

An Analytical Strategy for Understanding the Trajectory of Development of Artificial Intelligence in Iran

Iman Miremadi , Roohollah Honarvar

Graduate School of Management and Economics, Sharif University of Technology, Tehran, Iran.
(Corresponding Author: simiremadi@sharif.edu)

Abstract

This editorial aims to provide an analytical framework for understanding the trajectory of artificial intelligence (AI) development by examining four key macro-challenges in AI policymaking: 1) the lack of consensus on the definition and scope of AI technologies, 2) the wide diversity of AI applications and implications, which has led to complexities in formulating general public policies or sector-specific regulations, 3) the conflict of interests among various stakeholders (e.g., government, private sector, and society), which has made policy consensus difficult to achieve, and 4) the tension between international cooperation and national legal and policy frameworks, confronting policymakers with the duality of technonationalism and techno-globalism. Drawing on the "large technical systems" framework, this editorial analyzes AI development as a multidimensional phenomenon and explores its five developmental stages. In this context, while introducing the special issue "Artificial Intelligence and the Future of Iran: Questions, Challenges, and Opportunities," it is demonstrated that the articles within this issue address the infrastructural, legal, ethical, and practical dimensions of AI in Iran, each examining a segment of this large technical system through its own analytical lens. Ultimately, it is proposed that the dual frameworks of AI macro-challenges and its study as a large technical system can foster coordination among researchers in this field and create conditions for designing and implementing a cohesive and effective AI policy.

Keywords: AI Policy, Large Technical Systems, Analytical Strategy, Macro-challenges of AI Development.

How to Cite this Paper:

Miremadi, I. & Honarvar, R. (2024). **An Analytical Strategy For Understanding The Trajectory of Development Of Artificial Intelligence In Iran.** *Journal of Science & Technology Policy*, 17(3), 1-8. {In Persian}.
doi: 10.22034/jstp.2025.14080





سال هفدهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳

فصلنامه علمی-پژوهشی

سیاست علم و فناوری

سردبیر مهمان

راهبردی تحلیلی برای درک مسیر توسعه هوش مصنوعی در ایران

سیدایمان میرعمادی ^{ID}، روح‌الله هنرور

دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران.

(نویسنده عهده‌دار مکاتبات: simiremadi@sharif.edu)

چکیده

این سرمقاله با هدف ارائه راهبردی تحلیلی برای درک مسیر توسعه هوش مصنوعی در کشور، چهار کلان‌چالش اصلی سیاست‌گذاری این حوزه را بررسی می‌کند: (۱) فقدان توافق در تعریف و دامنه فناوری‌های هوش مصنوعی، (۲) تنوع گسترده مصداق‌ها، کاربردها و پیامدهای هوش مصنوعی که منجر به پیچیدگی در تدوین سیاست‌های عمومی یا تنظیم‌گری خاص در بخش‌های مختلف شده است، (۳) تعارض منافع میان ذی‌نفعان مختلف (دولت، بخش خصوصی و جامعه)، که موجب دشواری در ایجاد اجماع سیاستی شده است و (۴) تنش میان نسبت همکاری‌های بین‌المللی و نظام حقوقی و سیاستی کشور که سیاست‌گذاران را با دوگانه فن‌ملی‌گرایی و فن‌جهان‌گرایی مواجه ساخته است. با بهره‌گیری از چارچوب «نظام‌های فنی بزرگ»، این سرمقاله توسعه هوش مصنوعی را به‌عنوان پدیده‌ای چندبعدی تحلیل کرده و مراحل پنج‌گانه آن را در راستای شناسایی عقب‌افتادگی‌های ایران بررسی می‌کند. در این راستا، ضمن معرفی مقالات ویژه‌نامه «هوش مصنوعی و آینده ایران: پرسش‌ها، چالش‌ها و فرصت‌ها»، نشان داده می‌شود که این مقالات به جنبه‌های زیرساختی، حقوقی، اخلاقی و کاربردی هوش مصنوعی در ایران پرداخته و هریک از دریچه تحلیلی خود بخشی از این نظام فنی بزرگ را مورد بررسی قرار می‌دهند. در نهایت پیشنهاد می‌شود دو چارچوب کلان‌چالش‌های هوش مصنوعی و مطالعه آن به مثابه یک نظام فنی بزرگ می‌تواند زمینه را برای هماهنگی میان پژوهشگران مختلف این حوزه فراهم آورد و شرایطی برای طراحی و پیاده‌سازی یک سیاست یکپارچه و کارآمد در جهت توسعه هوش مصنوعی ایجاد نماید.

کلیدواژه‌ها: سیاست‌گذاری هوش مصنوعی، نظام‌های فنی بزرگ، راهبرد تحلیلی، کلان‌چالش‌های توسعه هوش مصنوعی.

برای استنادات بعدی به این مقاله، قالب زیر به نویسندگان محترم مقالات پیشنهاد می‌شود:

میرعمادی، سیدایمان. و هنرور، روح‌الله. (۱۴۰۳). راهبردی تحلیلی برای درک مسیر توسعه هوش مصنوعی در ایران. *سیاست علم و فناوری*، (۳)، ۱۷-۸.

doi: 10.22034/jstp.2025.14080



۱- مقدمه

پرسش‌ها، چالش‌ها و فرصت‌ها» و نسبت آن با چارچوب فوق، انجام شده و در مقام جمع‌بندی، مسیر پیش روی تحقیقات سیاستی در حوزه هوش مصنوعی ترسیم می‌شود.

