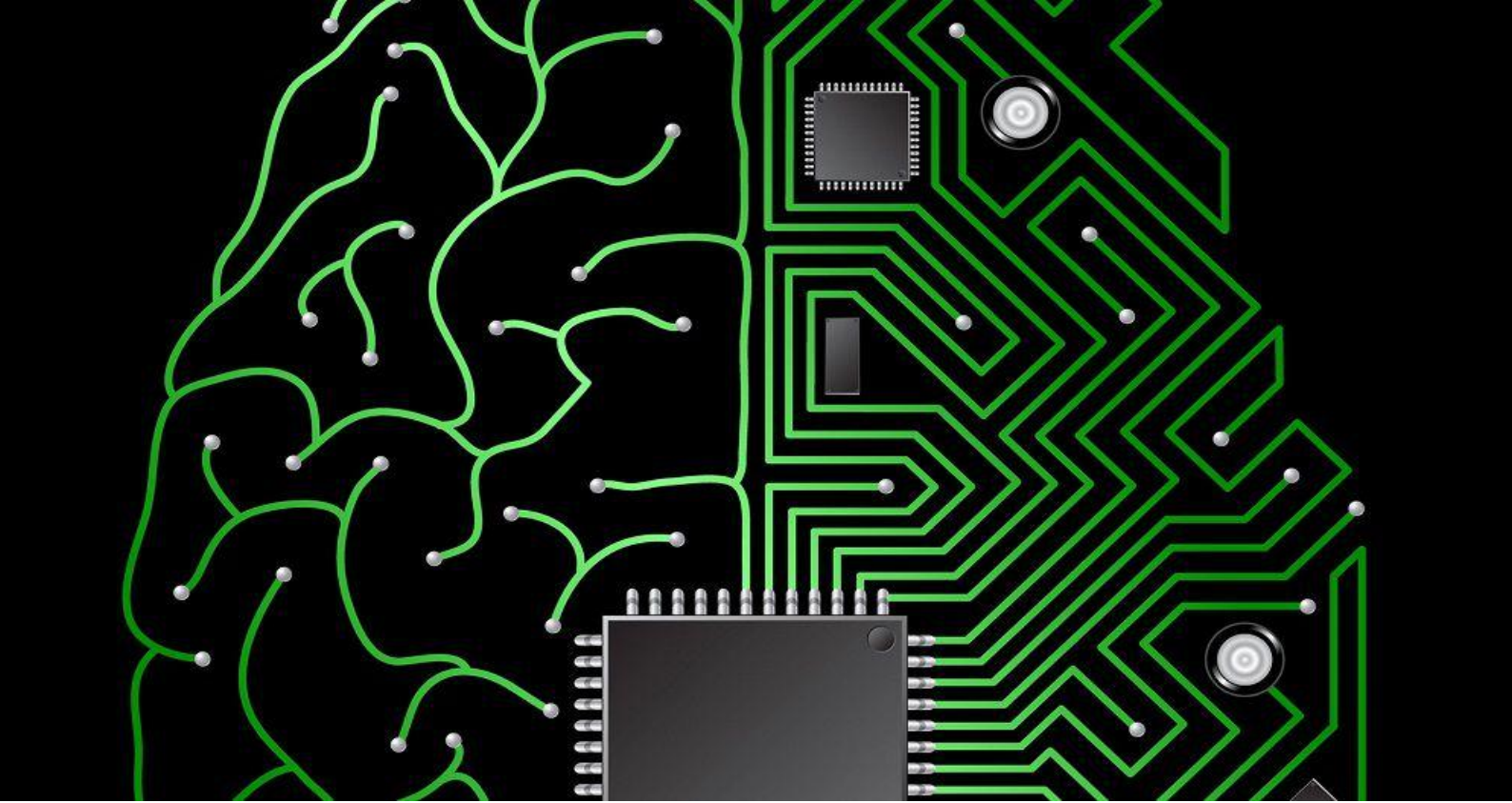




تحلیل تطبیقی سیاست‌ها و استراتژی‌های جهانی هوش مصنوعی و توصیه راهبردی برای حکمرانی ملی ایران

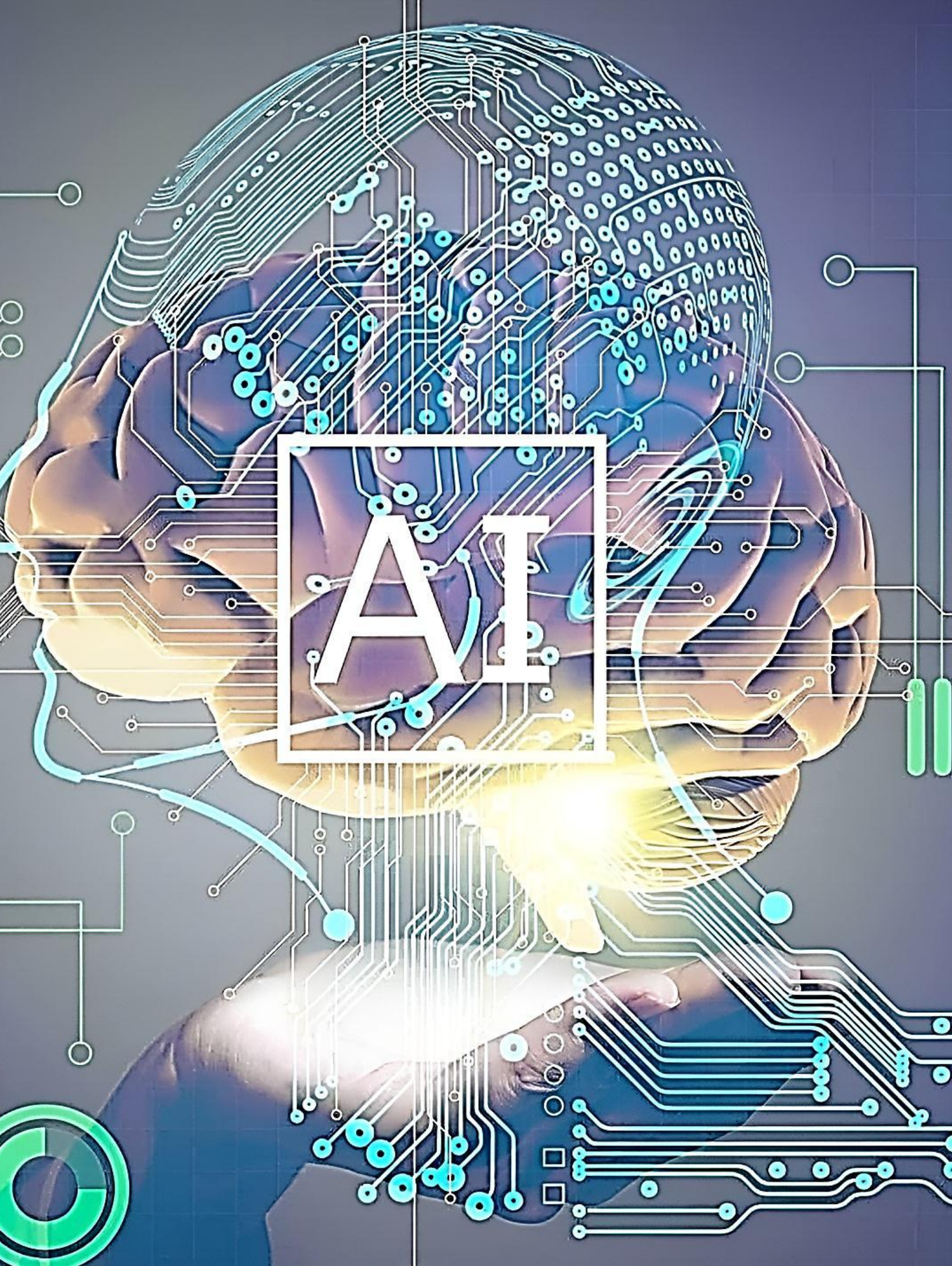


پژوهشگاه ارتباطات
و فناوری اطلاعات
(مرکز تحقیقات مخابرات ایران)



فهرست

خلاصه مدیریتی	۴
مقدمه	۷
مروری بر استراتژی اتحادیه اروپا در هوش مصنوعی	۸
مروری بر استراتژی کانادا در هوش مصنوعی	۱۱
مروری بر استراتژی چین در هوش مصنوعی	۱۵
مروری بر استراتژی بریتانیا در هوش مصنوعی	۱۸
مروری بر استراتژی ترکیه در هوش مصنوعی	۲۲
تحلیل قیاسی کشورهای مورد مطالعه	۲۶
توصیه‌های راهبردی برای توسعه هوش مصنوعی در ایران	۲۹
مراجع	۳۲



خلاصه مدیریتی

در عصر رقابت فناوریانه، هوش مصنوعی به زیرساخت اصلی قدرت اقتصادی و حکمرانی هوشمند کشورها بدل شده است. این گزارش با هدف الهام‌گیری از تجربه‌های جهانی و تدوین مسیر راهبردی ایران، به بررسی سیاست‌ها و چارچوب‌های تنظیم‌گری پنج کشور منتخب (اتحادیه اروپا، کانادا، چین، بریتانیا و ترکیه) پرداخته است.

یافته‌های کلیدی عبارتند از:

