

A Comparative Study of Artificial Intelligence Innovation Ecosystems in Selected Countries: Policies, Structures, and Functions

Mostafa Safdari Ranjbar^{1✉} | Fatemeh Babaeian² | Ashkan Alinaghian³ | Elham Faham⁴

1. Associate Professor, Department of Management and Accounting, College of Farabi, University of Tehran, Qom, Iran. Email: mostafa.safdary@ut.ac.ir

2. MSC. in IT Management, Department of Management and Accounting, College of Farabi, University of Tehran, Qom, Iran. Email: Fatemeh.Babaeian@ut.ac.ir

3. MA Student in Language Technologies and Digital Humanities, Humanities Department, University of Turin, Turin, Italy. Email: ashkan.alinaghian@edu.unito.it

4. Assistant Professor, Research Institute for Information and Communication Technology, ACECR; Tehran, Iran. Email: Faham@ictrc.ac.ir

Article Info

ABSTRACT

Article type:

Research Article

Article history: 23 May 2025

Received: 4 August 2025

Received in revised form:

Accepted: 9 September 2025

Published online:

2 October 2025

Keywords:

Artificial intelligence

AI Policy

Innovation ecosystem

AI Innovation Ecosystem

Comparative Study.

Artificial intelligence, one of the most advanced emerging technologies, has recently attracted widespread global attention. Its transformative impact spans multiple sectors, presenting governments and policymakers with complex challenges. As a result, crafting tailored AI strategies that align with each country's unique conditions is crucial for effective policymaking. This study analyzes six nations the United States, the United Kingdom, China, Russia, India, and the United Arab Emirates selected based on development level, geographic location, and socio-economic status. By examining their AI policies and initiatives, the research provides a comparative assessment of AI innovation ecosystems, including their structures, functions, and governance approaches. Key findings reveal that the United States, as the global AI leader, has established sophisticated strategies and comprehensive policy frameworks. The United Kingdom is more focused on networking and formulating of accurate and comprehensive legal and ethical frameworks. China with technological capabilities and heavy investment, is rapidly advancing toward global AI dominance. Russia, has a special focus on military and security applications of artificial intelligence by understanding its strategic importance. India leverages its workforce to expand its presence in the global AI market. The United Arab aims to diversify its economy beyond oil, with AI expected to contribute significantly to GDP in the coming decade. In conclusion, this study highlights the importance of building a robust AI innovation ecosystem and offers policy recommendations derived from leading nations. These insights can guide Iranian policymakers in effectively advancing AI development, ensuring strategic growth in this critical field.

Cite this article: Safdari Ranjbar, M, Babaeian, F, Alinaghian, A & Faham, E (2025). A Comparative Study of Artificial Intelligence Innovation Ecosystems in Selected Countries: Policies, Structures, and Functions. *Journal of Innovation Economic Ecosystem Studies*, 5 (3), 118-140. DOI: 10.22111/innoeco.2026.51544.1178

DOI: <http://doi.org/10.22111/innoeco.2026.51544.1178>



© The Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

مطالعه تطبیقی زیست بوم نوآوری هوش مصنوعی در کشورهای منتخب؛ سیاست ها، ساختارها و کارکردها

مصطفی صفدری رنجبر^۱ | فاطمه بابائیان^۲ | اشکان علینقیان^۳ | الهام فهام^۴

۱. دانشیار، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکدگان فارابی، دانشگاه تهران، قم، ایران. رایانامه: mostafa.safdary@ut.ac.ir

۲. کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکدگان فارابی، دانشگاه تهران، قم، ایران. رایانامه:

Fatemeh.Babacian@ut.ac.ir

۳. کارشناسی ارشد فناوری های زبانی و علوم انسانی دیجیتال، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تورین، تورین، ایتالیا. رایانامه:

ashkan.alinaghian@edu.unito.it

۴. استادیار پژوهشکده فناوری اطلاعات و ارتباطات جهاد دانشگاهی تهران، ایران. رایانامه: Faham@ictrc.ac.ir

چکیده

اطلاعات مقاله

هوش مصنوعی به عنوان یکی از پیچیده ترین فناوری های نوظهور، دولت ها در سراسر جهان را با چالش های مهم و چندوجهی روبرو کرده است. بنابراین، اتخاذ رویکردی هوشمندانه و متناسب با شرایط هر کشور در سیاست گذاری هوش مصنوعی، ضروری تلقی می شود. در این راستا این پژوهش با توجه به شرایطی همچون میزان توسعه یافتگی، منطقه جغرافیایی، وضعیت اجتماعی و اقتصادی، به انتخاب شش کشور ایالات متحده، انگلستان، چین، روسیه، هند، و امارات متحده عربی پرداخته و سیاست ها و برنامه های توسعه هوش مصنوعی آن ها را بررسی نموده تا با ارائه ی تحلیل تطبیقی، درک جامعی از سیاست ها، ساختارها و کارکردهای زیست بوم نوآوری هوش مصنوعی در این کشورها به دست آید. یافته ها نشان می دهند ایالات متحده به عنوان رهبر جهانی در حوزه هوش مصنوعی، اسناد و راهبردهای جامع و پیشرفته ای برای توسعه این فناوری تدوین کرده است. انگلستان، بیشتر بر شبکه سازی و تدوین چارچوب های قانونی و اخلاقی دقیق و جامع متمرکز شده است. چین با ظرفیت های فناورانه بالا و سرمایه گذاری های کلان، با سرعت چشمگیر در مسیر تبدیل شدن به قدرت برتر هوش مصنوعی قرار گرفته است. روسیه با درک اهمیت راهبردی این فناوری، تمرکز ویژه ای بر کاربردهای نظامی و امنیتی هوش مصنوعی دارد. هند با بهره گیری هوشمندانه از نیروی انسانی خود، به دنبال کسب سهم بیشتر در بازار جهانی است؛ و امارات متحده عربی نیز با سرمایه گذاری های کلان و هدفمند خود در این حوزه، انتظار دارد تأثیر چشمگیری بر تولید ناخالص داخلی و جایگاه اقتصادی خود در منطقه و جهان داشته باشد. در پایان، دلالت ها و پیشنهاداتی برای توسعه زیست بوم نوآوری هوش مصنوعی در ایران ارائه شده است.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۰۲ خرداد ۱۴۰۴

تاریخ ویرایش: ۱۳ مرداد ۱۴۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۸ شهریور

۱۴۰۴

تاریخ انتشار: ۱۰ مهر ۱۴۰۴

واژه های کلیدی:

هوش مصنوعی

سیاست هوش مصنوعی

زیست بوم نوآوری

زیست بوم نوآوری هوش مصنوعی

مطالعه تطبیقی

استناد: صفدری رنجبر، مصطفی؛ بابائیان، فاطمه؛ علینقیان، اشکان؛ فهام، الهام (۱۴۰۴). مطالعه تطبیقی زیست بوم نوآوری هوش مصنوعی در

کشورهای منتخب؛ سیاست ها، ساختارها و کارکردها. مطالعات زیست بوم اقتصاد نوآوری، ۵ (۳)، ۱۱۸-۱۴۰.

<http://doi.org/10.22111/innoeco.2026.51544.1178>



۱- مقدمه

هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از پیشرفته‌ترین و تأثیرگذارترین فناوری‌های قرن حاضر، توجه گسترده‌ای را در میان محققان، سیاست‌گذاران و صنایع مختلف به خود جلب کرده است. این فناوری که به طور سنتی به ایجاد سیستم‌های هوشمند مصنوعی با قابلیت‌هایی مشابه هوش انسانی اشاره دارد، امروزه به‌عنوان نیروی محرکه اصلی در تحول دیجیتال و انقلاب صنعتی چهارم شناخته می‌شود (سیائو و وانگ^۱، ۲۰۱۸). هوش مصنوعی با توانایی‌هایی همچون یادگیری زبان، استدلال، برنامه‌ریزی، درک و پردازش اطلاعات، پتانسیل بی‌نظیری برای ایجاد تحولات عمیق در ساختارهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جوامع دارد. در سال‌های اخیر، پیشرفت‌های چشمگیر در زمینه یادگیری ماشین، پردازش زبان طبیعی و بینایی کامپیوتر، منجر به گسترش کاربردهای هوش مصنوعی در طیف وسیعی از حوزه‌ها شده است. از دستیارهای مجازی و سیستم‌های توصیه‌گر گرفته تا خودروهای خودران و ربات‌های پیشرفته، همگی نمونه‌هایی از کاربردهای عملی این فناوری هستند که به طور روزافزون در زندگی روزمره ما نفوذ کرده‌اند (لانچبری^۲، ۲۰۱۷). این گستردگی کاربرد، هوش مصنوعی را به یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده در رقابت‌های اقتصادی و ژئوپلیتیکی آینده تبدیل کرده است. با این حال، توسعه و گسترش هوش مصنوعی، علاوه بر فرصت‌های بی‌شمار، چالش‌ها و نگرانی‌های جدی را نیز به همراه داشته است.

محققان برجسته‌ای مانند بوستروم^۳ (۲۰۱۴) هشدار داده‌اند که اشکال پیشرفته هوش مصنوعی، در صورت عدم همسویی با ارزش‌ها و رفاه انسانی، می‌توانند تهدیدی وجودی برای تمدن بشری محسوب شوند (یادکئوسکی و بوستروم^۴، ۲۰۱۴). این نگرانی‌ها طیف وسیعی از مسائل اخلاقی، اجتماعی و امنیتی را در بر می‌گیرد، از جمله احتمال جایگزینی گسترده مشاغل انسانی، تشدید نابرابری‌های اجتماعی-اقتصادی، و چالش‌های مرتبط با حریم خصوصی و امنیت داده‌ها. در عرصه اقتصادی، پیش‌بینی‌های مؤسسات معتبر حاکی از تأثیر عمیق هوش مصنوعی بر اقتصاد جهانی است. مؤسسه پی.دبلیو.سی^۵ تخمین زده است که ارزش اقتصادی هوش مصنوعی تا سال ۲۰۳۰ به بیش از ۱۵.۷ تریلیون دلار خواهد رسید (موزر^۶، ۲۰۱۷). این رقم چشمگیر نشان‌دهنده اهمیت راهبردی این فناوری در شکل‌دهی به آینده اقتصاد جهانی است. در همین راستا، کشورهای مختلف سرمایه‌گذاری‌های کلانی را در این حوزه آغاز کرده‌اند. به‌عنوان مثال، چین در سال ۲۰۱۷ از یک طرح ملی رونمایی کرد که هدف آن رساندن ارزش صنعت هوش مصنوعی این کشور به ۱۵۲.۵ میلیارد دلار تا سال ۲۰۳۰ است (مولر و بوستروم^۷، ۲۰۱۶).

