Iranian Journal of Public Policy
2023, Vol. 9, No. 1, 22-46

RESEARCH ARTICLE

Designing a Policy Package for Developing Artificial Intelligence (AI) in Iran

Ashkan Alinaghian[1], Mostafa Safdari Ranjbar[2*], Mehdi Mohammadi[3]

1- MSc in IT Management, College of Farabi, University of Tehran, Qom, Iran
2- Assistant Professor of Management, College of Farabi, University of Tehran, Qom, Iran
3- Associate Professor of Management, University of Tehran, Tehran, Iran

*Corresponding Author's Email: **mostafa.safdary@ut.ac.ir**

https://doi.org/10.22059/jppolicy.2023.92986

Received: 13 August 2022
Accepted: 10 January 2023

ABSTRACT

The increasing use of artificial intelligence (AI) in various aspects of human life has forced policymakers in different countries to adopt appropriate policies to increase the advantages of this technology and deal with its development challenges. By examining 18 national documents published by seven countries, the United States, England, China, Australia, Germany, Australia and India, as well as seven international documents published by the European Commission and the OECD in the field of AI policy between the years 2017-2021 and interviews with 15 experts engaged in different sectors of AI policymaking, this research has sought to design a suitable policy package for the development of AI in Iran. By using thematic analysis methods and the fuzzy MCDM model, this research has tried to discover the most important policy objectives and their prioritization, as well as the prioritization of policy instruments to achieve each of these goals. The results show that the most important goals of AI development in the country, in order of priority, are: 1) Economic Growth, 2) Enhancing human capital, 3) Improving infrastructure, 4) Increasing social welfare and improving public services, and 5) Improving research capacities. Also, the most important policy instruments to achieve the discussed policy objectives, in order of priority, are: 1) Regulation and Standardization, 2) R&D Financing, 3) Culture making and education, 4) Networking and cooperation support, 5) Stimulating market demand, 6) Government procurement and 7) Consulting and acceleration. Identifying the most important policy objectives and instruments for the development of AI in the country and their priority will help policymakers make appropriate decisions for the balanced development of the innovation ecosystem of AI in the country.

Keywords: AI Policy, AI Development, Policy Package, Policy objectives, Policy Instruments.

Copyright © 2023 The Authors. Published by Faculty of Law & Political Science, University of Tehran.
This Work Is licensed under a CreativeCommons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0)

فصلنامه سیاستگذاری عمومی

دوره ۹، شماره ۱، بهار ۱۴۰۲. صفحات ۴۶-۲۲

مقاله پژوهشی

طراحی بسته سیاستی برای توسعه هوش مصنوعی در ایران

اشکان علینقیان[۱]، مصطفی صفدری‌رنجبر[۲*]، مهدی محمدی[۳]

۱- کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات دانشکدگان فارابی دانشگاه تهران، قم، ایران

۲- استادیار مدیریت دانشکدگان فارابی دانشگاه تهران، قم، ایران

۳- دانشیار مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران

* رایانامهٔ نویسنده مسئول: mostafa.safdary@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۲۲ مرداد ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش: ۲۰ دی ۱۴۰۱

https://doi.org/10.22059/jppolicy.2023.92986

چکیده

پژوهش حاضر با استفاده از روش تحقیق آمیخته، با بررسی ۲۵ سند ملی و بین‌المللی رسمی منتشر شده در حوزه سیاستگذاری هوش مصنوعی در جهان و مصاحبه با خبرگان فعال در بخش‌های مختلف زیست‌بوم هوش مصنوعی، به دنبال طراحی بسته سیاستی مناسب برای توسعه هوش مصنوعی در ایران بوده است. این پژوهش با بهره‌گیری از روش‌های تحلیل مضامین و مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره فازی اقدام به کشف مهم‌ترین اهداف سیاستی و اولویت‌بندی آن‌ها و همچنین اولویت‌بندی ابزارهای سیاستی برای نیل به هر یک از این اهداف نموده است. نتایج نشان می‌دهد که مهم‌ترین اهداف توسعه هوش مصنوعی در کشور به ترتیب اولویت، عبارتند از: رشد اقتصادی، ارتقای سرمایه انسانی، بهبود زیرساخت‌ها، افزایش رفاه و بهبود خدمات عمومی و ارتقای ظرفیت‌های پژوهشی. همچنین مهم‌ترین ابزارهای سیاستی برای نیل به اهداف سیاستی مورد بحث نیز، به ترتیب اولویت، ۷ ابزار سیاستی مقررات‌گذاری و تنظیم‌گری، تأمین مالی تحقیق و توسعه، فرهنگ‌سازی و آموزش، شبکه‌سازی، تحریک تقاضای بازار، خرید دولتی و خدمات مشاوره‌ای/ شتاب‌دهی هستند.

واژگان کلیدی: هوش مصنوعی، سیاستگذاری هوش مصنوعی، بسته سیاستی، اهداف سیاستی، ابزارهای سیاستی.

مقدمه

هوش مصنوعی به طور سنتی به ایجاد مصنوعی هوشی شبیه انسان اشاره دارد که می‌تواند زبان انسان را یاد بگیرد، تعقل کرده، برنامه‌ریزی و درک کند و یافته‌های خود را مورد پردازش قرار دهد. این صفات به هوش مصنوعی این امکان را می دهد تا فرصت‌های اقتصادی بی‌نظیری را به همراه داشته باشد و در عین حال چالش‌های اقتصادی و اخلاقی زیادی نیز به وجود آورد. هوش مصنوعی، به ویژه هوش عمومی مصنوعی، توانایی تأثیر چشمگیری بر آینده بشریت دارد (Siau & Wang, 2018). نظرات مختلفی درباره آینده و مسیر پیش روی فراگیری فناوری هوش مصنوعی وجود دارد. به عنوان مثال مولر و بوستروم، دو تن از محققان برجسته حوزه هوش مصنوعی، پس از انجام یک پیمایش این طور نتیجه گرفته‌اند که بهره‌گیری از هوش عمومی مصنوعی از سال ۲۰۴۰ تا ۲۰۵۰ به میزان ۵۰٪ و تا سال ۲۰۷۵، ۹۰٪ افزایش می‌یابد (Muller & Bostrom, 2016). در سال‌های اخیر افزایش قابل توجهی در میزان تحقیقات سیاستی در زمینه هوش مصنوعی و فناوری‌های وابسته و زیرمجموعه آن مشاهده شده است. بسیاری از کشورهای جهان نسبت به انتشار اسناد ملی و بین‌المللی راهبردی در حوزه سیاستگذاری هوش مصنوعی روی آورده‌اند که در خلال آن‌ها مهمترین برنامه‌ها، اهداف و ابزارهای سیاستی خود را برای موفقیت در مسابقه شکل گرفته پیرامون استفاده از فناوری هوش مصنوعی مشخص نموده‌اند. با توجه به اهمیت نقش و گسترش هوش مصنوعی به عنوان مؤثرترین ابزار در توسعه اقتصادی و پیشبرد مرزهای دانش، ایران با توجه به شرایط مناسبی که در زمینه دانش و سواد در حوزه هوش مصنوعی، تربیت نیروی انسانی و تحقیقات دارد، می‌تواند محلی برای توسعه زیست بوم هوش مصنوعی، ظهور و بروز استعدادها، کاربرد و صنعتی‌سازی، خلاقیت و نوآوری‌ها باشد. با توجه به سفارشات اخیر مقامات بلندپایه کشور درباره لزوم قرارگیری ایران در بین ده کشور اول در حوزه توسعه هوش مصنوعی در سال‌های آینده، نهادهای دولتی و غیردولتی بسیاری در حال تلاش برای تدوین اسناد راهبردی مناسب به منظور توسعه هرچه بهتر هوش مصنوعی در کشور هستند. در همین راستا و به منظور تسهیل فرایند سیاستگذاری و تدوین اسناد مرتبط ملی در حوزه هوش مصنوعی و همچنین فتح بابی در حوزه پژوهش در بخش سیاستی هوش مصنوعی در کشور، مسئله شناسایی مهم‌ترین اهداف و ابزارهای سیاستی توسعه هوش مصنوعی به عنوان اجزای سازنده یک بسته سیاستی مناسب برای توسعه هوش مصنوعی در ایران در این پژوهش مورد انتخاب قرار گرفته است. در این راستا با بررسی ۲۵ سند ملی و بین‌المللی سیاستگذاری هوش مصنوعی در جهان و همچنین مصاحبه با خبرگان این حوزه در ایران، در درجه اول مهمترین اهداف و ابزارهای سیاستی توسعه هوش مصنوعی در جهان مورد شناسایی قرار گرفته و در مرحله بعدی اهداف و ابزارهای سیاستی استخراج شده در این مرحله با توجه به شرایط خاص سیاسی، اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی ایران، با بهره‌گیری از نظرات خبرگان حوزه‌های مختلف پیرامون سیاستگذاری هوش مصنوعی در کشور، مورد اولویت‌بندی قرار می‌گیرند. به بیانی دیگر این پژوهش به دنبال آن است که به دو سؤال اصلی در حوزه سیاستگذاری هوش مصنوعی پاسخ دهد: ۱) بسته سیاستی مورد استفاده کشورهای مختلف در بخش سیاستگذاری هوش مصنوعی شامل چه اهداف و ابزارهای سیاستی است؟ ۲) بسته سیاستی مناسب برای توسعه هوش مصنوعی در ایران باید شامل چه اهداف و ابزارهای سیاستی بوده و نحوه اولویت‌بندی آن‌ها چگونه باید باشد؟ پژوهش حاضر با هدف یافتن پاسخ به این دو سؤال اساسی انجام گرفته و به دنبال آن است با انجام یک پژوهش آمیخته (کیفی-کمی) با بهره‌مندی از روش‌های تحلیل مضمون و تصمیم‌گیری چندمعیاره، راه را برای سیاستگذاری هرچه بهتر هوش مصنوعی در کشور و بهره‌مندی هرچه بیشتر از ظرفیت‌های پرشمار این فناوری در ایران هموار سازد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه هوش مصنوعی

به طور کلی پژوهش در حوزه سیاستگذاری علم، فناوری و نوآوری امری مسبوق به سابقه است که در سال‌های گذشته هم در ابعاد کلی و هم درباره فناوری‌های خاص در سطح ایران و جهان صورت گرفته است. از جمله پژوهش‌های داخلی در این حوزه می‌توان به پژوهش سیدان و باقری‌نژاد (۱۳۹٤) اشاره کرد که سیاست‌های علم، فناوری و نوآوری برای کشورهای در حال توسعه را مورد ارزیابی تطبیقی قرار دادند (سیدان و باقری‌نژاد، ۱۳۹٤). همچنین درباره فناوری‌های خاص نیز امیری و

همکاران (۱۳۸۷) درباره ارزیابی توان نوآوری و سیاست‌های افزایش جذابیت بازار فناوری نانو در کشورهای مختلف پژوهش کرده و توصیه‌هایی را برای بهبود سیاستگذاری به منظور توسعه این فناوری در ایران ارائه نمودند. در سال‌های اخیر و با توجه به افزایش روزافزون استفاده از سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی و کاربردهای آن در جهان، دیدگاه‌های سخت‌گیرانه درباره لزوم مقابله با توسعه هوش مصنوعی که پیش از این توسط محققانی نظیر جوی و هاگز بیان شده بود (Joy, 2000; Huges, 2007) کمرنگ شده و محققان بیشتری در پی یافتن روش‌هایی برای استفاده هرچه بیشتر از توانایی‌های این فناوری هستند که از جمله آن‌ها می‌توان به پژوهش‌های انجام شده در حوزه بهره‌گیری از هوش مصنوعی به منظور مقابله با همه‌گیری ویروس کرونا اشاره کرد. به طور عمده پژوهش‌های انجام شده در حوزه سیاست‌های توسعه هوش مصنوعی در سال‌های اخیر سعی در افزایش شناخت عمومی نسبت به هوش مصنوعی، بررسی و تجویز ابزارهای مناسب به منظور بهره‌مندی بیشتر از توانایی‌های هوش مصنوعی و آگاه‌سازی و آماده‌سازی سیاستگذاران به منظور مقابله با چالش‌ها و ناهنجاری‌های ناشی از هوش مصنوعی داشته‌اند. در جدول ۱ نگاهی به برخی پژوهش‌های انجام شده در حوزه سیاست‌های توسعه هوش مصنوعی شده است.

جدول ۱ – پژوهش‌های انجام شده با موضوع سیاست‌های توسعه هوش مصنوعی

ردیف	نام محقق	موضوع پژوهش
۱	Brundage & Bryson (2016)	تلاش برای معرفی همه‌جانبه هوش مصنوعی و بررسی ابعاد آن به منظور بهبود گام‌های بعدی دولت‌ها در رسمی‌سازی، یکپارچه‌سازی و بهبود سیاست‌های آن
۲	Holdren et al. (2016)	بررسی وضعیت فعلی هوش مصنوعی، کاربردهای بالفعل و بالقوه آن و سوالاتی که با توسعه آن برای جامعه وسیاست عمومی مطرح می‌شود
۳	Calo (2017)	بیان دلایل همه‌گیری ناگهانی هوش مصنوعی در جوامع و ارائه یک نقشه راه برای سؤالات مهم سیاستی که هوش مصنوعی به وجود می‌آورد.
٤	Dafoe (2018)	بررسی ابداع هنجارها در هوش مصنوعی، سیاست‌ها و نهادهای جهانی برای اطمینان از توسعه و استفاده مفید از آن
٥	Bostrom et al. (2019)	شناسایی مجموعه‌ای از ویژگی‌های متمایز گذار به عصر هوش ماشینی و بدست آوردن مجموعه ای از سیاست‌های توسعه هوش مصنوعی
٦	Brundage et al. (2020)	پیشنهاد روش‌هایی برای حفظ ایمنی، امنیت، انصاف و حفاظت از حریم خصوصی در سیستم‌های هوش مصنوعی

بسته سیاستی

جیوونی که یکی از پیشگامان پژوهشی در حوزه بسته‌های سیاستی است، بسته‌های سیاستی را ترکیبی از اقدامات سیاستی می‌داند که برای رسیدن به یک یا چند هدف سیاستی طراحی شده‌اند. او می‌گوید بسته‌های سیاستی به طور عمده به منظور بهبود اثربخشی اقدامات سیاستی فردی ایجاد شده و در عین به حداقل رساندن اثرات ناخواسته احتمالی، و/یا تسهیل مشروعیت و امکان‌سنجی مداخلات به منظور اجرا، باعث افزایش کارآیی نیز می‌شوند. به اعتقاد او بسته‌های سیاستی روابط بین ابزارهای مختلف سیاست را در نظر می‌گیرند که این موضوع می‌تواند به موفقیت یا شکست بسته کمک کند (Givoni et al, 2013). در حوزه سیاست نوآوری نیز ضرورت توجه سیاستگذاران به مجموعه اهداف و ابزارهای سیاستی از اواسط دهه ۱۹۹۰ مطرح شد اما به نظر می رسد عبارت بسته سیاستی از اوایل دهه ۲۰۰۰ میلادی به این حوزه راه یافت (Flanagan, Elvira & Manuel, 2011).