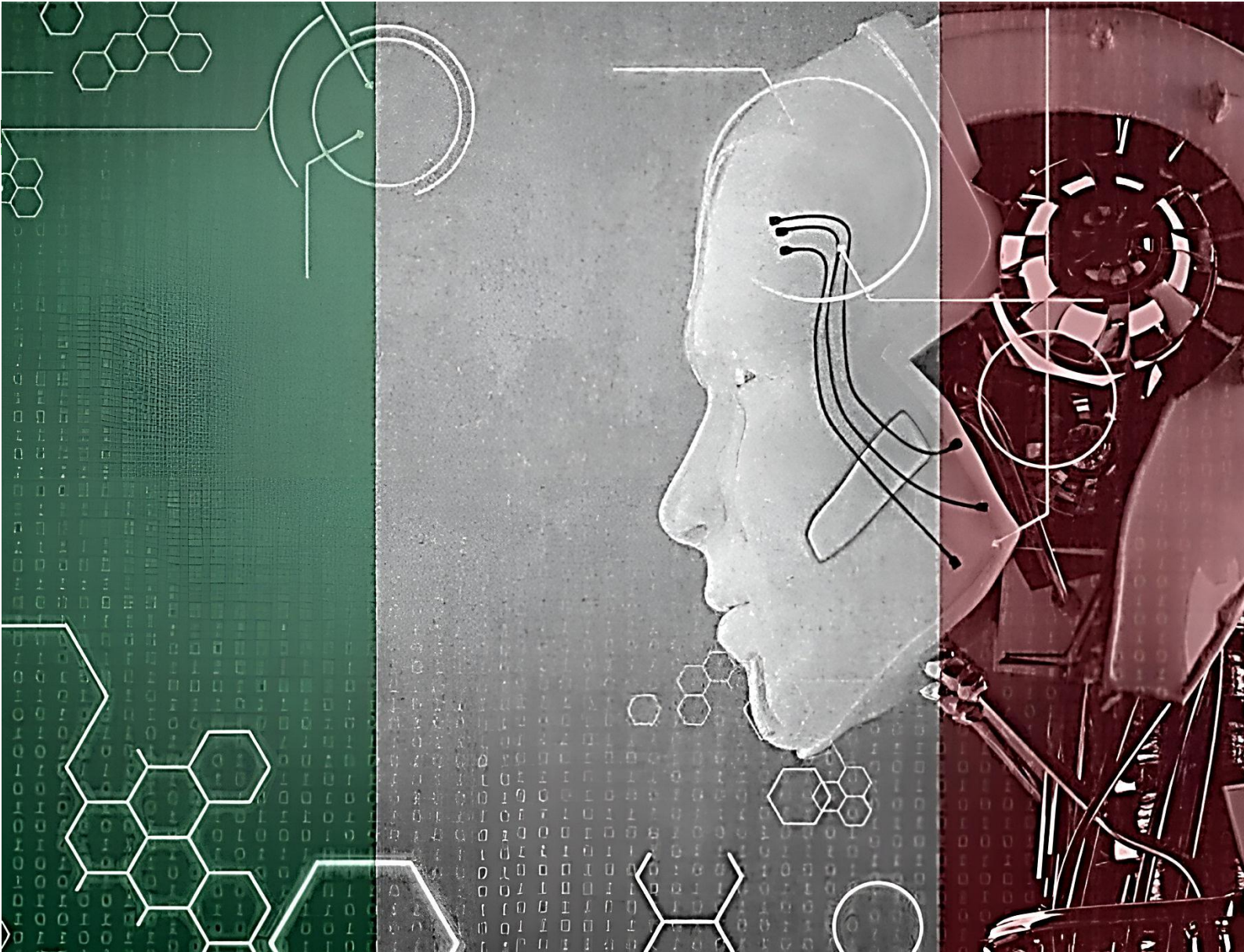
- اتحادیه اروپا با رویکرد مبتنی بر اعتماد، اخلاق و طبقه‌بندی ریسک، درصدد رهبری جهانی در توسعه هوش مصنوعی ایمن و مسئولانه است.
- کانادا بر توسعه پایدار، انسان‌محوری، شفافیت و حمایت از نوآوری تاکید دارد و سرمایه‌گذاری گسترده‌ای در زیرساخت انسانی و فناوریانه انجام داده است.
- چین با راهبردی دولت‌محور و امنیت‌محور، سرمایه‌گذاری متمرکز در حوزه‌های استراتژیک همچون خودروهای خودران و رباتیک را به عنوان مزیت رقابتی جهانی دنبال می‌کند.
- بریتانیا با رویکرد سبک و بخش‌محور، تلاش کرده است نوآوری فناوریانه و تنظیم‌گری ایمنی را هم‌زمان پیش ببرد.
- ترکیه علی‌رغم تدوین استراتژی ملی و برنامه‌های متعدد، به دلیل کمبود نیروی متخصص و ضعف زیرساخت‌های داده و محاسباتی، بهره‌برداری محدودی از ظرفیت‌های هوش مصنوعی داشته است.

تحلیل تطبیقی استراتژی‌ها در این کشورها نشان می‌دهد:

- کشورهای توسعه‌یافته بر اخلاق، شفافیت، حفاظت از حقوق شهروندان و نوآوری مسئولانه تاکید دارند.
- کشورهای در حال توسعه اولویت را به رشد اقتصادی و صنعتی‌سازی سریع داده‌اند، اگرچه چین به واسطه سرمایه‌گذاری متمرکز به رقابت با کشورهای توسعه‌یافته نزدیک شده است.
- همه کشورها بر تربیت نیروی انسانی متخصص، تقویت زیرساخت‌های داده و توسعه همکاری‌های بین‌المللی به عنوان پیش‌نیاز حکمرانی مؤثر هوش مصنوعی اجماع دارند.

اقدامات کلیدی برای ارتقا جایگاه ایران از مصرف‌کننده منفعل به توسعه‌دهنده فعال و مرجع منطقه‌ای هوش مصنوعی:

۱. سرمایه‌گذاری ملی در تربیت نیروی انسانی متخصص،
 ۲. ایجاد زیرساخت‌های بومی داده، ابررایانش و تدوین حکمرانی داده ملی،
 ۳. تدوین قانون جامع و چارچوب‌های اخلاقی بومی‌سازی‌شده با رویکرد تسهیل نوآوری و کاهش ریسک،
 ۴. حمایت ساختاریافته از زیست‌بوم نوآوری و استارت‌آپ‌های هوش مصنوعی،
 ۵. توسعه مدل‌های بومی زبانی و مولد متناسب با نیازهای کشور،
 ۶. تمرکز بر کاربردهای صنعتی و خدمات عمومی در صنایع کلیدی،
 ۷. تقویت همکاری‌های بین‌المللی و دیپلماسی فناوری،
 ۸. ارتقای آگاهی عمومی و پذیرش اجتماعی.
- مفاد این گزارش می‌تواند به عنوان مبنای طراحی نقشه راه حکمرانی ملی هوش مصنوعی و اولویت‌های اجرایی وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات مورد بهره‌برداری قرارگیرد تا زمینه‌ساز ایجاد مزیت رقابتی، استقلال فناورانه و حکمرانی داده محور کشور باشد.



عنوان گزارش: تحلیل تطبیقی سیاست‌ها و استراتژی‌های جهانی هوش مصنوعی و توصیه‌های راهبردی برای حکمرانی ملی ایران

کلمات کلیدی: رویکرد کلان، استراتژی، هوش مصنوعی، اتحادیه اروپا، کانادا، ترکیه، چین، بریتانیا

تهیه‌کنندگان: فاطمه کسائی نجفی، افسانه واحدیان، نجلا محقق، آنیثا هادیزاده

ناظر علمی: اعظم سادات مرتضوی کهنکی

گروه پژوهشی: مطالعات تنظیم‌گری و سازماندهی فاوا

تاریخ نشر: شهریورماه ۱۴۰۴

حقوق معنوی این اثر متعلق به پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات است و استفاده از آن با ذکر ماخذ بلامانع است.

مقدمه

در دهه اخیر، هوش مصنوعی به یکی از شالوده‌های تحول‌آفرین در عرصه حکمرانی، اقتصاد، صنعت و زندگی اجتماعی تبدیل شده است. این فناوری نوین، که مرزهای علم، تصمیم‌گیری و بهره‌وری را بازتعریف کرده، اکنون به یکی از اولویت‌های راهبردی در سیاست‌گذاری عمومی و تنظیم‌گری ملی کشورها بدل شده است. در چنین شرایطی، رقابت ژئوپلیتیکی و فناورانه میان قدرت‌های جهانی برای تسلط بر زنجیره ارزش هوش مصنوعی و تضمین امنیت داده‌ها، حقوق بشر، و رشد اقتصادی پایدار، شکل تازه‌ای یافته است.

این گزارش با هدف ارائه تحلیلی تطبیقی از استراتژی‌ها، چارچوب‌های نظارتی و کاربردهای صنعتی هوش مصنوعی در پنج حوزه سیاسی و حکمرانی (اتحادیه اروپا، کانادا، چین، بریتانیا و ترکیه) تهیه شده است. در این بررسی، سعی شده است تا رویکردهای کلان، اهداف استراتژیک، الزامات نظارتی و حوزه‌های کاربردی هوش مصنوعی در صنایع مختلف، با تأکید بر فرصت‌ها و چالش‌ها، به صورت مستند مورد تحلیل قرار گیرد.

اهمیت این مطالعه در آن است که در شرایط فعلی، کشورها برای بهره‌گیری از ظرفیت‌های هوش مصنوعی، ناگزیر به تدوین سیاست‌ها و چارچوب‌های مقرراتی سازگار با ارزش‌های بومی، رقابت‌پذیری جهانی، و توسعه پایدار هستند. از این رو، شناسایی تجربه‌های موفق، اقدامات پیشرو و خلأهای سیاستی در کشورهای منتخب، می‌تواند در طراحی نقشه راه ملی برای بهره‌برداری مسئولانه و اثربخش از هوش مصنوعی مفید واقع شود.

مروری بر استراتژی اتحادیه اروپا در هوش مصنوعی

رویکرد کلان اتحادیه اروپا در حوزه استراتژی‌های هوش مصنوعی

اتحادیه اروپا در راستای تدوین استراتژی کلان هوش مصنوعی، رویکردی متوازن میان نوآوری فناوریانه و تضمین اعتماد اجتماعی اتخاذ کرده است. این استراتژی بر ایجاد دو اکوسیستم مکمل تأکید دارد؛ نخست، اکوسیستم برتری که با تقویت زیرساخت‌های داده، فناوری‌های پردازشی پیشرفته و حمایت از پژوهش و نوآوری، بستر رشد علمی و صنعتی هوش مصنوعی را فراهم می‌آورد، و دوم، اکوسیستم اعتماد که با استقرار چارچوب‌های تنظیم‌گری مبتنی بر تحلیل ریسک، شفافیت، تضمین حفظ حقوق بنیادین و اخلاق‌مداری، اطمینان از استفاده مسئولانه و انسانی از هوش مصنوعی را فراهم می‌کند[۱].

برنامه هماهنگ‌شده هوش مصنوعی اتحادیه اروپا، علاوه بر تخصیص منابع مالی گسترده به پژوهش و توسعه، همکاری‌های بین‌دولتی و بخش خصوصی را در دستور کار دارد و با تمرکز بر حوزه‌های کلیدی مانند سلامت، محیط‌زیست، حمل‌ونقل و امنیت، می‌کوشد رهبری فناوری هوش مصنوعی را در سطح جهانی حفظ و گسترش دهد [۲]. چارچوب قانونی پیشنهادی هوش مصنوعی [۳] نیز با دسته‌بندی ریسک‌ها و وضع الزامات سخت‌گیرانه برای کاربردهای پرخطر، تضمین می‌کند که این فناوری در مسیر توسعه‌ای منسجم، پایدار و اخلاقی حرکت کند.

اهداف استراتژیک اتحادیه اروپا در حوزه هوش مصنوعی

۱- رهبری جهانی در توسعه و کاربرد هوش مصنوعی

- توسعه اکوسیستم نوآورانه هوش مصنوعی در اروپا در رقابت با کشورهای رقیب.
- حمایت از استارت‌آپ‌ها، دانشگاه‌ها، و شرکت‌های کوچک و متوسط از طریق سرمایه‌گذاری و زیرساخت فناوریانه.
- گسترش AI Made in Europe به عنوان نشان کیفیت، ایمنی و اخلاق.

