

Investigating the Policies for the Development of the Artificial Intelligence (AI) Innovation Ecosystem; Evidence from Iran

Mostafa Safdari Ranjbar¹ | Ashkan Alinaghian² | Foad Ghaderi^{3✉}

1. Assistant Professor, Department of Management and Accounting, College of Farabi, University of Tehran, Qom, Iran. mostafa.safdary@ut.ac.ir
2. MSC. in IT Management, Department of Management and Accounting, College of Farabi, University of Tehran, Qom, Iran. a.alinaghian@ut.ac.ir
3. 3. Assistant Prof., Department of Electrical and Computer Engineering, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran (Corresponding Author). fghaderi@modares.ac.ir

Article Info

ABSTRACT

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 14 May 2023

Received in revised form:
9 October 2023

Accepted: 27 November 2023

Published online:

21 December 2023

Keywords:

Artificial Intelligence,
Innovation Ecosystem,
Institutional Mapping.

Artificial intelligence (AI) is one of the emerging technologies that has attracted a lot of attention in recent years. The tremendous economic effects of this technology and, on the other hand, the potential risks and challenges have caused policymakers in different countries to pay special attention to appropriate policies for developing AI innovation ecosystems. This research identified the basic functions of AI in the world by examining the innovation ecosystem development policies in 6 countries, the United States, China, England, Russia, India, and the UAE, and interviewing AI experts in the Iran. In addition, the present research has identified the actors of this ecosystem and the roles and mutual relationships between them by presenting the structural and functional mapping of the AI innovation ecosystem and offers some policies to improve the development of the AI ecosystem in Iran. The seven basic AI functions identified in this research are policy and governance, education, financing, research, networking, innovative and startup activities, and technical infrastructure development. Also, the results of this research show that Iran's AI ecosystem has 41 governmental, quasi-governmental and private major actors. Moreover, the research results indicate that to develop the country's AI innovation ecosystem and prevent lagging behind other countries, high-level coordination of government, industry and university actors is needed.

Cite this article: Safdari Ranjbar, Mostafa, Alinaghian, Ashkan, Ghaderi, Foad (2023). Investigating the Policies for the Development of the Artificial Intelligence (AI) Innovation Ecosystem; Evidence from Iran. *Journal of Innovation Economic Ecosystem Studies*, 3 (3), 99-120.

DOI: 10.22111/INNOECO.2022.43547.1037



© The Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

بررسی سیاست‌های توسعه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در ایران

مصطفی صفدری رنجبر^۱ | اشکان علینقیان^۲ | فواد قادری^۳

۱. استادیار دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکده‌گان فارابی، دانشگاه تهران، قم، ایران. mostafa.safdary@ut.ac.ir

۲. کارشناسی ارشد مدیریت فناوری اطلاعات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکده‌گان فارابی، دانشگاه تهران، قم، ایران. a.alinaghian@ut.ac.ir

۳. استادیار، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران (نویسنده مسئول). fghaderi@modares.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۲/۲۴ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۶ تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۹/۳۰ واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، زیست‌بوم نوآوری نگاشت نهادی	هوش مصنوعی یکی از فناوری‌های نوظهوری است که در سال‌های اخیر تا حد بسیاری نگاه‌ها را به سمت خود معطوف کرده است. اثرات شگرف اقتصادی این فناوری و خطرات و چالش‌های بالقوه آن باعث شده است سیاست‌گذاران در کشورهای مختلف جهان، به سیاست‌گذاری مناسب برای توسعه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی توجه ویژه‌ای داشته باشند. در پژوهش حاضر با بررسی دقیق سیاست‌های توسعه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در ۶ کشور ایالات متحده، چین، انگلیس، روسیه، هند و امارات و همچنین مصاحبه با خبرگان حوزه‌های مختلف هوش مصنوعی در کشور، کارکردهای اساسی هوش مصنوعی، بازیگران زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در ایران و نقش‌ها و روابط موجود بین آن‌ها شناسایی شده و با ارائه نگاشت‌های ساختاری و کارکردی، چندین سیاست برای توسعه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در ایران ارائه شده است. برپایه نتایج این پژوهش، زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی دارای ۴۱ بازیگر اصلی حکومتی، دولتی، نیمه‌دولتی و خصوصی است که در خلال ۷ کارکرد عمده سیاست‌گذاری، آموزش، تأمین مالی، تحقیقات، شبکه‌سازی، فعالیت‌های نوآورانه و استارت‌آپی و توسعه زیرساخت فنی ایفای نقش می‌کنند؛ همچنین برای توسعه متناسب زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی کشور و جلوگیری از عقب‌ماندگی نسبت به دیگر کشورهای جهان در بهره‌مندی از مزایای بالقوه هوش مصنوعی، به ارتباطات متقابل و هماهنگی سطح بالای نهادهای فعال در ۳ بخش عمده دولت، صنعت و دانشگاه نیاز است.

استناد: صفدری رنجبر، مصطفی، علینقیان، اشکان و قادری، فواد (۱۴۰۲). بررسی سیاست‌های توسعه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در ایران. مطالعات زیست‌بوم اقتصاد نوآوری، ۳(۳)، ۹۹-۱۲۰.

DOI: 10.22111/INNOECO.2022.43547.1037

مقدمه

امروزه، هوش مصنوعی نوعی از فناوری زیرمجموعه علوم کامپیوتر است، اما در ابتدا زیرمجموعه ریاضیات عالی بود. طبق یک تعریف پذیرفته شده، هوش مصنوعی «توانایی برنامه‌ریزی شده برای پردازش اطلاعات» است (لانچبری^۱، ۲۰۱۷).

صاحب‌نظران درمورد این که هوش عمومی مصنوعی به‌زودی به یک واقعیت تبدیل می‌شود نظرات مختلفی دارند؛ برای مثال مولر و بوستروم^۲ (۲۰۱۶)، محققان هوش مصنوعی، در یک پیمایش گزارش دادند که استفاده از هوش مصنوعی عمومی از سال ۲۰۴۰ تا ۲۰۵۰ به میزان ۵۰ درصد و تا سال ۲۰۷۵، ۹۰ درصد توسعه می‌یابد. البته برخی از متخصصان هوش مصنوعی معتقدند که هوش مصنوعی عمومی هنوز قرن‌ها با تبدیل شدن به یک فناوری مهم در زندگی انسان فاصله دارد. با وجود این، نمی‌توان سرمایه‌گذاری و تحقیقات در زمینه هوش مصنوعی را نادیده گرفت. مؤسسه پی‌دبلیوسی پیش‌بینی کرده‌است که مقیاس اقتصاد هوش مصنوعی تا سال ۲۰۳۰ بالغ بر ۱۵/۷ تریلیون دلار خواهد بود. در جولای ۲۰۱۷ چین از یک طرح ملی رونمایی کرد که در آن مقیاس صنعت هوش مصنوعی و صنایع مربوط به آن تا سال ۲۰۳۰ به ۱۵۲/۵ میلیارد دلار آمریکا خواهد رسید (مازور^۳، ۲۰۱۷). با توجه به موارد مطرح شده می‌توان این‌طور اذعان کرد که روشی که درنهایت سیاست‌گذاران و حکمرانان برای اداره طیف وسیعی از فناوری‌ها و برنامه‌های کاربردی هوش مصنوعی اتخاذ می‌کنند، تأثیر چشمگیری در مجموعه نهایی فرصت‌ها و مزایایی که این فناوری می‌تواند از خود بروز دهد، خواهد داشت.

در حالی که تدوین سیاست‌های ملی در زمینه هوش مصنوعی نسبتاً جدید است، کشورها اهداف بلندپروازانه‌ای را در سیاست‌گذاری هوش مصنوعی و توسعه زیست‌بوم نوآوری در این حوزه تعیین کرده‌اند. بسیاری از ابتکارات سیاستی هوش مصنوعی در سراسر جهان برپایه توصیه شورای هوش مصنوعی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی^۴ (۲۰۱۹) نهاده شده‌است. در سال ۲۰۱۷، کانادا اولین کشوری بود که راهبرد ملی هوش مصنوعی خود را تصویب و منتشر کرد. تا ابتدای سال ۲۰۲۲ میلادی بیش از ۶۰ کشور دارای سیاست‌های ملی هوش مصنوعی بودند و کشورهای دیگر نیز در حال کار بر روی انتشار اسناد ملی سیاست‌گذاری هوش مصنوعی خود هستند. برخی از کشورها سیاست‌های مربوط به هوش مصنوعی را در راهبردهای گسترده دیجیتال گنجانده‌اند. کشورهایی مانند کره، اسپانیا و ایالات متحده راهبردهای تحقیق و توسعه هوش مصنوعی را ایجاد کرده‌اند. همچنین چند کشور مانند چین، فرانسه، فدراسیون روسیه و ایالات متحده بخشی از راهبردهای هوش مصنوعی خود را بر روی بخش دفاعی متمرکز کرده‌اند. برنامه هماهنگ اتحادیه اروپا درباره هوش مصنوعی در دسامبر ۲۰۱۸، کشورهای عضو را ترغیب می‌کند تا راهبردهای ملی هوش مصنوعی‌ای را تصویب کنند که سرمایه‌گذاری‌ها و اقدامات اجرایی را تشریح می‌کند (همان).