هدف سیاستی

معمولاً یک برنامه سیاستی شامل اهداف سیاستی و ابزارهای سیاستی است. محتوای هدف سیاستی[1] می‌تواند در سه سطح (کلان یا غایی، میانی و عملیاتی یا تنظیماتی) تبیین شود. تبیین اهداف کلی[2] نشان می‌دهد ایده کلی حاکم بر توسعه سیاست چیست؟ (برای مثال، افزایش هزینه کرد تحقیق وتوسعه). با تبیین اهداف میانی[3] یک سیاست، مشخص می‌شود که سیاست مورد نظر چه هدفی را دنبال می‌کند؟ (برای مثال، ارتقاء هزینه کرد بخش کسب وکار در تحقیق وتوسعه). در سطح تنظیمات[4] نیز مشخص می‌شود که الزامات سیاستی مشخص در سطح عملیاتی چیست؟ (برای مثال، تأمین منابع مالی و نیروی انسانی کافی (Howlett & Rayner, 2013). دسته‌بندی‌های مختلفی از اهداف سیاستی حوزه علم، فناوری و نوآوری موجود است که جهت آشنایی با گستره آن، مهم ترین و رایج ترین آن‌ها در قالب جدول ۲ آمده است (قاضی‌نوری و ردائی، ۱۳۹۸). در نهایت، با نگاهی دقیق‌تر و در جمع‌بندی دسته‌بندی‌های فوق می‌توان گفت که به طور کلی هدف تمام سیاست‌های این حوزه، ارتقاء خلق و بکارگیری دانش است (قاضی‌نوری و قاضی‌نوری، ۱۳۹۱).

جدول ۲ – دسته بندی‌های اهداف سیاستی در مراجع مختلف (قاضی‌نوری و ردائی، ۱۳۹۸)

دسته‌بندی‌های اهداف سیاستی نوآوری	–ارتقاء ظرفیت پژوهش – افزایش سرمایه اجتماعی و انسانی – ارتقا ظرفیت جذب دانش و فناوری – بهبود عملکرد فناوری و نوآوری	– توسعه طرف عرضه – توسعه طرف تقاضا -زیرساختی	–افزایش ظرفیت خلق –افزایش ظرفیت انتقال –افزایش ظرفیت جذب	– تولید دانش –اشاعه دانش –بهره‌برداری از دانش	– تولید دانش برای فرایند نوآوری – فعالیت‌های طرف تقاضا – شکل دهی به اجزای نظام نوآوری – خدمات حمایتی برای بنگاه‌های نوآور	– افزایش هزینه‌کرد برای تحقیق و توسعه – توسعه مهارت‌ها – دسترسی به تخصص – بهبود قابلیت‌های نظام‌ساز، مکمل شدن – تقویت تقاضا برای نوآوری – بهبود چارچوب
منبع	(European Commission, 2013)	(Clark & Guy, 1997)	(Bikar, Carpon & Cinera, 2004)	(Freeman, 1987, Lundvall, 1992)	(Borras & Edquist, 2013)	(Edler et al., 2016)

ابزار سیاستی

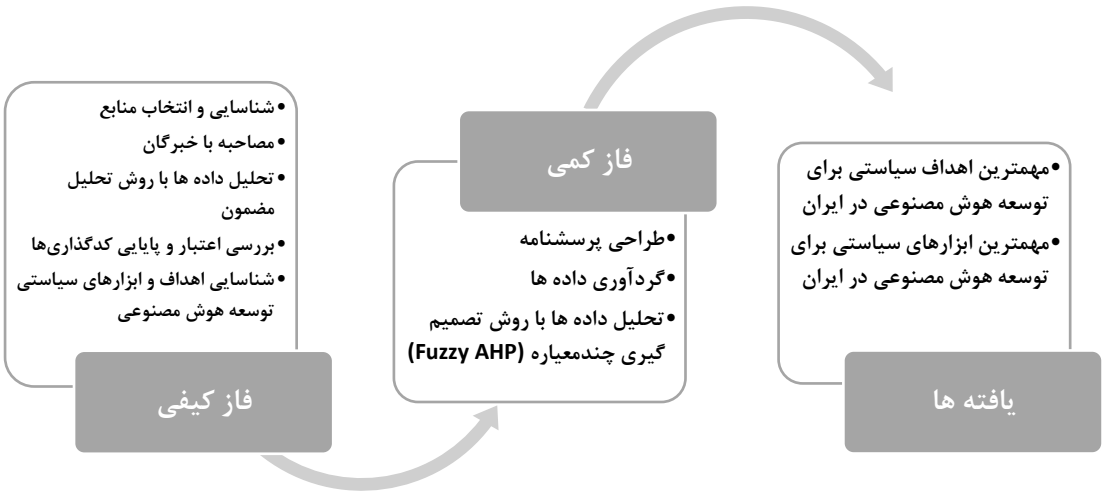
پس از تعیین اهداف کلان و خرد بسته سیاستی، باید تعیین شود که چه ابزارهایی در آمیخته قرار گیرند. در تعریفی ساده، ابزارهای سیاستی را می‌توان تکنیک‌های حکمرانی تعریف کرد که مسائل سیاستی را هدف قرار می‌دهند و توسط دولت و جهت دستیابی به یک هدف سیاستی استفاده می‌شوند (Howlett & Rayner, 2013). یکی از چارچوب‌هایی که به ابزارها با توجه به اهداف و گروه‌های هدف کمک می‌کند دسته‌بندی ارائه شده از ابزارهای سیاستی پرکاربرد بر اساس اهداف سیاستی و میزان تناسب با طرف عرضه یا تقاضا است (Borras & Edquist, 2013). جهت تحقق یک هدف می‌توان از ابزارهای مختلفی بهره جست که انتخاب میان آن‌ها یا بکارگیری ترکیبی از آن‌ها باید با توجه به ملاحظات سطوح دیگر (شیوه حکمرانی، منطق مداخله و ملاحظات فنی) صورت پذیرد (قاضی‌نوری و ردائی، ۱۳۹۸). به طور کلی بسته‌ها و آمیخته‌های سیاستی و کاربرد آن‌ها در حوزه سیاستگذاری علم، فناوری و نوآوری در سال‌های اخیر نظر بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب کرده و پژوهش‌های بسیاری در این حوزه مورد انجام گرفته است که از جمله آن‌ها می‌توان به پژوهش کرگروچ و همکاران اشاره کرد که به بررسی چالش‌های انتخاب معیار در آمیخته‌های سیاستی مربوط به توسعه علم، فناوری و نوآوری در بین کشورهای مختلف می‌پردازد (Kergroach et al., 2018). در همین راستا میسنر و کرگروچ با بیان اهمیت و توجه ویژه کشورها به مفهوم بسته سیاستی در

1- Policy Objectives
2- Goals
3- Objectives
4- Settings

حوزه نوآوری، نسبت به ایجاد چارچوب مفهومی و دستورالعمل‌های عملیاتی برای ایجاد بسته سیاستی اقدام نمودند (Meissner & Kergroach, 2021). در حوزه اولویت‌بندی اهداف و ابزارهای سیاستی نیز پژوهش‌هایی در ایران و جهان شکل گرفته که می‌توان به پژوهش علی‌احمدی و قاضی‌نوری (۱۳۸۸) اشاره کرد که ابزارهای سیاستی حمایت از شرکت‌های تازه تاسیس فناوری‌محور در کشور را مورد اولویت‌بندی قرار داده است و پژوهش حاضر نیز با توجه به ساختار و روش این پژوهش صورت گرفته است. همچنین پاکزاد و همکاران (۱۳۹۹) نیز در پژوهش خود نسبت به طراحی و پیشنهاد چارچوبی برای طراحی بسته سیاستی هوشمند به منظور توسعه نوآوری در کشور اقدام نمودند. پژوهش‌های انجام شده در این حوزه نشان می‌دهد که حتی برای سیاستگذاری یک فناوری خاص نظیر هوش مصنوعی، نمی‌توان یک نسخه واحد برای تمامی کشورهای جهان با شرایط و خصوصیات مختلف ارائه کرد و انجام پژوهش‌های تخصصی و دقیق با توجه به شرایط خاص هر کشور و منطقه، مسئله‌ای است که باید مورد توجه پژوهشگران این حوزه قرار داشته باشد. همچنین رویکردهای سیاستگذاری در سال‌های اخیر، از یک نگاه تک‌بعدی به یک دید چندبعدی تبدیل شده است که در نظرگرفتن مجموعه‌ای از اهداف و ابزارها را برای سیاستگذاری مناسب می‌داند. لذا با توجه به این موارد و لزوم سیاستگذاری صحیح فناوری هوش مصنوعی در کشور، انجام پژوهشی برای مشخص نمودن و اولویت‌بندی اهداف اصلی توسعه هوش مصنوعی در کشور و همچنین شناخت مهم‌ترین و کارآمدترین ابزارهای سیاستی نیل به این اهداف، می‌تواند ایفاگر نقشی مفید و موثر در شفاف شدن مسیر پیش روی توسعه این فناوری در کشور باشد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر، با توجه به کاربرد نتایج آن در بخش سیاستگذاری حوزه علم، فناوری و نوآوری و به طور خاص در حوزه سیاستگذاری فناوری نوظهور هوش مصنوعی از نوع کاربردی بوده و راهبرد مد نظر به منظور انجام پژوهش نیز، راهبرد پیمایشی بوده است. همچنین با توجه به شرایط پژوهش، در انجام آن از رویکرد استقرایی و راهبردهای مختلف (مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی) در دو فاز استفاده گردیده است. در این پژوهش از طرح‌های اکتشافی بهره گرفته شده است. این نوع از طرح‌ها همانند طرح‌های تشریحی دوفازی هستند و نتایج بدست آمده از روش پژوهش اول (در اینجا روش کیفی) تقویت کننده و پشتیبان دومین روش پژوهش به حساب می‌آیند. روش تحقیق، مشتمل بر روش‌های کیفی و کمّی (به ترتیب استفاده) و ابزارهای گردآوری داده‌های آن نیز اسناد ملی و بین‌المللی، مدارک و همچنین مصاحبه با خبرگان حوزه‌های مختلف پیرامون موضوع پژوهش بوده است. مراحل طراحی بسته سیاستی برای توسعه هوش مصنوعی در ایران در شکل ۱ مشخص است.



شکل ۱ – فرآیند انجام پژوهش.

در فاز اول (کیفی) با توجه به لزوم بررسی دقیق اسناد توسعه هوش مصنوعی و همچنین مصاحبه‌های خبرگان، روشی معمول در اینگونه پژوهش‌ها یعنی روش تحلیل مضمون استفاده شده است. روش تحلیل مضمون روشی است که برای شناخت، تحلیل و گزارش الگوهای موجود در داده‌های کیفی بکار می‌رود. این روش، فرایندی است که با بهره‌گیری از آن داده‌های متنی مورد تحلیل قرار گرفته و داده‌های پراکنده و متنوع به داده‌هایی ارزشمند و غنی تبدیل می‌شوند (Braun & Clark, 2006). روش مورد استفاده در پژوهش حاضر، شبکه مضامین است. با توجه به وجود بازیگران مختلف در حوزه توسعه هوش مصنوعی و همچنین سبد متنوعی از ابزارها و اهداف که ارتباط‌ها و اولویتشان منجر به ایجاد بسته سیاستی توسعه هوش مصنوعی در کشور می‌شود، این روش برای انجام تحلیل مضمون در پژوهش حاضر انتخاب شده است. روش شبکه مضامین یکی از روش‌های مرسوم در تحلیل مضمون است که آترایدـاسترلینگ آن را توسعه داده است. شبکه مضامین در انتهای فرایند خود منجر به ایجاد نقشه‌ای تارنماگونه به مثابه اصل سازمان‌دهنده و روش نمایش است (Attride-Stirling, 2001). در این روش با بررسی داده‌های خام، مضامین پایه مورد شناسایی قرار می‌گیرند و به همین منوال مضامین سازمان‌دهنده و مضامین فراگیر استخراج می‌گردند. در این بخش از پژوهش، ۱۸ سند رسمی منتشر شده در حوزه سیاستگذاری هوش مصنوعی توسط نهادهای رسمی و دولتی ۷ کشور و ۷ سند معتبر بین‌المللی و گزارش منتشر شده در این حوزه بین سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۲، طبق فرایند روش تحلیل مضمون مورد بررسی قرار گرفتند. یکی از مسائل مهم و مورد توجه در انتخاب کشورهای مورد بررسی در این پژوهش، وضعیت توسعه‌یافتگی کلی آن‌ها بوده است. نتایج پژوهش نوروزی چاکلی و مددی (۱۳۹٤) نشان می‌دهد 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. معمولاً معیارهای ارزیابی درجه توسعه اقتصادی عبارتند از: تولید ناخالص داخلی[1] (GDP)، تولید ناخالص ملی[2] (GNP)، درآمد سرانه، سطح صنعتی شدن، میزان زیرساخت‌های گسترده و استاندارد عمومی زندگی" (Majaski, 2022). شاخص توسعه انسانی[3] (HDI) سازمان ملل نیز یک معیار آماری است که سطح توسعه انسانی کشورهای مختلف را نشان می‌دهد (UN, 2020). دیگر معیار مهم در انتخاب کشورها برای بررسی اسناد سیاستی توسعه هوش مصنوعی آن‌ها به طور ویژه وضعیت آن‌ها در حوزه هوش مصنوعی در جمیع جهات آن بود. در این راستا شاخص جهانی هوش مصنوعی منتشر شده توسط Tortoise به عنوان اولین شاخصی که کشورها را در سطح سرمایه‌گذاری، نوآوری و اجرای هوش مصنوعی محک می‌زند، در نظر گرفته شد. این شاخص تجمیع ۱٤۳ شاخص تقسیم شده در هفت زیر ستون استعداد، زیرساخت، محیط عملیاتی، تحقیق، توسعه، راهبرد دولتی و تجاری است که به صورت کارشناسانه وزن‌دهی شده‌اند (Tortoise, 2022). با توجه به این دو شاخص اصلی، ۷ کشور برای انجام پژوهش انتخاب شدند. در انتخاب این ۷ کشور علاوه بر وضعیت توسعه‌یافتگی و وضعیت توسعه هوش مصنوعی در آن‌ها، مسائلی نظیر حفظ توازن جغرافیایی در بین قاره‌های مختلف، نوع حکمرانی کلان و حیطه‌های مختلف تمرکز در حوزه هوش مصنوعی مورد توجه قرار گرفته‌اند. ۷ کشور مورد بررسی در پژوهش حاضر عبارتند از: ایالات متحده آمریکا، چین، انگلیس، روسیه، استرالیا، آلمان و هند. در جدول ۳ خلاصه‌ای از شرایط مختلف هر کشور (که در انتخاب آن‌ها اثر داشته‌اند) قابل مشاهده است.

