

حکمرانی هوش مصنوعی (۷): ظرفیت‌شناسی توسعه هوش مصنوعی در کشور و ارائه توصیه‌هایی جهت هم‌افزایی ظرفیت‌ها



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

شماره مسلسل: ۲۰۹۵۲
کد موضوعی: ۳۶۰



مرکز پژوهش‌های
مجلس شورای اسلامی

تاریخ انتشار:
۱۴۰۴/۶/۱۶

عنوان گزارش:

حکمرانی هوش مصنوعی (۷): ظرفیت‌شناسی توسعه هوش مصنوعی در کشور و ارائه توصیه‌هایی جهت هم‌افزایی ظرفیت‌ها

نوع گزارش: طرح و لایحه □، نظارتی □، راهبردی ■، پیش‌نویس قانونی □

نام دفتر:

مطالعات حکمرانی (گروه سیاست‌پژوهی و آزمایشگاه حکمرانی)

تهیه و تدوین کنندگان:

ایمان اکبری (گروه سیاست‌پژوهی و آزمایشگاه حکمرانی)، علی رضا سلطانی (مرکز همکاری‌های تحول و پیشرفت)، سجاد فلاح‌کار (مرکز نوآوری و استعداد هوش مصنوعی)

مدیر مطالعه:

حسین بابایی مجرد

ناظر علمی:

دکتر مهدی عبدالحمید

اظهار نظر کننده:

سهیلا خردمندنیا (گروه توسعه فناوری و تولید دانش بنیان)

اظهار نظر کننده خارج از مرکز:

صدرا فانی (ستاد اقتصاد دیجیتال معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش بنیان ریاست جمهوری)

همکار:

محسن حسن‌نژاد (سازمان ملی هوش مصنوعی)

گرافیک و صفحه‌آرایی:

سارا پیرولی

ویراستار ادبی:

سیده مرضیه موسوی راد

واژه‌های کلیدی:

۱. هوش مصنوعی
۲. ظرفیت‌شناسی
۳. SOAR

تاریخ شروع مطالعه:

۱۴۰۴/۰۱/۲۵



فهرست مطالب

چکیده.....	۶
خلاصه مدیریتی.....	۷
۱. مقدمه.....	۹
۲. پیشینه.....	۱۰
۱-۲. سوابق مطالعاتی در مرکز.....	۱۰
۲-۲. سوابق تقنینی به همراه آسیب شناسی.....	۱۳
۳. زیست بوم توسعه هوش مصنوعی در کشور.....	۱۴
۱-۳. تبیین ابعاد توسعه هوش مصنوعی در کشور.....	۱۴
۲-۳. کنشگران اصلی زیست بوم.....	۱۶
۴. روش پژوهش.....	۱۹
۵. تبیین ارکان مدل SOAR در زمینه توسعه هوش مصنوعی.....	۲۰
۱-۵. نقاط قوت زیست بوم هوش مصنوعی کشور.....	۲۴
۲-۵. فرصت های توسعه هوش مصنوعی کشور.....	۲۸
۳-۵. چشم انداز های توسعه هوش مصنوعی کشور.....	۲۸
۴-۵. نتایج و دستاوردهای توسعه هوش مصنوعی کشور.....	۳۰
۶. ظرفیت شناسی توسعه هوش مصنوعی در کشور.....	۳۲
۱-۶. ظرفیت نیروی انسانی.....	۳۲
۲-۶. ظرفیت نهادی.....	۳۲
۳-۶. ظرفیت ارتباطات منطقه ای و بین المللی.....	۳۲
۴-۶. ظرفیت سرمایه گذاری.....	۳۳
۵-۶. ظرفیت زیست بوم نوآوری.....	۳۳
۶-۶. ظرفیت زیرساختی کشور.....	۳۳
۷. راهکارها و توصیه های سیاستی.....	۳۴
۸. جمع بندی و نتیجه گیری.....	۳۶
منابع و مآخذ.....	۳۷

فهرست جداول

جدول ۱. تحلیل پیشینه پژوهشی براساس ظرفیت های توسعه هوش مصنوعی در گزارش.....	۱۱
جدول ۲. تحلیل پیشینه تقنینی.....	۱۳

فهرست شکل ها

شکل ۱. بازیگران اصلی زیست بوم توسعه هوش مصنوعی در کشور.....	۱۸
شکل ۲. ماتریس SOAR.....	۱۹



حکمرانی هوش مصنوعی (۷): ظرفیت شناسی توسعه هوش مصنوعی در کشور و ارائه توصیه‌هایی جهت هم‌افزایی ظرفیت‌ها

چکیده



فناوری هوش مصنوعی، نقش حیاتی در آینده جوامع ایفا خواهد کرد، به‌طوری‌که پیش‌بینی می‌شود بازار جهانی هوش مصنوعی از ۵۰۰ میلیارد دلار در ۲۰۲۳ به ۱۰۸ تریلیون دلار تا ۲۰۳۰ برسد. شرایط خاص، اقتضائات و اهداف کشور، اهمیت بررسی دقیق ظرفیت‌های کشور در توسعه هوش مصنوعی را آشکار می‌سازد. در این راستا این گزارش با اتکا به چارچوب SOAR برای شناسایی نقاط قوت، فرصت‌ها، چشم‌اندازها و نتایج توسعه هوش مصنوعی در لایه بنیادین (مدل‌ها و الگوریتم‌ها، راهبرد کلی کشور، معماری شبکه و زیرساخت‌ها و...) و لایه کاربری (به‌عنوان ابزار تحول بخش‌های مختلف) در کشور پرداخته است. 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.

مهم‌ترین این موارد 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 برای مطالعه متمرکز لایه‌های بنیادین توسعه»، «توجه به استقلال فناوریانه در حوزه‌های حیاتی»، «توجه به تجربه چندساله کشور در زمینه حمایت از توسعه نوآوری»، «تعبیه سازوکارهای هدایت سرمایه‌های داخلی به سمت حوزه‌های دانش‌بنیان و فناوری‌های نوین»، «فعال‌سازی دیپلماسی در جهت همکاری با کشورهای همسو و پیشرفته»، «هدایت نخبگان و استعدادهای 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.



■ بیان/شرح مسئله

فناوری هوش مصنوعی، یک فناوری تحولی با اثرگذاری عمده بر آینده جوامع و بشریت است. این فناوری زمینه تحول عرصه‌های مختلف زندگی فردی و اجتماعی را داراست و با سرعت غیرقابل پیش‌بینی در حال توسعه و فراروی است. امروزه رقابت کشورهای مختلف در توسعه این فناوری مشهود است. در کشور ما نیز شرایط خاص داخلی و خارجی (شرایط اقتصادی، تحریم، شرایط منطقه‌ای، ناترازی‌ها و...) از سویی و اهمیت راهبردی این فناوری در آینده کشور از سوی دیگر، اهمیت برنامه‌ریزی و توسعه حساب شده این فناوری را به عنوان پیشران این راهبرد، مضاعف ساخته است. در این راستا شناخت ظرفیت‌های کشور اهمیت و فوریت خواهد داشت.

با این هدف و در این گزارش، تحلیل SOAR به‌عنوان یک ابزار قدرتمند و کارا در ارزیابی ظرفیت‌های توسعه هوش مصنوعی در کشور مدنظر قرار گرفته است. روش SOAR که مخفف نقاط قوت (Strengths)، فرصت‌ها (Opportunities)، چشم‌اندازها (Aspirations) و نتایج (Results) است، این امکان را می‌دهد که با نگاهی مثبت و سازنده، توانمندی‌ها، نقاط قوت و ظرفیت‌های موجود شناسایی شده و زمینه برنامه‌ریزی برای بهره‌برداری از فرصت‌های پیش‌رو فراهم شود.

■ نقطه‌نظرات / یافته‌های کلیدی

توسعه فناوری هوش مصنوعی دو سطح اصلی را شامل می‌شود:

سطح اول، توسعه لایه‌های بنیادین این فناوری و علوم مرتبط است که غالباً حوزه علوم کامپیوتر و ریاضیات کاربردی، فلسفه، علوم‌شناختی و... را شامل می‌شود.

سطح دوم، توسعه این فناوری، توسعه کاربریست آن در بخش‌های مختلف است که زمینه تحول این بخش‌ها را فراهم خواهد کرد. براساس چارچوب SOAR یافته‌های زیر در راستای توضیح ظرفیت‌های توسعه هوش مصنوعی قابل بیان است:

■ نقاط قوت

- نیروی انسانی متخصص و توانمند.
- شبکه نظام علمی گسترده در کشور.
- نرخ بالای تولید پژوهش‌های علمی در حوزه هوش مصنوعی.
- جمعیت نسبتاً بالای کشور برای تهیه پایگاه‌های داده.
- ظرفیت گسترده نهادی و سازمانی دستگاه‌های مختلف با قابلیت ایفای نقش در توسعه.
- بلوک‌های داده‌ای متعدد در دستگاه‌های مختلف.
- تدوین و تصویب اسناد متعدد سیاستی.
- رشد شرکت‌های دانش‌بنیان و نوآفرین در حوزه هوش مصنوعی.
- اهتمام و اجماع مقامات عالی بر لزوم تسلط بر دانش و لایه‌های عمیق هوش مصنوعی و آگاهی عمومی.
- زیرساخت‌های گسترده داده‌ای و بعضاً پردازشی در کشور.
- صنایع نظامی پیشرفته به‌عنوان محرک حوزه‌های فناوری‌های نوین.



