

حکمرانی هوش مصنوعی (۱۱): روندها و راهبردهای توسعه این فناوری در آمریکا و درس‌آموخته‌هایی برای کشور



لله الحمد لله الرحمن الرحيم

شماره مسلسل:
۲۱۶۴۰



مرکز پژوهش‌های
مجلس شورای اسلامی

تاریخ انتشار:
۱۴۰۵/۴/۲

عنوان گزارش:

حکمرانی هوش مصنوعی (۱۱): روندها و راهبردهای توسعه این فناوری در آمریکا و درس آموخته‌هایی برای کشور

نوع گزارش: طرح / لایحه ☐ راهبردی ☒ نظارتی ☐ پیش‌نویس قانونی ☐

نام دفتر:

مطالعات بنیادین حکمرانی (گروه سیاست‌پژوهی و آزمایشگاه حکمرانی)

تهیه و تدوین کنندگان:

سجاد فلاح‌کار (مرکز نوآوری و استعداد هوش مصنوعی)،
ایمان اکبری (گروه سیاست‌پژوهی و آزمایشگاه حکمرانی)

مدیر مطالعه:

حسین بابایی مجرد

ناظر علمی:

مهدی عبدالحمید

ناظر علمی خارج از مرکز:

محمدرضا اسماعیلی گیوی (عضو هیئت علمی دانشگاه تهران)

اظهار نظر کننده:

پریسا توانا (دفتر مطالعات صنعت، معدن و انرژی)

گرافیک و صفحه آرایی:

ساجده زارع مرزی

ویراستار ادبی:

سیده مرضیه موسوی راد

واژه‌های کلیدی:

۱. هوش مصنوعی
۲. راهبرد توسعه
۳. آمریکا

تاریخ شروع مطالعه:

۱۴۰۳/۰۹/۱



فهرست مطالب

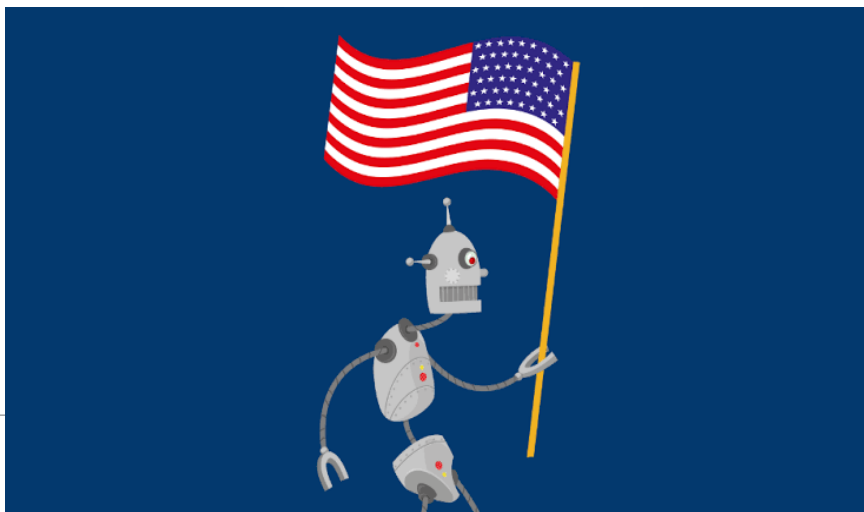
چکیده.....	۶
خلاصه مدیریتی.....	۷
۱. مقدمه.....	۹
۲. پیشینه.....	۹
۲-۱. سوابق مطالعاتی در مرکز.....	۹
۳. تاریخچه هوش مصنوعی در آمریکا.....	۱۰
۳-۱. ۱۹۴۰ تا ۱۹۶۰ میلادی: تولد هوش مصنوعی با ظهور حوزه سایبرنتیک.....	۱۰
۳-۲. ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ میلادی: سیستم‌های خبره.....	۱۱
۳-۳. از دهه ۲۰۰۰ تا کنون: دوران شکوفایی؛ داده‌های حجیم، توان بالای سخت‌افزاری و شبکه‌های عصبی.....	۱۲
۴. بازیگران اصلی هوش مصنوعی در آمریکا.....	۱۷
۴-۱. دولت آمریکا.....	۱۷
۴-۲. شرکت‌های بخش خصوصی فعال در حوزه هوش مصنوعی.....	۲۲
۴-۳. بخش نظامی و امنیتی.....	۲۶
۵. مدل مفهومی مسیر توسعه هوش مصنوعی در آمریکا.....	۲۸
۶. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری.....	۲۸
منابع و مآخذ.....	۳۰

فهرست جدول

جدول ۱. فهرستی از سازمان‌های مهم دولتی آمریکا، فعال در تحقیقات حوزه هوش مصنوعی.....	۲۲
---	----

فهرست شکل‌ها

شکل ۱. سیر تحولات هوش مصنوعی در فاصله سال‌های ۱۹۴۰ تا ۱۹۶۰ میلادی.....	۱۱
شکل ۲. سیر تحولات هوش مصنوعی در دوره دوم (۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰).....	۱۲
شکل ۳. روند تحولات هوش مصنوعی از سال ۲۰۰۰ میلادی به بعد.....	۱۵
شکل ۴. ساختار طرح ملی راهبردی تحقیق و توسعه هوش مصنوعی در دولت آمریکا.....	۲۰
شکل ۵. مدل مفهومی ساختار حکمرانی هوش مصنوعی در آمریکا.....	۲۸



حکمرانی هوش مصنوعی (۱۱): روندها و راهبردهای توسعه این فناوری در آمریکا و درس آموخته‌هایی برای کشور

Doi: [10.22034/mrc.report.21640](https://doi.org/10.22034/mrc.report.21640)

چکیده



مطالعه سیر پیشرفت هوش مصنوعی در کشورهایی همچون آمریکا، می‌تواند راهنمای قابل اعتنایی برای طراحی نقشه راه‌های بومی در حوزه هوش مصنوعی باشد. از طرف دیگر، بررسی روندها و استراتژی‌های پیشرفت هوش مصنوعی در آمریکا، نه تنها برای تحلیل وضعیت فعلی، بلکه برای ترسیم آینده این صنعت در سطح بین‌المللی و تعیین جایگاه آن در نظام‌های حکمرانی جهانی ضروری است. آمریکا با تعریف راهبردهای کلان در قالب سند‌های راهبردی مانند نقشه راه سال ۲۰۱۹ و حمایت از سرمایه‌گذاری‌های فراگیر در بخش‌های نظامی، خصوصی و دولتی، روند توسعه هوش مصنوعی خود را شکل داده است. همچنین در کنار تأسیس زیرساخت‌های گوناگون و پشتیبانی از تحقیق و توسعه، موجب رشد عمیق این فناوری در حوزه‌های مختلف شده و از داده‌ها به عنوان عامل اصلی هوش مصنوعی بهره گرفته است. در این میان، نقش سازمان‌های دفاعی و امنیتی در همراهی با بخش خصوصی برای جمع‌آوری داده‌ها و استفاده از آنها در راستای اهداف ملی بسیار قابل توجه است. در سطح بخش خصوصی، شرکت‌هایی مانند آلفابت با خرید و تجمیع استارت‌آپ‌های نوآور در حوزه هوش مصنوعی، بهره‌برداری از داده‌ها را به سطحی جدید رسانده‌اند و نقش راهبردی برای دولت آمریکا ایفا می‌کنند. این نوع مدیریت هوش مصنوعی که از طریق همکاری نزدیک دولت و بخش خصوصی به‌ویژه در ابرپروژه‌های فناورانه تعریف می‌شود، باعث تسریع روند پیشرفت فناوری‌های جدید شده است. می‌توان گفت تجمع داده‌ها، سرمایه‌گذاری‌های دولتی و فعالیت‌های موازی در بخش‌های گوناگون و هم‌افزایی سه بازیگر اصلی (دولت، سازمان‌های نظامی/امنیتی و بخش خصوصی)، مدل آمریکا به عنوان قدرت پیشرو در حوزه هوش مصنوعی است.



■ بیان/شرح مسئله

در عصر تحول سریع و ورود گسترده هوش مصنوعی به عرصه‌های مختلف زندگی، داشتن یک راهبرد ملی منسجم و شفاف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. آمریکا که مبدأ بسیاری از تحولات در زمینه هوش مصنوعی محسوب می‌شود و بخش عمده‌ای از بازار جهانی را در اختیار شرکت‌های آمریکایی قرار داده است، نمونه‌ای موفق در این مسیر به شمار می‌آید. شناخت مسیرها و خط‌مشی‌های توسعه هوش مصنوعی این کشور، کلید فهم موقعیت فعلی و پیش‌بینی تحولات آینده در عرصه جهانی و نقش آن در ساختارهای حکمرانی بین‌المللی است. آشنایی با مسیر طی شده توسط آمریکا و بررسی ساختار حکمرانی آن می‌تواند دلالت‌های سیاستی مهمی برای کشور داشته باشد. در ایران، عدم وجود چارچوب حکمرانی منسجم در حوزه هوش مصنوعی، ضعف در تدوین خط‌مشی‌های راهبردی، عدم هماهنگی میان نهادهای گوناگون و کمبود نظارت بر فعالیت‌های مرتبط با هوش مصنوعی، مانع توسعه و بهره‌برداری مطلوب از این فناوری به حساب می‌آید. بررسی مدل‌های حکمرانی کشورهایی مانند آمریکا در راستای تدوین راهکارهای بومی و رفع موانع موجود در ایران مفید خواهد بود.

■ نقطه‌نظرات / یافته‌های کلیدی

- بازیگران اصلی حوزه هوش مصنوعی در آمریکا را می‌توان به سه بخش دولت، سازمان‌های نظامی و امنیتی و بخش خصوصی تقسیم کرد. دولت، وظیفه تعیین رؤس کلی خط‌مشی‌گذاری‌ها و مسیر حرکت هوش مصنوعی را بر عهده دارد. هدف اصلی دولت بر جمع‌آوری داده، به‌عنوان سوخت اصلی هوش مصنوعی، متمرکز شده است. در بخش نظامی و امنیتی، سازمان‌ها و ارگان‌هایی همچون وزارت دفاع، آژانس پروژه‌های تحقیقات پیشرفته دفاعی (دارپا) و آژانس پروژه‌های تحقیقات پیشرفته هوشمند (دارپا) همراه با سازمان امنیت ملی نقش اساسی را ایفا می‌کنند. به‌ویژه سازمان امنیت ملی آمریکا (NSA) پروژه‌هایی را در دست اجرا دارد تا به‌واسطه آنها از توانمندی غول‌های فناوری بخش خصوصی آمریکا در حوزه جمع‌آوری اطلاعات و گسترش کاربردهای هوش مصنوعی بهره‌برداری کند.

- دولت آمریکا، نقشه راه راهبردی هوش مصنوعی خود را در سال ۲۰۱۹ میلادی، تدوین و منتشر کرد. مطابق آن، تمرکز دولت آمریکا باید بر متمرکز ساختن منابع مالی، تقویت امنیت ملی و بهبود کیفیت زندگی شهروندان باشد. این سند دولت آمریکا را موظف می‌سازد تا حجم سرمایه‌گذاری‌های خود در کاربردهای غیرنظامی و غیردفاعی هوش مصنوعی را به‌دو برابر افزایش دهد.

- دولتمردان آمریکا به این نتیجه رسیده‌اند که لازم است کلیه سازمان‌های دولتی در کنار سایر سازمان‌ها و شرکت‌های بخش خصوصی به تحقیق و توسعه در حوزه هوش مصنوعی بپردازند. از این رو است که می‌توان فهرست بلند بالایی از سازمان‌های دولتی آمریکا را نام برد که هریک مشغول تحقیق در بخشی از کاربردهای هوش مصنوعی بوده و درواقع این حوزه را به‌موازات یکدیگر به‌پیش می‌برند.

- ظهور ابرشرکت‌های آمریکایی در بخش خصوصی که با جمع‌آوری کلیه نیروهای کار و شرکت‌های نوپای موفق در حوزه هوش مصنوعی در زیر یک چتر واحد، علاوه بر افزایش سودآوری، این نیروها و شرکت‌ها را تحت یک مدیریت و خط‌مشی‌گذاری واحد در جهت پیگیری و تحقق اهداف دولت آمریکا گرد هم می‌آورند. در میان این گونه شرکت‌ها، باید به شرکت آلفابت اشاره کرد که در سال ۲۰۱۵ میلادی با تغییرات عظیم در ساختار مدیریت شرکت گوگل ایجاد و به‌عنوان شرکت



بالادستی آن مشغول به کار شد. این شرکت سپس با خرید بیش از ۳۵۰ شرکت نوپای موفق در حوزه هوش مصنوعی و گردآوری آنها تحت مدیریت خودش، موفق شده است توان بالایی از متخصصین و دانش هوش مصنوعی را تحت کنترل درآورده و از آنها مطابق با اهداف دولت آمریکا بهره بگیرد.

● از نظر ساختار حکمرانی می‌توان گفت؛ دولت آمریکا از طریق کمیته SELECT به تعیین و ابلاغ خط‌مشی‌های اصلی حوزه هوش مصنوعی می‌پردازد و به‌موازات این مسئله، با ایجاد فشار بین‌المللی، سایر کشورها را مجاب به همراهی با خط‌مشی‌های خود می‌کند. وظیفه اصلی این کمیته، هماهنگی بین‌سازمانی در زمینه تحقیق و توسعه هوش مصنوعی، تعیین اولویت‌های ملی و تسهیل همکاری میان دولت، صنعت و دانشگاه‌هاست. همچنین بر بودجه‌های مشترک بین‌سازمانی نظارت دارد و به هدایت راهبرد ملی هوش مصنوعی کمک می‌کند. خط‌مشی‌های وضع شده از سوی کمیته SELECT به سازمان‌های نظامی و امنیتی همچون آژانس امنیت ملی، وزارت دفاع و سایر سازمان‌ها ابلاغ می‌شوند و پروژه‌هایی مانند AQUAINT و MDDS، ارتباط میان این سازمان و شرکت‌های بخش خصوصی را برقرار می‌کنند. بر این اساس، شرکت‌های بخش خصوصی، همچون آلفابت، IBM، اپل، میکروسافت و متا، در راستای خط‌مشی‌های وضع شده، به جمع‌آوری داده‌ها پرداخته و علاوه بر آنکه از این داده‌ها به‌منظور افزایش حوزه تسلط و درآمدهای مالی خود بهره می‌گیرند، از آنها با استفاده در هوش مصنوعی در جهت منافع دولت آمریکا بهره‌برداری می‌کنند.

■ پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی

جهت بهره‌گیری مؤثر از تجربه توسعه هوش مصنوعی در آمریکا، ابتدا باید تفاوت‌های ساختاری و زیرساختی میان ایران و آمریکا را در نظر گرفت. در ایران، نبود هماهنگی میان نهادهای موجود موجب اختلافات در راهبری این حوزه شده است. درحالی‌که آمریکا دارای شرکت‌های بزرگ فناوری با توانمندی‌های بالا در توسعه هوش مصنوعی بوده، ایران فاقد چنین شرکت‌هایی است. همچنین، آمریکا در زمینه فناوری میکروالکترونیک که زیرساخت اصلی سخت‌افزارهای هوش مصنوعی است، پیشرو است؛ درحالی‌که ایران نه‌تنها در این حوزه بومی‌سازی نکرده، بلکه به‌دلیل تحریم‌ها با مشکلاتی در تأمین تراشه‌های پیشرفته مواجه است. براساس این نیازهای بومی و آنچه در گزارش حاضر آمده است، برای تدوین و اجرای راهبرد ملی هوش مصنوعی، پیشنهاد می‌شود:

۱) تأسیس نهادی در بالاترین سطح تصمیم‌گیری کشور که به‌صورت چابک و با تقسیم وظایف مشخص، وظیفه ایجاد راهبردهای توسعه مختص کشور و نقش پل ارتباطی میان بخش‌های دولتی، نظامی، خصوصی و دانشگاهی را ایفا کند.

