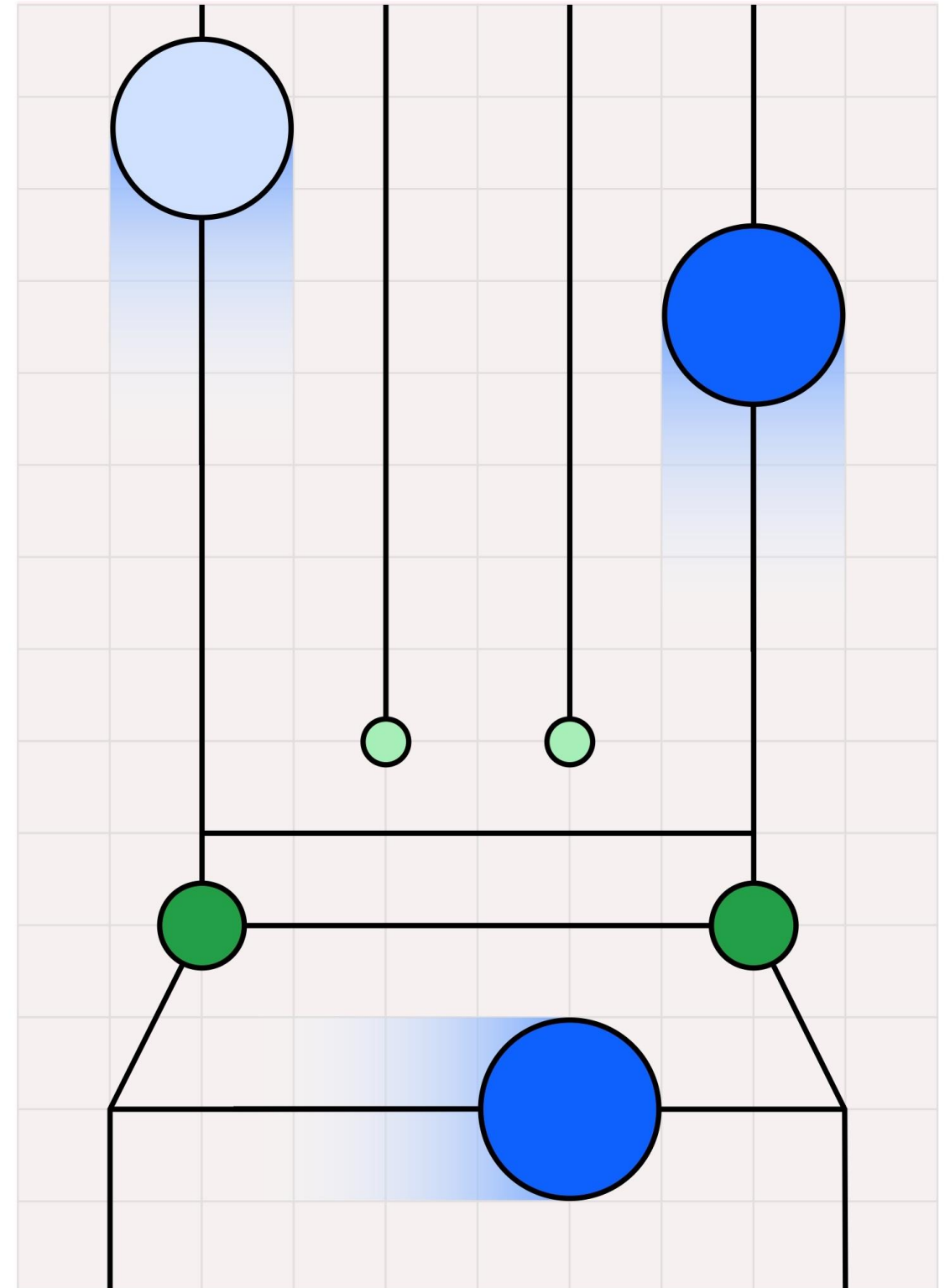


حاکمیت در دوران هوش مصنوعی

برنامه‌ریزی برای اهداف
از دفاع و امنیت تا سلامت عمومی،
آموزش و خدمات شهروندی



پیشگفتار

در طول تاریخ، دولت‌ها معماران پیشرفت بوده‌اند. از برنامه‌های فضایی که انسان را فراتر از زمین بردند تا شکل‌گیری اینترنت که جهان را به هم متصل کرد؛ نهادهای عمومی همواره موتور محرک دگرگونی‌های جهانی بوده‌اند. هر جهش بزرگ، با یک چشم‌انداز مشترک و جسارت اقدام در شرایطی همراه بوده است که اغلب با عدم قطعیت همراه بوده‌اند.

امروز، هوش مصنوعی نقطه عطف بزرگ بعدی را رقم می‌زند. تا سال ۲۰۳۰، هوش مصنوعی صرفاً پشتیبان مأموریت‌های عمومی نخواهد بود، بلکه خود آن‌ها را شکل خواهد داد. اگرچه این فناوری همه چالش‌های پیش روی دولت‌ها و جوامع را حل نخواهد کرد؛ اما در تمامی مأموریت‌های دولتی از دفاع و امنیت گرفته تا سلامت، آموزش و خدمات شهروندی نقشی تعیین‌کننده خواهد داشت. باین‌حال، بهره‌برداری از ظرفیت‌های هوش مصنوعی مستلزم آن است که دولت‌ها از امروز نهادها، زیرساخت‌ها، داده‌ها و نیروی انسانی خود را آماده کنند.

هوش مصنوعی هرگز جایگزین تعهد، قضاوت و همدلی‌ای نخواهد شد که جوهره مدیریت عمومی را شکل می‌دهد. اما اگر به صورت مسئولانه و راهبردی به کار گرفته شود، می‌تواند توانمندی کارگزاران بخش عمومی را برای ایجاد اثرگذاری در مقیاس وسیع، پیش‌بینی بحران‌ها و ارائه خدمات و تجربه‌هایی متناسب‌تر برای شهروندان به طور چشمگیری تقویت کند.

چنانچه هوش مصنوعی با هدفی انسان‌محور و بر پایه اعتماد عمومی هدایت شود می‌تواند به یکی از قدرتمندترین ابزارهای پیشرفت در تاریخ جوامع ما تبدیل شود. با سرمایه‌گذاری جسورانه، مدیریت اخلاق‌محور و اقدام جمعی، می‌توان دولت‌هایی ساخت که نه تنها کارآمدتر و امن‌تر هستند، بلکه شخصی‌سازی‌شده‌تر، فراگیرتر و تاب‌آورتر هستند.

مایلم از نویسندگان این گزارش، از ۱۰۰ مدیر ارشد دولتی که دیدگاه‌های خود را در قالب این پژوهش با ما در میان گذاشتند و نیز از اعضای همکار IBM در National Academy of Public Administration قدردانی کنم؛ کسانی که تجربه ارزشمندشان در مدیریت و حکمرانی عمومی، به شکل‌گیری بینش‌ها و توصیه‌های مطرح‌شده در این گزارش کمک شایانی کرده است.

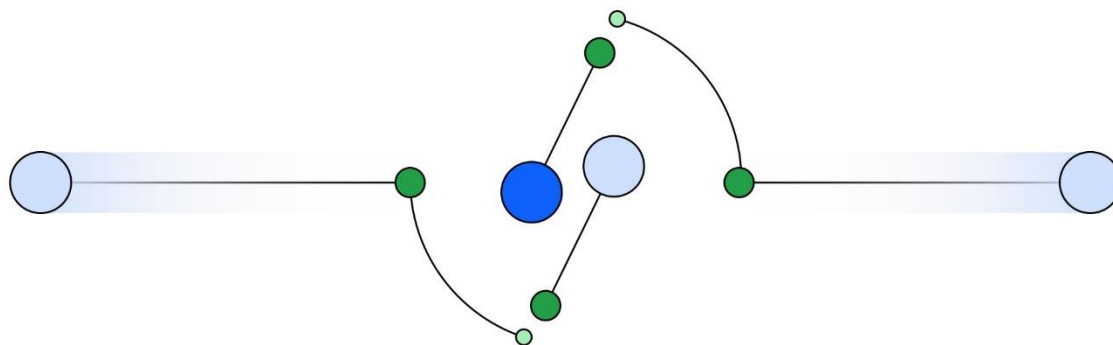
کریستینا کابایه فوگه

Cristina Caballe Fuguet

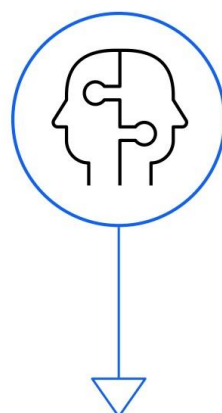
نایب‌رئیس

بخش دولتی بین‌المللی

IBM

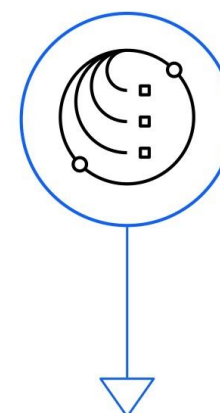


نکات کلیدی



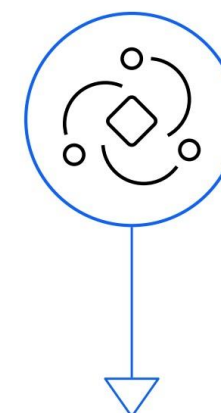
ارتقا بلوغ هوش مصنوعی در دولت‌ها وابسته به رفع شکاف مهارتی و ایجاد چارچوب‌های حکمرانی است.

۶۲ درصد از مدیران دولتی، توسعه نیروی انسانی و استعدادها را یکی از حوزه‌های حیاتی در مسیر آمادگی برای هوش مصنوعی می‌دانند. پس از آن، نیاز به ایجاد چارچوب‌های اخلاقی، حقوقی و مقرراتی قرار دارد که از سوی ۵۵ درصد از مدیران ارشد دولتی به‌عنوان یک اولویت کلیدی مطرح شده است.