کلان‌چالش اول: چیستی هوش مصنوعی

تعریف هوش مصنوعی شاید مهمترین چالش ایجاد یک نظام سیاستگذاری و حکمرانی مؤثر در این حوزه است. از برخی لحاظ، مانند تعریف نیتزبرگ و زیسمان [۱]، فناوری هوش مصنوعی هیچ تفاوت ذاتی با سایر فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطاتی ندارد و تنها ویژگی‌ای که آن را متمایز می‌سازد تلاشی است که از طریق آن برای شبیه‌سازی و یا پیشی گرفتن از توانایی‌های هوش بشری صورت می‌گیرد: «از محاسبات پیشرفته برای اجرای عملیاتی در سطح ظرفیت ادراکی بشر در یک کار مشخص استفاده می‌کند». مقایسه شود با تعریف سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی [۲]: «سیستمی مبتنی بر ماشین که در جهت اهدافی صریح یا ضمنی، بر اساس ورودی‌هایی که دریافت می‌کند استنباط می‌کند که چگونه خروجی‌هایی مثل پیش‌بینی، محتوا، پیشنهاد یا تصمیم را تولید کند که بر محیط مجازی یا فیزیکی تأثیر بگذارد».

در حالی که اکثر تعاریف هوش مصنوعی - شبیه این دو تعریف - به تکیه آن بر فناوری‌های محاسباتی (کامپیوتری) یا اجزای آن (نظیر داده، نرم‌افزار و زیرساخت‌های سخت‌افزاری برای ذخیره‌سازی و پردازش) اشاره می‌کنند، برخی تعاریف هم بر شباهت «رفتاری» محصول فناورانه تأکید دارند. به عنوان مثال، دست‌نامه هوش مصنوعی کمبریج، آن را این‌گونه تعریف کرده است [۳]: «هوش مصنوعی عرصه‌ای است که اختصاص به ساختن مصنوعات دارد که می‌توانند در محیط‌هایی که به خوبی شناخته و کنترل شده‌اند، برای مدت مدیدی رفتارهایی را نمایش دهند که ما آن‌ها را هوشمندانه به حساب می‌آوریم».

چنانکه مشخص است، در این تعریف هیچ محدوده خاصی برای فناوری‌هایی که در ساختن مصنوعات مورد نظر ممکن است بکار رود ذکر نشده است. همزمان هیچ توافق مشخصی در مورد معیار شباهت عملکرد این فناوری با هوش بشری (یا

تحولات هوش مصنوعی در دو دهه اخیر، نه تنها فرصت‌های بی‌سابقه‌ای برای توسعه اقتصادی، اجتماعی و علمی در کشورهای مختلف فراهم کرده، بلکه چالش‌های پیچیده‌ای را پیش روی سیاست‌گذاران، پژوهشگران و جامعه قرار داده است. ایران نیز از این روند مستثنا نیست و مسیر توسعه هوش مصنوعی در کشور، تحت تأثیر عوامل مختلفی از جمله سیاست‌های دولتی، سرمایه‌گذاری‌های بخش خصوصی، ظرفیت‌های علمی و فناورانه، و تعاملات بین‌المللی قرار دارد. درک مسیر توسعه این فناوری نیازمند نگاهی جامع و چندبعدی است که هم فرصت‌ها را شناسایی کند و هم چالش‌های بنیادین و پیچیدگی‌های حاکم بر این فناوری را به درستی تحلیل نماید.

نیتزبرگ و زیسمان [۱] در مقاله اخیر خود چهار چالش عمده برای سیاستگذاری هوش مصنوعی ذکر کرده‌اند: اول) دایره فناوری‌هایی که ذیل عنوان هوش مصنوعی قرار می‌گیرند مشخص نیست؛ دوم) دایره مصداق‌ها، کاربردها و پیامدهای هوش مصنوعی چنان وسیع است که معلوم نیست آیا می‌توان یک سیاست یا قاعده عمومی را برای حوزه‌ها یا ابزارهای مختلف اعمال کرد یا باید برای هر حوزه یا مجموعه ابزار سیاست خاصی را در نظر گرفت؛ سوم) در هر حوزه‌ای، منافع و دغدغه‌های گوناگونی بین گروه‌های مختلف (در دولت، بخش خصوصی و جامعه) وجود دارد که سیاست‌گذاری و حکمرانی بر این فناوری نوپدید را بسیار پیچیده می‌نماید. چهارم) با توجه به اهمیت همکاری‌های بین‌المللی در توسعه هوش مصنوعی از یک سو، و ضرورت حفظ استقلال نظام حقوقی و اولویت‌های سیاستی کشور از سوی دیگر، بین سیاست‌ها و قواعدی که توسعه و بکارگیری هوش مصنوعی در داخل کشور را هدایت و جهت‌دهی می‌کند با سیاست‌های مرتبط با توسعه همکاری‌های بین‌المللی و بکارگیری ابزارهای توسعه‌یافته در خارج از کشور، تنش وجود دارد.