این مسئله به‌وضوح در اسناد ملی توسعه هوش مصنوعی در سطح جهان مشاهده‌پذیر است که راهبردها و سیاست‌های ملی هوش مصنوعی اهداف بلندپروازانه‌ای دارند. با این حال، آن‌ها از نظر اهداف، بازه زمانی برای اجرا، بودجه و ابزارهای مربوط به سیاست برای اجرا متفاوت‌اند. دولت‌های سراسر جهان درصدد استفاده از هوش مصنوعی برای بهبود خدمات عمومی، کارایی در

¹. Launchbury

². Muller & Bostrom

³. Mozur

⁴. Organization for Economic Co-operation and Development

اقتصاد و بهبود شرایط کار برای نیروی کار هستند. پتانسیل‌های هوش مصنوعی باعث شده تا دولت‌های آینده‌نگر در سراسر دنیا به فکر ورود جدی‌تر به بحث سیاست‌گذاری هوش مصنوعی و تدوین راهبردهای ملی هوش مصنوعی بيفتند که این موضوع اهمیت بحث سیاست‌گذاری هوش مصنوعی به‌عنوان یک فناوری نوظهور و پراهمیت در آینده جهان را نشان می‌دهد. راهبردهای ملی هوش مصنوعی، اولویت‌های سرمایه‌گذاری عمومی و تحقیق و توسعه عمومی در زمینه هوش مصنوعی، تمرکزبخشی، آموزش و اشتغال، مقررات و همکاری‌های بین‌المللی را بیان می‌کنند. در عین حال، سیاست‌های ملی هوش مصنوعی خطرات و چالش‌های مربوط به هوش مصنوعی را نیز در نظر می‌گیرند. علی‌رغم بیانیه‌های مأموریتی که در اسناد راهبردی و نقشه راه‌های مختلف دیده می‌شود و همچنین قالب‌های مختلف سیاستی و راهبردی، نهایتاً در تمام اسناد نوعی وحدت قالبی وجود دارد.

به‌طور مشخص، هدف پژوهش حاضر ارائه برخی سیاست‌های مناسب و شفاف به‌منظور توسعه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در ایران، با توجه به شرایط خاص سیاسی، اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی و... ایران است. در این پژوهش به‌طور عمده به ۴ پرسش کلیدی پاسخ داده می‌شود که عبارت‌اند از: ۱) کارکردهای عمده در زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی کدام موارد هستند؟ ۲) بازیگران فعال در زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی ایران کدام مراجع و نهادها هستند و نقش آن‌ها چیست؟ ۳) چه روابطی بین بازیگران فعال در زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی ایران وجود دارد یا باید ایجاد گردد؟ ۴) به‌طور عمده اتخاذ چه سیاست‌هایی می‌تواند به رسیدن به اهداف زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی ذیل هر کارکرد کمک کند؟

مقاله حاضر از ۶ بخش تشکیل شده است. ابتدا مبانی نظری و پیشینه پژوهش بررسی خواهند شد و در ادامه با بیان چارچوب نظری و روش‌شناسی پژوهش فرایند انجام پژوهش تشریح خواهد شد. پس از آن، یافته‌های پژوهش و سیاست‌های پیشنهادی برای توسعه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در کشور ارائه و در نهایت، مباحث طرح‌شده در پژوهش جمع‌بندی می‌شود.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

پیشینه نظری

هوش مصنوعی: هوش مصنوعی که با نام هوش ماشینی نیز شناخته می‌شود، شاخه‌ای از علوم کامپیوتر است که بر ساخت و مدیریت نوعی فناوری تمرکز دارد که می‌تواند یاد بگیرد، به‌طور مستقل تصمیم‌گیری کند و اقداماتی را از طرف انسان انجام دهد. هوش مصنوعی یک فناوری واحد نیست، بلکه اصطلاحی کلی است که شامل هر نوع نرم‌افزار یا جزء سخت‌افزاری است که از یادگیری ماشین، بینایی کامپیوتر، پردازش زبان طبیعی^۱، شبکه‌های عصبی و... پشتیبانی می‌کند (تکوپدیا^۲، ۲۰۲۱). هوش مصنوعی ممکن است به‌عنوان هوش محدود مصنوعی^۳ (باریک)، هوش عمومی مصنوعی و هوش فوق‌العاده مصنوعی مشخص شود. هوش محدود مصنوعی به‌عنوان هوش «ضعیف» نیز شناخته می‌شود، زیرا مربوط به انجام یک کار واحد است که به‌طور کلی بسیار خوب انجام می‌شود. هوش عمومی مصنوعی^۴ به‌عنوان «هوش مصنوعی قوی» یا «هوش مصنوعی در سطح انسانی»

1. Natural Language Processing

2. Techopedia

3. Artificial Narrow Intelligence

4. Artificial General Intelligence

شناخته می‌شود. این نوع هوش مصنوعی سطح بالاتری از هوش مصنوعی بوده که به دنبال تقلید از مغز انسان است؛ اگرچه رشد آن همچنان فاقد استدلال و سایر صفات مغز است. درنهایت، هوش فوق‌العاده مصنوعی^۱ یک ویژگی آینده‌نگرانه است که وقتی هوش مصنوعی از ظرفیت مغز انسان در خلاقیت، مهارت‌های اجتماعی و خرد بالاتر رود، به‌طور بحث‌انگیزی رخ خواهد داد (دیکسون^۲، ۲۰۱۷).

زیست‌بوم نوآوری: زیست‌بوم نوآوری شامل گروهی از عوامل محیطی و فرایندهای پویا بوده که در مواجهه با چالش‌های پیچیده با یکدیگر تعامل می‌کنند. این زیست‌بوم شبکه‌ای پویا و تعاملی است که منجر به توسعه نوآوری‌ها می‌شود و می‌تواند به قطب‌های محلی، شبکه‌های جهانی و حتی پلتفرم‌های فناوری دلالت کند (اوکسانن و هاوت‌ماکی^۳، ۲۰۱۴). هوآنگ و هاروویت^۴ (۲۰۱۲) رویکردی خاص با عنوان جنگل استوایی^۵ را در حوزه زیست‌بوم نوآوری معرفی کرده‌اند که از دو گروه عوامل سخت (افراد، متخصصان، زیرساخت‌ها و سیاست‌ها) و عوامل نرم (تنوع، انگیزه‌ها، اعتماد اجتماعی، قواعد جنگل استوایی و تفسیر قواعد) تشکیل شده‌است. دارست و پوتانن^۶ (۲۰۱۳) با هدف شناسایی عوامل کلیدی موفقیت در پیاده‌سازی زیست‌بوم نوآوری به بررسی نظام‌مند ادبیات مرتبط با این حوزه پرداخته و ۹ بُعد اصلی شامل منابع، سبک حکمرانی، راهبرد و رهبری، فرهنگ سازمانی، مدیریت منابع انسانی، افراد، فناوری، شرکا و خوشه‌سازی را شناسایی کرده‌اند که بر آن اساس، بُعد حکمرانی بیشترین اهمیت را داشت و پس از آن، راهبرد و رهبری، فرهنگ و شرکا عوامل اصلی مؤثر در موفقیت زیست‌بوم نوآوری معرفی شده‌اند که دارای ارتباط نزدیک با بُعد حکمرانی هستند.

پیشینه تجربی

در سال‌های اخیر و با توجه به همه‌گیر شدن بیشتر هوش مصنوعی در جهان، دیگر آنچنان از مخالفت‌های خیلی سخت درمقابل توسعه آن خبری نیست و برعکس، پژوهش‌ها بیشتر به‌سمت استفاده هرچه بیشتر و بهتر از توانایی‌های این فناوری معطوف شده‌است. این موضوع ناشی از به‌وجود آمدن نوعی مسابقه در حوزه هوش مصنوعی در بین کشورهای جهان به‌ویژه ابرقدرت‌ها نظیر ایالات متحده، چین، روسیه، انگلیس و... است. رهبران جهانی درحال حاضر، به این واقعیت رسیده‌اند که هوش مصنوعی فناوری شکل‌دهنده فردای جهان است و باید تمرکز و ظرفیت کشور خود را بیش‌ازپیش نسبت به این موضوع معطوف کنند. در جدول ۱ نگاهی به مهم‌ترین پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه سیاست‌های توسعه هوش مصنوعی و توسعه زیست‌بوم این فناوری شده‌است:

1. Artificial superintelligence

2. Dickson

3. Hautamäki

4. Hwang & Horowitz

۵. به‌معنای محلی که گیاهان و جانوران گوناگون و متعدد به‌طور خودجوش بروز و رشد پیدا می‌کنند.