فرصت‌ها

- صادرات فناوری و خدمات مرتبط.
- حضور کشورهای فارس‌زبان در منطقه.
- وجود زیرساخت‌های اساسی (برق و مخابرات) و فناوری اطلاعات (شبکه اینترنت) گسترده در کشور.
- ایجاد شبکه پارک‌های علم و فناوری گسترده در کشور.
- وجود ائتلاف‌های بین‌المللی مانند بریکس و شانگهای با حضور کشورهای پر جمعیت و پر قدرت در مقابل بلوک غرب و آمریکا.
- برخورداری از تجربه سال‌ها تحریم و بازارهای دست‌نخورده داخلی.
- نقدینگی عمومی و ظرفیت سرمایه‌گذاری داخلی توسط شهروندان و نام‌گذاری سال اخیر با این عنوان.
- هزینه‌های تولید و توسعه پایین‌تر در کشور نسبت به کشورهای صنعتی.
- استقلال نسبی کشور نسبت به اقتصاد و سیاست بین‌الملل و امکان تحقق اهداف سیاسی فارغ از فشار و خواست قدرت‌ها و ائتلاف‌های جهانی.
- جمعیت جوان و جویای کار در کشور.
- امکان بهره‌گیری از دانش و تجارب سیاستی و تقنینی کشورهای پیشرو در توسعه این فناوری.
- توسعه زیست‌بوم حمایت از پژوهش‌ها در معاونت علمی، بنیاد نخبگان، بنیاد علم و
- امکان استفاده از برنامه‌های هم‌رسانی و حمایتی مانند چالش و مسابقه.
- برخورداری از تجربه مواجهه با فناوری‌های نوین سابق مانند ماهواره، اینترنت، شبکه‌های اجتماعی و
- وجود زمینه بازگشت نخبگان و جذب متخصصان کشورهای منطقه.
- توسعه پزشکی و زیست‌بوم سلامت و توریسم درمانی.
- قوت صنعت نفت و گاز با قابلیت سرمایه‌گذاری و شتاب‌دهی توسعه فناوری و رفع چالش‌های مربوطه.
- وجود شرکت‌های بزرگ حوزه فناوری اطلاعات.

چشم‌اندازها

- قرارگیری در ۱۰ کشور برتر.
- چشم‌اندازهای سند ملی در افق ۱۴۱۲.
- تبدیل شدن به قطب هوش مصنوعی منطقه آسیای جنوب غربی.
- مرجعیت علمی و کاربردی در یک یا دوشاخه این حوزه.
- خوداتکایی در فناوری‌های حیاتی مرتبط با هوش مصنوعی.
- رشد و جهش سریع در توسعه این فناوری و دستیابی به لایه‌های عمیق.
- ورود در قلمروهای اولویت‌دار و نوآوری بر پایه فناوری.
- داشتن حداقل سه آزمایشگاه تحقیقاتی بزرگ‌مقیاس.
- ارائه دو مدل کامل هوشمندسازی در صنعت.
- داشتن یک یا دو بازیگر بزرگ برای سرویس‌دهی خدمات هوش مصنوعی.
- ظرفیت‌سازی، توانمندسازی، مهارت‌آموزی و بازتنظیم ساختار نیروی کار.
- نقش‌آفرینی فعال در تعاملات علمی، آموزشی، فناورانه با اولویت کشورهای همسو.

نتایج

- معیارهای سند ملی.
- تحقق برنامه هفتم توسعه در بخش‌های گوناگون.
- افزایش بهره‌وری و رشد اقتصادی و درآمدزایی قابل توجه از هوش مصنوعی.
- خودکفایی در افق ۱۰ ساله در سخت‌افزار.
- یک دستاورد شاخص در علم هوش مصنوعی (برای مثال: ارائه مدل بنیادی جدیدی در سطح جهان).
- ایفای نقش مناسب و تبدیل شدن به کشوری که به ایده‌های نو در حوزه هوش مصنوعی در دانش یا به کارگیری آن شناخته می‌شود.

براساس موارد فوق، ظرفیت‌های کشور در قالب موارد زیر شناسایی و بیان شد:

- ظرفیت نیروی انسانی.
- ظرفیت نهادی.
- ظرفیت ارتباطات منطقه‌ای و بین‌المللی.
- ظرفیت سرمایه‌گذاری.
- ظرفیت زیست‌بوم نوآوری.
- ظرفیت زیرساختی کشور.

پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی

- تهیه برنامه راهبردی برای توسعه هوش مصنوعی با تمرکز بر یک دو حوزه اصلی در کشور و ابلاغ به دانشگاه‌ها و آزمایشگاه‌های مختلف.
- هماهنگی کامل بین نهادهای حاکمیتی، بخش خصوصی و مراکز علمی در توسعه این فناوری.
- ایجاد یک یا چند مرکز مطالعات راهبردی و آزمایشگاه ملی برای مطالعه متمرکز و تخصصی بر لایه‌های بنیادین توسعه این فناوری با هدف دستیابی به مسیرهای جایگزین و میانبر در کشور.
- ضرورت توجه به استقلال فناوریانه در حوزه‌های حیاتی و کاهش وابستگی‌های خارجی و همکاری‌های بین‌المللی با کشورهایی با منافع همسو در زمینه‌هایی که استقلال کشور در کوتاه‌مدت در آن ممکن نیست.
- توسعه رشته‌های میان‌رشته‌ای هوش مصنوعی در دانشگاه‌ها.
- توسعه زیرساخت‌های بنیادین هوش مصنوعی مانند حکمرانی داده یا پلتفرم‌های هوش مصنوعی.
- هدایت سرمایه‌گذاری و خط‌مشی‌گذاری‌ها به سمت محصولات راهبردی و برآمده از رصد ظرفیت‌ها و افق توسعه کشور.
- توجه به تجربه چندساله کشور در زمینه حمایت از توسعه نوآوری، شرکت‌ها، محصولات دانش‌بنیان و بازرنگری در رویه‌های ناصحیح.
- تعبیه سازوکارهای هدایت سرمایه‌های داخلی به سمت سرمایه‌گذاری دانش‌بنیان و فناوری‌های نوین.
- فعال‌سازی دیپلماسی عمومی کشور به سمت همکاری با کشورهای همسو و پیشرفته با ایجاد دستور کارها، تفاهم‌نامه‌ها و منافع مشترک.
- هدایت نخبگان و استعدادها علمی به سمت این فناوری با تدابیری مانند بورسیه‌های شغلی، حمایت‌های تحصیلی، معافیت‌های سربازی و مشوق‌های برگشت نخبگان این حوزه به کشور و شبکه‌سازی و توانمندسازی استعدادها.



نگرش تخصصی به حوزه خط‌مشی‌گذاری و سرمایه‌گذاری و اجرا در رابطه با این فناوری مهم و کنترل اقدامات ناآگاهانه و صرفاً نمایشی بخش‌های مختلف حاکمیت در این حوزه.

۱. مقدمه

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. چه‌بسا 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. 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:

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، علوم‌شناختی و... بحث می‌شود.

سطح دوم، توسعه کاربری آن در تحول بخش‌های مختلف است.

با توجه به خاص بودن شرایط و اقتضائات 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 رهاوردی برای توسعه هوش مصنوعی به‌عنوان یک حوزه کلیدی برای تحول بخش‌های مختلف و کسب مزیت رقابتی در سطح بین‌المللی داشته باشد. بنابراین ظرفیت‌شناسی توسعه هوش مصنوعی در کشور، زمینه‌ساز اقدام سنجیده و متناسب با داشته‌ها و خواسته‌های کشور خواهد بود.

گزارش 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 را ارائه خواهد کرد.