این سرمقاله تلاش دارد ضمن توضیح این چهار کلان‌چالش، چارچوبی برای تحلیل و جای‌دهی مسائل حوزه هوش مصنوعی مبتنی بر دیدگاه نظام‌های فنی بزرگ ارائه کند. سپس معرفی مقالات ویژه‌نامه «هوش مصنوعی و آینده ایران:

تردید قرار گیرد. از سوی دیگر، تلاش برای اعمال سیاست‌ها و قوانین یکسان در حوزه‌های مختلف می‌تواند به اعمال حمایت‌ها یا محدودیت‌های بی‌مورد منجر شود که روند توسعه و بکارگیری فناوری را مختل سازد. بدین ترتیب تنش میان اتخاذ یک سیاست کلان و فراگیر، یا طراحی سیاست‌های متناسب با شرایط خاص هر حوزه و ابزار تصمیم‌گیری درباره مسیر بهینه را با چالش جدی مواجه می‌نماید.

کلان‌چالش سوم: تعارض میان ذی‌نفعان مختلف عرصه هوش مصنوعی

کلان‌چالش سومی که دشواری اعمال سیاست‌ها و قواعد مشابه در حوزه‌های گوناگون را آشکارتر می‌سازد، تنوع بازیگران حوزه‌های مختلف توسعه و بکارگیری هوش مصنوعی است. در هر حوزه توسعه و کاربرد هوش مصنوعی، اجزای مختلف دولت، بخش خصوصی و گروه‌های مختلف جامعه اولویت‌ها، دغدغه‌ها و منافع خاصی دارند بدون اینکه نسبت به مسائل گسترده‌تر و فراگیرتر این فناوری آگاهی یا توجه خاصی داشته باشند. این مسأله نه تنها ایجاد توافق و اجماع بین آن‌ها در آن حوزه خاص را دشوار می‌سازد، بلکه به سبب نابرابری‌های قدرت از یک سو و عدم شفافیت فرآیندهای توسعه فناوری از سوی دیگر، در عمل ممکن است به توسعه فناوری‌هایی منتهی شود که منافع بلندمدت هیچ‌یک از بازیگران را برآورده نسازد. به عنوان مثال، در شرایطی که دولت نقش پررنگی در تسریع/جلوگیری از توسعه فناوری و بکارگیری آن دارد، اعمال قدرت دولت ممکن است به ضرر بخش خصوصی یا گروه‌هایی از جامعه تمام شود. در مقابل در شرایطی که شرکت‌های بزرگ توسعه فناوری بتوانند بدون نظارت دولت یا گروه‌های مختلف جامعه فناوری را گسترش دهند، احتمالاً هم توانایی اعمال سیاست دولت کاهش می‌یابد و هم گروه‌های مختلف جامعه به اهداف خود دست نمی‌یابند. همچنین، در بلندمدت تبعات این توسعه یک‌جانبه ممکن است به از دست رفتن مشروعیت ابزارهای هوش مصنوعی (و مقاومت در برابر بکارگیری آن‌ها) منجر شود که هزینه‌های زیادی را بر شرکت‌ها تحمیل خواهد کرد. بنابراین ایجاد تعادل و هماهنگی میان اجزای

پیشی گرفتن آن) وجود ندارد [۳، ۴]. بنابراین، هر دو ویژگی کلیدی هوش مصنوعی یعنی اتکا بر فناوری‌های محاسباتی و شباهت با (یا پیشی گرفتن بر) هوش انسانی مبهم مانده‌اند. بوته و دیگران [۵] ضمن دنبال کردن ریشه این ابهامات از طلیعه توسعه این فناوری‌ها در ۱۹۵۵ [۶] و نشان دادن تداوم آن در مباحث فنی این حوزه تا به امروز، تأکید دارند که این ابهام موجب شده که تا به امروز مجموعه متنوعی از فناوری‌ها ذیل این عنوان جمع شوند و احتمالاً این روند ادامه یابد. به این ترتیب سیاستگذاران عرصه هوش مصنوعی باید مدام آماده پذیرش تعاریف و مصداق‌های جدید این فناوری باشند و سیاست‌ها، ساز و کارها و ابزارهای سیاستی خود را با این هدف متحرک تطبیق دهند.

کلان‌چالش دوم: تنوع مصداق‌ها، کاربردها و پیامدهای هوش مصنوعی

گذشته از اینکه حفظ این پویایی به خودی خود نیازمند انعطاف‌پذیری فوق‌العاده‌ای در نظام‌های سیاستگذاری کشورها است، این که فناوری‌ها لزوماً جایگزین هم نمی‌شوند و بلکه بر تنوع رویکردها و ابزارها می‌افزایند موجب می‌شود تشخیص مصداق‌ها و کاربردهای هوش مصنوعی بسیار دشوار شود که این وضعیت کلان‌چالش دوم را پیش روی سیاستگذاران شکل می‌دهد. یکی از مهمترین ابزارها در مواجهه با پیچیدگی و پویایی مسائل سیاستی، شکستن آن به حوزه‌ها و دامنه‌های کوچکتر است. در حوزه هوش مصنوعی این کار چندین پیامد نامطلوب در پی دارد: اول اینکه امکان شناسایی فرصت‌ها یا تهدیدهای مشابه در حوزه‌های مختلف از دست می‌رود. دوم این امکان وجود خواهد داشت که به دلیل محدودیت منابع سیاستگذاران و غلبه برخی حوزه‌های خاص (مانند سلامت)، ابزارهای دیگر کاملاً از چشم سیاست‌گذار پنهان بمانند. سوم، در نتیجه دو مشکل ذکر شده، یکپارچگی و وحدت سیاست‌ها و قواعد تنظیم‌گری از دست برود. در چنین شرایطی، نه تنها امکان دارد کارآمدی ابزارهای سیاستی در همه حوزه‌ها با مشکل مواجه شود، بلکه - به خاطر تصور دل‌بخواهی بودن سیاست‌ها و قواعد اعمال شده در حوزه‌های مختلف - مشروعیت نظام سیاستگذاری مورد