جدول ۳ – خلاصه‌ای از شرایط مختلف کشورهای مورد بررسی در فاز اول پژوهش

قاره	کشور	رتبه در شاخص توسعه انسانی	رتبه در شاخص جهانی توسعه هوش مصنوعی
آمریکا	ایالات متحده	۱۷	۱
اروپا	انگلیس	۱۳	۳
	آلمان	٦	۹
	روسیه	۵۲	۳۲
آسیا	چین	۸۵	۲
	هند	۱۳۱	۱۷

1- Gross Domestic Product
2- Gross National Product
3- Human Development Index

اقیانوسیه	استرالیا	۸	۱۱
میانگین		٤٤/٥٧	۱۰/۷۱

به منظور شفاف‌شدن هر چه بیشتر اهداف و ابزارهای سیاستی بااهمیت در حوزه توسعه هوش مصنوعی در ایران و جهان و با توجه به هدف اصلی پژوهش (طراحی یک بسته سیاستی مناسب برای توسعه هوش مصنوعی به طور خاص در ایران) نسبت به مصاحبه با ۱۵ تن از خبرگان فعال در بخش‌های مختلف پیرامون سیاستگذاری هوش مصنوعی اقدام گردید. این ۱۵ نفر از بین ۳ طیف مختلف اساتید دانشگاه و پژوهشگران، مدیران دولتی و کارآفرینان و فعالان بخش خصوصی انتخاب شدند. در جدول ٤ اطلاعات اسناد مورد بررسی و در جدول ۵ مشخصات افراد مورد مصاحبه قابل مشاهده است. در ادامه تمامی اسناد و مصاحبه‌ها با تحلیل مکرر نسخه‌برداری و کدگذاری گردید و مضامین پایه، سازمان‌دهنده و فراگیر مورد استخراج قرار گرفتند. به منظور بررسی اعتبار و پایایی کدگذاری‌های انجام شده و مضامین استخراج شده از ۲ خبره حوزه مدیریت و سیاستگذاری علم، فناوری و نوآوری (اعضای محترم هیئت علمی دانشگاه تهران) درخواست شد تا به طور مجزا اقدام به کدگذاری یافته‌ها نمایند سپس به صورت زوجی ضریب توافقی (کاپای کوهن) میان کدگذاری‌ها (مضامین) محاسبه گردید که عدد ۰,۸ را نشان می‌داد که سطح توافقی قابل قبول به شمار می‌آید.

جدول ٤ – اطلاعات اسناد ملی و بین‌المللی مورد بررسی در حوزه سیاستگذاری هوش مصنوعی

کشور/نهاد	ردیف	نام کامل سند	تاریخ انتشار سند
ایالات متحده	۱	Executive Order 13859-Maintaining American Leadership in AI	2019
	۲	The National AI R&D Strategic Plan: 2009 Update	2019
	۳	(NSCAI) Final Report: National Security Commission on AI	2020
	٤	The National AI Initiative Act of 2020	2021
چین	۵	Development plan Generation AI A Next	2017
	٦	Three-Year Action Plan - Development of a New Generation AI …	2017
	۷	MST: Notice on the Publication of the Guidance on National New AI …	2019
انگلیس	۸	Industrial Strategy	2017
	۹	Guidelines for AI procurement	2020
	۱۰	UK AI Council AI Roadmap	2021
	۱۱	National AI Strategy	2021
روسیه	۱۲	National Strategy for Artificial Intelligence Development	2019
استرالیا	۱۳	Artificial Intelligence Roadmap	2019
	۱٤	Australia’s AI Action Plan	2021
	۱۵	Digital Economy Strategy: Fact shit: AI	2021
آلمان	۱٦	AI Strategy	2018
	۱۷	AI Strategy of the German Federal Government- Update 2020	2020
هند	۱۸	National Strategy for AI	2018
کمیسیون اروپا	۱۹	AI for Europe	2018
	۲۰	A comprehensive European industrial policy on AI & Robotics	2019
	۲۱	Coordinated Plan on AI 2021 Review	2021
	۲۲	National strategies on AI: A European perspective	2021
OECD	۲۳	The digital innovation policy landscape in 2019	2019
	۲٤	Review of national policy initiatives in support of digital	2019
	۲۵	An overview of national AI strategies and policies	2021

جدول ۵ – اطلاعات مصاحبه شوندگان در فاز اول پژوهش

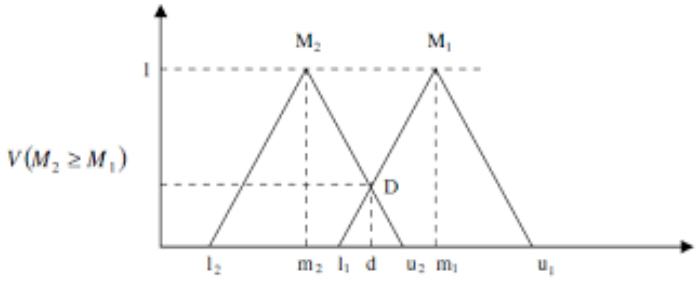
ردیف	تحصیلات	سوابق اجرایی (یا آموزشی)	رشته تخصصی
۱	دکترا	معاونت وزارت ارتباطات	مهندسی کامپیوتر/ فناوری اطلاعات
۲	دکترا	عضو هیأت علمی دانشگاه تربیت مدرس	
۳	دکترا	عضو هیئت مدیره شرکت فناپ	
٤	دکترا	عضو هیئت مدیره شرکت ارتباطات زیرساخت	
۵	دکترا	استاد دانشگاه شهید بهشتی	
٦	دکترا	عضو هیأت علمی دانشگاه فردوسی مشهد	
۷	دکترا	مدیریت گروه پژوهشی پردازش گفتار دانشگاه صنعتی شریف	
۸	کارشناسی ارشد	دبیر کارگروه توسعه فناوری‌های هوش مصنوعی مرکز همکاری‌های تحول و پیشرفت	
۹	کارشناسی ارشد	هم‌بنیانگذار هلدینگ بنتک	
۱۰	کارشناسی	مدیریت عامل کافه بازار	
۱۱	دکترا	عضویت در میز علوم و فناوری شناختی گروه تخصصی بین‌رشته ای وزارت عتف	مهندسی برق
۱۲	دکترا	عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس	
۱۳	کارشناسی ارشد	ریاست مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات	
١٤	دکترا	دبیر ستاد توسعه فناوری‌های اقتصاد دیجیتال	مدیریت
۱۵	دکترا	معاونت وزارت ارتباطات	

در فاز دوم پژوهش (کمّی) نیز برای اولویت‌بندی اهداف سیاستی و همچنین اولویت‌بندی ابزارهای سیاستی برای نیل به هر یک از اهداف سیاستی از روش تحلیل سلسله مراتبی گروهی فازی مطابق با روش چانگ استفاده شده است. محمدی زنجیرانی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهش خود با عنوان «بررسی عملکرد متداول‌ترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه با رویکرد بهینه‌یابی» تکنیک AHP را تکنیک برتر رتبه‌بندی دانستند و با توجه به این موضوع و اهمیت اولویت‌بندی در خلال پژوهش حاضر، این روش برای رتبه‌بندی اهداف و ابزارهای سیاستی انتخاب گردیده است. پژوهش حاضر بر پایه پژوهش علی‌احمدی و قاضی‌نوری (۱۳۸۸) بنا نهاده شده است. این روش شامل ارزیابی وزن معیارها در قالب یک سیستم سلسله مراتبی و ارزش‌گذاری اهداف سیاستی توسعه هوش مصنوعی در ایران و همچنین ارزش‌گذاری ابزارهای سیاستی برای تحقق هر یک از اهداف سیاستی به کمک متغیرهای زبانی و اعداد فازی است. حجم جامعه آماری در این فاز پژوهش حاضر ۷ نفر از خبرگان حوزه‌های سیاستگذاری علم و فناوری، مدیریت فناوری، اقتصاد دیجیتال و هوش مصنوعی بوده است که پرسش‌نامه‌های مربوط به انجام تحلیل سلسله مراتبی فازی در میان این خبرگان توزیع و به صورت تکمیل شده دریافت گردید. در جدول ٦ مشخصات و اطلاعات خبرگان دخیل در انجام مقایسات دودویی مشخص است. همچنین تحلیل پرسش‌نامه‌ها، مقایسات زوجی و پایایی پژوهش با استفاده از برنامه Excel و MATLAB انجام شده است.

جدول ٦ – اطلاعات خبرگان پاسخ‌دهنده به پرسشنامه‌های فاز دوم پژوهش

ردیف	تحصیلات	حوزه تخصصی	ردیف	تحصیلات	حوزه تخصصی
۱	دکترا	سیاستگذاری علم، فناوری و نوآوری (عضو هیئت علمی)	۵	دانشجوی دکترا	سیاستگذاری علم، فناوری و نوآوری
۲		مدیریت فناوری (عضو هیئت علمی)	٦		مهندسی کامپیوتر، گرایش هوش مصنوعی
۳		اقتصاد و تحول دیجیتال (فعال بخش دولتی)	۷		مدیریت فناوری اطلاعات، گرایش کسب و کار الکترونیک
٤		هوش مصنوعی (فعال در حوزه کارآفرینی و استارتاپ)			

در ادامه به تشریح روش انجام فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی خواهیم پرداخت. در ابتدا نسبت به ایجاد درخت سلسله‌مراتبی پژوهش اقدام گردید. در پژوهش حاضر، اهداف توسعه هوش مصنوعی، معیار به شمار می‌روند و ابزارهای سیاستی توسعه هوش مصنوعی، گزینه‌ها هستند. طیف فازی مورد استفاده در این پژوهش شکل ۲ بوده است. طبق روش تحلیل سلسله مراتبی چانگ (۱۹۹۶)، اعداد مورد استفاده در این روش، اعداد مثلثی فازی هستند (Chang, 1996).



شکل ۲ – اعداد مثلثی فازی (Chang, 1996).

در ادامه و به منظور تشکیل ماتریس مقایسات زوجی، نیاز به تبدیل متغیرهای کلامی به اعداد فازی مثلثی بود. این امر با استفاده از اعداد فازی مثلثی در پژوهش امکان‌پذیر است. در جدول ۷ متغیرهای زبانی و اعداد فازی مثلثی استفاده شده مشخص هستند.

جدول ۷ – متغیرهای زبانی و اعداد فازی مثلثی برای معیارها و رتبه بندی زیرمعیارها (Sirisawat & Kiatcharoenpol, 2018)

عدد فازی	عبارت کلامی	عدد فازی مثلثی	عدد فازی	عبارت کلامی	عدد فازی مثلثی	عدد فازی	عبارت کلامی	عدد فازی مثلثی
$\tilde{9}$	کاملاً مهم تر	(۸،۹،۱۰)	$\tilde{6}$	اهمیت زیاد تا بسیار زیاد	(۵،۶،۷)	$\tilde{3}$	نسبتاً مهم‌تر	(۲،۳،۴)
$\tilde{8}$	بسیار زیاد تا کاملاً مهم‌تر	(۷،۸،۹)	$\tilde{5}$	اهمیت زیاد	(۴،۵،۶)	$\tilde{2}$	یکسان تا نسبتاً مهم‌تر	(۱،۲،۳)
$\tilde{7}$	اهمیت بسیار زیاد	(۶،۷،۸)	$\tilde{4}$	نسبتاً مهم‌تر تا اهمیت زیاد	(۳،۴،۵)	$\tilde{1}$	اهمیت یکسان	(۱،۱،۱)

در خلال این مرحله با استفاده از پرسشنامه‌های مقایسه زوجی از صاحب‌نظران خواسته شد که با توجه به شرایط مختلف کشور در حوزه فناوری و خصوصاً هوش مصنوعی، مقایسات دو به دوی معیارها (اهداف توسعه هوش مصنوعی) را انجام داده و اهداف را به نوعی اولویت‌بندی کنند. همچنین در این پرسشنامه برای هر یک از معیارها، جدولی طراحی شده بود تا صاحب‌نظران با در نظر گرفتن هر یک از اهداف، نسبت به اولویت‌بندی ابزارهایی که برای نیل به آن هدف نیاز است، اقدام نمایند.