۲. پیشینه

۲-۱. سوابق مطالعاتی در مرکز

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، به‌عنوان یکی از عالی‌ترین نهادهای مشاوره سیاستی در کشور و عقل منفصل مجلس شورای اسلامی، با وقوف بر اهمیت بحث هوش مصنوعی در کشور از سال ۱۳۹۶ تاکنون، ۳۰ گزارش سیاستی تدوین و منتشر کرده است. عناوین و سال انتشار این گزارش‌ها در جدول زیر قابل مشاهده است. باین‌حال، نظر به تمرکز این گزارش بر ظرفیت‌شناسی این فناوری در کشور، در ادامه به مهم‌ترین نکات گزارش‌های مذکور ناظر بر موضوع این گزارش پرداخته شده است:

جدول ۱. تحلیل پیشینه پژوهشی براساس ظرفیت‌های توسعه هوش مصنوعی در گزارش

ردیف	عنوان و سال گزارش	ظرفیت‌ها
۱	حکمرانی هوش مصنوعی (۷): هوش مصنوعی توضیح‌پذیر و نقش آن در ورود فناوری هوش مصنوعی به بخش عمومی (۱۴۰۴)	ایجاد مدل‌ها و سیستم‌هایی که تصمیم‌ها و خروجی‌هایشان برای انسان‌ها قابل توضیح و فهم باشد.
۲	حکمرانی هوش مصنوعی (۶): کاربست هوش مصنوعی در ارتقای خدمات عمومی (۱۴۰۴)	صرفه‌جویی در وقت و هزینه در صنعت حمل‌ونقل، ارتقای کیفیت و اثربخشی در آموزش، افزایش دقت تصمیمات به همراه کاهش هزینه در پزشکی، ایجاد فرصت‌های رشد برابر برای همگان.
۳	حکمرانی هوش مصنوعی (۵): نظام تنظیم‌گری هوش مصنوعی در کشور	-
۴	حکمرانی هوش مصنوعی (۴): بررسی تأثیرات هوش مصنوعی بر بازار مشاغل و بهره‌وری در جهان و ایران (۱۴۰۳)	ارتقای بهره‌وری، افزایش خودکارسازی مشاغل، حل مشکلات پیچیده و بهبود دقت در پیش‌بینی‌ها، افزایش رشد اقتصادی و بهبود زندگی.
۵	حکمرانی هوش مصنوعی (۳): ظرفیت‌های هوش مصنوعی در ارتقای نظام اداری کشور (۱۴۰۳)	ارتقا و تحول نظام اداری کشور از طریق: خودکارسازی فرایندها، کاهش فساد اداری، تصمیم‌گیری مبتنی‌بر داده، کاهش تصمیمات نسنجیده، بهره‌مندی از هوش جمعی، شخصی‌سازی خدمات، ارتقای کیفیت و بهره‌وری خدمات، هوشمندسازی مدیریت منابع انسانی، تعامل هوشمند بین سازمانی، عارضه‌یابی هوشمند خدمات عمومی
۶	حکمرانی هوش مصنوعی (۲): مفاهیم، ابعاد و مؤلفه‌ها (۱۴۰۳)	-
۷	حکمرانی هوش مصنوعی (۱): ظرفیت‌های هوش مصنوعی در ارتقای فرایند خط‌مشی‌گذاری عمومی: رهنمودهایی مرتبط با مجلس شورای اسلامی (۱۴۰۳)	ارتقای فرایند خط‌مشی‌گذاری در کشور
۸	اظهار نظر کارشناسی درباره: «طرح ملی هوش مصنوعی» (۱۴۰۳)	-
۹	چالش‌های پیش‌روی نظام بین‌المللی مالکیت فکری (با تمرکز بر نظام مالکیت صنعتی) در مواجهه با فناوری‌های هوش مصنوعی (۱۴۰۳)	تقویت فرایندهای ثبتی مالکیت فکری
۱۰	توسعه هوش مصنوعی (۳): ارائه تصویری از توسعه هوش مصنوعی در سطح جهانی (۱۴۰۳)	-
۱۱	توسعه و تنظیم‌گری هوش مصنوعی (۲): شاخص آمادگی هوش مصنوعی دولت (۱۴۰۳)	-
۱۲	توسعه و تنظیم‌گری هوش مصنوعی (۱): هوش مصنوعی مولد (۱۴۰۳)	شخصی‌سازی تجربیات، ایجاد شبیه‌سازی‌های واقع‌بینانه، ارائه پاسخ و تصمیم به کاربر و تسهیل فرایندها و امور در حوزه‌های مختلف.
۱۳	طراحی سیستم پشتیبان هوشمند قانونگذاری (۱): معرفی رویکرد تحلیل داده‌محور خط‌مشی (کاربست هوش مصنوعی و فناوری مبتنی‌بر داده در تحلیل خط‌مشی) (۱۴۰۳)	ایجاد سیستم‌های پشتیبان در حکمرانی و ارتقای کیفیت و شواهدمحور کردن تصمیمات، ارتقای پاسخ‌گویی و مشروعیت با ارائه نتایج، نشانگر کارآمدی حکومت و بررسی کارآمدی خط‌مشی در شرایط مختلف.
۱۴	ابعاد فرهنگی - ارتباطی توسعه هوش مصنوعی (۱): حوزه خبر و اطلاع‌رسانی (۱۴۰۳)	تحول خدمات رسانه‌ای به‌ویژه در زمینه خبر و اطلاع‌رسانی
۱۵	بررسی لایحه برنامه هفتم توسعه (۸۸): توسعه پایدار هوش مصنوعی در کشور (۱۴۰۲)	ارتقای نظام قانونگذاری، کارآمدی نظام اداری کیفیت ارائه خدمات عمومی، بهره‌وری، سرعت و کیفیت خدمات بخش خصوصی، خدمات نوین دانش‌محور



ردیف	عنوان و سال گزارش	ظرفیت‌ها
۱۶	نگاشت نهادی و تقسیم کار ملی در حوزه توسعه هوش مصنوعی و حکمرانی داده‌محور (۱۴۰۲)	ارتقای رفاه عمومی و موفقیت در رقابت‌های جهانی
۱۷	ملاحظات به‌کارگیری تصمیم‌گیری خودکار و هوش مصنوعی در دولت و پارلمان (۱۳۹۸)	ارتقای سطح تعاملات میان دولت و شهروندان، پیشگیری از وقوع بحران نظیر شیوع بیماری‌های همه‌گیر و افزایش آمادگی دولت و مردم برای مواجهه با برخی از بحران‌ها، ایجاد حرفه‌های تخصصی نظیر متخصصان داده، برنامه‌نویسان و طراحان رایانه‌ای برای ادارات دولتی و بخش خصوصی
۱۸	هوش مصنوعی در جهان (۶): امارات متحده عربی (۱۳۹۸)	توسعه رباتیک برای کاربردهای عمومی، ایجاد مشاغل جدید
۱۹	هوش مصنوعی در جهان (۵): جمهوری هند (۱۳۹۸)	تحول بخش کشاورزی و شهر هوشمند، تکلم به زبان‌های هندی، نظم و ترتیب دادن به این داده‌های عمومی، گسترش خدمات حوزه سلامت و اتوماسیون
۲۰	هوش مصنوعی در جهان (۳): جمهوری خلق چین (۱۳۹۸)	رقابت ملی و تقویت هم‌گرایی نظامی - مدنی، شهر هوشمند، ماشین‌های خودران، تحقیق و توسعه پزشکی، هوش مصنوعی تعاملی، سرمایه‌گذاری مالی، خرده‌فروشی، تحول در زمینه ارائه خدمات عمومی، تحقق اهداف توسعه پایدار و توسعه اجتماعی
۲۱	هوش مصنوعی در جهان (۲): جمهوری فدرال آلمان (۱۳۹۸)	تأثیر بر کسب‌وکارهای کوچک و متوسط
۲۲	هوش مصنوعی در جهان (۱): فدراسیون روسیه (۱۳۹۸)	کمک در حل مسائل حکمرانی ملی و تقویت قدرت نظامی، اعطای قدرت حکمرانی جهانی، آموزش حرفه‌ای، شهر هوشمند
۲۳	درآمدی بر حکمرانی هوش مصنوعی خلاصه راهبردی از Allan Dafoe, AI Governance: A research agenda, Oxford university, (۲۰۱۸) (۱۳۹۸)	تحول ماهیت ثروت و قدرت و تغییر اشکال حکومت، توانمندسازی شهروندان، تسهیل ارتباطات بین فرهنگی
۲۴	هوش مصنوعی و قانونگذاری (۷): قانونگذاری و هوش مصنوعی در اتحادیه اروپا (ضرورت‌ها و چشم‌اندازهای اخلاقی و حقوقی) (۱۳۹۷)	مصرفه‌جویی در انرژی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، کمک در جنگ علیه جرایم سایبری
۲۵	هوش مصنوعی و قانونگذاری (۶): تحقیقاتی در هوش مصنوعی و قانونگذاری (۱۳۹۷)	تأثیرگذاری بر امور حقوقی
۲۶	هوش مصنوعی و قانونگذاری (۲): روش‌های استدلالی برای هوش مصنوعی و قانون (۱۳۹۷)	-
۲۷	هوش مصنوعی و قانونگذاری (۵): قواعد قانون مدنی در حوزه رباتیک پارلمان اروپا (۱۳۹۷)	فرمت به افراد برای حرکت به سمت وظایف خلاق‌تر و پرمعنا
۲۸	هوش مصنوعی و قانونگذاری (۱): تأسیس کمت هوش مصنوعی در مجلس اعیان بریتانیا (۱۳۹۶)	-
۲۹	بررسی وضعیت فناوری هوش مصنوعی در ایران و جهان (۱۳۹۶)	تأثیر بر حوزه اقتصاد و امور مالی

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

۲-۲. سوابق تقنینی به همراه آسیب‌شناسی

«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، ارتقای 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.