افزایش چشمگیر سرمایه‌گذاری دولت‌ها در هوش مصنوعی و عبور از آمادگی داده به‌سوی پذیرش سازمانی

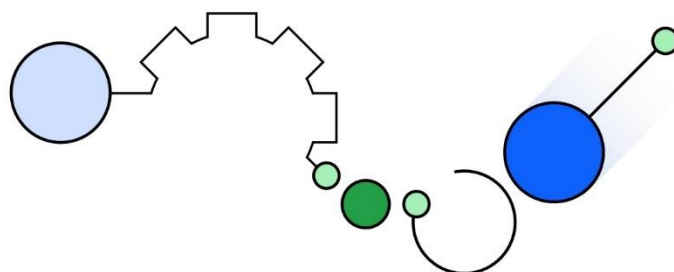
در حال حاضر، دولت‌ها به طور متوسط حدود ۸ درصد از بودجه فناوری اطلاعات خود را به هوش مصنوعی اختصاص می‌دهند؛ سهمی که پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ به بیش از ۱۳ درصد برسد؛ یعنی افزایشی نزدیک به ۷۰ درصد. با بلوغ سرمایه‌گذاری‌ها در حوزه مدیریت داده، کیفیت داده و حاکمیت داده، مدیران انتظار دارند بین ۵۰ تا ۸۰ درصد از داده‌های سازمانی برای کاربردهای هوش مصنوعی قابل‌استفاده باشد. با این حال، امروز تنها حدود ۷ درصد از داده‌های دولتی توسط سامانه‌های هوش مصنوعی مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد؛ موضوعی که نشان می‌دهد بخش عمده‌ای از ارزش سازمانی هوش مصنوعی هنوز محقق نشده است.



مدیران دولتی برای بهره‌برداری از منافع هوش مصنوعی، ریسک عدم قطعیت را می‌پذیرند.

۶۹ درصد از مدیران ارشد دولتی اذعان دارند که منافع بالقوه هوش مصنوعی و خودکارسازی در افزایش بهره‌وری آن‌قدر قابل‌توجه است که برای همگام ماندن، ناگزیر به پذیرش ریسک‌های معنادار هستند. همچنین نزدیک به ۹ نفر از هر ۱۰ نفر برنامه دارند با وجود عدم قطعیت‌ها، روند تحول را تسریع کنند. پیام روشن است؛ انفعال و عدم اقدام، خود یک ریسک غیرقابل‌قبول محسوب می‌شود.

عصر جدید مدیریت دولتی



در چنین فضایی، پنج ضرورت راهبردی به عنوان الزامات حیاتی برای هر دولتی که به دنبال شکوفایی است پدیدار می‌شود؛ نوآوری، مشارکت، کارایی، امنیت و تاب‌آوری. این‌ها اولویت‌هایی مجزا نیستند؛ بلکه اهرم‌های به هم پیوسته تحول به شمار می‌روند، در کنار یکدیگر شالوده حکمرانی آینده‌محور را شکل می‌دهند و چارچوبی یکپارچه برای پیش‌بینی اختلال‌ها، سازگاری سریع و ایجاد اعتماد در عصری از تغییرات مداوم را فراهم می‌کنند.

پیشبرد این الزامات صرفاً با به کارگیری فناوری‌های نوپدید محقق نمی‌شود. سرعت اختلال‌ها اکنون از سرعت سازگاری نهادی پیشی گرفته و مدیران عمومی را وادار می‌کند تصمیم‌هایی سریع‌تر، تحت بررسی دقیق‌تر و با پیامدهایی پرریسک‌تر از همیشه اتخاذ کنند. پرسش دیگر این نیست که آیا دولت‌ها باید تغییر کنند یا نه؛ پرسش این است که تا چه اندازه جسورانه حاضرند مدیریت این تغییر را بر عهده بگیرند.

در این بزمگاه، خود مفهوم مدیریت نیز در حال بازتعریف است. بر اساس مطالعه CEO 2025 مؤسسه IBM IBV، ۶۹ درصد از مدیران ارشد دولتی اذعان دارند که منافع بالقوه بهره‌وری ناشی از خودکارسازی آن‌قدر چشمگیر است که برای همگام ماندن باید ریسک‌های قابل‌توجهی را بپذیرند. همچنین نزدیک به ۹ نفر از هر ۱۰ نفر قصد دارند علی‌رغم عدم قطعیت‌ها، روند تحول را تسریع کنند.^۱ پیام روشن است؛ بزرگ‌ترین ریسک، اقدام نکردن است.

داستان دولت‌ها در عصر هوش مصنوعی، از دل عدم قطعیت آغاز می‌شود. در سراسر جهان، مدیران با محیطی مواجه‌اند که با بی‌ثباتی تعریف می‌شود؛ جابه‌جایی‌های ژئوپلیتیکی، تکه‌تکه شدن اقتصاد جهانی، رخدادهای شدید اقلیمی، حملات سایبری و پیامدهای زنجیره‌ای ناآرامی‌های اجتماعی.

حفاظت، خدمت‌رسانی و توانمندسازی که مأموریت دولت‌ها است؛ به‌ندرت تا این اندازه پیچیده و درعین‌حال سرنوشت‌ساز بوده است.

اما در میانه این تلاطم، فرصت‌هایی نیز نهفته است. جهش‌های فناورانه، به‌ویژه در حوزه هوش مصنوعی و خودکارسازی، در حال بازتعریف مرزهای ممکن در حکمرانی هستند. این پیشرفت‌ها به مدیران بخش عمومی امکان می‌دهند فراتر از دیجیتالی کردن گذشته حرکت کنند و دولت را برای آینده طراحی کنند.

معضل اعتماد

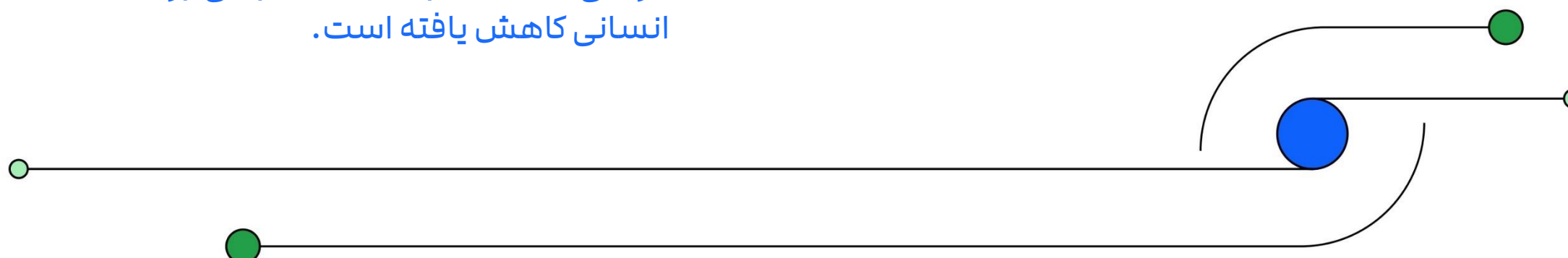
اعتماد در کانون روایت هوش مصنوعی قرار دارد. در زمینه هوش مصنوعی، اعتماد معیاری از مشروعیت است و بدون آن، حتی پیشرفته‌ترین سامانه‌ها نیز مجوز اجتماعی لازم برای فعالیت را از دست می‌دهند.

پژوهش مستقلی که با مشارکت بیش از ۱۳ هزار شهروند در ۹ کشور از سوی IBM انجام شد، از تغییر ظریف اما معناداری در احساسات عمومی حکایت دارد. با وجود تداوم نگرانی‌ها درباره حریم خصوصی داده‌ها، ازدست‌رفتن مشاغل و تضعیف نظارت انسانی، اکثریت روبه‌رشدی از شهروندان اکنون از به‌کارگیری هوش مصنوعی مولد در خدمات حیاتی مانند امور مالیاتی، پشتیبانی مشتری و آموزش حمایت می‌کنند. نکته قابل‌توجه آن که از سال ۲۰۲۳ به این طرف، اعتماد به خدمات مبتنی بر هوش مصنوعی افزایش یافته، درحالی‌که اعتماد به خدمات متکی بر کمک انسانی کاهش پیدا کرده است.^۲

این پارادوکس، چالش حکمرانی معاصر را به‌خوبی بازتاب می‌دهد؛ افراد ممکن است به نهادها بی‌اعتماد باشند، اما درعین‌حال با فناوری‌هایی که همان نهادها به کار می‌گیرند احساس راحتی بیشتری داشته باشند. تنها یک‌سوم شهروندان می‌گویند به دولت مرکزی خود اعتماد بالایی دارند، اما بیش از نیمی از آن‌ها به خدمات شهروندی مبتنی بر هوش مصنوعی اطمینان نشان می‌دهند.^۳

پر کردن این شکاف مستلزم آن است که دولت‌ها نه تنها از هوش مصنوعی به‌طور مسئولانه استفاده کنند، بلکه به‌صورت ملموس و قابل‌مشاهده نشان دهند که چنین می‌کنند. در عصر هوش مصنوعی، شفافیت نمی‌تواند صرفاً یک راهبرد ارتباطی باشد؛ باید به یک اصل بنیادین در طراحی تبدیل شود.

اعتماد به خدمات مبتنی بر هوش مصنوعی از سال ۲۰۲۳ افزایش یافته، درحالی‌که اعتماد به خدمات مبتنی بر کمک انسانی کاهش یافته است.



