



ظرفیت‌های توسعه فناوری هوش مصنوعی در کشور در پرتو نقاط قوت و فرصت‌ها: تحلیلی براساس چارچوب SOAR^۱

ایمان اکبری^۲

تاریخ ارسال: ۱۴۰۴/۶/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۷/۱۶

دوفصلنامه
پاییز و زمستان ۱۴۰۴
دوره ششم، شماره دوازدهم



چکیده

زمینه و هدف: فناوری هوش مصنوعی، نقش حیاتی در آینده جوامع ایفا خواهد کرد. شواهد این نقش‌آفرینی هم اکنون در حوزه نظامی، رسانه و فضای مجازی، ربات‌های تعاملی و موارد متعدد دیگر قابل مشاهده است. شرایط خاص، اقتضائات و اهداف کشور ما، اهمیت بررسی دقیق ظرفیت‌ها در توسعه این فناوری راهبردی را با هدف برنامه‌ریزی و اقدام سنجیده آشکار می‌سازد. در این راستا دو حوزه اصلی شامل توسعه لایه بنیادین (مدل‌ها و الگوریتم‌ها، راهبرد کلی کشور، معماری شبکه و زیرساخت‌ها و...) و توسعه لایه کاربری (به عنوان ابزار تحول بخش‌های مختلف)، لازم به تفکیک است.

روش: این پژوهش با اتکا به چارچوب SOAR برای شناسایی نقاط قوت، فرصت‌ها، چشم‌اندازها و نتایج توسعه هوش مصنوعی در لایه بنیادین و لایه کاربری با هدف ظرفیت‌شناسی توسعه این فناوری در کشور پرداخته است. در این راستا از مصاحبه نیمه ساختار یافته با ده نفر از خبرگان این حوزه بهره‌برداری شده است. **یافته‌ها:** بر این اساس، ظرفیت‌های کشور در توسعه هوش مصنوعی در قالب ۶ ظرفیت نیروی انسانی، نهادی، ارتباطات منطقه‌ای و بین‌المللی، سرمایه‌گذاری، زیست‌بوم نوآوری و زیرساختی در کشور شناسایی شد. سپس توصیه‌های سیاستی با هدف بهره‌مندی از این ظرفیت‌ها در توسعه هوش مصنوعی در کشور ارائه شد.

۱- این پژوهش با حمایت مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی انجام شده است.

۲- پژوهشگر مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، دانشجو دکتری مدیریت دولتی دانشگاه علامه طباطبایی

نتیجه‌گیری: براساس ظرفیت‌های شناسایی شده، مهم‌ترین پیشنهادات شامل: «تعیین یک یا دو حوزه تمرکز اصلی در کشور»، «هماهنگی کامل بین نهادهای حاکمیتی، بخش خصوصی و مراکز علمی»، «ایجاد مرکز مطالعات راهبردی و آزمایشگاه ملی»، «توجه به استقلال فناورانه در حوزه‌های حیاتی»، «توجه به تجربه کشور در زمینه حمایت از توسعه نوآوری»، «سازوکار هدایت سرمایه‌های داخلی به سمت حوزه‌های دانش‌بنیان و فناوری‌های نوین»، «فعال‌سازی دیپلماسی در جهت همکاری با کشورهای همسوی پیشرفته»، «هدایت نخبگان و استعدادها علمی به سمت این فناوری و طراحی مشوق‌هایی در راستای برگشت نخبگان این حوزه» و «تقویت نگرش تخصصی به حوزه خط‌مشی‌گذاری، سرمایه‌گذاری و اجرا در رابطه با این فناوری» است.

واژه‌های اصلی: هوش مصنوعی، حکمرانی هوش مصنوعی، ظرفیت‌شناسی، چارچوب SOAR، توسعه فناوری.

۱- مقدمه

۱-۱- بیان مسئله و اهمیت پژوهش:

هوش مصنوعی، فناوری تحول‌بخش حوزه‌های مختلف زندگی فردی و اجتماعی در سال‌های آتی است. تأثیرات این فناوری را با انقلاب صنعتی که موجب تحول تمام نظام‌های زندگی فردی و اجتماعی از خانواده تا ساختار قدرت سیاست و سرمایه در جامعه شد، مقایسه کرده‌اند (Bullock et al., 2022). چه بسا هوش مصنوعی موجب تحولی بنیادین‌تر شود. زیرا انقلاب صنعتی بر نیروی کار انسانی و جایگزینی آن با ماشین متمرکز بود؛ حال آنکه هوش مصنوعی بر نیروی فکری انسانی و جایگزینی آن متمرکز است و ابعاد و پیچیدگی‌های نیروی فکری انسانی بسیار بیشتری از نیروی جسمانی و اندام‌های خارجی اوست. هوش مصنوعی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین فناوری‌ها در بسیاری از مشاغل ظهور کرده و به بخش جدایی‌ناپذیری از جامعه ما تبدیل شده است و کاربردهای گسترده آن در بخش‌های مختلف، مانند خودروهای خودران، مراقبت‌های بهداشتی، امور مالی، پژوهش و تحقیق و سایر حوزه‌ها داشته است (Batool et al., 2025). کشور ما نیز خواه ناخواه متأثر از این فناوری بنیان‌برافکن در بخش‌های مختلف شده و خواهد شد. بر این اساس پرداختن به توسعه سنجیده این فناوری در کشور، ضرورتی غیرقابل انکار است.

توسعه فناوری هوش مصنوعی دو سطح اصلی را شامل می‌شود (Papagiannidis et al., 2023):

- **سطح اول، توسعه لایه‌های بنیادین این فناوری (مدل‌ها و الگوریتم‌ها، راهبرد کلی کشور، معماری شبکه و زیرساخت‌ها و...) و علوم مرتبط است که غالباً در حوزه علوم کامپیوتر و ریاضیات کاربردی، فلسفه، علوم شناختی و... بحث می‌شود.**
- **سطح دوم، توسعه کاربری آن در تحول بخش‌های مختلف است.**

توسعه سنجیده یک فناوری از سمت حاکمیت، نیازمند طی مراحل طی است (Framework for Antic-



- ۱- تعیین اهداف حاکمیت از توسعه این فناوری و ارزش‌های راهنما که مستلزم شناخت دقیق توانمندی‌ها و افق پیش‌بینی شده برای این فناوری و بهره‌مندی از هوش راهبردی برای تشخیص و پیش‌بینی روندها، ریسک‌ها و فرصت‌های فناوری در مراحل مختلف توسعه است.
 - ۲- شناسایی ظرفیت‌های موجود در کشور در راستای توسعه این فناوری که مستلزم شناخت زیست‌بوم توسعه این فناوری و بررسی دقیق و روش‌مند و مشارکت ذی‌نفعان مختلف است.
 - ۳- تعیین دستورکار و برنامه اقدامات لازم و نگاهت نهادی اقدامات و تدوین مقررات چابک در صورت لزوم، که مستلزم شناخت از بستر و پویایی نهادی و بخش‌های مختلف مرتبط با این فناوری اعم از دولتی و خصوصی است.
 - ۴- تعیین شاخص‌های رصد و ارزیابی و همچنین نهادهای ارزیاب توسعه فناوری که مستلزم شناخت دقیق این فناوری و تجربه رصد توسعه فناوری توسط مجریان است.
- در ارتباط با فناوری هوش مصنوعی، طی این مراحل را می‌توان ذیل ادبیات حکمرانی هوش مصنوعی، رصد و برنامه‌ریزی کرد. حکمرانی را می‌توان به‌عنوان فرایندی در نظر گرفت که طی آن فعالیت‌های اجتماعی سازماندهی، هماهنگی، هدایت و مدیریت می‌شوند. علاوه بر این، حکمرانی همچنین به مجموعه‌ای از هنجارها، قوانین، مقررات، نهادها و فرایندهایی اشاره دارد که اقدامات و تعاملات بازیگرانی را که در غیر این صورت هماهنگ نبودند، برای دستیابی به نتایجی که به‌طور مشترک برای آنها مطلوب است، هماهنگ می‌کند (Birkstedt et al., 2023). بر این اساس حکمرانی هوش مصنوعی شامل مجموعه‌ای از فرایندها، استانداردها، قوانین و خط‌مشی‌ها می‌شود که به منظور راهبری، مدیریت، کنترل بهینه، توسعه و کاربست فناوری هوش مصنوعی و پیامدهای مرتبط با آن طراحی می‌شود (اکبری، دانایی فرد، ۲۰۲۴؛ محمودی، اکبری، مهربان هلان، ۲۰۲۴).

موضوع چارچوب‌بندی هنوز به‌عنوان یک مؤلفه کلیدی در حکمرانی هوش مصنوعی به‌طور گسترده مورد بحث قرار نگرفته است. از آنجایی که هوش مصنوعی هنوز در حال توسعه است و ظرفیت رشد برجسته‌تر و متنوع‌تر را دارد، پیچیدگی چالش‌های آن نشان می‌دهد که تصمیم‌گیری در سیستم‌های هوش مصنوعی باید با توجه به زمینه کاربرد آنها به دقت مفهوم‌سازی شود (Taeihagh, 2021). عدم توجه به زمینه یکی از مهم‌ترین شکاف‌های دانشی در حکمرانی هوش مصنوعی دانسته شده است (Birkstedt et al., 2023). در همین راستا با توجه به خاص بودن شرایط و اقتضانات کشور مانند شرایط و تلاطمات منطقه‌ای، دشمنان خارجی و تحریم‌ها، شرایط متلاطم اقتصادی و بافتار جمعیتی و جغرافیایی کشور، بررسی دقیق ظرفیت‌های کشور در توسعه هوش مصنوعی به‌عنوان یک فناوری راهبردی، اهمیت مضاعفی دارد. توجه به تجربه موفق کشور در فناوری‌های راهبردی تحت تحریم (مانند فناوری هسته‌ای و موشکی) نیز می‌تواند رهاورد‌هایی برای توسعه هوش مصنوعی به‌عنوان یک حوزه کلیدی برای تحول بخش‌های مختلف و کسب مزیت رقابتی در سطح بین‌المللی داشته باشد. بنابراین چارچوب‌بندی و ظرفیت‌شناسی توسعه هوش مصنوعی در کشور براساس یک چارچوب موجه، زمینه‌ساز اقدام سنجیده و متناسب با داشته‌ها و خواسته‌های کشور خواهد

بود که هدف این پژوهش است.

پژوهش حاضر با هدف پرداختن به ظرفیت‌شناسی کشور در توسعه هوش مصنوعی، با بهره‌مندی از چارچوب SOAR، نقاط قوت، فرصت‌ها، چشم‌اندازها و نتایج توسعه این فناوری در کشور را شناسایی کرده و سپس بر این اساس، توصیه‌های سیاستی با هدف توسعه این فناوری کلیدی در کشور ارائه خواهد کرد. پرسش‌های اصلی پژوهش بر این اساس موارد ذیل خواهد بود:

- ظرفیت‌های توسعه فناوری هوش مصنوعی در کشور چیست؟
- مهم‌ترین نقاط قوت کشور در توسعه فناوری هوش مصنوعی چیست؟
- مهم‌ترین فرصت‌های کشور در توسعه این فناوری چیست؟
- چشم‌اندازهای کشور در توسعه این فناوری چه می‌تواند باشد؟
- چه نتایج و شاخص‌هایی برای ارزیابی توسعه این فناوری در کشور قابل رصد است؟

۲-۱- پیشینه پژوهش

در ارتباط با حکمرانی هوش مصنوعی پژوهش‌های متعددی در سراسر دنیا انجام شده و به ابعاد مختلف توسعه این فناوری پرداخته شده است. ظرفیت‌شناسی یکی از ابعاد توسعه این فناوری است که در این پژوهش مدنظر بوده است. در کشور ما نیز پژوهش‌هایی اخیراً توسط پژوهشگران و پژوهشگاه‌های مختلف منتشر شده است که می‌توان مهم‌ترین نهاد حاکمیتی را در کشور در این حوزه، مرکز پژوهش‌های مجلس دانست. این مرکز در دو سال گذشته گزارش‌های راهبردی متعددی منتشر کرده که پس از مرور ادبیات پژوهش‌های داخلی و خارجی، مختصراً مهم‌ترین گزارش‌های مرتبط با موضوع ظرفیت‌های توسعه هوش مصنوعی در کشور در این مرکز نیز در قالب یک جدول بررسی می‌شود. به علت سؤال اصلی پژوهش که ظرفیت‌شناسی توسعه این فناوری در کشور است، تمرکز در مرور ادبیات بر پژوهش‌های داخلی بوده است.

جدول ۱: مرور ادبیات پژوهشی و سیاستی

ردیف	عنوان و سال	نوع پژوهش	ظرفیت‌ها
۱	شناسایی و مدل‌سازی کارکردهای هوش مصنوعی در ارتقاء کارآمدی نظام اداری و ارائه خدمات عمومی، واعظی و دیگران، ۲۰۲۴	مقاله پژوهشی	شناسایی ۱۱ کارکرد فناوری هوش مصنوعی در ارتقاء نظام اداری و سطح بندی این کارکردها در ۴ سطح با هدف برنامه اقدام لازم
۲	شناسایی و اولویت‌بندی موانع، چالش‌ها و پیامدهای حکمرانی داده‌محور از منظر به‌کارگیری هوش مصنوعی و فناوری‌های مبتنی بر داده در بخش عمومی (اکبری، دانایی فرد و دیگران ۲۰۲۴)	مقاله پژوهشی	شناسایی ۱۶ مورد از موانع و چالش‌های توسعه این فناوری در کشور و اولویت‌بندی این موارد
۳	رویکردهای تنظیم‌گرا در راستای مدیریت چالش‌های اخلاقی و سیاستی در حکمرانی داده‌محور (محمودی، اکبری و بابایی، ۲۰۲۴)	مقاله پژوهشی	پرداخت به رویکرد تنظیم‌گری در حکمرانی هوش مصنوعی در کشور