در حوزه کار و اشتغال، هوش مصنوعی پتانسیل ایجاد تحولات عمیقی را دارد. از یک سو، این فناوری می‌تواند با کمک به انسان در انجام وظایف پیچیده و تکراری، بهره‌وری را افزایش دهد (سیائو^۸، ۲۰۱۷). از سوی دیگر، نگرانی‌های جدی در مورد جایگزینی گسترده مشاغل انسانی وجود دارد. به‌عنوان نمونه، پیش‌بینی می‌شود که در دهه آینده، بیش از ۱.۷

¹ Siau & Wang

² Launchbury

³ Bostrom

⁴ Yudkowsky & Bostrom

⁵ PwC

⁶ Mozur

⁷ Müller & Bostrom

⁸ Siau

میلیون راننده کامیون با ظهور خودروهای خودران، شغل خود را از دست بدهند (سیائو و وانگ، ۲۰۱۸) در این میان، نقش سیاست‌گذاران و حکمرانان در مدیریت و هدایت توسعه هوش مصنوعی بسیار حیاتی است. آن‌ها با چالش پیچیده‌ای در زمینه ایجاد تعادل بین تشویق نوآوری و پیشرفت از یک سو، و کنترل خطرات و تهدیدهای احتمالی از سوی دیگر مواجه هستند. این وضعیت تا حدودی مشابه چالش‌هایی است که در اوایل ظهور اینترنت به‌عنوان یک پدیده جهانی با آن روبرو بودیم. با این تفاوت که هوش مصنوعی، به دلیل ماهیت پیچیده و تأثیرگذاری عمیق‌تر خود، مسائل حاکمیتی و نظارتی جدید و منحصر به فردی را مطرح می‌کند که نیازمند بررسی و تحقیق دقیق است.

در این راستا، این پژوهش با هدف بررسی جامع و تحلیلی نحوه مواجهه کشورهای مختلف با پدیده هوش مصنوعی در سطح ملی با استفاده از روش تحلیل تطبیقی، اسناد سیاستی شش کشور پیشرو در حوزه هوش مصنوعی را مورد مطالعه قرار داده است. این پژوهش با هدف پاسخ به این پرسش محوری که کشورهای منتخب چه سیاست‌ها، ساختارها و کارکردهایی در اکوسیستم نوآوری هوش مصنوعی دارند؟ و همچنین برای رسیدن به درکی عمیق از سیاست‌ها، ساختارها و کارکردهای این کشورها در مواجهه با گسترش هوش مصنوعی در شرایط و دیدگاه‌های مختلف صورت گرفته است. همچنین این مطالعه در بخش انتهایی خود با هدف ارائه بینشی در مورد سیاست‌گذاری هوش مصنوعی، به ارائه پیشنهادهایی در قالب توسعه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در ایران جهت به‌رمندی تصمیم‌گیران و سیاست‌گذاران در این حوزه پرداخته است.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۲-۱- زیست بوم نوآوری

زیست‌بوم نوآوری، مفهومی پویا و چندوجهی، در دهه‌های اخیر به موضوعی کلیدی در حوزه‌های مدیریت فناوری و سیاست‌گذاری علم و فناوری تبدیل شده است. این مفهوم، شبکه‌ای پیچیده و به‌هم‌پیوسته از بازیگران، منابع و روابط را توصیف می‌کند که در تعامل با یکدیگر، بستری مناسب برای خلق، توسعه و انتشار نوآوری‌ها فراهم می‌آورند (آدner^۱، ۲۰۱۷). در مرکز این زیست‌بوم، مجموعه‌ای متنوع از سازمان‌ها و افراد شامل کسب‌وکارهای نوپا^۲، شرکت‌های بزرگ، دانشگاه‌ها، مراکز تحقیقاتی، سرمایه‌گذاران خطرپذیر و نهادهای دولتی قرار دارند. این بازیگران از طریق تبادل دانش، مهارت‌ها و منابع، در فرآیندی مشارکتی، راه‌حل‌های نوآورانه برای چالش‌های پیچیده ارائه می‌دهند. منابع موجود در این زیست‌بوم، طیف گسترده‌ای از سرمایه مالی، زیرساخت‌های فیزیکی، داده‌های ارزشمند و سرمایه انسانی متخصص را شامل می‌شود (گومز و همکاران^۳، ۲۰۱۸).

¹ Siau & Wang

² Adner

³. Startups

⁴ Gomes et al

یکی از ویژگی‌های بارز زیست‌بوم‌های نوآوری، ماهیت پویا و خودسازمان‌ده آن‌هاست. این سیستم‌ها به‌طور مداوم با تغییرات محیطی، پیشرفت‌های فناورانه و تحولات بازار سازگار می‌شوند. در این فرآیند، دو جریان اصلی قابل مشاهده است: اقتصاد دانشی که بر پایه تحقیقات بنیادی شکل می‌گیرد و اقتصاد تجاری که توسط نیازهای بازار هدایت می‌شود. تعامل این دو جریان، موتور محرک نوآوری‌های بنیادی و کاربردی است (کریانیس^۱ و کمبل^۲، ۲۰۰۹). روابط و تعاملات درون زیست‌بوم نوآوری، نقشی حیاتی در موفقیت آن ایفا می‌کنند. شبکه‌های همکاری، انجمن‌های تخصصی و پلتفرم‌های تبادل دانش، بستری را فراهم می‌آورند که در آن ایده‌ها می‌توانند به‌سرعت تبادل شده، آزمایش شوند و در صورت موفقیت، به محصولات و خدمات نوآورانه تبدیل گردند. این فرآیند مشارکتی، نه تنها سرعت نوآوری را افزایش می‌دهد، بلکه ریسک‌های مرتبط با توسعه فناوری‌های جدید را نیز کاهش می‌دهد (نمبایسن^۳ و بارون^۴، ۲۰۱۳). هدف نهایی یک زیست‌بوم نوآوری، خلق ارزش پایدار از طریق تبدیل ایده‌های نوآورانه به راه‌حل‌های عملی است. این امر از طریق فراهم آوردن دسترسی به منابع حیاتی، تسهیل همکاری‌های بین‌رشته‌ای و ایجاد مسیرهای مؤثر برای تجاری‌سازی نوآوری‌ها محقق می‌شود. در نهایت، زیست‌بوم‌های نوآوری موفق، نه تنها به رشد اقتصادی کمک می‌کنند، بلکه نقشی کلیدی در حل چالش‌های اجتماعی و محیط‌زیستی ایفا می‌نمایند (گرنسترند^۵ و هولجرسیسن^۶، ۲۰۲۰).

۲-۲- زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی

زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی، فراتر از یک مفهوم ساده، مجموعه‌ای پیچیده و پویا از بازیگران، فناوری‌ها، منابع و چارچوب‌های قانونی و اخلاقی است که با هدف توسعه و به‌کارگیری مسئولانه و مؤثر هوش مصنوعی، به صورت یکپارچه و هماهنگ عمل می‌کنند (نیدلمن^۷، ۲۰۲۴). این زیست‌بوم، نقش محوری و تعیین‌کننده در تحول صنایع، تقویت همکاری‌های بین‌رشته‌ای در حوزه‌های علمی و صنعتی و ارائه راهکارهای نوآورانه برای حل مسائل پیچیده و چندوجهی اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی را دارد (سکاندو و همکاران^۸، ۲۰۲۴). زیست‌بوم هوش مصنوعی مفهومی انتزاعی نبوده و دارای ساختاری مشخص، قابل تحلیل و اندازه‌گیری است. پژوهشگران و متخصصان، با ارائه چارچوب‌های مفهومی و عملیاتی دقیق، به بررسی نحوه تعامل، همکاری و هم‌افزایی اجزای مختلف این زیست‌بوم می‌پردازند و تلاش می‌کنند تا عوامل مؤثر بر موفقیت و پایداری آن را شناسایی کنند (نیدلمن^۹، ۲۰۲۴).

ویژگی‌های منحصر به فردی همچون دسترسی آزاد و همگانی به منابع محاسباتی پیشرفته، داده‌های حجیم و متنوع، و ابزارهای نرم‌افزاری پیچیده، همکاری‌های گسترده و بین‌رشته‌ای در حوزه‌های علوم انسانی، علوم پایه، مهندسی و هنر،

¹ Carayannis

² Campbell

³ Nambisan

⁴ Baron

⁵ Granstrand

⁶ Holgersson

⁷ Needleman

⁸ Secundo et al

⁹ Needleman

و تدوین و اجرای قوانین و مقررات بین‌المللی برای مدیریت ریسک‌ها و چالش‌های اخلاقی، این زیست‌بوم را می‌تواند از سایر شبکه‌های نوآوری متمایز می‌کند (پانچاناتان^۱، ۲۰۲۴). بازیگران اصلی این زیست‌بوم، طیف وسیعی از افراد و سازمان‌ها را شامل می‌شوند: دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی به‌عنوان مولد دانش و نیروی انسانی متخصص، شرکت‌های فناوری به‌عنوان توسعه‌دهنده و ارائه‌دهنده راهکارهای هوش مصنوعی، پژوهشگران و متخصصان به‌عنوان پیشگامان نوآوری، کارآفرینان به‌عنوان نیروهای محرکه تغییر، و سیاست‌گذاران و نهادهای دولتی به‌عنوان تنظیم‌گران و تسهیل‌گران فعالیت‌ها ایفای نقش نمایند. این بازیگران، با الگوهای پیچیده‌ای از وابستگی متقابل و همکاری‌های چندجانبه، در جهت پیشبرد اهداف مشترک این زیست‌بوم حرکت می‌کنند (جکوبایز و همکاران^۲، ۲۰۲۱؛ تمبلینی و همکاران^۳، ۲۰۲۴). همچنین به لحاظ جانمایی و توسعه منطقه‌ای، این زیست‌بوم تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از: دسترسی به سرمایه خطرپذیر و منابع مالی، وجود نیروی انسانی متخصص و ماهر، تبادل دانش و اطلاعات از طریق شبکه‌های علمی و صنعتی، و زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات پیشرفته (هانگ و همکاران^۴، ۲۰۲۴). البته دولت‌ها نیز با سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری، توسعه مدل‌های پایه هوش مصنوعی، حمایت از پژوهش‌های بنیادی و کاربردی، و تدوین سیاست‌های تشویقی و حمایتی، نقش حیاتی و غیرقابل انکاری در توسعه و تقویت این زیست‌بوم ایفا می‌کنند (انرژئی. گاورمنت^۵، ۲۰۲۵).

۳- روش‌شناسی و داده‌های تحقیق

این پژوهش از مطالعه و تجزیه و تحلیل اسناد کیفی استفاده نموده و از رویکرد تحلیل تطبیقی بهره می‌جوید. به گفته هنینگ و همکاران^۶ (۲۰۰۴) در اینگونه روش‌ها، محقق از طریق طرح یک پرسش یا موضوع کیفی، با استفاده از داده‌های موجود و بهره‌جستن از پیشینه، به فهم بیشتری از پدیده دست پیدا می‌کند. در پژوهش حاضر نیز، چگونگی رویارویی کشورها در سطح تحلیل ملی با پیشرفت، گسترش و نفوذ هوش مصنوعی مد نظر است و در همین راستا سعی شده است با بررسی ابعاد مختلف سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه هوش مصنوعی در کشورهای مختلف جهان، درک جامعی از تصمیمات، اهداف و ابزارهای مواجهه با گسترش هوش مصنوعی در شرایط و دیدگاه‌های مختلف به‌دست آید. برای تحلیل این فرآیند، از چارچوب نظری گرنسترن و هالگرسون^۷ (۲۰۲۰) استفاده شده است. این چارچوب اکوسیستم نوآوری را به‌عنوان یک سیستم پویا و ترکیبی از پنج جزء اصلی می‌بیند: بازیگران^۸، فعالیت‌ها^۹، مصنوعات^{۱۰}،

¹ Panchanathan

² Jacobides et al

³ Tambellini Group

⁴ Hong et al

⁵ Energy.gov

⁶ Henning et al.