قدم چهارم: محاسبه مقدار گستردگی ترکیبی فازی:	قدم پنجم: تعیین وزن معیارها و گزینه‌ها
$\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = (\sum_{j=1}^{m} I_j, \sum_{j=1}^{m} m_j, \sum_{j=1}^{m} u_j)$ $\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} = (\sum_{j=1}^{m} I_j, \sum_{j=1}^{m} m_j, \sum_{j=1}^{m} u_j$ $\left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$ $= (\frac{1}{\sum_{j=1}^{m} I_j}, \frac{1}{\sum_{j=1}^{m} m_j}, \frac{1}{\sum_{j=1}^{m} u_j})$ $S_i = \sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j} \left[\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} M_{gi}^{j}\right]^{-1}$	$V(M_2 \geq M_1) = hgt(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d)$ $=$ $\begin{cases} 1 & if \quad m_2 \geq m_1 \\ 0 & if \quad I_1 \geq m_1 \\ \frac{I_1 - u_2}{(m_2 - u_2)(m_1 - I_1)} & otherwise \end{cases}$

تعیین وزن معیارها و گزینه‌ها و محاسبه وزن نهایی:

$$d(A_1) = \text{MinV}(S_i \geq S_k) \quad , k = 1,2,\ldots\ldots,n \; ; k \neq i$$

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \ldots\ldots, d'(A_n))^T$$

$$w = \left[\frac{d'(A_1)}{\sum_{i=1}^{n} d'(A_i)}, \frac{d'(A_2)}{\sum_{i=1}^{n} d'(A_i)}, \cdots, \frac{d'(A_n)}{\sum_{i=1}^{n} d'(A_n)}\right]^T \qquad W = (d(A_1), d(A_2), \ldots\ldots, d(A_n))^T$$

تحلیل سلسله مراتبی فازی گروهی:

$$for\ k\ experts\ and\ if\ \tilde{a}_{ijk} = (\tilde{l}_{ijk}, \tilde{m}_{ijk}, \tilde{u}_{ijk})\ \text{then}\ \tilde{l}_{ijk} = \min(\tilde{l}_{ijk}) \quad k = 1,2,\ldots,K$$

$$\tilde{m}_{ijk} = \sqrt[k]{\prod_{k=1}^{K} \tilde{m}_{ijk}}$$

$$\tilde{u}_{ijk} = \min(\tilde{u}_{ijk}) \quad k = 1,2,\ldots,K$$

در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی شاخصی به نام نرخ ناسازگاری وجود دارد که به وسیله آن پایایی پرسشنامه‌ها تعیین می‌گردد. با توجه به ساختار پژوهش حاضر، ٦ ماتریس مقایسات زوجی به شیوه‌ای که پیش از این اشاره شد بدست آمد که با انجام محاسبات لازم طبق فرمول‌های محاسبه نرخ سازگاری در مقایسات دودویی، میزان CR^m و CR^g برای هر یک از جداول (ماتریس‌ها) محاسبه شد. در صورتی که هر دو این شاخص‌ها کوچکتر از ۰,۱ باشند، ماتریس فازی سازگار است (Zangirchi, 2010). انجام محاسبات در نهایت نشان داد که هر ٦ ماتریس دارای ناسازگاری کمتر از ۰,۱ بوده و در نتیجه تمامی ماتریس‌های فازی سازگار هستند. فلذا پایایی پژوهش حاضر مورد تأیید است. در جدول ۸ مقدار دقیق CR^m و CR^g تمامی ماتریس‌های فازی مشخص است:

جدول ۸ – وضعیت سازگاری ماتریس‌های فازی پژوهش

ماتریس	CR^g	CR^m	وضعیت سازگاری
مقایسه زوجی اهداف (اولویت‌بندی اهداف)	۰,۰٦۹	۰,۰۰۵	سازگار
مقایسه زوجی ابزارها نسبت به هدف ۱	۰,۰۹٦	۰,۰۰۳	سازگار
مقایسه زوجی ابزارها نسبت به هدف ۲	۰,۰٦٦	۰,۰۰۸	سازگار
مقایسه زوجی ابزارها نسبت به هدف ۳	۰,۰۳۲	۰,۰۰۵	سازگار
مقایسه زوجی ابزارها نسبت به هدف ٤	۰,۰۹۰	۰,۰۹۸	سازگار
مقایسه زوجی ابزارها نسبت به هدف ٥	۰,۰٥۹	۰,۰۰۳	سازگار

یافته‌های پژوهش

در خلال این پژوهش با بررسی اسناد ملی و بین‌المللی توسعه هوش مصنوعی در مناطق مختلف جهان، بررسی و تجزیه و تحلیل گزارشات منتشر شده در حوزه سیاستگذاری هوش مصنوعی و همچنین مصاحبه با خبرگان بخش‌های مختلف پیرامون سیاستگذاری هوش مصنوعی سعی گردید مهم‌ترین اهداف و ابزارهای سیاستی توسعه هوش مصنوعی در جهان مشخص گردد. پس از مشخص شدن اهداف و ابزارهای سیاستی اصلی، طبق نظر خبرگان داخلی این حوزه، نسبت به اولویت‌بندی اهداف سیاستی و همچنین مشخص نمودن (و اولویت‌بندی) مهم‌ترین ابزارهای سیاستی برای تحقق تمامی اهداف مورد نظر اقدام گردید. یافته‌های پژوهش حاضر در دو فاز کیفی و کمّی در ادامه ارائه خواهد شد. همان طور که پیش از این بیان شد، ساختار پژوهش از نوع طرح اکتشافی بوده است و فاز دوم پژوهش (فاز کمّی) بر پایه نتایج فاز اول (فاز کیفی) بنا نهاده شده است.

یافته‌های فاز اول پژوهش (تحلیل کیفی)

داده‌های حاصل از بررسی اسناد ملی و بین‌المللی و گزارشات بااهیمت منتشر شده در کنار مصاحبه‌های خبرگان این حوزه در کشور، با بهره‌مندی از سازوکار تحلیل مضمون طی سه مرحله کلی کدگذاری توصیفی، کدگذاری تفسیری و یکپارچه‌سازی از طریق مضامین فراگیر تحلیل شدند. با توجه به اهمیت موضوع و تجربه‌های بدست آمده در خلال پژوهش‌های کیفی پیشین، به منظور افزایش سطح اعتبار پژوهش، کدها به طور دقیق و یک به یک، مورد بازبینی و تحلیل قرار گرفت و با چارچوب‌های موجود در پیشینه پژوهش مقایسه گردید. همچنین در نهایت، جداول نهایی بدست آمده نیز توسط تعدادی از خبرگان حوزه هوش مصنوعی و سیاستگذاری مورد بررسی قرار گرفت تا اطمینان حاصل شود که نتایج ارائه شده از قابلیت اعتبار، انتقال و تاییدپذیری کافی برخوردار باشند. پس از بررسی و تجزیه و تحلیل مضامین موجود در ۲۵ سند سیاستی مورد بررسی و مصاحبه با ۱۵ نفر از خبرگان فعال در بخش‌های مختلف زیست‌بوم هوش مصنوعی، مضامین پایه، سازمان دهنده و فراگیر از متن اسناد و مصاحبه‌های مورد بررسی استخراج شدند. یافته‌های پژوهش مجموعاً شامل ٦٥١ مضمون پایه، ۵۰ مضمون سازمان‌دهنده و ۱۲ مضمون فراگیر استخراج شده از برنامه‌های سیاستی کشورهای مورد بررسی می‌شود.

اهداف سیاستی

مروری بر مبانی نظری این حوزه نشان می‌دهد که افراد بسیاری در پژوهش‌های مختلف نسبت به تقسیم‌بندی اهداف نظام‌های نوآوری و فناورانه اقدام نموده‌اند. با توجه به ماهیت ویژه و نوظهور بودن هوش مصنوعی و موضوع پژوهش، از دسته‌بندی مرسوم کلارک و گای به عنوان چارچوب اولیه ارائه اهداف بهره گرفته شده است. کلارک و گای سیاست‌های ممکن در حوزه علم و فناوری را به سه دسته سیاست‌های توسعه طرف عرضه، توسعه طرف تقاضا و سیاست‌های زیرساختی تقسیم می‌کنند (Clark & Guy, 1997). با توجه به این که در حوزه تدوین اسناد سیاستی در حوزه هوش مصنوعی، نهادهای بین‌المللی نقش ویژه‌ای را ایفا نموده‌اند، دسته‌بندی ارائه شده توسط کمیسیون اروپا در حوزه اهداف سیاستی که آن‌ها را با بهره‌مندی از وضعیت دانشی مرتب می‌کند نیز مورد توجه قرار گرفته است (European Commission, 2003). انواع دسته بندی‌های اهداف سیاستی در مراجع مختلف پیش از این و در خلال جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به ساختار مورد اشاره، در جدول ۹ خلاصه نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها و مضامین مستخرج از اسناد سیاستی ملی و بین‌المللی و مصاحبه‌های انجام شده در حوزه اهداف سیاستی نمایش داده شده است.

جدول ۹ – مضامین پایه، سازمان‌دهنده و فراگیر مستخرج از اسناد سیاستی و مصاحبه‌ها– بخش اهداف سیاستی

نمونه‌ای از مضامین پایه ←	مضامین سازمان‌دهنده ←	مضامین فراگیر
توسعه کاربرد و تجاری‌سازی و خلق ثروت با ه.م	بهبود وضعیت اقتصادی	دستیابی به مزیت رقابتی و رشد اقتصادی
پیروزی در رقابت جهانی ه.م	رقابت پذیری	
تلاش برای ایجاد بازار برای ه.م و افزایش شرکت‌های فعال	توسعه کسب و کارها	
پشتیبانی از توسعه محصولات ه.م در حوزه‌های مختلف	تنوع اقتصادی	
ترویج انتشار و پذیرش فناوری دیجیتال ه.م توسط کسب‌وکارها	بهره گیری از هوش مصنوعی در صنایع	
ایجادخط مشی‌های جدید توسعه استعدادهای ه.م	توسعه استعداد	ارتقای سرمایه انسانی و دانشی متخصص
ایجاد محیطی برای رشد و جذب بهترین استعدادهای ه.م جهان	جذب و نگهداشت استعداد	
توسعه شرایط آموزش مهارت‌های مورد نیاز ه.م به دانش آموزان	توسعه آموزش	
تربیت سالانه ۳۰ تا ۵۰ هزار متخصص سطح بالا در حوزه ه.م	تربیت نیروی انسانی	
تمرکز بر نیازهای فوری محلی و بهبود معیشت به وسیله ه.م	پرداختن به مسائل و اولویت‌های جامعه	افزایش رفاه اجتماعی و بهبود خدمات عمومی
بهبود بینش و نگرش درباره ه.م در سطوح بالای جامعه ایران	همراهی جامعه با هوش مصنوعی	
بهبود شرایط حریم خصوصی ، امنیت و مقررات اخلاقی	توسعه هوش مصنوعی مسئول	

نمونه‌ای از مضامین پایه ←	مضامین سازمان‌دهنده ←	مضامین فراگیر
لزوم استفاده از ه.م در راستای افزایش کیفیت و کاهش قیمت	افزایش رفاه اجتماعی	
اطمینان از قابلیت‌های پیشرفته ه.م برای دولت و صنعت در آینده	کاربردی سازی پژوهش	ارتقای ظرفیت‌های علمی و پژوهشی
ایجاد هسته‌های پژوهش ه.م	بهبود شرایط پژوهش	
ایجاد نسل جدیدی از تئوری اساسی ه.م	دستیابی به پیشرفت علمی	
پیشتازی مداوم در پژوهش در مرزهای ه.م و زیرمجموعه‌ها	رهبری علمی/پژوهشی در جهان	
تحریک سرمایه گذاری و جذب شبکه‌های با ظرفیت بسیار بالا	توسعه زیرساخت شبکه	بهبود زیرساخت‌های فنی و داده‌ای
افزایش تعداد سوپر کامپیوترها و GPU Farmهای قوی	توسعه زیرساخت پردازشی (محاسباتی)	
بهبود شرایط اشتراک داده‌ها بین زنجیره‌های مختلف	توسعه زیرساخت داده‌ای	
توسعه استانداردهای ویژه ه.م و داده در سطح کشور ایران	توسعه استانداردهای‌فنی	
کاهش موانع و بارهای نظارتی موجود در حوزه نوآوری	کاهش موانع زیرساختی	

ابزارهای سیاستی

در بحث دسته‌بندی ابزارها نیز با توجه به این که اسناد بررسی شده، اغلب مداخلات مختلف دولتی را مد نظر قرار داده‌اند، با توجه به رویکردی که در بخش اهداف سیاستی به آن اشاره شد، به منظور هم‌راستایی اهداف و ابزارها، بر اساس پیشینه پژوهش، دسته‌بندی کلی خاصی در این بخش مد نظر قرار گرفته است که ابزارهای سیاستی را به چهار دسته ابزارهای متمرکز بر تحریک طرف عرضه نوآوری، ابزارهای متمرکز بر تحریک طرف تقاضای نوآوری، ابزارهای متمرکز بر تحریک شکل‌گیری روابط نظام ساز و در نهایت ابزارهای تنظیم‌گری و قانون‌گذاری تقسیم می‌کند (نصیری و ردائی، ۱۳۹۸). انواع ابزارها و چارچوب‌های مختلف دسته‌بندی ابزارها پیش از این ارائه گردید. با توجه به ساختار مورد اشاره، در جدول ۱۰ خلاصه نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها و مضامین مستخرج از اسناد سیاستی ملی و بین‌المللی و مصاحبه‌های انجام شده در حوزه ابزارهای سیاستی نمایش داده شده است.

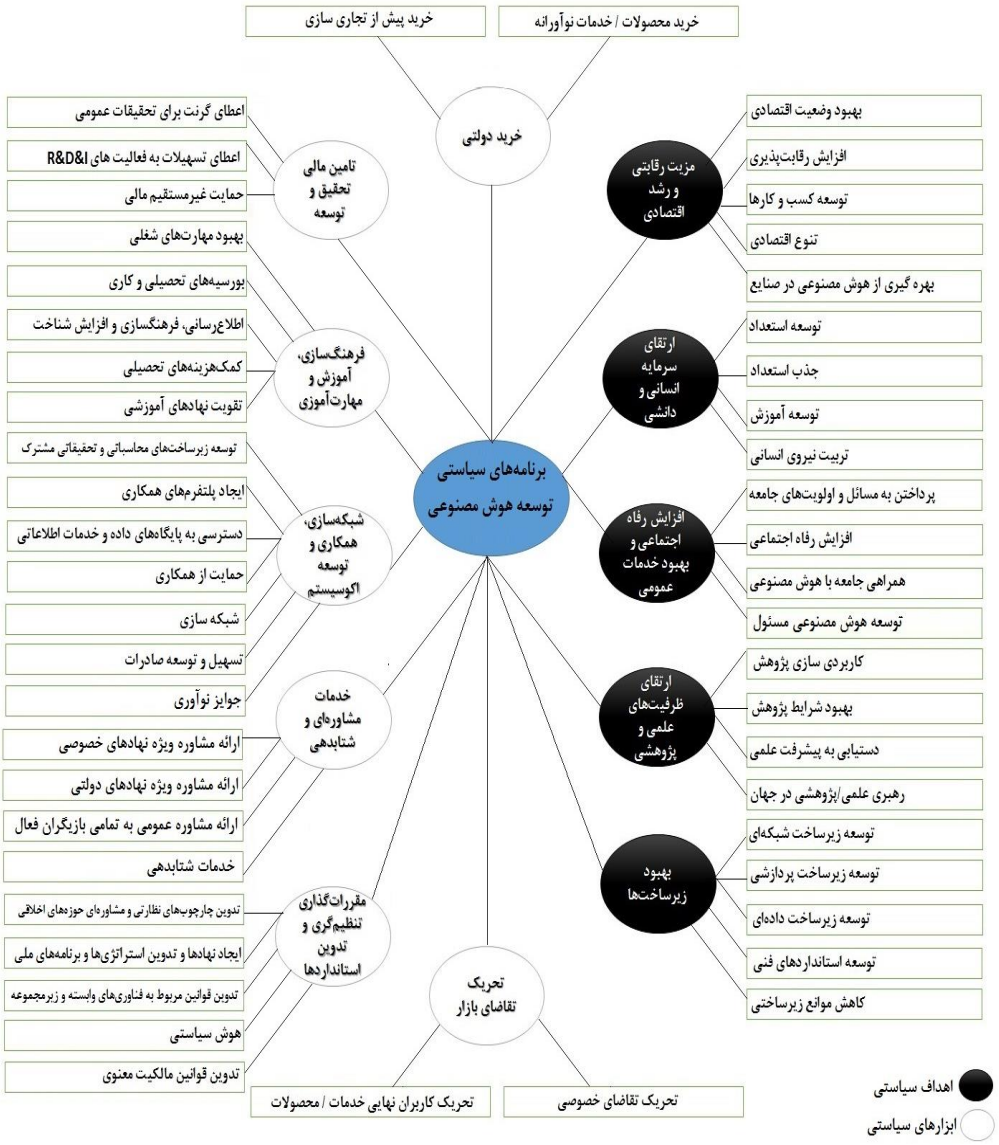
جدول ۱۰ – مضامین پایه، سازمان‌دهنده و فراگیر مستخرج از اسناد سیاستی و مصاحبه‌ها– بخش ابزارهای سیاستی

