بروز مشکل درون‌زایی می‌شود. علاوه براین، برخی متغیرهای توضیحی نظیر شاخص هوش مصنوعی نیز به‌طور بالقوه در معرض علیت معکوس و هم‌زمانی قرار دارند. ازاین‌رو، برای برآورد الگو و بررسی تأثیر هوش مصنوعی بر رفاه، از رویکرد پانلی پویا با روش گشتاورهای تعمیم‌یافته استفاده می‌شود که امکان کنترل هم‌زمان ناهمسانی واریانس، خودهمبستگی و درون‌زایی را فراهم کرده و درک دقیق‌تری از روابط پویای میان متغیرهای اقتصادی ارائه می‌دهد. به‌طور کلی، مدل پانل پویا به‌صورت زیر معرفی می‌شود (باند، ۲۰۰۲):

$$y_{it} = \beta y_{it-1} + \theta x_{it} + \mu_i + v_{it} \quad (2)$$

که در آن y_{it} متغیر وابسته، β ضریب وقفه متغیر وابسته، y_{it-1} وقفه متغیر وابسته، θ ضرایب متغیرهای توضیحی، x_{it} بردار متغیرهای توضیحی، μ_i اثرات ثابت و v_{it} جمله اختلال را نشان می‌دهند. سازگاری رویکرد گشتاورهای تعمیم‌یافته وابسته به نتایج آزمونهای خودهمبستگی و اعتبار متغیرهای ابزاری است؛ لذا به‌منظور ارزیابی سازگاری الگوهای برآورد شده از آزمون خودهمبستگی آرلانو و باند^۲ (۱۹۹۱) و آزمون سارگان^۳ استفاده می‌شود. با توجه به روابط ۱ و ۲، الگوی پژوهش بر اساس روش گشتاورهای تعمیم‌یافته پانلی به‌صورت زیر تصریح می‌شود:

$$\text{Leg}_{it} = \alpha_1 \text{Leg}_{it-1} + \alpha_2 \text{Gr}_{it} + \alpha_3 U_{it} + \alpha_4 \text{AI}_{it} + \alpha_5 (\text{AI}^* \text{H})_{it} + \alpha_6 (\text{AI}^* \text{L})_{it} + \alpha_7 (\text{AI}^* \text{Gini})_{it} + \alpha_8 (\text{AI}^* \text{Gr})_{it} + e_{it} \quad (3)$$

1. Bond

2. Arellano Bond

3. Sargan

در چارچوب الگوی گشتاورهای تعمیم یافته، برای کنترل درون زایی از ابزارهای داخلی، به طور مشخص، وقفه های مناسب متغیرهای درونزا و از پیش تعیین شده به عنوان ابزار برای معادله تفاضلی استفاده می شود.

دوره زمانی پژوهش، یعنی بازه ۲۰۱۷-۲۰۲۳ با وقوع شوکهای جهانی مهمی نظیر همه گیری کوید-۱۹، تشدید تشکلهای ژئوپلیتیک و تغییرات ساختاری در فرایندهای دیجیتال سازی همراه است. از آنجاکه این شوکها می توانند به طور هم زمان بر تمامی کشورها اثرگذار باشند، در این پژوهش اثرات زمانی مشترک از طریق لحاظ کردن اثر ثابت سالانه^۱ در الگوی پانلی پویا کنترل شده اند.

این رویکرد امکان تفکیک تغییرات ناشی از شوکهای جهانی مشترک از اثرات متغیرهای توضیحی اصلی را فراهم می کند و مانع از انتساب نادرست آثار این رخدادها به متغیر هوش مصنوعی یا تعاملات آن می شود.

یافته ها

جدول ۳ نتایج برآورد الگوی پژوهش به منظور بررسی تأثیر رشد هوش مصنوعی بر رفاه اقتصادی را به اختصار گزارش می کند.