ردیف	عنوان و سال	نوع پژوهش	ظرفیت‌ها
۴	حکمرانی هوش مصنوعی در عصر دیجیتال؛ واکاوی راهبردها و رویکردهای آمریکا (سلیمان زاده و دیگران ۲۰۲۴)	مقاله پژوهشی	حکمرانی هوش مصنوعی در آمریکا حاصل هم‌افزایی سیاست‌های ملی و محلی است
۵	تبیین حکمرانی چین در عرصه هوش مصنوعی، چشم‌انداز و راهبردها در غرب آسیا (ببری‌گنبد، ۲۰۲۳)	مقاله پژوهشی	سرمایه‌گذاری‌های کلان چین در حوزه هوش مصنوعی، امکان‌سنجی هنجارسازی‌های بدیع در این حوزه از سوی این کشور و اجماع نخبگانی برای حکمرانی جهانی این عرصه مهم‌ترین عوامل مؤثر در استراتژی هوش مصنوعی این کشور است
۶	حکمرانی و هوش مصنوعی: یک روایت علم‌سنجی از دو داستان در هم تنیده (آقاییاری و کریم میان، ۲۰۲۴)	مقاله پژوهشی	بهینه‌سازی خدمات عمومی، تصمیم‌گیری داده‌محور و تقویت شفافیت نظام‌های دولتی از مهم‌ترین دستاوردهای هوش مصنوعی است
۷	AI governance: themes, knowledge gaps and future agendas (Birkstedt et al., 2023)	مقاله پژوهشی	شکاف‌های دانش اصلی در حکمرانی هوش مصنوعی عبارت‌اند از: درک محدود از پیاده‌سازی، عدم توجه به زمینه، اثربخشی نامشخص اصول اخلاقی و مقررات و عملیاتی‌سازی ناکافی فرایندها برای پرداختن به این شکاف‌ها. نویسندگان چهار دستور کار آینده حکمرانی هوش مصنوعی را شامل: دستورکار فنی، ذی‌نفعان و زمینه‌ای، نظارتی و فرایندی بیان می‌کنند
۸	حکمرانی هوش مصنوعی (۶): کاربست هوش مصنوعی در ارتقاء خدمات عمومی (محمودی و اکبری، ۲۰۲۵)	گزارش راهبردی مرکز پژوهش‌ها	صرفه‌جویی در وقت و هزینه در صنعت حمل‌ونقل، ارتقاء کیفیت و اثربخشی در آموزش، افزایش دقت تصمیمات به همراه کاهش هزینه در پزشکی، ایجاد فرصت‌های رشد برابر برای همگان
۹	حکمرانی هوش مصنوعی (۴): بررسی تأثیرات هوش مصنوعی بر بازار مشاغل و بهره‌وری در جهان و ایران (رضاسلطانی و اکبری، ۲۰۲۵)	گزارش راهبردی مرکز پژوهش‌ها	ارتقاء بهره‌وری، افزایش خودکارسازی مشاغل، حل مشکلات پیچیده و بهبود دقت در پیش‌بینی‌ها، افزایش رشد اقتصادی و بهبود زندگی.
۱۰	حکمرانی هوش مصنوعی (۱): ظرفیت‌های هوش مصنوعی در ارتقاء فرایند خط‌مشی‌گذاری عمومی: رهنمودهایی مرتبط با مجلس شورای اسلامی (بابائیان و اکبری، ۲۰۲۴)	گزارش راهبردی مرکز پژوهش‌ها	ارتقاء فرایند خط‌مشی‌گذاری در کشور
۱۱	بررسی لایحه برنامه هفتم توسعه (۸۸): توسعه پایدار هوش مصنوعی در کشور (اکبری و دیگران، ۲۰۲۳)	گزارش راهبردی مرکز پژوهش‌ها	ارتقاء نظام قانون‌گذاری، کارآمدی نظام اداری، کیفیت ارائه خدمات عمومی، بهره‌وری، سرعت و کیفیت خدمات بخش خصوصی، خدمات نوین دانش‌محور
۱۲	نگاشت نهادی و تقسیم کار ملی در حوزه توسعه هوش مصنوعی و حکمرانی داده‌محور (مهربان هلان و دیگران، ۲۰۲۳)	گزارش راهبردی مرکز پژوهش‌ها	ارتقاء رفاه عمومی و موفقیت در رقابت‌های جهانی

۳-۱- پیشینه تقنینی و سیاستی

با توجه به دغدغه پرداخت به ظرفیت‌ها و ارائه توصیه‌های راهبردی در توسعه این فناوری، پرداخت به پیشینه سیاستی و تقنینی این فناوری در کشور اهمیت دارد.

«سند ملی توسعه هوش مصنوعی» مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی (۱۴۰۳)، توسعه فناوری هوش مصنوعی را گام مهمی برای وصول به مؤلفه‌های تمدن نوین اسلامی، ارتقاء کیفیت حکمرانی و تقویت بنیان‌های علمی و پژوهشی کشور دانسته و این فناوری را منشأ تأثیر و تحول بر حوزه‌های مختلف مانند دفاع، آموزش، بهداشت، کشاورزی و... می‌داند. بر این اساس، این سند چشم‌انداز و اهداف کلان، سیاست‌های راهبردی، اقدامات و اولویت‌هایی را برای توسعه این فناوری در کشور پیشنهاد می‌دهد.

«قانون برنامه پنج‌ساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران» در ماده (۶۵) بند «ج» تکلیف اجرای «برنامه ملی توسعه هوش مصنوعی» را به دولت واگذار کرده و از آن طریق، حمایت از توسعه زیست‌بوم تحول‌آفرین هوش مصنوعی، فراهم کردن دانش و زیرساخت‌ها و افزایش آگاهی در مورد کارکردهای هوش مصنوعی در زمینه‌های مختلف را مدنظر داشته است.

«سند راهبردی جمهوری اسلامی ایران در فضای مجازی» مصوب ۱۴۰۱ شورای عالی فضای مجازی، نظام به‌کارگیری فناوری‌های نوین فضای مجازی از قبیل هوش مصنوعی را مدنظر داشته و مرجع تصویب آن را کمیسیون عالی تنظیم مقررات فضای مجازی کشور دانسته است.

۴-۱- مبانی نظری

۴-۱-۱- زیست‌بوم توسعه هوش مصنوعی در کشور

امروزه اهمیت فناوری هوش مصنوعی به‌عنوان یک فناوری راهبردی در آینده جوامع برکتر کسی پوشیده است. این فناوری، قابلیت‌ها و ظرفیت‌هایی در جامعه مملو از اطلاعات که در گذشته ناممکن بود، فراهم ساخته است. به‌عنوان نمونه، با تحلیل کلان‌داده‌ها، حصول اطلاعات خاص مدنظر از این دریای اطلاعات مانند تخمین مکان افراد، علایق آنها، روندهای اجتماعی و... فراهم شده است. علاوه بر این، فناوری هوش مصنوعی با ظرفیت تحقق هوش ابرانسانی، هم‌زمان با دستیابی به انبوهی از داده‌های فردی و اجتماعی، زمینه تحول و جهش علوم مختلف را فراهم خواهد ساخت. بر این فهرست می‌توان موارد متعدد دیگری از اهمیت راهبردی این فناوری در سال‌های آتی را اضافه کرد. این امر موجب در دستور کار قرارگرفتن این فناوری در کشورهای مختلف به خصوص کشورهایی با داعیه اثرگذاری و راهبری جهانی، شده است.

بنابراین هوش مصنوعی، یک فناوری تحولی و راهبردی است که با توجه به نقش‌آفرینی قطعی آن بر سرنوشت آینده کشورها و جهان، در سال‌های کنونی و آتی محل مناقشه عمیقی میان ابرقدرت‌ها خواهد بود. در نتیجه قابل پیش‌بینی است که این فناوری مانند فناوری هسته‌ای، در انحصار ابرقدرت‌هایی قرار گیرد که اجازه ورود سایر کشورها به این حوزه را ندهند. بنابراین ضروری است این فناوری در کشورهایی مانند کشور ما که استقلال از اساسی‌ترین اصول سیاست‌ورزی و خط‌مشی‌گذاری آن است، به صورت



خاص مدنظر قرار گیرد.

لازم به ذکر است که زیست‌بوم توسعه هوش مصنوعی، غالباً شامل بازیگران اصلی این حوزه و منابع و ظرفیت‌های موجود آن و تعامل این بازیگران در تحقق اهداف حکمرانی تلقی می‌شود. با این تعریف، زیست‌بوم، بیشتر تأکید بر بازیگران صفتی و به شکل مستقیم درگیر با توسعه این فناوری دارد. با این حال توسعه هوش مصنوعی، امور حاکمیتی مانند قانون‌گذاری و سیاست‌گذاری و شرایط مختلف کشور اعم از اقتصادی، سیاسی و بین‌المللی را که لزوماً به شکل مستقیم مربوط به توسعه هوش مصنوعی نیست، در برمی‌گیرد. ضروری است جمهوری اسلامی ایران با توجه به شرایط خاص کشور، منطقه و شرایط بین‌المللی مرتبط مانند تحریم‌ها و دشمنان قسم‌خورده و سفاکی مانند رژیم صهیونیستی که سرمایه‌گذاری‌های کلانی در عرصه این فناوری انجام داده‌اند، از توسعه سنجیده هدفمند این فناوری تحت عنوان کلان حکمرانی هوش مصنوعی، غفلت نرزد. این حکمرانی مستلزم بررسی نقاط قوت، ظرفیت‌ها، فرصت‌ها و در مرحله بعد تعریف چشم‌اندازها و نتایجی است که منجر به اقداماتی هدفمند و سنجیده شوند.

توسعه فناوری هوش مصنوعی دو سطح اصلی را شامل می‌شود (Papagiannidis et al., 2023):

- سطح اول، توسعه لایه‌های بنیادین این فناوری و علوم مرتبط است که غالباً حوزه علوم کامپیوتر و ریاضیات کاربردی، فلسفه، علوم شناختی و... را شامل می‌شود.
- سطح دوم، توسعه کاربری آن در بخش‌های مختلف و زمینه‌سازی تحول این بخش‌هاست که غالباً مرتبط با مهندسی صنایع و سایر رشته‌های مهندسی مرتبط با بخش‌های مختلف است. پژوهش حاضر با دغدغه پرداخت به مورد دوم یعنی ظرفیت‌شناسی کشور در توسعه این فناوری و با هدف زمینه‌سازی برای اقدام و عمل سنجیده در کشور و با روش SOAR، مدنظر قرار گرفته است. در این راستا در ادامه زیست‌بوم توسعه هوش مصنوعی در کشور مورد بررسی قرار گرفته تا زمینه پژوهش براساس چارچوب SOAR فراهم شود.



۱-۴-۲- کنشگران اصلی زیست‌بوم

بررسی زیست‌بوم توسعه فناوری‌های نوین از جمله هوش مصنوعی در کشور، موجب ایجاد شناختی واقعی از عرصه عمل و بازیگران اصلی این حوزه می‌شود. این بازیگران هستند که در نهایت، هرگونه تصمیم حاکمیتی را در دستگاه نظری خود تحلیل کرده و براساس اهداف نهادی و منافع خود، سعی در تفسیر، جهت‌دهی و اثرگذاری بر این تصمیمات حاکمیتی خواهند داشت. این امر، جزء لاینفک هر مسئله سیاستی در هر نظام انسانی و اجتماعی است. بنابراین توجه به کنشگران دولتی و محیطی (غیر دولتی) در زیست‌بوم توسعه هوش مصنوعی اهمیت دارد.

کنشگران دولتی

- سازمان ملی هوش مصنوعی: این سازمان در سال ۱۴۰۲ با دستور سیزدهمین رئیس‌جمهور تشکیل و در سند

- ملی هوش مصنوعی مصوبه ۱۴۰۳ شورای عالی انقلاب فرهنگی تأیید و رسمیت یافت.
- شورای عالی و مرکز ملی فضای مجازی: این شورا و مرکز در سال ۱۳۹۰ به دستور مقام معظم رهبری (مدظله‌العالی) با هدف تنظیم سیاست‌ها و مقررات مربوط به حوزه فضای مجازی در کشور، تشکیل شد.
 - معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان ریاست جمهوری: این معاونت که مسئول هدایت و هماهنگی تحولات علمی و فناوری در کشور دانسته شده، متشکل از ستادهای تخصصی شامل ستاد نانو، اقتصاد دیجیتال، هوش مصنوعی و فناوری‌های هم‌گرا، علوم شناختی و... است. معاونت علمی ریاست جمهوری را در سال‌های دهه ۹۰ با ایجاد و سرمایه‌گذاری در زیست بوم شرکت‌های دانش بنیان و نوآفرین می‌توان شناخت.
 - وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات: این وزارت‌خانه تا پیش از خصوصی‌سازی مخابرات، متولی تمام و کمال امور ارتباطات، زیرساخت و تنظیم‌گری در این حوزه بوده است. پس از اجرایی‌سازی سیاست‌های کلی اصل (۴۴) در حوزه ارتباطات، این وزارت‌خانه متولی نظارت بر بخش خصوصی این حوزه و همچنین تأمین زیرساخت‌های ارتباطی کشور و پژوهش در حوزه‌های مرتبط از طریق دستگاه‌ها و نهادهای زیرمجموعه خود است. این وزارت‌خانه علاوه بر دسترسی به بودجه مناسب، وظایف و دستورکارهای متعددی نیز در حوزه‌های مختلف دارد. این وزارت‌خانه به‌عنوان متولی تأمین زیرساخت در حوزه هوش مصنوعی نیز می‌تواند نقش مؤثری ایفا کند. همچنین این وزارت‌خانه به‌عنوان متولی بحث داده در کشور، نقش مهمی در توسعه این فناوری خواهد داشت.
 - وزارت علوم، تحقیقات و فناوری: این وزارت‌خانه، متولی حوزه آموزش و پژوهش در سطح عالی در کشور است. توسعه فناوری هوش مصنوعی در لایه علمی می‌تواند وابستگی زیادی به عملکرد دانشگاه‌ها داشته باشد. با این حال به نظر می‌رسد باید اولویت‌های نظام پژوهشی کشور در حوزه هوش مصنوعی توسط یک نهاد بالادستی تدوین شده و همراه با تأمین مالی، به دانشگاه‌ها سپرده شود. همچنین این وزارت‌خانه ظرفیت پارک‌های علم و فناوری را در سراسر کشور دارد که می‌تواند بستر مناسبی برای توسعه شرکت‌های این حوزه در کشور باشد.



کنشگران محیطی

- شرکت‌های دانش بنیان و نوآفرین در حوزه هوش مصنوعی: این شرکت‌ها به‌عنوان متصل‌کنندگان علم و پژوهش با عمل و نیازمندی‌های جامعه می‌توانند نقش مهمی در توسعه این فناوری در کشور داشته باشند. زیست بوم شرکت‌های حوزه هوش مصنوعی در صورت راهبری صحیح می‌تواند زمینه‌ساز توسعه سرمایه‌گذاری‌ها در این حوزه و تکمیل چرخه سرمایه‌گذاری، تولید محصول، فراگیری و سرمایه‌گذاری بیشتر باشد.
- شرکت‌های غیرمرتبط با هوش مصنوعی در بخش خصوصی و عمومی: هرچند اغلب شرکت‌ها در کشور در حوزه تحقیق و توسعه ضعیف هستند، این شرکت‌ها با ظرفیت سرمایه‌گذاری در فناوری تحولی مانند هوش مصنوعی از سویی و از سوی دیگر مسائلی که به دنبال حل آنها به روش بهینه هستند، می‌توانند در

توسعه این حوزه نقش ایفا کنند. طبیعتاً شرکت‌های حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات در این زمینه، شرایط مهیاتری دارند. برای مثال این نقش‌آفرینی می‌تواند با سرمایه‌گذاری در شرکت‌های متمرکز بر هوش مصنوعی مانند مدل عملکرد مایکروسافت و گوگل نسبت به اپن‌ای‌آی (Open Ai) و دیپ مایند (Deep mind) محقق شود.