نمونه‌ای از مضامین پایه ←	مضامین سازمان‌دهنده ←	مضامین فراگیر
سرمایه گذاری ۲۵۰ میلیون پوندی برای توسعه آزمایشگاه ه.م	اعطای گرنت برای تحقیق و توسعه عمومی	تامین مالی تحقیق و توسعه
حمایت از پروژه‌های الیت ه.م توسط صندوق‌های سرمایه گذاری موجود دولتی	اعطای گرنت و وام برای تحقیق، توسعه و نوآوری در کسب و کار	
ارائه یارانه‌های نوآوری برای خرید خدمات دانش عمومی	حمایت‌های غیرمستقیم مالی	
ایجاد رصدخانه آلمانی برای ه.م	هوش سیاستی	مقررات‌گذاری، تنظیم‌گری و تدوین استانداردها
ایجاد کمیته مشورتی راهبرد ه.م	ایجاد نهادها و تدوین راهبردها، آیین نامه و برنامه‌های ملی	
توسعه یک استاندارد بین دولتی برای شفافیت الگوریتمی	تدوین مقررات نظارتی و مشاوره‌ای حوزه‌های اخلاقی	
ایجاد رژیم جذاب مالکیت معنوی برای نوآوری در ه.م	تدوین قوانین مالکیت معنوی	
ایجاد فرآیندهای استاندارد برای تصمیم گیری، خرید، پیاده سازی و بهره برداری از برنامه‌های کاربردی ه.م در مدیریت دولتی	تدوین قوانین فناوری‌های نوظهور وابسته و زیرمجموعه هوش مصنوعی	
توسعه یک برنامه کارشناسی ارشد با بودجه صنعتی	بورسیه‌های تحصیلی و کاری	فرهنگ‌سازی، آموزش و مهارت‌آموزی
برگزاری همایش‌ها و آموزش‌های لازم به منظور فرهنگسازی	اطلاع رسانی، فرهنگسازی و افزایش شناخت همگانی	
ساخت تیم استعدادهای درخشان با اعطای کمک هزینه	کمک هزینه‌های تحصیلی	
ایجاد مرکز مطالعات پیشرفته، تحقیقات ترجمه و رهبری ه.م	تقویت نهادهای آموزشی	

نمونه‌ای از مضامین پایه ←	مضامین سازمان‌دهنده ←	مضامین فراگیر
پیگیری «راهبرد مهارت‌های ملی» برای ارتقای مهارت‌های نیروی کار	بهبود مهارت‌های شغلی	
ترتیب دادن سازوکار مشاوره عمومی در مورد ه.م	ارائه مشاوره ویژه نهادهای دولتی	خدمات مشاوره‌ای و شتابدهی
توسعه ابزارهای آمادگی ه.م برای ارزیابی بلوغ دیجیتالی و ه.م و مشاوره به کسب و کارها	ارائه مشاوره ویژه نهادهای خصوصی	
ایجاد یک گروه متشکل از کارشناسان چند رشته‌ای به منظور ارائه مشاوره در مورد مسائل ه.م مسئول	ارائه مشاوره به نهادهای دولتی، خصوصی و دیگر بازیگران فعال	
ایجاد پارک‌های ملی ه.م و شتاب‌دهی استارتاپها	خدمات شتابدهی	
گسترش مراکز عالی برای تحقیقات ه.م با ترویج محاسبات با عملکرد بالا برای ایجاد ظرفیت‌های محاسباتی	توسعه زیرساخت‌های محاسباتی و تحقیقاتی مشترک هوش مصنوعی	شبکه‌سازی، حمایت از همکاری و توسعه اکوسیستم
ایجاد یک نقشه راه شبکه دانش باز و پتلفرم‌های دانشی	ایجاد پلتفرم‌های باز همکاری	
برگزاری چالش‌های ه.م و ایجاد جایزه آلمانی برای «ه.م ساخت آلمان»	جوایز نوآوری	
ساخت پایگاه‌های پیلوت ملی برای صنایع جدید صنعتی	تسهیل و توسعه صادرات	
ایجاد یک شبکه قوی و متنوع از مشارکت‌های علمی و فناوری	حمایت از همکاری	
تسهیلگری در انتشار داده‌ها و دسترسی به پایگاه‌های داده	دسترسی به پایگاه‌های داده و خدمات اطلاعاتی	
توسعه یک شبکه تحقیق و توسعه فرانسوی-آلمانی	شبکه‌سازی	
تسریع پذیرش ه.م در آژانس‌های فدرال از طریق خرید و بکارگیری محصولات/خدمات مبتنی بر ه.م بخش خصوصی	خرید محصولات/خدمات نوآورانه هوش مصنوعی	خرید دولتی
حمایت از استارتاپ‌ها و شرکت‌های کوچک و متوسط از طریق قراردادهای عمومی و مطابق با الزامات قانون بودجه و تدارکات عمومی	خرید پیش از تجاری‌سازی	
ایجاد یک بازار رقابتی و منصفانه با تعامل با فروشندگان	تحریک تقاضای خصوصی	تحریک تقاضای بازار
ایفای نقش واسطه بین عرضه و تقاضا بین شرکت‌های توسعه دهنده ه.م و خریداران و استفاده کنندگان	تحریک کاربران نهایی محصولات/خدمات	

شبکه مضامین اهداف و ابزارهای سیاستی

شبکه مضامین اهداف و برنامه های سیاستی کشورهای مختلف جهان در حوزه توسعه هوش مصنوعی در شکل ۳ قابل مشاهده است. با توجه به تعدد مضامین پایه در خلال بررسی، در ترسیم شبکه مضامین، به رسم مضامین سازمان‌دهنده و فراگیر اکتفا شده است.



شکل ۳ – شبکه مضامین برنامه‌های سیاستی توسعه هوش مصنوعی در جهان.

یافته‌های فاز دوم پژوهش (تحلیل کمّی)

در این فاز نسبت به اولویت‌بندی اهداف سیاستی و اولویت‌بندی ابزارهای سیاستی (خروجی فاز اول) برای نیل به هریک از این اهداف اقدام می‌گردد تا نهایتاً ترکیب بسته سیاستی توسعه هوش مصنوعی در ایران مشخص گردد. در پژوهش حاضر، با وجود محدودیت‌های فراوان در دسترسی به نخبگان حوزه، با توجه به اهمیت موضوع سیاستگذاری هوش مصنوعی و تأکیدات مسئولان بلندمرتبه در کشور بر لزوم حرکت همه‌جانبه به سمت توسعه هوش مصنوعی در سطح کشور، از نظرات ۷ تن از خبرگان کشور در حوزه‌های سیاستگذاری علم و فناوری، مدیریت فناوری، اقتصاد دیجیتال و هوش مصنوعی که همگی از اعضای هیئت علمی دانشگاه و موسسات پژوهشی و دانشجویان مقطع دکتری فعال در حوزه‌های مورد اشاره هستند، استفاده شد. با توجه به حساس بودن و چندجانبه بودن مسئله سیاستگذاری هوش مصنوعی، سعی گردید که در انتخاب خبرگان برای تکمیل پرسشنامه‌های مقایسات زوجی تمامی جوانب سیاستگذاری هوش مصنوعی اعم از جوانب سیاستی، فنی و زیرساختی و مدیریتی در سطوح کلان و خرد در نظر گرفته شده و پاسخ‌دهندگان طوری انتخاب شوند که به نوعی نتیجه پژوهش نتیجه

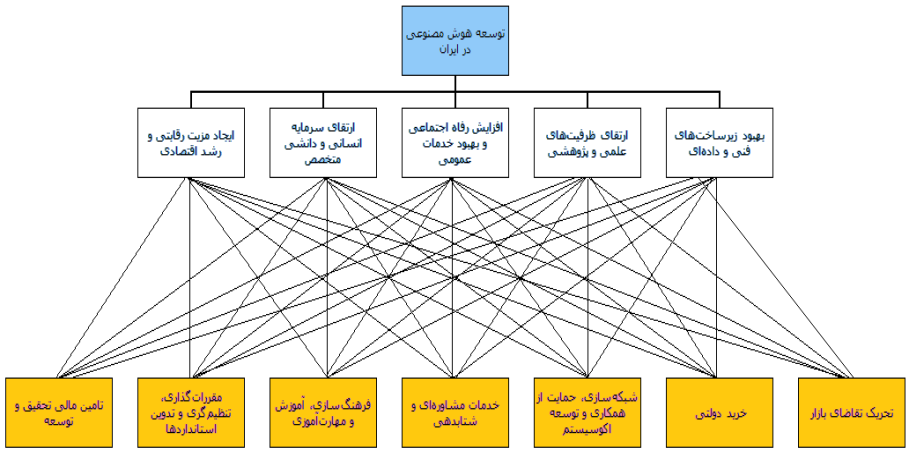
یک خرد جمعی بوده و بتواند به طور عملی راهنما و راهگشای سیاستگذاران و به طور کلی فعالان حوزه سیاستگذاری هوش مصنوعی باشد.

درخت سلسله مراتبی

در این درخت، هدف اصلی مسئله در بالاترین رده قرار گرفته و در رده‌های بعدی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها قرار می‌گیرند (Saaty, 1990). در پژوهش حاضر، اهداف توسعه هوش مصنوعی، به عنوان معیارها در نظر گرفته شده و ابزارهای سیاستی توسعه هوش مصنوعی، گزینه‌های مسئله هستند که باید برای هر معیار اولویت‌بندی شوند.

معیارها: ۱) ایجاد مزیت رقابتی و رشد اقتصادی، ۲) ارتقای سرمایه انسانی و دانشی متخصص، ۳) افزایش رفاه اجتماعی و بهبود خدمات عمومی، ٤) ارتقای ظرفیت‌های علمی و پژوهشی و ٥) بهبود زیرساخت‌های فنی و داده‌ای

گزینه‌ها: ۱) تأمین مالی تحقیق و توسعه ۲) مقررات‌گذاری، ۳) فرهنگ‌سازی، ٤) خدمات مشاوره‌ای و شتاب‌دهی ٥) شبکه‌سازی، حمایت از همکاری و توسعه اکوسیستم ٦) خرید دولتی و ۷) تحریک تقاضای بازار. درخت سلسله مراتبی روش تحلیل سلسله مراتبی فازی پژوهش حاضر به صورت شکل ٤ در نظر گرفته می‌شود:



شکل ٤ – درخت سلسله‌مراتبی فرایند تحلیل سلسله مراتبی پژوهش.

محاسبه وزن معیارها (اهداف سیاستی) و گزینه‌ها (ابزارهای سیاستی) نسبت به معیارها

پس از مشخص شدن درخت سلسله مراتبی فرایند تحلیل سلسله مراتبی، پرسشنامه مقایسات زوجی مربوط به پژوهش آماده و در اختیار ۷ خبره مد نظر قرار داده شد. در این پرسشنامه، هر خبره باید در خلال ٦ جدول (ماتریس) نظرات خود را به صورت طیفی از اعداد ۱ تا ۹ (طیف موسوم به طیف ۹ درجه) در هر مقایسه زوجی ارائه می‌کرد. با توجه به این که روش پژوهش حاضر از نوع تحلیل سلسله مراتبی گروهی بوده و از نظرات بیش از یک خبره در مقایسات زوجی استفاده شده است، پس از دریافت نظر خبرگان، با استفاده از روابط و شیوه‌هایی که در بخش روش‌شناسی به آن‌ها پرداخته شد، میانگین هندسی نظرات خبرگان در هر جدول محاسبه گردید. پس از محاسبه میانگین هندسی نظرات خبرگان در ٦ ماتریس مد نظر، باید وزن معیارها (اهداف سیاستی) و گزینه‌ها (ابزارهای سیاستی) نسبت به معیارها مشخص گردد. بدین منظور، ابتدا طبق مراحل روش فازی چانگ، جمع فازی هر سطر هر ماتریس مورد محاسبه می‌گردد. به عنوان مثال برای ماتریس ۱ که در جدول ۱۱ مشخص است:

جدول ۱۱ – ماتریس جمع فازی برای اولویت‌بندی اهداف سیاستی توسعه هوش مصنوعی در ایران

۵			٤			۳			۲			۱			هدف
۱۰	۳,٤٥۲	۰,۲۰۰	۱۰	۳,۳٤۳	۱	۱۰	۳,۹٦۹	۱	۱۰	۱,٤٥۰	۰,۳۳۳	۱	۱	۱	۱
۹	۲,٤٤۳	۰,۱٦۷	۱۰	۳,۳٦۱	۱	۱۰	۲,۲٤٦	۰,۲٥۰	۱	۱	۱	۳,۰۰۳	۰,٦۹۰	۰,۱۰۰	۲
۱۰	۱,۲۹۲	۰,۱۰۰	۱۰	۱,۱۰٤	۰,۱۰۰	۱	۱	۱	٤	۰,٤٤٥	۰,۱۰۰	۱	۰,۲٥۲	۰,۱۰۰	۳
٥	۱	۰,۱۰۰	۱	۱	۱	۱۰	۰,۹۰٦	۰,۱۰۰	۱	۰,۲۹۸	۰,۱۰۰	۱	۰,۲۳۰	۰,۱۰۰	٤
۱	۱	۱	۱۰	۱	۰,۲۰۰	۱۰	۰,۷۷٤	۰,۱۰۰	۵,۹۸۸	۰,٤۰۹	۰,۱۱۱	٥	۰,۲۹۰	۰,۱۰۰	٥

اعداد سلول‌های ۱،٤،۷،۱۰،۱۳ سطر اول (مینیمم فازی) با یکدیگر جمع شده و اولین سلول ماتریس جمع فازی را می‌سازند:

$$1 + 0.333 + 1 + 1 + 0.200 = 3.533$$

در مرحله بعدی بسط فازی جداول با استفاده از رابطه‌هایی که در بخش روش‌شناسی توضیح داده شدند، محاسبه شده و در ادامه درجه‌های ارجحیت با انجام مقایسات ترتیبی مشخص می‌گردد. مثلاً معیار دوم ابتدا با معیار اول مقایسه می‌شود و سپس به ترتیب با معیارهای بعدی. به همین ترتیب برای تمامی سلول‌های جدول این مقایسه انجام می‌گردد. در نهایت با توجه به روابط مربوطه، وزن معیارها و گزینه‌ها (درجه ارجحیت معیارها و گزینه‌ها) تعیین گردیده و با نرمال سازی این اوزان، وزن نهایی در هر ماتریس مقایسه بدست می‌آید. جدول ۱۲، این فرایند را به طور نمونه برای اولویت‌بندی اهداف سیاستی نشان می‌دهد. همین روند برای بدست آمدن عدد نرمال ارجحیت ابزارهای سیاستی برای تحقق هر یک از اهداف نیز طی می‌شود.