جدول ۳. نتایج برآورد الگوی رفاه اقتصادی

مقدار احتمال (p)	آماره t	ضرب	نام متغیر
۰/۰۲۱۱	-۲/۳۸	-۰/۱۱۴۲	وقفه اول شاخص رفاه
۰/۰۴۷۲	۲/۰۳۸	۰/۰۰۱۱	رشد اقتصادی
۰/۰۰۲۳	-۳/۲۳	-۰/۰۰۱۹	بیکاری
۰/۰۷۰۹	۱/۸۴	۰/۰۹۷	هوش مصنوعی

1. time fixed effects

نام متغیر	ضریب	آماره t	مقدار احتمال (p)
اثر متقاطع لگاریتم هوش مصنوعی و لگاریتم سرمایه انسانی	-۰/۰۲۶	-۵/۵۹	۰/۰۰۰۰
اثر متقاطع لگاریتم هوش مصنوعی و لگاریتم امید به زندگی	۰/۰۰۶۱	۱/۹۷	۰/۰۵۷۳
اثر متقاطع لگاریتم هوش مصنوعی و ضریب جینی	-۰/۰۰۴۷	-۲/۱۳۶	۰/۰۳۷۹
اثر متقاطع لگاریتم هوش مصنوعی و رشد اقتصادی	-۰/۰۰۰۱۸۹	-۲/۱۸۶	۰/۰۳۳۸
رتبه متغیرهای ابزاری		۱۹	
آزمون سارگان	J-statistic: ۹/۹۵۸	p: ۰/۵۳۴۱	
آزمون خودهمبستگی مرتبه اول	m-statistic: -۲/۰۵	p: ۰/۰۴۲۶	
آزمون خودهمبستگی مرتبه دوم	m-statistic: ۰/۳۳۳۷	p: ۰/۹۶۶۴	

مطابق یافته‌ها، رتبه متغیرهای ابزاری (۱۹) از تعداد متغیرهای برآورد شده (۸) بیشتر است که نشان می‌دهد روش الگو برای ساخت آماره آزمون سارگان، کارآمد است. کوچک‌تر بودن آماره سارگان از سطح کای دو جدول و بزرگ‌تر بودن اندازه سطح احتمال آزمون از ۵ درصد، بر معتبر بودن متغیرهای ابزاری برای برآورد دلالت دارد. نتایج آزمون آرلانو-باند نشان می‌دهد در آزمونهای خودهمبستگی مرتبه اول و دوم، به ترتیب سطح احتمال کمتر از ۵ درصد و بیش‌تر از ۵ درصد است؛ بنابراین، الگوی برازش شده فاقد مشکل خودهمبستگی مرتبه دوم است که مطابق انتظار نظری است. بررسی آماره آزمون تی‌استیودنت و سطح معناداری متغیرها حاکی است متغیرهای هوش مصنوعی و اثر متقاطع لگاریتم هوش مصنوعی و لگاریتم امید به زندگی در سطح ده درصد و سایر ضرایب متغیرها در سطح ۵ درصد معنادار هستند. یافته‌های برآورد الگو نشان می‌دهند:

۱. ضریب وقفه اول متغیر لگاریتم رفاه منفی است که نشان می‌دهد رفاه جاری در واکنش به افزایش رفاه گذشته کاهش می‌یابد. این موضوع بیانگر سازوکار تعدیل سریع و وجود

همگرایی شرطی در شاخص رفاه است.

۲. رشد اقتصادی سرانه تأثیر مثبت بر رفاه کشورها دارد؛ افزایش تولید سرانه زمینه لازم برای سرمایه‌گذاری در آموزش، سلامت، زیرساخت و خدمات اجتماعی را فراهم می‌کند که به معنای رشد ظرفیتهای اقتصادی کشور، افزایش درآمد خانوارها و گسترش فرصتهای شغلی است که به نوبه خود ارتقاء کیفیت زندگی و رفاه را در پی دارد.

۳. بیکاری تأثیر منفی بر رفاه کشورها دارد؛ افزایش بیکاری از طریق کاهش ساعات کار نه تنها درآمد افراد را کاهش می‌دهد، بلکه آثار منفی روانی، اجتماعی و سیاسی گسترده‌ای دارد که موجب نارضایتی اجتماعی، کاهش مشارکت اقتصادی و کاهش احساس امنیت فردی می‌شود که کاهش رفاه را در پی دارد.

۴. هوش مصنوعی بر رفاه کشورها تأثیر مثبت دارد؛ اثر مستقیم هوش مصنوعی بر رفاه، نمایانگر ماهیت ذاتاً مولد و کارای این فناوری است. هوش مصنوعی با کاهش هزینه‌ها، ایجاد محصولات و خدمات جدید و بهبود کارایی اطلاعات، مستقیماً به افزایش رفاه کمک می‌کند.