۲- ایجاد اکوسیستم مورد اعتماد^۱

- تضمین اینکه هوش مصنوعی در اروپا امن، قابل اعتماد، شفاف و اخلاق‌محور است.
- پرهیز از تبعیض، سوءاستفاده، یا نقض حقوق بنیادین انسان.
- تقویت پاسخگویی، نظارت انسانی، شفافیت الگوریتم‌ها و قابلیت توضیح‌پذیری.

^۱. Trustworthy AI

۳- تقویت استقلال دیجیتال و کاهش وابستگی

- ارتقاء ظرفیت سخت‌افزاری (ابرایانه‌ها، HPC) و زیرساخت داده برای کاهش وابستگی به کشورهای ثالث.
- حفظ حاکمیت دیجیتال از طریق توسعه مدل‌های بومی و کنترل داده‌ها.

۴- توسعه هوش مصنوعی در راستای منافع عمومی

- استفاده از هوش مصنوعی برای بهبود خدمات عمومی مانند: بهداشت و سلامت (تشخیص بیماری)، حمل‌ونقل هوشمند، آموزش، مبارزه با تغییرات اقلیمی، تقویت هوش مصنوعی برای پایداری و اهداف اقلیمی.

۵- تضمین رعایت اصول اخلاقی و حقوق بنیادین

- الگوبرداری از منشور حقوق اساسی اتحادیه اروپا برای سیاست‌گذاری هوش مصنوعی
- ممنوعیت کاربردهایی که ناقض کرامت انسانی هستند (مانند تشخیص چهره در فضاهای عمومی یا امتیازدهی اجتماعی).

۶- ایجاد چارچوب تنظیم‌گری متناسب با ریسک

- ❖ طراحی قانون جامع هوش مصنوعی با رویکرد مبتنی بر طبقه‌بندی ریسک:
- **پرریسک:** الزامات سخت‌گیرانه مانند ثبت، ممیزی، شفافیت.
- **کم‌ریسک:** الزامات حداقلی.
- **غیرمجاز:** ممنوعیت کامل (مثل کاربردهای بی‌ثبات‌کننده یا تبعیض‌آمیز).
- ❖ طراحی زیرساخت تنظیم‌گر چندلایه (AI Office، AI Board و نهادهای ملی).

۷- افزایش سرمایه‌گذاری دولتی و خصوصی

- هدف‌گذاری سرمایه‌گذاری ۲۰ میلیارد یورویی سالانه در هوش مصنوعی تا سال ۲۰۳۰.
- مشارکت در طرح‌های سرمایه‌گذاری مشترک مانند [۴] Horizon Europe، Digital Europe [۵] و InvestEU.
- ایجاد بسترهای آزمون هوش مصنوعی^۱ و سندباکسها^۲ برای کاهش ریسک نوآوری و کمک به شرکت‌های نوپا.

۱. AI Testbeds
۲. Sandboxes

الزامات نظارتی اتحادیه اروپا در حوزه هوش مصنوعی

پیش‌نویس قانون هوش مصنوعی اتحادیه اروپا یک رویکرد قانون سخت افقی را اتخاذ می‌کند و یک سری الزامات را پیشنهاد می‌کند. در این قانون بیشتر الزامات بر روی سیستم‌های پرخطر تمرکز می‌کنند و در ارتباط با ارزیابی ریسک، حاکمیت داده‌ها و داده‌ها، مستندسازی و نگهداری و ثبت رکوردها و رویدادها، شفافیت و ارائه اطلاعات به کاربران، نظارت انسانی، استحکام، دقت و امنیت هستند. راه‌حل‌های فنی دقیق برای دستیابی به انطباق با این الزامات توسط استانداردهایی ارائه می‌شود که توسط CEN و CENELEC انجام می‌شود.

کاربردهای هوش مصنوعی در صنایع

بر اساس گزارش‌های سازمان همکاری و توسعه اقتصادی [۶] (OECD)، هوش مصنوعی در صنایع مختلف به‌منظور بهبود بهره‌وری، کیفیت و امنیت مورد استفاده قرار می‌گیرد. برخی از کاربردهای کلیدی هوش مصنوعی در صنایع عبارتند از:

- **صنعت تولید:** استفاده از هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی فرآیندهای تولید، پیش‌بینی نگهداری تجهیزات و کاهش ضایعات.
- **حمل‌ونقل:** پیاده‌سازی سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند، شامل خودروهای خودران و مدیریت بهینه ترافیک.
- **سلامت:** کاربرد هوش مصنوعی در تشخیص بیماری‌ها، توسعه دارو و مدیریت منابع بهداشتی.
- **کشاورزی:** استفاده از هوش مصنوعی برای پیش‌بینی شرایط آب‌وهوایی، مدیریت منابع آب و بهینه‌سازی تولید محصولات کشاورزی.
- **انرژی:** پیاده‌سازی سیستم‌های هوشمند برای مدیریت مصرف انرژی، پیش‌بینی تقاضا و بهینه‌سازی تولید انرژی‌های تجدیدپذیر.

مروری بر استراتژی کانادا در هوش مصنوعی

رویکرد کلان کانادا در حوزه استراتژی‌های هوش مصنوعی

رویکرد کلان کانادا در حوزه هوش مصنوعی مبتنی بر توسعه نوآورانه، مسئولانه و انسان‌محور است که بر حفظ حقوق بشر، شفافیت، همکاری چندبخشی و ارزیابی ریسک تأکید دارد. دو نهاد اصلی تنظیم‌گری یعنی وزارت نوآوری، علوم و توسعه اقتصادی و دفتر کمیسر حریم خصوصی، وظیفه تدوین و اجرای قوانین از جمله قانون هوش مصنوعی و داده‌ها (AIDA) را بر عهده دارند که محافظت در برابر کاربردهای پرریسک، تضمین شفافیت و رعایت حقوق بشر را تضمین می‌کنند.

دولت کانادا در مسیر توسعه این فناوری، با ایجاد و به‌روزرسانی استراتژی ملی هوش مصنوعی و ایجاد نهادهایی مانند مرکز ملی هوش مصنوعی، به توسعه اکوسیستم نوآوری و چارچوب‌های اخلاقی کمک می‌کند. لذا استراتژی هوش مصنوعی برای خدمات عمومی فدرال را در مارس سال ۲۰۲۵، معرفی کرده که بر چهار اصل کلیدی استوار است [۷]:

- **طراحی انسان‌محور:** افزایش عدالت، شمول و احترام به حقوق بشر با ممیزی‌های اخلاقی و کاهش سوگیری‌ها در سیستم‌های هوش مصنوعی.
- **نوآوری مشارکتی:** تقویت همکاری دولت، صنعت و پژوهش و اختصاص بودجه به حوزه‌های سلامت، تغییرات اقلیمی و زیرساخت‌های هوشمند.
- **آمادگی و ظرفیت:** تجهیز نیروی کار دولت با ابزارها و مهارت‌های لازم برای کاربرد امن هوش مصنوعی.
- **حکمرانی مسئولانه:** وضع قوانین جدید برای محافظت از شهروندان، ارزیابی ریسک، شفافیت استفاده از هوش مصنوعی و ایجاد نهاد نظارتی برای اجرای استانداردهای اخلاقی.

این اصول نه تنها بر افزایش عدالت، شمول و احترام به حقوق انسانی تأکید دارند، بلکه با تبیین سازوکارهای شفاف و قواعدی سخت‌گیرانه، موجبات اعتماد عمومی و پاسخگویی دولت را فراهم می‌آورند.

اما تصویری کامل از این استراتژی بدون توجه به سرمایه‌گذاری گسترده و هدفمند دولت در توسعه استعداد‌های هوش مصنوعی، ناقص خواهد بود. از سال ۲۰۱۷، دولت کانادا با اختصاص ۱۲۵ میلیون دلار به مؤسسه تحقیقات پیشرفته کانادا (CIFAR)، استراتژی فراکانادایی هوش مصنوعی را پایه‌گذاری کرده که هدف آن جذب و حفظ استعداد‌های برجسته، توسعه ظرفیت پژوهشی و تجاری‌سازی فناوری‌های هوش مصنوعی است. این استراتژی همکاری

مراکز هوش مصنوعی در مونترال، تورنتو-واترلو و ادمونتون را ترویج می‌دهد و کانادا را به مقصدی پیشرو برای نوآوری تبدیل کرده است [۸].

امروزه روشن است که موفقیت در عرصه فناوری‌های نوظهور مانند هوش مصنوعی، تنها به توسعه فناوری محدود نمی‌شود؛ بلکه پذیرش و تعامل مثبت جامعه با این فناوری‌ها نیز اهمیت فراوان دارد. از این رو، برنامه‌های متعددی در قالب «هوش مصنوعی و جامعه» در CIFAR طراحی شده‌اند که با تمرکز بر بررسی پیامدهای اقتصادی، اخلاقی و حقوقی این فناوری، و نهایتاً انتقال دانش و آگاهی مسئولانه، جایی برای گفت‌وگوهای فراگیر و اطلاع‌رسانی سیاست‌گذاری موثر فراهم می‌کنند.

در نهایت، استراتژی کلان کانادا در حوزه هوش مصنوعی تصویری جامع و دقیق از مسیری است که در آن، هم‌افزایی میان نوآوری و مسئولیت اجتماعی، به عنوان رمز موفقیت شناخته شده است. تکیه بر سرمایه انسانی برجسته، توسعه زیرساخت‌های علمی و ساختارهای حکمرانی متعادل، نویدبخش آینده‌ای است که فناوری هوش مصنوعی نه صرفاً ابزاری پیشرفته، بلکه نیروی انسانی‌محور برای بهبود زندگی همه شهروندان باشد.