جدول ۲. تحلیل پیشینه تقنینی

ردیف	نام سند (قانون.../تصویب‌نامه.../...)	مرجع تصویب	تاریخ تصویب	شماره ماده / صفحه	نکات برجسته / نقاط ضعف و قوت / پیامدهای اجرا
۱	«سند ملی توسعه هوش مصنوعی»	شورای عالی انقلاب فرهنگی	۱۴۰۳	-	در نظرگیری هوش مصنوعی در راستای وصول به مؤلفه‌های تمدن نوین اسلامی، ارتقای کیفیت حکمرانی و تقویت بنیان‌های علمی و پژوهشی کشور و تعیین چشم‌انداز و اهداف کلان، سیاست‌های راهبردی، اقدامات و اولویت‌هایی اجرایی
۲	«قانون برنامه پنج‌ساله هفتم پیشرفت جمهوری اسلامی ایران»	مجلس شورای اسلامی	۱۴۰۳	بند «ج» ماده (۶۵)	اجرای «برنامه ملی توسعه هوش مصنوعی» با رعایت سیاست‌های کلی نظام، مصوبات شورای عالی انقلاب فرهنگی و سند راهبردی جمهوری اسلامی ایران در فضای مجازی توسط دولت
۳	«سند راهبردی جمهوری اسلامی ایران در فضای مجازی»	شورای عالی فضای مجازی	۱۴۰۱	بند «د» ردیف ۱۶	«طراحی نظام به‌کارگیری فناوری‌های نوین فضای مجازی از قبیل هوش مصنوعی، زنجیره بلوکی، پردازش کوانتومی و علوم داده» توسط معاونت علمی و فناوری ریاست‌جمهوری و تصویب کمیسیون عالی تنظیم مقررات فضای مجازی کشور

مأخذ: همان.



۳. زیست‌بوم توسعه هوش مصنوعی در کشور

۳-۱. تبیین ابعاد توسعه هوش مصنوعی در کشور

امروزه اهمیت فناوری هوش مصنوعی به عنوان یک فناوری راهبردی در آینده جوامع بر کمتر کسی پوشیده است. این فناوری، قابلیت‌ها و ظرفیت‌هایی در جامعه مملو از اطلاعات که در گذشته ناممکن بود، فراهم ساخته است. به عنوان نمونه، با تحلیل کلان داده‌ها، 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 ابر انسانی، 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 قرار گرفتن 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 آنو تعامل این بازیگران در تحقق اهداف حکمرانی تلقی می‌شود با این تعریف، زیست‌بوم، بیشتر تأکید بر بازیگران صفی 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، دربر می‌گیرد.

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:

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.

نظر به اهمیت راهبردی این فناوری و با توجه به تأکیدات مقام معظم رهبری (مدظله‌العالی) در سالیان اخیر مبنی بر پرداخت کشور به توسعه کاربری و لایه‌های بنیادین این فناوری، گروه سیاست‌پژوهی و آزمایشگاه حکمرانی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی در سلسله گزارش‌هایی با عنوان حکمرانی هوش مصنوعی، به بررسی ابعاد توسعه این فناوری و ظرفیت‌ها و فرصت‌های کشور با هدف دستیابی به اهداف فوق پرداخته است. به عنوان چکیده‌ای از این گزارش‌ها تا شماره کنونی، می‌توان مسائل و ابعاد حکمرانی هوش مصنوعی در کشور را شامل ۶ حوزه زیر دانست:

۱ مسئله‌شناسی حکمرانی هوش مصنوعی در جهان و کشور: با توجه به اقتضات و شرایط کشور و ابعاد اثرگذاری این

فناوری، ضروری است بررسی شود که حکمرانی هوش مصنوعی در کشور که امری حاکمیتی و فرادستی است، باید به چه مسائلی بپردازد؟ به عبارت دیگر کشور در زمینه تسهیل و توسعه هوش مصنوعی با چه موانع و چالش‌هایی مواجه خواهد بود؟ و همچنین چه تهدیدها و چالش‌هایی پس از توسعه این فناوری در کشور پیش‌بینی می‌شود؟ علاوه بر این، توسعه جهانی این فناوری که خواهناخواه کشور را متأثر خواهد کرد، موجب چه چالش‌ها و تهدیدهایی بوده که مستلزم ورود و برنامه‌ریزی حاکمیتی است؟

۲- ظرفیت‌شناسی کشور در توسعه و تحول این فناوری در بخش‌های مختلف و حوزه تمرکز پیشنهادی در حکمرانی هوش مصنوعی براساس اسناد بالادستی، مسائل جاری و مزیت رقابتی کشور: با توجه به پیش‌بینی ظرفیت تحولی فناوری هوش مصنوعی، بررسی ظرفیت‌های این فناوری در تحول و ارتقای بخش‌های مختلف اجتماع از بخش خصوصی تا بخش‌های نظام حکمرانی کشور اولویت دارد. این اولویت‌یابی علاوه بر برنامه‌ریزی منابع و زیرساخت‌ها، می‌تواند در تمرکز منابع و امکانات محدود کشور در حوزه‌هایی که مزیت رقابتی مناسبی برای کشور ایجاد خواهند کرد، مؤثر باشد.

۳- تحلیل و ارزشیابی اسناد سیاستی مرتبط با هوش مصنوعی در جهان و ایران و اجرایی‌سازی و پیشبرد سند ملی هوش مصنوعی: ارزشیابی حکمرانی هوش مصنوعی در کشور و جهان که ابعاد مختلف از جمله سرمایه‌گذاری‌ها، زیرساخت‌ها، خط‌مشی‌ها و قوانین مصوب را شامل می‌شود، در شناسایی ناکارآمدی‌ها و اتخاذ تدابیر اصلاحی ضروری است. در این زمینه سند ملی هوش مصنوعی در کشور تهیه و ابلاغ شده است که براساس آن شورای راهبری و سازمان ملی هوش مصنوعی شروع به کار کرده‌اند. ارزشیابی این سند و میزان تحقق اهداف و سیاست‌های آن در پیشبرد حکمرانی هوش مصنوعی در کشور از ضروریات است.

۴- تحلیل نهادی راهبری هوش مصنوعی در جهان و ایران و بررسی عملکرد سازمان ملی هوش مصنوعی: یکی از مهم‌ترین چالش‌های کشور در توسعه فناوری هوش مصنوعی، تعدد دستگاه‌ها و نهادهای مدعی راهبری این فناوری در کشور است. این امر علاوه بر کشمکش‌های سیاسی و نهادی، موجب هدررفت منابع، زمان و موازی‌کاری‌ها و رقابت‌های ناروا شده است. این بُعد از حکمرانی هوش مصنوعی به دنبال ارزیابی ظرفیت نهادهای مختلف ذی‌نفع با امکان اثرگذاری در این حوزه و نگاشت نهادی مسئولیت‌ها در این حوزه بوده که برای کشور از اولویت بالایی برخوردار است.

۵- ارزیابی و جانمایی رویکردهای مختلف به حکمرانی هوش مصنوعی (تنظیم‌گری، تقنین، سیاست‌گذاری و تسهیلگری و شتاب‌دهی) در جهان و ایران در ابعاد و مسائل این حوزه: زاویه دید و نظرگاهی که به توسعه فناوری هوش مصنوعی وجود دارد، رویکرد مرجع در حکمرانی هوش مصنوعی را مشخص می‌سازد. برای نمونه، اروپا از منظر حفظ امنیت و حریم خصوصی، نگاه تنظیم‌گرانه داشته (هرچند که با مشاهده تبعات این رویکرد در عقب‌ماندگی و تغییر رویکرد در ماه‌های اخیر، با طرح قاره هوش مصنوعی و تسهیلگری، به دنبال تقویت جایگاه اتحادیه اروپا در رقابت جهانی هوش مصنوعی است) و یا آمریکا با اتکا بر رویکرد توسعه حداکثری و راهبری بین‌المللی، به تسهیلگری و سرمایه‌گذاری در این حوزه مبادرت کرده است. با هدف اتخاذ رویکرد مناسب در حکمرانی هوش مصنوعی در کشور، ضروری است رویکردهای مختلف که شامل سیاست‌گذاری، تنظیم‌گری، تقنین و تسهیلگری بوده، بررسی شود.

در مرحله بعد باید حدود و ثغور هر کدام از این رویکردها در زمینه توسعه سنجیده فناوری هوش مصنوعی در کشور، مشخص شود و با نگاه هوشمند، به اتخاذ هریک از رویکردها با توجه به اقتضائات و مسائل پیش‌رو مبادرت کرد.

۶- فلسفه هوش مصنوعی و مطالعات بنیادین و کلان‌نگر در حوزه این فناوری: ضروری است مسئله مواجهه کشور با فناوری هوش مصنوعی فراتر از یک فناوری یا صنعت، به‌عنوان یک تحول بنیادین در عرصه‌های مختلف زندگی اجتماعی و فردی و مؤثر در لایه حکمرانی، مدنظر قرار گیرد که قطع به یقین جریان‌هایی در حال هدایت روند توسعه آن هستند. بر همین اساس، پیش‌نیاز اساسی تدوین قوانین یا اتخاذ تصمیمات راهبردی در باب هوش مصنوعی، وجود درکی جامع از ماهیت و اقتضائات واقعی آن، فراتر از تمرکزی محدود بر کاربردهای فوری یا هیاهوی پیرامون ظرفیت‌های تجاری یا نظامی آن است. تنها از رهگذر چنین درک جامعی



– که متخذ از پژوهش‌های دقیق، آینده‌نگری راهبردی و بینش‌های میان‌رشته‌ای است – می‌توان قوانین و سیاست‌هایی را تدوین و طراحی کرد که توسعه هوش مصنوعی را در خدمت منافع عمومی، حاکمیت ملی و همسو با ارزش‌های اخلاقی و فلسفی نظام اسلامی قرار دهد. در این راستا ضروری است پژوهش‌های بنیادینی در جامعه علمی و دانشگاهی و پژوهشگاهی تعریف و پیگیری شود که دفتر حکمرانی مرکز پژوهش‌ها نیز به‌نوبه‌خود با هدف حصول نتایج عملی و کاربردی و عملیاتی برای سایر لایه‌های حکمرانی هوش مصنوعی به دنبال بهره‌برداری از این‌گونه پژوهش‌هاست.