این که مانع بهره‌برداری از فرصت‌های موجود در خارج از کشور نمی‌شود تهدیدی برای توسعه پایدار این فناوری‌ها در کشور و نظام سیاسی-حقوقی حاکم بر آن‌ها بوجود نمی‌آورد. در این فضا، دوگانه سیاستی پیش روی سیاستگذاران را می‌توان در چارچوب فن‌ملی‌گرایی در برابر فن‌جهان‌گرایی بیان کرد. در رویکرد فن‌ملی‌گرایی، کشورهای جهان یکدیگر را رقیب خود در توسعه فناوری می‌شمارند و سعی می‌کنند با تمرکز بر نقش دولت ملی در توسعه و بکارگیری بومی فناوری، سیاست‌هایی را درپیش گیرند که ضمن تقویت اتکا بر نوآوری بومی، شرکت‌های داخلی را از رقابت بیرونی محافظت می‌کند و تلاش می‌کند ثمرات پیشرفت‌های علمی و فناورانه را در محدوده داخل کشور حفظ نماید [7]. در مقابل در رویکرد فن‌جهان‌گرایی، علاوه بر اینکه بر ضرورت همکاری علمی و فنی دولت‌ها تأکید می‌شود نقش گسترده‌ای برای بازیگران کمابیش مستقل از جمله دانشمندان، آزمایشگاه‌ها و شرکت‌های بزرگ فناوری در نظر گرفته می‌شود که می‌توانند در همکاری با هم توسعه فناوری را در ابعادی جهانی دنبال کنند. تجربه نشان داده که کشورهای حامی فن‌جهان‌گرایی، معمولاً این رویکرد را تا زمانی دنبال می‌کنند که از گسترش علم و فناوری در کشورهای دیگر احساس خطر نکنند [8]. چنانکه مسأله توسعه انرژی هسته‌ای در ایران و رقابت‌های چین و آمریکا بر سر هوش مصنوعی نشان داده است، سیاست‌های تحریم جویانه و فن‌ملی‌گرا را در پیش می‌گیرند و راه‌های مشارکت را محدود می‌سازند. البته در میان این دو سر قطب رویکرد سومی هم قابل تصور است که مبتنی بر تشکیل بلوک‌های همکاری فناورانه (در قالب فن‌منطقه‌گرایی³) فعالیت می‌کنند و در نتیجه آن شبکه‌های توسعه فناوری رقیب در سطحی فراملی شکل می‌گیرند [9].

۲- نظام‌های فنی بزرگ؛ یک راهبرد تحلیلی برای درک

مسیر توسعه هوش مصنوعی در کشور

هیچکدام از این چالش‌ها اختصاص به ایران ندارد، اما با توجه به عقب‌ماندگی نسبی توسعه و بکارگیری هوش

مختلف دولت، بخش خصوصی و گروه‌های مختلف جامعه در حوزه‌های متنوع بکارگیری هوش مصنوعی یکی از بزرگترین چالش‌های پیش روی سیاستگذاران است.

کلان‌چالش چهارم: فن‌ملی‌گرایی در برابر فن‌جهان‌گرایی^۱

در کنار سه کلان-چالش ذکر شده، مسأله حساس ارتباط سیاست‌های داخلی با روندها، سیاست‌ها و قواعد بین‌المللی اعمال شده بر توسعه هوش مصنوعی هم وجود دارد. از یک سو، به سبب اتکای فناوری‌های هوش مصنوعی بر داده‌هایی که به صورت جهانی و از طریق پلتفرم‌های دیجیتال در دسترس هستند، در کنار عرصه گسترده و رقابتی خدمات هوش مصنوعی توسط چند شرکت بزرگ و همچنین ضرورت همکاری بین‌المللی برای بهره‌گیری از تجارب و نتایج تلاش‌های کشورهای دیگر، توسعه هوش مصنوعی به صورتی منفصل از زیرساخت‌های فناوری و چارچوب‌های قواعد و سیاستگذاری بین‌المللی گزینه مناسبی نخواهد بود. از سوی دیگر، این ارتباطات و همکاری‌ها نمی‌تواند نسبتی با استقلال نظام حقوقی یا اولویت‌های سیاستی از جمله توانمندی فناورانه کشور نداشته باشد.