۵. اثر متقاطع هوش مصنوعی و سرمایه انسانی تأثیر منفی بر رفاه کشورها دارد. نتیجه منفی تعامل هوش مصنوعی و سرمایه انسانی می‌تواند به علت ناکارآمدی تطبیق مهارتی باشد. گسترش هوش مصنوعی منجر به جابه‌جایی نیروی کار به جای افزایش بهره‌وری مشترک می‌شود. از سوی دیگر، هوش مصنوعی با جایگزین شدن مهارتهای فناوری-محور به جای مهارتهای سنتی و زمان‌بر بودن بازآموزی کافی نیروی کار باعث می‌شود از طریق کاهش امنیت اقتصادی، سطح رفاه کاهش یابد.

۶. اثر متقاطع هوش مصنوعی و امید به زندگی بر رفاه کشورها مثبت است. درواقع، هوش مصنوعی با پیش‌بینی بیماریها، ارائه راهکارهای درمان، پتانسیل بهبود مراقبت از بیمار، کیفیت زندگی را افزایش می‌دهد که بهبود رفاه را در پی دارد.

۷. اثر متقاطع هوش مصنوعی و نابرابری بر رفاه کشورها منفی است. گسترش هوش

مصنوعی با ایجاد فرصتهای مختلف شغلی و تحصیلی همراه است که ابتدا بیشتر در اختیار بنگاههای بزرگ مقیاس و نخبگان قرار می گیرد. از این رو افزایش نابرابری با بروز شکاف طبقاتی همراه است که به کاهش رفاه منجر می شود.

۸. اثر متقاطع هوش مصنوعی و رشد اقتصادی سرانه بر رفاه کشورها منفی است. اگرچه توسعه هوش مصنوعی با ایجاد قابلیت های جدید و تغییر ساختار فنی تولید به افزایش ظرفیت تولید و رشد اقتصادی منجر می شود؛ اما هوش مصنوعی ساختار و سازمان تولید را نیز دگرگون می کند و باعث بازآرایی ترکیب نهاده ها و شیوه های تولید می شود که به نوبه خود مسیر تولید را به سمت پیچیدگی بیشتر و ارزش افزوده بالاتر سوق می دهد.

۹. اثر نهایی^۱ هوش مصنوعی بر رفاه منفی و معنادار است. به بیان دیگر، منافع حاصله از هوش مصنوعی به طور متوازن و عادلانه توزیع نشده و هزینه های ناشی از تخریب سرمایه انسانی به دلیل بروز شکاف مهارتی، تشدید نابرابری و ناپایداری رشد بر این منافع غلبه کرده است. جدول ۴ نتایج حاصل از برآورد تأثیر نهایی هوش مصنوعی بر رفاه را به صورت خلاصه نشان می دهد.

جدول ۴. نتایج برآورد اثر نهایی هوش مصنوعی بر رفاه با استفاده از نرم افزار استتا

نام متغیر	ضریب	آماره Z	مقدار احتمال (p)	فاصله اطمینان (در سطح ۹۵ درصد)
اثر نهایی هوش مصنوعی	-۰/۴۳۹	-۱/۸۶	۰/۰۶۳	(-۰/۹۰۱۷۴۶۰/۰/۲۳۶۴۱)

با توجه به نتایج، اگرچه هوش مصنوعی پتانسیل افزایش رفاه را دارد، اما در بستر نهادی و توزیعی فعلی، این پتانسیل به نتیجه ای منفی منجر شده است. یافته های پژوهش حاکی اند، متغیرها به لحاظ آماری بر شاخص رفاه لگاتوم دارای تأثیر معنادار هستند. همچنین، جهت و علامت اثرگذاری متغیرها با انتظار نظری همخوانی دارد.