گزارش 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.

۲-۳. 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.

۱-۲-۳. 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. به‌رغم گذشت حدود یک‌سال از شروع کار رسمی، این سازمان به‌علت مشکلات متعدد مانند مشکلات جدی بودجه‌ای، تعارضات نهادی، گذار بین‌دولتی از دولت سیزدهم به چهاردهم و تغییر رویه مدیران جدید، فقدان دستور کار مشخص و مواردی از این قبیل، نتوانسته است به جایگاه شایسته راهبری این حوزه راهبردی در کشور و جایگاه بایسته مدنظر در سند ملی هوش مصنوعی برسد. مهم‌ترین مشکل این سازمان به تأیید متولیان کنونی، عدم تعیین ردیف بودجه مستقل در بودجه سنواتی به‌رغم تأکید سند ملی هوش مصنوعی بر این امر، است. بازنگری در ظرفیت‌ها، وظایف و اموری که این سازمان به‌عنوان راهبر و هماهنگ‌کننده توسعه این فناوری در کشور، می‌تواند متقبل شود، ضرورت دارد.

– **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. آسیب‌شناسی و نقد عملکرد این شورا و مرکز نیازمند گزارش مجزایی است. با این حال دو موضوع تقریباً آشکار است:

اول اینکه، این نهاد نیز مانند سازمان ملی هوش مصنوعی که یک نهاد جدیدالتأسیس است، از مشکلات بودجه‌ای در سالیان متمادی رنج‌برده و می‌برد.

دوم اینکه، این شورا نتوانسته است با کنشگری تخصصی در کنار کنشگری سیاسی و سیاستی، اهداف مورد انتظار حاکمیت در راستای تدوین و مشروعیت‌بخشی سیاست‌ها و مقررات مربوط به فضای مجازی کشور را برآورده سازد.

در حوزه هوش مصنوعی نیز این شورا به‌رغم تصریح به فناوری هوش مصنوعی در سند «سند راهبردی جمهوری اسلامی ایران در فضای مجازی»، پس از تصویب سند ملی هوش مصنوعی در شورای عالی انقلاب فرهنگی، کنشگری سیاستی در این زمینه انجام نداده و از طریق مرکز ملی فضای مجازی، متمرکز بر به‌هم‌رسانی و ایجاد یک مدل هماهنگی دستگاه‌های مختلف در حوزه هوش مصنوعی در کشور شده است. این شورا و مرکز می‌توانند متولی مناسبی برای تنظیم‌گری حوزه هوش مصنوعی که اقدامی تخصصی

و لازم است، باشند.

– **معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان 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، علوم‌شناختی و... است. معاونت علمی ریاست جمهوری را در سال‌های دهه ۹۰ با ایجاد و سرمایه‌گذاری در زیست‌بوم شرکت‌های دانش‌بنیان و نوآفرین می‌توان شناخت. فارغ از میزان موفقیت سرمایه‌گذاری انجام شده در حوزه این شرکت‌ها در کشور (که حتماً نیازمند بررسی دقیق است)، این شیوه حمایت ستادی از پژوهش‌ها و اقدامات مرتبط با فناوری و نوآوری که لاجرم در بدنه اجرایی و بوروکراسی این نهاد رسوخ کرده است، این نهاد را برای توسعه کاربرست فناوری هوش مصنوعی در زمینه‌های مختلف مناسب کرده است. با این حال توسعه کاربرست، سطحی‌ترین لایه از توسعه این فناوری است و نباید بودجه‌های عمده کشور در زمینه هوش مصنوعی، به این حوزه محدود شود.

– **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 دستور کارهای 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 علاوه بر چالش نظام ارتقای اساتید در این وزارتخانه که موجب تمرکز پژوهش‌های این حوزه بر آنچه مقبول و جزو اولویت‌های نشریات معتبر بین‌المللی می‌شود، سه چالش عمده پیش‌روی این وزارتخانه برای توسعه فناوری هوش مصنوعی است:

اول، این فناوری هزینه زیرساختی بالایی دارد که از عهده دانشگاه‌ها و آزمایشگاه‌های ذیل آنها بر نمی‌آید.

دوم، نیروی انسانی موقت (یعنی دانشجویان) در نظام دانشگاهی است که مانع از تدوین پژوهش‌های عمیق و بلندمدت در این حوزه است.

سوم، توسعه فناوری هوش مصنوعی، همانند بسیاری از فناوری‌ها، در تعامل و تقابل با اقتضائات عملی ممکن خواهد بود که در نظام دانشگاهی ممکن نیست. این امر موجب شکاف دانشی میان علم و عمل بالاخص در این حوزه شده است.

به‌نظر 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.

۲-۲-۳. کنشگران محیطی

– **شرکت‌های دانش‌بنیان 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. زیست‌بوم 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، باشند. با این حال چالش مهم این شرکت‌ها علاوه بر بحث زیرساخت، بحث دسترسی به داده است. بحث داده در کشور نیازمند پژوهشی مستقل است. با این حال چند چالش مهم این حوزه، فرهنگ محرمانگی داده‌ها، کیفیت پایین داده‌ها در برخی بخش‌ها، مشکل تأمین امنیت داده‌ها در بخش عمومی و همچنین نبود قانون در حوزه مالکیت داده‌های خصوصی

و رها بودن این حوزه در بخش خصوصی است.

- شرکت‌های غیرمرتبط با هوش مصنوعی در بخش خصوصی و عمومی: هرچند اغلب شرکت‌ها در کشور در حوزه تحقیق و توسعه (R and D) 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 مہیاتری 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 زیست‌بوم فناوری هوش مصنوعی را می‌توان شامل بازیگران متعدد دیگری نیز دانست، باین‌حال 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 زیست‌بوم را نشان می‌دهد:

شکل ۱. بازیگران اصلی زیست‌بوم توسعه هوش مصنوعی در کشور



مأخذ: یافته‌های پژوهش.

مدل SOAR یک چارچوب تحلیل مسائل عمومی است که به‌عنوان روشی برای برنامه‌ریزی استراتژیک سازمان با هدف تأکید بیشتر بر نقاط قوت داخلی و فرصت‌های خارجی به‌جای نقاط ضعف و تهدیدها، به‌عنوان جایگزین مدل SWOT^۱ معرفی شد [۱]. این چارچوب تحلیلی چهار مؤلفه زیر را شامل می‌شود:

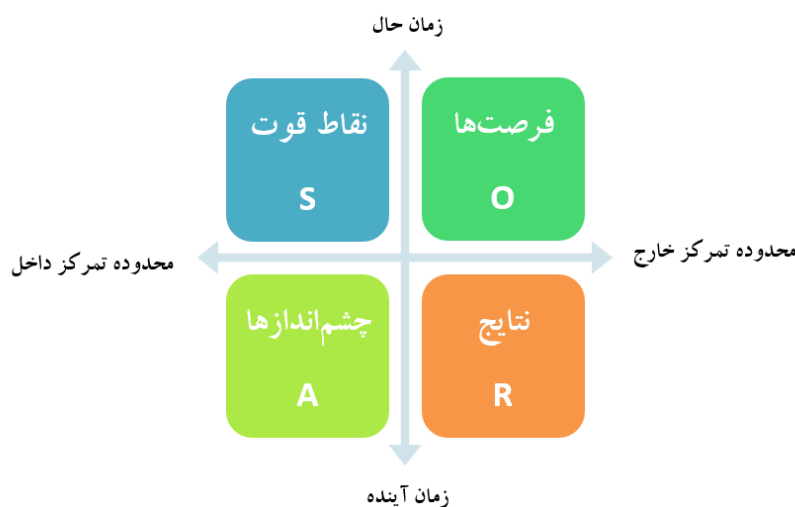
■ **نقاط قوت (Strengths):** در تحلیل یک مسئله اجتماعی از منظر یک کنشگر، نقاط قوت او، تکیه‌گاه اصلی ایجاد مزیت نسبت به سایر کنشگران و تأثیرگذاری بر آنها خواهد بود. نقاط قوت: شامل شناسایی و استفاده از برتری‌ها، دارایی‌ها، قابلیت‌ها و منابع اصلی است. در این خصوص ضروری است شایستگی‌های اصلی و تأثیرگذار شناسایی 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 درخصوص 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^۲ (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 [۱]



1.Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
2.Key Performance Indicator



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 ریاست‌جمهوری، 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.