هرچند زیست بوم فناوری هوش مصنوعی را می‌توان شامل بازیگران متعدد دیگری نیز دانست، با این حال بازیگران کلیدی این حوزه در این بخش با تلاش برای آسیب‌شناسی و ظرفیت‌سنجی عملکرد آنها در حوزه هوش مصنوعی، ذکر شدند. این امر زمینه شناخت دقیق‌تر نقاط قوت، فرصت‌ها و ظرفیت‌های کشور و ارائه توصیه‌های دقیق‌تر جهت هم‌افزایی این ظرفیت‌ها را فراهم خواهد ساخت. در ادامه چارچوب SOAR معرفی و به‌کارگیری خواهد شد.

شکل زیر، بازیگران اصلی این زیست بوم را نشان می‌دهد:

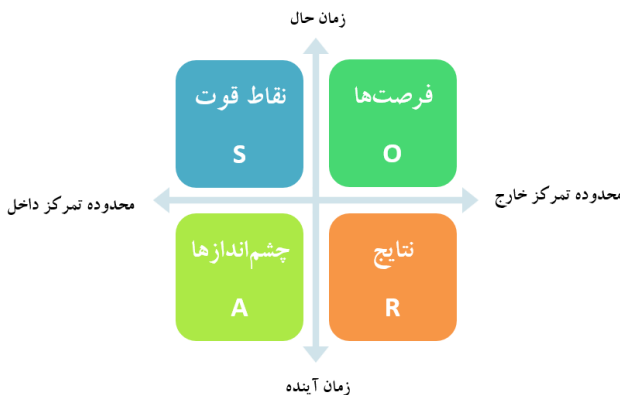


شکل ۱: بازیگران اصلی زیست بوم توسعه هوش مصنوعی در کشور (مأخذ: یافته‌های پژوهش)

۲- روش‌شناسی

مدل SOAR یک چارچوب تحلیل مسائل عمومی است که به عنوان روشی برای برنامه‌ریزی استراتژیک سازمان با هدف تأکید بیشتر بر نقاط قوت داخلی و فرصت‌های خارجی به جای نقاط ضعف و تهدیدها، به عنوان جایگزین مدل SWOT^۱ معرفی شد (Stavros & Saint, 2010). این چارچوب تحلیلی چهار مؤلفه زیر را شامل می‌شود:

- **نقاط قوت (Strengths):** در تحلیل یک مسئله اجتماعی از منظر یک کنشگر، نقاط قوت او، تکیه‌گاه اصلی ایجاد مزیت نسبت به سایر کنشگران و تأثیرگذاری بر آنها خواهد بود. نقاط قوت: شامل شناسایی و استفاده از برتری‌ها، دارایی‌ها، قابلیت‌ها و منابع اصلی است. در این خصوص ضروری است شایستگی‌های اصلی و تأثیرگذار شناسایی و ابعاد و ماحصل آن ذیل نقاط قوت مورد بررسی و ارائه قرار گیرند.
 - **فرصت‌ها (Opportunities):** فرصت‌ها، شامل شرایطی هستند که در صورت تدبیر اقدام صحیح در مواجهه با آنها، موجب دستاوردهایی فراتر از حد معمول خواهند شد. فرصت‌ها ممکن است از تغییرات در فناوری، پویایی صنعت، تقاضاهای بازار و روندهای جمعیتی یا تحولات کلان بین‌المللی ناشی شوند. شناسایی فرصت‌ها مستلزم تحلیل روزآمد و همه‌جانبه محیط و بازیگران در خصوص مسئله مورد نظر است.
 - **چشم‌اندازها (Aspirations):** در تحلیل یک مسئله اجتماعی که می‌خواهد منجر به ارائه رهنمودهایی شود، هدف و چشم‌انداز، از مهم‌ترین مؤلفه‌های لازم به توجه و جهت‌دهنده و همسوساز اقدامات است. چشم‌اندازها یا آرزوها، نمایانگر افق آینده و نتایج مطلوب در ارتباط با مسئله مورد بررسی است. این مؤلفه، الهام‌بخش و برانگیزاننده ذی‌نفعان و کنشگران مرتبط است.
 - **نتایج (Results):** آنچه تحقق اهداف و چشم‌اندازها را قابل اندازه‌گیری و سنجش می‌کند، نتایج است. نتایج بر تعریف شاخص‌های کلیدی عملکرد (KPI) و معیارهای لازم به رصد، متمرکز است. نتایج میزان پیشرفت در دستیابی به آرزوها و نتایج مطلوب را قابل اندازه‌گیری کرده و چارچوب ملموسی برای ارزیابی اثربخشی اقدامات و در نتیجه، زمینه بهبود اقدامات را فراهم می‌کند.
- شکل زیر مؤلفه‌های چارچوب SOAR را از حیث افق زمانی (حال و آینده) و محدوده تمرکز (داخل یا خارج سیستم) دسته‌بندی می‌کند.



شکل ۲: ماتریس SOAR (Stavros & Saint, 2010)



بر این اساس:

- **نقاط قوت:** مربوط به داخل سیستم مسئله مورد بررسی و مربوط به زمان حال است.
- **فرصت‌ها:** مربوط به خارج از سیستم مسئله مورد بررسی و مربوط به زمان حال است.
- **چشم‌اندازها:** مربوط به داخل سیستم مسئله مورد بررسی و مربوط به زمان آینده است.
- **نتایج:** مربوط به خارج از سیستم مسئله مورد بررسی و مربوط به زمان آینده است.

در مسئله این گزارش که توسعه فناوری هوش مصنوعی در کشور است، منظور از داخل سیستم مورد بررسی، زیست‌بوم فناوری هوش مصنوعی در کشور بوده و مقصود از خارج سیستم مورد بررسی، شرایط (اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی) کشور فارغ از زیست‌بوم فناوری هوش مصنوعی است. در این راستا، گروه کانونی متشکل از کارشناسان مرکز پژوهش‌ها و خبرگان این حوزه از نظام علمی دانشگاهی، بازیگران اصلی شامل معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، سازمان ملی هوش مصنوعی و بخش خصوصی تشکیل و پس از دستیابی به نتایج اولیه، این نتایج با مشارکت خبرگان این حوزه، ارزیابی و نهایی شد.

۳- یافته‌ها

۳-۱- نقاط قوت زیست‌بوم هوش مصنوعی کشور

کشور ایران با برخورداری از تنوع قومیتی، فرهنگی، جغرافیایی و آب‌وهوایی و سابقه تمدنی چند هزارساله، در همیشه تاریخ، کشوری تأثیرگذار در منطقه و حتی در جهان بوده است. این موارد در کنار توسعه زیرساخت‌هایی مانند برق، نظام آموزش عالی، ارتباطات و اینترنت و... در زمان حیات نظام مقدس جمهوری اسلامی، زمینه جهش کشور در حوزه‌های مختلف را فراهم کرده است. تجلی این جهش در سرعت رشد علمی کشور که چندین برابر میانگین جهانی و کشورهای منطقه بوده، قابل مشاهده است. بنابراین کشور ایران، قطعاً نقاط قوت مهمی در زمینه توسعه هوش مصنوعی به عنوان یک فناوری راهبردی نیز خواهد داشت که لازم به بررسی است.

۳-۱-۱- نیروی انسانی متخصص و توانمند

جمعیت جوان در هر کشور، به عنوان حاملان بار اصلی حرکت جامعه، موتور محرک پیشرفت و توسعه هستند. کشور ایران با ۲۷ درصد جوان، جمعیت به نسبت جوانی دارد. در توسعه فناوری از جمله هوش مصنوعی، دو دسته نیروی انسانی نقش عمده‌ای دارند:

- **اول:** نخبگان توسعه‌دهنده علمی این فناوری که با پژوهش در لایه‌های عمیق این فناوری، زمینه بومی‌سازی و بهره‌مندی از آن را در کشور فراهم می‌کنند.
- **دوم:** متخصصان و به‌کارگیرندگان این فناوری در حل مسائل مختلف که با ایجاد اشتغال و حل چالش‌های کشور، زمینه ایجاد بازار و جذب سرمایه را فراهم می‌سازند.

در ارتباط با دسته اول، کشور ما با توجه به میانگین هوش و استعداد بالا نسبت به میانگین جهانی و از طرف دیگر برخورداری از دانشگاه‌های ممتاز و تراز در زمینه هوش مصنوعی، ظرفیت پرورش نیروهای نخبه در زمینه هوش مصنوعی را دارد. این امر نیازمند مشوق‌هایی مانند بورسیه و تضمین اشتغال است. در خصوص دسته دوم، با توجه به جمعیت جوان کشور ما در کنار گسترش آموزش عالی و زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، قابلیت گسترده‌ای در تربیت نیروهای توانمند در به‌کارگیری این فناوری دارد. همان‌گونه که هم‌اکنون گسترش شرکت‌های مرتبط با هوش مصنوعی در کشور نشان از پیشرفت در این زمینه دارد. بنابراین در زمینه نیروی انسانی که از مهم‌ترین پیش‌نیازهای توسعه این فناوری است، کشور نقاط قوت برجسته‌ای دارد که بهره‌مندی از این ظرفیت مستلزم برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری دقیق است.

۳-۱-۲- شبکه نظام علمی گسترده در کشور

کشور با توجه به سیاست توسعه نظام دانشگاهی در دهه‌های ۸۰ و ۹۰، هم‌اکنون حدود ۲۱۰۰ دانشگاه و مراکز آموزش عالی دارد که برابر با نرخ یک دانشگاه به ازای هر ۴۰ هزار نفر است. این عدد به ترتیب در آمریکا، ژاپن، آلمان، ترکیه، چین و هند، یک دانشگاه به ازای هر حدود ۱۰۰، ۱۲۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۵۰۰ و ۸۰۰ هزار نفر است. فارغ از امکان بازاندیشی در سیاست‌های توسعه‌ای، این تعداد دانشگاه، نقطه قوت و ظرفیتی در تحول حوزه‌های مختلف علوم به شرط برنامه‌ریزی صحیح و تقسیم کار مناسب میان دانشگاه‌های مختلف است.

علاوه بر تعداد دانشگاه، کشور از بیش از ۲۰۰ اساتید برجسته در حوزه علوم رایانه بهره‌مند است که در سطوح اول دنیا، تحصیل کرده و به کشور بازگشته‌اند و یا پس از تحصیل در داخل، در بهترین دانشگاه‌های کشور در حال تدریس هستند. ظرفیت اساتید، به عنوان مغز متفکر نظام آموزش عالی در کنار توسعه جغرافیایی گسترده دانشگاه‌ها، می‌تواند در توسعه علمی و انسانی این فناوری نقش مؤثری داشته باشد. در حال حاضر حوزه‌های مرتبط با هوش مصنوعی (مانند پردازش سیگنال، یادگیری ماشین و ...) بیشترین اعضای هیئت علمی را در میان حوزه‌های مختلف فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) در دانشگاه‌های برتر کشور به خود اختصاص داده است که این موضوع نشان‌دهنده ظرفیت بالای دانشگاه‌های کشور در توسعه فناوری‌های مرتبط با هوش مصنوعی است. در این راستا روندهایی برای شناسایی و هدایت استعداد‌های نخبه به سمت توسعه علمی و عمیق این فناوری ضروری است. به علاوه داشتن راهبردهای بلندمدت و تقسیم کار مشخص میان دانشگاه‌ها و سطوح مختلف نظام آموزشی زمینه بهره‌مندی از ظرفیت ایجاد شده را فراهم خواهد کرد.

علاوه بر این، آزمایشگاه‌های دانشگاهی که غالباً با راهبری اساتید مذکور به جذب و هدایت دانشجویان تحصیلات تکمیلی می‌پردازند، می‌توانند در توسعه محصولات و پرورش استعداد‌های علمی از حیث ارتباط با سمت مسائل واقعی، نقش آفرین باشد.

در این زمینه، ظرفیت پذیرش مقطع کارشناسی ارشد (سال ۱۴۰۳) در رشته‌های مرتبط با هوش مصنوعی، ۱۴۰۰ نفر و ظرفیت مقطع دکتری (سال ۱۴۰۴) در زمینه علوم مرتبط با هوش مصنوعی حدود ۵۰ نفر و در زمینه



کاربست هوش مصنوعی در مسائل مختلف حدود ۸۵ نفر است.

۳-۱-۳- نرخ تولید پژوهش‌های علمی در حوزه هوش مصنوعی

تولیدات علمی و پژوهشی خردمایه و پیش‌نیاز توسعه هرگونه فناوری هستند. زیرا بدون تسلط بر علوم زیربنای هر فناوری، کشور به کاربر صرف فناوری‌ها تبدیل خواهد شد و هرگونه توسعه و متناسب‌سازی فناوری با نیازهای داخلی ناممکن خواهد بود.

در زمینه تولیدات علمی حوزه هوش مصنوعی، کشور ما با انتشار حدود ۱۹۰۰۰ مقاله در چند دهه گذشته، رتبه ۱۱۵ام دنیا در انتشار علمی در حوزه هوش مصنوعی را به خود اختصاص داده است. این رتبه، بالاتر از کشورهایی مانند ترکیه، روسیه، مالزی، سنگاپور و هلند است (جعفری و دیگران، ۲۰۲۵).

براساس داده‌های پایگاه وب آو ساینس^۱، کشور ما در تولید دانش و انتشار مقالات بین‌المللی زیرشاخه‌های مختلف هوش مصنوعی در بازه زمانی ۲۰۲۳-۲۰۰۴ وضعیت نسبتاً قابل قبولی دارد. به نحوی که در فناوری شبکه‌های عصبی رتبه ۶؛ فناوری‌های هوش مصنوعی رتبه ۱۶؛ رایانش بصری و پردازش زبان طبیعی رتبه ۲۵؛ یادگیری ماشینی رتبه ۱۷؛ فناوری ریاتیک رتبه ۲۷ و فناوری سیستم‌های چندعاملی رتبه ۱۲ جهانی را داراست [۲].



دو فصلنامه
پاییز و زمستان ۱۴۰۴
دوره ششم، شماره دوازدهم



۳۷

این نرخ مناسب تولید پژوهش‌های علمی نشان از ظرفیت بالقوه نظام دانشگاهی کشور دارد که در صورت هدایت و جهت‌دهی به سمت اهداف راهبردی کشور، می‌تواند در توسعه لایه‌های بنیادین این فناوری نقش مهمی ایفا کند.

یک نکته قابل توجه درخصوص تعداد پژوهش‌های مرتبط با هوش مصنوعی این است که در سال ۲۰۲۴ تعداد مقالات هوش مصنوعی در دنیا نسبت به سال ۲۰۲۳، حدود ۳۰ درصد کم شده است. دلیل این امر، به‌کارگیری اساتید برجسته دانشگاه با مبالغ کلان توسط بخش خصوصی و شرکت‌هاست. این امر می‌تواند فرصتی برای ارتقاء بنیه پژوهشی کشور از طریق تمرکز روی حوزه‌های موازی ایجاد کند.