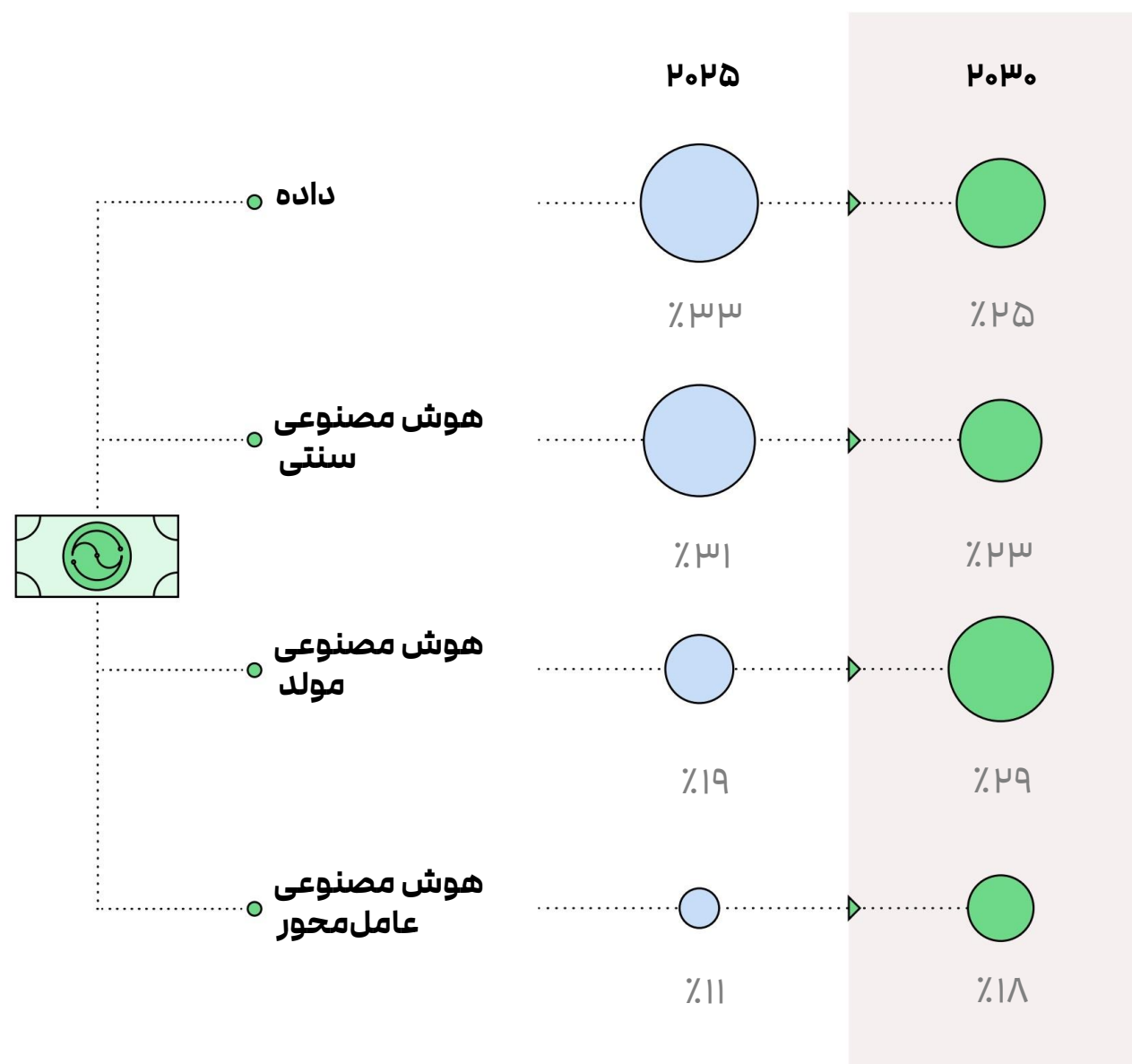
شتاب و بلوغ

شکل ۱

به طور متوسط، انتظار می‌رود تخصیص بودجه هوش مصنوعی طی پنج سال آینده از داده و هوش مصنوعی سنتی به سمت هوش مصنوعی مولد و عامل محور تغییر کند.

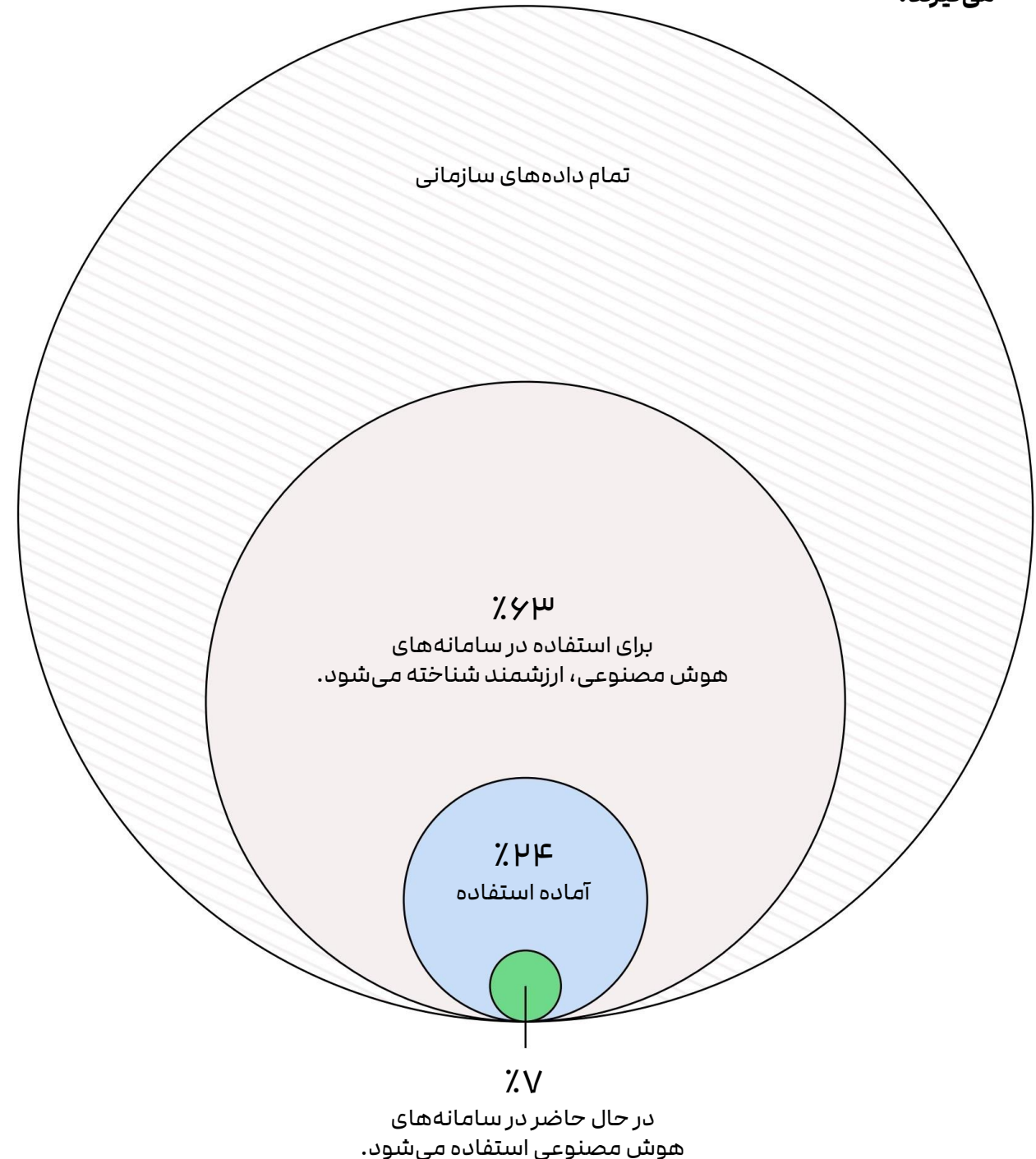
در پیس حال و هوای عمومی، تحولی آرام در درون سازمان‌های دولتی در جریان است. برای درک بهتر چگونگی شکل‌گیری این تحول، IBM IBV از مدیران ارشد فناوری دولتی در شش کشور نظرسنجی کرده است (به روش‌شناسی گزارش مراجعه کنید). تصویری که به دست آمد ترکیبی از سطح جاه‌طلبی بالا، پذیرش ناهمگون و آمادگی‌ای است هنوز در مراحل اولیه قرار دارد.

امروز، دولت‌ها به طور متوسط نزدیک به ۸ درصد از بودجه فناوری اطلاعات خود را به هوش مصنوعی اختصاص می‌دهند؛ رقمی که انتظار می‌رود تا سال ۲۰۳۰ به بیش از ۱۳ درصد برسد؛ یعنی افزایشی نزدیک به ۷۰ درصد. مدیران اشاره می‌کنند که بخش عمده سرمایه‌گذاری‌های فعلی مرتبط با هوش مصنوعی همچنان صرف زیرساخت‌های بنیادین اما اغلب نادیده گرفته شده مدیریت داده، کیفیت داده و حاکمیت داده می‌شود. با این حال، تا پایان دهه جاری میلادی، انتظار می‌رود این الگوی هزینه‌کرد به طور قاطع به سمت هوش مصنوعی مولد و عامل محور تغییر کند (شکل ۱). این تغییر، نشان‌دهنده عزم دولت‌ها برای گذار از مرحله آزمایش به پذیرش سازمانی در مقیاس وسیع است.



شکل ۲

در حالی که به طور متوسط ۶۳ درصد از داده‌های سازمانی ارزشمند شناخته می‌شوند و ۲۴ درصد از آن‌ها از قبل آماده شده‌اند، تنها ۷ درصد از آنها امروزه مورد استفاده هوش مصنوعی قرار می‌گیرند.



با این وجود، تأمین مالی به‌تنهایی نمی‌تواند شکاف بلوغ را پر کند. مدیران برآورد می‌کنند که امروز کمتر از یک‌چهارم داده‌های سازمانی آن‌ها برای استفاده در هوش مصنوعی آماده است و تنها حدود ۷ درصد از کل داده‌ها در سامانه‌های هوش مصنوعی استفاده می‌شود. درعین‌حال، آن‌ها معتقدند اگر داده‌ها به‌درستی آماده‌سازی شوند، بین ۵۰ تا ۸۰ درصد از داده‌های سازمانی می‌تواند ارزشمند باشد. این امر یادآوری روشنی از این واقعیت است که محدودیت اصلی نه در فناوری، بلکه در ساختار و دسترسی‌پذیری اطلاعات نهفته است (شکل ۲). شکاف آمادگی داده همچنان یکی از مهم‌ترین موانع تحقق کامل وعده‌های هوش مصنوعی به‌شمار می‌رود.

با این‌حال، روند پیشرفت در حال شتاب گرفتن است. نمونه‌های زیر نشان می‌دهد که چرا:

- وزارت امور کهنه‌سربازان ایالات متحده با استفاده از خودکارسازی هوشمند، زمان پردازش درخواست‌ها را ۹۷ درصد کاهش داد و بیش از ۵۵۰ هزار ساعت کار انسانی صرفه‌جویی کرد.^۴
- نهاد جبران خسارت ناشی از حوادث و بیماری‌های شغلی ایتالیا (INAIL) یک دستیار مجازی مبتنی بر هوش مصنوعی را برای مدیریت افزایش ۵۰ درصدی درخواست‌های مزایا به کار گرفت.^۵
- کارشناسان پرونده در اداره رفاه جوانان آلمان از هوش مصنوعی برای خلاصه‌سازی داده‌های پرونده از منابع متعدد استفاده می‌کنند و بدین ترتیب زمان پژوهش هر پرونده را ۹ درصد کاهش داده‌اند.^۶
- در مرزهای اکتشاف علمی، آژانس فضایی اروپا (ESA) با همکاری IBM Research® و سایر شرکای پژوهشی، مدل هوش مصنوعی مولدی به نام TerraMind را راه‌اندازی کرد که تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های پایش زمین را یکپارچه می‌کند تا تاب‌آوری اقلیمی، پاسخ به بلایای طبیعی و مدیریت منابع را در سراسر اروپا بهبود بخشد.^۷

این نمونه‌ها در کنار هم الگویی روشن را آشکار می‌کنند. هنگامی که دولت‌ها انضباط داده‌ای را با طراحی انسان‌محور ترکیب می‌کنند، هوش مصنوعی ارزش قابل‌اندازه‌گیری خلق می‌کند. هر داستان موفقیت بر یک حقیقت مشترک تأکید دارد؛ آینده یک دولت نه‌تنها با مقیاس و کیفیت داده‌هایی که دارد، بلکه با توانایی استفاده هوشمندانه از آن داده‌ها تعریف خواهد شد.