۵. تبیین ارکان مدل SOAR در زمینه توسعه هوش مصنوعی

۵-۱. نقاط قوت زیست‌بوم هوش مصنوعی کشور

کشور ایران با برخورداری از تنوع قومیتی، فرهنگی، جغرافیایی و آب‌وهوایی و سابقه تمدنی چندهزارساله، 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 به‌عنوان یک فناوری راهبردی نیز خواهد داشت که لازم به بررسی است.

۱-۵. نیروی انسانی متخصص و توانمند

جمعیت جوان در هر کشور، به‌عنوان 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.

۲-۱-۵. 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 راهبرد 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 کاربرست هوش مصنوعی در مسائل مختلف حدود ۸۵ نفر است.

۳-۱-۵. 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 ۱۵ام 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 [۲].

براساس داده‌های پایگاه وب آو ساینس، 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 رباتیک رتبه ۲۷ و فناوری سیستم‌های چندعاملی رتبه ۱۲ جهانی را داراست [۲].

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 در خصوص 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، به کارگیری اساتید برجسته دانشگاه با مبالغ کلان توسط بخش خصوصی و شرکت‌هاست. این امر می‌تواند فرصتی برای ارتقای بنیه پژوهشی کشور از طریق تمرکز روی حوزه‌های موازی ایجاد کند.

۴-۱-۵. جمعیت به نسبت بالای کشور برای تهیه پایگاه‌های داده

کشور ایران با حدود ۹۰ میلیون نفر جمعیت، هفدهمین کشور پر جمعیت 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 وزارتخانه، می‌تواند در ارتباط با مراکز فناوری اطلاعات وزارتخانه‌ها و دستگاه‌ها مختلف به تدبیر این امر بپردازد.

علاوه بر جمعیت بالای کشور، زبان فارسی به عنوان عنصر هویت‌ساز داخلی که با احتساب برخی از کشورهای منطقه شامل بیش از ۱۰۰ میلیون گویش‌ور در سراسر جهان است، می‌تواند برای توسعه الگوریتم‌های پردازش زبان طبیعی، منبع داده مناسبی باشد.

۵-۱-۵. ظرفیت نهادی و سازمانی دستگاه‌های مختلف با قابلیت ایفای نقش در توسعه

تعدد نهادی در کشور در بخش‌های مختلف می‌تواند علل مختلفی مانند فقدان درک صحیح از حکمرانی در بخش‌های مختلف و عدم تقسیم کار معین در کشور را داشته باشد. با این حال، این تعدد نهادی در حوزه هوش مصنوعی می‌تواند در صورت بهره‌مندی 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 دانش‌بنیان ریاست جمهوری، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و سازمان ملی هوش را به عنوان اصلی‌ترین بازیگران این حوزه می‌توان 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 دستگاه‌ها نیز می‌توانند در صورت تقسیم کار مشخص، ظرفیت‌های نهادی و سازمانی خود اعم از نیروی انسانی، ساختار سازمانی، زیرساخت‌ها و ظرفیت‌های عملکردی خود را که حاصل سالیان متمادی عمل آنهاست، در زمینه توسعه هوش مصنوعی به کار بگیرند و به کمک سازمان ملی هوش مصنوعی بیایند. لازمه این امر، تعبیه راهبرد و اقدامات شفاف در این حوزه و نگاهت نهادی مترقی و مورد اجماع که موجب هم‌افزایی و هم‌سوسازی ظرفیت‌ها در کشور شود، است.

۶-۱-۵. بلوک‌های داده‌ای متعدد در دستگاه‌های مختلف

بلوک‌های داده‌ای دستگاه‌های مختلف دولتی که در موارد متعددی هم‌پوشانی و اشتراک دارند، می‌توانند به نقطه قوتی در زمینه داده در کشور تبدیل شوند. این پایگاه‌های متعدد با ایجاد امکان اعتبارسنجی متقابل^۱ و تلفیق هوشمند می‌توانند کیفیت تحلیل‌ها را بهبود بخشیده و از طریق کاهش سوگیری‌های سیستمی و خطاهای نمونه‌برداری، خروجی‌های قابل اعتمادی تولید کنند. هرچند این امر علاوه بر تدابیر بودجه‌ای بین‌نهادی، نیازمند عزم جدی و هماهنگی فرادستگاهی و حاکمیتی است تا بتواند اهداف خود را محقق کند.

۷-۱-۵. تدوین و تصویب اسناد سیاستی

اسناد سیاستی مانند خط‌مشی‌ها، قوانین، اسناد راهبردی و...، ترسیم‌کننده نقشه راه و افق توسعه کشور و اقدامات لازم برای تحقق توسعه در حوزه‌های 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.

1. Cross-Validation

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 راهبری 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 بهمن‌ماه 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.

۸-۱-۵. 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 [۲]. هرچند این اعداد نسبت به آنچه باید باشد فاصله دارد، با این حال این تجربیات نشان از ظرفیت بالقوه اجتماعی در توسعه لایه کاربری 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.

۹-۱-۵. اهتمام و اجماع مقامات عالی بر لزوم تسلط بر دانش و لایه‌های عمیق هوش مصنوعی و آگاهی عمومی

تأکیدات مقام معظم رهبری (مدظله‌العالی) در سالیان اخیر درخصوص 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 [۲].

۱۰-۱-۵. 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^۱ داخلی و زیرساخت‌های ابری بومی به عنوان زیرساخت‌های داده‌ای اشاره کرد.

1 Data Centers



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.

۱۱-۱-۵. 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.

۲-۵. 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.

۱-۲-۵. صادرات فناوری و خدمات مرتبط

کشورهای منطقه و همسایه ایران، شامل کشورهای کمتر توسعه‌یافته 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.

۲-۲-۵. کشورهای فارس‌زبان در منطقه

با توجه به وابستگی بالای مدل‌های زبانی به داده‌های در دسترس جهت آموزش، جمعیت فارس‌زبان 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 فارسی‌زبان مانند دستیارهای صوتی، سیستم‌های ترجمه خودکار و مدل‌های پردازش زبان طبیعی را فراهم می‌سازد. این همکاری‌ها می‌تواند منجر به ایجاد زیست‌بوم مشترک داده‌های زبانی، توسعه مدل‌های هوش مصنوعی بومی و تقویت جایگاه ایران به عنوان قطب فناوری هوش مصنوعی در منطقه شود.

۳-۲-۵. 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.

۴-۲-۵. شبکه پارک‌های علم و فناوری گسترده در کشور

در کشور ما، توسعه زیست‌بوم شرکت‌های دانش‌بنیان 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.

۵-۲-۵. ائتلاف‌های بین‌المللی مانند بریکس و شانگهای با حضور کشورهای پر جمعیت 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 به‌عنوان 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.

۶-۲-۵. 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 یک‌جانبه 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 [۳]، 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 به‌علت بازار دست‌نخورده کشور در حوزه هوش مصنوعی و عدم وجود فضای انحصاری و بازیگران بسیار غالب و در نتیجه امکان رقابت شرکت‌های مختلف ولو خُرد با یکدیگر، فرصت مناسبی جهت توسعه محصولات با کیفیت 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 همسایه و طراحی چارچوب‌های حقوقی هوشمند برای تسهیل همکاری‌های فناورانه است.

۷-۲-۵. 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 [۴]. 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 ارتقای بهره‌وری و کارایی این فعالیت‌ها می‌باشد.

۸-۲-۵. 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 توسعه‌یافته پایین‌تر است. این امر با ملاحظه اهداف بلندمدت کشور می‌تواند به فرصتی برای توسعه محصولات و خدمات مبتنی بر هوش مصنوعی باشد.

۹-۲-۵. استقلال نسبی کشور نسبت به اقتصاد و سیاست بین‌الملل و امکان تحقق اهداف سیاسی فارغ از فشار و خواست قدرت‌ها و ائتلاف‌های جهانی

همان‌گونه که بیان شد، تجربه و سابقه سال‌ها تحریم موجب شده است که بازار داخلی کشور وابستگی شدیدی به بازیگران و بازارهای بین‌المللی نداشته و کشور از استقلال نسبی در زمینه تصمیم‌گیری‌های اقتصادی مرتبط برخوردار باشد. این امر به طور خاص در فناوری‌هایی که جنبه راهبردی و قدرت‌آفرین برای آینده حکومت‌ها دارند مانند هوش مصنوعی، انرژی هسته‌ای یا فناوری موشکی، مهم خواهد بود. زیرا در این فناوری‌ها، قدرت‌ها و ائتلاف‌های بین‌المللی 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 فناوری‌های حساس مانند هسته‌ای و موشکی نشان می‌دهد که این مسیر اگر با برنامه‌ریزی دقیق و مدیریت هوشمندانه همراه شود، می‌تواند به ایجاد قابلیت‌های منحصربه‌فرد فناورانه که اقتدارآفرین خواهند بود، بینجامد.

۱۰-۲-۵. جمعیت جوان و آماده کار در رشد فناوری

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

۱۱-۲-۵. امکان بهره‌گیری 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 قانونگذاری، خط‌مشی‌گذاری، تسهیلگری و سپردن بخشی از توسعه به بازار و...، برخی از این تجربیات می‌تواند به فرصتی برای مواجهه سنجیده‌تر کشور با این فناوری تبدیل شود. لازمه این امر، پژوهش‌های تطبیقی با لحاظ شرایط و اهداف کشور در حوزه‌های مختلف است. این مفهوم با عنوان «مزیت بازیگر ثانوی»^۱ در ادبیات نظریه بازی‌ها بررسی می‌شود.