این امر خصوصاً از این رو اهمیت دارد که همزمان با گسترش بکارگیری هوش مصنوعی در عرصه‌های گوناگون و نمایان شدن ابعاد کلان تأثیرگذاری آن، دو جریان پژوهشی-سیاستی مستقل اما مرتبط درباره آثار و پیامدهای استقلال یا وابستگی کشورها در حوزه‌های دیجیتال پدیدار شده است: اولی - که عموماً تحت عنوان حاکمیت دیجیتال^۲ مطرح می‌شود- بر ضرورت استقلال کشورها در اعمال قوانین خود بر فناوری‌ها و بازیگران فعال حوزه دیجیتال تأکید دارد و دومی - که سلطه‌گری فناورانه خوانده می‌شود- آثار منفی قرارگرفتن منابع کشورها در اختیار شرکت‌های بزرگ چندملیتی یا آمریکایی و تنظیم قوانین و رویه‌های متناسب با خواسته‌های آن‌ها را نمایان می‌سازد. بنابراین، سیاستگذاران باید تلاش کنند سیاست‌ها و قواعد ناظر بر توسعه و بکارگیری هوش مصنوعی را به شکلی طراحی کنند که ضمن

³ Techno-regionalism

⁴ Large Technical System

¹ Techno-nationalism vs. Techno-globalism

² Digital sovereignty

اینترنت به عنوان عرصه تبادل اطلاعات زمینه‌ساز شکل‌گیری مجموعه متنوعی از خدمات شد که حالا می‌توانستند به عنوان مکمل از هوش مصنوعی استفاده کنند و یا تسهیل‌گر بکارگیری هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف باشند. با این وجود، به نظر می‌رسد تا زمانی که این نوآوری‌ها امکان وسیع کاربری هوش مصنوعی از طرق مختلف (از جمله اینترنت پرسرعت و گوشی‌های هوشمند) را ایجاد نکردند، زمینه برای رقابت هوش مصنوعی با سایر فناوری‌های موجود فراهم نبود. ۴) مرحله رقابت و رشد: فناوری با فناوری‌های جایگزین موجود رقابت می‌کند و به گستره کاربردش افزوده می‌شود. به نظر می‌رسد تنها در دهه دوم قرن بیست و یکم، شاهد ورود این فناوری به مراحل رقابت و رشد بوده‌ایم و به همین سبب بحث کلیدی جوامع علمی و تخصصی امروز این است که این فناوری آیا یک فناوری با قابلیت‌های اغراق شده است یا به مرحله بعد (تثبیت و فراگیری) می‌رسد. ۵) مرحله تثبیت: فناوری به مرحله‌ای از ثبات می‌رسد که به نظر می‌رسد تکانه^۱ پیدا کرده است و مستقل از تغییرات محیطی به گسترش و تکامل خود ادامه خواهد داد.

این تصویر از مراحل توسعه و گسترش یک نظام فنی بزرگ، این امکان را فراهم می‌کند که به نقش نظام‌سازان در توسعه فناوری توجه خاص شود، یعنی بازیگرانی (اعم از افراد و شرکت‌ها و سازمان‌ها) که سعی می‌کنند ابعاد بکارگیری نظام فنی را از طریق تسهیل یکپارچه‌سازی جنبه‌های فنی و اجتماعی نظام گسترش دهند و به این واسطه خود بخشی از یک نظام فنی بزرگ به شمار می‌روند. آنان معمولاً این نقش را از طریق شناسایی، تأمین و ترمیم عقب‌افتادگی^۲ اعمال می‌کنند. طبق تعریف هیوز [۱۱]، عقب‌افتادگی‌ها به اجزایی از یک نظام اشاره دارد که نسبت به سایر بخش‌های آن عقب‌مانده‌اند و مانع از توسعه و گسترش کلی نظام می‌شوند. در طول چرخه توسعه یک نظام فنی بزرگ، عقب‌افتادگی‌ها ممکن است انواع مختلفی داشته باشند و در نتیجه نظام‌سازان گوناگونی برای رفع این عقب‌افتادگی‌ها لازم است. مثلاً، مخترعان خطرپذیر^۳ در مراحل ابتدایی فناوری نقش محوری

مصنوعی در کشور و ضعف‌های زیرساختی که توسعه آن را با چالش مواجه کرده است، مجموعه موارد فوق هرگونه تصمیم‌گیری و سیاستگذاری در خصوص این فناوری را با ابهام‌ها و تناقض‌های متعددی روبرو ساخته است. یک راهبرد مفید برای درک پیچیدگی‌ها و مسائل توسعه هوش مصنوعی درک این فناوری به مثابه یک «نظام فنی بزرگ» است [۱۰]. از منظر چارچوب تحلیلی مزبور که ریشه در آثار تامس هیوز مورخ برجسته فناوری دارد [۱۱] و بر رویکردی فنی-اجتماعی استوار است، توسعه و گسترش فناوری‌های زیرساختی که ابعاد تأثیرگذاری وسیعی دارند (نظیر شبکه‌های برق مصرفی، اینترنت و شبیه آن) مسأله‌ای بسیار فراتر از اختراع فناوری نوین است و برای درک آن باید نقش گسترده بازیگران گوناگون در این فرآیند را درک کرد [۱۲]. از آنجا که هوش مصنوعی فناوری‌ای است که کاملاً می‌تواند ویژگی‌های نظام‌های فنی بزرگ را دربر داشته باشد، بررسی توسعه آن از منظر این چارچوب مفید خواهد بود.