۳-۱-۴- جمعیت به نسبت بالای کشور برای تهیه پایگاه‌های داده

کشور ایران با حدود ۹۰ میلیون نفر جمعیت، هفدهمین کشور پرجمعیت دنیاست. جمعیت بالا نسبت به کشورهای منطقه در کنار توسعه زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و دولت الکترونیک در کشور، زمینه ایجاد پایگاه‌های داده جهت بهره‌مندی در الگوریتم‌های هوش مصنوعی را فراهم ساخته است. هم‌اکنون بسیاری از این پایگاه‌ها، در دستگاه‌های حاکمیتی در اختیار است، ولی نیازمند پاک‌سازی، بی‌نام‌سازی، تدابیر محرمانگی و امنیتی و هماهنگی بین‌نهادی است. وزارت ارتباطات و سازمان فناوری اطلاعات ذیل این وزارت خانه، می‌تواند در ارتباط با مراکز فناوری اطلاعات وزارت خانه‌ها و دستگاه‌های مختلف

به تدبیر این امر بپردازد.

علاوه بر جمعیت بالای کشور، زبان فارسی به عنوان عنصر هویت ساز داخلی که با احتساب برخی از کشورهای منطقه شامل بیش از ۱۰۰ میلیون گویش ور در سراسر جهان است، می تواند برای توسعه الگوریتم های پردازش زبان طبیعی، منبع داده مناسبی باشد.

۳-۱-۵- ظرفیت نهادی و سازمانی دستگاه های مختلف با قابلیت ایفای نقش در توسعه

تعدد نهادی در کشور در بخش های مختلف می تواند علل مختلفی مانند فقدان درک صحیح از حکمرانی در بخش های مختلف و عدم تقسیم کار معین در کشور را داشته باشد. با این حال، این تعدد نهادی در حوزه هوش مصنوعی می تواند در صورت بهره مندی مناسب، به نقطه قوت تبدیل شود. در حوزه هوش مصنوعی، شورای عالی و مرکز ملی مجازی، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، معاونت علمی فناوری و اقتصاد دانش بنیان ریاست جمهوری، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و سازمان ملی هوش را به عنوان اصلی ترین بازیگران این حوزه می توان نام برد.

ایجاد سازمان ملی در بالاترین سطح در دولت در خصوص هوش مصنوعی یک نقطه قوت مهم و قابل توجه است. علاوه بر این، سایر دستگاه ها نیز می توانند در صورت تقسیم کار مشخص، ظرفیت های نهادی و سازمانی خود اعم از نیروی انسانی، ساختار سازمانی، زیرساخت ها و ظرفیت های عملکردی خود را که حاصل سالیان متمادی عمل آنهاست، در زمینه توسعه هوش مصنوعی به کار گیرند و به کمک سازمان ملی هوش مصنوعی بیایند. لازمه این امر، تعبیه راهبرد و اقدامات شفاف در این حوزه و نگاشت نهادی مترقی و مورد اجماع که موجب هم افزایی و همسوسازی ظرفیت ها در کشور شود، است.

۳-۱-۶- بلوک های داده ای متعدد در دستگاه های مختلف

بلوک های داده ای دستگاه های مختلف دولتی که در موارد متعددی هم پوشانی و اشتراک دارند، می توانند به نقطه قوتی در زمینه داده در کشور تبدیل شوند. این پایگاه های متعدد با ایجاد امکان اعتبارسنجی متقابل و تلفیق هوشمند می توانند کیفیت تحلیل ها را بهبود بخشیده و از طریق کاهش سوگیری های سیستمی و خطاهای نمونه برداری، خروجی های قابل اعتمادی تولید کنند. هرچند این امر علاوه بر تدابیر بودجه ای بین نهادی، نیازمند عزم جدی و هماهنگی فرادستگاهی و حاکمیتی است تا بتواند اهداف خود را محقق کند.

۳-۱-۷- تدوین و تصویب اسناد سیاستی

اسناد سیاستی مانند خط مشی ها، قوانین، اسناد راهبردی و...، ترسیم کننده نقشه راه و افق توسعه کشور و اقدامات لازم برای تحقق توسعه در حوزه های مختلف هستند. در حوزه هوش مصنوعی هرچند ابعاد



این فناوری و کیفیت مواجهه با آن، هنوز شفاف نیست و نیازمند احتیاط و آینده‌نگری است، با این حال رها کردن این حوزه و سپردن مسیر توسعه این فناوری به بازار یا تحولات بین‌المللی با توجه به اهمیت این فناوری و پویایی‌های خاص توسعه آن، عاقلانه نیست. در این راستا، تدوین اسناد راهبردی و سیاستی و قوانین حمایت‌کننده از توسعه این فناوری اهمیت می‌یابد.

کشور ما در حوزه داده، «قانون دوام (مدیریت داده‌ها و اطلاعات ملی)» را دارد که زمینه تعاملات داده‌ای دستگاه‌ها را فراهم می‌آورد. همچنین سیاست‌های حمایتی دولت در زمینه فناوری‌های نوین که از طریق معاونت علمی ریاست جمهوری و دانشگاه‌ها اعمال می‌شود، ظرفیت نهادی مناسب و قابل تأملی در توسعه هوش مصنوعی در لایه کاربری است.

همچنین «سند ملی توسعه هوش مصنوعی» به عنوان یک سند بالادستی، ضمن تشکیل سازمان ملی هوش مصنوعی و شورای ملی راهبردی هوش مصنوعی، می‌تواند گامی در راستای خط‌مشی‌گذاری در این حوزه تلقی شود.

در ضمن «طرح ملی توسعه هوش مصنوعی» که در اردیبهشت ماه ۱۴۰۴، کلیات آن در صحن علنی مجلس و در مردادماه، جزئیات آن در کمیسیون صنایع و معادن مجلس شورای اسلامی تصویب شده است نیز می‌تواند در تسهیل توسعه این فناوری در لایه بنیادین و لایه کاربری و همچنین تعبیه زیرساخت‌های داده‌ای، سرمایه‌ای، پردازشی و... مؤثر باشد. همچنین دولت چهاردهم در بهمن ماه سال ۱۴۰۳ خبر از تصویب برنامه ملی هوش مصنوعی موضوع بند «ج» ماده (۶۵) «قانون برنامه پنج‌ساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران» داد که می‌تواند کنشی مؤثر در این ارتباط باشد.

تدوین و تصویب اسناد سیاستی علاوه بر سامان‌دهی و هدایت تلاش‌ها، زمینه جلوگیری از تعارضات مخرب نهادی را فراهم خواهد ساخت.

۳-۱-۸- شرکت‌های دانش‌بنیان و نوآفرین در حوزه هوش مصنوعی

شرکت‌های دانش‌بنیان و نوآفرین، حلقه‌های اتصال علم با پیشرفت اقتصادی و زمینه‌ساز تحول اجتماعی مبتنی بر فناوری هستند. در حوزه هوش مصنوعی که عمدتاً هزینه‌های زیرساختی بالایی دارد، توسعه شرکت‌های کوچک هوش مصنوعی می‌تواند به عنوان راهبرد توسعه‌ای کارآمد در فاز کاربردی‌سازی فناوری باشد.

توسعه شرکت‌های دانش‌بنیان و نوآفرین در حوزه هوش مصنوعی در کشور ۱۷ سکو خدمات اینترنتی و بهره‌مند از هوش مصنوعی با حداقل ۲۰ میلیون کاربر، کمتر از ۵ شرکت بزرگ فعال در حوزه هوش مصنوعی و ۳۶۳ محصول یا خدمت دانش‌بنیان تأیید شده هوش مصنوعی را شامل می‌شود (جعفری و دیگران، ۲۰۲۵). هرچند این اعداد نسبت به آنچه باید باشد فاصله دارد، با این حال این تجربیات نشان از ظرفیت بالقوه اجتماعی در توسعه لایه کاربری این فناوری دارد. تحلیل نظام‌مند تجربیات این شرکت‌ها و شناسایی عوامل تسهیل‌گر و بازدارنده در توسعه آنها می‌تواند مبنای علمی مناسبی برای تدوین سیاست‌های حمایتی هدفمند و برنامه‌ریزی‌های راهبردی آتی نهاد‌های حاکمیتی فراهم آورد. این روند به‌ویژه در تقویت چرخه

تبدیل ایده به محصول و توسعه بازارهای نوظهور هوش مصنوعی از اهمیت راهبردی برخوردار است.

۳-۱-۹- اهتمام و اجماع مقامات عالی بر لزوم تسلط بر دانش ولایه‌های عمیق هوش مصنوعی و آگاهی عمومی تأکیدات مقام معظم رهبری (مدظله‌العالی) در سالیان اخیر در خصوص اهمیت فناوری هوش مصنوعی بالاخص لایه‌های عمیق توسعه این فناوری، نشان از مسئله‌مندی حاکمیت در بالاترین سطوح نسبت به این فناوری تحولی دارد. این امر، نقطه قوت مهمی در دغدغه‌مندی سایر سطوح می‌باشد. تصویب اسناد و قوانین مرتبط نشان از این دغدغه‌مندی و اجماع بر اهمیت این فناوری در کشور دارد. علاوه بر این، ایجاد آگاهی اولیه در عموم شهروندان نسبت به فناوری هوش مصنوعی که ناشی از عوامل مختلفی مانند توسعه ربات‌های تعاملی است، زمینه‌ساز تسهیل اقدامات سیاستی در این حوزه خواهد بود.

در این زمینه می‌توان به برگزاری ۲۴ رویداد و کنفرانس بین‌المللی در کشور از سال ۹۶ تا ۱۴۰۲ اشاره کرد (جعفری و دیگران، ۲۰۲۵).

۳-۱-۱۰- زیرساخت‌های داده‌ای و بعضاً پردازشی در کشور توسعه زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و دولت الکترونیک موجب فراهم شدن زیرساخت‌های داده‌ای در کشور شده است. در این زمینه می‌توان به شبکه‌های مراکز داده‌ای داخلی و زیرساخت‌های ابری بومی به عنوان زیرساخت‌های داده‌ای اشاره کرد. همچنین در سال‌های اخیر توسعه ابررایانه‌های ملی (مانند سیمرغ و خلیج فارس) با امکان پردازش مدل‌های بزرگ هوش مصنوعی، توان پردازشی کشور در زمینه مدل‌های هوش مصنوعی را نیز ارتقا داده است. هرچند این ظرفیت‌ها با توجه به اهمیت راهبردی این فناوری در سال‌های آتی نیازمند ارتقا است.



۳-۱-۱۱- صنایع نظامی پیشرفته به عنوان محرک حوزه‌های فناوری‌های نوین در سراسر دنیا صنایع نظامی با توجه به نقش راهبردی برای کشورها و بودجه در دسترس، به عنوان پیشران فناوری‌های نوین ایفای نقش کرده است. بسیاری از فناوری‌های نوین مانند سیستم موقعیت‌یابی جهانی، اینترنت، شبکه مخابرات بی‌سیم، فناوری هسته‌ای و... سرریز توسعه فناوری‌های نظامی در جامعه بوده‌اند. در کشور ما نیز صنایع نظامی پیشرفته با ظرفیت‌های علمی و سرمایه‌گذاری مناسب وجود دارد که می‌توانند در توسعه فناوری هوش مصنوعی در لایه‌های مختلف، نقش پیشران داشته باشند.

۳-۲- فرصت‌های توسعه هوش مصنوعی کشور

در توسعه فناوری، یکی از مهم‌ترین عوامل، فرصت‌هایی است که در حال حاضر برای جهش فناوری قابل

بهره‌گیری است. کشور ما با توجه به جمعیت و سطح توسعه اجتماعی بالا نسبت به کشورهای منطقه، فرصت‌های متعددی در توسعه فناوری تحولی هوش مصنوعی دارد.

۳-۲-۱- صادرات فناوری و خدمات مرتبط

کشورهای منطقه و همسایه ایران، شامل کشورهای کمتر توسعه یافته است که غالباً بازار مصرف کالا و خدمات کشورهای دارای صنعت و محصولات است. این امر در حوزه محصولات و خدمات مبتنی بر هوش مصنوعی نیز صادق بوده و بازار منطقه‌ای و امکان صادرات فناوری و ایجاد ارزش افزوده بالا، فرصتی برای توسعه این فناوری در کشور و تبدیل ایران به قطب منطقه‌ای در این زمینه است. هزینه‌های تولید پایین‌تر نسبت به کشورهای صنعتی مزیت رقابتی برای کشور ایجاد کرده است. لازمه این امر، گسترش همکاری‌های منطقه‌ای در حوزه محصولات و خدمات هوش مصنوعی مانند برگزاری نمایشگاه‌های بین‌المللی یا شرکت فعال در رویدادهای منطقه‌ای است. با این حال کشورهای حاشیه خلیج فارس نیز برای به دست آوردن بازار منطقه‌ای و تبدیل شدن به قطب هوش مصنوعی در منطقه سرمایه‌گذاری‌های کلانی انجام داده‌اند. به همین جهت ضروری است با راهبردی منسجم و برنامه‌ای دقیق برای کشور بتوان در این فضای رقابتی، سهم مناسبی از بازار منطقه را تصاحب کرد.

۳-۲-۲- کشورهای فارس زبان در منطقه

با توجه به وابستگی بالای مدل‌های زبانی به داده‌های در دسترس جهت آموزش، جمعیت فارس زبان حاضر در منطقه فرصت مناسبی برای کشور در توسعه مدل‌های زبانی کلان و الگوریتم‌های پردازش زبان طبیعی است. اشتراکات زبانی و فرهنگی این کشورها امکان توسعه بازار منطقه‌ای برای محصولات هوش مصنوعی فارسی زبان مانند دستیارهای صوتی، سیستم‌های ترجمه خودکار و مدل‌های پردازش زبان طبیعی را فراهم می‌سازد. این همکاری‌ها می‌تواند منجر به ایجاد زیست بوم مشترک داده‌های زبانی، توسعه مدل‌های هوش مصنوعی بومی و تقویت جایگاه ایران به عنوان قطب فناوری هوش مصنوعی در منطقه شود.

۳-۲-۳- زیرساخت‌های اساسی (برق و مخابرات) و فناوری اطلاعات (شبکه اینترنت) گسترده در کشور با توجه به اهمیت عدالت در هندسه ارزش‌های انقلاب اسلامی، جمهوری اسلامی در سال‌های متمادی سعی در توسعه زیرساخت‌های مختلف در سراسر کشور کرده است. امروزه ضریب نفوذ برق ۹۹/۹۹ درصد و ضریب نفوذ اینترنت در کشور بالای ۸۰ درصد است. این زیرساخت‌های پراکنده و قابل دسترس همگانی، فرصت مناسبی در توسعه فناوری‌های مبتنی بر داده در کشور مانند هوش مصنوعی ایجاد کرده است.