1. Second Player Advantage

۱۲-۲-۵. زیست‌بوم حمایت از پژوهش‌ها در معاونت علمی، بنیاد نخبگان، بنیاد علم و...

تجربه کشور در تسهیل توسعه برخی فناوری‌های نوین مانند نانو یا علوم‌شناختی 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.

۱۳-۲-۵. امکان استفاده از برنامه‌های هم‌رسانی و حمایتی مانند چالش و مسابقه

برگزاری چالش‌ها و مسابقات در حوزه هوش مصنوعی، با الهام از مدل‌هایی مانند دارپا، می‌تواند به‌عنوان یک راهبرد مؤثر برای توسعه ظرفیت‌های هوش مصنوعی در ایران عمل کند. این روش، نه تنها با تشویق رقابت سالم و هدفمند، زمینه‌ای برای ظهور ایده‌های نو و حل مسائل پیچیده بومی (مانند چالش‌های کشاورزی، سلامت یا انرژی) فراهم می‌کند، بلکه با ایجاد شبکه‌های همکاری بین دانشگاه‌ها، استارت‌آپ‌ها و صنعت، اکوسیستم هوش مصنوعی را تقویت می‌نماید. علاوه بر این، چنین رویدادهایی با جلب مشارکت عمومی و رسانه‌ای شدن، آگاهی اجتماعی نسبت به اهمیت هوش مصنوعی را افزایش داده و سرمایه‌گذاری‌ها و حمایت‌های دولتی و خصوصی را جذب می‌کند. البته موفقیت این طرح‌ها، نیازمند طراحی دقیق، تأمین منابع پایدار و پیوند زدن نتایج چالش‌ها به پروژه‌های عملیاتی و خط‌مشی‌گذاری‌های کلان است تا از تبدیل شدن آنها به فعالیت‌های نمادین و کوتاه‌مدت جلوگیری شود.

۱۴-۲-۵. 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 هر کدام از این موارد که به‌نوبه 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.

۱۵-۲-۵. زمینه بازگشت نخبگان و جذب متخصصان کشورهای منطقه

ایجاد جذابیت‌های شغلی در حوزه هوش مصنوعی در بازار دست‌نخورده کشور، می‌تواند زمینه‌ساز بازگشت نخبگان تحصیل کرده 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 فناوریانه کشور داشته باشد.

۱۶-۲-۵. 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 ارتقای کیفیت و بهره‌وری کشور در زمینه درمان و افزایش بیماران مراجعه‌کننده به کشور برای درمان شود.

۱۷-۲-۵. صنعت نفت و گاز با قابلیت سرمایه‌گذاری و شتاب‌دهی توسعه فناوری و رفع چالش‌های مربوطه

صنایع نفت و گاز به‌علت 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 به‌عنوان سرریز فناوریانه، حوزه‌های دیگر را نیز متأثر کند.

۱۸-۲-۵. 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 کاربری 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 ارتقای بهره‌وری و ایجاد زمینه رشد متخصصان این حوزه، به کشور نیز برسد.

۳-۵. چشم‌اندازهای توسعه هوش مصنوعی کشور

چشم‌انداز به‌عنوان 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:

۱-۳-۵. قرارگیری در ۱۰ کشور برتر

رهبر معظم انقلاب در دیدار با نخبگان و استعدادهای برتر علمی، از هوش مصنوعی به‌عنوان 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.

۲-۳-۵. 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 به‌وسیله این فناوری.

■ تأمین سلامت، رفاه، امنیت و آسایش مردم با به‌کارگیری این فناوری.

۳-۳-۵. 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.

۴-۳-۵. مرجعیت علمی و کاربردی در یک یا دوشاخه این حوزه

هوش مصنوعی شامل، شاخه‌های مختلفی از علوم است که هر یک می‌توانند در تحول بخش‌های مختلف اجتماع نقش‌آفرین باشند. چشم‌انداز ایجاد مرجعیت علمی در کشور در یک یا دوشاخه از هوش مصنوعی که مزیت رقابتی کشور در توسعه و کاربردهای آنها باشد، می‌تواند ایران را به‌عنوان 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.

۵-۳-۵. 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.

۵-۳-۶. 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.

۵-۳-۷. 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 به‌عنوان 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.
- ارتقای نظام اداری.
- ارتقای کیفیت حکمرانی با تأکید بر عدالت اجتماعی، امنیت و انسجام و سرمایه اجتماعی.
- ارتقای رقابت‌پذیری اقتصادی کشور.
- ارتقای امنیت ملی و داخلی.
- ارتقای خدمات عمومی مانند سلامت، حمل‌ونقل و آموزش.
- توانمندسازی شهروندان و ایجاد فرصت‌های رشد برابر برای همگان.
- ارتقای فرایند خط‌مشی‌گذاری و ارتقای کیفیت و شواهدمحور کردن تصمیمات در حکمرانی.
- تحول خدمات رسانه‌ای به‌ویژه در زمینه خبر و اطلاع‌رسانی.
- ارتقای سطح تعاملات میان دولت و شهروندان.
- ایجاد مشاغل جدید.
- اعطای قدرت حکمرانی جهانی.
- تسهیل ارتباطات بین فرهنگی، افزایش نوآوری و تحقیق و توسعه.

۵-۳-۸. داشتن حداقل سه آزمایشگاه تحقیقاتی بزرگ‌مقیاس

بهره‌بردار بودن در حوزه فناوری هوش مصنوعی نه‌تنها مساوی با عقب‌ماندگی از کشورهای پیشرو است، بلکه با استفاده از محصولات آنها و ایجاد قابلیت ارتقا و یادگیری بیشتر الگوریتم‌های موجود، کمک به پیشروی بیشتر این کشورها خواهد بود. دستیابی به لایه‌های عمیق این فناوری مستلزم وجود چندین آزمایشگاه تحقیقاتی با نیروی انسانی نخبه و حمایت‌های مالی است (مانند دیپ‌مایندها،^۱ اپ‌ای‌آی،^۲ ال‌ن تورینگ و....). ایجاد حداقل سه آزمایشگاه محوری در هوش مصنوعی با رصد و پایش خروجی‌های آنها و حمایت ظرفیت‌های انسانی کشور، چشم‌انداز مهمی در توسعه این فناوری در کشور است.

۵-۳-۹. ارائه دو مدل کامل هوشمندسازی در صنعت

هوشمندسازی به معنای به‌کارگیری فناوری‌های هوشمندی مانند هوش مصنوعی، می‌تواند صنایع مختلف را دگرگون کند. با این حال هوشمندسازی در شکل ایدئال خود، یک فرایند پیوسته و نیازمند تغییر طراحی فرایندها و ساختارها به‌صورت کامل است و اکتفا

1. Google Deepmind
2. Open AI



به اتوماسیون بخشی از یک فرایند صنعتی، نمی‌تواند هوشمندسازی به معنای ایدئال که موجب تحول اساسی این صنعت است، تلقی شود. بنابراین چشم‌انداز ایجاد چند مدل هوشمندسازی صنایع مختلف به شکل کامل و شامل بازطراحی فرایندها و سازوکارها با فناوری هوش مصنوعی، نقش مهمی در کاربست این فناوری به‌عنوان متحول‌کننده بخش‌های مربوطه خواهد شد. این امر خود زمینه‌ساز صادرات این بسته هوشمندسازی خواهد شد.

۱۰-۳-۵. داشتن یک یا دو بازیگر بزرگ برای سرویس‌دهی خدمات هوش مصنوعی

در حال حاضر هوش مصنوعی، یکی از ارکان اصلی توسعه فناوری و اقتصاد دیجیتال است. وجود سرویس‌دهندگان داخلی در این حوزه نه تنها به استقلال فناوریانه کشور کمک می‌کند، بلکه از خروج داده‌های حساس به خارج جلوگیری کرده و امنیت سایبری را تضمین می‌نماید. سرویس‌دهندگان بومی با درک بهتر از نیازهای محلی، فرهنگ و زبان فارسی، قادرند راهکارهای هوش مصنوعی را بهینه‌تر و متناسب‌تر با شرایط کشور توسعه دهند و نیز این امر از وابستگی به سکوهاى ارائه خدمات خارجی که ممکن است تحت تأثیر تحریم‌ها یا سیاست‌های بین‌المللی قرار گیرند، جلوگیری کرده و ثبات بلندمدت در دسترسی به فناوری‌های حیاتی را فراهم می‌آورد. همچنین، توسعه سرویس‌دهندگان داخلی موجب رشد اقتصادی، اشتغال‌زایی و تولید دانش فنی در داخل کشور می‌شود که در نهایت به خودکفایی ملی در حوزه فناوری‌های 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.

۱۱-۳-۵. 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.

۱۲-۳-۵. 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 مدنظر قرار گیرد.

۴-۵. 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:

۱-۴-۵. 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.