شکل ۳

طیف گسترده‌ای از موارد استفاده هوش مصنوعی عامل محور در حال بررسی و آزمایش هستند، اما تعداد کمی از آن‌ها به مرحله پیاده‌سازی در مقیاس کامل رسیده‌اند.

ظهور هوش مصنوعی عامل محور

تکامل بعدی هوش مصنوعی هم‌اکنون در حال شکل‌گیری است. هوش مصنوعی عامل محور فراتر از اجرای وظایف از پیش تعریف‌شده می‌رود و به‌عنوان یک موجودیت نرم‌افزاری خودمختار عمل می‌کند که قادر به استدلال، تصمیم‌گیری و بهبود مستمر است.

برخلاف سامانه‌های سنتی هوش مصنوعی، این رویکرد مدل‌های زبانی بزرگ را با استدلال وظیفه‌محور، طراحی جریان‌های کاری، یکپارچه‌سازی ابزارها و اجرای ماشین به ماشین از طریق API‌ها ترکیب می‌کند.

یک عامل هوش مصنوعی عامل محور با تفسیر داده‌ها، تصمیم‌گیری درباره اقدامات و یادگیری از پیامدها بدون نیاز به نظارت مداوم انسانی، عملاً به‌عنوان «نیروی کار دیجیتال» عمل می‌کند.^۸

اگرچه تنها تعداد محدودی از سازمان‌های دولتی گزارش داده‌اند که در حال حاضر راهکارهای هوش مصنوعی عامل محور را پیاده‌سازی کرده‌اند، اما اکثریت قابل‌توجهی در حال ارزیابی یا اجرای پایلوت این فناوری در طیف متنوعی از کاربردهای مأموریت‌محور هستند (شکل ۳).

گزارش و بریف
ساخته‌شده با
هوش مصنوعی

انوماسیون
خدمات شهروندی

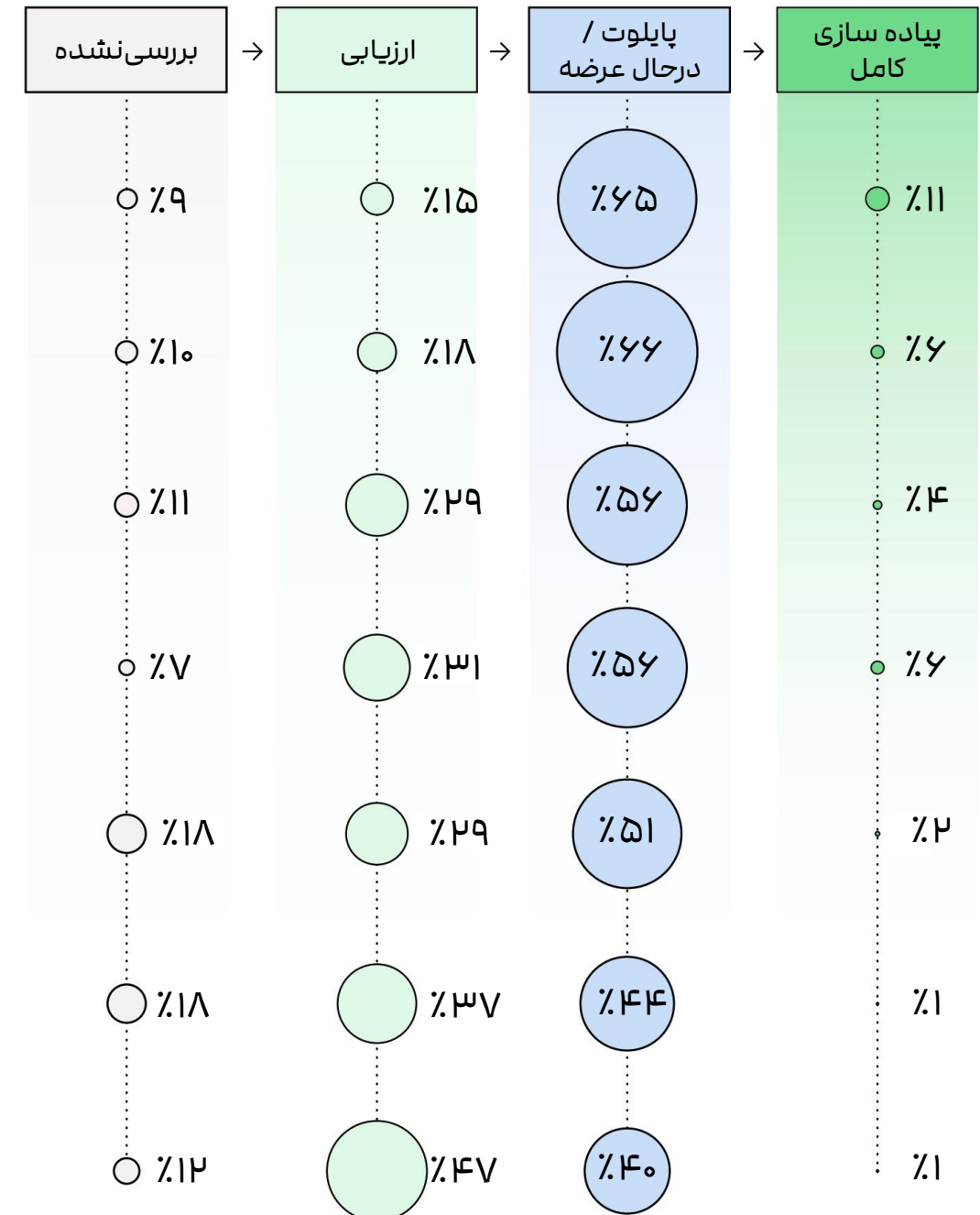
برنامه‌ریزی مأموریت و
بهینه‌سازی لجستیک

تشخیص لحظه‌ای
خطر و پاسخ‌دهی

تحلیل خودکار
رگولاتوری و سیاست

مأموران هوشمند
مدیریت پرونده

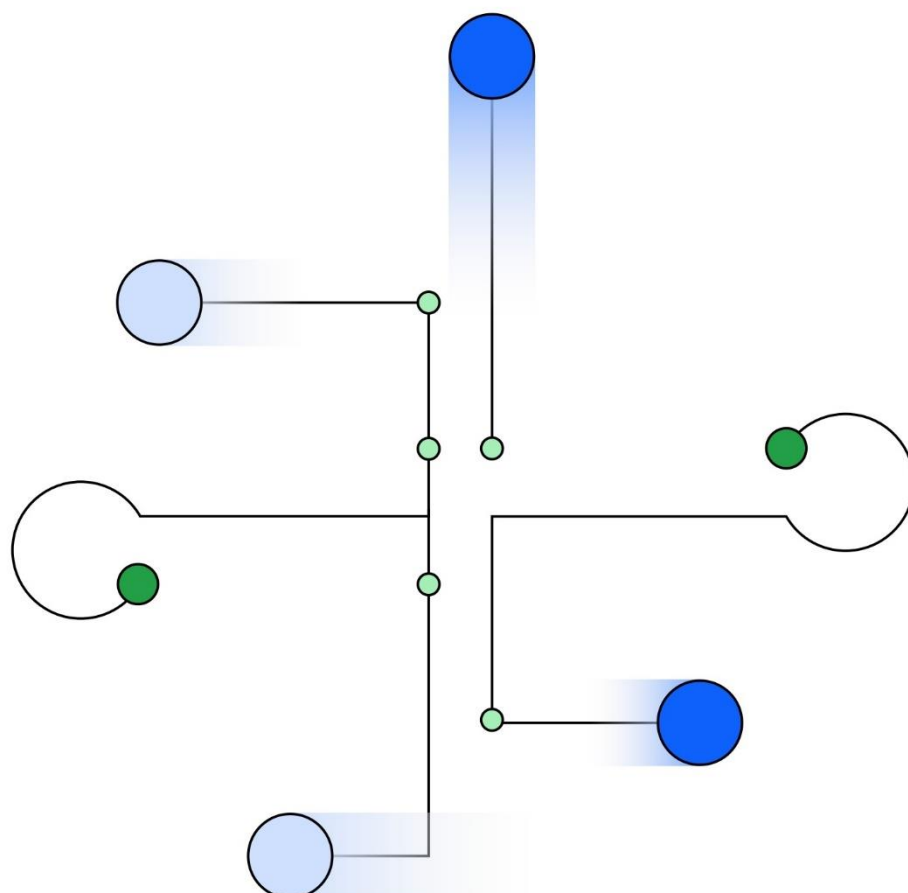
ترکیب داده و
آگاهی محیطی

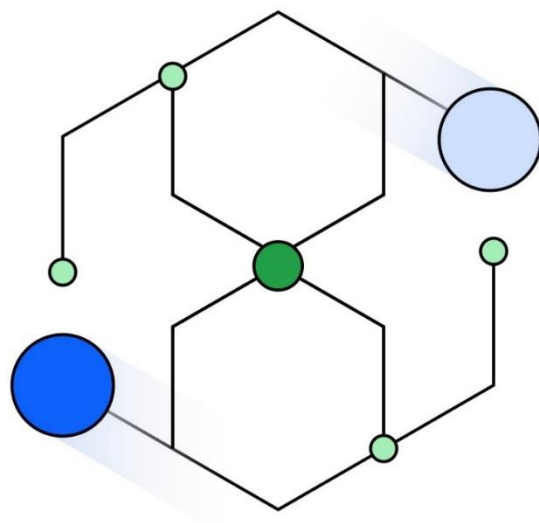


روندهای پذیرش هوش مصنوعی نشان می‌دهد که دولت‌ها تمرکز راهبردی خود را بر حوزه‌هایی گذاشته‌اند که هوش مصنوعی عامل محور می‌تواند بازده بالایی در آن‌ها ایجاد کند. تولید گزارش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی و خودکارسازی خدمات شهروندی در خط مقدم این روند قرار دارند و درعین حال، مدیران دولتی کاربردهای گسترده‌ای را برای این فناوری در حوزه‌هایی مانند انطباق با مقررات و قوانین، بررسی‌های حقوقی و ارزیابی اثرات سیاست‌ها متصور هستند. به طور مشابه، عامل‌های هوشمند مدیریت پرونده به طور گسترده برای وظایفی نظیر پردازش مزایا و یارانه‌ها، تحقیقات مربوط به تقلب و عملیات ایمنی عمومی مورد توجه قرار گرفته‌اند.