۲) ایجاد ساختاری متشکل از نهادهای توسعه فناوری (مانند سازمان‌های دفاعی)، بخش خصوصی و استارت‌آپ‌ها برای تجاری‌سازی فناوری و دستگاه‌های دولتی برای حمایت و تسهیل‌گری در حوزه‌های تخصصی با دغدغه ایجاد منافع مشترک و جمعی.

۳) تأسیس شرکت‌های مادر توسعه این فناوری با هدف بهینه‌سازی روند توسعه فناوری و شناسایی بازارهای بکر، به‌ویژه در حوزه‌هایی که نیاز به نوآوری و توسعه سریع دارند.

۴) سرمایه‌گذاری دولت در زیرساخت‌های حیاتی مانند حمایت از شرکت‌های نوپا، حکمرانی داده، زیرساخت‌های محاسباتی پیشرفته و پلتفرم‌های هوش مصنوعی برای تسهیل توسعه این فناوری.

۵) برنامه‌ریزی برای آموزش نیروی انسانی متخصص در حوزه هوش مصنوعی و فراهم کردن بستری برای جذب و نگهداشتن استعدادها.

۶) تدوین خط‌مشی‌های جذب سرمایه‌گذاری خارجی و همکاری با کشورهای دیگر در پروژه‌های مشترک هوش مصنوعی.

۱. مقدمه

هوش مصنوعی^۱ به یکی از مهم‌ترین پیشران‌های تحول در قرن ۲۱ تبدیل شده است. سرعت پیشرفت این فناوری، به‌گونه‌ای است که بخش‌های مختلف، از سلامت و اقتصاد گرفته تا امنیت و حکمرانی، به‌شدت تحت‌تأثیر آن قرار گرفته‌اند. آمریکا به‌عنوان یکی از پیشگامان این حوزه، نقش محوری در توسعه و گسترش هوش مصنوعی داشته و سرمایه‌گذاری‌های گسترده‌ای در این زمینه انجام داده است. ظهور پردازشگرهای قدرتمند، رشد چشمگیر داده‌های حجیم^۲ و پیشرفت الگوریتم‌های یادگیری عمیق باعث شده است که هوش مصنوعی از یک حوزه آزمایشگاهی محدود به یک ابزار محوری در رقابت‌های اقتصادی، نظامی و سیاسی تبدیل شود. دولت آمریکا و شرکت‌های بزرگ فناوری مانند گوگل، مایکروسافت، آمازون و اپل با اتخاذ راهبردهای مشخص و سرمایه‌گذاری‌های کلان، تلاش می‌کنند تا جایگاه برتر این کشور در حوزه هوش مصنوعی را تثبیت کنند. درک روندها و راهبردهای توسعه این فناوری در آمریکا نه‌تنها برای تحلیل موقعیت فعلی بلکه برای پیش‌بینی آینده این صنعت در سطح جهانی و جایگاه آن در آینده حکمرانی جهانی ضروری است [۱].

این گزارش به بررسی جامع روند توسعه هوش مصنوعی در آمریکا و راهبردهای محوری این کشور در این حوزه می‌پردازد. در ابتدا، مروری بر تاریخچه هوش مصنوعی در آمریکا خواهیم داشت و نقاط عطف آن را از دوران سایبرنتیک تا عصر یادگیری عمیق بررسی می‌کنیم. سپس بازیگران اصلی این حوزه شامل دولت، شرکت‌های خصوصی و بخش نظامی و امنیتی معرفی خواهند شد. در ادامه، مدل مفهومی مسیر توسعه هوش مصنوعی در آمریکا ارائه می‌شود و برخی از مهم‌ترین پروژه‌های هوش مصنوعی که در این کشور اجرا شده‌اند، معرفی خواهند شد.

با مقایسه دقیق شرایط ایران با آمریکا در حوزه هوش مصنوعی، می‌توان به توصیه‌ها و رهنمودهایی برای حکمرانی هوش مصنوعی در کشور دست یافت. این مقایسه به ما امکان می‌دهد تا با درک تفاوت‌ها و چالش‌های موجود، راهبردهایی مناسب برای توسعه این فناوری در راستای اهداف کلان حاکمیت تدوین کنیم. از جمله این راهبردها می‌توان به بسترسازی قانونی، نهادی، مالی و اخلاقی و همچنین بهره‌گیری از هوش مصنوعی برای تسهیل تحقق اهداف ملی اشاره کرد. علاوه بر این، فهم بازی جهانی در حوزه هوش مصنوعی و انجام اقدامات پیش‌دستانه برای کاهش تأثیرات منفی و افزایش تأثیرگذاری ایران در این عرصه، از دیگر نکات مهم است. برای مثال با توجه به شرایط و محدودیت‌های توسعه فناوری در ایران، می‌توان یک حوزه منتخب یا بازار بکر را برای توسعه هوش مصنوعی در نظر گرفت. به‌هرحال، هریک از این موارد می‌تواند به‌عنوان محور یک گزارش مستقل مورد بررسی قرار گیرد.

۲. پیشینه

۲-۱. سوابق مطالعاتی در مرکز

چندین گزارش با رویکرد مطالعات تطبیقی هوش مصنوعی در کشورهای مختلف دنیا توسط مرکز پژوهش‌ها ذیل عناوین **هوش مصنوعی در جهان** در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ منتشر شده است که وضعیت و روند توسعه هوش مصنوعی را در کشورهای مختلف اعم از چین، آلمان، هند، امارات و ... به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار می‌دهد؛ اما گزارشی که به‌طور مستقل درباره

1. Artificial Intelligence
2. Big Data



بررسی روند و راهبردهای توسعه هوش مصنوعی در آمریکا توسط مرکز پژوهش‌ها تدوین نشده است. گزارشی با عنوان **توسعه هوش مصنوعی (۳): ارائه تصویری از توسعه هوش مصنوعی در سطح جهان و ایران [۲]** در بهمن‌ماه سال ۱۴۰۳ توسط مرکز پژوهش‌ها منتشر شده است که در آن وضعیت توسعه هوش مصنوعی در دنیا را براساس مؤلفه‌های مختلف ارزیابی کرده و همچنین وضعیت ایران را در توسعه هوش مصنوعی با توجه به شاخص‌های مختلف بررسی می‌کند. همچنین گزارش مرتبط دیگر با پژوهش حاضر، **حکمرانی هوش مصنوعی (۲): مفاهیم، ابعاد و مؤلفه‌ها [۳]** است که در دی‌ماه سال ۱۴۰۳ منتشر شده است و در آن مسئله حکمرانی در هوش مصنوعی را از منظر بنیادین بررسی کرده و اشاره‌ای نیز به وضعیت حکمرانی هوش مصنوعی در کشورهای مختلف دنیا ازجمله آمریکا دارد.

با توجه به بررسی پیشینه پژوهش، مشخص می‌شود که تاکنون مرکز پژوهش‌ها، گزارش‌هایی با رویکرد تطبیقی درباره توسعه هوش مصنوعی در کشورهای مختلف منتشر کرده است. با این حال، تمرکز این پژوهش‌ها بیشتر بر توصیف وضعیت موجود و روندهای کلی بوده و تحلیل عمیقی از حکمرانی هوش مصنوعی در آمریکا ارائه نشده است. در این گزارش، تلاش شده است تا با تمرکز بر ساختارها، نهادها، خط‌مشی‌ها و راهبردهای کلان آمریکا در حوزه حکمرانی هوش مصنوعی، تصویری جامع و تحلیلی از این حوزه ارائه شود. این تحلیل می‌تواند به‌عنوان مبنایی برای مقایسه با وضعیت ایران مورد استفاده قرار گیرد و به استخراج توصیه‌ها و رهنمودهایی برای بهبود حکمرانی هوش مصنوعی در کشور کمک کند.

۳. تاریخچه هوش مصنوعی در آمریکا

تاریخچه پیشرفت هوش مصنوعی در آمریکا و به‌طور کلی در سطح جهان را می‌توان به سه بخش اصلی تقسیم کرد. این سه دوره تاریخی به شرح زیر هستند:

۱-۳. ۱۹۴۰ تا ۱۹۶۰ میلادی: تولد هوش مصنوعی با ظهور حوزه سایبرنتیک

بازه زمانی بین سال‌های ۱۹۴۰ تا ۱۹۶۰ میلادی با ویژگی ترکیب فناوری‌های توسعه‌یافته و همچنین تمایل به درک چگونگی تلفیق ماشین با بدن موجودات زنده (ترکیب بایوتکنولوژی و هوش مصنوعی) شناخته می‌شود. هدف نوربرت وینر، از پیشگامان علم سایبرنتیک، تلفیق ریاضیات، الکترونیک و اتوماسیون برای ارائه یک نظریه جامع برای کنترل ارتباطات بین حیوانات و ماشین‌ها بود. اندکی پیش از آن، اولین مدل ریاضی و کامپیوتری نورون بیولوژیک در اوایل ۱۹۴۳ میلادی توسط وارن مک‌کولاج و والتر پییتس ابداع شده بود [۴].

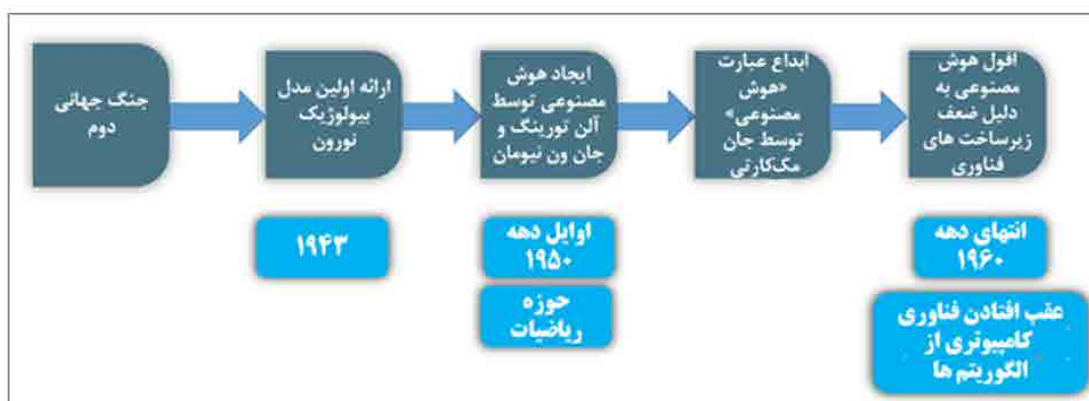
در اوایل دهه ۵۰ میلادی، جان ون نیومن و آلن تورینگ، (اگرچه در آن زمان هنوز عبارت هوش مصنوعی رواج پیدا نکرده بود)، به‌عنوان پدران فناوری هوش مصنوعی، ایده انتقال از کامپیوترها به منطق ده-دهی و همچنین از ماشین به منطق دودویی را پیاده‌سازی کردند. این دو محقق، معماری کامپیوترهای آن زمان را به‌صورت رسمی تدوین کرده و نشان دادند که این ماشین‌ها قادر به اجرای برنامه‌های ارائه شده به آنها خواهند بود.

به‌علاوه، تورینگ در مقاله معروف خود در سال ۱۹۵۰ [۵] برای اولین بار مسئله هوش در ماشین را مطرح کرده و یک «بازی شبیه‌سازی» را مطرح کرد که در آن انسان باید می‌توانست طی یک بازی مکالمه کتبی از طریق صفحه نمایش، تشخیص دهد که در حال مکالمه با یک انسان است یا یک ماشین. این آزمایش، اولین تلاش به‌منظور بررسی وجود هوش در ماشین‌ها بود.

ابداع عبارت «هوش مصنوعی» را می‌توان به جان مک‌کارتی از انستیتو فناوری ماساچوست (MIT) نسبت داد. او هوش مصنوعی

را به‌عنوان مجموعه‌ای از برنامه‌های کامپیوتری پیشنهاد کرد که وظایفی را انجام می‌دهند که در حال حاضر انسان به‌دلیل داشتن فرایندهای سطح بالای ذهنی همچون یادگیری مفهومی، سازماندهی ذهن و استدلال انتقادی، بهتر از ماشین از عهده آنها برمی‌آید. اگرچه هوش مصنوعی، موضوعی جذاب و بسیار سودمند به‌نظر می‌رسد، اما با آغاز دهه ۱۹۶۰ میلادی، این فناوری به‌دلیل حافظه بسیار کم کامپیوترهای آن زمان که استفاده از زبان و برنامه‌های کامپیوتری را مشکل می‌ساخت، کنار گذاشته شده و وارد اولین دوران رکود خود شد. در سال ۱۹۵۷، هربرت سیمون، اقتصاددان و جامعه‌شناس آمریکایی پیش‌بینی کرده بود که هوش مصنوعی طی ۱۰ سال آینده موفق خواهد شد که بشر را در بازی شطرنج شکست دهد، اما به‌دلیل وقفه ایجاد شده در روند توسعه فناوری هوش مصنوعی، تحقق این پیش‌بینی حدوداً ۴۰ سال به طول انجامید. شکل زیر سیر تحولات هوش مصنوعی در دوره اول را به نمایش می‌گذارد.

شکل ۱. سیر تحولات هوش مصنوعی در فاصله سال‌های ۱۹۴۰ تا ۱۹۶۰ میلادی



مأخذ: یافته‌های پژوهش.

۲-۳. ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ میلادی: سیستم‌های خبره

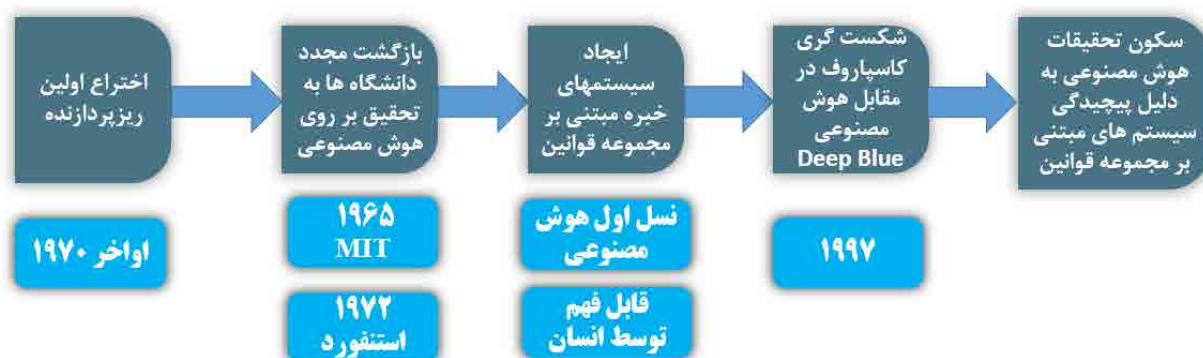
با اختراع اولین ریزپردازنده‌ها در اواخر دهه ۷۰ میلادی بود که هوش مصنوعی مجدداً از رکود خارج شده و وارد دوران طلایی سیستم‌های خبره شد. درواقع این مسیر با پروژه DENDRAL (سیستم خبره متخصص در حوزه شیمی مولکولی) دانشگاه MIT در سال ۱۹۶۵ و پروژه MYCIN (سیستم مخصوص تشخیص بیماری‌های خونی و تجویز داروها) دانشگاه استنفورد در سال ۱۹۷۲ آغاز شد. این سیستم‌ها بر مبنای یک «موتور استنتاج» به نحوی برنامه‌ریزی شده بودند که بتوانند بازتابی منطقی از استدلال‌های انسانی را ایجاد کنند. این موتورها، با دریافت داده‌های ورودی، پاسخ‌هایی با سطح بالایی از مهارت را ارائه می‌کردند. این سیستم‌ها بعداً به سیستم‌های مبتنی بر قاعده (Based Rule) مشهور شدند [۶].

در سال ۱۹۹۷ میلادی، ۴۰ سال پس از پیش‌بینی هربرت سیمون، Blue Deep (سیستم خبره شرکت IBM) موفق به شکست گری کاسپاروف، قهرمان وقت شطرنج جهان شد. این سیستم، براساس الگوریتم بروت فورس عمل می‌کرد که در آن کلیه حرکات ممکن ارزیابی شده و به آنها وزن داده می‌شد. اگرچه Blue Deep در واقعیت از قابلیت‌های نسبتاً محدودی برخوردار بود و الگوریتم آن ارتباطی با شبکه‌های عصبی و یادگیری ماشین نداشت، اما موفقیت آن در شکست انسان در بازی شطرنج، به‌عنوان نمادی از قدرت و توانمندی هوش مصنوعی، توجهات جهانی را به سمت حوزه هوش مصنوعی جلب کرد [۷].