1. marginal effect

بحث

یافته‌های پژوهش نشان دادند هوش مصنوعی اثری دوگانه بر رفاه کشورها دارد. از یک‌سو، نفوذ هوش مصنوعی در بخش سلامت از طریق ارتقای امید به زندگی و نیز تسریع رشد اقتصادی از رهگذر افزایش درآمدها و منافع حاصل از رشد، به بهبود رفاه منجر می‌شود. از سوی دیگر، هوش مصنوعی از طریق سایر متغیرها، رفاه را به‌صورت منفی متأثر می‌کند. نتایج حاکی است سرمایه‌گذاری هم‌زمان در هوش مصنوعی و سرمایه انسانی، در غیاب سازوکارهای مکمل، می‌تواند به جابه‌جایی نیروی کار ماهر و تعمیق شکافهای اقتصادی منجر شده و رفاه را تضعیف کند. به بیان دیگر، در مراحل اولیه پذیرش فناوریهای هوش مصنوعی، منافع بهره‌وری عمدتاً نصیب بنگاههای بزرگ و نیروی کار ماهر می‌شود، درحالی‌که گروههای کم‌مهارت با خطر جابه‌جایی شغلی مواجه هستند؛ فرآیندی که به افزایش نابرابری درآمدی و نارضایتی اجتماعی می‌انجامد.

در این راستا، **لو (۲۰۲۱)** با استفاده از الگوی رشد درون‌زا نشان داد ورود هوش مصنوعی در صورتی‌که از مسیر ارتقای بهره‌وری و نه صرفاً جایگزینی نیروی کار صورت گیرد، می‌تواند رفاه را افزایش دهد؛ اما در سناریوی جایگزینی گسترده نیروی کار بدون سازوکارهای جبرانی مناسب، رفاه بلندمدت خانوارها کاهش خواهد یافت. اثر متقابل هوش مصنوعی و رشد اقتصادی بر رفاه منفی است. همان‌گونه که **پایچ و سرکین (۲۰۲۵)** بیان می‌کنند اگرچه هوش مصنوعی فرصتهای قابل توجهی برای رشد در بخشهایی نظیر سلامت و آموزش فراهم می‌آورد، اما در نبود چارچوبهای حکمرانی کارآمد و مشارکت مؤثر نهادهای علمی، می‌تواند شکافهای توسعه‌ای را تشدید کرده و رشد اقتصادی فراگیر را با چالش مواجه کند.

علاوه براین، افزایش نرخ بیکاری و تشدید نابرابری درآمدی اثر منفی بر رفاه دارند. نرخهای بالاتر بیکاری با کاهش درآمد خانوارها، افزایش نااطمینانی اقتصادی و پیامدهای

روانی اجتماعی همراه بوده و درنهایت به افت کیفیت زندگی و کاهش رضایت اجتماعی منجر می‌شوند. گسترش نابرابری درآمدی ناشی از بهره‌مندی نامتوازن گروه‌های پردرآمد از منافع رشد اقتصادی مبتنی بر هوش مصنوعی، سطح رفاه اجتماعی را کاهش می‌دهد.

درواقع، هرچند هوش مصنوعی بهره‌وری تولید را افزایش می‌دهد، اما هم‌زمان ساختار و سازمان تولید را نیز متحول می‌کند و با بازآرایی ترکیب نهاده‌ها و شیوه‌های تولید، اقتصاد را به سمت فعالیتهای پیچیده‌تر و ارزش‌افزوده بالاتر سوق می‌دهد. این فرایند از طریق بازتعریف نقش عوامل تولید و شکل‌گیری مدل‌های جدید تولید، ظرفیت تولیدی اقتصاد را افزایش می‌دهد، اما درعین حال می‌تواند به تمرکز منافع اقتصادی و افزایش نابرابری درآمدی بینجامد؛ وضعیتی که درنهایت با کاهش رفاه همراه است. این یافته با نتایج **سپتیا ندی و همکاران (۲۰۲۵)** همسو است که نشان داد در شرایطی که فرصت‌های اقتصادی به‌صورت متمرکز توزیع می‌شوند، توسعه و کاربرد هوش مصنوعی می‌تواند نابرابری را تشدید کند.

ژانگ و ژانگ (۲۰۲۵) نیز نشان دادند هوش مصنوعی مولد از طریق ایجاد فرصت‌های جدید رانت‌جویی و تخصیص غیربینه منابع می‌تواند رفاه اجتماعی را کاهش دهد. درمجموع، برآیند نتایج نشان می‌دهد اثر خالص هوش مصنوعی بر رفاه در نمونه موردبررسی منفی است. به بیان دیگر، اگرچه برخی مجراها نظیر بهبود سلامت، افزایش امید به زندگی و ارتقای بهره‌وری آثار مثبتی بر رفاه دارند، اما پیامدهای توزیعی و ساختاری شامل نابرابری درآمدی، بیکاری و عدم تطابق مهارتی از وزن بیشتری برخوردار بوده و درنهایت موجب کاهش رفاه شده‌اند. یافته‌های مطالعه حاضر ضمن همخوانی با ادبیات پیشین، شواهد جدیدی درباره سازوکارهای اثرگذاری هوش مصنوعی بر رفاه ارائه می‌کند. به این معنا که هوش مصنوعی ظرفیت قابل‌توجهی برای ارتقای تولید و رفاه دارد، اما تحقق این ظرفیت مستلزم مدیریت پیامدهای توزیعی آن است.