الزامات نظارتی کانادا در حوزه هوش مصنوعی

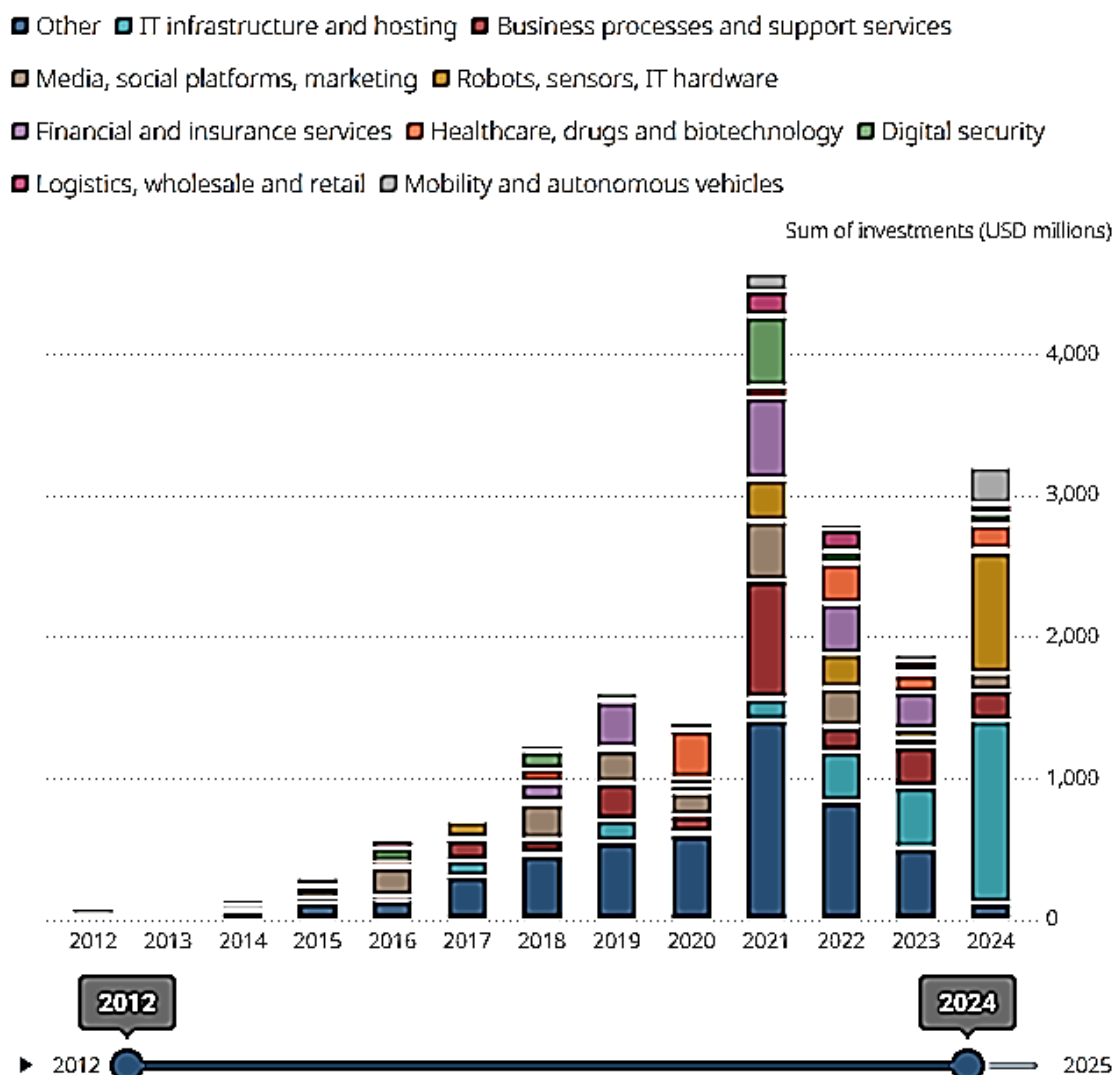
قانون هوش مصنوعی و داده کانادا رویکردی دوگانه برای بخش خصوصی و عمومی دارد. این قانون مجموعه‌ای جامع از الزامات را دربرمی‌گیرد که شامل استفاده از داده‌های ناشناس، ارزیابی و کاهش ریسک، نگهداری سوابق، تعهد گزارش‌دهی و انتشار بیانیه‌ای عمومی و قابل دسترس درباره هوش مصنوعی است. از سوی دیگر دستورالعمل مربوط به سامانه‌های تصمیم‌گیر خودکار، ارزیابی تأثیر الگوریتمی را قبل از تولید مطرح می‌کند که براساس آن چهار سطح تأثیر تعریف شده است. هر سطح با مجموعه‌ای از الزامات خاص همراه است که از لحاظ شدت بررسی، اطلاع‌رسانی به عموم، نقش حضور انسان در فرآیند تصمیم‌گیری، قابلیت توضیح نتایج، مستندسازی مراحل آموزش، برنامه‌ریزی برای شرایط اضطراری و نیاز به کسب تأییدیه برای عملکرد سیستم تفاوت دارند. این رویکرد دوگانه، چارچوبی دقیق و در عین حال انعطاف‌پذیر فراهم می‌آورد تا ضمن حمایت از نوآوری، امنیت و شفافیت در به‌کارگیری هوش مصنوعی تضمین شود.

کاربرد هوش مصنوعی در صنایع کانادا

در بازه زمانی ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۴، سرمایه‌گذاری در حوزه هوش مصنوعی در صنایع مختلف کانادا رشد چشمگیری را تجربه کرده است (شکل ۱) [۹]. این رشد نه تنها محدود به بخش‌های

فناوری محور، بلکه شامل حوزه‌های سنتی‌تری همچون سلامت، لجستیک و خدمات مالی نیز می‌شود. مهم‌ترین حوزه‌های کاربرد و میزان حضور هوش مصنوعی در هر صنعت عبارتند از:

- **زیرساخت فناوری اطلاعات و میزبانی:** افزایش سرمایه‌گذاری به ویژه در سال‌های اخیر، با تاکید بر بهبود امنیت، مدیریت داده و بهینه‌سازی سرورها بوده است.
- **خدمات پشتیبانی کسب‌وکار:** اتوماسیون فرایندهای اداری و بهبود خدمات مشتری سهم مهمی از سرمایه‌گذاری‌ها را به خود اختصاص داده است.
- **رسانه و پلتفرم‌های اجتماعی:** هوش مصنوعی برای تحلیل داده‌های بزرگ و هدف‌گذاری تبلیغات کاربرد فراوانی یافته و اثربخشی کمپین‌ها را افزایش داده است.
- **رباتیک و سخت‌افزار:** سرمایه‌گذاری در تولید صنعتی، لجستیک هوشمند و رباتیک خدماتی رشد قابل توجهی داشته است.
- **خدمات مالی و بیمه:** کاربرد هوش مصنوعی در تحلیل ریسک و کشف تقلب توسط بانک‌ها و شرکت‌های بیمه گسترش یافته است.
- **سلامت و زیست‌فناوری:** استفاده از هوش مصنوعی در تشخیص پزشکی و مدیریت داده‌های سلامت به شدت افزایش یافته است.
- **امنیت دیجیتال:** پاسخ به افزایش تهدیدات سایبری با شناسایی و پیشگیری هوشمند بوده است.
- **لجستیک و خرده‌فروشی:** بهینه‌سازی زنجیره تأمین و پیش‌بینی تقاضا انجام شده است.
- **حمل و نقل و خودروهای خودران:** توسعه خودروهای بدون‌راننده و مدیریت هوشمند ترافیک روند رشد سریعی داشته است.



شکل ۱. روند رشد سرمایه‌گذاری‌ها در حوزه هوش مصنوعی در صنایع مختلف کانادا از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۴ - منبع: OECD

روند سرمایه‌گذاری در سالهای ۲۰۱۲-۲۰۲۴ نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در سال ۲۰۲۱ به اوج تاریخی خود رسیده، که عمدتاً تحت تاثیر رشد استارت‌آپ‌ها و توجه ویژه دولت و بخش خصوصی به تحول دیجیتال بوده است. در سال ۲۰۲۴ نیز بخش‌هایی مانند زیرساخت فناوری و خدمات پشتیبانی کسب‌وکار بالاترین سهم سرمایه‌گذاری را حفظ کرده‌اند. این روند نشان‌دهنده گسترش سریع کاربردهای عملی و نوآورانه هوش مصنوعی در بخش‌های متنوع اقتصاد کانادا است و موجب افزایش بهره‌وری و نوآوری در سطح ملی شده است.

مروری بر استراتژی چین در هوش مصنوعی

رویکرد کلان چین در حوزه استراتژی‌های هوش مصنوعی

رویکرد و استراتژی کلان چین در تنظیم و حکمرانی هوش مصنوعی عمدتاً بر برنامه‌ریزی و هدایت دولت^۱ استوار است. شورای دولتی چین برنامه توسعه نسل جدید هوش مصنوعی چین (۲۰۳۰-۲۰۱۷) را با هدف تبدیل چین به قطب جهانی هوش مصنوعی تا سال ۲۰۳۰ معرفی کرده است. هدف این برنامه حمایت از تحقیق و توسعه، تجاری‌سازی و پرورش استعدادها است. همچنین، این کشور بر تعادل بین نوآوری و ثبات اجتماعی تأکید دارد. تمرکز چین بر دو رویکرد موازی است: حمایت از نوآوری و رشد اقتصادی (همراه با سرمایه‌گذاری قابل توجه، همکاری دولت و بخش خصوصی)، حفظ امنیت، ثبات اجتماعی و کنترل محتوا. قوانین هوش مصنوعی چین نباید امنیت یا قدرت دولت را تهدید کنند.

تنظیم‌گری فناوری‌محور چین به جای مقررات افق‌محور اتحادیه اروپا مانند قانون جامع هوش مصنوعی، بیشتر روی قوانین خاص فناوری تمرکز دارد: الگوریتم‌های توصیه‌گر (مارس ۲۰۲۲)، مقررات جعل عمیق (ژانویه ۲۰۲۳)، قوانین interim برای هوش مصنوعی مولد (آگوست ۲۰۲۳).

کمیته مشورتی دولتی کشور چین در مارس ۲۰۱۹، چارچوب حکمرانی هوشمند^۲ را بر اساس اصول حکمرانی هوشمند زیر منتشر کرد:

- سازگاری با انسان و توافق اجتماعی
- عدالت و انصاف
- شمول و مشارکت
- حفظ حریم خصوصی
- ایمنی و کنترل‌پذیری
- مسئولیت‌پذیری مشترک
- همکاری و شفافیت
- حکمرانی چابک^۳.