اگرچه به نظر می‌رسد این سیستم‌ها، به رشد و توسعه چشمگیری در حوزه فناوری منجر شوند، در دهه ۱۹۹۰ میلادی، توسعه هوش مصنوعی مجدداً متوقف شده و وارد یک دوره رکود جدید شد، علت این امر پیچیدگی موتور قوانین و تعداد بالای قوانین

تعریف شده در این موتور بود. ایجاد مجموعه قوانین، نیازمند تلاش زیادی بوده و گاهی از ۲۰۰ تا ۳۰۰ قانون برای یک موتور استنتاج طراحی می‌شدند. در نتیجه تعریف استدلال و نتیجه‌گیری ماشین‌ها بسیار پیچیده و برای برخی مسائل غیرممکن می‌شد که همین موضوع، توسعه و نگهداری این سیستم‌های خبره را به امری دشوار تبدیل کرده بود. سیر تحولات روی داده در این دوره در شکل ۲ به نمایش گذاشته شده است.

شکل ۲. سیر تحولات هوش مصنوعی در دوره دوم (۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰)



مأخذ: همان.

۳-۳. از دهه ۲۰۰۰ تاکنون: دوران شکوفایی؛ داده‌های حجیم، توان بالای سخت‌افزاری و شبکه‌های عصبی

در دهه ۱۹۹۰، توسعه هوش مصنوعی در آمریکا با چالش‌های جدی مواجه شد که موجب کاهش سرعت پیشرفت این فناوری شد. دو مانع اصلی در این دوره، هزینه بالای پردازش و کمبود داده‌های حجیم برای آموزش مدل‌های پیشرفته بودند. تا پیش از این دهه، سیستم‌های هوش مصنوعی عمدتاً مبتنی بر قواعد^۱ طراحی می‌شدند، به این معنا که دانش و منطق تصمیم‌گیری در قالب مجموعه‌ای از قوانین صریح تعریف می‌شد. نمونه برجسته این رویکرد، کامپیوتر دیپ‌بلو شرکت آی‌بی‌ام بود که در سال ۱۹۹۷ توانست گری کاسپاروف، قهرمان شطرنج جهان، را شکست دهد، اما این دسته از سیستم‌ها در مواجهه با مسائل پیچیده و نیاز به تصمیم‌گیری‌های پویا محدودیت‌های جدی داشتند. توسعه سیستم‌های مبتنی بر شبکه‌های عصبی و یادگیری ماشین، که می‌توانستند الگوهای پنهان در داده‌ها را کشف کنند، نیازمند حجم عظیمی از داده‌های آموزشی بود؛ چیزی که در آن زمان به میزان کافی در دسترس نبود.

آمریکا با دو اقدام راهبردی توانست بر این موانع غلبه کند:

اولین اقدام کلیدی، مسئله کلان‌داده را از طریق اجرای پروژه MDDS^۲ حل کرد. این پروژه، که در راستای فراهم‌سازی زیرساخت‌های پردازش و مدیریت داده‌های حجیم تعریف شده بود به نهادهای تحقیقاتی و شرکت‌های فناوری امکان داد تا به حجم گسترده‌ای از داده‌های واقعی برای توسعه الگوریتم‌های هوش مصنوعی دسترسی پیدا کنند.

دومین اقدام کلیدی، کاهش هزینه پردازش از طریق توسعه زنجیره ارزش میکروالکترونیک و تجاری‌سازی فناوری‌های ساخت تراشه بود. آمریکا با سرمایه‌گذاری در شرکت‌های نیمه‌هادی و تسهیل رقابت در صنعت تراشه‌سازی، توانست تراشه‌های پردازشی قدرتمندتر و ارزان‌تری را به بازار عرضه کند. این اقدامات، به همراه پیشرفت‌های معماری سخت‌افزار، زمینه‌ساز شکوفایی دوباره هوش مصنوعی در دهه ۲۰۰۰ شد و مسیر توسعه یادگیری عمیق^۳ را هموار کرد.

1. Rule-Based
2. Massive Digital Data Systems
3. Deep Learning

در ادامه هر کدام از این دو برنامه به تفصیل خواهد آمد.

۱-۳-۳. توسعه و تجاری‌سازی فناوری نیمه‌هادی در آمریکا و کاهش هزینه‌های تراشه‌ها

در دهه ۲۰۰۰، آمریکا با تمرکز بر نوآوری در صنعت نیمه‌هادی و بهینه‌سازی فرایندهای تولید، نقش کلیدی در کاهش هزینه‌های پردازش و توسعه سخت‌افزارهای کارآمدتر ایفا کرد. یکی از مهم‌ترین عوامل در این روند، پیشرفت فناوری لیتوگرافی و کوچک‌سازی ترانزیستورها بود. شرکت‌هایی مانند AMD، Intel و NVIDIA توانستند با کاهش ابعاد فناوری ساخت از ۱۳۰ نانومتر به ۹۰ نانومتر و سپس به ۶۵ و ۴۵ نانومتر، قدرت پردازشی تراشه‌ها را افزایش داده و مصرف انرژی را کاهش دهند. این پیشرفت‌ها نه تنها منجر به تولید پردازنده‌های قوی‌تر شد، بلکه امکان اجرای الگوریتم‌های پیچیده یادگیری ماشین را نیز فراهم کرد. علاوه بر این، در این دوره معماری چند هسته‌ای^۱ معرفی شد که بهره‌وری پردازشی را افزایش داده و محاسبات موازی را تسهیل کرد. در کنار بهبود فناوری ساخت، آمریکا مدل «طراحی بدون تولید»^۲ را توسعه داد که به شرکت‌های طراحی تراشه اجازه می‌داد بدون نیاز به سرمایه‌گذاری سنگین در کارخانه‌های تولیدی، بر طراحی و معماری نیمه‌هادی‌ها تمرکز کنند. شرکت‌هایی مانند Qualcomm و NVIDIA از این مدل بهره بردند و تولید تراشه‌های خود را به شرکت‌هایی مانند TSMC و سامسونگ سپردند. این استراتژی باعث شد هزینه‌های تولید کاهش یابد و در عین حال، شرکت‌های آمریکایی بتوانند بر بهینه‌سازی طراحی و عملکرد تراشه‌ها متمرکز شوند. همچنین، AMD در سال ۲۰۰۹ با واگذاری بخش تولیدی خود و تأسیس GlobalFoundries، نشان داد که شرکت‌های آمریکایی به جای تمرکز بر تولید، به سمت طراحی پیشرفته‌تر و استفاده از تأمین‌کنندگان خارجی حرکت کرده‌اند. مدل (Fabless) در نهایت در صنعت نیمه‌هادی آمریکا با موفقیت چشمگیری همراه بوده است. این مدل به شرکت‌هایی مانند انویدیا، کوالکام امکان می‌دهد تا منابع خود را بر طراحی و توسعه متمرکز کنند، در حالی که تولید را به کارخانه‌های تخصصی واگذار می‌کنند. با این حال، وابستگی به تولیدکنندگان خارجی می‌تواند ریسک‌هایی مانند اختلال در زنجیره تأمین و تأثیرپذیری از تحولات ژئوپلیتیکی را به همراه داشته باشد. به طور کلی، مدل Fabless اگرچه نیازمند مدیریت دقیق ریسک‌های مرتبط است، ولی به عنوان یک استراتژی موفق در صنعت نیمه‌هادی شناخته می‌شود و حتی می‌تواند گام ورودی ایران به صنعت میکروالکترونیک باشد.

علاوه بر این، آمریکا در این دوره به توسعه پردازنده‌های گرافیکی^۳ برای یادگیری ماشین و هوش مصنوعی پرداخت. در سال ۲۰۰۶، انویدیا، معماری CUDA را معرفی کرد که امکان اجرای پردازش‌های موازی در مقیاس بالا را فراهم می‌کرد. این فناوری به یکی از نقاط عطف مهم در توسعه سخت‌افزارهای یادگیری عمیق تبدیل شد، زیرا محققان و شرکت‌های فناوری توانستند از قدرت پردازشی بالای GPUها برای آموزش شبکه‌های عصبی پیچیده استفاده کنند. این تغییرات زیرساختی در صنعت نیمه‌هادی، همراه با افزایش دسترسی به داده‌های حجیم، پایه‌گذار انقلاب یادگیری عمیق در دهه ۲۰۱۰ شد و آمریکا را در جایگاه پیشرو در توسعه هوش مصنوعی قرار داد [۸].

۲-۳-۳. پروژه MDDS و نقش آن در توسعه کلان داده و هوش مصنوعی

در اواخر دهه ۱۹۹۰ میلادی، دولت آمریکا با چالش بزرگی در توسعه فناوری‌های هوش مصنوعی و شبکه‌های عصبی یعنی عدم دسترسی به داده‌های حجیم برای آموزش مدل‌های یادگیری ماشین مواجه بود. ایده شبکه‌های عصبی مصنوعی برای نخستین بار در دهه ۱۹۴۰ میلادی با مقاله «محاسبه منطقی ایده‌های نهفته در فعالیت عصبی» توسط وارن مک‌کالاک و والتر پیترس مطرح شد که مدلی ریاضی از نورون‌های مصنوعی ارائه می‌داد. در سال ۱۹۵۸ میلادی، فرانک روزنبلات با معرفی پرسپترون، الگوریتمی برای شناسایی الگوها، گامی مهم در توسعه شبکه‌های عصبی برداشت.

1. Multi-Core
2. Fabless
3. GPU



با این حال، در دهه‌های ۶۰ و ۷۰ با طرح محدودیت‌های این مفهوم، علاقه به این حوزه کم شد، اما در دهه ۱۹۸۰، با معرفی روش پس‌انتشار خطا توسط جفری هینتون و همکارانش، شبکه‌های عصبی مجدداً مورد توجه قرار گرفتند؛ این پیشرفت‌ها، به‌ویژه در دهه ۱۹۹۰ میلادی، به توسعه الگوریتم‌های یادگیری عمیق منجر شد. پیشرفت دانش و ریاضیات مربوط به یادگیری عمیق، نیاز اساسی به کلان‌داده را بیش از گذشته نمایان کرد. برای حل این مشکل، پروژه‌هایی مانند AQUAINT توسط آژانس‌های اطلاعاتی آمریکا^۱ برای جمع‌آوری و تحلیل داده‌های گسترده راه‌اندازی شدند. همچنین آژانس پروژه‌های تحقیقاتی پیشرفته دفاعی آمریکا^۲ و بنیاد ملی علوم^۳ پروژه‌ای به نام MDDS را راه‌اندازی کردند. هدف این پروژه اخیر، ایجاد یک زیرساخت داده‌ای مقیاس‌پذیر برای سازمان‌های دولتی و تحقیقاتی بود که بتواند داده‌های گسترده را ذخیره، پردازش و بازیابی کند. در اواسط دهه ۱۹۹۰، با رشد سریع وب جهانی، کاربران با مشکل یافتن اطلاعات مرتبط در میان انبوه صفحات وب مواجه بودند. در این زمان، لری پیج و سرگئی برین، دانشجویان دکتری دانشگاه استنفورد، در چارچوب پروژه MDDS، الگوریتم PageRank را توسعه دادند. این الگوریتم به رتبه‌بندی صفحات وب براساس ارتباط و اهمیت آنها می‌پرداخت و پایه‌گذار موتور جستجوی گوگل شد. در حالی که حمایت‌های دولتی نقش مهمی در فراهم‌سازی زیرساخت‌های لازم داشتند، نیاز مبرم به ابزارهای جستجوی مؤثر در فضای وب نیز انگیزه‌ای قوی برای توسعه گوگل بود. بنابراین می‌توان گفت که گوگل حاصل تلاقی نیازهای کاربران، نوآوری فناورانه و حمایت‌های تحقیقاتی سازمان‌های امنیتی و دولتی آمریکا بود.

پروژه MDDS از جنبه‌های مختلفی، مسیر توسعه هوش مصنوعی را دگرگون کرد:

در ابتدا، این پروژه به سازمان‌های تحقیقاتی و شرکت‌های فناوری امکان داد تا به حجم عظیمی از داده‌های دیجیتال دسترسی داشته باشند که برای آموزش مدل‌های یادگیری ماشین ضروری بود. بر این اساس در مرحله نخست، داده‌ها و نتایج این پروژه به‌صورت محدود و در چارچوب همکاری‌های تحقیقاتی با دانشگاه‌ها و مؤسسات پژوهشی در دسترس قرار گرفت. برای نمونه، دانشگاه استنفورد از جمله دریافت‌کنندگان اصلی این حمایت‌ها بود. در سال‌های بعد، به‌ویژه از دهه ۲۰۱۰ به بعد، DARPA با راه‌اندازی پلتفرم‌هایی مانند Catalog Open، بخشی از داده‌ها، نرم‌افزارها و نتایج پژوهشی پروژه‌های خود را به‌صورت عمومی منتشر کرد تا جامعه علمی و صنعتی بتواند از آنها بهره‌برداری کند.

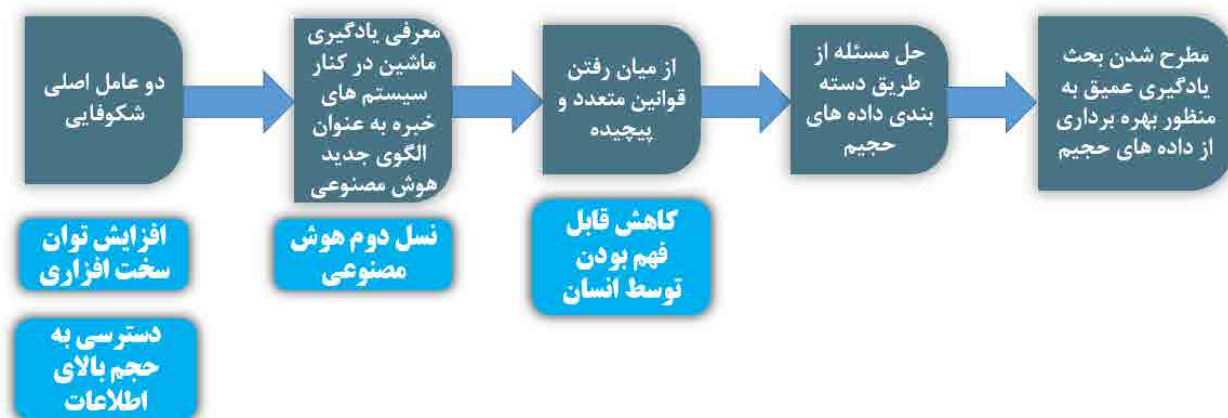
از سوی دیگر، یکی از چالش‌های اصلی در تحلیل داده‌های حجیم، مدیریت و جستجوی اطلاعات در میان انبوه داده‌ها بود که MDDS توانست با راهکارهای جدیدی در این زمینه، از جمله بهینه‌سازی نمایه‌سازی اطلاعات^۴ و الگوریتم‌های رتبه‌بندی، به این مشکل پاسخ دهد. تأثیر این پروژه تنها به گوگل محدود نماند؛ بلکه مفهوم پردازش داده‌های حجیم را به یکی از اولویت‌های کلیدی صنعت فناوری تبدیل کرد. پس از این پروژه، شرکت‌ها و نهادهای دولتی شروع به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌هایی مانند دیتاسنترهای مقیاس‌پذیر، پایگاه‌های داده توزیع شده و الگوریتم‌های جستجوی کارآمد کردند که همگی پایه‌گذار انقلاب یادگیری عمیق در دهه ۲۰۱۰ شدند.