6. Durst & Poutanen

جدول ۱. مهم‌ترین پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه سیاست‌های توسعه هوش مصنوعی

ردیف	نام محقق	موضوع پژوهش
۱	Brundage & Bryson (2016)	تلاش برای معرفی هوش مصنوعی و بررسی ابعاد آن به منظور بهبود گام‌های بعدی دولت‌ها در رسمی‌سازی، یکپارچه‌سازی و بهبود سیاست‌ها و همچنین اطلاع‌رسانی به رهبران کسب‌وکار و شهروندان عادی
۲	Holdren et al. (2016)	بررسی وضعیت فعلی هوش مصنوعی، کاربردهای بالفعل و بالقوه آن و سؤالاتی که با توسعه آن، برای جامعه و سیاست عمومی مطرح می‌شود. همچنین این پژوهش توصیه‌هایی را برای اقدامات بیشتر توسط آژانس‌های فدرال و سایر بازیگران حوزه سیاست‌گذاری هوش مصنوعی ارائه می‌دهد.
۳	Bostrom et al. (2019)	شناسایی مجموعه‌ای از ویژگی‌های متمایزکننده در عصر هوش ماشینی و به‌دست آوردن مجموعه‌ای از سیاست‌های توسعه هوش مصنوعی که باید در سیاست بلندمدت هوش مصنوعی در مقایسه با سایر زمینه‌های سیاستی وزن بیشتری به آن‌ها داده شود.
۴	Tito (2017)	پژوهشی کامل در جهت آشنایی سیاست‌گذاران با هوش مصنوعی که در ۶ بخش مختلف به بررسی هوش مصنوعی و موارد بااهمیت در حوزه سیاست‌گذاری آن می‌پردازد. این ۶ بخش عبارت‌اند از: تعریف هوش مصنوعی و الگوریتم‌های یادگیری ماشین، بیان چگونگی استقرار و به‌کارگیری هوش مصنوعی برای کمک به عملکردهای فعلی دولت، بررسی چگونگی مؤثر بودن هوش مصنوعی در تغییر فرایندهای سیاست‌گذاری، بیان چالش‌هایی که ممکن است مانع بهره‌مندی دولت‌ها از مزایای هوش مصنوعی شود و بیان خطر اقدام نکردن و بی‌عملی دولت نسبت به سیاست‌گذاری هوش مصنوعی
۵	Calo (2017)	دلایل همه‌گیری هوش مصنوعی در جوامع و ارائه نقشه راه برای سؤالات مهم سیاستی ناشی از آن
۶	Dafoe (2018)	بحث درباره ابداع هنجارها در هوش مصنوعی، سیاست‌ها و نهادهای جهانی برای اطمینان از توسعه و استفاده مفید از هوش مصنوعی پیشرفته
۷	Cussins Newman (2019)	هوش مصنوعی را از منظر امنیت جهانی بررسی کرده و راهکارهایی را به منظور استحکام و انعطاف‌پذیری سیستم‌های هوش مصنوعی و همچنین سیستم‌های اجتماعی، سیاسی و اقتصادی که هوش مصنوعی با آن‌ها تعامل دارد، ارائه می‌کند. این پژوهش همچنین چارچوبی را برای پیمایش چشم‌انداز پیچیده امنیت هوش مصنوعی که در نقشه امنیتی هوش مصنوعی تجسم شده است، معرفی می‌کند.

ردیف	نام محقق	موضوع پژوهش
۸	Brundage et al. (2020)	گام‌های مختلفی را پیشنهاد می‌کند که ذی‌نفعان مختلف در توسعه هوش مصنوعی می‌توانند با تمرکز بر ارائه شواهد در مورد ایمنی، امنیت، انصاف و حفاظت از حریم خصوصی سیستم‌های هوش مصنوعی، تأیید ادعاهای مربوط به توسعه هوش مصنوعی را آسان‌تر انجام دهند.

چارچوب نظری

گستره تحلیل فرایند توسعه فناوری با استفاده از چارچوب سیستم نوآوری فناورانه، دارای رویکردهای متفاوتی از جمله رویکردهای ساختاری (لندوال^۱، ۱۹۹۲؛ ادکویست و یوهانسون^۲، ۱۹۹۷) فرایندی یا کارکردی (هکرت^۳ و همکاران، ۲۰۰۷)، پویایی کارکردی یا موتورهای محرک نوآوری (سارز^۴، ۲۰۱۹) و توأمان کارکردی – ساختاری است. هکرت و همکاران (۲۰۰۷) اولین بار تحلیل جامعی در رابطه با کارکردهای سیستم نوآوری فناورانه انجام دادند و بیان داشتند که این نوع تحلیل برای سیاست‌گذاری توسعه فناوری بسیار ساده‌تر و جامع‌تر است. بهره‌گیری از رویکردی که بیشترین تطابق را با وضعیت حوزه‌های نوظهور داشته و بتواند ابعاد مختلف شکل‌گیری و رشد آن‌ها را توصیف کند و نقش کارکردهای مختلف را در مراحل بلوغ آن توصیف نماید تا ابزاری برای توسعه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی مهیا شود، از دغدغه‌هایی بوده که منجر به انجام این پژوهش شده است.

کارکردهای مورد بحث در پژوهش حاضر اقتباسی از کارکردهای معرفی شده از سوی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در گزارش سال ۱۹۹۹ این سازمان است. این نهاد در این گزارش به ارائه نمونه‌هایی از نگاشت نهادی در کشورهای عضو پرداخته و برای این منظور، مجموعه‌ای از کارکردهای سیستم ملی نوآوری را معرفی کرده است. این کارکردها عبارت‌اند از: هدایت و رهبری، انجام پژوهش، تأمین مالی پژوهش، توسعه نیروی انسانی، انتشار فناوری و ارتقای نوآوری فناورانه. به علاوه، مهم‌ترین فعالیت‌های سیستم ملی نوآوری را نیز بدین شکل ارائه کرده است: تدوین سیاست‌های نوآوری و فناوری؛ هماهنگی، نظارت و ارزیابی؛ انجام پژوهش‌های بنیادی؛ انجام پژوهش‌های کاربردی؛ انجام پژوهش‌های توسعه‌ای؛ حمایت از طرح‌های پژوهش و توسعه شرکت‌های خصوصی (مستقیم و غیرمستقیم)؛ حمایت از پژوهش در موارد خاص؛ توسعه و ارتقای نیروی انسانی و تسهیل جابه‌جایی آن‌ها؛ بهبود توان کسب و بومی کردن فناوری‌های خاص؛ ایجاد و ارتقای ظرفیت نوآوری در شرکت‌ها؛ تأمین بودجه شرکت‌های مبتنی بر فناوری (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۱۹۹۹).

از طرفی، نگاشت نهادی یکی از ابزارهای مطالعه سیستم‌های ملی نوآوری است. نگاشت نهادی چارچوبی است که با نمایی ساده و جامع وضعیت موجود سیستم نوآوری را نشان می‌دهد و با بررسی آن می‌توان نقایص موجود در اجزا و روابط میان اجزای سیستم را شناسایی و تحلیل کرد، سپس در جهت اصلاح این موارد برنامه‌ریزی‌های لازم را انجام داد. در این روش سعی می‌شود

¹. Lundvall

². Edquist and Johanson

³. Hekkert

⁴. Suurs

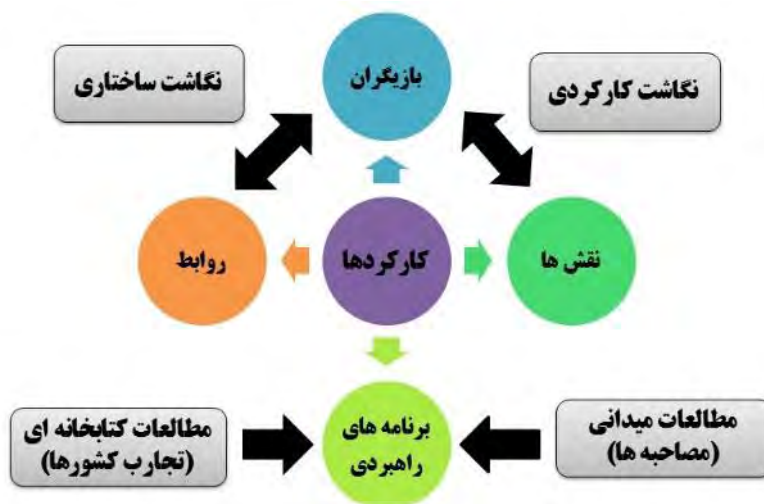
تا با استفاده از پرسش‌نامه، مصاحبه و به‌کارگیری منابع دیگر، میزان و کیفیت روابط موجود میان نهادها در سیستم نوآوری ترسیم شده و همچنین چگونگی مشارکت میان بخش خصوصی و دولتی تبیین شود. با استفاده از این روش تحلیلی، نقش نسبی هر کدام از بازیگران فعال در سیستم ملی نوآوری همچون دولت، دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی و همچنین بنگاه‌های خصوصی در فرایند نوآوری به‌دست می‌آید (طباطبائیان و انتظاری، ۱۳۸۷).