⁷ Holgersson

⁸ Actors

⁹ Activities

¹⁰ Artifacts

نهادهای^۱ و روابط. به ویژه، این چارچوب بر نقش همکاری و رقابت در سطح بازیگران و مصنوعات تأکید دارد و برای تحلیل نحوه توسعه و گسترش نوآوری‌ها در کشورهای مختلف استفاده می‌شود. در این چارچوب:

- بازیگران شامل تمامی سازمان‌ها، مؤسسات، دولت‌ها، شرکت‌ها و افراد مؤثر در فرآیند نوآوری هستند.
- فعالیت‌ها فرآیندهایی هستند که توسط این بازیگران برای تولید نوآوری انجام می‌شوند، مانند تحقیق و توسعه، تولید و تجاری‌سازی فناوری‌ها.
- مصنوعات به تمامی محصولات، خدمات، فناوری‌ها و منابع ملموس و ناملموس اطلاق می‌شود که در اکوسیستم نوآوری حضور دارند.
- نهادها شامل تمامی قواعد و قوانین حاکم بر روابط و تعاملات در این اکوسیستم هستند، مانند سیاست‌های دولتی و استانداردهای صنعتی.
- روابط میان این اجزا، شامل روابط مکمل و جانشین است که به‌طور همزمان همکاری و رقابت میان بازیگران و مصنوعات را شکل می‌دهند.

این چارچوب، اکوسیستم نوآوری را به‌عنوان یک سیستم پویا و در حال تحول می‌بیند که عملکرد نوآورانه بازیگران به مجموعه در حال تغییر این اجزا و روابط میان آن‌ها وابسته است. همچنین، بر اهمیت همزمان روابط همکاری و رقابت در سطح بازیگران و مصنوعات تأکید دارد که به دقت و جامعیت بیشتر در تحلیل این اکوسیستم‌ها کمک می‌کند. در پژوهش حاضر، این چارچوب به‌عنوان مبنای اصلی برای تحلیل اسناد و سیاست‌های مربوط به توسعه هوش مصنوعی در کشورهای مختلف استفاده شده است (گرنسترند^۲ و هولجرسن^۳، ۲۰۲۰).

همچنین با توجه به شرایطی نظیر توسعه‌یافتگی، منطقه جغرافیایی، فرهنگ، وضعیت اجتماعی و سایر متغیرها، اسناد و برنامه‌های ملی هوش مصنوعی شش کشور از مناطق مختلف جهان انتخاب شدند. یکی از مسائل مهم و مورد توجه در انتخاب کشورهای مورد بررسی در این پژوهش، وضعیت توسعه‌یافتگی کلی آن‌ها بوده است. نتایج پژوهش نوروبی چاکلی و مددی (۱۳۹۴) نشان می‌دهد که میان قدرت اقتصادی کشورهای مختلف و جایگاه علم و فناوری آن‌ها رابطه معناداری وجود دارد و کشورهایی که در وضعیت اقتصادی مناسب‌تری قرار داشته و سرمایه‌گذاری بیشتری بر روی شاخص‌های قدرت اقتصادی خود انجام داده‌اند، شاهد پیشرفت و رشد بیشتری در شاخص‌های علم و فناوری خود بوده‌اند. چنانچه در دایره‌المعارف مطرح اینوست‌پدیا^۴ کشور توسعه‌یافته بدین‌گونه تعریف شده است، یک کشور

¹ Institutions

² Granstrand

³ Holgersson

⁴ Investopedia

توسعه یافته^۱ (یا کشور صنعتی^۲، کشور با درآمد بالا^۳، کشور توسعه یافته تر اقتصادی^۴ یا کشور پیشرفته^۵) کشور مستقلی است که دارای کیفیت زندگی بالا، اقتصاد توسعه یافته و زیرساخت های فناوری پیشرفته نسبت به سایر کشورهای کمتر صنعتی باشد. معمولاً معیارهای ارزیابی درجه توسعه اقتصادی عبارت اند از: تولید ناخالص داخلی^۶، تولید ناخالص ملی^۷، درآمد سرانه، میزان صنعتی شدن، میزان زیرساخت های گسترده و استاندارد عمومی زندگی (مَجسکی^۸، ۲۰۲۲). بر اساس گزارش بخش آمار سازمان ملل هیچ کنوانسیون ثابتی برای تعیین کشورها یا مناطق «توسعه یافته» و «در حال توسعه» در سیستم سازمان ملل وجود ندارد (یوان^۹، ۲۰۲۵)، اما شاخص توسعه انسانی^{۱۰} سازمان ملل یک معیار آماری است که سطح توسعه انسانی کشورهای مختلف را نشان می دهد. سازمان ملل متحد اعتقاد دارد که این شاخص بیانگر چیزی فراتر از درآمد یا بهره روری است و نحوه تبدیل درآمد به فرصت های آموزشی و بهداشتی و در نتیجه به سطوح بالاتر توسعه انسانی را در نظر می گیرد (یوان^{۱۱}، ۲۰۲۰).

دیگر معیار مهم در انتخاب کشورها برای بررسی اسناد سیاستی توسعه هوش مصنوعی آن ها به طور ویژه وضعیت آن ها در حوزه هوش مصنوعی در همه جهات آن بود. در این راستا شاخص جهانی هوش مصنوعی^{۱۲} منتشر شده توسط تور تیز مدیا^{۱۳} به عنوان اولین شاخصی که کشورها را در سطح سرمایه گذاری، نوآوری و اجرای هوش مصنوعی ترازبایی می کند، در نظر گرفته شد. این شاخص تجمیع ۱۴۳ معیار در هفت زیرستون استعداد، زیرساخت، محیط عملیاتی، تحقیق، توسعه، راهبرد دولتی و تجاری است که به صورت کارشناسانه وزن دهی شده اند (تورتز^{۱۴}، ۲۰۲۴). با توجه به این دو شاخص اصلی، شش کشور برای بررسی موشکافانه وضعیت زیست بوم نوآوری هوش مصنوعی انتخاب شدند. در انتخاب این شش کشور علاوه بر وضعیت شاخص توسعه انسانی، حکمرانی کلان و حیطه های مختلف تمرکز در حوزه هوش مصنوعی مورد توجه قرار گرفته اند. ممکن است کشورهایی نظیر چین و هند در بین کشورهای توسعه یافته جای نداشته باشند، اما سابقه آن ها در حوزه فناوری و همچنین وضعیت فعلی آن ها در توسعه هوش مصنوعی باعث شده است که به عنوان کشورهای مطرح در حوزه هوش مصنوعی در جهان مورد توجه و بررسی قرار گیرند. شش کشور مورد بررسی در پژوهش حاضر عبارت اند از: انگلیس، ایالات متحده آمریکا، چین، روسیه، هند و امارات متحده عربی. در جدول (۱) خلاصه ای از شرایط مختلف هر کشور (که در انتخاب آن ها اثر داشته اند) قابل مشاهده است:

¹. Developed country

². Industrialized country

³. High-income country

⁴. More economically developed country (MEDC)

⁵. Advanced country

⁶. Gross Domestic Product

⁷. Gross National Product

⁸ Majaski

⁹ UN

¹⁰. Human Development Index

¹¹ UN

¹². Global AI Index

¹³. Tortoise Media

¹⁴ Tortoise

جدول ۱- خلاصه‌ای از شرایط مختلف کشورهای مورد بررسی

رتبه در شاخص جهانی توسعه هوش مصنوعی (Tortoise Media, 2024)	رتبه در شاخص توسعه انسانی (۲۰۲۳) (UNDP 2024)	کشور	قاره
۱	۱۷	ایالات متحده	آمریکا
۴	۱۳	انگلیس	اروپا
۳۱	۶۴	روسیه	
۲	۷۴	چین	آسیا
۱۰	۱۳۰	هند	
۲۰	۱۵	امارات	

منبع: سازمان ملل متحد، شاخص توسعه انسانی^۱ و سایت تورتز مدیا شاخص جهانی هوش مصنوعی^۲

۴- تجزیه و تحلیل نتایج

مطالعه تطبیقی کشورهای منتخب

۴-۱- بررسی زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در ایالات متحده آمریکا

ایالات متحده به‌عنوان پیشرو جهانی در هوش مصنوعی، برنامه ملی هوش مصنوعی را تدوین کرده و اقدامات خود را بر اساس این برنامه‌ها سازمان‌دهی می‌کند؛ به‌طوری‌که برای ارکان مختلف زیست‌بوم از جمله تحقیق و توسعه، داده، اخلاق و استانداردها، راهبردهای ملی مشخصی را ایجاد کرده است و به‌منظور اطلاع‌رسانی عمومی از پیشرفت‌ها، وبسایت [AI.gov](https://ai.gov) را راه‌اندازی کرده است. همچنین، این کشور ساختارهای جدید دولتی برای سیاست‌گذاری، نظارت و هماهنگی میان ذینفعان مختلف در زمینه هوش مصنوعی ایجاد کرده است. ایالات متحده همچنان رهبر برجسته بازار هوش مصنوعی جهان است. این کشور قوی‌ترین زیست‌بوم هوش مصنوعی را از نظر بودجه و تعداد شرکت‌ها دارد که نتیجه یک زیست‌بوم دیجیتالی بالغ در سیلیکون‌ولی و منطقه نیویورک/ بوستون است (وسترهید^۳، ۲۰۱۸) بیش از بیست سازمان دولتی از شرکت‌های هوش مصنوعی حمایت مالی و سیاسی می‌کنند. دانشگاه‌های برجسته و امکانات تحقیقاتی قدرتمند نیز نقش کلیدی در این موفقیت دارند. مشارکت دولت، دانشگاه‌ها، شرکت‌ها، بودجه خصوصی و بازار ادغام و اکتساب، الگویی برای رشد فناورانه صنعت ایجاد کرده است (اداره سیاست‌گذاری علم و فناوری^۴، ۲۰۲۰)

¹ United Nations. In Human Development Reports. <https://hdr.undp.org/data-center/documentation-and-downloads>

² Tortoise Media, The Global AI Index 2022. <https://www.tortoisemedia.com/data/global-ai>