در نهایت، تأثیرات MDDS به حوزه‌های امنیتی و نظامی نیز گسترش یافت، زیرا دولت آمریکا با استفاده از این فناوری، توانست تحلیل داده‌های اطلاعاتی و شناسایی تهدیدات امنیتی را بهبود ببخشد. همچنین، بسیاری از فناوری‌هایی که در قالب این پروژه توسعه یافتند، بعدها در شبکه‌های اجتماعی، تبلیغات دیجیتال و تحلیل رفتار کاربران مورد استفاده قرار گرفتند. با رشد پردازش ابری و گسترش اینترنت، داده‌های حجیم نه‌تنها دیگر یک مانع محسوب نمی‌شدند، بلکه به یک مزیت رقابتی برای شرکت‌ها و سازمان‌های تحقیقاتی تبدیل شدند. به این ترتیب، پروژه MDDS نه‌تنها یکی از موانع اصلی پیشرفت هوش مصنوعی را از میان برداشت، بلکه باعث شد آمریکا در دهه‌های بعدی، در حوزه کلان‌داده، جستجوی اطلاعات و یادگیری ماشین در جایگاه پیشرو باقی بماند [۹].

1. NSA
2. DARPA
3. NSF
4. Indexing

نکات حائز اهمیت و روند هوش مصنوعی در دوره سوم در شکل ۳ نمایش داده شده‌اند.

شکل ۳. روند تحولات هوش مصنوعی از سال ۲۰۰۰ میلادی به بعد



مأخذ: همان.

از اواسط دهه ۲۰۱۰ میلادی، هوش مصنوعی در آمریکا با رشد چشمگیری همراه شد که از آن به انقلاب یادگیری عمیق یاد می‌شود. این تحول ناشی از سه عامل افزایش قدرت پردازشی سخت‌افزارها، گسترش داده‌های حجیم و پیشرفت الگوریتم‌های یادگیری عمیق کلیدی بود. در این دوره، شرکت‌هایی مانند انویدیا، گوگل و تسلا بر توسعه پردازنده‌های مخصوص هوش مصنوعی تمرکز کردند. در سال ۲۰۱۶، گوگل واحد پردازش تنسور^۱ را معرفی کرد که به‌طور خاص برای شتاب‌دهی به محاسبات یادگیری عمیق طراحی شده بود. نقطه عطف این تحول، معرفی مدل AlexNet در سال ۲۰۱۲ بود که با بهره‌گیری از داده‌های گسترده ImageNet و قدرت پردازشی GPUها، عملکرد بی‌سابقه‌ای در تشخیص تصویر ارائه داد و موجب رشد سریع یادگیری عمیق در حوزه‌های مختلف شد. همچنین، انویدیا با معماری Volta و سپس Ampere، قدرت پردازش گرافیکی را برای آموزش مدل‌های پیچیده افزایش داد. این پیشرفت‌ها مجموعاً، امکان توسعه مدل‌هایی مانند ترنسفورمرها^۲ را فراهم کرد. معماری ترنسفورمر، معرفی شده در مقاله «Need You All Is Attention» در سال ۲۰۱۷، انقلابی در پردازش زبان طبیعی ایجاد کرد. این معماری با بهره‌گیری از مکانیسم توجه، امکان پردازش مؤثر توالی‌های زبانی را فراهم کرد. مدل‌های پیشرفته‌ای مانند BERT و GPT بر پایه این معماری توسعه یافتند که به ترتیب در درک معنایی و تولید متن نقش‌آفرینی می‌کنند. این پیشرفت‌ها، پایه‌گذار بسیاری از کاربردهای مدرن هوش مصنوعی شده‌اند. در حوزه نرم‌افزار، پیشرفت کتابخانه‌هایی مانند TensorFlow و PyTorch دسترسی گسترده‌تری به ابزارهای هوش مصنوعی را برای محققان و شرکت‌ها فراهم کرد [۱۰].

در کنار این تحولات، زیرساخت‌های هوش مصنوعی در آمریکا نیز به سرعت گسترش یافتند. ابررایانه‌های پیشرفته و پردازش ابری به شرکت‌ها و مؤسسات تحقیقاتی این امکان را دادند که مدل‌های پیچیده‌تر را در مقیاس بالا آموزش دهند. شرکت‌هایی مانند آمازون، مایکروسافت و گوگل به ترتیب زیرساخت‌های AWS، Azure و Google Cloud را برای پردازش ابری ارائه کردند که به رشد سریع استارت‌آپ‌ها و تحقیقات پیشرفته در این حوزه کمک کرد.

در دهه گذشته، شرکت‌های بزرگ فناوری مانند مایکروسافت، گوگل و آمازون برای پیشبرد موقعیت خود در رقابت هوش مصنوعی، به سرمایه‌گذاری و همکاری با شرکت‌های نوپای پیشرو در این حوزه روی آوردند. مایکروسافت با سرمایه‌گذاری چندمیلیارد دلاری در OpenAI، به توسعه مدل‌های پیشرفته‌ای مانند GPT کمک کرد. گوگل در سال ۲۰۱۴ شرکت DeepMind را با هدف

1. TPU

2. Transformers



تقویت توانمندی‌های خود در یادگیری عمیق خریداری کرد. آمازون نیز با سرمایه‌گذاری ۸ میلیارد دلاری در Anthropic، همکاری خود را با این شرکت در زمینه توسعه مدل‌های زبانی و استفاده از زیرساخت‌های AWS گسترش داد. این روند، نشان‌دهنده استراتژی کلان شرکت‌های بزرگ فناوری در ترکیب منابع زیرساختی خود با نوآوری‌های شرکت‌های نوپا برای تسلط بر آینده هوش مصنوعی است. در همین دوره، دولت آمریکا نیز به اهمیت راهبردی هوش مصنوعی پی برد و در سال ۲۰۱۹، رئیس‌جمهور وقت آمریکا، دستورالعمل اجرایی هوش مصنوعی^۱ را امضا کرد که هدف آن افزایش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، آموزش نیروی کار متخصص و حفظ برتری آمریکا در این حوزه بود. همچنین، همکاری میان بخش خصوصی و نهادهای دولتی برای استفاده از هوش مصنوعی در زمینه‌های امنیت ملی، سلامت و اقتصاد افزایش یافت.

در سال‌های اخیر نیز، ظهور مدل‌های زبان بزرگ^۲ و سیستم‌های مولد هوش مصنوعی، مانند 3-GPT و 4-GPT از OpenAI و Gemini از DeepMind Google، توجه جهانی را به این فناوری جلب کرد. دسترسی عمومی صرفاً به‌عنوان ابزاری برای نمایش توانمندی‌ها طراحی نشده، بلکه بخشی از استراتژی توسعه‌دهندگان برای بهبود مستمر عملکرد مدل‌ها از طریق تعامل با کاربران و دریافت بازخوردهای گسترده است. چنین رویکردی به شرکت‌ها این امکان را می‌دهد تا با تحلیل رفتار کاربران و نیازهای واقعی جامعه، نسل‌های بعدی هوش مصنوعی را دقیق‌تر و کارآمدتر توسعه دهند. آمریکا همچنان در این حوزه پیشرو است، اما با چالش‌هایی مانند مقررات‌گذاری، اخلاق هوش مصنوعی و رقابت بین‌المللی، به‌ویژه با چین مواجه شده است. در سال‌های ۲۰۲۳ و ۲۰۲۴ شرکت‌هایی مانند OpenAI و DeepMind Google مدل‌های پیشرفته‌تری را توسعه دادند که قابلیت استدلال، تعامل طبیعی و خلق محتوا را دارند.

هم‌زمان، دولت آمریکا با تصویب قوانین جدید برای نظارت بر توسعه و استفاده از هوش مصنوعی، به دنبال ایجاد تعادل بین نوآوری و کنترل ریسک‌های مرتبط با این فناوری است. به‌طور کلی، آمریکا همچنان در تحولات هوش مصنوعی پیشرو است و با سرمایه‌گذاری در سخت‌افزار، نرم‌افزار و مقررات‌گذاری، مسیر آینده این فناوری را تعیین می‌کند [۱۱].

اساساً باید گفت که اهمیت راهبردی هوش مصنوعی برای دولت آمریکا، ریشه در پیوند تاریخی آن با ایده‌های سایبرنتیک و کنترل دارد که پس از جنگ جهانی دوم شکل گرفت. در آن زمان، نظریه‌پردازانی با معرفی مفهوم سایبرنتیک، به بررسی سیستم‌های خودتنظیم و کنترل در موجودات زنده و ماشین‌ها پرداختند. این مفاهیم به‌سرعت در حوزه‌های نظامی، اطلاعاتی و حکمرانی نفوذ کردند و پایه‌گذار تفکر سیستمی در مدیریت دولتی شدند. در دهه‌های بعد، این رویکرد به توسعه فناوری‌هایی مانند شبکه‌های عصبی و هوش مصنوعی منجر شد که امروزه در حوزه‌های امنیت ملی، حکمرانی جهانی و رقابت ژئوپلیتیکی نقش حیاتی ایفا می‌کنند. در سال‌های اخیر دولت آمریکا بر اهمیت استفاده از هوش مصنوعی در تقویت امنیت ملی و رهبری جهانی تأکید کرده است. این موضوع نشان می‌دهد که هوش مصنوعی نه تنها یک فناوری پیشرفته، بلکه ابزاری راهبردی برای حفظ و گسترش نفوذ آمریکا در عرصه جهانی است. بر این اساس، دولت و سازمان‌های فدرال آمریکا از مهم‌ترین بازیگران عرصه توسعه هوش مصنوعی هستند که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد.

1. American AI Initiative
2. LLMs



۴. بازیگران اصلی هوش مصنوعی در آمریکا

بازیگران و نقش‌آفرینان اصلی حوزه هوش مصنوعی در آمریکا را می‌توان به سه دسته کلی دولت، سازمان‌ها و ادارات نظامی و امنیتی و بخش خصوصی تقسیم‌بندی کرد که در میان آنها، دولت به تعیین خط‌مشی‌گذاری‌های کلی پرداخته و سازمان‌های نظامی و شرکت‌های بخش خصوصی در راستای خط‌مشی‌های تعیین شده توسط دولت حرکت می‌کنند. در ادامه هریک از این بازیگران شرح داده شده و خط‌مشی‌های مربوطه مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

۴-۱. دولت آمریکا

دولت آمریکا، مهم‌ترین نقش‌آفرین حوزه هوش مصنوعی به‌شمار می‌آید که با تعیین خط‌مشی‌گذاری‌های کلی این حوزه، مسیر را برای سایر بازیگران و نقش‌آفرینان حوزه هوش مصنوعی مشخص می‌کند. دولت آمریکا در سال ۲۰۱۹ با انتشار جدیدترین نقشه راه جامع هوش مصنوعی، خط‌مشی‌گذاری‌های لازم را تدوین و مسیر حرکت هوش مصنوعی در این کشور را مشخص کرده است. علاوه بر این، دولت آمریکا در سال ۲۰۱۸ با تأسیس کمیته SELECT، این کمیته را به‌عنوان بازوی اصلی خود به‌منظور هماهنگ کردن خط‌مشی‌های هوش مصنوعی در شاخه‌های مختلف اجرایی تعیین کرد.

نکته حائز اهمیت دیگر در ارتباط با خط‌مشی‌گذاری‌ها و اقدامات دولت آمریکا آن است که دولت به این نتیجه رسیده که لازم است تحقیقات در ارتباط با توسعه هوش مصنوعی را نه از طریق یک کمیته و گروه خاص، بلکه به‌صورت موازی و در تمامی سازمان‌ها و وزارتخانه‌های زیرمجموعه خود دنبال کند تا امکان پیشرفت بهتر و هرچه سریع‌تر در این حوزه را فراهم آورد. از طرف دیگر در سال‌های اخیر، دولت آمریکا با همکاری شرکت‌های پیشرو در حوزه هوش مصنوعی، اقداماتی را برای تقویت زیرساخت‌ها و تسهیل استفاده از این فناوری در بخش‌های دولتی انجام داده است. برای مثال، شرکت OpenAI در سال ۲۰۲۴ پلتفرمی به نام Gov ChatGPT را معرفی کرد که به سازمان‌های دولتی امکان می‌دهد از قابلیت‌های هوش مصنوعی در محیطی امن و مطابق با استانداردهای امنیتی فدرال استفاده کنند. این پلتفرم با همکاری مایکروسافت آژور توسعه یافته و از چارچوب‌های امنیتی سختگیرانه‌ای پیروی می‌کند.

۴-۱-۱. نقشه راه هوش مصنوعی آمریکا

دولت اول ترامپ، رئیس‌جمهور وقت آمریکا، در فوریه ۲۰۱۹ آخرین نسخه از نقشه راه هوش مصنوعی آمریکا را منتشر کرد. طرح مذکور که نقشه راه رسمی دولتی آمریکا در حوزه هوش مصنوعی به‌شمار می‌آید، راهبردهای آمریکا به‌منظور حفظ برتری این کشور در حوزه هوش مصنوعی را مشخص می‌کند. این طرح، علاوه بر مشخص کردن حوزه‌های راهبری مورد تأکید در تحقیقات و توسعه هوش مصنوعی آمریکا و به‌کارگیری قابلیت‌های ایجاد شده به‌واسطه هوش مصنوعی، سازمان‌های دولتی را مکلف کرده است تا به‌منظور پشتیبانی از اهداف طرح، اقدامات مشخصی را به اجرا درآورند [۱۲]. مطابق ادعای دولت آمریکا، تمرکز طرح مذکور، بر موارد ذیل بوده است:

- تمرکز منابع مالی دولتی بر افزایش سود مالی.
- تقویت امنیت ملی.
- بهبود کیفیت زندگی شهروندان.

علاوه بر این، خط‌مشی‌گذاری‌ها و روش‌های کلیدی مطرح شده در طرح راهبردی مذکور، به‌شرح ذیل بوده‌اند:



۱ سرمایه‌گذاری بر روی تحقیق و توسعه در حوزه هوش مصنوعی

مطابق این خط‌مشی‌گذاری، دولت آمریکا باید سرمایه‌گذاری‌های دولتی در تحقیق و توسعه هوش مصنوعی را همگام با صنعت، دانشگاه، شرکای بین‌المللی و متحدین آمریکا و سایر واحدهای غیردولتی افزایش دهد تا امکان ایجاد پیشرفت‌های چشمگیر فناوریانه در حوزه هوش مصنوعی را به وجود آورد. در این خصوص دولت در سال پس از تصویب نقشه راه، طرح پیشنهاد بودجه سال ۲۰۲۱، مبنی بر دوبرابر ساختن بودجه تحقیقات غیرنظامی حوزه هوش مصنوعی به مدت دو سال را به تصویب رساند. همچنین، دولت آمریکا در سال ۲۰۱۹، گزارش هزینه‌کرد خود در زمینه تحقیق و توسعه در حوزه هوش مصنوعی را منتشر کرد.

ازجمله نمونه‌های سرمایه‌گذاری‌های دولت آمریکا در راستای خط‌مشی‌گذاری مذکور می‌توان به سرمایه‌گذاری ۸۵۰ میلیون دلاری در بنیاد ملی علوم طی سال ۲۰۲۱ در حوزه تحقیقات بنیادی و کاربردی اشاره کرد که افزایشی ۷۰ درصدی نسبت به سال گذشته داشته است. همچنین افزایش ۵۴ میلیون دلاری سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های هوش مصنوعی وزارت انرژی آمریکا^۱ و افزایش ۵۰ میلیون دلاری پژوهش‌های بنیاد ملی سلامت^۲ به‌منظور مقابله با بیماری‌های مزمن با استفاده از هوش مصنوعی از دیگر سرمایه‌گذاری‌های دولت آمریکا در حوزه هوش مصنوعی به‌شمار می‌آیند.