روش‌شناسی پژوهش

به‌طور عمده، هدف پژوهش حاضر شناخت سیاست‌های مناسب توسعه زیست‌بوم نوآوری در حوزه هوش مصنوعی در ایران است. همان‌طور که در شکل ۱ قابل مشاهده است، با مطالعه دقیق اسناد ملی منتشرشده در حوزه هوش مصنوعی در ۶ کشور چین، ایالات متحده، انگلیس، روسیه، هند و امارات، گزارشات و اسناد مهم بین‌المللی در این حوزه و همچنین با بهره‌مندی از نظرات خبرگان حوزه‌های مختلف درباره سیاست‌گذاری هوش مصنوعی در کشور، ۷ کارکرد عمده برای توسعه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در جهان شناسایی شده‌است که این ۷ کارکرد به‌عنوان پایه‌های پژوهش تا انتها مدنظر و مبنای کار قرار گرفت.

در مرحله بعدی با توجه به اهمیت بازیگران و نقش‌ها و روابط مختلف آن‌ها در توسعه زیست‌بوم، در ابتدا نسبت به شناسایی بازیگران فعال در زیست‌بوم نوآوری در حوزه هوش مصنوعی اقدام گردید که این مهم با بهره‌مندی از اطلاعات خبرگان این حوزه و همچنین اسناد و شواهد موجود در فضاهایی نظیر اینترنت صورت پذیرفت و در مراحل بعدی با انجام جستجوهای متعدد و همچنین با توجه به شرایط حاکم بر زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در سراسر جهان نسبت به شناسایی نقش‌ها و روابط این بازیگران با یکدیگر در جهت توسعه و نیل به اهداف زیست‌بوم اقدام شد. خروجی این بخش نگاشت ساختاری و نگاشت کارکردی زیست‌بوم نوآوری ایران در حوزه هوش مصنوعی بود؛ بدین ترتیب که نگاشت ساختاری بیانگر روابط مختلف بین بازیگران دسته‌های مختلف زیست‌بوم بوده و نگاشت کارکردی نمایانگر نقش هریک از بازیگران در راستای توسعه زیست‌بوم و نیل به اهداف کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت آن است.

پس از مشخص شدن بازیگران زیست‌بوم نوآوری حوزه هوش مصنوعی در کشور، با توجه به جنس نقش‌ها و روابط موجود در بین بازیگران، با در نظر گرفتن نظر خبرگان حوزه‌های مختلف نظیر سیاست‌گذاری عمومی، سیاست‌گذاری علم، فناوری و نوآوری، فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی و... نسبت به طرح چند سیاست مناسب در ذیل هریک از ۷ کارکرد اقدام گردید. در این پژوهش تلاش شده‌است که سیاست‌های پیشنهادی در ذیل هر کارکرد، دقیقاً با توجه به شرایط مختلف کشور و به‌صورت امکان‌سنجی شده و با در نظر گرفتن توان و محدودیت‌های بازیگران مختلف ارائه شود. بدیهی است که سیاست‌های اتخاذشده بستگی زیادی به شرایط کلی زیست‌بوم و میزان توان هریک از بازیگران آن دارد که در خلال این پژوهش سعی شده‌است با استفاده از نظرات خبرگان حوزه و تلفیق این نظرات با مطالعات کتابخانه‌ای که نشان‌دهنده شرایط در کشورهای مختلف جهان با شرایط مختلف سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی متفاوت است، برنامه‌هایی کاملاً عملی و واقع‌بینانه ارائه گردد. چارچوب مفهومی کلان پژوهش در شکل ۱ قابل مشاهده است:



شکل ۱. چارچوب نظری پژوهش

در انجام پژوهش حاضر، برای گردآوری اطلاعات، از روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی به‌طور توأمان بهره گرفته شده‌است. همچنین روش مورد استفاده به‌منظور تحلیل و بررسی اسناد و مصاحبه‌ها روش تحلیل محتوا است. کرلینگر روش تحلیل محتوا را این‌گونه تعریف کرده‌است: «تحلیل محتوا، روشی به‌منظور مطالعه و تحلیل ارتباطات به‌شیوه‌ای نظام‌مند، عینی و کمی با هدف اندازه‌گیری متغیرها به‌شمار می‌رود (ویمر و دومینیک^۲، ۲۰۱۳). معمولاً هدف از تحلیل محتوای متن، مصاحبه یا اسناد مختلف شناسایی ارزش‌ها، اهداف، فرهنگ و علایق نویسندگان متن یا منتشرکنندگان سند یا فرد مصاحبه‌شونده است. این‌طور می‌توان گفت که در تحلیل محتوا، شناخت ناخودآگاه متن و صاحب متن مدنظر قرار می‌گیرد (فریود^۳، ۱۹۸۹).

با توجه به ضرورت بررسی دقیق و ریشه‌ای زیست‌بوم نوآوری در حوزه هوش مصنوعی در سراسر جهان، بیش از ۲۰ سند منتشرشده در حوزه سیاست‌گذاری هوش مصنوعی و تجارب مرتبط با زیست‌بوم توسعه هوش مصنوعی در ۶ کشور ایالات متحده، چین، انگلیس، روسیه، هند و امارات مورد بررسی دقیق قرار گرفته‌است. در انتخاب این ۶ کشور برای بررسی، مسائل زیادی دخیل بوده‌اند و سعی شده به‌منظور حفظ شمولیت پژوهش، کشورهایی با شرایط جغرافیایی، اقتصادی، سیاسی، فرهنگی، فناورانه و اجتماعی متفاوت انتخاب شوند. همچنین، با توجه به ضرورت در نظر گرفتن شرایط خاص، پیش‌نیازها و عوامل مختلف تأثیرگذار در زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در ایران، در کنار مرور ادبیات موضوع و انجام مطالعات تطبیقی جهت شناخت روندها و اقدامات بین‌المللی، انجام مصاحبه و کسب نظر از خبرگان هم در دستور کار پژوهش قرار گرفت. به این منظور با ۱۵ نفر از خبرگان حوزه، مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته انجام گرفت. به‌طور کلی، با توجه به بازیگران مختلف فعال در زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی که می‌توانند به ۳ دسته دولت، دانشگاه و صنعت تقسیم شوند، در انتخاب افراد مصاحبه‌شونده به سه حوزه مختلف توجه شد که عبارت است از:

^۱. Content Analysis

^۲. Wimmer and Dominick

^۳. Freud

- استادان دانشگاه و پژوهشگران؛
- مدیران دولتی؛
- کارآفرینان و فعالان بخش خصوصی.

مصاحبه‌ها به صورت نیمه ساخت‌یافته انجام شدند تا با توجه به موضوعات مطرح شده در جلسات و نظرات مصاحبه‌شوندگان امکان طرح سؤالات یا موضوعات دیگری که مرتبط با موضوع بودند و در جریان مصاحبه پیش می‌آمدند نیز وجود داشته باشد (ساروخانی، ۱۳۹۳). شیوه انجام مصاحبه‌ها بدین گونه بود که پرسش‌نامه‌ای به شرح ذیل تهیه و در جلسات مصاحبه استفاده شد. سؤالات به گونه‌ای طراحی شدند که بتوان موضوعات زیر را استخراج کرد:

- میزان آشنایی عمومی مصاحبه‌شونده با هوش مصنوعی؛
- وضعیت فعلی توسعه هوش مصنوعی در کشور؛
- وضعیت فعلی شبکه همکاری‌های حوزه هوش مصنوعی در کشور؛
- الزامات ایجاد شبکه همکاری و نقش و مسئولیت بازیگران این شبکه؛
- افق پیش‌روی صنایع کشور در صورت بهره گرفتن از هوش مصنوعی.