³ Westerheide

⁴ Office of Science and Technology Policy

یکی از راهکارهای ایالات متحده برای تقویت زیست بوم هوش مصنوعی بهره‌گیری از قابلیت‌های دولتی و ارتقای اعتماد عمومی به هوش مصنوعی بوده است. در بخش بودجه، برای سال مالی ۲۰۲۰ مبلغ ۹۷۳.۵ میلیون دلار برای تحقیقات غیردفاعی درخواست شد که ۱۱۱۸.۳ میلیون دلار تصویب شد. در سال مالی ۲۰۲۱ نیز ۱۵۰۲.۵ میلیون دلار درخواست شد که بر فناوری‌های مرتبط با صنایع آینده مانند هوش مصنوعی، تولید پیشرفته و ارتباطات نسل پنجم متمرکز بود (کمیته فرعی شبکه سازی و تحقیق و توسعه فناوری اطلاعات^۱، ۲۰۲۰). از زمان انتشار برنامه ملی راهبردی تحقیق و توسعه هوش مصنوعی در سال ۲۰۱۶، دولت آمریکا سرمایه‌گذاری‌های پایداری را در همکاری با دانشگاه‌ها، صنعت و شرکای بین‌المللی تقویت کرده است تا پیشرفت‌های غیرمنتظره فنی حاصل شود (کمیته انتخاب هوش مصنوعی، ۲۰۱۹). این برنامه بر موضوعات اخلاقی، حقوقی و اجتماعی سیستم‌های هوش مصنوعی نیز تأکید داشته است. سازمان‌هایی مانند سازمان همکاری اقتصادی و توسعه^۲ و وزرای نوآوری گروه هفت به افزایش اعتماد عمومی به هوش مصنوعی توجه داشته‌اند. در زمینه نیروی انسانی، تعداد دانش‌آموختگان دکترای هوش مصنوعی که وارد صنعت می‌شوند از ۴۴.۴ درصد در سال ۲۰۱۰ به ۶۵.۷ درصد در سال ۲۰۱۹ رسیده است. سهم دانش‌آموختگانی که وارد دانشگاه می‌شوند نیز کاهش یافته است. همچنین، ۶۳.۴ درصد از کل دانش‌آموختگان دکترای هوش مصنوعی در ایالات متحده در سال ۲۰۱۹ دانشجویان بین‌المللی بوده‌اند که حدود ۸۱.۸ درصد آن‌ها پس از دانش‌آموختگی در ایالات متحده باقی مانده‌اند (دانشگاه استنفورد^۳، ۲۰۲۱) این روند نشان‌دهنده نقش برجسته صنعت در جذب استعدادها و نیاز به سیاست‌های آموزشی مناسب برای حفظ رهبری آمریکا در این حوزه است.

۴-۲- بررسی زیست بوم نوآوری هوش مصنوعی در انگلستان

انگلستان به‌عنوان یکی از کشورهای پیشرو در سیاست‌گذاری هوش مصنوعی، در آوریل ۲۰۱۸ سندی با عنوان تعامل در بخش هوش مصنوعی منتشر کرد که نشان‌دهنده بلندپروازی‌های این کشور در این حوزه است. این سند همراه با گزارش مجلس اعیان، اهمیت هوش مصنوعی را برای دولت انگلستان برجسته می‌کند (دیتا سیتی اینویشن^۴، ۲۰۲۰؛ دولت انگلستان^۵، ۲۰۲۲)

هوش مصنوعی به‌سرعت به بخشی مهم در اقتصاد انگلستان تبدیل شده و طبق راهبرد صنعتی، می‌تواند تا سال ۲۰۳۵ حدود ۶۳۰ میلیارد پوند به ارزش اقتصاد این کشور اضافه کند (نهاد دولتی HM^۶، ۲۰۱۸). نقشه راه هوش مصنوعی انگلستان که در ژانویه ۲۰۲۱ منتشر شد، اهداف بلندمدت و دستورالعمل‌های کوتاه‌مدتی را برای سازمان‌های دولتی

¹ Subcommittee on Networking & Information Technology Research & Development

² OECD

³ Stanford University

⁴ Data City Innovations

⁵ UK Government

⁶ HM Government

ارائه می‌دهد تا انگلستان به مکانی ایده‌آل برای زندگی و کار با هوش مصنوعی تبدیل شود. این نقشه راه، بر تقویت سرمایه‌گذاری و توجه به توسعه هوش مصنوعی تأکید دارد و پیشنهاد ایجاد یک راهبرد ملی هوش مصنوعی را مطرح می‌کند (شورای هوش مصنوعی انگلیس، ۲۰۲۱).

نقش دولت انگلستان در هدایت و توسعه هوش مصنوعی بسیار کلیدی است. وزارت دیجیتال، فرهنگ، رسانه و ورزش و وزارت کسب‌وکار، مسئولیت سیاست‌گذاری و رشد اقتصادی هوش مصنوعی را بر عهده دارند. در حالی که خدمات دیجیتال دولت مسئول کاربردی کردن آن در سطح دولت است (دسیلوا^۱ و زاپیستسکایا^۲، ۲۰۲۰) همچنین مؤسسات مشاوره‌ای مانند شورای هوش مصنوعی و مؤسسه آلن تورینگ نقش مهمی در این زمینه ایفا می‌کنند. سرمایه‌گذاری‌های قابل توجه در پنج سال گذشته انگلستان را به قوی‌ترین بازار سرمایه‌گذاری هوش مصنوعی اروپا تبدیل کرده است (شورای هوش مصنوعی انگلیس، ۲۰۲۱). مؤسسات معتبر مانند مؤسسه تورینگ نیازمند بودجه پایدار هستند تا بتوانند نقش رهبری خود را در امنیت و اخلاق هوش مصنوعی ایفا کنند (همان).

در دسامبر ۲۰۱۸، نهاد تحقیق و نوآوری انگلستان بودجه دو برنامه تحقیقاتی جدید با همکاری مؤسسه آلن تورینگ را اعلام کرد. برنامه اول بر تحول در حوزه‌های مهندسی، علم، سلامت و دولت متمرکز است و برنامه دوم از علم داده برای تحلیل اثرات انسانی انقلاب صنعتی بهره می‌گیرد (دانشگاه آکسفورد^۳، ۲۰۱۸). همچنین، سرمایه‌گذاری ۴۵ میلیون پوندی مؤسسه تورینگ برای حمایت از آموزش دکترا در زمینه هوش مصنوعی نشان‌دهنده تعهد انگلستان به تربیت نیروی انسانی ماهر است. هدف این برنامه افزایش تعداد مراکز آموزشی و جذب سرمایه‌گذاری خصوصی برای تحقیق و توسعه میان‌رشته‌ای است (نهاد دولتی HM، ۲۰۱۸). این تلاش‌ها نشان‌دهنده جایگاه انگلستان به‌عنوان یکی از بازیگران اصلی جهانی در زمینه هوش مصنوعی است که با تمرکز بر اخلاق، ایمنی و مسئولیت‌پذیری فناوری، قصد دارد موقعیت خود را در خط مقدم تحولات نسل بعدی حفظ کند (شورای هوش مصنوعی انگلیس، ۲۰۲۱).

۳-۴- بررسی زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در چین

چین رویکردی جامع و چندلایه در توسعه هوش مصنوعی اتخاذ کرده است. این کشور با انتشار «طرح توسعه هوش مصنوعی نسل بعدی» در ژوئیه ۲۰۱۷، هدف خود را تبدیل شدن به مرکز اصلی نوآوری هوش مصنوعی تا سال ۲۰۳۰ اعلام کرده است (شیهان^۴، ۲۰۱۸؛ مجمع جهانی اقتصاد^۵، ۲۰۲۵). برنامه‌های چین در سه فاز کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت تدوین و از حمایت گسترده دولتی برخوردار است.

¹ De Silva

² Zapisetskaya

³ University of Oxford,

⁴ Sheehan

⁵ World Economic Forum

از دیگر پایه‌های این استراتژی کلان، پروژه «اینترنت پلاس» است که به عنوان برنامه‌ای ملی از سال ۲۰۱۵ آغاز شده و هدف آن اتصال فناوری‌های نوین اینترنتی با صنایع اقتصادی و اجتماعی سنتی برای افزایش بهره‌وری و توسعه زیرساخت‌های داده‌ای گسترده است (مرکز امنیت و فناوری‌های نوظهور^۱، ۲۰۲۲). اینترنت پلاس، مکانیسم عملیاتی برای جمع‌آوری و مدیریت داده‌های عظیم، توسعه زیرساخت‌های مخابراتی و ایجاد پلتفرم‌های نوآورانه است که زمینه‌ساز کاربردهای گسترده هوش مصنوعی در چین شده است. برای مثال، این پروژه موجب گسترش ساختارهای اجتماعی دیجیتال مانند وی‌چت، ویبو و دوئین و نیز روش‌های پیشرفته پرداخت موبایلی نظیر علی‌پی^۲ شده است که به عنوان موتور محرک نوآوری‌های هوش مصنوعی عمل می‌کنند (ژئوپالیتکس^۳، ۲۰۲۵). همچنین نظام راهبردی، سند «ساخت چین ۲۰۲۵» نقش بودجه‌گذاری هدفمند و سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های فناورانه حیاتی مانند توسعه تراشه‌های هوش مصنوعی و مراکز تحقیق و توسعه را مشخص کرده است که به صورت علی به رشد سریع فناوری‌ها کمک کرده است (وزارت صنایع و فناوری اطلاعات چین^۴، ۲۰۱۷).

این رویکرد چارچوب سیاست‌گذاری منسجم با اهداف کمی و زمانی، ایجاد ظرفیت‌های تحقیقاتی با پروژه‌های «ان به‌علاوه یک» و تدوین دستورالعمل‌های قانونی مانند «حداکثر دستورالعمل‌های اخلاقی هوش مصنوعی»^۵ را شامل می‌شود که چارچوب اخلاقی و قانونی توسعه هوش مصنوعی را تضمین می‌کند (کارنگی اندومن^۶، ۲۰۲۳). از منظر اقتصادی، پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که هوش مصنوعی تأثیر چشمگیری بر رشد چین خواهد داشت. بر اساس گزارش پی دلبیو سی^۷، تا سال ۲۰۳۰ فناوری‌های هوش مصنوعی می‌توانند حدود ۷ تریلیون دلار ارزش اقتصادی ایجاد کنند که معادل ۲۶.۱ درصد تولید ناخالص داخلی چین خواهد بود (موزر^۸، ۲۰۱۷؛ پی دلبیو سی، ۲۰۱۷) همچنین بر اساس برآورد مؤسسه اکسنچر هوش مصنوعی قادر است به‌طور متوسط سالانه ۱.۶ درصد به رشد اقتصادی چین تا سال ۲۰۳۵ اضافه کند (اکسنچر^۹، ۲۰۱۷).