در بسیاری از اقتصادهای پیشرفته، افزایش بهره‌وری ناشی از هوش مصنوعی می‌تواند

سهم نیروی کار از درآمد ملی را کاهش دهد و در صورت فقدان سیاستهای بازتوزیعی مناسب، رفاه طبقات متوسط و کم درآمد را تضعیف کند. در مقابل، کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه سلامت و خدمات اجتماعی در مطالعات مختلف به عنوان عاملی مؤثر در بهبود کیفیت زندگی معرفی شده‌اند. برای مثال، الگوریتمهای یادگیری عمیق از طریق تشخیص زودهنگام بیماریها و شخصی سازی درمان، ضمن افزایش نرخ بقای بیماران، هزینه های درمانی را نیز کاهش می دهند که این موضوع با اثر مثبت مشاهده شده در مطالعه حاضر سازگار است.

شواهد تجربی پژوهش حاضر نشان می دهد هوش مصنوعی به تنهایی تضمین کننده بهبود رفاه نیست، بلکه اثر آن به نحوه ادغام این فناوری با سیاستهای بازار کار، سرمایه انسانی و توزیع درآمد بستگی دارد. براین اساس، توصیه های سیاستی زیر قابل طرح است. نخست، اثر مثبت رشد اقتصادی و امید به زندگی بر رفاه نشان می دهد هدایت کاربردهای هوش مصنوعی به حوزه هایی نظیر سلامت، آموزش و خدمات اجتماعی می تواند بیشترین ظرفیت را برای ارتقای مستقیم رفاه فراهم کند.

دوم، اثر منفی و معنادار تعامل هوش مصنوعی با سرمایه انسانی و رشد اقتصادی بیانگر آن است که توسعه هوش مصنوعی در غیاب سیاستهای مکمل، احتمال جابه جایی نیروی کار و تعمیق شکافهای اقتصادی را افزایش می دهد؛ بنابراین، توسعه فناوریهای هوش مصنوعی، به ویژه در اقتصادهایی که سرمایه انسانی به صورت نامتوازن توزیع شده است، باید هم زمان با اجرای برنامه های هدفمند بازآموزی، ارتقای مهارت و انطباق نیروی کار با نیازهای جدید بازار کار دنبال شود.

سوم، ضریب منفی تعامل هوش مصنوعی و نابرابری درآمدی نشان می دهد در نبود سیاستهای توزیعی مناسب، منافع حاصل از توسعه این فناوری به شکل نامتوازن میان گروه های مختلف جامعه توزیع شده و رفاه اجتماعی را کاهش می دهد. از این رو، طراحی سیاستهای حمایتی و بازتوزیعی با هدف حفاظت از گروه های آسیب پذیر در برابر شوک های

فناوری محور ضروری به نظر می‌رسد.

شایان ذکر است اگرچه استفاده از رویکرد پانلی پویا و متغیرهای وقفه‌دار به کاهش برخی مسائل درون‌زایی کمک می‌کند، اما نتایج این پژوهش باید به‌عنوان شواهد تجربی مبتنی بر همبستگیهای شرطی تفسیر شوند. شناسایی علی دقیق‌تر اثرات تعاملی هوش مصنوعی مستلزم بهره‌گیری از داده‌های خرد، شوکهای برون‌زا یا طراحیهای شبه‌آزمایشی است که می‌تواند موضوع پژوهشهای آتی قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاقی

این پژوهش بر پایه اصول اخلاقی در پژوهشهای انسانی انجام شده است.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان به‌طور یکسان در طراحی، اجرا و نگارش تمامی بخشهای این پژوهش مشارکت داشته‌اند.