کارکردهای کلیدی در زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی

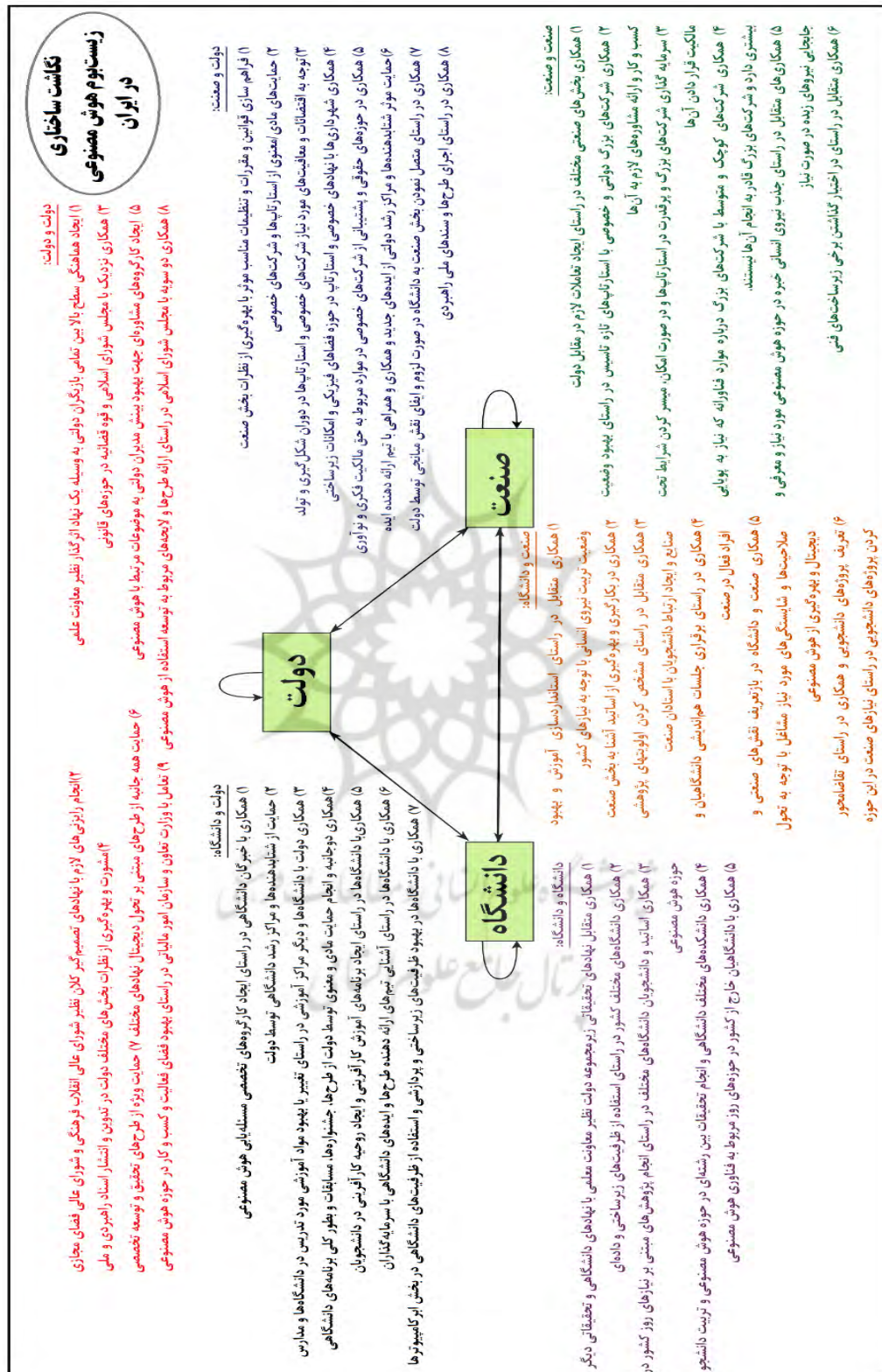
بررسی دقیق و موشکافانه اسناد ملی و بین‌المللی منتشرشده در حوزه هوش مصنوعی و همچنین مصاحبه با خبرگان این حوزه در کشور، منجر به شناخت ۷ کارکرد عمده و پایه در حوزه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در جهان شد. این کارکردها برپایه کارکردهای معرفی شده از سوی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در گزارش سال ۱۹۹۹ این سازمان مورد شناسایی و دسته‌بندی قرار گرفتند. به طور کلی می‌توان این طور بیان کرد که تمام نقش‌ها، روابط، برنامه‌ها و سیاست‌های توسعه هوش مصنوعی در جهان ذیل یک یا چند مورد از این کارکردهای هفتگانه قرار می‌گیرند. برخی از این کارکردها به طور مستقیم و شفاف در رصدخانه‌های معروف هوش مصنوعی نظیر رصدخانه هوش مصنوعی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی بیان شده‌است و برخی از آن‌ها مواردی هستند که به طور ضمنی در اکثر اسناد مرتبط با این حوزه موجود هستند. این کارکردهای پایه که از مبانی پژوهش حاضر نیز هست، عبارت‌اند از:

۱. سیاست گذاری، حکمرانی، استانداردگذاری و مسائل حقوقی (هوش مصنوعی و داده)؛
۲. آموزش (مهارت‌افزایی و تربیت سرمایه انسانی) و فرهنگ‌سازی؛
۳. تأمین مالی و سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه؛
۴. تحقیقات پایه، کاربردی و توسعه‌ای؛
۵. شبکه‌سازی، اشاعه و انتقال فناوری؛
۶. فعالیت‌های نوآورانه، کارآفرینانه و استارت‌آپی؛
۷. توسعه زیرساخت فنی (داده‌ای، محاسباتی و ذخیره‌سازی، ارتباطی و خدمات).

نگاشت ساختاری زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی ایران

پس از تحلیل و بررسی شرایط کارکردهای هفتگانه گفته‌شده در کشور ایران، نسبت به شناسایی ۴۱ بازیگر مختلف فعال در هریک از این کارکردها و همچنین ارتباطات و نقش‌های آن‌ها در زیست‌بوم در خلال هریک از کارکردها اقدام گردید. این بازیگران طیف گسترده‌ای را از بین نهادهای دولتی، خصوصی و نیمه دولتی شامل می‌شوند. نتایج تحلیل و بررسی‌های انجام‌شده نشان داد که به‌طور عمده، همانند زیست‌بوم‌های نوآوری مشابه، سه طیف بازیگر مختلف در زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی دارای نقش هستند که عبارت‌اند از: دولت، صنعت و دانشگاه.

شکل ۲ نگاشت ساختاری زیست‌بوم هوش مصنوعی در ایران را نشان می‌دهد. هدف از این شکل بیان ارتباطات موجود بین بازیگران مختلف گفته‌شده است. در این شکل، ارتباطات دوطرفه بین بازیگران زیرمجموعه ۳ نهاد دولت، صنعت و دانشگاه و همچنین ارتباط بازیگران هریک از این نهادها با نهادهای از دسته خودشان بررسی شده‌است. بدیهی است مواردی که در این شکل مطرح شده‌است، صرفاً موارد اصلی و دارای اهمیت بوده و این ارتباطات ممکن است بسیار بیشتر از موارد مطرح‌شده باشد.



شکل ۲. نگاشت ساختاری زیست‌بوم هوش مصنوعی در ایران

نگاشت کارکردی زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی ایران

جستجوهای کتابخانه‌ای و مصاحبه‌های میدانی با خبرگان فعال در بخش‌های مختلف زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی ایران منجر به شناسایی ۴۱ بازیگر شد. جدول ۲ شمایی کلی از مهم‌ترین نقش‌های بازیگران اصلی زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در خلال کاربردهای مختلف است. بدیهی است که در برخی موارد با توجه به تعدد وظایف و مسئولیت‌ها، در هر سلول چند وظیفه گنجانده شده‌است و البته این جدول تنها یک شمای کلی است که وظایفی با اهمیت فراوان را خصوصاً برای نهادهای اصلی شامل می‌شود. سعی شده است در چیدمان بازیگران در جدول، نهادهایی با اهمیت بیشتر در جایگاه‌های بالاتر قرار گیرند. با توجه به محدودیت‌ها، در جدول ۲ به تعدادی از بازیگران اصلی اشاره شده‌است.