طبق این رویکرد، پنج مرحله اصلی در شکل‌گیری و گسترش هر نظام فنی بزرگ طی می‌شود که البته در گذشت زمان ممکن است با هم همپوشانی‌هایی هم داشته باشند [۱۳]: ۱) مرحله اختراع: یک نوآوری ریشه‌ای، نظام فنی جدیدی را بوجود می‌آورد؛ این مرحله در حوزه هوش مصنوعی با پیشگامی گروهی از محققان آمریکایی در ایالات متحده طی شده و سنگ بنای همه فناوری‌هایی که امروز استفاده می‌شوند در دو دهه ابتدایی شکل‌گیری فناوری‌های مرتبط با کامپیوتر گذاشته شد. ۲) مرحله توسعه: در این مرحله، فناوری جدید با شرایط اقتصادی، اجتماعی و سیاسی (در فضای بکارگیری‌های محدود یا آزمایشی) تطابق و امکان بقا می‌یابد؛ در این مرحله انواع مختلف فناوری‌های مبنای هوش مصنوعی به طور موازی در دهه‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ توسعه پیدا کرد و در نتیجه آن هوش مصنوعی به یک محصول پایدار اما نسبتاً کم‌کاربرد در فضای عمومی تبدیل شد. ۳) مرحله نوآوری: در مرحله نوآوری اجزای جدیدی از طریق نوآوری‌های محدود به نظام فنی اضافه می‌شوند که تولید، فروش و ارائه خدمات پشتیبان فناوری را تسهیل می‌کنند و از این طریق امکان ورود فناوری به بازار ایجاد می‌شود. ظهور

¹ Momentum

² Reverse salient

³ Inventor-entrepreneur

زیرساخت‌های محاسباتی؛ زیرساخت‌های ذخیره داده؛ مدل‌ها و الگوریتم‌های پایه؛ نرم‌افزار و چارچوب‌ها؛ و برنامه‌های کاربردی پرداخته اند و ضمن تأکید بر وجود کمبودهایی در سطح زیرساخت شبکه و تبادل داده با سرعت بالا، دو گزینه ایجاد زیرساخت‌های اپراتوری خدمات هوش مصنوعی و اپراتورهای تجمیع‌گر هوش مصنوعی برای سطوح دیگر را پیشنهاد کرده اند.

پاینده و همکارش در مقاله «تحلیل اخلاقی شرایط و مقررات استفاده از محصولات و خدمات مبتنی بر هوش مصنوعی در ایران» به تحلیل شرایط و ضوابط خدمات ارائه شده در کسب‌وکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی در ایران پرداخته و نشان داده اند که در این متون اغلب اصولی همچون تعادل قدرت، مسئولیت‌پذیری و واکنش اجتماعی چندان رعایت نشده است. در مقابل، بسیاری از آن‌ها بر اصولی نظیر عدم فریب‌کاری و مزاحمت، حفظ کرامت انسانی، رعایت حریم خصوصی و حفاظت از داده‌ها تأکید داشته‌اند اما فاقد جزئیات عملیاتی کافی برای جلب اعتماد کاربران هستند. بر این اساس، بازنگری، تکمیل و تدوین چارچوب‌های جامع‌تر در جهت جلب اعتماد کاربران و هماهنگی با استانداردهای بین‌المللی توصیه اصلی این مقاله است.

جواد ذوالقدر و همکارش، موضوع توسعه بکارگیری هوش مصنوعی را از زاویه‌ای حقوقی مورد ارزیابی قرار داده و در مقاله «امکان‌سنجی اعطای شخصیت حقوقی به هوش مصنوعی، ارایه پیشنهاد سیاستی به مقنن ایرانی» اولاً بر ضرورت تعیین وضعیت حقوق هوش مصنوعی برای جلب اعتماد سرمایه‌گذاران و تسهیل فعالیت مشاغل متکی بر این فناوری تأکید کرده اند. ثانیاً نشان می‌دهند که نظام حقوقی کشور در حال حاضر امکان اعطای شخصیت حقوقی به هوش مصنوعی را داراست. ثالثاً، در جمع‌بندی با به این نکته اشاره دارند که موضع منفعل در قبال وضعیت حقوقی هوش مصنوعی موجب خواهد شد که با ورود محصولات شرکت‌های توسعه‌دهنده هوش مصنوعی، وضع غیرقابل‌کنترلی در حوزه مسئولیت‌های احتمالی ناشی از خسارات وارده توسط هوش مصنوعی بوجود آید. بدین ترتیب، این مقاله با تأکید بر وجود کلان‌چالش چهارم توسعه هوش مصنوعی

برای عبور آن از مرحله توسعه و رسیدن آن به شرایط ورود به بازار ایفا می‌کنند. اما در مراحل بعدی، یعنی رشد و تثبیت این مدیران خطرپذیر^۱ و تأمین‌کنندگان مالی خطرپذیر^۲ نقش محوری می‌یابند [۱۲].

تمام کشورهای که قصد توسعه فراتر هوش مصنوعی را دارند در درون خود با مجموعه‌ای از عقب‌افتادگی‌ها روبرو هستند که تنها از طریق رفع آن‌ها می‌توانند مسیر توسعه فناوری را هموار سازند. در کشور ما نیز عقب‌افتادگی‌های متعددی مانع توسعه و رشد هوش مصنوعی است. شاید مهمترین مشکلی که از دیدگاه نظام‌های فنی بزرگ پدیدار می‌شود، مسأله عدم تقارن عقب‌افتادگی‌های مرتبط با هوش مصنوعی در کشور است: در برخی حوزه‌ها نظیر تولید تراشه‌ها و سخت‌افزار زیرساخت ما هنوز در مرحله اول هستیم و در برخی حوزه‌ها نظیر الگوریتم و برخی نرم‌افزارها ما به مرحله سوم رسیده‌ایم.