۲-۴-۵. تحقق برنامه هفتم پیشرفت در بخش‌های گوناگون

تحقق «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. از جمله:

- 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، ارتقای بهره‌وری، ارتقای کیفیت خدمات و... اشاره کرد. تحقق این برنامه در بخش‌های مختلف، نتیجه قابل رصدی از توسعه این فناوری خواهد بود.

۳-۴-۵. افزایش بهره‌وری و رشد اقتصادی و درآمدزایی قابل توجه از هوش مصنوعی

ایجاد بهره‌وری و رشد اقتصادی با استفاده از فناوری هوش مصنوعی، نتیجه قابل رصد 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.

۴-۴-۵. خودکفایی در افق ۱۰ ساله 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^۱ 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 اسند^۲ 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.

1. Foundation Models
2. Ascend



۵-۴-۵. 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 [۵]. 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.

۵-۴-۶. 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.

۶. ظرفیت‌شناسی توسعه هوش مصنوعی در کشور

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 هریک از نقاط قوت کشور، با ترکیب با فرصت‌های ذکر شده، به شرط برنامه‌ریزی و اقدام راهبردی و سنجیده، می‌توانند 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.

۶-۱. ظرفیت نیروی انسانی

یکی از مهم‌ترین ظرفیت‌های کشور، نیروی انسانی متخصص و توانمند و پرورش‌یافته 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 و 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.

۶-۲. ظرفیت نهادی

وجود سازمان ملی هوش مصنوعی در بالاترین سطح دولت و نهادهایی با سابقه چندین‌ساله 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 به‌عنوان 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 مقرر گزار، نقش کلیدی در هموارسازی و حمایت از توسعه حساب شده این فناوری ایفا کند. ضمن اینکه سازمان ملی هوش مصنوعی به‌عنوان هماهنگ‌کننده و جهت‌دهنده 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.

۳-۶. 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 دستور کارهای 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 مہیای 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 دستور کارهای مشترک و استفاده متقابل از ظرفیت‌ها، این زمینه فراهم خواهد شد.

۴-۶. 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 متری با شبکه‌های علمی و مالی مناسب است که می‌تواند در توسعه این فناوری سرمایه‌گذاری کنند. علاوه بر موارد فوق، تعریف دستور کارهای 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.

۵-۶. 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 گسترش‌یافته در کشور شامل مراکز رشد و مراکز نوآوری دانشگاهی و دستگاهی، پارک‌های علم و فناوری، صندوق‌های حمایتی، شرکت‌های دانش‌بنیان و نوآفرین، نیروی انسانی تربیت‌یافته در فضای رقابت و نوآوری و شبکه‌های ارتباطی و قوانین و مقررات این حوزه، ظرفیت مناسبی در توسعه فناوری نوین هوش مصنوعی در لایه کاربردی است. این امر می‌تواند موجب تحول بخش‌های مختلف کشور چون بخش انرژی (در مسئله ناترازی)، بهره‌وری فرایندها و رشد اقتصادی شود.



۶-۶. 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 فراهم‌سازی 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.

۷. راهکارها و توصیه‌های سیاستی

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 مجزا است 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. 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 به کارگیری شود. همچنین بر این اساس، اولویت‌های راهبردی کشور برای سرمایه‌گذاری و حمایت‌های حاکمیتی به شکل روشن و شفاف مشخص شود.

■ 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 کلان‌داده 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.

■ **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. 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.

■ 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 نقش‌آفرین باشد.

■ یکی از مهم‌ترین نکات لازم به توجه این است که نظام تصمیم‌گیر و سرمایه‌گذار کشور در حوزه هوش مصنوعی به این درک برسند 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. 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.

■ 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.

■ با توجه به اهمیت راهبردی این فناوری، ضروری است دیپلماسی عمومی کشور به سمت همکاری با کشورهای همسو و پیشرفته گام بردارد و با ایجاد دستور کارها، تفاهم‌نامه‌ها و منافع مشترک، از ظرفیت‌های بین‌المللی در حوزه‌هایی که نقطه‌ضعف کشور است، بهره‌برداری شود.

■ ضروری است با هدف هدایت نخبگان و استعدادهای علمی به سمت این فناوری با اهمیت، تدابیری مانند بورسیه‌های شغلی (همانند آن چه 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.



۸. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این گزارش به بررسی ظرفیت‌های کشور براساس چارچوب SOAR به‌عنوان چارچوبی متمرکز بر نقاط قوت و فرصت‌ها پرداخته شده است. در این راستا نقاط قوت کشور در حوزه توسعه هوش مصنوعی مورد بررسی قرار گرفت و سپس فرصت‌های داخلی و خارجی در این خصوص شناسایی و بررسی شد. سپس چشم‌اندازهای بالقوه کشور بالفعل، بیان شده و نتایج و معیارهای قابل اندازه‌گیری برای این چشم‌اندازها ارائه شد. سپس بر این اساس، ظرفیت‌های کشور در ۶ بُعد شناسایی و مورد تأکید قرار گرفت. در مرحله بعد براساس این ظرفیت‌ها، توصیه‌های سیاستی با هدف بهره‌مندی از این ظرفیت‌ها و کاهش انحرافات احتمالی بیان شد. لازم به ذکر است که مسئله مهم در توسعه هوش مصنوعی در کشور، اول درک اهمیت راهبردی این فناوری به‌عنوان بخشی از آینده تمدن بشری و متحول‌کننده بسیاری از حوزه‌های زندگی فردی و اجتماعی است. درک این موضوع، که بارها در سخنان رهبر معظم انقلاب (مدظله‌العالی) خود را نشان داده است، موجب در اولویت قرارگیری توسعه این فناوری در کشور خواهد شد. مسئله مهم دیگر توجه به تجربیات قبلی کشور در زمینه حمایت از فناوری‌های نوین (مانند هسته‌ای، موشکی، بیوتکنولوژی و سلول‌های بنیادین، نانو، علوم‌شناختی و...) و واکاوی نقاط قوت و موفقیت‌ها در کنار نقاط ضعف و شکست‌ها برای تدبیر مناسب در مواجهه با این فناوری است. این واکاوی موجب شناخت دقیق‌تر از پویایی‌های نظام اداری و حکمرانی کشور و مواجهه و برنامه‌ریزی آگاهانه‌تر و واقع‌بینانه‌تر در کشور خواهد شد. مسئله دیگر اهمیت توجه به این حوزه مهم به‌عنوان یک حوزه تخصصی و راهبردی به‌رغم اجتماعی شدن فناوری هوش مصنوعی و آگاهی عموم مردم نسبت به این فناوری است. ضروری است حوزه خط‌مشی‌گذاری و راهبری این فناوری از دخالت‌های ناآگاهانه و اقدامات صرفاً نمایشی پاک‌سازی شده و ظرفیت‌های محدود کشور مصروف حوزه‌هایی با کمترین هزینه واجد بیشترین دستاورد و مزیت برای کشور است، شود. در این راستا یک مدل هماهنگی بین بخش‌های مختلف برآمده از یک رصد دقیق و راهبردی در کشور ضرورت داشته و پیشنهاد می‌شود. دفتر حکمرانی مرکز پژوهش‌ها در گزارش‌های آتی ابعاد بیشتری از این پیشنهاد را روشن خواهد ساخت.



- [1] J. Stavros and D. K. Saint, "SOAR: linking strategy and od to sustainable performance," in Practicing organization development: A guide for leading change, William J. Rothwell, Jacqueline M. Stavros, Roland L. Sullivan, and Arielle Sullivan, Eds., Jossey-Bass Publishers, 2010, pp. 377–398. Accessed: Apr. 23, 2025. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/285056921_SOAR_linking_strategy_and_od_to_sustainable_performance
- [۲] جعفری، زهرا و خردمندنیاس، سهیلا و ا. رجبی، م. ملائی. توسعه هوش مصنوعی ۳: ارائه تصویری از توسعه هوش مصنوعی در سطح جهان و ایران، ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. , vol. 32, no. 11, Jan. 2025, doi: 10.22034/REPORT.MRC.2025.1403.32.11.20404.
- [3] "DeepSeek rumored to build R2 AI model using Huawei AI chips - Huawei Central." Accessed: May 03, 2025. [Online]. Available: https://www.huaweicentral.com/deepseek-rumored-to-build-r2-ai-model-using-huawei-ai-chips/#google_vignette
- [۴] بانک مرکزی. گزیده آمارهای اقتصادی بخش پولی و بانکی کشور <https://cbi.ir/simplelist/31918.aspx>
- [5] N. Hughes, "Blended learning solutions in higher education: History, theory and practice," Blended Learning Solutions in Higher Education: History, Theory and Practice, pp. 1–183, Sep. 2024, doi: 10.4324/9781003359821.

گزیده سیاستی

این گزارش با هدف ظرفیت‌شناسی کشور برای توسعه فناوری هوش مصنوعی با روش SOAR، به شناسایی نقاط قوت، فرصت‌ها، چشم‌اندازها و نتایج مورد انتظار و ارائه راهکارهایی جهت هم‌افزایی این ظرفیت‌ها پرداخته است.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۱۵۸۷۵-۵۸۵۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وبسایت: rc.majles.ir