این موارد کاربردی همگی به یک جمع‌بندی مشترک اشاره دارند؛ هوش مصنوعی عامل محور به دنبال جایگزینی انسان‌ها نیست، بلکه هدف آن گسترش ظرفیت و توانمندی است. این سیستم‌ها پلی میان نیت انسانی و اجرای ماشینی ایجاد می‌کنند و در عمل، نقش یک تقویت‌کننده نیرو برای دولت‌ها را ایفا می‌کنند. در محیط‌هایی که سطح ریسک بالاست و زمان و دقت می‌تواند جان انسان‌ها را نجات دهد، از مدیریت بلایای طبیعی گرفته تا واکنش به حملات سایبری راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی عامل محور به همکارانی اجتناب‌ناپذیر تبدیل خواهند شد.

هوش مصنوعی عامل محور برای جایگزینی انسان‌ها نیست؛ بلکه برای گسترش ظرفیت آن‌هاست.





تکامل هوش مصنوعی در دولت

از خودکارسازی وظایف تا همکاری انسان-ماشین

با اتکا بر شتاب اولیه در به کارگیری هوش مصنوعی، دولت‌ها هم‌زمان نگاه خود را به آنچه در پیش است معطوف کرده‌اند.

آینده نه فقط با آنچه ماشین‌ها می‌توانند انجام دهند، بلکه با شیوه‌ای تعریف خواهد شد که از طریق آن می‌آموزند، همکاری می‌کنند و ظرفیت انسانی را در مأموریت‌های حیاتی گسترش می‌دهند.

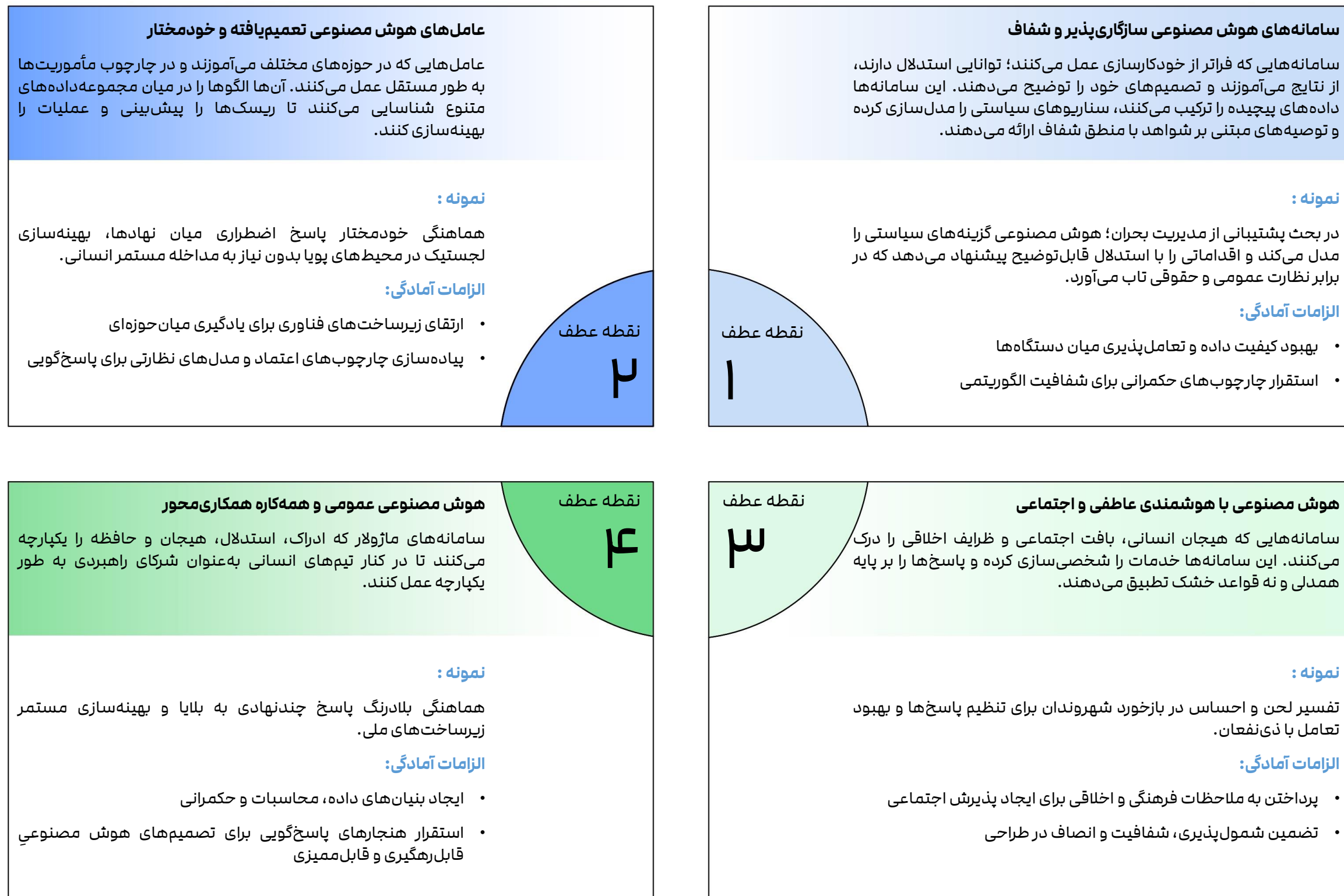
نقشه راه هوش مصنوعی IBM چشم‌اندازی از مسیر تکامل این فناوری ارائه می‌کند؛ از خودکارسازی مبتنی بر وظیفه در امروز به سوی سامانه‌های سازگارپذیر، خودمختار و در نهایت همکاری‌محور که قادرند در کنار انسان‌ها استدلال کنند. بر اساس این نقشه راه، از مدیران فناوری دولتی خواسته شد توصیف کنند که به نظرشان قابلیت‌های هوش مصنوعی در دهه آینده چگونه در قالب چهار نقطه عطف کلیدی تکامل خواهد یافت (شکل ۴). برای هر نقطه عطف، از آن‌ها پرسیده شد این قابلیت‌ها در کدام حوزه بیشترین اثر مأموریتی را خواهند داشت و سازمان‌هایشان چه بازه زمانی‌ای را برای تحقق آن‌ها متصور هستند.

انتظارات مدیران درباره زمان تحقق کامل هر نقطه عطف تفاوت‌های قابل‌توجهی دارد. برخی پیشرفت سریع را در چند سال آینده محتمل می‌دانند، درحالی‌که دیگران چشم‌اندازی بلندمدت‌تر تا پایان دهه یا حتی فراتر از آن را در نظر می‌گیرند. با این حال، اغلب اذعان دارند که تحقق این قابلیت‌ها به پیشرفت هم‌زمان در آمادگی داده، تعامل‌پذیری، حکمرانی و اعتماد عمومی وابسته است.

در هر چهار نقطه عطف، مدیران آینده‌ای را متصورند که در آن ماشین‌ها کمتر جایگزین انسان‌ها می‌شوند و بیشتر ظرفیت انسانی را ارتقا می‌دهند. مسیر پیش رو بلندپروازانه است، اما جهت‌گیری آن روشن است؛ با کامل‌تر شدن داده‌ها، شفاف‌تر شدن سامانه‌ها و سازگارپذیرتر شدن عامل‌ها، هوش مصنوعی از ابزاری برای خودکارسازی به یک زیست‌بوم همکاری تبدیل خواهد شد؛ زیست‌بومی که قادر است الزامات راهبردی دولت‌های آینده‌محور را محقق کند.