شناسایی دقیق این عقب‌افتادگی‌ها و تحلیل و رفع آن‌ها نیازمند تلاش، کسب تجربه و یادگیری جمعی محققان، فعالان و سیاستگذاران این حوزه در کشور است و فراخوان ویژه‌نامه «هوش مصنوعی و آینده ایران: پرسش‌ها، چالش‌ها و فرصت‌ها» گام نخستی برای ایجاد فضای تبادل نظر بین این افراد از طریق ارائه پژوهش‌ها و یادداشت‌های سیاستی مرتبط با این مسأله در کشور بود. به همین سبب، تلاش ما به عنوان سردبیران مهمان این ویژه‌نامه در این راستا قرار گرفت که مقالات پذیرفته شده از زوایای گوناگون به صورت مستقل و در کنار هم گوشه‌ای از این پیچیدگی‌ها را با تکیه بر شواهد و یافته‌های تجربی مورد بررسی قرار دهند.

۳- معرفی مقالات ویژه‌نامه «هوش مصنوعی و آینده ایران»

فرتاش و همکارانش در مقاله «ارائه چارچوبی برای توسعه زیرساخت‌های هوش مصنوعی در ایران با تمرکز بر اپراتورهای ارائه‌دهنده خدمت و تجمیع‌گر خدمات هوش مصنوعی» به بررسی گزینه‌های مداخله دولت در شش سطح اصلی زیرساختی شبکه و تبادل داده با سرعت بالا؛

^۱ Manager-entrepreneur

^۲ Financier-entrepreneur

این نظام فنی بزرگ پیشنهاد کرده‌اند. بدین ترتیب، مقالات ارائه شده در این ویژه‌نامه اولاً بخشی از گستره وسیع کاربرد و تنوع اشکال فناوری مورد استفاده در عرصه‌های گوناگون جامعه را نمایان می‌سازند: از بکارگیری هوش مصنوعی در کسب‌وکارهای اینترنتی و دیجیتال تا بازار مالی و صنایع نفت. ثانیاً، وضعیت نامتقارن بکارگیری فناوری هوش مصنوعی در صنایع مختلف که سیاستگذاری و تنظیم‌گری آن را پیچیده می‌سازد از خلال این مقالات پیدا است که در برخی صنایع مثل صنعت مالی زمینه برای توسعه کاربری‌های فناوری بسیار فراهم‌تر از صنایع دیگر نظیر نفت و پتروشیمی است. همچنین، نگرش‌ها و دغدغه‌های گوناگون بازیگران عرصه‌های مختلفی که با توسعه هوش مصنوعی در کشور درگیر هستند، از زوایای گوناگون مطرح شده است: مقاله فراتر بیانگر دغدغه‌های نظام‌سازی است که از دیدگاهی کلان توسعه زیرساخت‌های هوش مصنوعی در کشور را مدنظر دارند، در حالی که طغرای و رسولی به بیان مسائل صنایع خاص می‌پردازند. دغدغه‌های کاربران از جمله مسائل حریم خصوصی، محرمانگی داده، اخلاقی و مسئولیت حقوقی هوش مصنوعی در مقاله‌های پاینده و ذوالقدر طرح شده‌اند. در مجموع، دغدغه مشترک نویسندگان مقالات این ویژه‌نامه، ارائه شواهدی برای ابعاد عقب‌افتادگی‌های موجود و ارائه چارچوب‌هایی برای تحلیل و اقدام درباره آن‌هاست. بدیهی است که گستره مسائل و چالش‌های پیش روی سیاستگذار ایرانی در حوزه هوش مصنوعی بسیار گسترده‌تر از حجم محدود مقالات ارائه شده در این ویژه‌نامه است. اما به گمان ما دو چارچوب استفاده شده یعنی کلان-چالش‌های هوش مصنوعی و مطالعه آن به مثابه یک نظام فنی بزرگ، زمینه را برای هم‌زبانی و هماهنگی میان پژوهشگران مختلفی که در این حوزه فعالیت می‌کنند فراهم می‌آورد. در این میان ضروری است که بر صنایع اصلی و کلان کشور (مانند پتروشیمی، نفت، بهداشت) و نیز به حوزه‌های مهم و حساسی که ممکن است از توسعه هوش مصنوعی بسیار اثرپذیر باشند (نظیر نظام قضایی یا آموزشی) توجه ویژه شود و از طریق به اشتراک‌گذاری دیدگاه‌ها و تجربه‌ها، یک زمینه ویژه برای