جدول ۱۲ – ماتریس اولویت‌بندی اهداف سیاستی

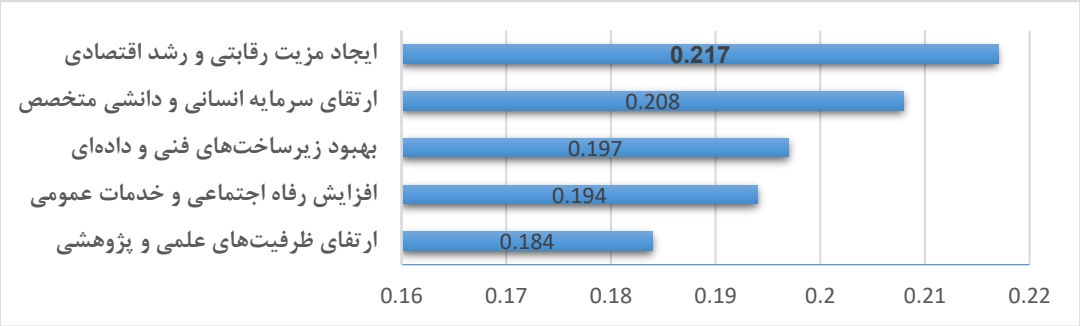
نرمال‌سازی ارجحیت‌ها	درجه ارجحیت	درجه ارجحیت Si بر Sk				بسط مرکب فازی			جمع فازی هر سطر			هدف
۰,۲۱٦۸	۱	۱	۱	۱	۱	۳,۹٥۷۱	۰,٤۰٦٦	۰,۰۲۳٦	٤۱,۰۰۰۰	۱٤,۲۱٤	۳,٥۳۳۰	۱
۰,۲۰۸۳	۰,۹٦۱	۰,٦۱	۱	۱	۱	۳,۱۸٥۳	۰,۲۷۸۷	۰,۱٦۸	۳۳,۰۰۳۰	۹,۷٤۰۰	۲,٥۱۷۰	۲
۰,۱٦٤۲	۰,۸۹٦	۰,۸۹٦	۰,۹۳۹	۱	۱	۲,٥۰۹٤	۰,۱۱۷۱	۰,۰۰۹۳	۲٦,۰۰۰۰	٤,۰۹۳۰	۱,٤۰۰۰	۳
۰,۱۸۳۷	۰,۸٤۷	۰,۸٤۷	۰,۹۰٥	۰,۹۸۹	۰,۹۹۹	۱,۷۳۷۳	۰,۰۹۸۲	۰,۰۰۹۳	۱۸,۰۰۰۰	۳,٤۳٤۰	۱,٤۰۰۰	٤
۰,۱۹۷۰	۰,۹۰۹	۰,۹۰۹	۰,۹٤٥	۰,۹۹٤	۱	۳,۰۸۷۳	۰,۰۹۹٤	۰,۰۱۰۱	۳۱,۹۸۸۰	۳,٤۷۳۰	۱,٥۱۱۰	٥

اولویت‌بندی اهداف سیاستی توسعه هوش مصنوعی در ایران

با انجام تمام مراحل، وزن نهایی تمامی شاخص‌ها مشخص شده و طبق این اوزان نهایی، می‌توان اولویت‌بندی‌های مورد نظر پژوهش را به انجام رساند. همان طور که پیش از این بیان شد، هدف نهایی پژوهش حاضر اولویت‌بندی اهداف استخراج شده از اسناد بین‌المللی و البته اولویت‌بندی ابزارهای مختلف سیاستی برای تحقق هر یک از این اهداف است، که این موضوع با بهره‌مندی از اوزان نهایی شاخص‌ها امکان‌پذیر است. ترتیب اوزان نهایی در هر یک از جداول ۱۳ تا ۱۸ نشانگر اولویتی است که آن هدف یا ابزار در بین دیگر اهداف یا ابزارها دارد و به این ترتیب امر اولویت‌بندی اهداف و ابزارهای سیاستی توسعه هوش مصنوعی محقق می‌گردد. عدد اوزان نهایی معیار به صورت گرد شده در جداول نمایش داده شده‌اند.

جدول ۱۳ – اوزان نهایی و اولویت‌بندی نهایی اهداف سیاستی

رتبه	نام معیار	وزن معیار
۱	ایجاد مزیت رقابتی و رشد اقتصادی	۰,۲۱۷
۲	ارتقای سرمایه انسانی و دانشی متخصص	۰,۲۰۸
۳	بهبود زیرساخت‌های فنی و داده‌ای	۰,۱۹۷
٤	افزایش رفاه اجتماعی و بهبود خدمات عمومی	۰,۱۹٤
٥	ارتقای ظرفیت‌های علمی و پژوهشی	۰,۱۸٤



شکل ۵ – اوزان نهایی و اولویت‌بندی نهایی اهداف سیاستی.

اولویت‌بندی ابزارهای سیاستی برای تحقق هر یک از اهداف سیاستی توسعه هوش مصنوعی در ایران

جدول ١٤ – اوزان نهایی و اولویت‌بندی نهایی ابزارهای سیاستی برای تحقق هدف ایجاد مزیت رقابتی و رشد اقتصادی

رتبه	نام معیار	وزن معیار
١	مقررات‌گذاری، تنظیم‌گری و تدوین استانداردها	٠,١٥٢
٢	تأمین مالی تحقیق و توسعه	٠,١٤٧
٣	تحریک تقاضای بازار	٠,١٤٦
٤	شبکه‌سازی، حمایت از همکاری و توسعه اکوسیستم	٠,١٤٤
٥	خرید دولتی	٠,١٤١
٦	خدمات مشاوره‌ای و شتابدهی	٠,١٣٥
٧	فرهنگ‌سازی، آموزش و مهارت‌آموزی	٠,١٣٤

جدول ١٥ – اوزان نهایی و اولویت‌بندی نهایی ابزارهای سیاستی برای تحقق هدف سیاستی ارتقای سرمایه انسانی و دانشی متخصص

رتبه	نام معیار	وزن معیار
١	تأمین مالی تحقیق و توسعه	٠,١٥٢
٢	مقررات‌گذاری، تنظیم‌گری و تدوین استانداردها	٠,١٥٠
٣	شبکه‌سازی، حمایت از همکاری و توسعه اکوسیستم	٠,١٤٧
٤	فرهنگ‌سازی، آموزش و مهارت‌آموزی	٠,١٤٥
٥	خدمات مشاوره‌ای و شتابدهی	٠,١٤١
٦	تحریک تقاضای بازار	٠,١٣٦
٧	خرید دولتی	٠,١٣٠

جدول ١٦ – اوزان نهایی و اولویت‌بندی نهایی ابزارهای سیاستی برای تحقق هدف سیاستی افزایش رفاه و بهبود خدمات عمومی

رتبه	نام معیار	وزن معیار
١	مقررات‌گذاری، تنظیم‌گری و تدوین استانداردها	٠,١٥٨
٢	فرهنگ‌سازی، آموزش و مهارت‌آموزی	٠,١٥٣
٣	تحریک تقاضای بازار	٠,١٤٧
٤	تأمین مالی تحقیق و توسعه	٠,١٤٦
٥	شبکه‌سازی، حمایت از همکاری و توسعه اکوسیستم	٠,١٤٣
٦	خرید دولتی	٠,١٣٧
٧	خدمات مشاوره‌ای و شتابدهی	٠,١١٦

جدول ۱۷ – اوزان نهایی و اولویت‌بندی نهایی ابزارهای سیاستی برای تحقق هدف سیاستی ارتقای ظرفیت‌های علمی و پژوهشی

رتبه	نام معیار	وزن معیار
۱	تأمین مالی تحقیق و توسعه	۰,۱۵۲
۲	مقررات‌گذاری، تنظیم‌گری و تدوین استانداردها	۰,۱٤۷
۳	فرهنگ‌سازی، آموزش و مهارت‌آموزی	۰,۱٤۵
٤	شبکه‌سازی، حمایت از همکاری و توسعه اکوسیستم	۰,۱٤۳
۵	خرید دولتی	۰,۱٤۱
٦	تحریک تقاضای بازار	۰,۱٤۰
۷	خدمات مشاوره‌ای و شتابدهی	۰,۱۳۲

جدول ۱۸ – اوزان نهایی و اولویت‌بندی نهایی ابزارهای سیاستی برای تحقق هدف بهبود زیرساخت‌های فنی و داده‌ای

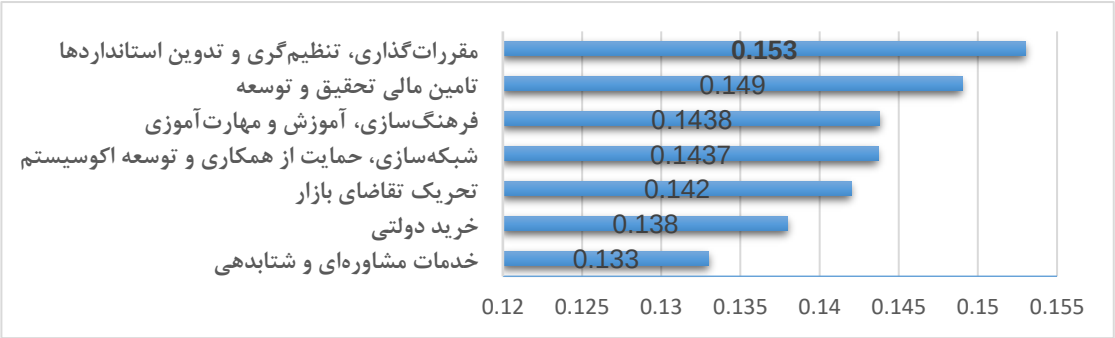
رتبه	نام معیار	وزن معیار
۱	مقررات‌گذاری، تنظیم‌گری و تدوین استانداردها	۰,۱۵۹
۲	تأمین مالی تحقیق و توسعه	۰,۱٤٦
۳	فرهنگ‌سازی، آموزش و مهارت‌آموزی	۰,۱٤۲
٤	شبکه‌سازی، حمایت از همکاری و توسعه اکوسیستم	۰,۱٤۱
۵	خرید دولتی	۰,۱۳۸
٦	تحریک تقاضای بازار	۰,۱۳۷
۷	خدمات مشاوره‌ای و شتابدهی	۰,۱۳٦

اولویت‌بندی کلی ابزارهای سیاستی برای توسعه هوش مصنوعی در ایران

برای جمع‌بندی در حوزه اولویت‌بندی‌های انجام شده در حوزه اهداف و ابزارهای سیاستی توسعه هوش مصنوعی در کشور، با میانگین‌گیری از اوزان بدست آمده در هر یک از ماتریس‌های ۲ تا ٦، می‌توان ابزارهای سیاستی را برای تحقق موضوع کلی توسعه هوش مصنوعی در ایران اولویت‌بندی نمود که در جدول ۱۹ و شکل ٦ قابل مشاهده است:

جدول ۱۹ – اولویت‌بندی کلی ابزارهای سیاستی برای توسعه هوش مصنوعی در ایران

رتبه	نام معیار	وزن معیار
۱	مقررات‌گذاری، تنظیم‌گری و تدوین استانداردها	۰,۱۵۳
۲	تامین مالی تحقیق و توسعه	۰,۱٤۹
۳	فرهنگ‌سازی، آموزش و مهارت‌آموزی	۰,۱٤۳۸
٤	شبکه‌سازی، حمایت از همکاری و توسعه اکوسیستم	۰,۱٤۳۷
۵	تحریک تقاضای بازار	۰,۱٤۲
٦	خرید دولتی	۰,۱۳۸
۷	خدمات مشاوره‌ای و شتابدهی	۰,۱۳۳



شکل ٦ – نمودار اوزان نهایی و رتبه‌بندی ابزارهای سیاستی برای توسعه هوش مصنوعی در ایران.

آنطور که در جدول ۱۹ و شکل ٦ مشخص است، در یک نگاه کلی، ابزارهای حوزه مقررات‌گذاری، نسبت به دیگر ابزارهای سیاستی، بیشترین اولویت را در راستای توسعه هوش مصنوعی در کشور دارند. با اختلافی نه چندان زیاد نسبت به ابزارهای این حوزه، ابزارهای مربوط به تأمین مالی تحقیق و توسعه در رده دوم دیده می‌شوند. در رده سوم و چهارم نیز با اختلافی بسیار ناچیز، دو ابزار فرهنگ‌سازی و شبکه‌سازی قرار گرفته‌اند. رتبه‌های بعدی نیز به ترتیب به تحریک تقاضای بازار، خرید دولتی و خدمات مشاوره‌ای و شتاب‌دهی تعلق دارد.

بحث

با توجه به روند چشم‌گیر افزایش پژوهش‌ها در حوزه هوش مصنوعی و کاربردهای آن، در داخل کشور نیز مقالات بسیاری در این حوزه منتشر شده که باعث شده است ایران از حیث تولید علم در اکثر پایگاه‌های انتشار مقاله بین ۲۰ کشور برتر دنیا قرار گیرد. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهند که اکثر این مقالات در حوزه‌های فنی و زیرمجموعه‌های مربوط به علوم کامپیوتر به هوش مصنوعی پرداخته‌اند. همچنین تعداد کمی از پژوهش‌ها که در زیرمجموعه پژوهش‌های میان‌رشته‌ای دسته‌بندی می‌گردند، به مباحثی نظیر تعامل انسان و کامپیوتر و زیست‌بوم انفورماتیک پرداخته‌اند (خبرگزاری مهر، ١٤٠٠).