روشن است که توسعه هوش مصنوعی در چین محصول زنجیره‌ای منسجم از سیاست‌ها، داده‌ها، زیرساخت‌ها، سرمایه‌گذاری و قانون‌گذاری است که بر اساس مکانیسم‌های علت و معلولی شفاف و مبتنی بر داده شکل گرفته است. از سوی دیگر، نگرانی‌های حقوقی و اجتماعی درباره حریم خصوصی و استفاده از داده‌ها نیز در چین وجود دارد. نظام امتیازبندی اجتماعی چین که مبتنی بر جمع‌آوری گسترده داده‌های شخصی و رفتارهای شهروندان است، به عنوان

¹ Center for Security and Emerging Technology (CSET)

² Alipay

³ Geopolitechs

⁴ Ministry of Industry and Information Technology of China

⁵ MOST AI Ethics Guidelines

⁶ Carnegie Endowment

⁷ PwC

⁸ Mozur

⁹ Accenture

یکی از نمونه‌های بارز چالش‌های حریم خصوصی مطرح می‌شود (تریشالا^۱ و آگراوال^۲، ۲۰۲۴). همچنین، فناوری‌های نظارتی پیشرفته در ترکیب با هوش مصنوعی و داده‌های عظیم، نگرانی‌هایی درباره کنترل اجتماعی، امنیت داده‌ها و رعایت حقوق فردی ایجاد کرده‌اند. برنامه‌های هوش مصنوعی چین در حالی توسعه می‌یابد که با چالش‌های اخلاقی، قانونی و امنیتی مرتبط با داده‌ها روبرو است که در تحقیقات و گزارش‌های علمی به صورت گسترده مورد بررسی قرار گرفته‌اند (ژو، جی^۳، ۲۰۲۲). این نگرانی‌ها بر ضرورت تدوین استانداردهای شفاف حریم خصوصی، قانون‌گذاری و نظارت بر فناوری‌های هوش مصنوعی در چین تأکید دارد. بدین ترتیب، در حالی که چین در زمینه هوش مصنوعی پیشرفت‌های قابل توجهی داشته است، مسئله حریم خصوصی یکی از چالش‌های اساسی این مسیر به شمار می‌رود.

۴-۴- بررسی زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در روسیه

سیاست‌گذاری هوش مصنوعی در روسیه، با هدف تبدیل شدن به یک ابرقدرت جهانی تا سال ۲۰۳۰ شکل گرفته است. استراتژی ملی هوش مصنوعی که به تصویب رئیس‌جمهور پوتین در سال ۲۰۱۹ رسید و در سال ۲۰۲۳ به‌روزرسانی شد، برنامه‌ای جامع برای توسعه این فناوری ترسیم کرده است که شامل اهداف کوتاه‌مدت تا ۲۰۲۴ و بلندمدت تا ۲۰۳۰ می‌شود (دولت روسیه^۴، ۲۰۱۹؛ گینک^۵، ۲۰۲۵). در این برنامه، حدود ۳.۶ تریلیون روبل (حدود ۵۰ میلیارد دلار) هزینه‌های انباشته برای توسعه و اجرای هوش مصنوعی پیش‌بینی شده است که میان پروژه‌های گوناگون از جمله پژوهش‌های علمی، توسعه نرم‌افزار، بهبود زیرساخت داده و تربیت نیروی انسانی تخصصی توزیع می‌شود. با این حال، بودجه سالانه فدرال به مراتب کمتر است و در سال ۲۰۲۴ تنها ۵.۲ میلیارد روبل (تقریباً ۵۴ میلیون دلار) اختصاص یافته است؛ رقمی که همچنان بسیار کمتر از بودجه‌های چند میلیارد دلاری ایالات متحده و چین به شمار می‌رود (مرکز امنیت و فناوری‌های نوظهور^۶، ۲۰۱۹؛ تدوایزر^۷، ۲۰۲۵). این تفاوت نشان می‌دهد که بار اصلی سرمایه‌گذاری بر دوش شرکت‌های بزرگ دولتی همچون اسبربانک، رزتک و گازپروم قرار دارد.

نقشه راه توسعه هوش مصنوعی که در اکتبر ۲۰۱۹ به ابتکار اسبربانک تدوین شد، به‌طور مشخص شامل شناسایی زیرفناوری‌های کلیدی، برآورد سرمایه‌گذاری‌های موردنیاز (۳۹۲ میلیارد روبل) و تعریف اقدامات در زمینه‌هایی همچون طراحی نرم‌افزار، تحقیقات علمی و بهبود کیفیت داده‌ها بود. از این رقم، ۹۱ میلیارد روبل از بودجه فدرال و ۱۵۲ میلیارد روبل از سایر منابع تأمین شد. صندوق سرمایه‌گذاری مستقیم روسیه نیز مسئولیت تأمین مالی بخشی از پروژه‌ها را بر عهده گرفت (پترلا و همکاران^۸، ۲۰۲۱). از منظر اهداف، کرملین در سند راهبرد ملی توسعه هوش مصنوعی بر افزایش

¹ Trishala

² Agrawal

³ Zhu, J

⁴ RussianGovernment

⁵ Global Institute for National Capability (GINC)

⁶ Center for Security and Emerging Technology (CSET)

⁷ Tadviser

⁸ Petrella et al

سهم بازار جهانی از ۰.۲٪ در سال ۲۰۱۸ به ۱.۸٪ در افق ۲۰۲۴ تأکید دارد. همچنین تمرکز عمده سیاست‌گذاران روسی بر کاربردهای نظامی و زیرساخت‌های استراتژیک است (مرکز کارنگی مسکو^۱، ۲۰۲۰). با این حال، سیاست‌ها تنها به حوزه نظامی محدود نمی‌شود و اهداف داخلی-اجتماعی همچون افزایش بهره‌وری نیروی کار و اهداف سیاست خارجی نظیر همکاری با شرکت‌های بین‌المللی (مانند گازپروم‌نفت و آرامکو) نیز در چارچوب این استراتژی قرار گرفته‌اند. به‌طور کلی، سیاست‌گذاری هوش مصنوعی در روسیه مبتنی بر مداخله فعال دولت و تکیه بر شرکت‌های بزرگ دولتی به‌ویژه اسبربانک و رزتک است که نقش اصلی را در پیشبرد اهداف ایفا می‌کنند (سوخانکین^۲، ۲۰۱۹؛ دولت روسیه^۳، ۲۰۲۵).

۴-۵- بررسی زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در هند

هند در توسعه هوش مصنوعی، الگویی برای کشورهای در حال توسعه است. با وجود سرمایه‌گذاری محدود دولتی، این کشور با تمرکز بر همکاری شرکت‌های خارجی و نیروی انسانی داخلی، به رتبه سوم جهان در استفاده و پیاده‌سازی هوش مصنوعی دست یافته است. دولت هند در سال ۲۰۱۸، بودجه تحقیق و آموزش هوش مصنوعی را ۱۰۰ درصد افزایش داد (ماردا، ۲۰۱۸). راهبرد هوش مصنوعی مؤسسه ملی توسعه و تحول هند با شعار «هوش مصنوعی برای همه» بر استفاده از این فناوری برای رشد اقتصادی، توسعه اجتماعی و رشد فراگیر تأکید دارد. این سند شامل موارد استقرار و پیاده‌سازی نیز می‌شود و بر توانمندسازی نیروی کار، استفاده مؤثر از هوش مصنوعی برای اقتصادهای نوظهور و بررسی کاربردهای جهانی آن تمرکز دارد. راهبرد ملی هند پنج بخش اصلی با ظرفیت نفع‌رسانی عمومی بالا را معرفی کرده است: سلامت، کشاورزی، آموزش، شهرهای هوشمند و زیرساخت‌ها و حمل‌ونقل. در سال ۲۰۱۷، وزارت بازرگانی و صنایع هند گروه ویژه هوش مصنوعی را ایجاد کرد که در مارچ ۲۰۱۸ گزارشی منتشر کرد و بر نقش دولت در توسعه و کاربرد هوش مصنوعی تأکید داشت. در سال ۲۰۱۸، کشور هند علی‌رغم داشتن مزایایی مانند استعدادهای تحصیل‌کرده، مؤسسات آموزشی برتر و شرکت‌های پیشرو در فناوری اطلاعات، متوجه عقب‌افتادگی خود در حوزه هوش مصنوعی شد. برای جبران این عقب‌ماندگی، سیاست‌گذاران هندی رویکردی دولایه‌ای را پیشنهاد کردند:

- مراکز تعالی پژوهشی در هوش مصنوعی^۴: این مراکز بر تحقیقات اساسی هوش مصنوعی تمرکز می‌کنند و مسئول ایجاد دانش جدید و توسعه فناوری‌های بنیادی برای آینده هند هستند. آن‌ها همچنین بر توسعه ابزارهای زیرساختی و معماری‌های جدید هوش مصنوعی تأکید دارند.

¹ Carnegie Moscow Center

² Sukhankin

³ Russian Government

⁴ CORE

• مراکز بین‌المللی هوش مصنوعی تحول‌آفرین^۱: این مراکز زیست‌بوم توسعه و کاربرد فناوری را فراهم می‌کنند. آن‌ها بر پروژه‌های مبتنی بر چالش‌های سطح بالا و راه‌حل‌های هوش مصنوعی تمرکز دارند و وظیفه تبدیل ایده‌ها به محصولات قابل فروش و انتقال فناوری به صنعت را بر عهده دارند.

بر اساس یادداشت رسمی هیئت وزیران هند که در مارس ۲۰۱۹ توسط مؤسسه ملی توسعه و تحول هند ارائه شد، مبلغ ۷,۵۰۰ کرور روپیه (معادل حدود ۹۰۰ میلیون دلار آمریکا) طی سه سال برای ایجاد زیرساخت ابری هوش مصنوعی ایروات^۲ اختصاص داده شده است (اکنونومیک تایمز^۳، ۲۰۱۹). این بودجه بخشی از برنامه جامع ملی برای توسعه اکوسیستم هوش مصنوعی هند است که علاوه بر ایروات، شامل تأسیس پنج مرکز عالی تحقیقاتی، بیست مرکز بین‌المللی هوش مصنوعی تحول‌آفرین و فراهم کردن ظرفیت پردازش ابری برای محققان، دانشگاه‌ها و استارت‌آپ‌ها می‌باشد (هوش مصنوعی هند^۴، ۲۰۱۹؛ نیتی آیاواگ^۵، ۲۰۱۸). در حوزه اخلاق و امنیت نیز، سیاست‌گذاران هندی بر ایجاد هوش مصنوعی قابل تفسیر، شفاف و قابل کنترل تأکید دارند. مسأله «جعبه سیاه» در هوش مصنوعی نیز مورد توجه قرار گرفته و هدف از باز کردن آن، تفسیر و تبیین روند تصمیم‌گیری به زبان ساده است (نیتی آیاواگ، ۲۰۱۸).