۱. Pilot Zones & State-led

۲. AI Governance Principles

۳. Agile regulation

الزامات نظارتی چین در حوزه هوش مصنوعی

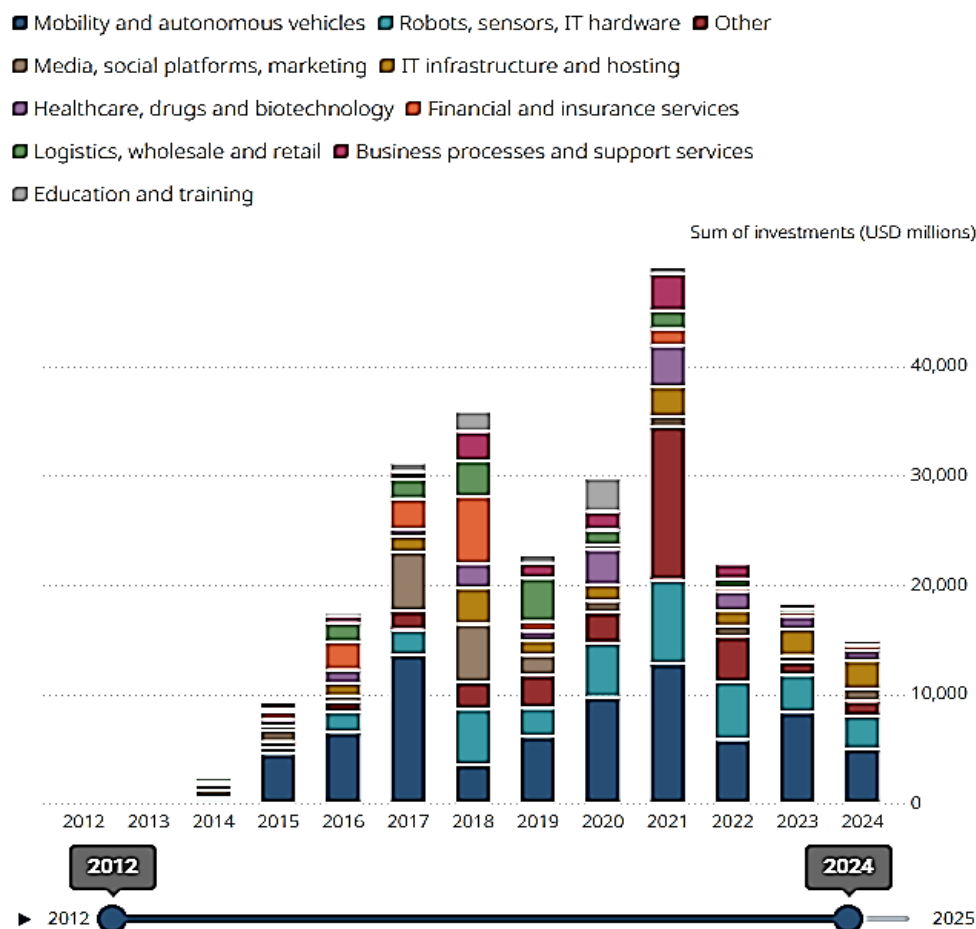
چین با معرفی اصول و هنجارهای اخلاقی غیرالزام آور هوش مصنوعی برای شرکت‌هایی که کل چرخه عمر هوش مصنوعی را پوشش می‌دهند و از طرفی ایجاد ممنوعیت‌ها، الزامات شفافیت، و مقررات رعایت حقوق مصرف‌کننده مربوط به سیستم‌های توصیه‌گر و الگوریتم‌های مولد، الزاماتی را تعیین کرده است. همچنین دستورالعمل اخلاقی نرم را برای هوش مصنوعی به صورت فراگیر و الزامات نظارتی سخت را با هدف انواع خاصی از فناوری‌های هوش مصنوعی توسعه داده است. در پیش‌نویس قانون تدوین‌شده در سال ۲۰۲۴ نیز الزامات خاصی را برای توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی عمومی در نظر گرفته است که باید از طریق همسویی ارزشها و سایر ابزارهای فنی، ایمنی و قابلیت اعتماد را تضمین کنند، ارزیابی‌های ایمنی را بر اساس ریسکها انجام دهند و نتایج ارزیابی را به نهاد نظارتی گزارش دهند.

کاربرد هوش مصنوعی در صنایع چین

چین با تصویب اسنادی مانند برنامه توسعه نسل جدید هوش مصنوعی ۲۰۱۷-۲۰۳۰ و ایجاد مناطق پایلوت هوش مصنوعی، در جهت کاربرد هوش مصنوعی عملی و سازمان‌یافته حرکت می‌کند. این سیاست‌ها به‌ویژه در جهت ترویج نوآوری بین صنعت و پژوهشگاه‌ها، حمایت از توسعه شایستگی‌ها و تربیت استعداد، تمرکز بر پیاده‌سازی هوش مصنوعی در صنایع حیاتی مانند تولید، سلامت و انرژی تعیین شده‌اند.

کاربردهای هوش مصنوعی در صنایع چین را می‌توان در ده عنوان زیر خلاصه کرد:

- **تولید هوشمند:** ربات‌ها، نگهداری پیش‌بینانه، همزاد دیجیتال
- **خرده‌فروشی و تجارت آنلاین:** توصیه‌های شخصی، انبار هوشمند
- **خدمات مالی:** تشخیص تقلب، اعتبارسنجی، معاملات خودکار
- **سلامت:** تحلیل دقیق تصاویر، پزشکی شخصی
- **حمل‌ونقل:** خودروهای خودران، مدیریت ترافیک
- **انرژی و محیط:** مدیریت شبکه، توسعه رشد اقتصادی پاک
- **کشاورزی هوشمند:** تحلیل داده و پهپادهای کشاورزی
- **هوش مولد و زبان‌های هوش مصنوعی:** مدل‌های بومی، پلتفرم باز برای توسعه‌دهندگان
- **زیرساخت و حکمرانی داده:** قوانین داده، دیتا سنتری سبز، شبکه G5



شکل ۲. روند رشد سرمایه‌گذاری‌ها در حوزه هوش مصنوعی در صنایع مختلف چین از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۴ - منبع: OECD

در شکل ۲ که سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در رابطه با میزان سرمایه‌گذاری هوش مصنوعی در صنایع از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۵ در چین ارائه داده است، نشان می‌دهد که چین در استراتژی‌های سرمایه‌گذاری اساسی خود تمرکز خاصی بر فناوری‌های خودروهای خودران و رباتیک/ سخت‌افزار دارد، که این موضوع با اهداف بلندمدت این کشور در تقویت صنعت هوشمند و رقابت‌پذیری جهانی هماهنگ است. حوزه‌های رسانه و فرآیندهای کسب‌وکار نیز با توجه به اهمیت داده و تحلیل در اقتصاد دیجیتال، سهم قابل توجهی دارند [۱۰].

مروری بر استراتژی بریتانیا در هوش مصنوعی

رویکرد کلان بریتانیا در حوزه استراتژی‌های هوش مصنوعی

در مارس ۲۰۲۳، وزارت علوم، نوآوری و فناوری بریتانیا چارچوب رگولاتوری حامی نوآوری^۱ برای هوش مصنوعی را ارائه کرد [۱۱]. این چارچوب پیشنهادی، پنج اصل بین‌بخشی را برای تنظیم‌گران بریتانیا جهت تفسیر و اعمال در حوزه وظایف آنها مشخص کرد و یک سازوکار مرکزی جدید برای ایجاد انسجام در نظام رگولاتوری و رفع شکاف‌های رگولاتوری ایجاد کرد. پس از ارائه این چارچوب این وزارت از تنظیم‌گران در بریتانیا درخواست کرد که رویکرد استراتژیک خود در هوش مصنوعی را به‌روزرسانی نمایند.

به این منظور آفکام رویکرد استراتژیک خود به هوش مصنوعی را در سالهای ۲۰۲۴-۲۵ و سال ۲۰۲۵-۲۶ منتشر کرده است.

رویکرد استراتژیک آفکام به هوش مصنوعی، ۲۶/۲۰۲۵

آفکام رویکرد استراتژیک هوش مصنوعی خود را در سال‌های ۲۶-۲۰۲۵ منتشر کرده است [۱۲]. آفکام در این راهبرد به تشریح برنامه‌ها و سیاست‌هایش برای تنظیم و بهره‌برداری از هوش مصنوعی پرداخته است. این برنامه شامل دو محور اصلی است:

- ۱- تنظیم استفاده از هوش مصنوعی در بخش‌های تحت نظارت
- ۲- به‌کارگیری هوش مصنوعی در عملیات داخلی آفکام

محورهای کلیدی تنظیم‌گری و توسعه:

- ارتقای سواد رسانه‌ای برای توانمندسازی مردم در فضای مبتنی بر هوش مصنوعی
- همکاری با نهادهای تنظیم‌گر دیجیتال (مانند انجمن همکاری رگولاتورهای دیجیتال^۲) برای طراحی مدل‌های آینده‌نگر
- سرمایه‌گذاری در توسعه ظرفیت‌های داخلی آفکام در حوزه هوش مصنوعی
- همکاری با مؤسسه آلن تورینگ برای ایجاد چارچوب ایمنی و شفافیت استانداردها
- بررسی راهکارهای مقابله با دیپ‌فیک‌های مضر (مثل واترمارک، برچسب‌گذاری و منشأ محتوا)
- ارزیابی ریسک‌های محوری هوش مصنوعی که شامل رسانه‌های مصنوعی، شخصی‌سازی، امنیت و تاب‌آوری هستند

^۱. pro-innovation regulatory framework

^۲. Digital Regulation Cooperation Forum (DRCF)

استفاده داخلی از هوش مصنوعی در آفکام:

۱. استخدام بیش از ۱۰۰ متخصص فناوری (۶۰ نفر در زمینه هوش مصنوعی)
۲. اجرای پروژه‌های کاربردی از جمله:

- استفاده از ابزارهای رونویسی خودکار برای محتوای صوتی
- توسعه ابزارهای خلاصه‌سازی متن برای تحلیل پاسخ‌ها و اسناد
- بهینه‌سازی برنامه‌ریزی طیف فرکانسی
- بهره‌گیری از هوش مصنوعی در توسعه نرم‌افزارها

حمایت از نوآوری در بخش‌های نظارتی

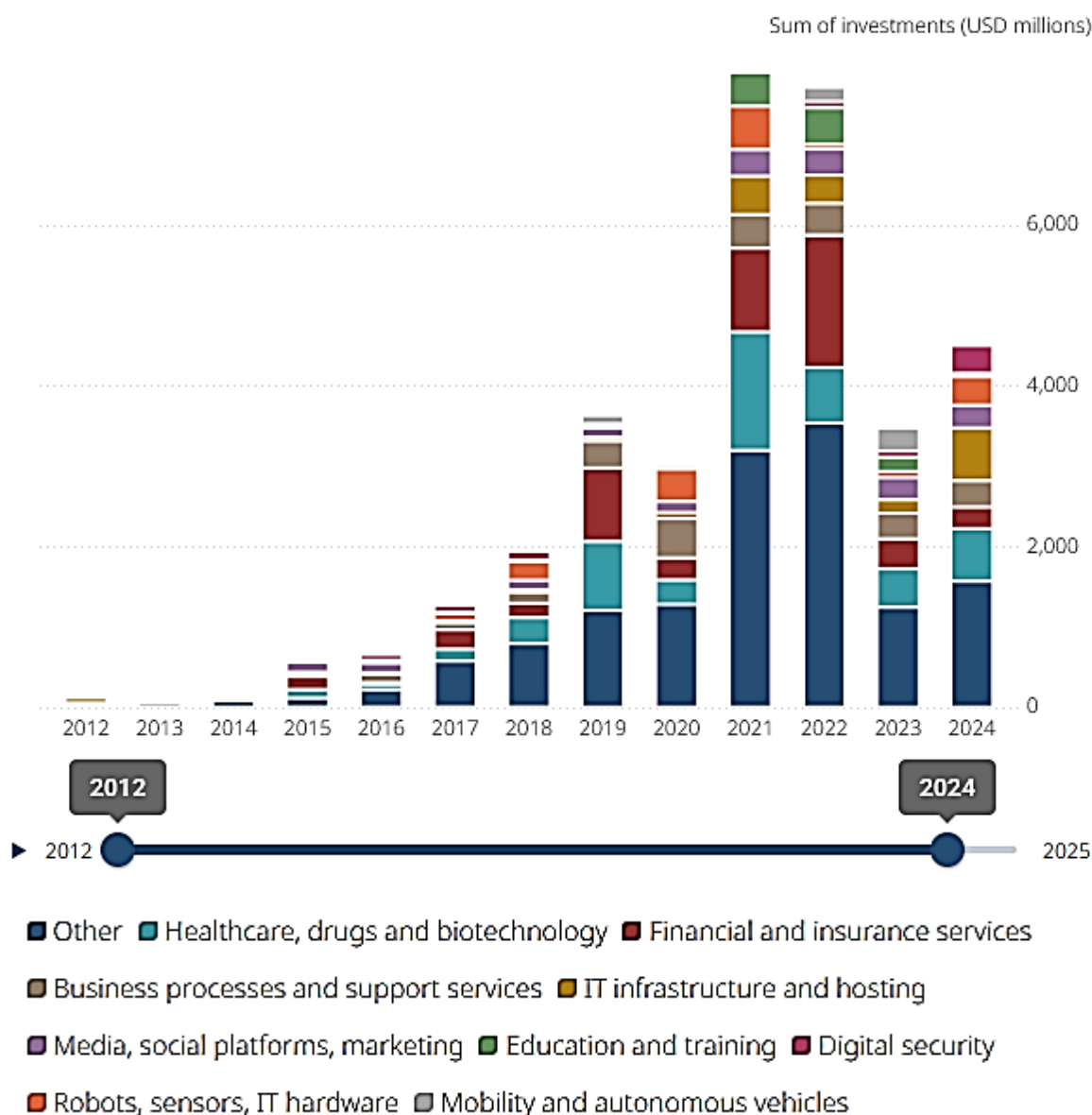
- سرمایه‌گذاری در تحقیقات عملی و فنی هوش مصنوعی، از جمله از طریق سندباکسها و آزمایشگاه‌های فنی
- ارائه مجموعه داده‌های بزرگ برای کمک به آموزش و توسعه مدل‌های هوش مصنوعی
- همکاری با سایر مؤسسات برای ارائه هماهنگی رگولاتوری
- ایجاد ارتباط و ارائه پشتیبانی فعال به ذینفعان برای افزایش وضوح رگولاتوری