تأمین مالی

این پژوهش از هیچ‌گونه حمایت مالی برخوردار نیست.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تعارض منافی مرتبط با محتوای این مقاله وجود ندارد.

قدردانی و تشکر

نویسندگان از داوران ناشناس به سبب ارائه دیدگاهها و نظرات سازنده که نقش مهمی در بهبود این پژوهش داشته است، قدردانی می‌کنند.

- Acemoglu, D. (2025). The simple macroeconomics of AI. *Economic Policy*, 40(121), 13-58. <https://doi.org/10.1093/epolic/eiae042>.
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2019). Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor. *Journal of Economic Perspectives*, 33(2), 3-30. <https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3>.
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277-297. <https://academic.oup.com/restud/article-abstract/58/2/277/1563354>.
- Autor, D., Dorn, D., Katz, L. F., Patterson, C., & Van Reenen, J. (2020). The fall of the labor share and the rise of superstar firms. *The Quarterly Journal of Economics*, 135(2), 645-709. <http://hdl.handle.net/10.1093/qje/qjaa004>.
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J. (2003). The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(4), 1279-1333. <http://hdl.handle.net/10.1162/003355303322552801>.
- Bahamazava, K. (2024). Modelling of economic implications of bias in AI-powered health emergency response systems. arXiv preprint arXiv:2410.20229. <https://arxiv.org/abs/2410.20229>.
- Bond, S. R. (2002). Dynamic panel data models: A guide to micro data methods and practice. *Portuguese Economic Journal*, 1(2), 141-162. <https://doi.org/10.1007/s10258-002-0009-9>.
- Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L. (2025). Generative AI at work. *The Quarterly Journal of Economics*, 140(2), 889-942. <https://doi.org/10.1093/qje/qjae044>.
- Comunale, M., & Manera, A. (2024). The economic impacts and the regulation of AI: A review of the academic literature and policy actions. *Working Paper No. 065*. <https://doi.org/10.5089/9798400268588.001>.
- Kawakami, A., Sivaraman, V., Cheng, H.-F., Stapleton, L., Cheng, Y., Qing, D., Perer, A., Wu, Z. S., Zhu, H., & Holstein, K. (2022). Improving human-AI partnerships in child welfare: understanding worker practices, challenges, and desires for algorithmic decision support. *Proceedings of the 2022 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, No. 52, 1-18. <https://doi.org/10.1145/3491102.3517439>.
- Lu, C. H. (2021). The impact of artificial intelligence on economic growth and welfare. *Journal of Macroeconomics*, 69, 103342. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2021.103342>.
- Obermeyer, Z., Powers, B., Vogeli, C., & Mullainathan, S. (2019). Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. *Science*, 366(6464), 447-453. <https://doi.org/10.1126/science.aax2342>.

- Paić, G., & Serkin, L. (2025). The impact of artificial intelligence: from cognitive costs to global inequality. *The European Physical Journal Special Topics*, 234, 3045-3050. <https://doi.org/10.1140/epjs/s11734-025-01561-8>.
- Qiang, S. (2025). Intelligent Social Welfare: How AI Optimizes Social Assistance, elderly care, and healthcare systems. *Digital Society & Virtual Governance*, 1(1), 17-32. <https://doi.org/10.6914/dsvg.010102>.
- Septiandri, A., Constantinides, M., & Quercia, D. (2025). AI and the economic divide: how artificial intelligence could widen the divide in the US. *European Physical Journal Data Science*, 14(33), 1-13.
- Vredenburg, J., Kapitan, S., & Jang, S. (2024). Service mega-disruptions: a conceptual model and research agenda. *Journal of Services Marketing*, 38(1), 131-144. <https://doi.org/10.1108/JSM-01-2023-0025>.
- Wadhvani AI. (2024). Annual Report 2024. *Wadhvani AI*. https://www.lehsindia.org/wp-content/uploads/2025/12/Wadhvani_Annual-Report_2024_.pdf
- Zhang, Y., & Zhang, T. (2025). *AI-enabled rent-seeking: how generative AI alters market transparency and efficiency*. arXiv preprint arXiv:2502.12956. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.12956>.
- Zheng, S., Trott, A., Srinivasa, S., Naik, N., Gruesbeck, M., Parkes, D. C., & Socher, R. (2020). *The AI economist: improving equality and productivity with ai-driven tax policies*. arXiv preprint arXiv:2004.13332. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2004.13332>.