۳-۲-۴- شبکه پارک‌های علم و فناوری گسترده در کشور

در کشور ما، توسعه زیست بوم شرکت‌های دانش بنیان و استارت‌آپ‌ها بستر مناسبی در زمینه توسعه

شرکت‌های هوش مصنوعی خواهد بود. شبکه پارک‌های علم و فناوری در کشور که ذیل وزارت علوم فعالیت می‌کنند، با بهره‌گیری از تجربیات موفق گذشته در حمایت از استارت‌آپ‌های فناورانه، امکان طراحی برنامه‌های حمایتی هدف‌مند شامل تأمین فضای کار اشتراکی، اعطای تسهیلات مالی اولیه و ارائه مشاوره‌های تخصصی را فراهم می‌سازد. در زمینه هوش مصنوعی نیز این شبکه و تجربیات سابق، فرصتی برای اقدام سنجیده و حساب شده در حمایت از شرکت‌ها خواهد بود و می‌تواند به ایجاد نسلی از شرکت‌های بالغ و رقابت‌پذیر منجر شود.

۳-۲-۵- ائتلاف‌های بین‌المللی مانند بریکس و شانگهای با حضور کشورهای پرجمعیت و پر قدرت در مقابل بلوک غرب و آمریکا

از آنجاکه توسعه فناوری هوش مصنوعی وابسته به داده‌های فراوان، سرمایه‌گذاری و زیرساخت‌های هزینه‌بر و نیروی انسانی متخصص است، ائتلاف‌های بین‌المللی مانند بریکس که ۴۲ درصد از جمعیت جهان و ۲۶ درصد از تولید ناخالص جهانی را در اختیار دارند، فرصت مناسبی برای همکاری‌های بین‌المللی در این زمینه است. راهبردی بودن این فناوری در آینده جوامع و رقابت شدید چین با آمریکا در حوزه اقتصادی، فرصت مناسبی برای همکاری با این کشور و سایر کشورهای عضو بریکس یا پیمان شانگهای که منافع غیرهمسو با آمریکا دارند، ایجاد کرده است.

در این راستا با توجه به ظرفیت‌های منابع، نیروی انسانی و بازار هوش مصنوعی در کشور، همکاری با چین به عنوان یک کشور با منافع مشترک در زمینه تولید سخت‌افزار که از مهم‌ترین الزامات توسعه فناوری هوش مصنوعی و مشمول تحریم‌های بین‌المللی است، می‌تواند به سود هر دو کشور باشد. همچنین همکاری با دانشگاه‌ها و شرکت‌های فناور در کشورهای همسو مانند کشورهای شانگهای و بریکس، فرصت بالایی برای توسعه این فناوری مانند سرمایه‌گذاری، همکاری و محصولات مشترک ایجاد خواهد کرد.

بهره‌مندی از این فرصت‌ها، مستلزم دیپلماسی فعال فناورانه و تدوین برنامه‌های عملیاتی مشترک در وزارت خارجه است.

۳-۲-۶- تجربه سال‌ها تحریم و بازارهای دست‌نخورده داخلی

بیش از ۴۵ سال تحریم کشور در زمینه‌های مختلف مانند فناوری و بیش از ۱۵ سال تحریم شدید اقتصادی از سمت آمریکا، زمینه ایجاد شبکه‌های ارتباطی و کنشگر با هدف تأمین نیازهای اساسی کشور و دور زدن تحریم‌ها ایجاد کرده است. با توجه به راهبردی بودن فناوری هوش مصنوعی، هم‌اکنون بسیاری از زیرساخت‌های آن در کشورهایی مانند چین و کشورهای حاشیه خلیج فارس از سمت آمریکا ممنوع شده است. این تحریم یک جانبه با هدف پیشگیری از توسعه این فناوری در منطقه آسیا انجام شده است. ظرفیت ایجاد شده در کشور در مواجهه با سال‌ها تحریم جهت تهیه تجهیزات و امکانات تحریم شده و همکاری با کشورهای هم منافع می‌تواند برای همکاری بین‌المللی برای دور زدن این تحریم‌ها فرصت



مناسبی ایجاد کند. برای نمونه شرکت دیپ‌سیک^۱ طبق ادعای مدیران این شرکت (DeepSeek Rumored)، هم‌اکنون از پردازنده‌های شرکت هواوی استفاده می‌کند که این ظرفیت می‌تواند در همکاری با چین، مشکل ظرفیت پردازشی کشور را در کوتاه مدت حل کند.

علاوه بر این، تحریم‌های بین‌المللی موجب شده است که بازار داخلی کشور در بسیاری از حوزه‌ها در انحصار خودمان باقی بماند. این امر به علت بازار دست‌نخورده کشور در حوزه هوش مصنوعی و عدم وجود فضای انحصاری و بازیگران بسیار غالب و در نتیجه امکان رقابت شرکت‌های مختلف ولو خرد با یکدیگر، فرصت مناسبی جهت توسعه محصولات باکیفیت در فناوری‌های مختلف مانند هوش مصنوعی است. فرصت ارتباط با کشورهای عرب حاشیه خلیج فارس برای دور زدن بسیاری از تحریم‌ها نیز برای تهیه زیرساخت‌های هوش مصنوعی، قابل ملاحظه است. کشورهای حاشیه خلیج فارس که با محدودیت‌های مشابه با ایران مواجهند، می‌توانند به شرکای طبیعی ایران در ایجاد زنجیره ارزش منطقه‌ای هوش مصنوعی تبدیل شوند. این همکاری می‌تواند شامل تبادل دانش فنی، داده و سرمایه‌گذاری مشترک باشد. همچنین کشور می‌تواند با بهره‌مندی از این فرصت‌های دور زدن تحریم، زمینه اتصال به بازارهای بین‌المللی و توسعه و فروش محصولات و فروش خود را فراهم کند. این راهبرد، نیازمند سرمایه‌گذاری هدف‌مند در توسعه نیروی انسانی متخصص، ایجاد مراکز تحقیق و توسعه مشترک با کشورهای همسو و طراحی چارچوب‌های حقوقی هوشمند برای تسهیل همکاری‌های فناورانه است.



۳-۲-۷- نقدینگی عمومی و ظرفیت سرمایه‌گذاری داخلی توسط شهروندان

و نام‌گذاری سال اخیر با این عنوان

حجم نقدینگی کشور تاکنون حدود ۱۰ هزار همت (هزار میلیارد تومان) برآورد شده است (بانک مرکزی، ۱۴۰۳). لزوم ساماندهی این نقدینگی که در بسیاری از موارد در بازارهای موازی منحرف شده و به منافع بلندمدت کشور آسیب می‌زند، موجب نام‌گذاری سال اخیر توسط رهبر معظم انقلاب (مدظله‌العالی) با عنوان سرمایه‌گذاری برای تولید شده است. این سرمایه غالباً نقد، می‌تواند همراه با ایجاد سازوکارها و فرایندهای سرمایه‌گذاری جمعی در حوزه هوش مصنوعی، موتور محرک توسعه فناوری‌های راهبردی مانند هوش مصنوعی شود. مزیت این شیوه سرمایه‌گذاری بر سرمایه‌گذاری و حمایت دولتی، کم شدن میزان رانت در توسعه این فناوری و ارتقاء بهره‌وری و کارایی این فعالیت‌ها می‌باشد.

۳-۲-۸- هزینه‌های تولید و توسعه پایین‌تر نسبت به کشورهای صنعتی

در کشور ما به دلایل مختلفی از جمله کاهش ارزش پول ملی، پرداخت یارانه‌های مختلف مانند یارانه انرژی

و حضور مهاجرین و اتباع، هزینه تولید برخی محصولات از کشورهای توسعه یافته پایین تر است. این امر با ملاحظه اهداف بلندمدت کشور می تواند به فرصتی برای توسعه محصولات و خدمات مبتنی بر هوش مصنوعی باشد.

۹-۲-۳- استقلال نسبی کشور نسبت به اقتصاد و سیاست بین الملل و امکان تحقق اهداف سیاسی فارغ از فشار و خواست قدرت ها و ائتلاف های جهانی

همان گونه که بیان شد، تجربه و سابقه سال ها تحریم موجب شده است که بازار داخلی کشور وابستگی شدیدی به بازیگران و بازارهای بین المللی نداشته و کشور از استقلال نسبی در زمینه تصمیم گیری های اقتصادی مرتبط برخوردار باشد. این امر به طور خاص در فناوری هایی که جنبه راهبردی و قدرت آفرین برای آینده حکومت ها دارند مانند هوش مصنوعی، انرژی هسته ای یا فناوری موشکی، مهم خواهد بود. زیرا در این فناوری ها، قدرت ها و ائتلاف های بین المللی به دنبال اعمال نظر با وارد کردن فشار هستند. این استقلال نسبی در اتخاذ تصمیمات راهبردی توسعه فناوری هوش مصنوعی، فرصت بزرگی خواهد بود. تجربه موفق کشور در حوزه فناوری های حساس مانند هسته ای و موشکی نشان می دهد که این مسیر اگر با برنامه ریزی دقیق و مدیریت هوشمندانه همراه شود، می تواند به ایجاد قابلیت های منحصر به فرد فناورانه که اقتدار آفرین خواهند بود، بینجامد.



۱۰-۲-۳- جمعیت جوان و آماده کار در رشد فناوری

جمعیت به نسبت جوان کشور که هم اکنون در سن کار قرار دارند، فرصت دیگری برای توسعه فناوری های مختلف است. این فرصت، نیازمند هدایت تحصیلی و شغلی مناسب این جوانان و ایجاد مشوق ها و سازوکارهای هدایت آنها به سمت نیروی مورد نیاز برای حل مسائل هوش مصنوعی است.



۱۱-۲-۳- امکان بهره گیری از دانش و تجارب سیاستی و تقنینی کشورهای پیشرو در توسعه این فناوری با توجه به توسعه فناوری هوش مصنوعی در برخی کشورهای پیشرو مانند چین، آمریکا و اتحادیه اروپا و وجود تجربیات مواجهه مختلف مانند قانون گذاری، خط مشی گذاری، تسهیلگری و سپردن بخشی از توسعه به بازار و...، برخی از این تجربیات می تواند به فرصتی برای مواجهه سنجیده تر کشور با این فناوری تبدیل شود. لازمه این امر، پژوهش های تطبیقی با لحاظ شرایط و اهداف کشور در حوزه های مختلف است. این مفهوم با عنوان «مزیت بازیگر ثانوی»^۱ در ادبیات نظریه بازی ها بررسی می شود.

۱۲-۲-۳- زیست بوم حمایت از پژوهش ها در معاونت علمی، بنیاد نخبگان، بنیاد علم و...

تجربه کشور در تسهیل توسعه برخی فناوری‌های نوین مانند نانو یا علوم شناختی و نهادهای شکل گرفته در این زمینه که غالباً ذیل معاونت علمی فعالیت می‌کنند مانند ستادهای معاونت علمی، بنیاد علم، بنیاد نخبگان و... می‌تواند فرصتی برای برنامه‌ریزی دقیق و صحیح در توسعه فناوری هوش مصنوعی تبدیل شود.

۳-۲-۱۳- تجربه مواجهه با فناوری‌های نوین سابق مانند ماهواره، اینترنت، شبکه‌های اجتماعی و... کشور در سال‌های اخیر، چندین تجربه مواجهه با فناوری‌های نوین را داشته است. برای نمونه می‌توان به ماهواره و پخش ماهواره‌ای، اینترنت، شبکه‌های اجتماعی، پخش خانگی و... اشاره کرد. بررسی هرکدام از این موارد که به نوبه خود موجب تجربیات متعددی برای کشور شده است، فرصتی برای مواجهه سنجیده‌تر با فناوری هوش مصنوعی و اقدامات مناسب در راستای بهره‌مندی از ظرفیت‌های این فناوری در عین پرهیز از تهدیدهای شناخته شده، خواهد بود.

۳-۲-۱۴- زمینه بازگشت نخبگان و جذب متخصصان کشورهای منطقه

ایجاد جذابیت‌های شغلی در حوزه هوش مصنوعی در بازار دست‌نخورده کشور، می‌تواند زمینه‌ساز بازگشت نخبگان تحصیل‌کرده در این حوزه از کشورهای پیشرفته شود. این فرصت با توجه به شرایط کشور مانند هزینه پایین انرژی نسبت به سایر نقاط دنیا در کنار بستر علمی و زیرساختی موجود، می‌تواند نقش اثرگذار در جهش سطح علمی و فناورانه کشور داشته باشد.

۳-۲-۱۵- پزشکی و زیست‌بوم سلامت و گردشگری درمانی

کشور ایران با توجه به شرایط کشورهای منطقه در حوزه نظام سلامت و از طرف دیگر پیشرفت‌های چشمگیر در حوزه درمان، به مقصد مهمی برای بیماران مختلف برای درمان تبدیل شده است که این امر با نام گردشگری درمانی شناخته می‌شود. توسعه و به‌کارگیری فناوری هوش مصنوعی در بخش نظام سلامت می‌تواند موجب ارتقاء کیفیت و بهره‌وری کشور در زمینه درمان و افزایش بیماران مراجعه‌کننده به کشور برای درمان شود.

۳-۲-۱۶- صنعت نفت و گاز با قابلیت سرمایه‌گذاری و شتاب‌دهی توسعه فناوری

و رفع چالش‌های مربوطه

صنایع نفت و گاز به علت وجود ذخایر این منابع طبیعی در کشور توسعه فراوانی یافته‌اند؛ هرچند نیازمند توسعه بیشتر در بسیاری از بخش‌ها نیز هستند. ضمن اینکه اهمیت این صنعت در تأمین مالی کشور، موجب شده است که حل چالش‌های این حوزه مانند بهره‌وری، نقش مؤثری در جامعه داشته باشد. بنابراین سرمایه‌گذاری این صنعت در بخشی از توسعه فناوری هوش مصنوعی، علاوه بر رفع چالش‌های حوزه انرژی، می‌تواند به عنوان سرریز فناورانه، حوزه‌های دیگر را نیز متأثر کند.

۳-۲-۱۷- شرکت‌های بزرگ حوزه فناوری اطلاعات

ضرورت‌هایی مانند تحریم شرکت‌های بزرگ و اقتضائات خاص امنیتی کشور، موجب توسعه اقتصاد دیجیتال در حوزه‌های خدماتی مانند پیام‌رسان‌ها، حمل‌ونقل، فروش کالا و... شده و شرکت‌های نسبتاً بزرگی در کشور با برخورداری از بازار داخلی ایجاد شده است. این شرکت‌ها می‌توانند به واسطه در دست داشتن زیرساخت‌های داده‌ای و ارتباطی، فرصت مناسبی جهت توسعه فناوری هوش مصنوعی در لایه کاربست باشند. لازمه این امر، سرمایه‌گذاری این شرکت‌ها در توسعه بخش‌های مرتبط با هوش مصنوعی در تحقیق و توسعه آنهاست که منفعت آن می‌تواند در بلندمدت از طریق ارتقاء بهره‌وری و ایجاد زمینه رشد متخصصان این حوزه، به کشور نیز برسد.