نکته مشخص این است که تاکنون پژوهش‌های اندکی در حوزه سیاستگذاری و حکمرانی هوش مصنوعی در ایران صورت گرفته است و این موضوع در ایران به عنوان یک موضوع نوپا و به شدت حیاتی، نیازمند توجه بیشتر پژوهشگران این حوزه است. در حوزه سیاستگذاری علم، فناوری و نوآوری نیز در سال‌های اخیر، پژوهش‌های مشابه با پژوهش حاضر در حوزه‌های دیگر و فناوری‌های دیگر انجام شده که اکثراً بر شناخت ابزارها و اهداف سیاستی حوزه سیاستگذاری فناوری و نوآوری به طور کلان تمرکز دارند که از جمله آن‌ها می‌توان به پژوهش علیزاده و همکاران (۱۳۹۷) اشاره کرد که نظیر پژوهش حاضر به این نتیجه دست یافت که سیاست‌گذاری‌ها در عصر حاضر، بر خلاف گذشته، گرایش بیشتری به سمت استفاده از ابزارهای غیرمالی و توجه ویژه به ابزارهای تحریک تقاضا، در کنار ابزارهای تحریک عرضه، پیدا کرده‌اند. پژوهش فرتاش و همکاران (١٤٠٠) نیز در حوزه ابزارهای سیاستی همکاری فناورانه شرکت‌های بزرگ و کوچک در بخش فاوا نشان داد که همان طور که در پژوهش حاضر به آن اشاره شد، ابزار تأمین مالی و سرمایه‌گذاری یکی از ابزارهای مهم سیاستی در توسعه فناوری‌های این حوزه است. بر خلاف پژوهش‌های پیشین، که بیشتر به بحث‌های فنی پیرامون هوش مصنوعی و کاربردهای این فناوری در حوزه‌های مختلف پرداخته‌اند، در این پژوهش سعی شد با توجه به شرایط ویژه فناوری هوش مصنوعی در سطح جهان و همچنین اهمیت ویژه این فناوری برای رشد و توسعه ایران، مسئله سیاستگذاری آن به طور خاص با بهره‌مندی از انواع روش‌های مطالعاتی مورد بررسی قرار گیرد.

نتایج پژوهش حاضر در بحث اهداف سیاستی اذعان دارد که طبق نظر خبرگان این حوزه، مهمترین اهداف سیاستی توسعه هوش مصنوعی در ایران طبق اولویت موارد زیر هستند: ۱) ایجاد مزیت رقابتی و رشد اقتصادی، ۲) ارتقای سرمایه انسانی و

دانشی متخصص، ۳) بهبود زیرساخت‌های فنی و داده‌ای، ٤) افزایش رفاه اجتماعی و بهبود خدمات عمومی و ٥) ارتقای ظرفیت‌های علمی و پژوهشی.

طبق نتایج این پژوهش تقریباً تمامی کشورهای مورد بررسی فارغ از این که در چه وضعیت اقتصادی قرار دارند، دستیابی به مزیت رقابتی در حوزه هوش مصنوعی و به تبع آن بهبود وضعیت اقتصادی خود را یکی از اهداف اصلی توسعه هوش مصنوعی در نظر گرفته‌اند. این موضوع می‌تواند ناشی از پتانسیل عظیم اقتصادی توسعه هوش مصنوعی باشد که در سال‌های اخیر توسط تحلیل‌ها و پژوهش‌های مختلف به آن اشاره شده است. پژوهش انجام شده توسط PwC ثابت نموده است که هوش مصنوعی می‌تواند بهره‌وری و پتانسیل تولید ناخالص داخلی اقتصاد جهانی را تا حد قابل توجهی تغییر دهد (PWC, 2017). مضمون دیگری که در اسناد کشورهای مورد بررسی حضور پررنگی از خود نشان داده است، موضوع تربیت و ارتقای سرمایه‌های انسانی و دانشی متخصص در حوزه‌های مختلف هوش مصنوعی است که طبق نتایج این پژوهش به عنوان دومین هدف توسعه هوش مصنوعی در ایران باید مورد توجه قرار گیرد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد تا سال ۲۰۲۰ فقط ۲۲۰۰۰ محقق هوش مصنوعی با تحصیلات دکترا در جهان وجود دارند که ٤٠٪ آن‌ها در ایالات متحده متمرکز هستند (Jfgagne, 2019). هدف سیاستی سوم طبق اولویت‌بندی انجام شده در این پژوهش، مسئله بهبود زیرساخت‌های فنی و داده‌ای است. در این بخش به طور عمده ۳ بخش زیرساختی مختلف و مکمل یکدیگر، مورد توجه سیاستگذاران کشورهای بررسی شده قرار دارد که عبارتند از زیرساخت‌های شبکه‌ای، زیرساخت‌های داده‌ای و زیرساخت‌های پردازشی. به طور کلی سیاست‌ها و برنامه‌های کلان در حوزه زیرساخت‌های ارتباطی و خدماتی برای تقویت استقرار زیرساخت‌های پرسرعت بسیار مهم است (OECD, 2020). از دیگر موارد تمرکز اسناد سیاستی کشورهای مختلف در حوزه هوش مصنوعی و هدف سیاستی چهارم طبق اولویت‌بندی پژوهش حاضر، مسائل مربوط به رفاه اجتماعی همچنین بهبود خدمات عمومی است که توجه به موارد اخلاقی پیرامون هوش مصنوعی و هوش مصنوعی مسئول – که تبعات اجتماعی دارد – را نیز شامل می‌شود. توجه به توسعه هوش مصنوعی در کشورهای مختلف معمولاً به این دلیل است که این فناوری نویدبخش افزایش کارایی و اثر بخشی کل بخش‌ها از جمله ارائه خدمات عمومی است. هوش مصنوعی، با هوشمندی قابل توجه خود در زمینه‌های مختلف، می‌تواند باعث بهبود رفاه در زمینه‌هایی مانند آموزش، ایمنی عمومی و بهداشت شود. همچنین می‌تواند به رفع مشکلات فوری جهانی مانند تغییر اقلیم و دسترسی گسترده‌تر به مراقبت‌های بهداشتی و تحرک کمک کند. در طرف دیگر، هوش مصنوعی انواع جدید یا جدی‌تری از نگرانی‌های امنیتی، اخلاقی و انصاف را به وجود می آورد. مهمترین نگرانی‌ها در راستای استفاده از هوش مصنوعی، موارد مربوط به حریم خصوصی، سؤالات مربوط به احترام به حقوق بشر و ارزش‌های دموکراتیک و خطرات انتقال تعصبات از آنالوگ به دنیای دیجیتال است (OECD, 2020). در نهایت طبق نتایج پژوهش حاضر، اولویت پنجم در اهداف سیاستی توسعه هوش مصنوعی در ایران مسئله ارتقای ظرفیت‌های علمی و پژوهشی است. در این بخش، دو کشور چین و ایالات متحده در سال‌های اخیر رقابت تنگاتنگی را در راستای رهبری پژوهشی در جهان آغاز کرده‌اند (Zhang et al., 2021). نتایج این پژوهش در بخش ابزارهای سیاستی نیز نشان می‌دهد که بر اساس نظر خبرگان اولویت ابزارهای سیاستی توسعه هوش مصنوعی در کشور ایران به این ترتیب است: ۱) مقررات‌گذاری، تنظیم‌گری و تدوین استانداردها؛ ۲) تأمین مالی تحقیق و توسعه؛ ۳) فرهنگ‌سازی، آموزش و مهارت‌آموزی؛ ٤) خدمات مشاوره‌ای و شتاب‌دهی؛ ٥) تحریک تقاضای بازار؛ ٦) خرید دولتی؛ ۷) شبکه‌سازی، حمایت از همکاری و توسعه اکوسیستم. نگاهی دقیق به ابزارهای مورد توجه در اسناد سیاستی توسعه هوش مصنوعی کشورهای مورد بررسی نشان می‌دهد که ابزارهای مربوط به مقررات‌گذاری، تنظیم‌گری و تدوین استانداردها ابزارهایی هستند که تمرکز بسیاری را به خود معطوف کرده‌اند. این بخش شامل طیف وسیعی از ابزارهای راهبری، نظارتی و ارزیابی است که انواع متنوعی از ابتکارات سیاستی اعم از تدوین مقررات نظارتی، تدوین راهبردها و برنامه‌های ملی و منطقه‌ای را شامل می‌شود، به نوعی هسته و پیش‌زمینه تمامی فعالیت‌های دیگر در حوزه توسعه هوش مصنوعی بوده است که در خلال آن‌ها تلاش می‌شود ابزارهای نظارتی و استانداردهای مناسب ارزیابی شیوه و سطح توسعه هوش مصنوعی را کنترل کند. به طور کلی در کنار ترویج پذیرش گسترده هوش مصنوعی، راهبردهای ملی هوش مصنوعی بر نگرانی‌های سیاستی که توسط برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی مطرح می‌شود، تمرکز کرده‌اند. این موارد به ویژه شامل موارد مربوط به فراگیری، حقوق بشر،حریم خصوصی، انصاف، شفافیت

و توضیح‌پذیری، ایمنی و پاسخگویی در هر دو بخش داده و هوش مصنوعی است (OECD, 2020). در حوزه‌های تشویقی نیز کشورها، از ابزارهایی نظیر جایزه نوآوری برای افزایش سطح ابتکارات و نوآوری‌ها در حوزه هوش مصنوعی استفاده می‌کنند. در بخش ابزارهای تحریک طرف عرضه نوآوری که از گستردگی نسبتاً بالاتری نیز نسبت به دیگر انواع ابزارها برخوردار هستند، ابزارهای مختلف تأمین مالی تحقیق و توسعه جایگاه ویژه‌ای دارند. این موضوع ناشی از افزایش قابل توجه بودجه‌های اختصاص داده شده به حوزه تحقیق و توسعه هوش مصنوعی در سال‌های اخیر است. یکی دیگر از مضامین برجسته در این بخش در خلال اسناد مورد بررسی، موارد مربوط به فرهنگ‌سازی و آموزش است که در پژوهش حاضر نیز به عنوان سومین ابزار سیاستی با اهمیت در راستای توسعه هوش مصنوعی ایران معرفی شده است. ابزارها در این بخش شامل چند دسته است؛ دسته‌ای از ابزارها به موارد مربوط به آموزش تخصصی و نیمه تخصصی در سطوح مختلف از دبستان تا تحصیلات عالی معطوف شده است. دسته دیگر ابزارها که گستردگی بیشتری نیز دارند، معطوف به فرهنگ‌سازی و مهارت آموزی عمومی در حوزه هوش مصنوعی است. این ابزارها اغلب بر گروه‌های هدف مربوطه متمرکز می‌شوند تا شکاف دیجیتال را کاهش دهند و معمولاً به صورت برنامه‌های آموزشی، دوره‌ها، همایش‌ها، برنامه‌های آگاهی‌بخشی و در اختیار قرار دادن درگاه‌ها یا مراکز مربوطه توسط مقامات عمومی به منظور آموزش و موارد مربوطه ارائه می‌شوند. خدمات مشاوره‌ای و شتاب‌دهی یکی دیگر از مضامین فراگیری است که در اسناد مختلف مورد بررسی حضور پررنگی داشته و نتایج پژوهش حاضر نیز نشان می‌دهد که در اولویت چهارم ابزارهای سیاستی بااهمیت قرار می‌گیرد. این نوع خدمات معمولاً بخش مهمی از حمایت‌های دولتی غیرمالی هستند که می‌توانند نقش مؤثری در پویایی شبکه توسعه هوش مصنوعی داشته باشند. اینگونه مشاوره‌ها در سطوح مختلف و با توجه به ساختارهای مختلف دولتی و خصوصی ارائه می‌شود. در دسته ابزارهای محرک طرف تقاضای نوآوری، دو ابزار خرید دولتی و تحریک تقاضای بازار ابزارهایی بودند که در خلال اسناد سیاستی توسعه هوش مصنوعی ٦ کشور مورد بررسی، مورد توجه قرار گرفته و طبق نتایج پژوهش حاضر نیز در اولویت‌های پنجم و ششم ابزارهای توسعه هوش مصنوعی قرار گرفته‌اند. به طور کلی دولت با بهره‌گیری از اقداماتی نظیر عقد قرارداد با شرکت‌های نوآور فعال در هر حوزه برای تأمین برخی نیازهای نوآورانه مورد نیاز و همچنین تضمین خرید نوآوری، نسبت به تحریک طرف تقاضای نوآوری اقدام می‌کند (Mohseni Kiasari et al, 2017). نکته مهم در بخش ابزارهای محرک طرف تقاضای نوآوری، این موضوع است که موج عظیم حرکت کشورهای جهان به سمت دولت الکترونیک و استفاده از فناوری‌ها و خدمات مبتنی بر هوش مصنوعی در بخش عمومی باعث افزایش توجه به ابزارهای خرید دولتی و تحریک تقاضای بازار شده است و بسیاری از راهبردها و سیاست‌های ملی هوش مصنوعی با تکیه بر رویکردهای دولت دیجیتال، صراحتاً پذیرش هوش مصنوعی را در بخش عمومی تشویق می‌کنند. آمارها در این حوزه نشان می‌دهد که به عنوان مثال از بین کشورهای OECD، ٢٤ کشور دارای سند راهبرد خرید تجهیزات حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات از جمله هوش مصنوعی هستند که آمار قابل توجهی به شمار می‌رود (OECD, 2019). در انتها و در دسته ابزارهای مربوط به شکل‌گیری روابط نظام‌ساز، ابزار شبکه‌سازی، حمایت از همکاری و توسعه اکوسیستم ابزاری بوده است که در اکثر اسناد مورد بررسی نسبت به بکارگیری آن در توسعه هوش مصنوعی در سطوح مختلف توصیه شده است. سیاست شبکه‌سازی به نوعی مجموعه‌ای از اقدامات در شبکه‌هایی است که در آن‌ها فعالیت‌ها معطوف به یک موضوع با محوریت حل فناوری یا مسئله‌ای خاص با هدف اصلی به اشتراک‌گذاری دانش و اطلاعات است. اقدامات عمده دولتی در شبکه‌ها را می‌توان تسهیل شکل‌گیری و آغاز شبکه، تلاش برای گسترش آن و توسعه روابط درون شبکه به صورت رسمی‌سازی تعاملات ضمنی دانست (Cunningham & Ramlogan, 2016).