نهاد / نقش	کارکرد سیاست‌گذاری، حکمرانی و استانداردگذاری	کارکرد آموزش و فرهنگ‌سازی	کارکرد تأمین مالی و سرمایه‌گذاری
وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات	تدوین سیاست‌ها و ضوابط کلی توسعه هوش مصنوعی در کشور، بهبود شرایط استانداردگذاری و بروزرسانی نظام کنترل، ارزیابی امنیتی محصولات و خدمات، تدوین و توسعه استانداردها و شاخص‌های لازم اخلاقی و امنیتی در حوزه داده و هوش مصنوعی، پایش و ارزیابی طرح‌های ملی، همکاری با قوه قضائیه و مجلس در جهت قانون‌گذاری صحیح هوش مصنوعی و حل اختلافات	نیازسنجی، برنامه‌ریزی و راهبری آموزش‌های تخصصی و مهارت‌افزایی، آینده‌پژوهی در حوزه آموزش و تدوین شاخص و تحلیل بازار برای توسعه مهارت‌های مرتبط با هوش مصنوعی، آموزش فرایندها و سامانه‌های مبتنی بر هوش به کارمندان، شفاف‌سازی سامانه‌های هوش مصنوعی برای کاربران، ترجمه و انتشار کتب حوزه هوش مصنوعی، همکاری با صدا و سیما و شهرداری‌ها برای بهبود شناخت عمومی	در اختیار گذاشتن تسهیلات مالی اعم از وام‌های کم‌بهره و با تنفس زیاد، فضای کار، خدمات مخابراتی، پستی و زیرساختی خصوصاً زیرساخت‌های آزمایشگاهی و تست محصول، جلب حمایت سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی، حمایت از تحقیقات هوش مصنوعی با توجه به اولویت‌های تعیین شده
معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری	ایجاد هماهنگی و هم‌افزایی بین‌بخشی و بین‌دستگاهی، تعیین اولویت‌های کارکردی هوش مصنوعی در کشور با همکاری تمامی نهادهای سیاست‌گذاری کشور، تلاش برای تدوین برنامه‌های سیاستی، اسناد ملی، نقشه‌های راه و چارچوب‌های اخلاقی و نظارتی در حوزه هوش مصنوعی و داده	شناخت و استانداردسازی آموزش رسمی و غیررسمی، همکاری و حمایت مادی و معنوی از آموزش، برگزاری همایش و فعالیتهای ترویجی هوش مصنوعی و افزایش شناخت همگانی، برگزاری مسابقات و المپیاد در حوزه هوش مصنوعی	رایزنی و جلب‌نظر نهادهای اقتصادی برای سرمایه‌گذاری، راه‌اندازی پلتفرم‌های تأمین مالی جمعی، برگزاری جلسات مدون با فعالان هوش مصنوعی در صنعت و دانشگاه، ارزیابی و تسهیل سرمایه‌پذیری فعالیتهای نوآورانه، اعطای تسهیلات مالی، حمایت از فعالان دانشگاهی

نهاد / نقش	کارکرد تحقیقات پایه، کاربردی و توسعه‌ای	کارکرد شبکه‌سازی، اشاعه و انتقال فناوری	کارکرد فعالیت‌های نوآورانه و استارت‌آپی	کارکرد توسعه زیرساخت فنی
وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات	ارائه خدمات مشاوره‌ای به تیم‌های تحقیقاتی، شناسایی نیازهای علمی و پژوهشی کشور در حوزه هوش مصنوعی، حمایت و اجرای طرح‌های پژوهشی با توجه به اولویت‌ها، تعامل با شرکت‌های بزرگ برای سرمایه‌گذاری در تحقیقات هوش مصنوعی، عضویت در پیمان‌های جهانی و منطقه‌ای در حوزه تحقیقاتی هوش مصنوعی، پایش راهبردهای کشورهای مختلف در هوش مصنوعی و وضعیت کسب‌وکارهای داخلی	انتشار نقشه‌های راه به‌منظور گسترش بازارهای داخلی، ایجاد کارگروه‌های استانی در حوزه‌های مختلف هوش مصنوعی، ارتقای همکاری‌های بین‌المللی و حمایت از استارت‌آپ‌ها برای گسترش خارجی، جلب حمایت نهادهای ذی‌ربط نظیر گمرک در حوزه واردات فناوری، رایزنی با دیگر نهادهای ذی‌ربط در جهت استفاده از محصولات/ خدمات داخلی توسعه داده‌شده مبتنی بر هوش مصنوعی	حمایت همه‌جانبه، تسهیل‌گری، همکاری هم‌افزا، تأمین مادی و معنوی به‌منظور ایجاد فضای پویا برای اجرای تمام فعالیت‌های نوآورانه و کارآفرینانه از سوی تمام بخش‌های دولتی و خصوصی فعال در کشور	بهبود شرایط ارتباطی در سطح کشور با بهره‌گیری از ظرفیت‌های 5G - تأمین زیرساخت‌های ذخیره‌سازی، پردازشی و محاسباتی، تأمین امنیت داده‌ها و حریم خصوصی در خلال پلتفرم‌های داده‌ای، ایجاد شبکه یکپارچه اطلاعات در سطح کشور در حوزه هوش مصنوعی، تدوین طرح جامع زیرساخت هوش مصنوعی، ایجاد مراکز داده در مراکز استانی سطح کشور، ایجاد پلتفرم‌های ملی داده
معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری	ایجاد نقشه راه پژوهش و مشخص کردن حوزه‌های دارای اولویت پژوهشی، ایفای نقش میانجی بین صنعت و دانشگاه در جهت انجام تحقیقات کاربردی، تشکیل تیم‌های تحقیقاتی بین‌رشته‌ای، پیگیری ابتکارات نوین جهانی و انتشارات گزارش دوره‌ای	تلاش برای ایجاد شبکه‌ای قدرتمند متشکل از صنعت، دولت و دانشگاه، اعتلای ارتباطات بین‌المللی، مشاوره به شرکت‌ها برای گسترش بازار، توسعه پورتال‌های همکاری فعالانه صنعت، دولت و دانشگاه، انعقاد تفاهم‌نامه و عضویت در مراجع بین‌المللی، تسهیل بازگشت نخبگان	حمایت مادی، معنوی و قانونی از تمام شرکت‌ها و فعالیت‌های نوآورانه در کشور از طریق ایجاد هم‌افزایی و هماهنگی و تبیین اهمیت هوش مصنوعی در بین تمام مراجع کشور به‌منظور حمایت همه‌جانبه از بازیگران	اجرای اقدامات پشتیبانی دولتی در حوزه زیرساخت فنی و به‌اشتراک‌گذاری داده و به‌اشتراک‌گذاری رایگان ظرفیت‌های محاسباتی و ذخیره‌سازی نهادهای دولتی به‌منظور استفاده تیم‌های تحقیقاتی و شرکت‌های خصوصی و دولتی فعال در حوزه هوش مصنوعی

حمایت از طرح‌ها و پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه هوش مصنوعی در خلال پایان‌نامه، رساله، طرح و...، ارتباط مستقیم با حوزه صنعت و سوق دادن پژوهش‌های دانشگاهی به سمت نیازهای صنعتی، حمایت مادی و معنوی از ایجاد آزمایشگاه‌های هوش مصنوعی و تجهیز آن، حمایت مادی و ایجاد شرایط بازگشت نخبگان	توسعه کمی و کیفی آموزش هوش مصنوعی در دانشگاه‌های کشور و بازنگری برنامه‌ها و گرایش‌های تحصیلی این رشته، پاسخگویی به نیازهای تحقیقاتی، سیاستی، تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی صنعتی در حوزه هوش مصنوعی، بهره‌مندی از ظرفیت پارک‌های فناوری در حوزه‌های مختلف اشاعه هوش مصنوعی	همکاری با نهادهای اصلی سیاست‌گذاری در حوزه هوش مصنوعی در کشور برای تدوین برنامه‌های راهبردی و ملی توسعه هوش مصنوعی، انجام پژوهش‌های دانشگاهی در حوزه روندهای نوین سیاست‌گذاری، حکمرانی و استانداردگذاری هوش مصنوعی، ایجاد کارگروه‌های سیاستی هوش مصنوعی در دانشگاه‌های کشور	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
حمایت از تولیدات مبتنی بر هوش مصنوعی در سطح کشور، ایجاد تیم‌های متخصص هوش مصنوعی و سرمایه‌گذاری بر طرح‌های برگزیده، رایزنی با سازمان‌های مربوط نظیر سازمان امور مالیاتی برای در نظر گرفتن تخفیف و معافیت‌های مالیاتی نسبت به بودجه R&D شرکت‌ها، رایزنی با صندوق‌های سرمایه‌گذاری خارجی	همکاری با نهادهای ذی‌ربط در حوزه به‌روزرسانی برنامه‌های آموزشی هوش مصنوعی طبق نیازهای صنعتی کشور، تأسیس شورای توانمندسازی نیروی کار در حوزه هوش مصنوعی، تشویق بخش‌های صنعتی به برگزاری کلاس‌های آموزشی در حوزه هوش مصنوعی، هم‌فکری و همراهی با نمایندگان بخش‌های صنعتی و دانشگاه در جهت تربیت بهتر نیروی انسانی در هوش مصنوعی	همکاری با دیگر نهادها در تدوین و انتشار اسناد ملی هوش مصنوعی، تدوین نقشه راه استقرار هوش مصنوعی در صنایع کشور خصوصاً صنایع مادر، تعیین سیاست‌ها و ضوابط کلی بخش صنعتی کشور در استفاده از هوش مصنوعی، پیاده‌سازی نظام‌های یکپارچه مدیریت داده بین بخش‌های مختلف صنعتی کشور، ایجاد کارگروه‌های تخصصی در حوزه نیازهای سیاستی و قانونی صنعتگران در حوزه هوش مصنوعی	وزارت صنعت، معدن و تجارت