الزامات نظارتی بریتانیا در حوزه هوش مصنوعی

تأکید کلی بر رویکرد سبک برای مقررات وجود دارد. برخی از راهنمایی‌های موجود، از جمله انجام ارزیابی‌های تاثیر هوش مصنوعی برای حفاظت از داده‌ها و ارزیابی و بازرسی سامانه‌های هوش مصنوعی وجود دارد، اما بیشتر الزامات در آینده توسط تنظیم‌گرهای بخشی ایجاد خواهد شد. یک مرکز استاندارد هوش مصنوعی برای پشتیبانی از استانداردسازی هوش مصنوعی ایجاد شده است. رویکرد بریتانیا مبتنی بخش است و از تنظیم‌گران خواسته می‌شود تا اختیارات و تخصص موجود خود را برای هوش مصنوعی اعمال کنند و در وهله اول بر گزینه‌های سبک تمرکز کنند.

کاربرد هوش مصنوعی در صنایع بریتانیا

بر اساس گزارشات سازمان همکاری و توسعه اقتصادی [۱۳] میزان سرمایه‌گذاری در حوزه هوش مصنوعی در صنایع مختلف بریتانیا از سال ۲۰۱۲ تا سال ۲۰۲۵ بر اساس داده‌های دریافت شده از بریتانیا و اسناد مطالعاتی سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳. روند رشد سرمایه‌گذاری‌ها در حوزه هوش مصنوعی در صنایع مختلف بریتانیا از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۴ - منبع: OECD

این نمودار سرمایه‌گذاری‌ها در حوزه هوش مصنوعی را بر اساس صنایع مختلف و طی سالهای ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۵ به تصویر می‌کشد و براساس حدود اعداد و داده‌های ارائه شده می‌توان تحلیل ذیل را ارائه نمود:

- **تمرکز بالاتر بر فناوری سلامت و دارویی:** روند افزایشی سرمایه‌گذاری در بخش سلامت و دارو نشان‌دهنده توجه به تجارتي‌سازی هوش مصنوعی در تشخیص، درمان و پروژه‌های تحقیقات زیستی است. رشد این شاخه غالباً مدیون سرمایه‌های عظیم جذب‌شده توسط استارت‌آپ‌های فعال در تجزیه و تحلیل ژنومیک، تصویربرداری پزشکی و توسعه دارو با پشتیبانی هوش مصنوعی است.

- **حضور قابل توجه صنعتی در بخش فناوری مالی:** بخش فین‌تک در مقایسه با چین کمتر است، اما همچنان سهم قابل توجهی از سرمایه‌گذاری‌ها را به خود اختصاص داده و نشانگر قوت بریتانیا در این حوزه است.
- **افزایش هم‌زمان سرمایه‌گذاری در سیستم‌های خودران:** برخلاف چین، حجم این بخش در بریتانیا کمتر است اما روند صعودی آن نشان از توجه در حال رشد به خودروهای خودران و سیستم‌های حمل‌ونقل هوشمند دارد.
- **نقش مهم در زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و تجزیه و تحلیل داده‌ها:** همانند سایر کشورها، این حوزه‌ها کانون سرمایه‌گذاری‌های هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی فرآیندهای سازمانی، امنیت سایبری و توسعه پلتفرم‌های داده‌ای هستند.
- **روند زمانی کلی (رشد تدریجی از سال‌های اخیر):** نمودار دوران اخیر، سرمایه‌گذاری خطرپذیر در هوش مصنوعی را افزایشی نشان می‌دهد، که منعکس‌کننده بلوغ سامان یافته بازار و موج‌های جدیدی از جذب سرمایه در بخش‌های نوظهور است.

نکات کلیدی این تحلیل:

- **روند رو به رشد** سرمایه‌گذاری در هوش مصنوعی در بریتانیا، منعکس‌کننده بلوغ اکوسیستم استارت‌آپی و تمرکز استراتژیک بر بخش‌های کلیدی اقتصادی است.
- **برتری در Health/Biotech** محل سرمایه‌ای چشمگیر است و بریتانیا را به یکی از بازیگران برجسته جهانی در این حوزه تبدیل کرده است.
- **تنوع صنعتی،** حتی در بخش‌هایی مانند تحرک‌پذیری و فین‌تک، نشان‌دهنده توازن بین نوآوری فناوری و کاربردهای اقتصادی هوش مصنوعی است.
- **تطابق با اهداف ملی بریتانیا:** تمرکز بر ایجاد فناوری قابل اطمینان، حفظ مزیت رقابتی، پرورش صنایع آینده و پشتیبانی از سلامت عمومی و خدمات مالی.

مروری بر استراتژی ترکیه در هوش مصنوعی

رویکرد کلان ترکیه در حوزه استراتژی‌های هوش مصنوعی

میزان پذیرش هوش مصنوعی در شرکت‌ها در مقایسه با میانگین اتحادیه اروپا در سطح پایین‌تری قرار دارد. در مقایسه‌ی منطقه‌ای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی [۱۴]، بر اساس گزارش این سازمان و Eurostat در سال ۲۰۲۴ در خصوص درصد شرکت‌های دارای تعداد کارکنان برابر ۱۰ یا بیشتر که در حال استفاده از فناوری هوش مصنوعی می‌باشند، ترکیه با ۴/۴٪ در انتهای جدول قرار دارد در حالی که نرخ مشارکت کشورهای پیشرو مانند کره، دانمارک و سوئد بیش از ۲۵٪ است.

بر اساس گزارش دفتر امور مالی ریاست‌جمهوری ترکیه در مارس ۲۰۲۴ [۱۵]، خدمات مالی و خرده‌فروشی در صدر صنایع همگرا با هوش مصنوعی به عنوان صنایع پیشرو قرار دارند. دولت ترکیه با استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای تحلیل داده‌های مالی شرکت‌ها از این ابزار برای جلوگیری از فرار مالیاتی استفاده می‌کند.

استراتژی ملی هوش مصنوعی ۲۰۲۱-۲۰۲۵ ترکیه (NAIS) با ۶ اولویت استراتژیک، ۲۴ هدف و ۱۱۹ اقدام، توسط دفتر تحول دیجیتال و وزارت صنعت تدوین شده است [۱۶]. همچنین این کشور جهت پیشبرد همکاری‌های بین‌المللی در حوزه هوش مصنوعی عضو (GPAI Global Partnership on AI) شده است. به علاوه، سند سیاستی جدیدی برای سال‌های ۲۰۲۴-۲۰۲۵ با هدف تقویت قوانین مالکیت معنوی، حاکمیت داده و استانداردسازی منتشر شده است. سند برنامه عملیاتی برای استراتژی ملی هوش مصنوعی [۱۷] با هدف تقویت چارچوب قانونی و زیرساختی هوش مصنوعی توسط دفتر تحول دیجیتال ریاست‌جمهوری ترکیه و وزارت صنعت و فناوری منتشر شده است.

به طور خلاصه می‌توان گفت با وجودی که سیاست‌ها و استراتژی‌های ملی در کشور ترکیه فراهم شده‌اند، اما سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، مهارت نیروی انسانی و حمایت‌های اقتصادی و مالی مستقیم برای شرکت‌ها هنوز به حد قابل قبول جهت بهره‌برداری کافی نرسیده است.

اولویت‌های استراتژیک ترکیه در حوزه هوش مصنوعی (۲۰۲۱-۲۰۲۵)

۱- توسعه نیروی انسانی متخصص در حوزه هوش مصنوعی

اهداف:

- افزایش ظرفیت آموزشی در رشته‌های مرتبط با هوش مصنوعی در دانشگاه‌ها.
- آموزش مجدد و ارتقاء مهارت کارکنان فعلی برای سازگاری با تحول دیجیتال.
- توسعه مهارت‌های هوش مصنوعی در سطوح مدرسه تا تحصیلات تکمیلی.
- تربیت حداقل ۱۰ هزار فارغ‌التحصیل کارشناسی‌ارشد یا دکتری در حوزه هوش مصنوعی تا سال ۲۰۲۵.
- اشتغال مستقیم ۵۰ هزار نفر در اکوسیستم هوش مصنوعی کشور.

۲- پشتیبانی از پژوهش، کارآفرینی و نوآوری در هوش مصنوعی

اهداف:

- ایجاد مراکز تحقیق و توسعه تخصصی در هوش مصنوعی.
- حمایت از استارت‌آپ‌ها و شرکت‌های فناور فعال در هوش مصنوعی.
- تسهیل دسترسی به منابع مالی برای پروژه‌های نوآورانه.
- افزایش تعداد اختراعات، مقالات علمی و محصولات تجاری در حوزه هوش مصنوعی.
- توسعه همکاری‌های بین دانشگاه، صنعت و دولت.