نتیجه‌گیری

به عنوان جمع‌بندی و نتیجه‌گیری پژوهش حاضر می‌توان این طور بیان نمود که اهداف سیاستی توسعه هوش مصنوعی در ایران باید به طور متناسبی به همه جنبه‌های پیرامون توسعه هوش مصنوعی توجه داشته باشد. فاصله اندک اوزان ۵ هدف مورد اولویت‌بندی این پژوهش بیانگر این است که در توسعه هوش مصنوعی نباید تنها معطوف به یک یا دو هدف شده و دیگر اهداف سیاستی را کنار گذاشت. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در توسعه هوش مصنوعی در ایران، باید مسئله انتفاع

اقتصادی کشور و جامعه، مسئله محوری باشد و با توجه به این هدف باید زیرساخت‌های قانونی و فنی/داده‌ای مناسبی نیز برای توسعه هرچه بهتر این فناوری در کشور فراهم گردد. همچنین در بحث توسعه هوش مصنوعی باید به طور ویژه به رفاه و آسایش مردم توجه شده و با سیاستگذاری‌های صحیح، هوش مصنوعی مایه آسایش هرچه بیشتر مردم در تمام سطوح در جامعه شود. همچنین با توجه به این که پژوهش و علم، موتور پیش‌برنده چرخ فناوری به شمار می‌آید، حمایت از پژوهش‌ها و به ویژه کاهش فاصله بین صنعت و دانشگاه و کاربردی‌سازی پژوهش‌ها باید به طور مستمر مورد توجه تصمیم‌گیران در کشور باشد. بدیهی است که برای رسیدن به هرگونه هدف و مقصدی، راه و روش‌هایی خاص و ویژه وجود دارد که انتخاب درست آن‌ها می‌تواند رسیدن به هدف را سهل و یا البته بسیار سخت و پرهزینه کند. در همین راستا بعد از مشخص شدن اهداف سیاستی توسعه هوش مصنوعی در ایران و اولویت‌بندی آن‌ها، باید ابزارهایی که برای رسیدن به هریک از اهداف نیاز است را اولویت‌بندی نمود. واضح است که برای رسیدن به هدفی از جنس توسعه اقتصادی با رسیدن به هدفی از جنس علم و پژوهش، باید از ابزارهای مختلفی با سطح متفاوتی استفاده نمود و نمی‌توان برای رسیدن به تمامی اهداف سیاستی یک نسخه کلی نوشت. در بخش ابزارهای سیاستی، مسئله مهم در استفاده از ابزارها توجه به توازن استفاده از ابزارهای تحریک طرف عرضه، تحریک طرف تقاضا، شکل‌گیری روابط نظام‌ساز و ابزارهای تنظیم‌گری و قانون‌گذاری است. نکته قابل توجه درباره اوزان و اولویت‌های ابزارهای سیاستی توسعه هوش مصنوعی، اهمیت ویژه دسته ابزارهای مقررات‌گذاری، تنظیم‌گری و تدوین استانداردهاست. این ابزار در اولویت‌بندی تحقق تمامی اهداف رتبه ۱ یا ۲ را بدست آورده و در رتبه‌بندی نهایی نیز طبیعتاً جایگاه اول را به خود اختصاص داده که است که این موضوع بیانگر آن است که برای توسعه هوش مصنوعی در ایران، در ابتدای امر باید مسائل مربوط به مقررات‌گذاری و استانداردسازی این فناوری و فناوری‌های زیرمجموعه و وابسته آن مورد توجه سیاستگذاران و قانون‌گذاران قرار گیرد. این اهمیت به این دلیل است که دولت‌ها و شرکت‌ها از هوش مصنوعی برای اخذ تصمیماتی استفاده می‌کنند که می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر زندگی تمامی افراد جامعه داشته باشد. الگوریتم‌های هوش مصنوعی ممکن است به طور ذاتی دارای سوگیری‌های مختلفی باشند که می‌تواند تأثیر بسیار مخربی بر کارکرد آن‌ها داشته و تبعات جبران‌ناپذیری را در جامعه ایجاد کنند. به نظر می‌رسد با توجه به چالش‌هایی که فناوری‌های مختلف در سال‌های اخیر در ایران ایجاد کرده‌اند، سیاستگذاران کشور باید توجه بیشتری مسائل قانونی، اخلاقی و امنیتی هوش مصنوعی داشته باشند و از ابزارهای مختلف برای مسئولیت‌پذیر کردن هرچه بیشتر هوش مصنوعی استفاده کنند. در انجام پژوهش حاضر محدودیت‌هایی وجود داشت که بیشتر به علت نوپا بودن مسئله سیاستگذاری هوش مصنوعی و بدیع بودن موضوع پژوهش بود. با توجه به این که این مبحث خصوصاً در ایران، مسئله‌ای بسیار جدید بوده و هنوز سازوکار، برنامه‌ها و راهبردهای دقیقی در حوزه سیاستگذاری هوش مصنوعی وجود ندارد، پژوهش حاضر می‌تواند در جنبه‌های مختلفی بسط یافته و پژوهش‌های آینده نسبت به بررسی تأثیرات متقابل اهداف و ابزارهای مورد استخراج پژوهش بر روی یکدیگر و انواع ارتباطات بین آن‌ها اقدام نمایند.

توصیه‌های سیاستی

برخی دلالت های سیاستی و مدیریتی حاصل از پژوهش حاضر عبارتند از:

- ایجاد شرایطی پویا برای قانون‌گذاری و تدوین استانداردها
- توجه متوازن به اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیرساختی در حوزه توسعه هوش مصنوعی
- لزوم استفاده از نظرات تمامی بازیگران اعم از صنعت، دانشگاه و جامعه در سیاستگذاری توسعه هوش مصنوعی و تلاش برای برقراری ارتباط هم‌افزا بین بازیگران و درگیر کردن آن‌ها در تصمیم‌گیری‌ها
- تلاش در راستای ارتقا جایگاه هوش مصنوعی به لحاظ راهبردی و نهادی
- توجه به هم‌راستایی تلاش‌ها و هم‌افزایی دانشگاه با نیازهای صنعت و جامعه و سوق دادن طرح‌های کلان حوزه هوش مصنوعی به سمت مسائل اصلی کشور
- توسعه هوش مصنوعی در کشور به عنوان یک فناوری میان‌رشته‌ای و توجه به ابعاد و چالش‌های پیرامون توسعه آن
- تلاش در راستای افزایش آگاهی و تحول در بینش مدیران ارشد نسبت به هوش مصنوعی و کاربردهای آن

- توسعه و تقویت زیست بوم تأمین مالی هوش مصنوعی در سراسر کشور در حوزه‌های دارای اولویت
- تشویق صنایع بزرگ و بالغ به توسعه، پذیرش و بکارگیری نوآوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی

References

1- Ali Ahmadi, A., Ghazinoori, S. (2008). Prioritizing policy instruments for supporting new technology-based firms in Iran, using a fuzzy MCDM model. Journal of Science and Technology Policy, 1(3), 73-79. {In Persian}.
2- Alizadeh, P., Ghazinoory, S., Amiri, M., Ghazinoori, S. (2018). Designing a Policy Mix to Enhance the Business Expenditure on Research and Development (R&D) in Iran. Journal of Management Improvement, 12(3), 1-24. {In Persian}.
3- Alizadeh, P., Malekifar, F. (2019). Policy Mixes for Science, Technology, and Innovation. Journal of Science and Technology Policy, 12(2), 513-526. {In Persian}.
4- Amiri, S., Nikkam, N., Sahebinejad, M. (2008). Statistical Survey of Nanotechnology related Patents as an Indicator of Nanotechnology Creation. Journal of Science and Technology Policy, 1(3), 1-13. {In Persian}.
5- Attride-Stirling, J. (2001). Thematic Networks: An Analytic Tool for Qualitative Research. Qualitative Research, Vol. 1, No. 3, Pp. 385-405.
6- Bikar, V., Carpon, H., & Cincera, M. (2004). An integrated evaluation scheme of innovation systems from an institutional perspective.
7- Borrás, S., & Edquist, C. (2013). The choice of innovation policy instruments. Technological forecasting and social change, 80(8), 1513-1522.
8- Bostrom, N., Dafoe, A., & Flynn, C. (2019). Policy Desiderata for Superintelligent AI .Oxford (Version 4.3, 2018).
9- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. Qualitative Research in Psychology, Vol. 3, No. 2, Pp. 77-101.
10- Brundage, M., Avin, S., Wang, J., Belfield, H., Krueger, G., Hadfield, G., ... & Anderljung, M. (2020). Toward trustworthy AI development. arXiv preprint arXiv:2004.07213.
11- Calo, R. (2017). Artificial Intelligence policy: a primer and roadmap. UCDL Rev., 51, 399.
12- Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. EJOR.
13- Chen, J. F., Hsieh, H. N., & Do, Q. H. (2015). Evaluating teaching performance based on fuzzy AHP and comprehensive evaluation approach. Applied Soft Computing, 28, 100-108.
14- Clark, J., & Guy, K. (1997). Innovation and competitiveness. Technopolis.
15- Cunningham, P., & Ramlogan, R. (2016). The impact of innovation networks. Handbook of Innovation Policy Impact; 279-317. Edward Elgar Publishing.
16- Dafoe, A. (2018). AI governance: a research agenda. Governance of AI Program .Future of Humanity Institute, University of Oxford: Oxford, UK; 1442-1443.
17- Edler, J., Gök, A., Cunningham, P., & Shapira, P. (2016). Introduction: Making sense of innovation policy. In Handbook of Innovation Policy Impact. Edward Elgar Publishing.
18- European commission. (2003). Annual Innovation Policy Trends and Appraisal Report for Turkey, A publication from the innovation/SMEs Program.
19- Fartash, K., Mohseni Kiasari, M., & Mesma Khosroshahi, E. (2021). Analyzing Policy Instruments Used in Technological Collaboration of 3 Large Firms with Small Technology-based Firms. Journal of Science & Technology Policy, 14(3), 1-18. {In Persian}.
20- Flanagan, K., Elvira, U., and Manuel, L. (2011). The 'policy mix'for innovation: rethinking innovation policy in a multi-level. Research Policy 40.5: 702-713.
21- Freeman, C. 1987. Technology and economic performance: Lessons from Japan. London: Pinter.
22- Ghazinoori, S., Ghazinoori, S. (2012). Science and technology policy in the form of general and specific policies. Rahyaft, 22(50), -.{In Persian}.
23- Ghazinoori, S., Radaei, N. (2019). The Framework for STI Policy Programs. Journal of Science and Technology Policy, 12(2), 527-542. {In Persian}.
24- Givoni, M., Macmillen, J., Banister, D., & Feitelson, E. (2013). From policy measures to policy packages. Transport Reviews, 33(1), 1-20.
25- Holdren, J.P.; Bruce, A.; Felten, E.; Lyons, T.; Garris, M. (2016). Preparing for the future of AI. US National Science and Technology Council.
26- Howlett, M., & Rayner, J. (2013). Patching vs packaging in policy formulation: Assessing policy portfolio design. Politics and Governance. 1(2), 170-182.
27- Hughes, J.J. (2007). Global technology regulation and potentially apocalyptic technological threats. In Nanoethics .John Wiley: Hoboken, NJ, USA. pp. 201–214.
28- Jfgagne. (2019). Global AI Talent Report 2020. Available at: https://jfgagne.ai/global-ai-talent-report-2020/
29- Joy, B. (2000). Why the future doesn't need us. Wired 2000, 8, 238–263
30- Kergroach, S., Meissner, D., & Vonortas, N. S. (2018). Technology transfer and commercialisation by universities and PRIs. Economics of Innovation and New Technology, 27(5-6), 510-530.
31- Lundvall, B. (1992). National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning. London: Pinter Publishers.
32- Majaski, C. (2022). Understanding a Developed Economy.Investopedia. Available at: https://www.investopedia.com/terms/d/developed-economy.asp#axzz1legO8olO
33- Mehr. (2021). Iran in the mirror of the artificial. Available at: Link.{In Persian}.
34- Meissner, D., & Kergroach, S. (2021). Innovation policy mix: mapping and measurement. The Journal of Technology Transfer, 46(1), 197-222.
35- Mohammadi, D., Salimifard, K., Yousefi, S. (2014). Investigating the performance of the most common multi-criteria decision making. Journal of Operational Research in its Applications. 11(1), 65-84. {In Persian}.

36- Mohseni Kiasari, M., Mohammadi, M., Jafarnejad, A., Garousi Mokhtarzadeh, N., & Asadifard, R. (2017). Classification of Demand-based Innovation Policy Tools Using Meta-Synthesis Approach. Innovation Management Journal, 6(2), 109-138. {In Persian}.
37- Müller, V. C., & Bostrom, N. (2016). Future progress in artificial intelligence: A survey of expert opinion. In Fundamental issues of artificial intelligence .Springer, Cham. 555-572.
38- Nasiri, H., Radaei, N. (2019). Classification and Choice of Science, Technology and Innovation Policy Instruments. Journal of Science and Technology Policy, 12(2), 495-511. {In Persian}.
39- Noroozi Chakoli, A., & Madadi, Z. (2015). Impact of economic power on science and technology situation of countries and the analyzing of their cross-relations. Scientometrics Research Journal, 1(2), 1-14. doi: 10.22070/rsci.2016.379. {In Persian}.
40- OECD. (2019). Going Digital: Shaping Policies, Improving Lives, OECD Publishing, Paris.
41- OECD. (2020). OECD Digital Economy Outlook 2020, OECD Publishing.
42- Pakzad, M., Ghazinoori, S., & Mohammadi, M. (2020). Designing a Smart Specialization Model for Innovation Development in the Provinces of Iran: Case Study of East Azerbaijan Province. Strategic Management Researches, 26(78), 73-98. {In Persian}.
43- PwC. (2017). Sizing the prize :PwC's Global Artificial Intelligence Study: Exploiting the AI Revolution. Available at: Link
44- Saaty, T. L. (1990). How to make a decision: The analytic hierarchy process? European Journal of Operational Research, 48(1), 9-26. http://dx.doi.org/10.1016/0377- 2217(90)90057-I
45- Seyedan, M. (2019). Developing STI Policies for developing countries: Conceptual model and comparative analysis. Journal of Industry and University, 27(), 13-26. {In Persian}.
46- Siau, K., & Wang, W. (2018). Building trust in AI, machine learning, and robotics. Cutter Business Technology Journal, 31(2), 47–53.
47- Sirisawat, P., & Kiatcharoenpol, T. (2018). Fuzzy AHP-TOPSIS approaches to prioritizing solutions for reverse logistics barriers. Computers & Industrial Engineering, 117, 303-318
48- Tortoise. (2022). The Global AI Index - Tortoise. Available at: https://www.tortoisemedia.com/intelligence/global-ai/%3e
49- UN. (2022). Human Development Index (HDI). Available at: Link
50- Zanjirchi, N. (2011). Fuzzy Hierarchy Analysis Process. Sanei Publications. {In Persian}.
51- Zhang, D et all. (2021). The AI Index 2021 Annual Report," AI Index Steering Committee, Human-Centered AI Institute, Stanford University.