۴-۶- بررسی زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در امارات متحده عربی

امارات متحده عربی، به‌عنوان پیشگام هوش مصنوعی در خاورمیانه، گام‌های مهمی برای تقویت جایگاه خود در این حوزه برداشته است. این کشور در سال ۲۰۱۷ اولین وزیر هوش مصنوعی جهان را منصوب کرد و راهبرد ملی هوش مصنوعی را با هدف رهبری جهانی تا سال ۲۰۳۱ تدوین نمود. این راهبرد با چشم‌انداز ۲۰۷۱ امارات برای تبدیل شدن به بهترین کشور جهان همسو شده و بر پیاده‌سازی هوش مصنوعی در بخش‌های کلیدی مانند انرژی، گردشگری و آموزش تمرکز دارد. امارات با سرمایه‌گذاری هدفمند، در حال ایجاد زیرساخت‌های لازم برای تثبیت جایگاه خود در رقابت جهانی هوش مصنوعی است. وزارت هوش مصنوعی امارات، اولین در منطقه غرب آسیا و شمال آفریقا، وظایفی چون تدوین قوانین استفاده از فناوری در نهادهای دولتی، افزایش آگاهی عمومی، مشاوره به بخش صنعتی و هدایت نیروی کار در دوران گذار به هوش مصنوعی را بر عهده دارد. این اقدامات با هدف کاهش وابستگی به اقتصاد نفتی، تقویت اقتصاد دیجیتال، توسعه دولت هوشمند و ارتقای نظام آموزشی انجام می‌شود.

امارات متحده عربی در آوریل ۲۰۱۹ از راهبرد ملی هوش مصنوعی خود با تمرکز بر پنج حوزه کلیدی شامل منابع و انرژی، حمل‌ونقل و لجستیک، گردشگری، سلامت و امنیت سایبری رونمایی کرد. این کشور با هدف تبدیل شدن به رهبر جهانی هوش مصنوعی تا سال ۲۰۳۱، اقدامات گسترده‌ای را در راستای کاهش وابستگی به اقتصاد نفتی و تقویت اقتصاد دیجیتال انجام داده است. اهداف اصلی این راهبرد عبارتند از: (۱) تثبیت جایگاه امارات به‌عنوان قطب جهانی

¹ ICTAI

² AIRAWAT

³ Economic Times

⁴ India AI

⁵ National Institute for Transforming India (NITI) Aayog

هوش مصنوعی، ۲) افزایش قدرت رقابتی در بخش‌های اولویت‌دار، ۳) ایجاد زیست‌بوم مناسب برای هوش مصنوعی، ۴) بهبود کیفیت زندگی و خدمات دولتی، ۵) جذب و آموزش استعدادها برای مشاغل آینده، ۶) توانمندسازی در عرصه پژوهش و همکاری با صنایع هدف، ۷) آماده‌سازی داده‌ها و زیرساخت‌های لازم، ۸) و بهینه‌سازی حاکمیت و قانون‌گذاری هوش مصنوعی. دولت امارات با تشکیل شورای هوش مصنوعی و انتصاب وزیر هوش مصنوعی در سال ۲۰۱۷، تلاش کرده است تا ادغام هوش مصنوعی در ادارات دولتی و آموزشی را تسهیل کند. این شورا سیاست‌هایی برای ایجاد زیست‌بوم مناسب، تشویق تحقیقات و همکاری بین‌المللی پیشنهاد داده است. همچنین توافق‌نامه‌هایی با کشورهایمانند هند برای تقویت گفتگوها و رشد اقتصاد هوش مصنوعی امضا شده است.

بر اساس برآوردهای موسسه پی دلبیو سی و گزارش تحقیقات و مشاوره روندها^۱، انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۰ سهم هوش مصنوعی از تولید ناخالص داخلی امارات متحده عربی به حدود ۱۳.۶ درصد معادل ۹۶ میلیارد دلار برسد (تحقیقات و مشاوره روندها، ۲۰۲۵) این رشد چشمگیر نشان‌دهنده سرمایه‌گذاری‌های وسیع و راهبرد ملی هوش مصنوعی این کشور است که با هدف تنوع‌بخشی به اقتصاد و کاهش وابستگی به نفت شکل گرفته است. همچنین، امارات بیشترین تأثیر را در بهره‌برداری از ظرفیت‌های هوش مصنوعی در خاورمیانه دارد، به طوری که خاورمیانه مجموعاً حدود ۳۲۰ میلیارد دلار از این رشد اقتصادی را به خود اختصاص می‌دهد (پی دلبیو سی آسیای میانه، ۲۰۲۵) این آمارها از جهات مختلف، بیانگر نقش کلیدی هوش مصنوعی در تحول اقتصادی امارات در دهه آینده است.

به دنبال این اقدامات، امارات متحده عربی نتایج ملموسی نیز به دست آورده است. این کشور توانسته سهم بالاتری از سرمایه‌گذاری‌های منطقه‌ای در حوزه هوش مصنوعی را جذب کند و به مقصد اصلی استارت‌آپ‌های فناورانه در خاورمیانه تبدیل شود. از نظر اجتماعی، استفاده از هوش مصنوعی در خدمات عمومی موجب بهبود کیفیت آموزش، سلامت و حمل‌ونقل هوشمند شده است. در بعد اقتصادی، سهم فناوری‌های هوش مصنوعی در تولید ناخالص داخلی کشور روندی افزایشی داشته و پیش‌بینی‌ها حاکی از آن است که بیشترین سود اقتصادی ناشی از هوش مصنوعی در خاورمیانه نصیب امارات خواهد شد. همچنین، ایجاد دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی تخصصی مانند دانشگاه محمد بن زاید برای آموزش هوش مصنوعی، و حمایت از نوآوری‌های فناورانه، جایگاه خود را در رقابت جهانی تثبیت کرده است و موجب تربیت نیروی انسانی ماهر و ارتقای ظرفیت‌های تحقیق و توسعه در سطح ملی گردیده است. در سطح بین‌المللی نیز، امارات از طریق توافق‌نامه‌های دوجانبه و مشارکت در پروژه‌های جهانی، جایگاه خود را به عنوان یکی از بازیگران فعال حکمرانی هوش مصنوعی تثبیت کرده است (سند ملی هوش مصنوعی امارات، ۲۰۱۸).

۴-۷- مقایسه زیست بوم نوآوری هوش مصنوعی شش کشور در یک نگاه

¹ Trends Research & Advisory

² PwC Middle East

به منظور مقایسه تطبیقی شرایط مختلف زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در شش کشور مورد بررسی در این پژوهش، در جدول (۲) به موارد مهم در ابعاد مختلف توسعه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در کشورهای انگلیس، ایالات متحده، چین، روسیه، هند و امارات متحده عربی پرداخته شده است.

جدول ۲- مقایسه تطبیقی زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی شش کشور در یک نگاه

کشور	نقطه آغاز	هدف کلان	بازیگر اصلی	بازیگران کلیدی	ساختار کلی توسعه	کارکردهای کلیدی	نکته قابل توجه
انگلیس	۲۰۱۸	رهبری در بخش بهداشت	دفتر هوش مصنوعی	وزارتخانه‌های دولتی	توسعه بر عهده بخش خصوصی با حمایت دولت	تربیت نیروی انسانی متخصص توسط دانشگاه‌ها، ایجاد کسب‌وکارهای نوپای قدرتمند	تمرکز ویژه بر تعاملات دولت، صنعت و دانشگاه
ایالات متحده	۲۰۱۹	رهبری در هوش مصنوعی	دفتر برنامه ملی هوش مصنوعی	کمیته ملی مشورتی هوش مصنوعی، کمیته منتخب هوش مصنوعی کاخ سفید، شرکت‌های بزرگ، دانشگاه‌ها	توسعه بر عهده بخش خصوصی و کسب‌وکارهای نوپا با همکاری مؤسسات تحقیقاتی تحت حمایت کامل بخش دولتی	پیشرو بودن در جهان در حوزه تربیت نیروی انسانی، حضور فعال نهادهای دولتی در حوزه‌های تحقیق و توسعه و همکاری با بخش خصوصی	ایفای نقش به‌عنوان رهبر قانون‌گذاری هوش مصنوعی به منظور تثبیت جایگاه رهبری در توسعه هوش مصنوعی
چین	۲۰۱۷	تبدیل شدن به مرکز اصلی نوآوری در هوش مصنوعی تا ۲۰۳۰	گروه پیشگام علوم، فناوری و آموزش	کمیسیون توسعه و اصلاحات ملی، وزارتخانه صنعت و فناوری اطلاعات، وزارتخانه علوم و فناوری، وزارتخانه امور مالی	قانون‌گذاری و حمایت همه‌جانبه توسط دولت و سپردن توسعه به شرکت‌های بزرگ و کسب‌وکارهای نوپای قدرتمند تحت نظر دولت	پیشرو بودن در جهان در حوزه بهره‌مندی اقتصادی و تحقیق و توسعه با بهره‌گیری از ظرفیت نیروی انسانی و شرکت‌های بزرگ فعال در کشور	انتقاد زیاد به حوزه قوانین و مقررات و توسعه اخلاقی هوش مصنوعی چین
روسیه	۲۰۱۹	ادغام هوش مصنوعی در فرایندهای عمومی و رهبری در	دولت مرکزی (تمامی ارگان‌ها و نهادهای دولتی مرکزی و ارگان‌های دولتی)	وزارت دفاع، مثلث شرکت‌های دولتی بزرگ روسیه اعم از اسبرانک،	کاملاً دولتی و با استفاده از سه شرکت بزرگ دولتی کشور به‌عنوان بال‌های توسعه هوش مصنوعی در	استفاده از هوش مصنوعی در حوزه‌های نظامی و اطلاعاتی و در درجه دوم در حوزه‌های مورد تحریم ایالات متحده نظیر نفت و پتروشیمی	غافلگیری و نگرانی شدید قدرت‌های جهانی نسبت به پیشرفت روسیه در حوزه استفاده از هوش

کشور	نقطه آغاز	هدف کلان	بازیگر اصلی	بازیگران کلیدی	ساختار کلی توسعه	کارکردهای کلیدی	نکته قابل توجه
		بخش استفاده از هوش مصنوعی در حوزه‌های نظامی	نهاد‌های تشکیل دهنده فدراسیون (روسیه)	گازپروم نفت، رزتک و به همراه شرکت خصوصی یاندکس	حوزه‌های مختلف کاربردی	مصنوعی در صنایع نظامی کاربردی	
هند	۲۰۱۸	بهره‌مندی از هوش مصنوعی به منظور بهبود شرایط در حوزه‌های خاص نظیر کشاورزی	وزارت بازرگانی و صنایع (گروه ویژه هوش مصنوعی)	وزارتخانه‌های فناوری اطلاعات، آموزش، ارتباطات و امور مصرف‌کننده، موسسه ملی تحول هند و مراکز عالی پژوهشی هوش مصنوعی	ساختار توسعه هوش مصنوعی در هند متشکل از چندین نهاد دولتی و خصوصی و فعالیت در کنار یا موازات یکدیگر	تولید ثروت و رشد اقتصادی از طریق بهره‌مندی از هوش مصنوعی در خدمات عمومی و حوزه‌های دارای ظرفیت کشور و نظیر کشاورزی و فناوری اطلاعات	تمرکز ویژه بر توسعه زیرساخت‌ها با هدف تبدیل شدن به قطب زیرساختی هوش مصنوعی و بهره‌مندی اقتصادی از این موضوع
امارات متحده عربی	۲۰۱۹	تبدیل شدن به رهبر جهانی در هوش مصنوعی در سال ۲۰۳۱	دفتر هوش مصنوعی امارات (به رهبری وزارت هوش مصنوعی کار از راه دور)	شورای هوش مصنوعی امارات متحده عربی، آزمایشگاه قانون‌گذاری RegLab	ساختاری کاملاً دولتی و حمایتی با هدف جذب متخصصان و شرکت‌های تخصصی حوزه هوش مصنوعی	بهره‌مندی از هوش مصنوعی در حوزه‌های انرژی، حمل‌ونقل و لجستیک، تورسیم، سلامت و امنیت سایبری	ایجاد یک وزارتخانه با نام هوش مصنوعی برای اولین بار در جهان به منظور برجسته نمودن اهمیت این فناوری