۳- دسترسی به داده، زیرساخت‌های تکنولوژیک و توان محاسباتی

اهداف:

- ارتقاء زیرساخت داده‌های باز در بخش عمومی.
- توسعه درگاه‌های ملی داده برای هوش مصنوعی.
- ایجاد ابررایانه‌های ملی برای پشتیبانی از مدل‌های پیشرفته.
- دسترسی‌پذیر ساختن داده‌های باکیفیت برای پژوهشگران و نوآوران.

۴- تسریع تطبیق ساختارهای اقتصادی و اجتماعی با هوش مصنوعی

اهداف:

- ارتقاء آگاهی عمومی نسبت به فرصت‌ها و مخاطرات هوش مصنوعی.
- توسعه چارچوب‌های اخلاقی و حقوقی برای استفاده مسئولانه از هوش مصنوعی.
- تحلیل تأثیرات هوش مصنوعی بر بازار کار و نظام رفاه اجتماعی.

- طراحی سیاست‌های حمایتی برای کاهش شکاف دیجیتال و تبعیض الگوریتمی.
- حمایت از مشارکت فعال زنان و گروه‌های کمتر برخوردار در اکوسیستم هوش مصنوعی.

۵- تقویت همکاری‌های بین‌المللی و حضور در حکمرانی جهانی هوش مصنوعی

اهداف:

- مشارکت فعال در تدوین استانداردهای جهانی هوش مصنوعی.
- همکاری با نهادهای بین‌المللی مانند سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، اتحادیه اروپا، یونسکو، گروه ۲۰.
- استفاده از ظرفیت دیپلماسی فناوری برای ارتقاء موقعیت ترکیه در عرصه جهانی.
- جذب سرمایه‌گذاری و استعدادهای بین‌المللی در پروژه‌های هوش مصنوعی.

۶- شتاب‌بخشی به تحول ساختاری و استفاده از هوش مصنوعی در بخش عمومی

اهداف:

- توسعه کاربردهای هوش مصنوعی در خدمات عمومی، شهرهای هوشمند، آموزش و سلامت.
- ایجاد سازوکارهای خرید دولتی برای محصولات هوش مصنوعی بومی.
- بهره‌گیری از هوش مصنوعی برای افزایش بهره‌وری دولت و کاهش هزینه‌های عمومی.
- تربیت حداقل ۱۰۰۰ متخصص هوش مصنوعی برای استخدام در دستگاه‌های دولتی تا سال ۲۰۲۵.

الزامات نظارتی ترکیه در حوزه هوش مصنوعی

بر اساس سند استراتژی ملی هوش مصنوعی ترکیه الزامات نظارتی در حوزه هوش مصنوعی به طور صریح آورده نشده است اما به واسطه اقدامات راهبردی می‌توان گفت که ایجاد سازوکار قانونی سازگار و منعطف (چابک) و فرآیند انطباق حقوقی چابک و فراگیر برای سنجش سناریوهای حقوقی و اخلاقی را لحاظ کرده است. یکی دیگر از اقدامات اصلی نظارتی تهیه مقررات لازم برای ایجاد و بهره‌برداری از محیط‌های آزمون مقررات‌گذاری برای کاربردهای نوآورانه هوش مصنوعی است. همچنین مدل‌ها و راهنماهایی که ابعاد حقوقی و اخلاقی کاربردهای هوش مصنوعی را ارزیابی‌پذیر و مدیریت‌پذیر کند نیز باید ارائه شود. موضوع دیگری که تأکید شده است تدوین سازوکارهای نظارتی برای اطمینان از بی‌طرفی، حریم خصوصی داده و حساب‌پذیری الگوریتم‌ها است. در زمینه داده و حکمرانی داده نیز به رعایت قوانین بین‌المللی در تبادل داده، احترام به حکمرانی داده، و توسعه مقررات ملی حفاظت از داده‌ها الزام شده است.

کاربرد هوش مصنوعی در صنایع ترکیه

استفاده از هوش مصنوعی به‌طور فزاینده‌ای در صنایع مختلف ترکیه در حال گسترش است و به بهبود بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و رقابت‌پذیری در بازار جهانی کمک می‌کند. برخی از صنایع پیشرو ترکیه در استفاده از هوش مصنوعی عبارتند از:

- صنعت خودروسازی
- صنعت شیشه و پوشش‌های نانو
- صنعت نساجی و پوشاک
- انرژی و شبکه‌های هوشمند
- لجستیک و زنجیره تأمین
- تأسیسات صنعتی و بازرسی از راه دور

همانطور که اشاره شد وضعیت پذیرش هوش مصنوعی در شرکت‌های ترکیه هنوز به حد قابل قبول نرسیده است و نرخ پذیرش هوش مصنوعی شرکت‌ها در سال ۲۰۲۴ برابر با ۴/۴ درصد بوده است.

یکی از علل این مسأله، کمبود نیروی متخصص (۷۸/۹٪ از شرکت‌ها به دلیل نبود نیروی متخصص در زمینه هوش مصنوعی از آن استفاده نمی‌کنند) و هزینه‌های بالای پیاده‌سازی و نگهداری سیستم‌های هوش مصنوعی است که برای بسیاری از شرکت‌ها چالش‌برانگیز است. همچنین، ۴۹/۶٪ از شرکت‌ها به دلیل عدم تطابق با تجهیزات و نرم‌افزارهای موجود از هوش مصنوعی استفاده نمی‌کنند.

دولت ترکیه با ارائه سیاست‌ها و مشوق‌هایی مانند معافیت‌های مالیاتی و حمایت از پروژه‌های تحقیق و توسعه، به ترویج استفاده از هوش مصنوعی در صنایع کمک می‌کند.

تحلیل قیاسی کشورهای مورد مطالعه

در این بخش، با واکاوی مطالعات صورت گرفته در کشورهای کانادا، چین، بریتانیا، ترکیه و اتحادیه اروپا تحلیل جامعی از محورهای کلیدی در دو بخش کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه ارائه می شود:

تحلیل قیاسی کشورهای توسعه یافته

با توجه به ویژگی‌هایی نظیر اقتصادهای پیشرفته، زیرساخت‌های فناوری قوی، نهادهای نظارتی تثبیت شده کشورهای توسعه یافته شامل کانادا، بریتانیا و اتحادیه اروپا می باشند (جدول ۱).

جدول ۱- تحلیل قیاسی کشورهای توسعه یافته

کشور	رویکردهای کلان	الزامات نظارتی	کاربردهای صنعتی
کانادا	تمرکز بر توسعه پایدار و انسان محور با اصول شفافیت، حقوق بشر و همکاری بین بخشی تأکید بر جذب استعداد، تقویت پژوهش و تجاری سازی	رویکرد دوگانه (عمومی و خصوصی) ارزیابی تأثیر الگوریتمی با چهار سطح ریسک تأکید بر شفافیت و کاهش تبعیض	سرمایه گذاری در زیرساخت فناوری اطلاعات، خدمات مالی، سلامت و خودروهای خودران
بریتانیا	رویکرد حامی نوآوری با اصول بین بخشی تمرکز بر ایمنی آنلاین و بهینه سازی طیف فرکانسی	رویکرد نرم و بخشی با تمرکز بر ارزیابی تأثیر و استاندارد سازی توسط تنظیم گران بخشی	تمرکز بر سلامت، فین تک و زیرساخت فناوری اطلاعات با رشد در خودروهای خودران سرمایه گذاری متنوع در صنعت تأکید بر بلوغ اکوسیستم استارت‌آپی
اتحادیه اروپا	رویکردی متوازن بین نوآوری و اعتماد عمومی با هدف رهبری جهانی در هوش مصنوعی اخلاق محور تأکید بر اکوسیستم های برتری (نوآوری) و اعتماد (قوانین مبتنی بر ریسک) سرمایه گذاری ۲۰ میلیارد یورویی سالانه تا ۲۰۳۰ ایجاد سندباکس های تنظیم گری	رویکرد مبتنی بر ریسک الزامات سخت گیرانه برای سیستم های پرخطر (شفافیت، ممیزی، نظارت انسانی) ممنوعیت کاربردهای غیرمجاز (مانند تشخیص چهره در اماکن عمومی).	کاربرد گسترده در تولید (بهینه سازی فرآیندها)، سلامت (تشخیص بیماری)، حمل و نقل (خودروهای خودران)، کشاورزی و انرژی سرمایه گذاری متنوع با تمرکز بر بهره‌وری و پایداری

کشورهای توسعه یافته بر اخلاق، شفافیت، و حفاظت از حقوق شهروندان با چارچوب‌های نظارتی پیشرفته تأکید داشته و چارچوب‌های نظارتی پیشرفته و منسجم برای کاهش ریسک‌های اجتماعی تدوین کرده‌اند. تنوع در کاربردها با سرمایه‌گذاری‌های پیشرفته و تمرکز بر نوآوری در بخش‌های استراتژیک در اولویت‌های کاری آنها قرار دارد.

تحلیل قیاسی کشورهای در حال توسعه

با توجه به ویژگی‌هایی نظیر اقتصادهای در حال رشد، زیرساخت‌های در حال توسعه، و تمرکز بر صنعتی‌سازی و رقابت‌پذیری اقتصادی کشورهای در حال توسعه شامل چین و ترکیه می‌باشند (جدول ۲).

جدول ۲- تحلیل قیاسی کشورهای در حال توسعه

کشور	رویکردهای کلان	الزامات نظارتی	کاربردهای صنعتی
چین	رویکرد دولت‌محور با هدف تبدیل شدن به قطب جهانی هوش مصنوعی تا ۲۰۳۰ تمرکز بر رشد اقتصادی، امنیت ملی و صنعتی‌سازی با سرمایه‌گذاری سنگین در خودروهای خودران و رباتیک	تنظیم‌گری فناوری‌محور با قوانین خاص (الگوریتم‌های توصیه‌گر، جعل عمیق، هوش مصنوعی مولد) و اصول اخلاقی غیرالزام‌آور الزامات ایمنی و گزارش‌دهی	تمرکز بر تولید هوشمند، خودروهای خودران (۴۱٪ سرمایه‌گذاری)، رباتیک (۱۳٪)، سلامت و خرده‌فروشی سرمایه‌گذاری متمرکز و دولت‌محور
ترکیه	تمرکز بر توسعه نیروی انسانی، زیرساخت‌های داده و همکاری بین‌المللی	عدم وجود الزامات نظارتی صریح تأکید بر تدوین چارچوب‌های حقوقی چابک، محیط‌های آزمون و تضمین بی‌طرفی و حریم خصوصی	کاربرد در خودروسازی، نساجی، انرژی و لجستیک، اما با پذیرش پایین (۴/۴٪) به دلیل کمبود نیروی متخصص و هزینه‌های بالا

اولویت کشورهای در حال توسعه بر رشد اقتصادی و صنعتی‌سازی است اما با چالش‌های زیرساختی و منابع انسانی مواجه هستند. رویکرد مقررات‌گذاری این کشورها با تمرکز بر انعطاف‌پذیری برای حمایت از نوآوری همراه است.