۳-۳- چشم‌اندازهای توسعه هوش مصنوعی کشور

چشم‌انداز به عنوان قله یا هدف غایی، موجب ایجاد انگیزه و امید و از سوی دیگر جهت‌دهی تلاش‌ها و همسوسازی اقدامات خواهد شد. چشم‌انداز توسعه فناوری هوش مصنوعی در کشور می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

۳-۳-۱- قرارگیری در ۱۰ کشور برتر

رهبر معظم انقلاب در دیدار با نخبگان و استعداد‌های برتر علمی، از هوش مصنوعی به عنوان یک مسئله مهم و آینده‌ساز نام بردند و با اشاره به تجربیات کشورهای مختلف دنیا در توسعه هوش مصنوعی تأکید کردند که این مسئله در اداره آینده دنیا نقش دارد و چشم‌انداز قرارگیری کشور در زمره ۱۰ کشور برتر هوش مصنوعی در دنیا را ایجاد کردند.

۳-۳-۲- چشم‌اندازهای سند ملی در افق ۱۴۱۲

«سند ملی توسعه هوش مصنوعی» نیز چشم‌اندازهایی از توسعه این فناوری در کشور ارائه کرده که شامل موارد زیر است:

- استفاده از این فناوری در حکمرانی و موضوعات کلان کشور.
- ثروت‌آفرینی و ارزش‌آفرینی به وسیله این فناوری.
- تأمین سلامت، رفاه، امنیت و آسایش مردم با به‌کارگیری این فناوری.

۳-۳-۳- تبدیل شدن به قطب هوش مصنوعی منطقه آسیای جنوب غربی

با توجه به شرایط منطقه که در بخش‌های قبل بیان شد، تبدیل کشور به قطب منطقه‌ای توسعه این فناوری، امری محال نبوده و می‌تواند چشم‌انداز مهمی از توسعه آن باشد. این چشم‌انداز همچنین در «سند ملی توسعه هوش مصنوعی» مورد تأکید قرار گرفته است.



۳-۳-۴- مرجعیت علمی و کاربردی در یک یا دو شاخه این حوزه

هوش مصنوعی شامل شاخه‌های مختلفی از علوم است که هریک می‌توانند در تحول بخش‌های مختلف اجتماع نقش آفرین باشند. چشم‌انداز ایجاد مرجعیت علمی در کشور در یک یا دو شاخه از هوش مصنوعی که مزیت رقابتی کشور در توسعه و کاربردهای آنها باشد، می‌تواند ایران را به عنوان بازیگر مهم بین‌المللی در این حوزه مطرح کند. در این زمینه حرکت کردن به سمت مسیرهای الگوریتمی که نیازمند داده و پردازش کمی است، می‌تواند مسیر بسیار مناسبی برای ایران باشد. زیرا با به دست آوردن موفقیت در این زمینه علاوه بر پیشرفت و حل مسائل کشور با امکانات کم، ارزش شرکت‌های بزرگ بین‌المللی که براساس منطق انحصار بر روی خوشه‌های محاسباتی بزرگ و حجم داده‌های کلان بنا شده‌اند، کاهش خواهد یافت. مانند ظهور دیپ‌سیک در چین که با راهکارهایی خلاقانه از هزینه مدل‌های زبانی کاست و باعث کاهش ارزش شرکت‌های فناوری در آمریکا شد.

۳-۳-۵- خوداتکایی در فناوری‌های حیاتی مرتبط با هوش مصنوعی

همان‌گونه که بیان شد با توجه به اهمیت راهبردی این فناوری در آینده جوامع و تغییر بسیاری از ساختارهای قدرت، تحریم‌های مختلف مرتبط با این فناوری در سال‌های آینده اصلاً دور از انتظار نیست و در حال حاضر هم این امر نمودهایی در برخی پردازشگرها دارد. بنابراین توجه به خوداتکایی و استقلال در بخش‌های حیاتی این فناوری مانند زیرساخت‌های پردازشی، چشم‌انداز مهمی در توسعه این فناوری در کشور است.



۳-۳-۶- رشد و جهش سریع در توسعه فناوری هوش مصنوعی و دستیابی به لایه‌های عمیق

سرعت توسعه این فناوری که با توسعه هر روزه آن، بر این سرعت نیز افزوده می‌شود، لزوم پیش‌نگری و تعیین راهبردها و مسیرهای غیرخطی در آن را با هدف حفظ توان رقابت در این بازار متلاطم، آشکار ساخته است. در این زمینه دستیابی به لایه‌های عمیق توسعه این فناوری و عدم اکتفا به بهره‌برداری صرف در این حوزه، چشم‌انداز دیگری است که مقام معظم رهبری (مدظله‌العالی) نیز در شهریورماه سال ۱۴۰۳ بر آن تأکید کردند.

۳-۳-۷- ورود در قلمروهای اولویت‌دار و نوآوری بر پایه فناوری

یکی دیگر از مهم‌ترین چشم‌اندازهای توسعه این فناوری، به‌کارگیری در قلمروهای اولویت‌دار و ایجاد تحول اجتماعی است. در این راستا می‌توان به موارد زیر به عنوان چشم‌انداز توسعه کاربری این فناوری اشاره کرد:

- تحول بهره‌وری نیروی کار و افزایش تولید ناخالص ملی.
- شتاب‌دهی توسعه علمی و جبران عقب‌ماندگی‌های حوزه‌ای.
- حل چالش‌های ملی مانند ناترازی‌ها.
- قدرت پیشگیری و آمادگی دولت و مردم برای مواجهه با برخی از بحران‌ها.
- ارتقاء نظام اداری.

- ارتقاء کیفیت حکمرانی با تأکید بر عدالت اجتماعی، امنیت و انسجام و سرمایه اجتماعی.
- ارتقاء رقابت پذیری اقتصادی کشور.
- ارتقاء امنیت ملی و داخلی.
- ارتقاء خدمات عمومی مانند سلامت، حمل و نقل و آموزش.
- توانمندسازی شهروندان و ایجاد فرصت های رشد برابر برای همگان.
- ارتقاء فرایند خط مشی گذاری و ارتقاء کیفیت و شواهد محور کردن تصمیمات در حکمرانی.
- تحول خدمات رسانه ای به ویژه در زمینه خبر و اطلاع رسانی.
- ارتقاء سطح تعاملات میان دولت و شهروندان.
- ایجاد مشاغل جدید.
- اعطای قدرت حکمرانی جهانی.
- تسهیل ارتباطات بین فرهنگی، افزایش نوآوری و تحقیق و توسعه.

۳-۳-۸- داشتن حداقل سه آزمایشگاه تحقیقاتی بزرگ مقیاس

بهره بردار بودن در حوزه فناوری هوش مصنوعی نه تنها مساوی با عقب ماندگی از کشورهای پیشرو است، بلکه با استفاده از محصولات آنها و ایجاد قابلیت ارتقا و یادگیری بیشتر الگوریتم های موجود، کمک به پیشروی بیشتر این کشورها خواهد بود. دست یابی به لایه های عمیق این فناوری مستلزم وجود چندین آزمایشگاه تحقیقاتی با نیروی انسانی نخبه و حمایت های مالی است (مانند دیپ مایند، اپن ای آی،^۲ ال ن تورینگ و...). ایجاد حداقل سه آزمایشگاه محوری در هوش مصنوعی با رصد و پایش خروجی های آنها و حمایت ظرفیت های انسانی کشور، چشم انداز مهمی در توسعه این فناوری در کشور است.

۳-۳-۹- داشتن یک یا دو بازیگر بزرگ برای سرویس دهی خدمات هوش مصنوعی

در حال حاضر هوش مصنوعی، یکی از ارکان اصلی توسعه فناوری و اقتصاد دیجیتال است. وجود سرویس دهندگان داخلی در این حوزه نه تنها به استقلال فناورانه کشور کمک می کند، بلکه از خروج داده های حساس به خارج جلوگیری کرده و امنیت سایبری را تضمین می نماید. سرویس دهندگان بومی با درک بهتر از نیازهای محلی، فرهنگ و زبان فارسی، قادرند راهکارهای هوش مصنوعی را بهینه تر و متناسب تر با شرایط کشور توسعه دهند و نیز این امر از وابستگی به سکوها های ارائه خدمات خارجی که ممکن است تحت تأثیر تحریم ها یا سیاست های بین المللی قرار گیرند، جلوگیری کرده و ثبات بلندمدت در دسترسی به فناوری های حیاتی را فراهم می آورد. همچنین، توسعه سرویس دهندگان داخلی موجب رشد اقتصادی، اشتغال زایی و تولید دانش فنی در داخل کشور می شود که در نهایت به خودکفایی ملی در حوزه فناوری های پیشرفته منجر



خواهد شد. ضمن اینکه بزرگ‌مقیاس بودن در زیست‌بوم هوش مصنوعی یک مزیت مهم تلقی می‌شود. بزرگ بودن ارائه‌دهنده خدمت به معنای مشتریان بیشتر، داده‌های بیشتر، سوگیری کمتر در داده‌ها، هزینه صرفه به مقیاس در تولید محصولات و بهره‌وری بالاتر در استفاده از سخت‌افزار است. بنابراین وجود یک یا دو سرویس‌دهنده خدمات در کشور در این حوزه، چشم‌انداز مهمی در توسعه پایدار این فناوری در کشور است.

۳-۳-۱۰- ظرفیت‌سازی، توانمندسازی، مهارت‌آموزی و بازتنظیم ساختار نیروی کار
هوش مصنوعی به ناچار بسیاری از حوزه‌های کاری را متحول خواهد کرد. با توجه به اهمیت بحث اشتغال در رشد و ترقی جامعه، توجه به ظرفیت‌سازی و توانمندسازی و مهارت‌آموزی نیروی کار کنونی و برنامه‌ریزی در راستای بازتنظیم ساختار نیروی کار، چشم‌انداز لازم به توجهی با هدف عقب‌نماندن از تحولات مرتبط است.

۳-۳-۱۱- نقش‌آفرینی فعال در تعاملات علمی، آموزشی، فناورانه با اولویت کشورهای همسو
اهمیت فناوری هوش مصنوعی و درک نقش مهم آن در آینده جوامع، می‌تواند موجب ایجاد زمینه همکاری و هم‌افزایی در حوزه آموزش و فناوری و تعاملات علمی میان کشورهای همسو با منافع کشور ما شود. در این زمینه، نقش‌آفرینی فعال ایران در عرصه بین‌المللی میان این کشورها می‌تواند علاوه بر ایجاد قدرت و محوریت، زمینه افزایش سرعت رشد این فناوری را با هم‌افزایی توانمندی‌های مختلف ایجاد کند. بنابراین چشم‌انداز این نقش‌آفرینی فعال باید مد نظر قرار گیرد.



۳-۴- نتایج و دستاوردهای توسعه هوش مصنوعی کشور

نتایج توسعه این فناوری باید شامل معیارها، شاخص‌ها و مؤلفه‌های قابل اندازه‌گیری و رصد با هدف پایش نتایج اقدامات و اصلاح ناکارآمدی‌ها باشد. در این زمینه دستاوردهای مختلف این فناوری در بخش‌های متفاوت، می‌تواند نتایج متعددی داشته باشد که در این بخش به برخی از نتایج اشاره می‌شود:

۳-۴-۱- معیارهای سند ملی

«سند ملی توسعه هوش مصنوعی»، معیارهای مختلفی را برای رصد توسعه این فناوری پیشنهاد کرده که شامل موارد ذیل است:

- ظرفیت پذیرش سالیانه رشته هوش مصنوعی.
- حجم آموزش دوره‌های مهارتی کوتاه‌مدت.
- سهم افراد توانمند در استفاده از هوش مصنوعی در حوزه کاری.
- میزان توان محاسباتی زیرساخت پردازشی.
- حجم زیرساخت پردازش اشتراکی.
- معیارهای رتبه علمی کشور از جمله شاخص‌ها، افراد، پژوهش‌ها.

- حجم قراردادهای پژوهشی.
- تعداد محصولات، سکوها و شرکت‌ها.
- میزان سرمایه‌گذاری.
- حجم بازار و حجم صادرات.
- شاخص آمادگی هوش مصنوعی دولت.
- تعداد دستگاه‌های دارای برنامه هوش مصنوعی.
- تعداد شهرهای هوشمند.

۳-۴-۲- تحقیق برنامه هفتم پیشرفت در بخش‌های گوناگون

تحقیق «قانون برنامه پنج‌ساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران» به‌عنوان نقشه راه پیشرفت پنج سال آینده کشور، می‌تواند در زمره نتایج در روش SOAR لحاظ شود. احکامی در ارتباط با هوش مصنوعی در این برنامه وجود دارد. ازجمله:

- بند «ج» ماده (۶۵) مبنی بر اجرای برنامه ملی هوش مصنوعی.
- بند «ت» ماده (۹۹) مبتنی بر توسعه زیست‌بوم فناوری هوش مصنوعی.
- بند «الف» ماده (۱۱۳): استفاده از هوش مصنوعی برای کمک به قضات.
- علاوه بر موارد فوق، می‌توان به موارد متعدد دیگری در ارتباط با هوشمندسازی بخش‌های مختلف مانند صنعت نفت و گاز، کشاورزی، مصرف آب، انرژی، ارتقاء بهره‌وری، ارتقاء کیفیت خدمات و... اشاره کرد. تحقیق این برنامه در بخش‌های مختلف، نتیجه قابل‌رصدی از توسعه این فناوری خواهد بود.



۳-۴-۳- افزایش بهره‌وری و رشد اقتصادی و درآمدزایی قابل‌توجه از هوش مصنوعی

ایجاد بهره‌وری و رشد اقتصادی با استفاده از فناوری هوش مصنوعی، نتیجه قابل‌رصد دیگری از توسعه این فناوری است که می‌تواند موجب تحول بخش‌های مختلف اقتصاد کشور شود. میزان درآمدزایی کشور با استفاده از این فناوری نیز نتیجه مهمی در تحقق اهداف توسعه این فناوری است.

۳-۴-۴- خودکفایی در افق ۱۰ساله در سخت‌افزار

همان‌گونه که ذکر شد، خودکفایی و استقلال در زمینه نیازهای حیاتی این فناوری اهمیت فراوانی دارد. میزان این خودکفایی تعیین‌کننده میزان احتمال موفقیت کشور در رقابت‌های بین‌المللی آینده در حوزه‌های مختلف خواهد بود. اکنون گلوگاه اصلی توسعه مدل‌های بنیادی هوش مصنوعی مسئله سخت‌افزار و محدودیت پردازش است. پس از تحریم‌های آمریکا در زمینه سخت‌افزار، برخی کشورها به دنبال توسعه

محصولات پردازشی رفته‌اند. از جمله کشور چین که با چند شرکت بزرگ در این زمینه محصولاتی را وارد بازار کرده است (مانند سخت‌افزار اسندا از شرکت هواوی). ممکن است حرکت به سمت تولید این‌گونه سخت‌افزارها در نگاه اول چندان اقتصادی نباشد؛ اما هیچ کشوری فقط برای منفعت اقتصادی به دنبال توسعه سخت‌افزار نبوده است. در ایران نیز به همین منظور در سال ۱۴۰۳ مرکز ملی پیشران طراحی تراشه افتتاح شد. امید است که با ادامه این مسیر نیاز کشور در این زمینه در سال‌های آتی برطرف شود.