منبع: نتایج پژوهش

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی

در مقایسه رویکردهای کشورهای مختلف به توسعه هوش مصنوعی، الگوهای متمایزی مشاهده می‌شود. آمریکا و چین به‌عنوان پیشگامان این حوزه، با سرمایه‌گذاری کلان و تمرکز بر تحقیق و توسعه گسترده، رهبری جهانی را در دست دارند. اگرچه آمریکا با بهره‌گیری از همکاری قوی بین دانشگاه‌ها و شرکت‌های فناوری، و سیاست‌گذاری غیرمتمرکز، پیشتاز است، چین نیز با استفاده کاربردی از هوش مصنوعی در مواردی همانند مدیریت همه‌گیری کرونا، پیشرفت

چشمگیری داشته، هرچند نگرانی‌های اخلاقی درباره نقض حریم خصوصی و حقوق اقلیت‌ها را برانگیخته است. انگلستان رویکرد متفاوتی را در پیش گرفته و بر جنبه‌های اخلاقی و قانون‌گذاری تمرکز کرده است. با انتشار اسناد راهبردی مانند نقشه راه و سند ملی هوش مصنوعی، این کشور در تلاش است تا با تقویت شبکه‌سازی بین دانشگاه‌ها و صنعت، که در مقایسه با آمریکا ضعیف‌تر است، جایگاه خود را ارتقا دهد. روسیه با رویکردی دولت‌محور، بر کاربردهای نظامی هوش مصنوعی تمرکز کرده و علی‌رغم تحریم‌ها، در تلاش برای تبدیل شدن به یکی از سه قدرت برتر در این حوزه است. هند نیز با تدوین سند راهبرد ملی و اجرای پروژه‌های زیرساختی مانند ایروات^۱، به دنبال بهره‌برداری از نیروی انسانی ماهر خود است. هرچند هند در رقابت مستقیم با آمریکا و چین چالش‌هایی دارد، اما ظرفیت پیشی گرفتن از رقبای اروپایی را داراست. امارات متحده عربی، به‌عنوان یک بازیگر نوظهور، با تأسیس وزارت هوش مصنوعی و تمرکز بر همکاری‌های بین‌المللی، این فناوری را راهکاری برای کاهش وابستگی به اقتصاد نفتی می‌بیند. این کشور با سرمایه‌گذاری قابل توجه و تدوین راهبردهای ملی، در تلاش است تا جایگاه خود را در این عرصه تثبیت کند. در مجموع، مشاهده می‌شود که هریک از این شش کشور بسته به اولویت‌ها، ظرفیت‌ها و چالش‌های خاص خود، رویکردهای متفاوتی را در توسعه هوش مصنوعی اتخاذ کرده‌اند. در حالی که برخی بر جنبه‌های فنی و کاربردی تمرکز دارند، دیگران به دنبال ایجاد چارچوب‌های اخلاقی و قانونی هستند. این تنوع رویکردها، ضمن ایجاد رقابت سازنده، می‌تواند به توسعه جامع‌تر و متوازن‌تر هوش مصنوعی در سطح جهانی کمک کند. با توجه به تجارب کشورهای مورد مطالعه در این پژوهش (انگلستان، ایالات متحده، چین، روسیه، هند و امارات متحده عربی) در زمینه توسعه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی، دلالت‌ها و توصیه‌های سیاستی زیر برای کشور ایران ارائه می‌گردد. البته روشن است که همه توصیه‌ها از یک میزان اهمیت و ضرورت برخوردار نیستند و باید ترکیب بهینه‌ای از این اقدامات سیاستی برای کشور ایران انتخاب گردد که بیشترین تناسب و همخوانی با ظرفیت‌ها و مسائل ایران را داشته باشد:

(۱) تدوین راهبرد ملی و ایجاد ساختار حکمرانی مناسب: به منظور توسعه هماهنگ و هدفمند هوش مصنوعی، ضروری است یک سند راهبردی ملی با اهداف کوتاه‌مدت و بلندمدت، متناسب با اولویت‌های کشور و با الهام از تجارب موفق جهانی (مانند نقشه راه انگلستان) تدوین گردد. برای اجرای این راهبرد، باید نهاد متولی مشخص با اختیارات کافی (نظیر معاونت علمی و فناوری یا وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات) تعیین شود و زیرساخت‌های حاکمیتی لازم شامل نهادهای نظارتی، مشورتی تخصصی و سامانه‌های شفاف گزارش‌دهی (مانند پرتال *AI.gov*) ایجاد گردد تا هماهنگی، نظارت و پاسخگویی مؤثر تضمین شود.

(۲) سرمایه‌گذاری در تحقیقات و توسعه زیرساخت‌ها: توسعه هوش مصنوعی نیازمند سرمایه‌گذاری کلان و ساختاریافته در حوزه تحقیق و توسعه و نیز ایجاد زیرساخت‌های فنی پیشرفته است. دولت باید با اختصاص بودجه ویژه، سرمایه‌گذاری در ابررایانه‌ها و مراکز داده با ظرفیت بالا (مشابه پروژه ایروات هند) را تسریع بخشد. همچنین،

^۱ AIRAWAT

تدوین سیاست‌های ملی برای مدیریت، کیفیت و اشتراک‌گذاری داده‌ها به عنوان مهم‌ترین نهاد این فناوری، ضرورتی انکارناپذیر برای تسهیل پژوهش و نوآوری در زمینه هوش مصنوعی است.

۳) توسعه و تقویت زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی: برای تبدیل ایده به محصول و ارزش اقتصادی، باید زیست‌بومی پویا از طریق تقویت همکاری سه‌جانبه دولت، صنعت و دانشگاه (مدل ایالات متحده آمریکا) ایجاد شود. این امر شامل حمایت هدفمند از استارت‌آپ‌ها، شبکه‌سازی بین بازیگران و به‌ویژه تمرکز بر کاربرد هوش مصنوعی در بخش‌های اولویت‌دار ملی مانند انرژی (با الهام از گازپروم روسیه)، سلامت (تجربه NHS انگلستان)، مدیریت بحران (موفقیت چین در کرونا) و خدمات عمومی هوشمند (تجربه امارات متحده عربی) است تا همزمان با حل چالش‌های کشور، بازارهای جدیدی ایجاد گردد.

۴) توسعه و آموزش منابع انسانی و استعدادها: سرمایه انسانی متخصص، سنگ‌بنای توسعه هوش مصنوعی است. باید برنامه‌های آموزشی جامع از مدارس تا دانشگاه‌ها و دوره‌های بازآموزی حرفه‌ای کارکنان دولت و صنایع (با الهام از تلاش‌های روسیه) طراحی و اجرا شود. دانشگاه‌ها به عنوان قطب‌های اصلی تربیت نیروی متخصص و تحقیق (تجربه انگلستان) باید تقویت شده و با نیازهای صنعت همسو شوند تا زنجیره تأمین استعدادهای درخشان برای پشتیبانی از اکوسیستم نوآوری به‌طور مستمر تأمین گردد.

۵) چارچوب‌های اخلاقی و قانونی برای توسعه متوازن: به موازات توسعه فناوری، تدوین چارچوب‌های اخلاقی و قانونی محکم برای استفاده مسئولانه از هوش مصنوعی حیاتی است. این چارچوب‌ها باید با تأکید بر اصولی همچون شفافیت، مشارکت ذینفعان، آینده‌نگری، عدالت، اخلاق‌مداری، حفظ حریم خصوصی (رویکرد پیشرو انگلستان) و ایجاد تعادل بین کاربردهای نظامی و غیرنظامی (با توجه به تجربه روسیه) تدوین شوند. همچنین، سیاست‌های فعالانه برای مدیریت تحولات بازار کار و کاهش تأثیرات منفی احتمالی هوش مصنوعی بر اشتغال باید از هم‌اکنون در دستور کار قرار گیرد.

۶) تقویت همکاری‌های بین‌المللی و انتقال فناوری: اتکا صرف به ظرفیت داخلی، توسعه هوش مصنوعی را کند خواهد کرد. بنابراین، باید با تدبیر و فعالانه، ارتباطات بین‌المللی با شرکت‌های پیشرو، مراکز تحقیقاتی و نهادهای بین‌المللی (رویکرد امارات) گسترش یابد. هدف باید بهره‌مندی از دانش جهانی، مشارکت در پروژه‌های مشترک (تجربه آمریکا) و تسهیل انتقال فناوری‌های کلیدی در چارچوب منافع ملی و امنیتی باشد تا شکاف فناوری با سرعت بیشتری پر شود.

۷) پایش و ارزیابی مستمر اقدامات و ابتکار عمل‌ها: برای اطمینان از اثربخشی سیاست‌ها و انعطاف در برابر تغییرات سریع این حوزه، سیستمی برای پایش، اندازه‌گیری، ارزیابی مستمر و یادگیری سیاستی ایجاد شود. این نظام شامل تدوین شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI)، ارزیابی دوره‌های تأثیرات اقتصادی و اجتماعی سیاست‌ها، بازنگری منظم راهبردها بر اساس داده‌ها و بازخوردها، و الزام نهادهای مسئول به ارائه گزارش‌های شفاف از پیشرفت‌ها و چالش‌ها است تا حکمرانی هوش مصنوعی مبتنی بر شواهد و داده محور^۱ محقق گردد.

^۱ Evidence-based and Data-driven

منابع

نوروزی چاکلی، عبدالرضا و مددی، زهرا. (۱۳۹۴). تاثیر قدرت اقتصادی بر جایگاه علم و فناوری کشورها و تحلیل رابطه متقابل آن‌ها. پژوهش‌نامه علم سنجی، ۱(۲)، ۱-۱۴.