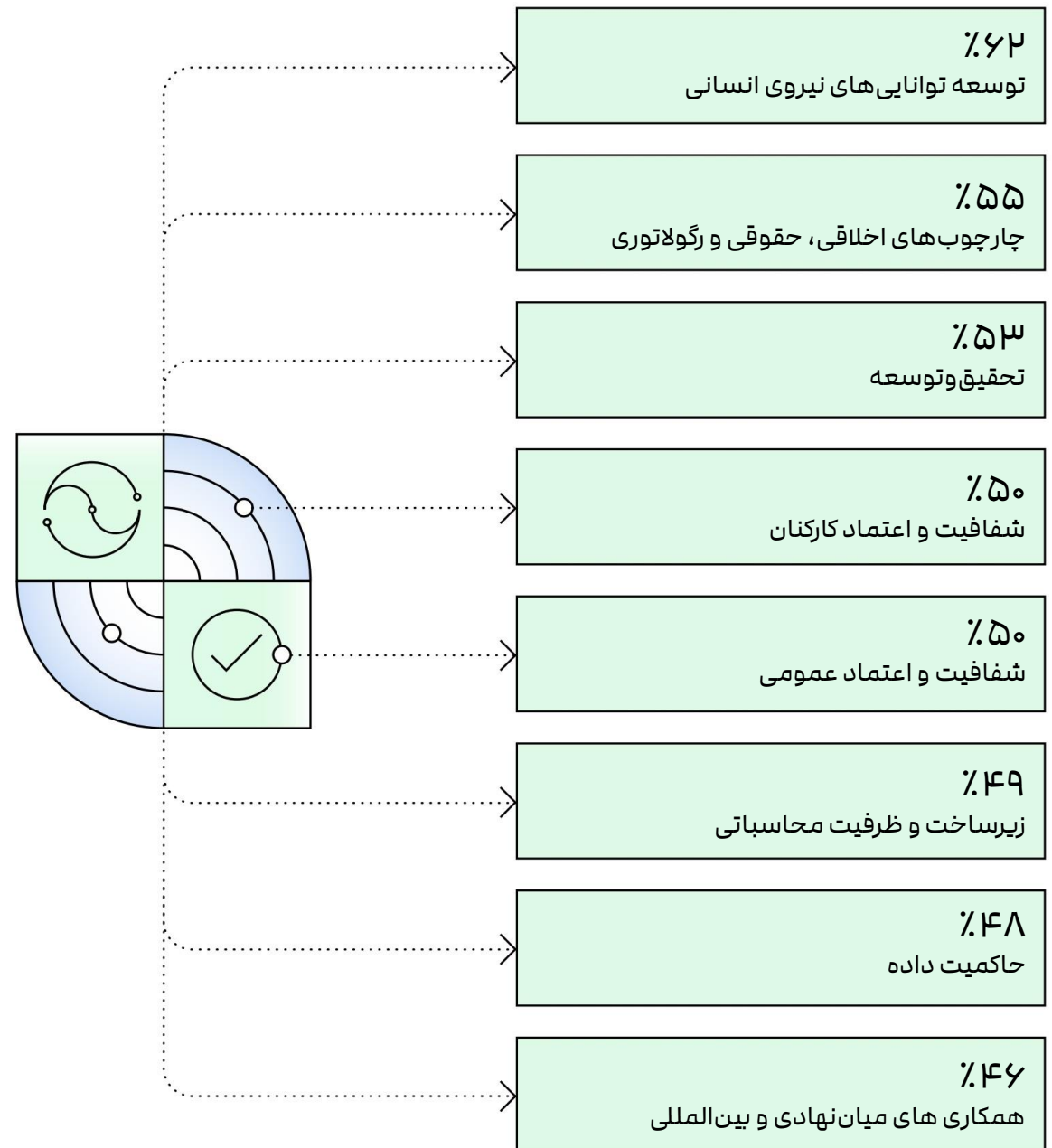
شکل ۴

نقاط عطف قابلیت‌های هوش مصنوعی از اتوماسیون به همکاری پیشرفت می‌کند و استدلال، خودمختاری، همدلی و کار تیمی یکپارچه انسان و ماشین را امکان‌پذیر می‌سازد.



شکل ۵

وقتی از مدیران ارشد فناوری خواسته شد تا حیاتی‌ترین حوزه‌ها برای پیشرفت بلوغ هوش مصنوعی را شناسایی کنند، اغلب به افراد و استعدادها اشاره کردند.



پرسش: کدام حوزه‌ها برای سازمان شما در جهت ارتقا بلوغ هوش مصنوعی حیاتی‌تر هستند؟
(از مدیران خواسته شد تا پنج مورد را انتخاب کنند. ۸ مورد برتر نشان داده شده است.)

ایجاد بنیان آمادگی برای هوش مصنوعی

وعده قابلیت‌های آینده هوش مصنوعی تنها در صورتی محقق می‌شود که از امروز، سرمایه‌گذاری هدفمند و آگاهانه‌ای بر آمادگی صورت گیرد.

مسیر نقاط عطف از سامانه‌های سازگاری‌پذیر تا هوش همکاری‌محور، همگی بر یک حقیقت ساده تأکید می‌کند؛ دولت‌ها نمی‌توانند به آینده جهش کنند، اگر نهادهایشان برای پشتیبانی از آن آینده تجهیز نشده باشند. دهه میلادی پیش رو، آزمونی جدی خواهد بود برای سنجش اینکه دولت‌ها تا چه اندازه می‌توانند به سرعت توان سازمانی و زیرساخت ملی لازم را برای بالفعل‌سازی ظرفیت روبه‌رشد هوش مصنوعی ایجاد کنند.

آمادگی سازمانی

تکامل قابلیت‌ها و مدیریت ریسک

مدیران در تمامی سطوح حکمرانی به یک نقطه شروع مشترک اشاره می‌کنند؛ نیروی انسانی (شکل ۵). توسعه توانایی‌های نیروی انسانی و استعدادها به‌عنوان حیاتی‌ترین قابلیت برای ارتقای بلوغ سازمانی هوش مصنوعی شناخته می‌شود و درعین حال، کمبود استعداد بزرگ‌ترین ریسک تلقی شده است. هیچ میزان داده یا توان محاسباتی نمی‌تواند جای خالی کارگزاران عمومی مسلط به فناوری را پر کند؛ افرادی که بتوانند سامانه‌های هوش مصنوعی را به طور مسئولانه حکمرانی، استقرار و تبیین کنند.

با این حال، چالش آمادگی سازمانی بسته به سطح حکمرانی متفاوت است:

- **دولت‌های فدرال و مرکزی:** مدیران ملی، همکاری‌های میان‌نهادی و بین‌المللی را کلید اصلی بلوغ می‌دانند. مأموریت‌های آن‌ها به تبادل اطلاعات میان نهادها و فراتر از مرزها وابسته است، از امنیت سایبری گرفته تا سلامت و پاسخ به بحران‌های اقلیمی.
- **دولت‌های ایالتی و استانی:** مدیران فناوری در این سطح، بر ضرورت ظرفیت تحقیق و توسعه‌ای تأکید می‌کنند که مأموریت‌های عمومی را به دانشگاه‌ها و شرکای فناوری متصل کند؛ ظرفیتی که بتواند آزمایشگری را تسریع و دستاوردهای علمی را به ابزارهای عملیاتی تبدیل کند.
- **دولت‌های محلی:** مدیرانی که نزدیک‌ترین ارتباط را با شهروندان دارند، چارچوب‌های اخلاقی، حقوقی و مقرراتی را عامل کلیدی پیشبرد بلوغ سازمانی هوش مصنوعی می‌دانند. آمادگی برای هوش مصنوعی به همان اندازه که موضوع فناوری است، مسئله اعتماد نیز هست؛ زیرا سامانه‌های مواجه با شهروندان جایی هستند که شفافیت الگوریتمی، دسترسی‌پذیری و انصاف بیش از همه دیده می‌شود.

با وجود تفاوت در اولویت‌ها، همه سطوح حکمرانی با چالش‌های مشترکی مواجه‌اند؛ چالش‌هایی از جمله کمبود استعداد، گلوگاه‌های زیرساختی و ریسک واکنش‌های اخلاقی یا اجتماعی. این ریسک‌ها هم به شکاف‌های درونی مانند کمبود مهارت و هم به فشارهای بیرونی از جمله مقررات پراکنده، تردید عمومی و دسترسی نابرابر به زیرساخت‌ها مرتبط‌اند. آمادگی سازمانی یک قابلیت واحد نیست، بلکه توازنی است میان توانمندی، شایستگی و فرهنگ.

«میان‌بری وجود ندارد. ساختن فرهنگ، جذب و اعتماد به نیروهای با استعداد و فراهم کردن میدان عمل برای موفقیت آن‌ها سال‌ها زمان می‌برد. آماده‌سازی نیروی کار برای پذیرش تغییر، به اندازه هر فناوری‌ای که به کار می‌گیریم حیاتی است.»