۲ آزادسازی منابع موجود کشور در حوزه هوش مصنوعی

مطابق این خط‌مشی‌گذاری، دولت آمریکا باید دسترسی به داده‌های فدرال، مدل‌ها و منابع محاسباتی باکیفیت بالا را تقویت کند تا ارزش آنها برای تحقیق و توسعه حوزه هوش مصنوعی را افزایش داده و درعین‌حال امنیت، ایمنی، حریم خصوصی و حفاظت اطلاعات را حفظ کند. مطابق طرح هوش مصنوعی آمریکا، سازمان‌های دولتی موظف به شناسایی فرصت‌های جدید به‌منظور افزایش دسترسی و بهره‌برداری از داده‌ها و مدل‌های دولتی هستند. در همین راستا در سال ۲۰۱۹، دفتر مدیریت و بودجه کاخ سفید، طرح راهبرد دولتی در حوزه داده‌ها را به‌عنوان چارچوبی برای اصول عملیاتی و ارائه بهترین روش در زمینه استفاده و مدیریت داده‌ها توسط آژانس‌ها و سازمان‌های دولتی، تدوین کرد.

ازجمله اقدامات صورت‌گرفته از سوی دولت آمریکا به‌منظور بالفعل کردن منابع موجود در حوزه هوش مصنوعی، می‌توان موارد زیر را مورد اشاره قرار داد:

- بررسی داده‌ها و مدل‌های سازمان‌ها با توجه به محدودیت‌های بودجه آنها به‌منظور افزایش دسترسی هرچه بیشتر به اطلاعات.
- بهره‌برداری از داده به‌عنوان یک دارایی راهبردی در میان سازمان‌ها و ارگان‌های مختلف دولتی.
- اولویت‌بندی تخصیص منابع محاسباتی و کامپیوترهای سطح بالا به کاربردهای هوش مصنوعی.
- ایجاد امکان بهره‌برداری بهتر از فضای ابری به‌منظور پیشبرد تحقیقات هوش مصنوعی با بودجه دولتی.

۳ حذف موانع موجود در مسیر توسعه و نوآوری هوش مصنوعی

مطابق با این خط‌مشی‌گذاری، دولت آمریکا باید موانع موجود در مسیر توسعه، آزمون، اجرا و به‌کارگیری امن فناوری‌های هوش مصنوعی را از طریق اتخاذ خط‌مشی‌های مناسب برای حاکمیت هوش مصنوعی، کاهش داده یا برطرف کند و همچنین استانداردهای فنی مناسب هوش مصنوعی را توسعه دهد. کاخ سفید، به‌عنوان بخشی از طرح راهبردی هوش مصنوعی خود، طرح مجموعه اصول و قوانین هوش مصنوعی آمریکا را پیشنهاد و منتشر کرده است [۱۳]. سند مذکور، جدیدترین سند خط‌مشی‌گذاری قانونی هوش مصنوعی در آمریکاست که پیشبرد نوآوری‌ها را با توجه به اهداف و ارزش‌های مدنظر حکومت این کشور مورد توجه قرار می‌دهد. به‌علاوه، مطابق این خط‌مشی‌گذاری، مؤسسه ملی استاندارد و فناوری (NIST) در آمریکا، موظف شده است تا اولین طرح راهبردی مشارکت دولتی در توسعه استانداردهای فنی هوش مصنوعی را تدوین کند.

مهم‌ترین موانع موجود در مسیر توسعه هوش مصنوعی در آمریکا، مطابق با [۱۲] عبارت‌اند از:

1. DOE
2. NIH

- عدم اطمینان کاربران به امنیت و ایمنی فناوری هوش مصنوعی.

- نبود قوانین و مقررات متناسب با فناوری‌های نوین هوش مصنوعی.

- ازجمله راه‌های مقابله با عدم اطمینان کاربران به فناوری هوش مصنوعی، می‌توان به ایجاد مشارکت عمومی، محدودسازی اقدامات نظارتی و ترویج هوش مصنوعی امن و قابل اطمینان اشاره کرد. همچنین، لازم است قوانین و استانداردهای متناسب با پیشرفت فناوری هوش مصنوعی مورد توجه قرار گرفته و تدوین شوند. برای مثال، مقررات راهنمایی و رانندگی در آمریکا، همانند سایر کشورهای جهان، بر توجه کامل راننده به محیط اطراف در هنگام رانندگی تأکید دارند، اما با ظهور خودروهای خودران، لازم است این قوانین مورد تجدیدنظر قرار گیرند تا موانع موجود در مسیر توسعه فناوری‌های خودروی خودران با استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی برطرف شوند.

۴ آموزش نیروی کار متخصص در هوش مصنوعی

این بند، دولت آمریکا را موظف می‌کند تا نسل‌های فعلی و آینده کارگران و کارمندان را از طریق برنامه‌های کارآموزی، آموزش مهارت و آموزشی (علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات با تأکید بر علوم کامپیوتر) توانمند کرده تا تضمین کند که کارگران و کارمندان این کشور، ازجمله کارگران دولتی، قادر به بهره‌گیری کامل از فرصت‌های ایجاد شده به واسطه هوش مصنوعی خواهند بود. دونالد ترامپ، رئیس‌جمهور وقت آمریکا در این طرح به تمامی سازمان‌های دولتی حکم داد تا کارآموزی‌ها و برنامه‌های آموزش و فرصت‌های شغلی مرتبط با هوش مصنوعی را در اولویت قرار دهند. به علاوه، طرح جدید مؤسسات ملی تحقیقات هوش مصنوعی بنیاد ملی علوم آمریکا نیز به توسعه نیروهای کار، به‌ویژه در حوزه تحقیقات هوش مصنوعی کمک زیادی خواهد کرد.

۵ ایجاد جو بین‌المللی همسو با خط‌مشی‌های آمریکا

به موجب این بند، آمریکا باید در حوزه بین‌الملل مشارکت کند تا جوی جهانی را به منظور پشتیبانی از تحقیقات و نوآوری‌های مدنظر خود ایجاد کرده و بازارهایی را برای صنایع هوش مصنوعی خود به وجود آورد و درعین حال، برتری خود در فناوری‌های هوش مصنوعی را حفظ کند. در سال ۲۰۱۹، آمریکا در سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی^۱ تلاش‌های گسترده‌ای را صورت داد تا اولین توافق‌نامه مشترک بین‌المللی بر روی اصول بنیادی مدیریت هوش مصنوعی قابل اطمینان را به امضای سایر کشورهای عضو برساند. همچنین، آمریکا همکاری‌های فشرده‌ای با هم‌پیمانان خود در گروه‌های G7 و G20 به منظور وضع اصول و قوانین مشابه در حوزه هوش مصنوعی داشته است. توافق‌نامه مشترک بین‌المللی در سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی (OECD) در قالب اصول هوش مصنوعی OECD در مه ۲۰۱۹ تصویب شد و توسط کشورهای عضو، پذیرفته شد. این اصول در سال ۲۰۲۴ به روزرسانی شدند. در گروه G20، اصول هوش مصنوعی مبتنی بر پیشنهاد OECD در ژوئن ۲۰۱۹ تأیید شد. در گروه G7، اصول هدایت‌کننده و کد رفتار برای سیستم‌های هوش مصنوعی پیشرفته در اکتبر ۲۰۲۳ در چارچوب فرایند هیروشیما منتشر شد.

۶ بهره‌گیری از هوش مصنوعی در خدمات و مأموریت‌های دولتی

آخرین خط‌مشی کلان سند هوش مصنوعی آمریکا بر این موضوع تمرکز دارد که آمریکا باید فناوری‌هایی همچون هوش مصنوعی را با آغوش باز پذیرا باشد تا تدارک و کارایی خدمات دولتی خود را بهبود بخشیده و اطمینان حاصل کند که کاربردهای این فناوری مطابق با ارزش‌ها و اهداف این کشور خواهند بود. سازمان خدمات عمومی دولت آمریکا، با تأسیس مرکز عالی هوش مصنوعی این امکان را برای سازمان‌های دولتی فراهم خواهد آورد تا بهترین شیوه‌ها به منظور به کارگیری هوش مصنوعی در سازمان‌های متبوع خود را مشخص کنند.

ساختار کلی طرح ملی راهبردی تحقیق و توسعه هوش مصنوعی دولت آمریکا، شامل مبانی و اصول تحقیق و توسعه، موارد مطرح در زمینه تحقیق و توسعه و کاربردهای مورد نظر دولت، در شکل زیر نمایش داده شده‌اند. همان‌طور که در این شکل مشاهده

1. OECD

می‌شود، دولت آمریکا تمرکز ویژه‌ای بر هوش انسانی و نزدیک ساختن هوش مصنوعی به شیوه تفکر هوش بشری داشته و به دنبال ایجاد همکاری میان انسان و هوش مصنوعی است. شکل ارائه شده، علاوه بر مشخص ساختن مبانی اصلی تحقیق و توسعه در حوزه هوش مصنوعی، موضوعات و مسیرهای تحقیق و توسعه را مشخص کرده و کاربردهای مورد نظر دولت در حوزه هوش مصنوعی را نیز مشخص می‌کند.

شکل ۴. ساختار طرح ملی راهبردی تحقیق و توسعه هوش مصنوعی در دولت آمریکا [۱۴]



۲-۱-۴. قانون ابتکار ملی هوش مصنوعی

قانون مصوب و مهم دیگر که مبتنی بر سند نقشه راه دولت آمریکا در زمینه هوش مصنوعی است، قانون «ابتکار ملی هوش مصنوعی»^۱ است که در سال ۲۰۲۰ به تصویب رسید. این قانون با هدف تضمین رهبری آمریکا در حوزه تحقیق و توسعه هوش مصنوعی، حفظ موقعیت پیشرو در توسعه و استفاده از سیستم‌های هوش مصنوعی قابل اعتماد در بخش‌های دولتی و خصوصی و آماده‌سازی نیروی کار آمریکا برای ادغام سیستم‌های هوش مصنوعی در تمام بخش‌های اقتصاد و جامعه تدوین شده است. این قانون بر هماهنگی و تمرکز تلاش‌های ملی در حوزه هوش مصنوعی تأکید دارد و به ایجاد ساختارهای سازمانی و تخصیص منابع برای پیشبرد این اهداف می‌پردازد. همچنین، بر اهمیت همکاری بین دولت، صنعت و دانشگاه‌ها در توسعه فناوری‌های هوش مصنوعی و کاربردهای آن در بخش‌های مختلف تأکید می‌کند.

۳-۱-۴. نهادهای خط‌مشی‌گذاری حوزه هوش مصنوعی در آمریکا

بالاترین بازوی خط‌مشی‌گذاری هوش مصنوعی در آمریکا، تحت عنوان کمیته برگزیدگان یا کمیته SELECT شناخته می‌شود. این کمیته در سال ۲۰۱۸ توسط بنیاد ملی علوم و فناوری آمریکا تأسیس شده و به عنوان ابزار اصلی دولت آمریکا در هماهنگی خط‌مشی‌های علوم و فناوری حوزه هوش مصنوعی در شاخه‌های مختلف اجرایی شناخته می‌شود [۱۵]. در ژانویه ۲۰۲۱، با تصویب قانون ابتکار ملی هوش مصنوعی، این کمیته به صورت دائمی درآمد و به عنوان نهاد هماهنگ‌کننده ارشد بین سازمانی در حوزه

1. National AI Initiative Act

هوش مصنوعی فعالیت خود را گسترش داد. هدف اصلی آن حفظ رهبری آمریکا در هوش مصنوعی و مدیریت ریسک‌های مرتبط با این فناوری است.

وظیفه این شورا، ارائه مشاوره به بنیاد ملی علوم و فناوری به منظور بهبود کارایی و نتیجه‌بخشی تحقیق و توسعه حوزه هوش مصنوعی در سطح دولتی است. این کمیته همچنین اولویت‌های خط‌مشی‌گذاری میان‌سازمانی را مشخص کرده و مسائل حائز اهمیت برای امنیت ملی آمریکا در حوزه هوش مصنوعی را تعیین می‌کند.

اعضای کمیته مذکور از سازمان‌های مختلف دولتی، امنیتی و علمی برگزیده شده‌اند تا امکان هماهنگی خط‌مشی‌گذاری‌ها و همچنین در نظر گرفتن بهترین مسیر ممکن برای هوش مصنوعی را فراهم آورند. اعضای کمیته SELECT عبارت‌اند از:

- معاون استاندارد و فناوری وزارت بازرگانی.

- معاون تحقیقات و مهندسی وزارت دفاع.

- مدیر دارپا.

- معاون علوم وزارت انرژی.

- مدیر بنیاد ملی علوم (NSF).

- مدیر یارپا.

- نماینده NSA.

- نماینده دفتر مدیریت بودجه.

- نماینده دفتر مدیریت ارشد اطلاعات فدرال.

- نماینده دفتر خط‌مشی‌گذاری علوم و فناوری.

کمیته مذکور، خط‌مشی‌گذاری‌های کلان حوزه هوش مصنوعی دولت آمریکا را تدوین کرده و به سایر ارگان‌ها و سازمان‌ها و همچنین شرکت‌های بزرگ بخش خصوصی ابلاغ می‌کند. ازجمله، سند نقشه راه هوش مصنوعی دولت آمریکا که در سال ۲۰۱۹ میلادی منتشر شد، توسط همین کمیته تهیه شده است.

۴-۱-۴. سازمان‌های دولتی فعال در حوزه هوش مصنوعی

نکته حائز اهمیت در حوزه هوش مصنوعی آن است که امکان پیشبرد تحقیقات و نوآوری در این حوزه، تنها با استفاده از یک تیم تحقیقاتی یا توسط یک سازمان امکان‌پذیر نیست. همان‌طور که روند فعالیت سازمان‌های دولتی آمریکا در حوزه هوش مصنوعی نشان می‌دهد، سازمان‌های دولتی این کشور، در کنار بسیاری از غول‌های فناوری بخش خصوصی، به شکلی گسترده و همه‌جانبه به مطالعه و بررسی در این حوزه پرداخته و موجب نوآوری در کلیه زمینه‌ها و جبهه‌های مرتبط با هوش مصنوعی می‌شوند. جدول زیر، فهرستی از برخی سازمان‌های مهم دولتی فعال در حوزه هوش مصنوعی ارائه می‌کند.

جدول ۱. فهرستی از سازمان‌های مهم دولتی آمریکا، فعال در تحقیقات حوزه هوش مصنوعی

نام سازمان	توضیحات
بنیاد ملی علوم	سرمایه‌گذاری این بنیاد از چند دهه پیش، موجب دستیابی آمریکا به سیستم‌های یادگیری عمیق و استفاده از کاربردهای آن در مواردی همچون خودروهای خودگردان شده است.
آژانس پروژه‌های تحقیقاتی پیشرفته دفاعی	از جمله سازمان‌های پیشرو در حوزه تحقیقات هوش مصنوعی که اکنون در موج سوم سیستم‌های هوش مصنوعی که به‌ویژه در حوزه‌های نظامی و امنیتی کاربرد دارند، همچون سیستم‌های استدلال متنی و تشریح اقدامات و تصمیمات، سرمایه‌گذاری کرده است.
وزارت دفاع	مرکز مشترک هوش مصنوعی را تأسیس کرده است تا مقیاس کاربرد هوش مصنوعی و تأثیر آن در وزارت دفاع را افزایش دهد. این مرکز، تحقیقات هوش مصنوعی را مستقیماً در قابلیت‌های نظامی به‌کار برده و سامانه‌های دفاع ملی را تقویت کرده است.
سازمان پروژه‌های تحقیقاتی پیشرفته هوشمند	در موارد کاربردی هوش مصنوعی، همچون پردازش تصاویر و ترجمه و نگارش متون فعالیت می‌کند.
مؤسسه ملی استاندارد و فناوری آمریکا	به تحقیقات بنیادی در زمینه توسعه هوش مصنوعی قابل اطمینان، مقاوم، باثبات و امن می‌پردازد.
وزارت انرژی آمریکا	از جمله سازمان‌های پیشرو در حوزه تحقیقات هوش مصنوعی بوده و هزینه‌های هنگفتی را صرف هوش مصنوعی و کاربردهای آن در حوزه‌های انرژی، استخراج منابع انرژی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی کرده است.
اداره بازنشستگان ارتش	در همکاری با وزارت بهداشت آمریکا، داده‌های عظیمی در حوزه سلامت و داده‌های ژنتیک سربازان جمع‌آوری کرده است تا با استفاده از آنها حوزه سلامت را برای سربازان ارتقا دهد و همچنین در استفاده از هوش مصنوعی به‌منظور جلوگیری از خودکشی سربازان، بیماری سرطانی و بیماری‌های قلبی، تحقیقات گسترده‌ای داشته است.
مؤسسه ملی سلامت	روش‌های بهره‌برداری از هوش مصنوعی در حوزه‌های دارویی، همچون تشخیص بیماری و ارائه درمان‌های شخصی به افراد را دنبال کرده است.
وزارت حمل و نقل	همکاری تنگاتنگی با شرکت‌های خودروسازی داشته و داده‌هایی در ارتباط با رفت و آمدهای جاده‌ای به آنها ارائه داده است تا امکان توسعه خودروهای خودران مبتنی بر هوش مصنوعی را در خیابان‌ها و جاده‌های آمریکا فراهم آورند.
وزارتخانه‌های کار، تجارت، بهداشت و خدمات عمومی	به‌صورت مشترک آثار هوش مصنوعی را بر مشاغل مورد مطالعه و بررسی قرار داده‌اند و به دنبال استخراج فهرستی از مهارت‌هایی هستند که نیروی کار به‌منظور امکان بقا در جامعه‌ای مبتنی بر هوش مصنوعی در آینده باید آنها را بیاموزد.
سازمان ملی دریاها و اقیانوس‌ها	از هوش مصنوعی به‌منظور درک بهتر داده‌های جمع‌آوری شده از ماهواره‌ها استفاده می‌کند تا امکان ارائه داده‌های دقیق‌تر هواشناسی و ردگیری گردبادهای و طوفان‌ها را فراهم آورد.