References

- Accenture. (2017, June 26). Artificial intelligence poised to accelerate China's annual growth rate from 6.3 percent to 7.9 percent by 2035, finds new research from Accenture [News release]. Accenture. <https://newsroom.accenture.com/news/2017/artificial-intelligence-poised-to-accelerate-chinas-annual-growth-rate-from-6-3-percent-to-7-9-percent-by-2035-finds-new-research-from-accenture>
- Adner, R. (2017). Ecosystem as structure: An actionable construct for strategy. *Journal of Management*, 43(1), 39-58.
- Bostrom, N. & Yudkowsky, E. (2014). The ethics of artificial intelligence. *The Cambridge handbook of artificial intelligence*, 1, 316-334.
- Carayannis, E. G. & Campbell, D. F. J. (2009). 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': Toward a 21st-century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, 46(3-4), 201-234.
- Carnegie Moscow Center. (2020). Developing Artificial Intelligence in Russia: Objectives and Reality. <https://carnegieendowment.org/posts/2020/08/developing-artificial-intelligence-in-russia-objectives-and-reality?lang=en>
- Center for Security and Emerging Technology (CSET). (2019). Decree of the President of the Russian Federation on the Development of Artificial Intelligence. <https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/Decree-of-the-President-of-the-Russian-Federation-on-the-Development-of-Artificial-Intelligence-in-the-Russian-Federation-.pdf>
- Center for Security and Emerging Technology (CSET). (2022). "Internet+" Artificial Intelligence Three-Year Action and Implementation Plan. <https://cset.georgetown.edu/publication/internet-artificial-intelligence-three-year-action-and-implementation-plan/>
- Data City Innovations. (2020). UK Artificial Intelligence Analysis 2020. <https://www.thedatacity.com/insights-news/uk-artificial-intelligence-statistics-2020/>
- De Silva, S. & Zapisetskaya, B. (2020). AI in the UK: No room for complacency and no room for a separate AI regulation. <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=4d3f1bbf-1c20-4c5f-9e26-8868f2cf489e>
- Economic Times. (2019, May 19). Niti Aayog proposes Rs 7500-crore plan for Artificial Intelligence push. <https://economictimes.indiatimes.com/news/economy/policy/niti-aayog-proposes-rs-7500-crore-plan-for-artificial-intelligence-push/articleshow/69403255.cms>
- Energy.gov. (2025). DOE is advancing the AI innovation ecosystem. <https://www.energy.gov/cet/doe-advancing-ai-innovation-ecosystem>

FDA. (2020). Proposed regulatory framework for modifications to artificial intelligence/machine learning (AI/ML)-based software as a medical device (SaMD). Discussion paper, US Food and Drug Administration, Washington, DC.

Federal Register. (2019). Executive order 13859: Maintaining American leadership in artificial intelligence. Presidential Documents. <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2019-02-14/pdf/2019-02544.pdf>

General Services Administration. (2020). Accelerate adoption of artificial intelligence to discover insights at machine speed. <https://coe.gsa.gov/docs/2020/AIServiceCatalog.pdf>

Geopolitechs. (2025). China Releases “AI Plus” Policy: A Brief Analysis. <https://www.geopolitechs.org/p/china-releases-ai-plus-policy-a-brief>

Global Institute for National Capability (GINC). (2025). Russia's National AI Strategy. <https://www.ginc.org/russias-national-ai-strategy/>

Global Legal Insights. (2021). AI, machine learning & big data 2021. <https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/ai-machine-learning-and-big-data-laws-and-regulations/united-kingdom>

Gomes, L. A. V., Facin, A. L. F., Salerno, M. S. & Ikenami, R. K. (2018). Unpacking the innovation ecosystem construct: Evolution, gaps and trends. *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 30-48.

GOV.UK. (2021a). AI Council. <https://www.gov.uk/government/groups/ai-council>

GOV.UK. (2021b). Office for Artificial Intelligence. <https://www.gov.uk/government/organisations/office-for-artificial-intelligence>

GOV.UK. (2021c). Genome UK: 2021 to 2022 implementation plan. Policy paper. <https://www.gov.uk/government/publications/genome-uk-2021-to-2022-implementation-plan/genome-uk-2021-to-2022-implementation-plan>

GOV.UK. (2021d). Digital connectivity infrastructure accelerator. <https://www.gov.uk/government/collections/digital-infrastructure-connectivity-accelerator>

Government.ae. (2017). UAE strategy for artificial intelligence. <https://government.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/federal-governments-strategies-and-plans/uae-strategy-for-artificial-intelligence>

Granstrand, O. & Holgersson, M. (2020). Innovation ecosystems: A conceptual review and a new definition. *Technovation*, 90-91, 102098.

Henning, E., Van Rensburg, W. & Smit, B. (2004). *Theoretical frameworks: Finding your way in qualitative research*. Pretoria: Van Schaik Publishers.

HM Government, (2018a). Industrial strategy: Building a Britain fit for the future. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/662508/industrial-strategy-white-paper.pdf

HM Government, (2018b). Industrial strategy: Artificial intelligence sector deal. www.gov.uk/beis

HM Treasury, (2021). Budget 2021 protecting the jobs and livelihoods of the British people. www.gov.uk/official-documents

- Hong, S., Hsu, D. H. & Subramanian, V. (2024). The evolution of U.S. entrepreneurial and innovation ecosystems in artificial intelligence: Geographic pull factors (SSRN Scholarly Paper 4831296). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4831296>
- IndiaAI. (2019). NITI Aayog – AIRAWAT (AI Research, Analytics and Knowledge Assimilation Platform). <https://indiaai.gov.in/government/niti-aayog>
- Jacobides, M. G., Brusoni, S. & Candelon, F. (2021). The evolutionary dynamics of the artificial intelligence ecosystem. *Strategy Science*, 6(4), 412–435. <https://doi.org/10.1287/stsc.2021.0148>
- Launchbury, J. (2017). A DARPA perspective on artificial intelligence. *Technica Curiosa*. <https://machinelearning.techniacuriosa.com/2017/03/19/a-darpa-perspective-on-artificial-intelligence>
- Mozur, P. (2017). Beijing wants AI to be made in china by 2030. <https://www.nytimes.com/2017/07/20/business/china-artificial-intelligence.html>
- Müller, V. C. & Bostrom, N. (2016). *Future progress in artificial intelligence: A survey of expert opinion*. In Fundamental issues of artificial intelligence. Springer, Cham.
- Nambisan, S. & Baron, R. A. (2013). Entrepreneurship in innovation ecosystems: Entrepreneurs' self-regulatory processes and their implications for new venture success. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 37(5), 1071-1097.
- Needleman, E. (2024). AI-Driven ecosystems. Mack institute for innovation management. <https://mackinstitute.wharton.upenn.edu/2024/ai-driven-ecosystems/>
- NITI Aayog. (2018). *National Strategy for Artificial Intelligence: #AIforAll*. Government of India. <https://www.niti.gov.in/sites/default/files/2023-03/National-Strategy-for-Artificial-Intelligence.pdf>
- NITI Ayog. (2018). India National Strategy for Artificial Intelligence. <https://www.niti.gov.in/sites/default/files/2023-03/National-Strategy-for-Artificial-Intelligence.pdf>
- Office of Science and Technology Policy. (2020). *American Artificial Intelligence Initiative: Year one annual report*. The White House, United States of America.
- Panchanathan, S. (2024). Envisioning the future of the AI research ecosystem. *PNAS Nexus*, 3(2), pgae021. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae021>
- Petrella, S., Miller, C. & Cooper, B. (2021). Russia's Artificial Intelligence Strategy: The role of state-owned firms. *Orbis*, 65(1), 75–100. <https://doi.org/10.1016/j.orbis.2020.11.004>
- PwC Middle East. (2025). AI and climate action could boost Middle East economy by \$232 billion. Retrieved from <https://www.consultancy-me.com/news/11329/ai-and-climate-action-could-boost-middle-east-economy-by-232-billion>
- Russian Federation Government, Ministry of Digital Development. (2025). National strategy for the development of artificial intelligence technologies in Russia. https://tadviser.com/index.php/Article:National_Strategy_for_the_Development_of_Artificial_Intelligence
- Secundo, G., Spilotro, C., Gast, J. & Corvello, V. (2024). The transformative power of artificial intelligence within innovation ecosystems: A review and a conceptual framework. *Review of Managerial Science*, 1–32. <https://doi.org/10.1007/s11846-024-00828-z>

- Sheehan, M. (2018). How China's Massive AI Plan actually works. <https://macropolo.org/analysis/how-chinas-massive-ai-plan-actually-works/>
- Siau, K. & Wang, W. (2018). Building trust in artificial intelligence, machine learning, and robotics. *Cutter Business Technology Journal*, 31(2), 47–53.
- Siau, K. (2017). Impact of artificial intelligence, robotics, and automation on higher education. Proceedings of the 23rd Americas Conference on Information Systems (AMCIS 2017), Boston, MA, August 10-12. https://ink.library.smu.edu.sg/sis_research/9407
- Stanford University. (2021). *Artificial Intelligence Index Report 2021*. Human-Centered Artificial Intelligence. <https://aiindex.stanford.edu/report/>
- Subcommittee on Networking & Information Technology Research & Development. (2020). The networking & information technology research & development program supplement to the president's fy2021 budget. Committee on Science & Technology Enterprise, National Science & Technology Council, Us.
- Sukhankin, S. (2019). The Three 'Faces' of Russia's AI Strategy. Jamestown. <https://jamestown.org/program/the-three-faces-of-russias-ai-strategy/>.
- Tadviser. (2025). National Strategy for the Development of Artificial Intelligence. https://tadviser.com/index.php/Article:National_Strategy_for_the_Development_of_Artificial_Intelligence
- Tortoise Media. (2022). The Global AI Index 2022. <https://www.tortoisemedia.com/data/global-ai>
- Trends Research & Advisory. (2025). UAE AI market to reach \$46.33 billion by 2030. Retrieved from <https://www.middleeastnews.com/p/uae-ai-market-to-reach-46-billion>
- Trishala, S., & Agrawal, K. (2024). China's Social Credit System and its ethical, privacy implications. Orcasia. <https://orcasia.org/chinas-social-credit-system>
- UK Government. (2022). National AI strategy. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/614db4d1e90e077a2cbdf3c4/National_AI_Strategy_-_PDF_version.pdf
- University of Oxford. (2018). The Alan Turing institute gets £48 million government funding boost. <https://www.mpls.ox.ac.uk/latest/news/the-alan-turing-institute-to-spearhead-new-cutting-edge-data-science-and-artificial-intelligence-research-after-ps48-million-government-funding-boost>
- United Nations. In Human Development Reports. Retrieved August 26, 2025, from <https://hdr.undp.org/data-center/documentation-and-downloads>
- Westerheide, F. (2018). Global artificial intelligence landscape, including database with 3,465 AI companies. <https://medium.com/@bootstrappingme/global-artificial-intelligence-landscape-including-database-with-3-465-ai-companies-3bf01a175c5d>
- World Economic Forum. (2025). China's path to AI-powered industry transformation. https://reports.weforum.org/docs/WEF_Blueprint_to_Action_Chinas_Path_to_AI-Powered_Industry_Transformation_2025.pdf
- Zhu, J. (2022). AI ethics with Chinese characteristics? Concerns and preferred approaches in the academy and policy. *AI & Society*. Advance online publication.



دانشگاه گیلان بوئنسان

مطالعات زیست‌بوم اقتصاد نوآوری، دوره ۵، شماره ۳، ۱۴۰۴



انجمن علمی پارک های علم و فناوری
و مراکز رشد ایران

۱۱۸