آندری دومیترسکو

Andrei Dumitrescu

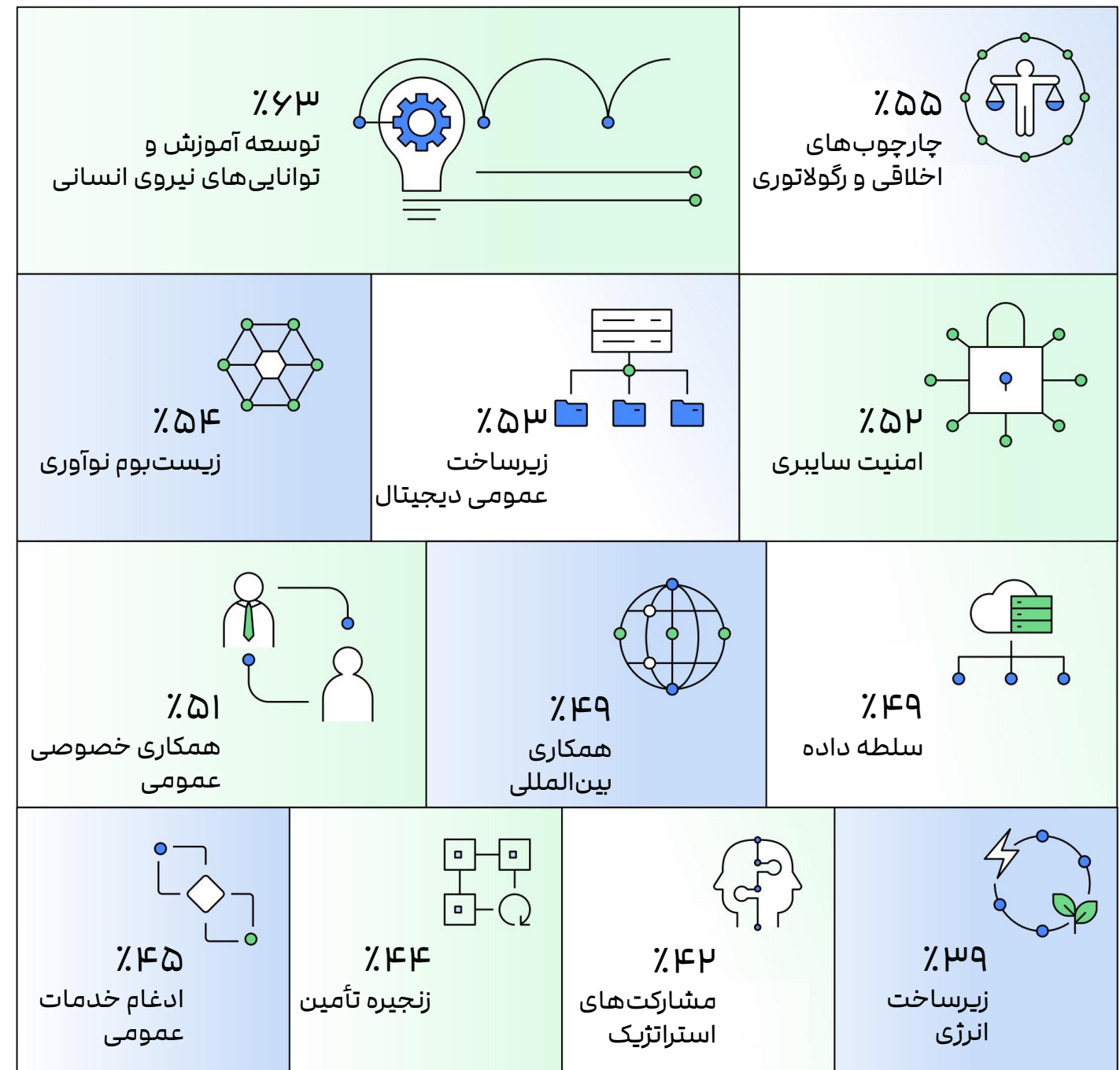
مدیر ارشد داده و معاون مشاور عمومی

ایالت تنسی

بخش TennCare

شکل ۶

مهم‌ترین عوامل برای ایجاد تاب‌آوری ملی در حوزه هوش مصنوعی



آمادگی ملی

سرمایه‌گذاری برای تاب‌آوری

برای دولت‌ها، مفهوم آمادگی به طور منحصربه‌فردی پیچیده است. برخلاف هر بخش تجاری منفرد، نهادهای عمومی باید طیف کاملی از مسئولیت‌های عمومی و اجتماعی مانند دفاع و امنیت ملی، سلامت، آموزش، زیرساخت و سیاست اقتصادی را مدیریت و هم‌زمان از اعتماد و پایداری محافظت کنند. دولت‌ها در واقع «صنعتی از صنایع» هستند که نه تنها وظیفه ارائه خدمات، بلکه مسئولیت ایجاد قابلیت‌ها، سامانه‌ها و نهادهایی را بر عهده دارند که کل یک کشور به آن‌ها متکی است. این نقش دوگانه هم مجری و هم توانمندساز بار مسئولیت دولت‌ها را در ارتقای بلوغ هوش مصنوعی در سطح ملی و منطقه‌ای سنگین‌تر می‌کند.

در سطح ملی، آمادگی برای هوش مصنوعی مترادف با حاکمیت و تاب‌آوری است. در کشورهایی که مدیران آن‌ها مورد بررسی قرار گرفتند، مضامین مشترکی تکرار می‌شود، هرچند وزن هر یک بسته به زمینه متفاوت است. بیش از سه پنجم مدیران، آموزش و توسعه نیروی کار را سنگ بنای قابلیت ملی هوش مصنوعی می‌دانند؛ عاملی برای تربیت نسل آینده دانشمندان داده، مهندسان و سیاست‌گذاران که بتوانند پیچیدگی‌های اخلاقی و عملیاتی حکمرانی مبتنی بر هوش مصنوعی را مدیریت کنند (شکل ۶).

پرسش: کدام یک از موارد زیر برای ایجاد تاب‌آوری ملی هوش مصنوعی در کشور شما از همه مهم‌تر است؟
(از مدیران خواسته شد تا ۶ مورد را انتخاب کنند.)

فراتر از استعداد و نیروی انسانی، چهار اولویت دیگر نیز به طور مکرر مطرح می‌شود؛ چارچوب‌های مقرراتی و اخلاقی، زیرساخت دیجیتال، زیست‌بوم نوآوری و امنیت سایبری. با این حال، اهمیت نسبی آن‌ها در کشورها متفاوت است:

- **هند و بریتانیا:** مدیران این کشورها بر قدرت زیست‌بوم نوآوری تأکید دارند و نقش استارت‌آپ‌ها و همکاری‌های میان‌صنعتی را به عنوان موتورهای تاب‌آوری ملی برجسته می‌دانند.
- **آلمان:** تمرکز بر زیرساخت انرژی است؛ با این درک که پایداری مراکز داده و امنیت انرژی، زیربنای جاه‌طلبی‌های دیجیتال و امنیت اقتصادی است.
- **ایالات متحده:** مدیران بر زیرساخت دیجیتال و حاکمیت داده تأکید می‌کنند؛ بازتابی از مسئولیت حفاظت از داده‌های حیاتی، تضمین تداوم عملیات و حفظ کنترل بر فناوری‌هایی که بنیان اعتماد عمومی و امنیت را شکل می‌دهند.
- **استرالیا:** اولویت‌ها بر امنیت سایبری و پرورش نیروی کار آینده‌محور متمرکز است. با حفاظت از دارایی‌های دیجیتال ملی و افزایش تاب‌آوری در برابر تهدیدهای نوظهور، امنیت سایبری اهمیت فزاینده‌ای یافته است. سرمایه‌گذاری در آموزش و توسعه نیروی کار نیز با هدف تجهیز شهروندان به مهارت‌های لازم برای موفقیت در اقتصاد مبتنی بر هوش مصنوعی انجام می‌شود.

اولویت‌ها در کشورها متفاوت است که بازتاب‌دهنده ساختارهای اقتصادی و بلوغ سیاستی آن‌ها است. اما همگی بر یک حقیقت همگرا می‌شوند؛ قابلیت هوش مصنوعی به معیاری از قدرت ژئوپلیتیکی تبدیل شده است. ساخت این قابلیت، بیش از داشتن چشم‌انداز، به اجرای مؤثر نیاز دارد. مدیران دولتی در سراسر جهان در حال سرمایه‌گذاری بر نیروی انسانی، زیرساخت و حکمرانی برای ایجاد این بنیان‌ها هستند. چالش اصلی پیش رو، مقیاس‌پذیری و همکاری است.

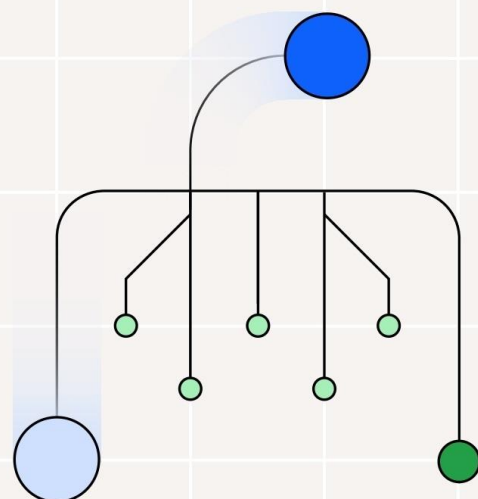
قابلیت هوش مصنوعی به معیاری از قدرت ژئوپلیتیکی تبدیل شده است.



راهنمای عملیاتی

برای تبدیل آمادگی به ارزش محقق شده، دولت‌ها اکنون باید با تمرکز و فوریت عمل کنند. این راهنمای عملیاتی، گام‌هایی را معرفی می‌کند که مدیران می‌توانند از امروز برای پر کردن شکاف آمادگی و بهره‌برداری از ظرفیت کامل هوش مصنوعی در خدمت منافع ملی و اجتماعی بردارند.

در افق ۲۰۳۰ بر سه اقدام مدیریتی تأکید می‌شود که هر یک ریشه در پنج ضرورت راهبردی که پیش‌تر مطرح شد و با هدف تبدیل ظرفیت به عملکرد دارند.



سامانه‌های عامل محور را در مأموریت‌های مرکزی دولت یکپارچه کنید.

دوران آزمایش‌های پراکنده روبه‌پایان است. برای مقیاس‌دهی مسئولانه هوش مصنوعی، دولت‌ها باید مدل‌های استاندارد حکمرانی بسازند که مشخص کند هوش مصنوعی کجا به‌صورت خودمختار عمل می‌کند و کجا نظارت انسانی ضروری است. با جاسازی عامل‌های هوش مصنوعی در مأموریت‌های اصلی دولتی، مدیران می‌توانند به بهبودهای قابل‌سنجش در بهره‌وری و کیفیت تصمیم‌گیری دست یابند. پیشگامان، استانداردهای اعتماد و شفافیتی را تعیین خواهند کرد که دیگران از آن پیروی می‌کنند.

داده را به‌مثابه زیرساخت ملی تلقی کنید.

داده‌های دولتی یک کالای عمومی هستند. دولت‌ها باید آن‌ها را به‌گونه‌ای تعریف و مدیریت کنند که تعامل‌پذیری تضمین شود، بدون آنکه حاکمیت داده قربانی شود. بافت‌های داده فدرال می‌توانند سامانه‌های حیاتی مانند سلامت، حمل‌ونقل و امنیت را به هم متصل کنند تا ضمن حفظ حریم خصوصی، آگاهی محیطی بلادرنج ایجاد شود. کشورهایی که داده را به‌عنوان زیرساختی راهبردی می‌بینند، از حکمرانی واکنشی به حکمرانی پیش‌بینانه گذار خواهند کرد.

ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی را برای افزایش تاب‌آوری دولت در برابر بحران نهادینه کنید.

در جهانی با اختلالات پیوسته، تاب‌آوری یک ضرورت راهبردی است. همزاد دیجیتال و تحلیل‌های پیش‌بینانه مبتنی بر هوش مصنوعی به مدیران امکان می‌دهند بحران‌ها را شبیه‌سازی و پاسخ‌ها را پیش از وقوع بیازمایند. دولت‌ها باید این قابلیت را در برنامه‌ریزی زیرساخت، مدیریت زنجیره تأمین و ارائه خدمات اجتماعی نهادینه کنند. نسل بعدی حکمرانی با پیش‌بینی تعریف می‌شود و نه واکنش.

کریستینا کابایه فوگه
Cristina Caballe Fuguet
نایب رئیس، بخش دولتی جهانی
IBM

www.linkedin.com/in/cristina-caballe77516938

کریستینا مدیریت دولتی جهانی IBM را بر عهده دارد؛ بخشی که در بیش از ۱۷۰ کشور نوآوری، راهکارهای صنعت محور و خدمات مشاوره‌ای به دولت‌ها ارائه می‌کند. او به‌خاطر رهبری فکری و ثبت اختراعات شناخته شده و بیش از ۲۵ سال تجربه در بخش عمومی دارد. وی عضو چندین هیئت‌مدیره صنعتی از جمله AFCEA International است.

نبیل ابوتانوس
Nabil Aboutanos
شریک تجاری ارشد و رهبر بخش عمومی
مرکز مشاوره IBM

www.linkedin.com/in/nabil-aboutanos-0020a950/

نبیل معاون و شریک ارشد در مرکز مشاوره IBM کانادا است و مدیریت حوزه عمومی را بر عهده دارد. او مشتریان فدرال، استانی و شهری را در تحول دیجیتال بزرگ‌مقیاس، هم‌ترازی سیاستی و نوسازی ارائه خدمات راهنمایی می‌کند.