حمایت از طرح‌ها و پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه هوش مصنوعی در خلال پایان‌نامه، رساله، طرح و...، ارتباط مستقیم با حوزه صنعت و سوق دادن پژوهش‌های دانشگاهی به سمت نیازهای صنعتی، حمایت مادی و معنوی از ایجاد آزمایشگاه‌های هوش مصنوعی و تجهیز آن، حمایت مادی و ایجاد شرایط بازگشت نخبگان	توسعه کمی و کیفی آموزش هوش مصنوعی در دانشگاه‌های کشور و بازنگری برنامه‌ها و گرایش‌های تحصیلی این رشته، پاسخگویی به نیازهای تحقیقاتی، سیاستی، تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی صنعتی در حوزه هوش مصنوعی، بهره‌مندی از ظرفیت پارک‌های فناوری در حوزه‌های مختلف اشاعه هوش مصنوعی	همکاری با نهادهای اصلی سیاست‌گذاری در حوزه هوش مصنوعی در کشور برای تدوین برنامه‌های راهبردی و ملی توسعه هوش مصنوعی، انجام پژوهش‌های دانشگاهی در حوزه روندهای نوین سیاست‌گذاری، حکمرانی و استانداردگذاری هوش مصنوعی، ایجاد کارگروه‌های سیاستی هوش مصنوعی در دانشگاه‌های کشور	وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
حمایت از تولیدات مبتنی بر هوش مصنوعی در سطح کشور، ایجاد تیم‌های متخصص هوش مصنوعی و سرمایه‌گذاری بر طرح‌های برگزیده، رایزنی با سازمان‌های مربوط نظیر سازمان امور مالیاتی برای در نظر گرفتن تخفیف و معافیت‌های مالیاتی نسبت به بودجه R&D شرکت‌ها، رایزنی با صندوق‌های سرمایه‌گذاری خارجی	همکاری با نهادهای ذی‌ربط در حوزه به‌روزرسانی برنامه‌های آموزشی هوش مصنوعی طبق نیازهای صنعتی کشور، تأسیس شورای توانمندسازی نیروی کار در حوزه هوش مصنوعی، تشویق بخش‌های صنعتی به برگزاری کلاس‌های آموزشی در حوزه هوش مصنوعی، هم‌فکری و همراهی با نمایندگان بخش‌های صنعتی و دانشگاه در جهت تربیت بهتر نیروی انسانی در هوش مصنوعی	همکاری با دیگر نهادها در تدوین و انتشار اسناد ملی هوش مصنوعی، تدوین نقشه راه استقرار هوش مصنوعی در صنایع کشور خصوصاً صنایع مادر، تعیین سیاست‌ها و ضوابط کلی بخش صنعتی کشور در استفاده از هوش مصنوعی، پیاده‌سازی نظام‌های یکپارچه مدیریت داده بین بخش‌های مختلف صنعتی کشور، ایجاد کارگروه‌های تخصصی در حوزه نیازهای سیاستی و قانونی صنعتگران در حوزه هوش مصنوعی	وزارت صنعت، معدن و تجارت

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

سیاست‌های پیشنهادی برای توسعه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی ایران

در خلال پژوهش حاضر نسبت به شناسایی کارکردهای پایه‌ای در حوزه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی اقدام شد؛ این کارکردها عبارت‌اند از: (۱) سیاست‌گذاری، حکمرانی، استانداردگذاری و مسائل حقوقی؛ (۲) آموزش و فرهنگ‌سازی؛ (۳) تأمین مالی و سرمایه‌گذاری؛ (۴) تحقیقات پایه، کاربردی و توسعه‌ای؛ (۵) شبکه‌سازی، اشاعه و انتقال فناوری؛ (۶) فعالیتهای نوآورانه، کارآفرینانه و استارت‌آپ (۷) توسعه زیرساخت‌های فنی و داده‌ای. همچنین در این پژوهش ۴۱ نهاد مختلف حکومتی، دولتی و نیمه‌دولتی - خصوصی به‌عنوان بازیگران اصلی زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی ایران استخراج شدند.

با توجه به شرایط زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی ایران به‌عنوان یک زیست‌بوم پویا و جوان و با در نظر گرفتن تجربیات جهانی و نظرات خبرگان این حوزه در کشور، چندین سیاست در حوزه‌های مختلف درباره توسعه هوش مصنوعی ذیل هریک از کارکردهای هفتگانه موردبررسی در پژوهش حاضر، در خلال جدول ۳ به‌عنوان نتیجه‌گیری پژوهش ارائه می‌شود. این سیاست‌ها همگی با در نظر گرفتن شرایط خاص و ویژه کشور و با توجه به حیطه و شرح وظایف بازیگران فعال در حوزه‌های مختلف آن ارائه شده‌است.

جدول ۳. سیاست‌های پیشنهادی برای توسعه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی ایران

سیاست‌ها	کارکرد
• تدوین راهبردهای تحقیق و توسعه در حوزه‌های دارای اولویت هوش مصنوعی • ارتقای جایگاه هوش مصنوعی به‌لحاظ راهبردی و نهادی • پشتیبانی از هوش مصنوعی برای فراگیری و توسعه پایدار • تدوین استانداردها و چارچوب‌های قانونی و اخلاقی استفاده از راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی و داده • ایجاد محیط سیاستی تسهیل‌گر استقرار و توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی قابل اعتماد و متضمن رقابت	(۱) سیاست‌گذاری، حکمرانی، استانداردگذاری و مسائل حقوقی
• افزایش آگاهی و تحول در بینش مدیران ارشد نسبت به هوش مصنوعی و کاربردهای آن • آماده‌سازی شهروندان و کسب‌وکارها برای تحولات آینده و حداقل کردن اثرات منفی هوش مصنوعی • ارائه دانش و مهارت‌های هوش مصنوعی در تمام سطوح آموزشی و تربیت نیروی انسانی ماهر • آموزش و مهارت‌افزایی نیروهای شاغل در بخش دولتی و خصوصی برای تحولات بازار کار	(۲) آموزش (مهارت‌افزایی و تربیت سرمایه انسانی) و فرهنگ‌سازی
• توسعه و تقویت زیست‌بوم تأمین مالی هوش مصنوعی در سراسر کشور در حوزه‌های دارای اولویت • تشویق بخش‌های خصوصی و دولتی به سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه هوش مصنوعی • تبدیل هوش مصنوعی به یکی از حوزه‌های جذاب و مورد استقبال سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی	(۳) تأمین مالی و سرمایه‌گذاری
• ارتقای جایگاه پژوهش‌های بنیادین و میان‌رشته‌ای هوش مصنوعی • حفظ و بهبود جایگاه بین‌المللی تحقیق و توسعه کشور در حوزه هوش مصنوعی • سوق دادن طرح‌های کلان حوزه هوش مصنوعی به سمت مسائل اصلی کشور • در اولویت قرار دادن تحقیق و توسعه هوش مصنوعی در کسب‌وکارهای بخش خصوصی و دولتی کشور	(۴) تحقیقات پایه، کاربردی و توسعه‌ای
• ایجاد شبکه‌های تخصصی و هدفمند میان بازیگران مختلف (دانشگاه، دولت، صنعت و جامعه) • شبکه‌سازی بین‌المللی در حوزه تحقیق و توسعه بازار هوش مصنوعی ایران • حمایت از رسوخ راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی در کسب‌وکارها و سازمان‌های دولتی	(۵) شبکه‌سازی، اشاعه و انتقال فناوری

• تشویق صنایع بزرگ و بالغ به نوآوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی • حمایت از شکل‌گیری و توسعه زیست‌بوم نوآوری باز در حوزه هوش مصنوعی • تحریک تقاضای بخش دولتی و خصوصی برای محصولات و خدمات مبتنی بر هوش مصنوعی	۶) فعالیتهای نوآورانه، کارآفرینانه
• توسعه زیرساخت‌های پردازشی، ذخیره‌سازی و ارتباطی موردنیاز توسعه هوش مصنوعی • توسعه پلتفرم‌های بومی خدمات هوش مصنوعی • تسهیل اشتراک‌گذاری و دسترسی به داده‌های ملی	۷) توسعه زیرساخت فنی

برپایه نتایج پژوهش حاضر، دولت با داشتن ۱۸ نهاد در بین بازیگران زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی در ایران کلیدی‌ترین نقش را در توسعه آن دارد و نهادهای مرتبط با بخش خصوصی (۱۵ نهاد) و بخش حکومتی (۸ نهاد) در رده‌های بعدی قرار دارند. به‌طور عمده، نهادهای دولتی در تمام کارکردهای هفتگانه مربوط به شبکه هوش مصنوعی دارای نقش‌هایی بااهمیت و کلیدی هستند و باید پیشران توسعه هوش مصنوعی در کشور باشند. این نهادها در همه حوزه‌ها، اعم از تأمین مالی و تسهیلاتی، سیاست‌گذاری، تسهیل‌گری، شبکه‌سازی، میانجی‌گری و... دارای مسئولیت هستند و باید بودجه و توجه لازم را به بخش‌های مختلف کارکردی هوش مصنوعی اختصاص دهند. همچنین در خلال این پژوهش مشخص شد که ۸ نهاد حکومتی (غیر از دولت) در میان کارکردهای مختلف شبکه همکاری نوآوری هوش مصنوعی دارای نقش و مسئولیت هستند. بیشتر نقش‌های این نهادها در حوزه‌های کلان قانون‌گذاری و سیاست‌گذاری و البته فرهنگ‌سازی در ارتباط با مردم است.