اتخاذ موضعی فعال و حساب شده در این خصوص را راهکار اصلی تنظیم نظام حقوقی حاکم بر هوش مصنوعی می‌شمارد. دو مقاله بعدی به بررسی راهکارهای توسعه بکارگیری هوش مصنوعی در دو حوزه عمده اقتصاد کشور، یعنی صنعت نفت و بازارهای مالی می‌پردازند. طغرای و همکارانش در مقاله «سنجش و تحلیل آمادگی بخش بالادستی صنعت نفت برای پذیرش هوش مصنوعی» از طریق یک نظرسنجی با تمرکز بر پنج شاخص هماهنگی راهبردی، منابع، دانش، فرهنگ و داده، نشان داده‌اند که هماهنگی راهبردی بالاترین امتیاز و شاخص داده کمترین امتیاز را در صنایع بالادستی نفت کسب کرده است. به عبارت دیگر، در حالی که اهمیت راهبردی هوش مصنوعی در صنایع بالادستی نفت ادراک شده، مدیریت داده و توسعه زیرساخت‌های داده‌ای یک چالش کلیدی پیش روی پذیرش هوش مصنوعی در این صنایع است. در حالی که به نظر می‌رسد این مانع کمتر در حوزه مالی وجود دارد، رسولی نیز در یادداشت سیاستی خود درباره «تحول هوش مصنوعی در صنعت مالی: فرصتی برای اقتصادهای رو به رشد» به چالش‌های سرمایه‌گذاری در صنعت مالی ایران می‌پردازد و چهار رکن اصلی را برای بکارگیری هوش مصنوعی در این صنعت برمی‌شمارد: ۱) فراهم‌سازی داده‌های لازم، ۲) ایجاد امکان پردازش داده با هوش مصنوعی برای یافتن موقعیت‌های مناسب سرمایه‌گذاری، ۳) ارتقای عملیات‌های روزانه‌ی صندوق‌ها و ۴) ارسال سیگنال مؤثر به سرمایه‌گذار خارجی برای یافتن شریک محلی. سپس با مرور معضلات اصلی موجود در راه ارتقای بکارگیری هوش مصنوعی راهکارهایی را برای حل این مسائل پیشنهاد می‌کند.

۴- جمع‌بندی

توسعه هوش مصنوعی در ایران، به‌عنوان یک نظام فنی بزرگ، با کلان‌چالش‌های چندوجهی روبه‌روست که از تعریف و دامنه این فناوری تا تنوع کاربردها، تعارض منافع ذی‌نفعان و پیچیدگی‌های همکاری‌های بین‌المللی را دربرمی‌گیرد. در این راستا، مقالات ویژه‌نامه «هوش مصنوعی و آینده ایران» از زوایای مختلف زیرساختی، حقوقی، اخلاقی و کاربردی به این مسائل پرداخته و راهکارهایی برای رفع عقب‌افتادگی‌های

<http://www.formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>

[7] Ding, J. (2024). 'Dueling Perspectives in AI and US-China Relations: Technonationalism vs. Technoglobalism' in Bullock, J. B., Chen, Y. C., Himmelreich, J., Hudson, V. M., Korinek, A., Young, M. M., & Zhang, B. (Eds.). **The Oxford handbook of AI governance**. Oxford University Press.

[8] Luo, Y. (2022). **Illusions of technonationalism**. *Journal of International Business Studies*, 53(3), 550-567. Doi: 10.1057/s41267-021-00468-5

[9] Banet, C. (2018). 'Techno-Nationalism in the Context of Energy Transition: Regulating Technology Innovation Transfer in Offshore Wind Technologies' in D. Zillman, M. Roggenkamp, L. Paddock and L. Godden (eds.) **Innovation in Energy Law and Technology: Dynamic Solutions for Energy Transitions**. Oxford University Press.

[10] Vannuccini, S., & Prytkova, E. (2024). **Artificial Intelligence's new clothes? A system technology perspective**. *Journal of Information Technology*, 39(2), 317-338. Doi: 10.1177/02683962231197824

[11] Hughes, T. P. (1983). **Networks of power: Electrification in Western society, 1880-1930**. John Hopkins University press.

[12] Van Der Vleuten, E. (2009) 'Large Technical Systems' in Olsen, J. K. B., Pedersen, S. A., & Hendricks, V. F. (eds.) **A Companion to the Philosophy of Technology**. Wiley-Blackwell.

[13] Joerges, B. (1988). 'Large technical systems: Concepts and issues' in R. Mayntz and T.P. Hughes (eds.) **The development of large technical systems**. Westview Press.

طراحی و پیاده‌سازی سیاست یکپارچه و کارآمد در جهت توسعه هوش مصنوعی در کشور فراهم آید.

تعارض منافع

نویسندگان تعهد می‌کنند که هیچ تعارض منافی در این مقاله وجود نداشته‌است.

References

[1] Nitzberg, M., & Zysman, J (2022). **Algorithms, data, and platforms: the diverse challenges of governing AI**. *Journal of European Public Policy*, 29(11), 1753-1778. Doi: 10.1080/13501763.2022.2096668

[2] OECD (2022). **OECD Framework for the Classification of AI systems**, OECD Publishing.

[3] Bringsjord, S., & Arkoudas, K. (2014). 'Philosophical Foundations', in Frankish, K., & Ramsey, W. M. (Eds.). **The Cambridge handbook of artificial intelligence**. Cambridge University Press.

[4] Russell, S. and P. Norvig (2020). **Artificial Intelligence: A Modern Approach**, 4th Edition, Pearson, London.

[5] Bütthe, T., Djeflal, C., Lütge, C., Maasen, S., & Ingersleben-Seip, N. V. (2022). **Governing AI - Attempting to herd cats? Introduction to the special issue on the Governance of Artificial Intelligence**. *Journal of European Public Policy*, 29(11), 1721-1752. Doi: 10.1080/13501763.2022.2126515

[6] McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (1955). **A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence**. Retrieved November 28, 2024, from