۳-۴-۵- یک دستاورد شاخص در علم هوش مصنوعی

ایجاد یک دستاورد شاخص در کشور در حوزه هوش مصنوعی مانند مرجعیت علمی در یک حوزه یا تولید محصولی در سطح بین‌المللی در ارتباط با این فناوری، می‌تواند به‌عنوان موفقیت و نتیجه‌ای از رشد این فناوری محسوب شود. علم هوش مصنوعی (برخلاف جریان اصلی رسانه‌ای این فناوری) بسیار گسترده بوده و رسیدن به هوشمندی از طریق الگوریتم‌های متنوع ممکن است (Hughes, 2024). با متمرکز کردن ظرفیت پژوهشی هوش مصنوعی در کشور در چند حوزه مشخص در هوش مصنوعی می‌توان طی چند سال در آنها به مرجعیت علمی رسید. همچنین ارائه محصولی مبتنی بر هوش مصنوعی در سطح جهانی نیز یکی دیگر از دستاوردهایی است که بسیار به اکوسیستم هوش مصنوعی در کشور کمک خواهد کرد.

۳-۴-۶- ایفای نقش به‌عنوان کشوری که به ایده‌های خوب در حوزه دانش هوش مصنوعی یا به‌کارگیری آن شناخته می‌شود

کشور ما به‌علت نداشتن مزیت رقابتی در تولید زیرساخت و داده‌های شاخص بین‌المللی، باید در حوزه‌هایی مانند تولید ایده‌های شاخص و هدایت بخشی از مسیر توسعه این فناوری متناسب با نیازهای خود، متمرکز شود. این دستاورد می‌تواند معیاری برای سنجش موفقیت راهبردی کشور در توسعه هوش مصنوعی باشد.

۴- نتیجه‌گیری

براساس ابعاد چارچوب SOAR که در بخش گذشته به تفصیل بررسی شد، این بخش به دنبال ظرفیت‌شناسی کشور در توسعه این فناوری است. در این زمینه هر یک از نقاط قوت کشور، با ترکیب با فرصت‌های ذکر شده، به شرط برنامه‌ریزی و اقدام راهبردی و سنجیده، می‌تواند ظرفیت‌هایی برای توسعه این فناوری در کشور فراهم کند. در ادامه مهم‌ترین ظرفیت‌های کشور مورد تصریح قرار می‌گیرد. کشور ما به‌علت عدم وجود مزیت رقابتی در تولید زیرساخت‌های سخت‌افزار و محدودیت در دسترسی به بسیاری از این زیرساخت‌ها به‌علت تحریم‌ها، لازم است بر مزایا و ظرفیت‌های خاص خود متمرکز شده و برای آینده آن برنامه‌ریزی کند.

۱-۴- ظرفیت نیروی انسانی

یکی از مهم‌ترین ظرفیت‌های کشور، نیروی انسانی متخصص و توانمند و پرورش یافته در سالیان اخیر در کنار نظام علمی گسترده در کشور است. این نیروی جوان می‌تواند به شرط ایجاد زیرساخت‌هایی مانند آزمایشگاه‌های ملی، در توسعه لایه‌های عمیق این فناوری و دستیابی به مسیرهای توسعه غیرخطی و میانبر، کمک‌کننده باشد. علاوه بر این گسترش شبکه‌های علمی و ارتباطی در کشور و جمعیت جوان جویای کار در حوزه فناوری اطلاعات می‌تواند زمینه هدایت این استعدادها به سمت توسعه لایه کاربردی این فناوری باشد. همچنین استعدادهای کشور در حوزه هوش مصنوعی که به کشورهای پیشرفته مهاجرت کرده‌اند، در صورت ایجاد مشوق‌ها و زمینه بازگشت، می‌توانند ناقل تجربیات مؤثری برای کشور باشند.

۲-۴- ظرفیت نهادی

وجود سازمان ملی هوش مصنوعی در بالاترین سطح دولت و نهادهایی با سابقه چندین ساله مانند معاونت علمی و وزارت ارتباطات، ظرفیت مناسبی برای تقسیم کار ملی در توسعه قسمت‌های مختلف این فناوری است. برای نمونه ظرفیت پارک‌های علم و فناوری و تجربه و شبکه حمایت معاونت علمی از توسعه فناوری‌های نوین، می‌تواند در توسعه لایه کاربردی این فناوری و ورود آن به بخش‌های مختلف و تجاری‌سازی آن نقش بسزایی داشته باشد. همچنین وزارت ارتباطات با وجود دستگاه‌های تابعه و دسترسی گسترده به دستگاه‌های مختلف می‌تواند در حکمرانی داده و تهیه زیرساخت در کشور نقش مهمی ایفا کند. مرکز ملی فضای مجازی به عنوان یک نهاد بالادستی تنظیم‌گر و با تجربه چندین ساله در حوزه تنظیم‌گری می‌تواند در تنظیم‌گری‌های لازم با همکاری با مجلس شورای اسلامی و سایر دستگاه‌های مقررگذار، نقش کلیدی در هموارسازی و حمایت از توسعه حساب شده این فناوری ایفا کند.

ضمن اینکه سازمان ملی هوش مصنوعی به عنوان هماهنگ‌کننده و جهت‌ده توسعه کشور در زمینه هوش مصنوعی نقش مهمی خواهد داشت. این نقش می‌تواند شامل تعیین اولویت‌های پژوهشی کشور و پیگیری آنها از طریق وزارت علوم و تحقیقات، ایجاد مرکز مطالعات راهبردی و آزمایشگاه ملی با هدف توسعه لایه‌های عمیق این فناوری و استخراج معماری شبکه و زیرساخت‌های مورد نیاز کشور بر این اساس و موارد متعدد دیگر شود.

۳-۴- ظرفیت ارتباطات منطقه‌ای و بین‌المللی

همان‌گونه که بیان شد، اهمیت راهبردی این فناوری، زمینه بهره‌مندی از تعاملات بین‌المللی و هم‌افزایی با کشورهای با منافع همسو را فراهم می‌کند. ظرفیت ارتباطی با کشورهای عضو بریکس و شانگهای در همکاری و تعریف دستورکارهای مشترک، لازم به توجه است. در ضمن عدم وجود بازیگر غالب در منطقه در این زمینه و بازارهای منطقه‌ای و کشورهای هم‌زبان یا هم‌فرهنگ با ایران، در کنار بسترهای مهیای توسعه این فناوری در کشور می‌تواند زمینه صادرات فناوری و خدمات و در نتیجه تبدیل کشور به قطب منطقه‌ای توسعه آن



شود. این ظرفیت با توجه به استقلال نسبی اقتصاد کشور از اقتصاد بین‌المللی و توان تصمیم‌گیری مستقل و فارغ از اثر تحریم‌ها، اهمیت مضاعفی می‌یابد. علاوه بر این تجربه بسیار قابل توجه جمهوری اسلامی در مواجهه با تحریم می‌تواند در حوزه فناوری هوش مصنوعی برای بسیاری از کشورها مانند چین و روسیه و کشورهای با منافع مشترک که در معرض تحریم در این حوزه هستند، جذاب و قابل استفاده باشد که با تعریف دستورکارهای مشترک و استفاده متقابل از ظرفیت‌ها، این زمینه فراهم خواهد شد.

۴-۴- ظرفیت سرمایه‌گذاری

توسعه هوش مصنوعی یک فرایند هزینه‌بر و نیازمند سرمایه‌گذاری انبوه است. کشور در این زمینه، سه ظرفیت مهم دارد:

- اول، حجم نقدینگی و سرمایه در دست مردم است که در صورت جهت‌دهی و هدایت، می‌تواند بسیاری از حوزه‌ها را متحول کند.
- دوم، ظرفیت صنایع نفت و گاز و گردش مالی گسترده در این حوزه است که می‌تواند زمینه سرمایه‌گذاری در حوزه هوش مصنوعی شود.
- سوم، ظرفیت صنایع نظامی پیشرفته و مترقی با شبکه‌های علمی و مالی مناسب است که می‌تواند در توسعه این فناوری سرمایه‌گذاری کند. علاوه بر موارد فوق، تعریف دستورکارهای بین‌المللی با توجه به شرایط خاص کشور مانند هزینه تولید پایین و انرژی بسیار ارزان، می‌تواند زمینه جذب سرمایه خارجی و توسعه زیرساخت‌های داخلی در این زمینه را فراهم کند.

۴-۵- ظرفیت زیست‌بوم نوآوری

یکی از مهم‌ترین ابعاد توسعه هر فناوری، سازوکار و فرایند اتصال آن فناوری به مسائل واقعی و حل آنهاست. این فرایند موجب جذب سرمایه بیشتر در این فناوری و توسعه بیش‌ازپیش آن خواهد شد. زیست‌بوم نوآوری گسترش یافته در کشور شامل مراکز رشد و مراکز نوآوری دانشگاهی و دستگاهی، پارک‌های علم و فناوری، صندوق‌های حمایتی، شرکت‌های دانش‌بنیان و نوآفرین، نیروی انسانی تربیت یافته در فضای رقابت و نوآوری و شبکه‌های ارتباطی و قوانین و مقررات این حوزه، ظرفیت مناسبی در توسعه فناوری نوین هوش مصنوعی در لایه کاربست است. این امر می‌تواند موجب تحول بخش‌های مختلف کشور چون بخش انرژی (در مسئله ناترازی)، بهره‌وری فرایندها و رشد اقتصادی شود.

۴-۶- ظرفیت زیرساختی کشور

گسترش زیرساخت‌های حیاتی توسعه جامعه مانند برق، حامل‌های انرژی و ارتباطات از جمله اینترنت در سراسر کشور در کنار زیرساخت‌های دولت الکترونیک مانند زیرساخت‌های تولید، جمع‌آوری، ذخیره و پردازش اطلاعات، ظرفیت مناسبی برای توسعه فناوری‌های مبتنی بر داده مانند هوش مصنوعی می‌باشد. از



طرفی جمعیت بالای کشور زمینه فراهم سازی انبوهی از پایگاه‌های داده‌ای ضروری برای توسعه الگوریتم‌های هوش مصنوعی را فراهم می‌کند. راه‌اندازی یک سکوی (پلتفرم) جامع هوش مصنوعی مبتنی بر این پایگاه‌های داده‌ای می‌تواند به تقویت زیست‌بوم توسعه فناوری‌های هوش مصنوعی کمک شایانی کند. از طرف دیگر در دسترس بودن اینترنت و امکان آموزش و تعاملات برخط، زمینه توسعه شبکه‌های ارتباطی و همکاری را ارتقا داده است. همچنین بازار داخلی و خارجی دست‌نخورده یا کمتر دست‌خورده در حوزه محصولات و خدمات مرتبط با هوش مصنوعی، زیرساخت دیگری است که لازم به توجه است. می‌توان اسناد سیاستی و قوانین کارآمد و مترقی حوزه کسب‌وکارها، فناوری اطلاعات، داده و هوش مصنوعی را نیز زیرساخت دیگری در راستای توسعه این فناوری در کشور محسوب کرد که از ظرفیت‌های مختلفی برخوردار هستند.

۵- تحلیل نتایج و پیشنهادها

در این بخش، براساس ظرفیت‌های شناسایی شده، با تمرکز بر نقاط قوت داخلی و با هدف‌گیری استفاده از فرصت‌های محیطی، راهکارها و توصیه‌هایی ارائه خواهد شد.

- پیشنهاد می‌شود با توجه به تنوع محصولات و خدمات قابل ارائه با فناوری هوش مصنوعی و اهمیت داشتن تمرکز و مرجعیت علمی و عملی برای ایجاد مزیت در رقابت‌های جهانی، برنامه راهبردی برای توسعه هوش مصنوعی متمرکز بر یک یا دو حوزه تمرکز اصلی در کشور تهیه و به دانشگاه‌ها و آزمایشگاه‌های مختلف ابلاغ شود. این تمرکز زمینه‌ساز توسعه هدفمند و متناسب با توانمندی‌های کشور خواهد بود (برای مثال حوزه بهداشت و سلامت یا حوزه نفت و گاز یا...). این موضوع خود نیازمند گزارشی مجزاست که در دستور کار دفتر حکمرانی مرکز پژوهش‌ها قرار دارد.
- یکی از مهم‌ترین نیازهای کشور، هماهنگی کامل بین نهادهای حاکمیتی، بخش خصوصی و مراکز علمی در توسعه این فناوری است که زمینه‌ساز هم‌افزایی و هم‌سوسازی ظرفیت‌ها و ممانعت از موازی‌کاری‌ها می‌شود. ضروری است این هماهنگی با درک اولویت مسئله هوش مصنوعی برای کشور از طریق یک نهاد راهبر و با قدرت نهادی بالا و متمرکز بر مسئله هوش مصنوعی انجام گیرد. سازمان ملی هوش مصنوعی کشور که در سند ملی هوش مصنوعی کشور به تشکیل آن اشاره شده است، می‌تواند این امر را برعهده گیرد. این امر می‌تواند از طریق نقشه راه اقدامات کشور در حوزه هوش مصنوعی با مشخص شدن حوزه تمرکز کشور و تقسیم کار مشخص، ایجاد شود. ضمن اینکه نیاز است منافع و اولویت‌های دستگاه‌های مختلف لحاظ شده و با ایجاد یک سازوکار مبتنی بر همکاری و ایجاد نفع مشترک، از اصطکاک‌های مخرب جلوگیری شود.
- با توجه به اهمیت راهبردی این فناوری و زمان، سرمایه و ظرفیت‌های محدود کشور، وجود یک یا چند مرکز مطالعات راهبردی و آزمایشگاه ملی برای مطالعه متمرکز و تخصصی بر لایه‌های بنیادین توسعه فناوری هوش مصنوعی با هدف دستیابی به مسیرهای جایگزین و میانبر در توسعه آن در کشور ضرورت فوق‌العاده دارد. با توجه به شرایط خاص کشور ضروری است الگوی بومی حکمرانی هوش مصنوعی متناسب با ارزش‌ها



و آرمان‌های کشور طراحی و به‌کارگیری شود. همچنین بر این اساس، اولویت‌های راهبردی کشور برای سرمایه‌گذاری و حمایت‌های حاکمیتی به شکل روشن و شفاف مشخص شود. بر این اساس ایجاد مشوق‌ها و سازوکارهای هماهنگی بین نهادهای حاکمیتی، بخش خصوصی و مراکز علمی در توسعه این فناوری براساس مدل‌های بومی توسعه پیشنهاد می‌شود.