این موضوع صحیح است که به‌طور کلی ساختار توسعه هوش مصنوعی در ایران با توجه به ساختار کلان حکومتی، وابسته به دولت خواهد بود، اما بدون شک اگر این نهادهای نیمه‌دولتی و خصوصی که به‌ویژه در حوزه‌های نوآورانه، کارآفرینانه و استارت‌آپی نقش اصلی را ایفا می‌کنند، دارای ضعف یا بی‌میلی به فعالیت در شبکه همکاری نوآوری هوش مصنوعی باشند، ممکن است همه تلاش‌ها و بودجه‌های دولتی نیز به نتیجه قابل‌توجهی ختم نشود. از پژوهش حاضر چه در بخش مطالعه اسناد ملی توسعه هوش مصنوعی در کشورهای مختلف جهان و چه در خلال مصاحبه با خبرگان فعال در جنبه‌های مختلف هوش مصنوعی در کشور این نتیجه به‌دست آمد که بخش خصوصی نقشی بسیار حیاتی در شبکه دارد و ظرفیت‌های موجود در بخش خصوصی کشور چه در شرکت‌های بزرگ و چه در شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌های فعال در حوزه هوش مصنوعی می‌تواند کمک شایانی به بهبود تحقیق و توسعه هوش مصنوعی در کشور انجام دهد. مدیران و سیاست‌گذاران کشور باید بدانند که موفقیت و اعتلای زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی کشور، به موفقیت و بهروزی بخش خصوصی گره خورده‌است و همه تلاش‌ها در کشور باید در جهت بهبود شرایط فعالیت این بخش انجام گیرد.

به‌طور کلی، فناوری، به‌ویژه فناوری اطلاعات، در سال‌های اخیر با تحولات عمده‌ای روبه‌رو شده‌است که تا حدود بسیاری آن را حتی نسبت به ۲۰ سال قبل دچار دگرگونی ساخته‌است. اگر در سال‌های گذشته این امکان فراهم بود که حتی ۲۰ سال پس از ظهور یک فناوری، به‌سمت آن رفته و با تکیه بر نیروی انسانی خبره در کشور، شکاف توسعه فناوری بین ایران و دیگر کشورهای جهان را پوشش داد، امروزه و به‌خصوص در حوزه هوش مصنوعی، دیگر این امکان وجود ندارد. در دنیایی که فناوری‌های مختلف روزبه‌روز دچار تغییر و بهبودند، یک روز تعلل در حرکت به‌سمت هوش مصنوعی می‌تواند شکافی جبران‌ناپذیر بین ایران و دیگر قدرت‌های جهانی ایجاد کند. نکته مهمی که در پژوهش حاضر مشخص شد اهمیت مسئله سیاست‌گذاری، مقررات‌گذاری و نوع

نگاه صحیح به مسئله هوش مصنوعی و کاربردهای آن است که می‌تواند تمام تلاش‌های شبکه را تحت‌تأثیر قرار دهد. همچنین میزان تولید علم در کشور در حوزه هوش مصنوعی به هیچ عنوان نباید ملاکی برای سنجیدن میزان توسعه هوش مصنوعی باشد. بدیهی است که با توجه به هوش، استعداد و دانش فراوان دانشجویان و خبرگان ایرانی در حوزه‌های مختلف هوش مصنوعی، میزان تولید علم و انتشار مقالات در این حوزه در کشور به‌شدت افزایش یافته‌است، اما امروزه بسیاری از این مقالات هیچ‌گونه توان کاربردی در حوزه هوش مصنوعی به کشور و به‌ویژه بخش صنعت اضافه نمی‌کند. مدیران و سیاست‌گذاران در همه نهادهای دارای مسئولیت در شبکه هوش مصنوعی باید تمام تلاش و ظرفیت خود را برای کاهش شکاف بین دانشگاه و صنعت به‌کار گیرند و پژوهش‌های کشور را به‌سمت حل مسئله‌های واقعی رهنمون کنند.

پژوهش‌های آینده در حوزه زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی ایران می‌توانند با موضوعاتی همانند اقدامات عملیاتی مناسب برای اجرای سیاست‌های پیشنهادی این پژوهش، ایجاد بسته‌ها و آمیزه‌های سیاستی توسعه هوش مصنوعی در کشور و بررسی موشکافانه وضعیت زیست‌بوم نوآوری هوش مصنوعی ایران ذیل هریک از کارکردهای هفتگانه مستخرج از پژوهش حاضر صورت گیرد.

تقدیر و تشکر

این مقاله براساس نتایج طرح پژوهشی «تدوین الزامات و نقشه راه ایجاد شبکه همکاری نوآوری باز هوش مصنوعی» که با حمایت مالی «پارک فناوری اطلاعات و ارتباطات (فاوا)» انجام شده، تهیه و منتشر شده‌است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

ساروخانی، باقر (۱۳۹۳). روش‌های تحقیق در علوم اجتماعی (جلد اول، اصول و مبانی). تهران: پژوهشکده علوم انسانی و مطالعات فرهنگی.

طباطبائی‌ان، سیدحبیب‌الله و انتظاری، محمد (۱۳۸۷). مطالعه موردی نگاشت نهادی نوآوری در صنعت برق کشور. سیاست علم و فناوری، ۱(۱)، ۳۱-۴۹.

References

Bostrom, N., Dafoe, A., & Flynn, C. (2019). Policy Desiderata for Super intelligent AI: A Vector Field Approach. *Future of Humanity Institute, Oxford* (Version 4.3).

Brundage, M., & Bryson, J. (2016). Smart policies for artificial intelligence. *preprint arXiv:1608.08196*.

Brundage, M., Avin, S., Wang, J., Belfield, H., Krueger, G., Hadfield, G., & Anderljung, M. (2020). Toward trustworthy AI development: mechanisms for supporting verifiable claims. *preprint arXiv:2004.07213*.

Calo, R. (2017). Artificial Intelligence policy: a primer and roadmap. *UCDL Rev.*, 51.

Cussins Newman, J. (2019). Toward AI Security. Centre for Cybersecurity.

Dafoe, A. (2018). AI governance: a research agenda. Governance of AI Program, Future of Humanity Institute, University of Oxford: *Oxford, UK*; 1442-1443.

Dickson, B., (2017). What is Narrow, General, and Super Artificial Intelligence.

Durst, S., & Poutanen, P. (2013). Success factors of innovation ecosystems – Initial insights from a literature review. CO-CREATE 2013: *The Boundary-Crossing Conference on Co- Design in Innovation*, 31(2), 27-38.

Edquist, Ch., Johnson, B. (1997). Institutions and organizations in systems of innovation, in: C. Edquist (Ed.), *Systems of Innovation-Technologies, Institutions and Organizations*, Pinter, London

Freud, S. (1989), Introduction a La Psychanalyses, Petit Bibliotheque Payot

Hekkert, M.P., Suurs, R.A.A., Negro, S.O., Kuhlmann, S., Smits, R.E.H.M. (2007). Functions of innovation systems: A new approach for Analysing technological change. *Technological Forecasting & Social Change*, 12(3), 88-114.

Holdren, J.P.; Bruce, A.; Felten, E.; Lyons, T.; Garriss, M. (2016). Preparing for the future of AI. US National Science and Technology Council.

Hwang, W., & Horowitz, G. (2012). The Rainforest: the secret to building the next Silicon Valley. Regenwald.

Launchbury, J. (2017). A DARPA Perspective on Artificial Intelligence, Machine Learning.

Lundvall, B. A. (1992). National Systems of Innovation. Pinter, London.

Mozur, Paul. (2017), Beijing Wants A.I. to Be Made in China by 2030.

Muller, V. C., & Bostrom, N. (2016). Future progress in artificial intelligence: A survey of expert opinion. In *Fundamental issues of artificial intelligence*, 12(1), 555-572.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) (1999). *Managing National Innovation Systems*. OECD Publications, Paris.

Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). (2019.a). *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*.

Oksanen, K., & Hautamäki, A. (2014). Transforming regions into innovation ecosystems: A model for renewing local industrial structures. *The Innovation Journal: The Public Sector Innovation Journal*, 2(3). 48-62.

Suurs, R.A.A. (2009). *Motors of sustainable innovation. Towards a theory on the dynamics of technological innovation systems* (Thesis). Innovation Studies Group. Utrecht University, the Netherlands.

Wimmer, R. D., & Dominick, J. R. (2013). *Mass media research*. Cengage learning, 22(3), 121-137