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

۲-۴. شرکت‌های بخش خصوصی فعال در حوزه هوش مصنوعی

همان‌طور که در بخش‌های قبل ذکر شد، مطابق طرح خط‌مشی‌گذاری هوش مصنوعی آمریکا، دولت آمریکا تصویب کرده است که حجم سرمایه‌گذاری‌ها در حوزه فعالیت‌ها و تحقیقات بخش خصوصی و حوزه‌ها و کاربردهای عمومی دوبرابر شود. این افزایش سرمایه‌گذاری شامل حمایت از تحقیقات بنیادی در دانشگاه‌ها، پروژه‌های کاربردی در بخش عمومی و همچنین همکاری با بخش خصوصی برای توسعه فناوری‌های نوین می‌شود. درواقع خط‌مشی‌گذاران آمریکا به این نتیجه رسیده‌اند که بر خلاف سایر حوزه‌های فناوری که ابتدا در حوزه‌های نظامی سرمایه‌گذاری شده و سپس سرریز این سرمایه‌گذاری و نوآوری‌ها در بخش خصوصی تأثیر می‌گذارند، در حوزه هوش مصنوعی لازم است تحقیقات به‌صورت همه‌جانبه و به‌ویژه در بخش‌های خصوصی صورت گیرند و کاربردها و حوزه‌های نظامی نیز قطعاً از این پیشرفت‌ها منفعت خواهند برد.

علاوه بر این، شرکت‌های بخش خصوصی و غول‌های فناوری در ارتباط تنگاتنگی با دولت آمریکا به گسترش و بسط فناوری‌های هوش مصنوعی می‌پردازند و به نحوی فعالیت می‌کنند که خط‌مشی‌های این کشور را دنبال کرده و اهداف آن را برآورده کنند. در

حوزه سخت‌افزار، شرکت انویدیا نقش کلیدی ایفا می‌کند، در حالی که در حوزه نرم‌افزار، شرکت‌هایی مانند OpenAI و گوگل از مهم‌ترین بازیگران به‌شمار می‌روند.

هماهنگی شرکت‌های بزرگ فناوری آمریکا با دولت در حوزه هوش مصنوعی، نتیجه تعامل پیچیده‌ای از منافع مشترک، وابستگی‌های متقابل و ساختارهای نهادی است. دولت آمریکا و شرکت‌های فناوری در حفظ برتری در حوزه‌های حیاتی مانند هوش مصنوعی، امنیت سایبری و رقابت با چین منافع مشترکی دارند. برای مثال، شرکت‌هایی مانند مایکروسافت و آمازون با قراردادهای بزرگ با نهادهای دفاعی و اطلاعاتی، در پروژه‌های ملی مشارکت دارند. همچنین شرکت‌هایی مانند متا با ارائه مدل‌های هوش مصنوعی به آژانس‌های امنیتی، نقش فعالی در تقویت امنیت ملی ایفا می‌کنند. بسیاری از مدیران ارشد شرکت‌های فناوری، ارتباطات نزدیکی با نهادهای دولتی دارند و در فرایندهای خط‌مشی‌گذاری مشارکت می‌کنند. برای مثال در سال ۲۰۲۳، رهبران شرکت‌های فناوری در جلسات سنا، درباره تنظیم مقررات هوش مصنوعی حضور یافتند و در تدوین خط‌مشی‌ها نقش داشتند. شرکت‌های فناوری برای توسعه زیرساخت‌ها و دسترسی به بازارهای بین‌المللی، به حمایت‌های دولتی نیاز دارند. در مقابل، دولت نیز برای اجرای پروژه‌های ملی و حفظ برتری فناوری، به توانمندی‌های این شرکت‌ها متکی است. برای مثال پروژه Stargate با مشارکت شرکت‌هایی مانند OpenAI، Oracle و SoftBank برنامه‌ریزی کرده است که تا سال ۲۰۲۹ تا ۵۰۰ میلیارد دلار در زیرساخت‌های هوش مصنوعی در آمریکا سرمایه‌گذاری کند. دولت آمریکا با استفاده از ابزارهایی مانند تنظیم مقررات، اعطای امتیازات مالیاتی و قراردادهای دولتی، شرکت‌های فناوری را به پیروی از خط‌مشی‌های ملی ترغیب می‌کند. همچنین در صورت عدم همکاری، می‌تواند با اعمال محدودیت‌ها و تحریم‌ها، فشارهایی بر این شرکت‌ها وارد کند. در مجموع، این هماهنگی، نتیجه تعامل پیچیده‌ای از منافع مشترک، وابستگی‌های متقابل و ساختارهای نهادی است که به شرکت‌های فناوری انگیزه می‌دهد تا در راستای خط‌مشی‌های دولت آمریکا عمل کنند.

۱-۲-۴. انویدیا: پیشرو در سخت‌افزار هوش مصنوعی

انویدیا در سال ۱۹۹۳ توسط جنسن هوانگ، کریس مالاکوفسکی و کورتیس پریم تأسیس شد. این شرکت در ابتدا بر توسعه واحدهای پردازش گرافیکی برای بهبود تجربه بازی‌های ویدئویی تمرکز داشت. با معرفی GeForce ۲۵۶ در سال ۱۹۹۹، اولین GPU جهان، انویدیا توانست جایگاه خود را در بازار تثبیت کند.

در دهه ۲۰۰۰، انویدیا با درک پتانسیل GPUها در پردازش‌های موازی و کاربردهای فراتر از گرافیک، به‌ویژه در حوزه هوش مصنوعی، سرمایه‌گذاری‌های قابل توجهی انجام داد. این شرکت با توسعه پلتفرم CUDA در سال ۲۰۰۶، امکان برنامه‌نویسی موازی بر روی GPUها را فراهم کرد که به پژوهشگران اجازه داد الگوریتم‌های پیچیده هوش مصنوعی را با کارایی بالاتر اجرا کنند. این شرکت با تمرکز بر نوآوری و توسعه محصولات متنوع، توانست رقبای خود را کنار بزند و به‌عنوان بزرگ‌ترین شرکت سخت‌افزاری در حوزه هوش مصنوعی شناخته شود. این شرکت با ارائه GPUهای قدرتمند مانند سری Tesla و A100، زیرساخت‌های لازم برای آموزش مدل‌های بزرگ هوش مصنوعی را فراهم کرده است. همچنین، همکاری نزدیک با شرکت‌های نرم‌افزاری و ارائه پلتفرم‌های یکپارچه، موقعیت انویدیا را در بازار تقویت کرده است.

۲-۲-۴. OpenAI و انقلاب مدل‌های زبانی

شرکت OpenAI در دسامبر ۲۰۱۵ توسط گروهی از کارآفرینان شامل ایلان ماسک، سم آلتمن، گرگ براکمن، ایلیا سوتسکیر و جان تالین تأسیس شد. این شرکت در ابتدا به‌عنوان یک سازمان غیرانتفاعی شکل گرفت تا نگرانی‌های مربوط به سوءاستفاده از هوش مصنوعی و پیامدهای احتمالی آن در جامعه را کاهش دهد. چندین سرمایه‌گذار برجسته، از جمله ایلان ماسک، سم آلتمن، رید هافمن و پیتیر تیل در کنار هم منابع قابل توجهی به این پروژه اختصاص دادند تا پژوهش‌های نوآورانه‌ای در زمینه هوش مصنوعی به انجام برسد. مسئله مالکیت و سرمایه‌گذاری این شرکت البته فراز و نشیب بسیار داشته است. یکی از مهم‌ترین



سرمایه‌گذاران برای توسعه شرکت OpenAI، مایکروسافت بوده است. مایکروسافت همکاری خود را با OpenAI در سال ۲۰۱۹ با سرمایه یک میلیارد دلاری آغاز کرد و سپس قراردادی برای مجوز GPT-3 در پاییز ۲۰۲۰ امضا کرد. اخیراً نیز مایکروسافت در قراردادی که در ابتدای سال ۲۰۲۵ اعلام شد، به نحوی که مفاد اصلی قرارداد اولیه این دو شرکت تا سال ۲۰۳۰ تغییری نخواهد کرد. بر این اساس، API مدل‌های OpenAI همچنان در انحصار Azure از مایکروسافت باقی می‌ماند و تقسیم درآمد بین دو شرکت نیز مطابق با قرارداد اولیه است؛ به طوری که مایکروسافت ۲۰ درصد از درآمد OpenAI را دریافت می‌کند.

از همان ابتدا، شرکت OpenAI تصمیم گرفت که به طور شفاف و با ارائه دستاوردهایی که به نفع بشریت باشد، مسیر پیشرفت را هموار کند. در این مسیر، ابتدا مدل‌های زبانی اولیه مانند GPT-1 و سپس GPT-2 معرفی شدند که نشان از توانایی‌های فزاینده در تولید متن‌های انسانی و معنادار داشتند. با گذر زمان و افزایش سرمایه‌گذاری‌ها، OpenAI به توسعه مدل‌های پیچیده‌تری پرداخت؛ از جمله GPT-3 که با داشتن میلیارد‌ها پارامتر، مرزهای نوآوری در حوزه تولید متن را به چالش کشید. این شرکت بعدها با ارائه GPT-4 و مدل‌های استدلال‌گر نظیر o1 و o3، توانست در آزمون‌های پیشرفته ریاضی، کدنویسی و منطق عملکردی بی‌نظیری از خود به نمایش بگذارد. علاوه بر این، مشارکت‌های استراتژیک با مایکروسافت، که منجر به ایجاد زیرساخت‌های ابری پیشرفته و پروژه‌های مشترک مانند Stargate شد، نقش مهمی در تثبیت موقعیت OpenAI به عنوان یکی از پیشگامان جهانی هوش مصنوعی ایفا کرد. این روند توسعه، نه تنها به پیشرفت فناوری کمک کرد بلکه زمینه‌ساز تحولاتی در بازار و رقابت‌های بین‌المللی نیز شد. OpenAI همواره سعی کرده است که با استفاده از رویکردهای نوآورانه و به کارگیری تکنولوژی‌های نوین، جلوتر از رقبا بماند و مسیر توسعه هوش مصنوعی را تعریف کند.

مدل‌های زبانی OpenAI امروزه به سطح دقت و کارایی قابل توجهی دست یافته‌اند که بسیاری از آنها در آزمون‌های بین‌المللی و معیارهای استاندارد عملکردی برتر از سایر رقبا ظاهر شده‌اند. برای مثال، مدل‌های GPT-4 و نسخه‌های استدلال‌گر نظیر o1 و o3 توانسته‌اند در حوزه‌های ریاضی، کدنویسی و استدلال منطقی نتایجی شگفت‌انگیز ارائه دهند که در برخی موارد به توانایی‌های انسانی نزدیک شده است. این مدل‌ها با بهره‌گیری از زنجیره‌های تفکر^۱ و استفاده از الگوریتم‌های تقویت یادگیری، توانستند فرایندهای استدلالی خود را به گونه‌ای بهبود بخشند که پاسخ‌های تولید شده نه تنها دقیق، بلکه با جزئیات منطقی و تحلیلی همراه هستند.

در سال ۲۰۲۴، با ظهور DeepSeek، رقابت بین OpenAI و این استارت‌آپ چینی به شدت تشدید شد. DeepSeek با ارائه مدل R1 خود که با هزینه بسیار کمتری نسبت به مدل‌های OpenAI توسعه یافته بود، توانست در برخی معیارهای استدلالی با مدل‌های OpenAI رقابت کند. این مدل، به دلیل ساختار متن‌باز و شفافیت در نمایش زنجیره تفکر، توانست نظر کاربران را جلب کند و حتی در فروشگاه اپلیکیشن‌های آیفون جایگاه ChatGPT را از آن خود کند. در پاسخ به این چالش، مدیرعامل OpenAI، سم آلتمن، در شبکه‌های اجتماعی اعلام کرد که از ظهور رقیب جدید استقبال می‌کند و این رقابت برای او و تیمش انگیزه‌ای برای تسریع در ارائه مدل‌های پیشرفته‌تر به حساب می‌آید. به گفته آلتمن، این موضوع باعث می‌شود که شرکت‌های آمریکایی با تمرکز بر بهبود عملکرد و کاهش هزینه‌های محاسباتی، مدل‌های بسیار قدرتمندتری عرضه کنند. این تقابل، منجر به تغییراتی در بازار سرمایه‌گذاری شد؛ به طوری که سهام شرکت‌های فناوری بزرگ، از جمله انویدیا، دچار افت شدید شد. رقابت فزاینده میان این دو شرکت نشان می‌دهد که آینده هوش مصنوعی در سطح جهانی به شکلی بسیار پویا و چالش‌برانگیز خواهد بود [۱۱].

برنامه‌های آتی OpenAI مملو از نوآوری‌های چشمگیر است. این شرکت قصد دارد تا با تسریع روند عرضه مدل‌های جدید، همچنان در صدر عرصه هوش مصنوعی باقی بماند. سم آلتمن اعلام کرده است که OpenAI در حال کار بر روی مدل‌های نسل بعدی است که علاوه بر بهبود عملکرد در حوزه‌های استدلال و تولید متن، قادر به انجام وظایف پیچیده‌تر در زمینه‌های عملیاتی و

تحقیقاتی خواهند بود. از جمله این برنامه‌ها می‌توان به توسعه هوش مصنوعی‌های عامل^۱ اشاره کرد که قادرند به‌طور مستقل وظایف متعددی را در دنیای واقعی اجرا کنند. همچنین، این شرکت برنامه دارد تا با بهره‌گیری از فناوری‌های نوین مانند پردازش موازی و بهبود الگوریتم‌های یادگیری تقویتی هزینه‌های محاسباتی را به شکل قابل توجهی کاهش دهد.

۳-۲-۴. گوگل؛ غول فناوری در توسعه هوش مصنوعی

شرکت عظیم گوگل که فعالیت‌های بسیار گسترده‌ای در حوزه هوش مصنوعی داشته است، در سال ۲۰۱۵ میلادی با تأسیس شرکت مادر آلفابت به‌عنوان شرکت بالادستی خود، تغییراتی اساسی در خط‌مشی‌گذاری‌ها و نحوه عملکرد خود ایجاد کرد. شرکت گوگل در سال ۱۹۹۸ میلادی توسط دو فارغ‌التحصیل دانشگاه استنفورد، لری پیج و سرگی برین تأسیس شد. گوگل تقریباً به قدرت برتر در حوزه کاری خود تبدیل شده و این شرکت به فرهنگ خلاقیت و رویکرد نوآوری خود در توسعه محصولات و خدمات جدید شناخته می‌شود. گوگل طیف وسیعی از محصولات و خدمات مبتنی بر اینترنت را ارائه می‌کند که هدف آنها تأمین نیازهای شخصی و حرفه‌ای در حوزه‌های ارتباطات، تولید، سازماندهی و افزایش سطح عملکرد و کارایی است.