توسعه زیرساخت‌های بنیادین هوش مصنوعی، به‌ویژه حکمرانی داده و راه‌اندازی پلتفرم جامع ملی هوش مصنوعی، به‌عنوان یک اقدام سیاستی کلیدی برای تقویت ظرفیت‌های این فناوری در کشور ضرورت حیاتی دارد. حل چالش حکمرانی داده پایه اصلی شکل‌گیری اکوسیستمی پویاست که شرکت‌های فناوری و استارت‌آپ‌ها بتوانند به توسعه راهکارهای هوشمند بپردازند. در گام بعدی، ایجاد یک پلتفرم نرم‌افزاری ملی هوش مصنوعی با قابلیت‌های پردازش ابری، کتابخانه‌های پیشرفته و دسترسی به داده‌های غنی و بومی، نه تنها از خروج کلان داده از کشور جلوگیری می‌کند، بلکه با ارائه ابزارهای آماده و زیرساخت‌های محاسباتی مقیاس‌پذیر، زمان و هزینه توسعه مدل‌های هوش مصنوعی را برای پژوهشگران و کسب‌وکارها کاهش می‌دهد. در این راستا توسعه زیرساخت‌های حکمرانی داده، اعم از توسعه تضامین اجرایی قانون دوام یا ایجاد مشوق‌هایی برای توسعه زیست بوم اشتراک داده در دستگاه‌ها و هم‌چنین توسعه پلتفرم‌های هوش مصنوعی پیشنهاد می‌گردد.

شبکه‌سازی و توانمندسازی استعداد‌های جوان هوش مصنوعی، یکی از ارکان اساسی توسعه پایدار این فناوری در کشور محسوب می‌شود. با وجود ظرفیت‌های بالای نیروی انسانی خلاق، ضروری است سازوکارهای نظام‌مند برای رشد مهارت‌های فردی و مهارت‌های تیمی طراحی و تقویت شود. در کنار آن، ایجاد زیرساخت‌های شبکه‌سازی مؤثر، مانند پلتفرم‌های تعاملی تخصصی یا اکوسیستم‌های چالش‌محور، می‌تواند با توزیع هدف‌مند مسائل واقعی کشور، استعدادها را حول حل چالش‌های ملی همسو کند. برگزاری مسابقات و چالش‌ها با محوریت مسائل بومی با ایجاد رقابت سازنده، امکان ارتباط مستقیم میان نخبگان، صنعت و نهادهای حاکمیتی را فراهم می‌سازد.

زمینه تحول فناوری هوش مصنوعی در علوم مختلف، لازم به توجه و بررسی است. در این راستا توسعه رشته‌های میان‌رشته‌ای هوش مصنوعی در دانشگاه‌ها می‌تواند نقش آفرین باشد. در این راستا پایش و بازنگری در رشته‌های دانشگاهی متناسب با توسعه فناوری هوش مصنوعی و توسعه رشته‌های میان‌رشته‌ای هوش مصنوعی در دانشگاه‌ها پیشنهاد می‌شود.

یکی از مهم‌ترین نکات لازم به توجه این است که نظام تصمیم‌گیر و سرمایه‌گذار کشور در حوزه هوش مصنوعی به این درک برسد که هدف‌گذاری برای رسیدن به محصولی که در سطح اول هوش مصنوعی در دنیا نمایش داده می‌شود (مانند مدل‌های زبانی در سال‌های اخیر) در بسیاری از موارد انحراف از مسیر توسعه است. زیرا این محصول رونمایی شده خود عقبه چندساله دارد و اگر بعد از رونمایی یک محصول، به دنبال برنامه‌ریزی برای رسیدن به این محصول باشیم، عملاً بازنده بوده و همیشه عقب خواهیم ماند. در این راستا هدایت سرمایه‌گذاری و خط‌مشی‌گذاری‌ها به سمت محصولات راهبردی



- و برآمده از رصد ظرفیت‌ها و افق توسعه کشور با سازوکارهایی مانند سند باکس‌ها پیشنهاد می‌گردد.
- توجه به تجربه چندساله کشور در زمینه حمایت از توسعه نوآوری و شرکت‌ها و محصولات دانش‌بنیان و بازنگری در رویه‌های ناصحیح، برای هرگونه اقدام در راستای حمایت از توسعه فناوری هوش مصنوعی در زیست‌بوم نوآوری کشور، ضرورت دارد. این بررسی تجارب زمینه‌ساز اصلاح رویه‌های ناموفق و کاهش انحراف سرمایه‌ها و هزینه‌های کشور از مسیر طراحی شده و مواجهه آگاهانه‌تر و واقع‌بینانه‌تر خواهد شد. در این راستا ارزشیابی و آسیب‌شناسی تجربه چندساله کشور در زمینه حمایت از توسعه نوآوری، شرکت‌ها، محصولات دانش‌بنیان و بازنگری در پیامدهای ناخواسته و رویه‌های ناصحیح و کنترل اقدامات ناآگاهانه و صرفاً نمایشی بخش‌های مختلف حاکمیت در این حوزه پیشنهاد می‌گردد.
- تعبیه سازوکارهای هدایت سرمایه‌های داخلی به سمت سرمایه‌گذاری دانش‌بنیان و فناوری‌های نوین از جمله هوش مصنوعی، می‌تواند نقش مؤثری در توسعه این فناوری داشته باشد. علاوه بر سازوکارهای موجود مانند صندوق‌های سرمایه‌گذاری خطرپذیر و صندوق‌های حمایت از نوآوری، ضروری است تدابیری متناسب با پویایی‌های لحظه‌ای فناوری هوش مصنوعی و ابعاد اثرگذاری این فناوری سنجیده و سازوکارهایی متناسب تعبیه شود. در این راستا تمرکز بر سرمایه‌های راكد مانند موقوفات علمی می‌تواند کمک‌کننده باشد.
- اهمیت راهبردی فناوری هوش مصنوعی در سرنوشت آینده ملل و قدرت در دنیا، ضرورت توجه به استقلال فناورانه در حوزه‌های حیاتی و کاهش وابستگی‌های خارجی و همکاری‌های بین‌المللی با کشورهای با منافع همسو را آشکار می‌سازد. در این راستا ضروری است علاوه بر ظرفیت‌های داخلی، دیپلماسی عمومی کشور به سمت همکاری با کشورهای همسو و پیشرفته گام بردارد و با ایجاد دستورکارها، تفاهم‌نامه‌ها و منافع مشترک، با تأکید بر نقاط قوت کشور، از ظرفیت‌های بین‌المللی در حوزه‌هایی که نقطه ضعف کشور است، بهره‌برداری شود.
- ضروری است با هدف هدایت نخبگان و استعداد‌های علمی به سمت این فناوری با اهمیت، تدابیری مانند بورسیه‌های شغلی (همانند آنچه برای بیوتکنولوژی در کنکور سراسری اتفاق افتاد)، حمایت‌های تحصیلی، معافیت‌های سربازی و مشوق‌های برگشت نخبگان این حوزه به کشور فراهم شود.
- ضروری است حوزه سیاست‌گذاری و سرمایه‌گذاری و اقدام در رابطه با این فناوری مهم، به‌رغم اجتماعی شدن آن و تأثیرات افکار عمومی بر مسیر توسعه، به نحو دقیق و تخصصی مورد توجه قرار گیرد و این حوزه با توجه به وقت و بودجه محدود کشور، از اقدامات ناآگاهانه و صرفاً نمایشی توسط بخش‌های مختلف حاکمیت، پاک‌سازی شود.



تشکر و قدردانی:

نویسنده از استاد گرانقدر جناب دکتر الوانی تقدیر و تشکر می‌کند.
به علاوه از مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی و معاونت مطالعات حکمرانی و مدیریت این مرکز
به عنوان حامی این پژوهش تشکر و قدردانی می‌کند.

فهرست منابع

۱. آقاییاری، پگاه و کریم میان، زهره (۱۴۰۳). حکمرانی و هوش مصنوعی: روایت علم‌سنجی از دو داستان درهم تنیده. سیاست علم و فناوری .. (۴)۷۷، ۱-۱۷. doi: 10.22034/jstp.2025.11814.1837
۲. اکبری، ایمان، دانایی فرد، حسن، عبدالحمید، مهدی، محمودی، مصطفی و خسروی، مهدی (۱۴۰۳). شناسایی و اولویت‌بندی موانع و چالش‌های حکمرانی داده‌محور از منظر به‌کارگیری هوش مصنوعی و فناوری‌های مبتنی بر داده در بخش عمومی. مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی ۱۴، (۵۱ ویژه‌نامه)، ۵۶-۸۱. doi: 10.22034/sspp.2024.2026836.3610
۳. اکبری، ایمان، واعظی، رضا، اصلی‌پور، حسین، عبدالحسین‌زاده، محمد و شهرآئینی، سیدمجتبی (۱۴۰۳). شناسایی و مدل‌سازی کارکردهای هوش مصنوعی در ارتقاء کارآمدی نظام اداری و ارائه خدمات عمومی. مطالعات مدیریت دولتی ایران، (۲)۷، ۱۱۱-۱۴۷. doi: 10.22034/jipas.2024.401497.1607
۴. اکبری، ایمان، یوسفی، عطیه و مهربان هلان، محمد مهدی (۱۴۰۲). بررسی لایحه برنامه هفتم توسعه (۸۸): توسعه پایدار هوش مصنوعی در کشور. ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی ۳۱(۸)، ۱۹۳۹۵.
۵. بانک مرکزی (۱۴۰۳). گزیده آمارهای اقتصادی بخش پولی و بانکی کشور. <https://cbi.ir/simplelist/31918.aspx>.
۶. بیری گنبد، سکینه (۱۴۰۲). تبیین حکمرانی چین در عرصه هوش مصنوعی، چشم‌انداز و راهبردها در غرب آسیا. فصلنامه غرب آسیا، (۳)۸، ۲۳-۳۷. doi: 10.22034/wasj.2024.422045.1016
۷. جعفری، ز.، خردمندنیا، س.، رجیبی، ا.، و ملائی، م. (۲۰۲۵). توسعه هوش مصنوعی (۳): ارائه تصویری از توسعه هوش مصنوعی در سطح جهان و ایران. ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، (۱۱)۳۲. <https://doi.org/10.22034/REPORT.MRC.2025.1403.32.11.20404>.
۸. سلطانی، علیرضا و اکبری، ایمان (۱۴۰۳). حکمرانی هوش مصنوعی (۴): بررسی تأثیرات هوش مصنوعی بر بازار مشاغل و بهره‌وری در جهان و ایران.. (۲۰۵۴۴) ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، (۱۲)۳۲، ۲۰۵۴۴-۱۴۰۴. doi: 10.22034/report.mrc.2025.1404.32.12.20544
۹. سلیمان‌زاده، سعید، اسلامی، محسن، موسوی شفائی، مسعود و گل محمدی، ولی (۱۴۰۳). حکمرانی هوش مصنوعی در عصر دیجیتال: واکاوی راهبردها و رویکردهای آمریکا. فصلنامه روابط خارجی ۱۶(۲)، ۱۹۳-۲۲۴. doi: 10.22034/fr.2024.458717.1531
۱۰. محمودی، مصطفی، اکبری، ایمان و بابایی، سحر (۱۴۰۳). رویکردهای تنظیم‌گرانه در راستای مدیریت چالش‌های اخلاقی و سیاستی در حکمرانی داده‌محور. مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی ۱۴، (۵۱ ویژه‌نامه)، ۱۲۶-۱۴۹. doi: 10.22034/sspp.2024.2026882.3625
۱۱. محمودی، مصطفی و اکبری، ایمان (۱۴۰۴). حکمرانی هوش مصنوعی (۶) کاربری هوش مصنوعی در ارتقاء



- خدمات عمومی. (۲۰۷۳۹). ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۳۳(۳).
doi: 10.22034/report.mrc.2025.1404.33.3.20739
۱۲. محمودی، مصطفی، اکبری، ایمان و مهربان هلان، محمد مهدی (۱۴۰۳). حکمرانی هوش مصنوعی (۲): مفاهیم، ابعاد و مؤلفه‌ها. (۲۰۳۴۰) ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۳۲(۱۰)، ۲۰۳۴۰
doi: 10.22034/report.mrc.2025.1403.32.10.20340
۱۳. مهربان هلان، محمد مهدی، یوسفی، عطیه، اکبری، ایمان و خردمندنیا، سهیلا (۱۴۰۲). نگاشت نهادی و تقسیم کار ملی در حوزه توسعه هوش مصنوعی و حکمرانی داده محور.. (۱۹۴۳۴) ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۳۱(۹)، ۱۹۴۳۴
doi: 10.22034/report.2023.9847
14. Batool, A., Zowghi, D., & Bano, M. (2025). AI governance: a systematic literature review. *AI and Ethics* 2024 5:3, 5(3), 3265–3279. <https://doi.org/10.1007/S43681-024-00653-W>
15. Birkstedt, T., Minkkinen, M., Tandon, A., & Mäntymäki, M. (2023). AI governance: themes, knowledge gaps and future agendas. *Internet Research*, 33(7), 133–167. <https://doi.org/10.1108/INTR-01-2022-0042>
16. Bullock, J. B., Chen, Y. C., Himmelreich, J., Hudson, V. M., Korinek, A., Young, M. M., & Zhang, B. (2022). *The Oxford Handbook of AI Governance*. The Oxford Handbook of AI Governance, 1–1077. <https://doi.org/10.1093/OXFORDHOB/9780197579329.001.0001>
17. DeepSeek rumored to build R2 AI model using Huawei AI chips - Huawei Central. (n.d.). Retrieved 3 May 2025, from https://www.huaweicentral.com/deepseek-rumored-to-build-r2-ai-model-using-huawei-ai-chips/#google_vignette
18. Framework for Anticipatory Governance of Emerging Technologies. (2024). 165. <https://doi.org/10.1787/0248EAD5-EN>
19. Hughes, N. (2024). Blended learning solutions in higher education: History, theory and practice. *Blended Learning Solutions in Higher Education: History, Theory and Practice*, 1–183. <https://doi.org/10.4324/9781003359821>
20. Papagiannidis, E., Enholm, I. M., Dremel, C., Mikalef, P., & Krogstie, J. (2023). Toward AI Governance: Identifying Best Practices and Potential Barriers and Outcomes. *Information Systems Frontiers*, 25(1), 123–141. <https://doi.org/10.1007/S10796-022-10251-Y/FIGURES/1>
21. Stavros, J., & Saint, D. K. (2010). SOAR: linking strategy and od to sustainable performance. In William J. Rothwell, Jacqueline M. Stavros, Roland L. Sullivan, & Arielle Sullivan (Eds.), *Practicing organization development: A guide for leading change* (pp. 377–398). Jossey-Bass Publishers. https://www.researchgate.net/publication/285056921_SOAR_linking_strategy_and_od_to_sustainable_performance
22. Taeihagh, A. (2021). Governance of artificial intelligence. *Policy and Society*, 40(2), 137–157. <https://doi.org/10.1080/14494035.2021.1928377.32.10.20340>