جمع‌بندی و نکات کلیدی

کشورهای توسعه‌یافته بر ایجاد تعادل بین نوآوری و اخلاق و ایجاد چارچوب‌های نظارتی جامع تمرکز دارند و از تنوع و بلوغ بیشتری در کاربردهای صنعتی برخوردارند. در حالی که کشورهای در حال توسعه اولویت را به رقابت اقتصادی و توسعه زیرساخت‌ها می‌دهند. چین به دلیل منابع مالی و برنامه‌ریزی متمرکز، سرمایه‌گذاری‌های متمرکزی در بخش‌های استراتژیک داشته و در این زمینه از ترکیه پیشروتر است. ترکیه، هنوز در مراحل اولیه تنظیم‌گری است و به دلیل محدودیت‌های زیرساختی پیشرفت کمتری داشته است. در ادامه شباهت‌ها و تفاوت‌های مستخرج از تحلیل قیاسی ارائه می‌شود:

شبهات‌ها:

- هر دو گروه بر توسعه نیروی انسانی، زیرساخت‌های داده و همکاری‌های بین‌المللی تأکید دارند.
- سلامت، حمل‌ونقل و زیرساخت فناوری اطلاعات از حوزه‌های مشترک سرمایه‌گذاری هستند.
- کمبود نیروی متخصص و مسائل اخلاقی (حریم خصوصی، تبعیض الگوریتمی) چالش‌های مشترکند.

تفاوت‌ها:

- کشورهای توسعه‌یافته بر اخلاق، شفافیت و تنظیم‌گری و چارچوب‌های نظارتی منسجم تمرکز دارند، در حالی که کشورهای در حال توسعه اولویت را به رشد اقتصادی و صنعتی‌سازی می‌دهند.
- کشورهای توسعه‌یافته اکوسیستم‌های بالغ‌تری دارند، در حالی که کشورهای در حال توسعه (به‌ویژه ترکیه) با محدودیت‌های زیرساختی و پذیرش محدود مواجهند.
- چین به‌عنوان یک استثنا در کشورهای در حال توسعه، به دلیل سرمایه‌گذاری متمرکز و برنامه‌ریزی دولتی، در برخی جنبه‌ها (مانند خودروهای خودران) با کشورهای توسعه‌یافته رقابت می‌کند.

این مقایسه نشان می‌دهد هر کشور با توجه به اولویت‌های ملی خود، رویکردی متمایز به هوش مصنوعی دارد. اتحادیه اروپا و کانادا بر اخلاق و شفافیت، چین بر صنعتی‌سازی و رقابت، بریتانیا بر نوآوری و ترکیه بر توسعه زیرساختی تمرکز دارند. تقویت همکاری‌های بین‌المللی و سرمایه‌گذاری در نیروی انسانی و زیرساخت، کلید موفقیت در این حوزه است. علاوه بر آن، تعادل بین نوآوری، تنظیم‌گری و توسعه زیرساخت‌ها برای موفقیت در حوزه هوش مصنوعی حیاتی است.

توصیه‌های راهبردی برای توسعه هوش مصنوعی در ایران

بررسی تطبیقی سیاست‌های کشورهای منتخب نشان می‌دهد که هیچ کشوری بدون سرمایه‌گذاری هدفمند در نیروی انسانی، زیرساخت داده، چارچوب‌های قانونی و همکاری‌های بین‌بخشی نتوانسته است اکوسیستم هوش مصنوعی کارآمد و قابل اعتماد ایجاد کند. بر این اساس، توصیه‌های راهبردی برای ایران به ترتیب اولویت ارائه می‌شود.

۱- توسعه نیروی انسانی متخصص

- طراحی و اجرای برنامه ملی تربیت نیروی انسانی هوش مصنوعی در مقاطع دانشگاهی و مهارتی
- ایجاد شبکه ملی آموزش هوش مصنوعی با مشارکت دانشگاه‌ها، مراکز مهارتی، پژوهشگاه‌ها و صنعت
- هدف‌گذاری تربیت حداقل ۵۰۰۰ نیروی متخصص عملیاتی تا سال ۱۴۰۷
- بازآموزی نیروی کار موجود برای سازگاری با تحولات فناورانه در صنایع اولویت‌دار

۲- ایجاد زیرساخت‌های بومی داده و توان محاسباتی

- سرمایه‌گذاری در ابررایانه‌ها و مراکز داده بومی هوش مصنوعی برای پشتیبانی از مدل‌های پیشرفته
- تدوین چارچوب حاکمیت داده ملی شامل مالکیت داده، استانداردهای تبادل و الزامات امنیتی
- توسعه درگاه‌های ملی داده باز برای دسترسی پژوهشگران و بخش خصوصی به داده‌های باکیفیت
- اتصال زیرساخت‌های ارتباطی (نظیر ۵G) برای تحقق کاربردهای صنعتی و خدماتی هوش مصنوعی

۳- تدوین قانون جامع و چارچوب‌های اخلاقی بومی‌سازی شده

- طراحی قانون جامع هوش مصنوعی با رویکرد تسهیل نوآوری، حفاظت از حقوق کاربران و طبقه‌بندی ریسک
- تدوین اصول اخلاقی بومی مبتنی بر ارزش‌های فرهنگی و اجتماعی ایران (مانند حفظ کرامت انسانی، عدالت الگوریتمی و حریم خصوصی)
- ایجاد سازوکار هماهنگ تنظیم‌گری (AI Council) با مشارکت نهادهای دولتی، بخش خصوصی و جامعه علمی

۴- حمایت ساختاریافته از زیست‌بوم نوآوری و استارت‌آپ‌های هوش مصنوعی

- ایجاد صندوق ملی سرمایه‌گذاری خطرپذیر هوش مصنوعی با مشارکت دولت و بخش خصوصی
- ارائه مشوق‌های مالیاتی و تسهیلاتی به شرکت‌های دانش‌بنیان و استارت‌آپ‌های فعال در این حوزه
- تسهیل ثبت اختراعات و مالکیت فکری در حوزه هوش مصنوعی
- توسعه سندباکس‌های تنظیم‌گری برای تست و تایید فناوری‌های نوین پیش از تجاری‌سازی

۵- توسعه مدل‌های بومی زبانی و مولد

- حمایت از توسعه مدل‌های زبانی فارسی و کاربردهای بومی‌شده برای خدمات عمومی و صنعت
- راه‌اندازی برنامه ملی توسعه مدل‌های مولد هوش مصنوعی برای کاهش وابستگی فناورانه و ارتقاء حاکمیت داده

۶- تمرکز بر کاربردهای صنعتی و خدمات عمومی

❖ اولویت‌بندی کاربردهای هوش مصنوعی در صنایع کلیدی:

- نفت و گاز (بهینه‌سازی تولید و نگهداری)
- کشاورزی (مدیریت منابع آب و پیش‌بینی تولید)
- سلامت (تشخیص پزشکی و بهداشت عمومی)
- حمل‌ونقل (مدیریت ترافیک و خودروهای خودران)
- معدن (اکتشاف و بهره‌برداری هوشمند)
- استفاده از هوش مصنوعی در بخش عمومی و خدمات دولتی برای بهبود بهره‌وری، کاهش هزینه‌ها و ارتقاء رضایتمندی عمومی

۷- تقویت دیپلماسی فناوری و همکاری‌های بین‌المللی

- مشارکت فعال در تدوین استانداردهای جهانی هوش مصنوعی
- توسعه همکاری‌های فناورانه منطقه‌ای با کشورهای همسایه برای پروژه‌های مشترک
- طراحی دیپلماسی فناوری هدفمند برای جذب سرمایه‌گذاری خارجی، انتقال دانش و ارتقاء جایگاه منطقه‌ای

۸- ارتقای آگاهی عمومی و پذیرش اجتماعی (اولویت هشتم کوتاه‌مدت)

- اجرای کمپین‌های ملی آگاهی‌بخشی درباره مزایا و مخاطرات هوش مصنوعی
- توسعه برنامه‌های آموزش سواد دیجیتال و هوش مصنوعی در مدارس و رسانه‌ها
- جلب مشارکت گروه‌های کمتر برخوردار و زنان برای کاهش شکاف دیجیتال و افزایش عدالت فناورانه

مفاد این توصیه‌ها می‌تواند به‌عنوان مبنای طراحی «نقشه‌راه حکمرانی ملی کشور» و تعیین اولویت‌های اجرایی وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات در بازه‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت مورد توجه قرار گیرد تا زمینه‌ساز ایجاد مزیت رقابتی فناورانه و حکمرانی داده‌محور کشور باشد.

۱. European Commission – White Paper on Artificial Intelligence: A European Approach to Excellence and Trust, February ۲۰۲۰, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:۵۲۰۲۰DC۰۰۶۵>
۲. Coordinated Plan on Artificial Intelligence ۲۰۲۱ Update, December ۲۰۲۱, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/coordinated-plan-artificial-intelligence-۲۰۲۱-review>
۳. AI Act – Proposal for a Regulation laying down harmonised rules on artificial intelligence, ۲۰۲۴, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:۳A۵۲۰۲۱PC۰۲۰۶>
۴. Digital Europe Programme (۲۰۲۱–۲۰۲۷), <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme>
۵. Europe’s Digital Decade – ۲۰۳۰ Digital Compass, March ۲۰۲۱, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/europes-digital-decade>
۶. OECD AI Policy Observatory – European Union Profile, <https://oecd.ai/en/dashboards/policy-initiatives/european-union>
۷. AI Strategy for the Federal Public Service ۲۰۲۵-۲۰۲۷: Full-text (Canada.ca) <https://dataforpolicy.org/canadas-new-ai-strategy-and-emerging-trends-in-asias-ai-landscape/>
۸. <https://www.cifar.ca/ai/pan-canadian-artificial-intelligence-strategy>
۹. <https://oecd.ai/en/dashboards/policy-initiatives/pan-canadian-ai-strategy-۸۰۲۸>
- <https://oecd.ai/en/dashboards/national/canada>
۱۰. <https://oecd.ai/en/dashboards/national/china-peoples-republic-of>
۱۱. <https://www.gov.uk/government/consultations/ai-regulation-a-pro-innovation-approach-policy-proposals/outcome/a-pro-innovation-approach-to-ai-regulation-government-response>
۱۲. Ofcom’s Strategic Approach to AI, ۲۰۲۵/۲۶
۱۳. <https://oecd.ai/en/dashboards/national/united-kingdom>
۱۴. <https://oecd.ai/en/dashboards/national/turkiye>
۱۵. ICT Sector Report, <https://www.tubisad.org.tr/tr/images/pdf/tubisad-ict-en-۱۱۰۶۲۰۲۵.pdf>
۱۶. National AI Strategy ۲۰۲۱–۲۰۲۵ – Türkiye, https://wp.oecd.ai/app/uploads/۲۰۲۱/۱۲/Turkey_National_Artificial_Intelligence_Strategy_۲۰۲۱-۲۰۲۵.pdf
۱۷. National Artificial Intelligence Strategy ۲۰۲۴–۲۰۲۵ Action Plan