در سال ۲۰۱۵، با تأسیس شرکت آلفابت، موتور جستجوگر گوگل به یکی از زیرمجموعه‌های آلفابت تبدیل شد و کلیه پروژه‌ها و تیم‌های گوگل همگی به زیرشاخه‌هایی از شرکت آلفابت تبدیل شدند. شرکت آلفابت درواقع یک هلدینگ تجاری است که خودش مستقیماً هیچ عملیات تجاری انجام نمی‌دهد. پروژه‌ها و شرکت‌هایی همچون Google, CapitalG, Calico, Access, Development X, Waymo, Verily, Nest, Ventures همگی زیرمجموعه‌های آلفابت به‌شمار می‌آیند. در اصطلاحات زبانی داخلی شرکت آلفابت، پروژه‌های مرتبط با شرکت گوگل با عنوان پروژه‌های آلفا و سایر پروژه‌ها، تحت عنوان سایر بت‌ها (معادل فارسی: سایر سرمایه‌گذاری‌ها) مورد اشاره قرار می‌گیرند.

در زمینه هوش مصنوعی پس از موفقیت OpenAI، شرکت‌های بزرگی مانند آلفابت استراتژی‌های خود را برای رقابت در حوزه هوش مصنوعی تقویت کردند. گوگل یا آلفابت با تکیه بر زیرساخت‌های قدرتمند و تیم‌های پژوهشی خود، مدل‌های زبانی پیشرفته‌ای مانند BERT را توسعه داد که در بهبود نتایج جستجو و کاربردهای دیگر مؤثر بودند. به‌علاوه، این شرکت با سرمایه‌گذاری در توسعه سخت‌افزارهای اختصاصی مانند TPU، سعی در بهینه‌سازی زیرساخت‌های خود برای آموزش و اجرای مدل‌های هوش مصنوعی دارد. این استراتژی به گوگل امکان می‌دهد تا با کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی، در رقابت با سایر شرکت‌ها پیش‌تاز باشد.

در دید کلان، راهبرد تجاری شرکت آلفابت براساس سه اصل بنا شده است:

۱. ایجاد تنوع در مشاغل و معرفی محصولات و خدمات جدید طی فرایندی منظم و سیستماتیک.

۲. دستیابی به مالکیت شرکت‌های موفق حوزه هوش مصنوعی.

۳. بیشینه‌سازی سود از طریق ایجاد یک اکوسیستم پویا و بسته [۱۶] و [۱۷].

● ایجاد تنوع در مشاغل و معرفی محصولات و خدمات جدید طی فرایند سیستماتیک

این راهبرد هسته اصلی راهبرد تجاری آلفابت (راهبرد تجاری گوگل) به‌شمار می‌آید. سبد محصولات شرکت آلفابت که در سال ۱۹۹۸ تنها موتور جستجوگر را شامل می‌شد، در طول سالیان گذشته به‌صورت مستمر گسترش یافته است. امروز، آلفابت گسترده‌ترین بازه محصولات و خدمات، شامل خودروهای خودران، دوربین‌های فیلم‌برداری هوشمند درون و بیرون ساختمان، ترموستات‌های هوشمند، آژیرهای هوشمند دود، تلفن‌های همراه هوشمند، دستیارهای صوتی هوشمند، سیستم‌های مسیریابی و بسیاری از محصولات دیگر را ارائه می‌دهد. مزیت اصلی شرکت آلفابت، همین است که با در اختیار داشتن این تنوع گسترده، دست بالا را در حوزه‌های فراوانی در اختیار دارد و در نتیجه از قدرت بالایی برای مقابله با رقبا برخوردار خواهد بود.

● خرید حق مالکیت شرکت‌های موفق در حوزه هوش مصنوعی

یکی از راهبردهای اصلی آلفابت در حوزه تجاری، رشد سریع شرکت از طریق کسب مالکیت شرکت‌های نوپای موفق است. شرکت آلفابت، براساس اطلاعات موجود تا سال ۲۰۲۵، شرکت آلفابت (شرکت مادر گوگل) بیش از ۲۶۰ شرکت نوپای موفق را خریداری کرده است. این امر، مزیت رقابتی برجسته‌ای را برای آلفابت ایجاد می‌کند و همچنین منافع عمیقی برای دولت آمریکا به دنبال خواهد داشت. چراکه آلفابت با خرید اکثر شرکت‌های موفق نوپا در زمینه هوش مصنوعی، فرهنگ‌سازمانی خود را به این شرکت‌های جدید القا کرده و تمامی آنها را همسو با خواسته‌های تجاری خود و منافع سیاسی و امنیتی آمریکا جهت‌دهی می‌کند. یکی از مهم‌ترین این شرکت‌های نوپا، شرکت بریتانیایی Technologies DeepMind بود که گوگل در سال ۲۰۱۴ آن را با مبلغی بین ۴۰۰ تا ۶۵۰ میلیون دلار خریداری کرد. این شرکت در زمینه یادگیری ماشین، الگوریتم‌های پیشرفته و علوم اعصاب سیستم‌ها فعالیت می‌کرد و هدف آن توسعه هوش مصنوعی عمومی (AGI) با قابلیت‌های مشابه انسان بود. در زمان خرید، DeepMind در حال توسعه سیستم‌هایی بود که می‌توانستند بازی‌های ویدئویی را به‌صورت مشابه با انسان‌ها یاد بگیرند و بازی کنند. این خرید، یکی از بزرگ‌ترین سرمایه‌گذاری‌های گوگل در حوزه هوش مصنوعی تا آن زمان بود.

اخیراً نیز در مارس ۲۰۲۵، شرکت آلفابت (شرکت مادر گوگل) اعلام کرد که قصد دارد شرکت امنیت سایبری Wiz را به ارزش ۳۲ میلیارد دلار به‌صورت نقدی خریداری کند. این معامله، بزرگ‌ترین خرید در تاریخ آلفابت محسوب می‌شود و هدف آن تقویت موقعیت گوگل در بازار خدمات ابری و امنیت سایبری است. Wiz، یک استارت‌آپ اسرائیلی - آمریکایی است که در سال ۲۰۲۰ توسط افسران سابق واحد ۸۲۰۰ ارتش اسرائیل تأسیس شد. این شرکت در مدت کوتاهی توانست به یکی از پیشروان امنیت ابری تبدیل شود و بیش از ۴۰ درصد از شرکت‌های Fortune ۱۰۰ (فهرست ۱۰۰ شرکت برتر دنیا) را به‌عنوان مشتری جذب کند. پلتفرم Wiz به سازمان‌ها امکان می‌دهد تا تهدیدات امنیتی را در محیط‌های چندابری مانند AWS، Azure و Google Cloud شناسایی و مدیریت کنند. پس از تکمیل معامله، Wiz به بخش Cloud Google ملحق خواهد شد، اما برند مستقل خود را حفظ کرده و به ارائه خدمات در تمامی پلتفرم‌های ابری اصلی ادامه خواهد داد.

● پیشینه‌سازی سود از طریق ایجاد یک اکوسیستم بسته

شرکت آلفابت، مجموعه‌ای از خدمات و کاربردهای مرتبط با یکدیگر را ایجاد کرده است. مشتریان معمولاً با استفاده از مرورگر کروم، تماشای ویدئوهای یوتیوب یا استفاده از سیستم نامه‌رسان جی‌میل وارد این اکوسیستم می‌شوند و خیلی زود به سمت استفاده از سایر خدمات همچون درایو، پلی، تقویم، بلاگر و سایر موارد جلب خواهند شد. هرچه طیف محصولات مورد استفاده یک مشتری گسترده‌تر باشد، گوگل سود بیشتری را از طریق تبلیغات به اشکال مختلف کسب خواهد کرد.

۳-۴. بخش نظامی و امنیتی

اهداف مطرح شده در طرح راهبردی وزارت دفاع آمریکا در حوزه هوش مصنوعی عبارت‌اند از:

- شناسایی مزایای استفاده از هوش مصنوعی در کاربردهای نظامی.
- گسترش تأثیر هوش مصنوعی در تمامی بخش‌های وزارت دفاع به‌منظور توسعه و آزمایش‌های غیرمتمرکز.
- آموزش و استخدام نیروهای متخصص در حوزه‌های هوش مصنوعی در تمامی بخش‌های ارتش.
- توجه به اصول ایمنی و اخلاقی در کاربردهای هوش مصنوعی.
- وزارت دفاع آمریکا، به‌منظور دستیابی به اهداف مذکور، راهبردهای ذیل را مدنظر قرار داده است:
- تأمین قابلیت‌های مبتنی بر هوش مصنوعی به‌منظور اجرای بهتر مأموریت‌ها.
- شراکت با شرکت‌های پیشروی حوزه فناوری، دانشگاه‌ها و متحدین و شرکای بین‌المللی.

- بهره‌برداری از نتایج جوامع برنامه‌نویسی متن‌باز.
- ارائه و برگزاری دوره‌های آموزش هوش مصنوعی به نیروهای نظامی.
- تدوین اصول دفاعی هوش مصنوعی.

۱-۳-۴. آژانس امنیت ملی آمریکا و ارتباط آن با شرکت‌های بخش خصوصی

با آغاز پیشرفت شرکت‌های حوزه فناوری واقع در دره سیلیکن در ایالت کالیفرنیا در دهه ۱۹۹۰ میلادی، آژانس امنیت ملی آمریکا و آژانس اطلاعات مرکزی آمریکا به این نتیجه رسیدند که شرکت‌های مذکور از پتانسیل بالایی به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات برخوردارند.

آژانس امنیت ملی آمریکا به دنبال گسترش دامنه اقدامات نظارتی خود بر شهروندان و همچنین سایر کشورها از طریق فناوری‌های هوش مصنوعی است. این سازمان، به‌منظور دستیابی به این هدف تمرکز زیادی بر جمع‌آوری داده از شهروندان قرار داده است. در همین راستا، آژانس امنیت ملی آمریکا، پروژه‌ای تحت عنوان AQUAINT (پاسخ‌گویی پیشرفته اطلاعاتی به پرسش‌ها) [۱۸] را به اجرا در آورده است که هدف از آن، تشخیص تفکرات و ذهنیت انسان‌ها بوده و به‌نوعی پلیس افکار به حساب می‌آید. ملاحظات و انتقادات اخلاقی به این پروژه تا حدی پیش رفته است که حتی برخی از مهندسين شاغل در این پروژه به‌دلیل نگرانی‌های اخلاقی از پروژه مذکور کناره‌گیری کرده و اعلام کرده‌اند حاضر به ادامه همکاری در این زمینه نیستند. مسئولیت پروژه AQUAINT بر عهده آژانس پروژه‌های تحقیقاتی پیشرفته اطلاعاتی (یارپا) قرار دارد که زیرمجموعه‌ای از آژانس امنیت ملی آمریکا به‌شمار می‌رود و در زمینه پروژه‌های اطلاعاتی و هوشمند مشغول به فعالیت است.

نکته حائز اهمیت آنکه، آژانس امنیت ملی آمریکا، به‌منظور جمع‌آوری داده‌های موردنیاز برای پروژه مذکور، با شرکت‌های بخش خصوصی همچون گوگل، اپل، مایکروسافت، فیس‌بوک و IBM در ارتباط بوده و از قابلیت‌های آنها در دستیابی به اطلاعات و جمع‌آوری و ذخیره آنها بهره می‌گیرد. به‌ویژه گوگل در مرکز این همکاری‌ها قرار دارد.

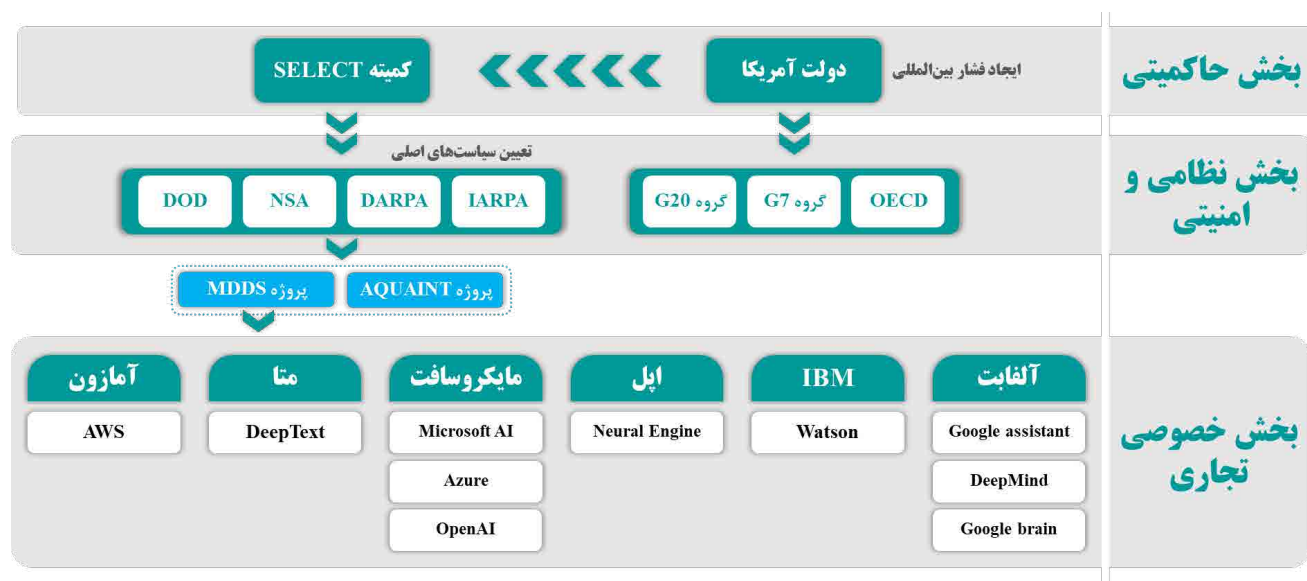
برخی از تحقیقاتی که منجر به تأسیس شرکت گوگل شدند، توسط گروه‌های تحقیقاتی زیرمجموعه آژانس امنیت ملی آمریکا مورد پشتیبانی مالی قرار گرفته‌اند. این همکاری‌ها، ایجاد نظارتی جامع و همه‌جانبه با همکاری دولت و بخش خصوصی بر جامعه و شهروندان را امکان‌پذیر ساخته‌اند. درنهایت، آژانس امنیت ملی آمریکا و سازمان مرکزی اطلاعات، با راه‌اندازی پروژه‌ای تحت عنوان MDDS (سیستم‌های داده دیجیتال عظیم) [۹]، به پشتیبانی مالی از شرکت‌های مطرح فناوری در دره سیلیکون پرداختند.

سازمان‌های دفاعی و امنیتی ایالات متحده، به‌ویژه آژانس پروژه‌های تحقیقاتی پیشرفته دفاعی (DARPA)، نقش محوری در توسعه فناوری‌های هوش مصنوعی (AI) ایفا کرده‌اند. از دهه ۱۹۶۰، DARPA با تأمین مالی پروژه‌های تحقیقاتی در دانشگاه‌ها و مؤسسات تحقیقاتی، بنیانگذار بسیاری از پیشرفت‌های اولیه در زمینه AI بود. در سال ۲۰۱۸، DARPA با راه‌اندازی کمپین «Next AI» به ارزش بیش از ۲ میلیارد دلار، به‌طور رسمی وارد فاز جدیدی از سرمایه‌گذاری در AI شد. این کمپین به دنبال توسعه سیستم‌های هوش مصنوعی قابل‌اعتماد برای مأموریت‌های امنیت ملی بود. همچنین، برنامه «Forward AI» این سازمان به‌منظور اکتشاف مسیرهای جدید در تحقیق و توسعه AI با هدف ایجاد سیستم‌های هوشمند قابل‌اعتماد برای مأموریت‌های ملی طراحی شده است. این سازمان، از روش‌هایی مانند تخصیص گزینش یا تعریف چالش به شناسایی تیم‌ها و حل مسائل خود می‌پردازد. نظام تأمین مالی DARPA به‌گونه‌ای است که پروژه‌های تحقیقاتی اولیه در این سازمان آغاز و سپس به سایر نهادهای تحقیقاتی و دانشگاه‌ها منتقل می‌شوند. این فرایند، باعث می‌شود که تحقیقات بنیادی به‌سرعت به کاربردهای عملی در صنعت و جامعه تبدیل شوند. برای مثال، فناوری‌هایی که در پروژه‌های DARPA توسعه می‌یابند، پس از تکمیل مراحل تحقیقاتی، به‌صورت فراخوان‌های مقالات و پروژه‌های تحقیقاتی در اختیار جامعه علمی و صنعتی قرار می‌گیرند.

۵. مدل مفهومی مسیر توسعه هوش مصنوعی در آمریکا

با توجه به مباحث مطرح شده در این سند و با مطالعات صورت گرفته بر روی مسیر حرکت آمریکا در حوزه هوش مصنوعی، شکل پایین مدلی مفهومی از سیستم مدیریتی هوش مصنوعی در این کشور ارائه می‌کند.

شکل ۵. مدل مفهومی ساختار حکمرانی هوش مصنوعی در آمریکا



مأخذ: یافته‌های پژوهش.

همان‌طور که در این شکل نمایش داده می‌شود، دولت آمریکا از طریق کمیته SELECT به تعیین و ابلاغ خط‌مشی‌های اصلی حوزه هوش مصنوعی می‌پردازد و به‌موازات این مسئله، با ایجاد فشار بین‌المللی، سایر کشورها را مجاب به همراهی با خط‌مشی‌های خود می‌کند. خط‌مشی‌های وضع شده از سوی کمیته SELECT به سازمان‌های نظامی و امنیتی همچون آژانس امنیت ملی، وزارت دفاع و سایر سازمان‌ها ابلاغ می‌شوند و پروژه‌هایی مانند AQUAINT و MDDS آژانس امنیت ملی، ارتباط میان این سازمان و شرکت‌های بخش خصوصی را برقرار می‌کنند. شرکت‌های بخش خصوصی، همچون آلفابت، IBM، اپل، مایکروسافت و فیس‌بوک، در راستای خط‌مشی‌های وضع شده از سوی NSA، به جمع‌آوری داده‌ها پرداخته و علاوه بر آنکه از این داده‌ها به‌منظور افزایش حوزه تسلط و درآمدهای مالی خود بهره می‌گیرند، آنها را در اختیار آژانس امنیت ملی قرار می‌دهند تا از آنها در جهت منافع دولت بهره‌برداری کند.

۶. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

مطالعه مسیر و خط‌مشی‌گذاری‌های هوش مصنوعی دولت آمریکا، به‌روشنی نشان می‌دهد که حاکمان این کشور به این نتیجه رسیده‌اند که حوزه هوش مصنوعی برخلاف بسیاری از حوزه‌های دیگر فناوری است که ابتدا در حوزه‌های نظامی پیشرفت کرده و سپس از آثار این پیشرفت‌ها در حوزه‌های شهری و کاربردهای تجاری سود می‌برند. درواقع آنها دریافته‌اند که به‌دلیل کاربردهای

گسترده هوش مصنوعی، تمرکز در این حوزه باید ابتدا بر کاربردهای تجاری باشد و سرریز این پیشرفت‌ها و تحقیقات، تأثیر خود را در حوزه‌ها و کاربردهای نظامی نشان دهند. به همین دلیل است که در طرح جامع هوش مصنوعی سال ۲۰۱۹ آمریکا، دولت این کشور مکلف شده است تا حجم سرمایه‌گذاری‌های هوش مصنوعی در بخش خصوصی را دو برابر کند. این اولویت توسعه در بخش خصوصی به دو دلیل عمده است:

۱) بخش خصوصی، به‌ویژه شرکت‌های فناوری مانند گوگل، مایکروسافت و آمازون، به حجم عظیمی از داده‌ها و زیرساخت‌های محاسباتی دسترسی دارند که برای آموزش مدل‌های پیشرفته AI ضروری است. این منابع در بخش دولتی یا نظامی به‌صورت محدودتری وجود دارند.

۲) بخش خصوصی به‌دلیل رقابت بازار و انگیزه‌های سودآوری، توانسته است با سرعت بیشتری در زمینه AI نوآوری کند. این امر باعث شده است که دولت به‌جای توسعه مستقل فناوری، به همکاری و بهره‌برداری از دستاوردهای بخش خصوصی روی آورد. نکته دیگر آنکه سازمان‌های دولتی آمریکا، به‌موازات یکدیگر به تحقیق و توسعه در حوزه‌های گوناگون هوش مصنوعی می‌پردازند، چراکه حوزه هوش مصنوعی گسترده‌تر از آن است که یک تیم تحقیقاتی یا یک سازمان بتواند به‌تنهایی آن را به پیش برده و موفق به اجرای نوآوری‌های گوناگونی در آن شوند. اگرچه یک نهاد بالادستی (کمیته SELECT) به‌عنوان راهبر کلان و همسوکننده ساختار توسعه فناوری در این کشور وجود دارد.

نکته حائز اهمیت دیگر در خط‌مشی‌های آمریکا در حوزه‌های هوش مصنوعی، وجود ابرشرکتی همچون آلفاست که موجب می‌شود تمامی شرکت‌های نوپای موفق در زمینه هوش مصنوعی شناسایی شده و زیر چتر یک مدیریت واحد قرار گیرند تا کنترل مسیر هوش مصنوعی در اختیار تنها چند شرکت قدرتمند بخش خصوصی قرار گیرد که در تعامل مستقیم با دولت آمریکا بوده و نتایج و مزایای حاصل از تحقیقات خود را مستقیماً در اختیار دولت قرار می‌دهند.

با در نظرگیری مهم‌ترین نکات مطرح شده در گزارش، ضروری است این نکات با شرایط کشور نسبت‌سنجی شده و سپس توصیه‌هایی بر این اساس ارائه شود.

● شرکت‌های فناور مانند آلفابت یا مایکروسافت از لحاظ حجم داده و حجم جامعه مخاطب، نه در ایران، بلکه در بسیاری از نقاط جهان وجود ندارند. علاوه بر این بخش خصوصی در کشور با چالش‌های متعددی از جمله عدم ثبات اقتصادی بلندمدت، قوانین متعدد و در برخی موارد متعارض (به‌خصوص در حوزه داده و فضای مجازی)، تداخل وظایف دستگاهی در بخش حاکمیتی، و مواردی از این دست مواجه است که بر کارآمدی و حجم سرمایه‌گذاری در این بخش مؤثر است. بنابراین اتکای توسعه این فناوری بر بخش خصوصی در کشور ما در کوتاه‌مدت، امری غیر ناممکن است.

● نکته مهم دیگر همسوسازی منافع بخش خصوصی با اهداف حاکمیت است. در کشور ما گاهی شرکت‌های بخش خصوصی و به‌طور خاص شرکت‌های حوزه اقتصاد دیجیتال، به دلایل متعددی که از حوصله این گزارش خارج است، اهداف و دستاوردهایی زاویه‌دار با خواست حاکمیت دارند. بنابراین دستیابی به راه‌حلی که منجر به انتفاع بخش عمومی و بخش خصوصی و در نتیجه همکاری سازنده این دو بخش شود، امری دشوار و نیازمند تدابیر گوناگون است. در این زمینه سازوکار تنظیم‌گری این فناوری در کشور بسیار اهمیت خواهد داشت.

● علاوه بر این موارد، ظرفیت نهادی دولت به‌عنوان بستر اتخاذ و اجرایی‌سازی هرگونه تصمیم اصلاحی، به دلایل مختلف در کشور ما محدود است. علاوه بر این تعدد دستگاه‌ها و تعارض صلاحیت‌ها بر پیچیده و بغرنج شدن مسائل می‌افزاید. بنابراین ضروری است در مسئله فوری و پر اهمیت حکمرانی هوش مصنوعی، راهبردهای جایگزین نظام اداری کشور و مبتنی بر ساختارهای چابک و نخبگانی و در عین حال سازگار با بستر نهادی کشور، اتخاذ شود.

● در عین فقدان ابرشرکت‌هایی مانند متا و آلفابت که ظرفیت حمایت از شرکت‌های خرد هوش مصنوعی را در آمریکا ایجاد



کرده‌اند، ظرفیت قانونی و نهادی کشور در حمایت از شرکت‌های دانش بنیان که در سال‌های اخیر شکل گرفته است، می‌تواند در توسعه کارکرد محور این فناوری در بخش‌های مختلف، موثر و کارآمد باشد.

● محدودیت بودجه‌ای و ساختاری در کشور، زاویه جدی توسعه‌دهندگان جهانی این فناوری در آمریکا با استقلال و پیشرفت کشور و مردم ایران، عقب‌ماندگی و تأخیر نسبی کشور در توسعه این فناوری و سایر محدودیت‌های ذکر شده، لازمه دستیابی به راهبردهای توسعه بومی‌سازی شده در کشور را ضروری ساخته است. ضروری است این راهبردها به شکل نقطه‌زن و هدفمند، میان‌بر و با بیشترین آورده در عین کمترین هزینه‌کرد برای کشور طراحی شده باشد. لازمه این امر وجود یک دستگاه نخبگانی و چابک است که در این زمینه دستورکار مشخص داشته باشد.

● مسئله دیگر محدودیت‌های زیرساختی در کشور از جمله میکروالکترونیک و پردازنده‌های مورد نیاز است. در این زمینه علاوه بر ضرورت استفاده از ظرفیت‌های دور زدن تحریم، بهره‌مندی از همکاری‌های بین‌المللی مفید خواهد بود.

با توجه به آنچه بیان شد در توسعه هوش مصنوعی، موارد زیر می‌توانند به‌عنوان توصیه‌هایی برای ایران در نظر گرفته شوند:

❶ **ایجاد نهاد فراوزارتخانه‌ای برای راهبری هوش مصنوعی:** تأسیس نهادی در بالاترین سطح تصمیم‌گیری کشور که به‌صورت چابک و با تقسیم وظایف مشخص، وظیفه ایجاد راهبردهای توسعه مختص کشور و هدایت و راهبری این راهبردها را داشته باشد.

❷ **تشکیل ساختار چندبخشی هماهنگ:** ایجاد ساختاری متشکل از نهادهای توسعه فناوری (مانند سازمان‌های دفاعی)، بخش خصوصی و استارت‌آپ‌ها برای تجاری‌سازی فناوری و دستگاه‌های دولتی برای حمایت و تسهیل‌گری در حوزه‌های تخصصی با دغدغه ایجاد منافع مشترک و جمعی.

❸ **ایجاد شرکت‌های مادر توسعه‌دهنده فناوری هوش مصنوعی:** تأسیس شرکت‌هایی با هدف بهینه‌سازی روند توسعه فناوری و شناسایی بازارهای بکر، به‌ویژه در حوزه‌هایی که نیاز به نوآوری و توسعه سریع دارند.

❹ **تأمین زیرساخت‌های ضروری توسط دولت:** سرمایه‌گذاری دولت در زیرساخت‌های حیاتی مانند حمایت از شرکت‌های نوپا، حکمرانی داده، زیرساخت‌های محاسباتی پیشرفته و پلتفرم‌های هوش مصنوعی برای تسهیل توسعه این فناوری.

❺ **سرمایه‌گذاری در آموزش و توسعه نیروی انسانی:** برنامه‌ریزی برای آموزش نیروی انسانی متخصص در حوزه هوش مصنوعی و فراهم کردن بسترهایی برای جذب و نگهداشتن استعدادها.

❻ **تسهیل مشارکت بین‌المللی و جذب سرمایه‌گذاری خارجی:** ایجاد خط‌مشی‌هایی برای جذب سرمایه‌گذاری خارجی و همکاری با کشورهای دیگر در پروژه‌های مشترک هوش مصنوعی با ایجاد منافع مشترک با هدف بهره‌مندی از تجربیات بین‌المللی و زیرساخت‌های سایر کشورها.

منابع و مآخذ



- [۱] عطار، سعید. اقتصاد سیاسی هوش مصنوعی در آمریکا: فرصت‌ها و چالش‌ها، دو ماهنامه آمریکاشناسی، ۱۴۰۲.
- [۲] جعفری، زهرا و خردمندان، سهیلا و رجبی، ابوالقاسم و ملائی، محمد (۱۴۰۳). توسعه هوش مصنوعی (۳): ارائه تصویری از توسعه هوش مصنوعی در سطح جهان و ایران. (۲۰۴۰۴). ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۳۲(۱۱)، ۲۰۴۰۴.
- [۳] محمودی، مصطفی و اکبری، ایمان و مهربان هلان، محمد مهدی (۱۴۰۳). حکمرانی هوش مصنوعی (۲): مفاهیم، ابعاد و مؤلفه‌ها. ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۳۲(۱۰)، ۲۰۳۴۰.
- [4] McCulloch, Warren S., and Walter Pitts. "A logical calculus of the ideas immanent in nervous ac-

- tivity.” The bulletin of mathematical biophysics 5, no. 4 (1943): 115-133.
- [5] A. Turing, “Computing Machinery and Intelligence,” *Mind*, vol. LIX, no. 236, pp. 433–460, 1950.
- [6] R. K. Lindsay, B. G. Buchanan, E. A. Feigenbaum, and J. Lederberg, “DENDRAL: A case study of the first expert system for scientific hypothesis formation,” *Artif. Intell.*, vol. 61, no. 2, pp. 209–261, 1993
- [7] “Deep Blue defeats Garry Kasparov in chess match.”
<https://www.history.com/this-day-in-history/deep-blue-defeats-garry-kasparov-in-chess-match> (Accessed Feb. 19, 2025).
- [8] “NVIDIA’s Next Generation Cuda™ Compute Architecture: Fermi.”
- [9] J. Nesbit, “Google’s true origin partly lies in CIA and NSA research grants for mass surveillance,” 2017, [Online]. Available:
<https://qz.com/1145669/googles-true-origin-partly-lies-in-cia-and-nsa-research-grants-for-mass-surveillance>
- [10] Y. Lecun, Y. Bengio, and G. Hinton, “Deep learning,” *Nature*, vol. 521, no. 7553, pp. 436–444, 2015, doi: 10.1038/nature14539.
- [11] Stanford University, “Introduction to the AI Index Report 2024,” 2024.
- [12] NITRD, “American Artificial Intelligence Initiative: Year one annual report,” 2020. [Online]. Available:
<https://www.nitrd.gov/>
- [13] R. Vought, “Guidance for Regulation of Artificial Intelligence Applications Introduction,” vol. 3967, no. 13, p. 15, 2020, [Online]. Available:
<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2020/11/M-21-06.pdf>
- [14] “The National Artificial Intelligence Research and Development Strategic PLAN: 2019 Update,” 2019.
- [15] R. M. White, “Reports of Committees: Report of the Select Committee on Race Relations and Immigration 1,” *Mod. Law Rev.*, vol. 41, no. 5, pp. 559–568, 1978, doi: 10.1111/j.1468-2230.1978.tb00818.x.
- [16] A. Thompson, “Google (Alphabet): Generic Competitive Strategy & Growth Strategies,” 2024.
<https://panmore.com/google-generic-strategy-intensive-growth-strategies>
- [17] “Alphabet Inc. (Google) Report,” 2017.
<https://research-methodology.net/google-report-9>.
- [18] P. BATES, “Tomorrow’s Surveillance: Four Technologies The NSA Will Use to Spy on You - Soon,” 2015.
<https://www.makeuseof.com/tag/technology-nsa-will-using-next-five-years>.

گزیده سیاستی

مطالعه سیر پیشرفت هوش مصنوعی در کشورهای همچون آمریکا، می‌تواند راهنمای قابل اعتنایی برای تحلیل وضعیت فعلی، ترسیم آینده این صنعت در سطح بین‌المللی، تعیین جایگاه آن در نظام‌های حکمرانی جهانی و طراحی نقشه راه‌های بومی در حوزه هوش مصنوعی باشد.



مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

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

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

وبسایت: rc.majles.ir