رودری اروس‌سمیث
Rhodri Arrowsmith
مدیر بخش عمومی بریتانیا و ایرلند، شریک مدیریتی
مشتریان
مرکز مشاوره IBM

www.linkedin.com/in/rhodri-arrowsmith-9b49a3/

رودری ابتکارات تحول و مشاوره را در حوزه سلامت عمومی و دولت در IBM بریتانیا مدیریت می‌کند و با ترکیب تجربه راهبردی و اجرای عملی در ERP/HCM، پلتفرم‌های دیجیتال و زیست‌بوم‌های مشارکتی، به بهبود پیامدهای شهروندی کمک می‌کند.

کاترین گارنر
Catherine Garner
شریک تجاری
مرکز مشاوره IBM

www.linkedin.com/in/catherine-garner-9560a4b2/

کاترین ۲۵ سال تجربه همکاری با نهادهای دولتی و سلامت در استرالیا و نیوزیلند در تمامی سطوح دارد و در طراحی، توسعه و پیاده‌سازی راهکارهای کسب‌وکار فعالیت کرده است. او همچنین سابقه همکاری با دولت‌های بریتانیا را دارد.

مایلز لینچ
Myles Lynch
شریک تجاری مدیریتی، شریک مدیریتی مشتریان
مرکز مشاوره IBM
www.linkedin.com/in/myles-lynch/

مایلز از مدیران با سابقه بخش عمومی IBM است و بر برنامه‌های ایالتی، محلی و آموزشی تمرکز دارد. او تجربه عمیقی در هدایت پروژه‌های مشاوره‌ای و تحول فناوری در دولت و آموزش دارد.

سوزان وج
Susan Wedge
شریک تجاری مدیریتی، بازار فدرال ایالات متحده
مرکز مشاوره IBM

www.linkedin.com/in/susanewedge/

سوزان رهبر کسب‌وکار، توسعه‌دهنده استعداد و مشاوره با تجربه است که به ارائه راهکارهای فناوری نوآورانه برای مشتریان خدمات عمومی متعهد است و سابقه‌ای اثبات‌شده در تحقق نتایج در مقیاس دارد.

کنیهیرو یاماناکا
Kunihiro Yamanaka
شریکت جاری
بخش دولتی IBM ژاپن

YAMANAKA@jp.ibm.com

کنیهیرو مسئول بخش دولتی ژاپن، شامل نهادهای دولتی و آموزشی است. با بیش از ۳۰ سال تجربه، او به نهادهای عمومی کمک می‌کند خدمات شهروندی را ارتقا دهند و اهداف مأموریتی خود را از طریق فناوری و مشاوره محقق کنند.

کی‌وون سونگ
Kee Won Song
رهبر جهانی پژوهش دولت‌ها
مؤسسه ارزش‌آفرینی کسب‌وکار IBM
www.linkedin.com/in/keewonsong/

کی‌وون به مشتریان دولتی درباره چالش‌های پیچیده امنیتی، فناوری و نوآوری مشاوره می‌دهد و تخصص او پیوند دادن فناوری‌های نوظهور با تصمیم‌گیری‌های مأموریت‌محور برای ارتقای اثربخشی بخش عمومی است.

دیو زاهارچوک
Dave Zaharchuk
مدیر جهانی تحقیقات در حوزه مخابرات، رسانه و سرگرمی
مؤسسه ارزش‌آفرینی کسب‌وکار IBM
www.linkedin.com/in/david-zaharchuk/

دیوید مدیر پژوهش در IBV است و پژوهش‌های مرتبط با مسائل حیاتی بخش عمومی را هدایت می‌کند. او در سطح جهانی به‌عنوان یک رهبر فکری شناخته شده و به مدیران ارشد دولتی در حوزه راهبرد، نوآوری و تحول مشاوره می‌دهد.

روش‌شناسی پژوهش

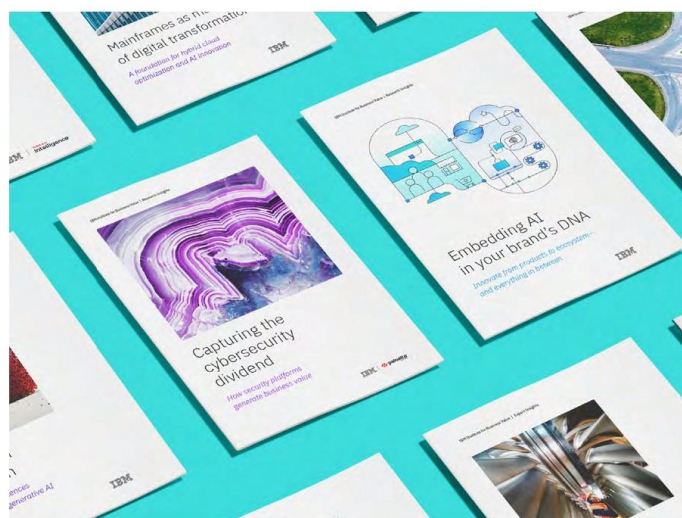
مؤسسه ارزش‌آفرینی کسب‌وکار IBM (IBM IBV) با همکاری Oxford Economics، از ۱۰۰ مدیر ارشد دولتی در نهادهای ملی (۵۰ درصد)، ایالتی (۳۰ درصد) و محلی (۲۰ درصد) در ایالات متحده، بریتانیا، هند، سنگاپور، استرالیا و آلمان نظرسنجی کرد. پاسخ‌دهندگان شامل مدیران ارشد فناوری (CTO)، مدیران ارشد داده (CDO)، مدیران ارشد داده و تحلیل (CDAO) یا نقش‌های معادل بودند که همگی برای اطمینان از مسئولیت مستقیم در شکل‌دهی راهبرد هوش مصنوعی و فناوری غربال‌گری شدند. این نظرسنجی بین ژوئن تا سپتامبر ۲۰۲۵ انجام شد. این مدیران نماینده سازمان‌هایی با دامنه‌ای گسترده از مأموریت‌ها بودند؛ از خدمات عمومی، دفاع و امنیت ملی، امور اقتصادی و حفاظت محیط‌زیست گرفته تا مسکن و خدمات شهری، سلامت، فرهنگ و مذهب، آموزش و حمایت اجتماعی. تعداد کارکنان سازمان‌های نمایندگی‌شده بین ۳۰۰ تا ۳۵۰ هزار نفر و بودجه‌های سال ۲۰۲۵ آن‌ها بین ۵۰ میلیون تا ۲۹۵ میلیارد دلار متغیر بود.

IBV یک پرسش‌نامه ۲۸ سؤالی با قالب‌های متنوع چندگزینه‌ای، مقیاس لیکرت، عددی و پرسش‌های باز طراحی کرد و Oxford Economics بر فرایند جمع‌آوری داده‌ها به‌صورت دوسوکور برای تضمین عینیت نظارت کرد. این نظرسنجی متغیرهای جمعیت‌شناختی کلیدی را ثبت کرد و به بررسی استفاده کنونی، انتظارات و سرمایه‌گذاری‌های راهبردی سازمان‌ها در فناوری‌های نوظهور مانند هوش مصنوعی سنتی، هوش مصنوعی مولد، هوش مصنوعی عامل‌محور و رایانش کوانتومی پرداخت. همچنین اطلاعاتی درباره سطوح بلوغ فعلی و آتی، ریسک‌ها، موانع و فرصت‌های پیاده‌سازی هوش مصنوعی و نیز موضوعات مرتبط با تاب‌آوری ملی در برابر هوش مصنوعی گردآوری شد. این پژوهش انتظارات بلندمدت (۵ تا ۱۰ ساله) درباره قابلیت‌های پیشرفته هوش

مصنوعی و اثرات موردانتظار آن‌ها در سطح سازمانی را در چارچوب پنج ضرورت راهبردی IBM برای دولت‌ها در عصر هوش مصنوعی شامل نوآوری نهادی، تعامل با ذی‌نفعان، کارایی عملیاتی، امنیت (سایبری و فیزیکی) و تاب‌آوری سازمانی و مأموریتی بررسی کرد. قابلیت‌های بررسی‌شده با نقشه راه هوش مصنوعی در IBM Technology Atlas هم‌راستا بود.

رویکرد تحلیلی IBM با آماده‌سازی داده‌های پایه و آمار توصیفی آغاز شد تا کیفیت داده تضمین و بینش‌های اولیه شناسایی شود. سپس برای ارزیابی روابط میان متغیرهای جمعیت‌شناختی، سرمایه‌گذاری و بلوغ قابلیت‌های هوش مصنوعی از جمله حکمرانی داده، مهندسی پرامپت، رایانش کوانتومی و دسته‌های هوش مصنوعی سنتی، مولد و عامل‌محور و نیز نگرش‌ها نسبت به اعتماد، ریسک، نوآوری و سرمایه‌گذاری‌های آینده از مقایسه‌های دوتایی و تضادها استفاده شد. تفاوت‌های معنادار با آستانه $p < 0.05$ سنجیده و موارد کلیدی در این گزارش تشریح شده است.

علاوه بر این، بینش‌ها و توصیه‌های گزارش بر مجموعه‌ای از ۱۳ مصاحبه انجام‌شده توسط تیم دولتی IBV با مدیران فعلی و پیشین دولت که همگی از اعضای برجسته National Academy of Public Administration هستند استوار است. این مدیران در مجموع دهه‌ها تجربه در نهادهای گوناگون دولتی دارند و بسیاری از آن‌ها درگیر اتخاذ تصمیم‌های راهبردی درباره پذیرش هوش مصنوعی بوده‌اند. دیدگاه‌های صریح آن‌ها که برآمده از نظارت بر تحولات فناورانه پیشین در بخش عمومی است؛ در طراحی ابزار نظرسنجی، تفسیر داده‌ها و شکل‌دهی به جمع‌بندی‌ها و توصیه‌های کلیدی نقشی اساسی داشته است.



Subscribe to our IdeaWatch newsletter

Just the insights. At your fingertips. Delivered monthly.

Brought to you by the IBM Institute for Business Value, ranked #1 in thought leadership quality by Source Global Research for the second consecutive year.

Research-based thought leadership insights, data, and analysis to help you make smarter business decisions and more informed technology investments.

Subscribe now: ibm.co/ideawatch



درباره مرکز ارزش آفرینی کسب و کار IBM

در دو دهه گذشته، IBV به عنوان مرکز اندیشه ورزی IBM فعالیت کرده است. مأموریت ما تولید بینش‌های راهبردی مبتنی بر پژوهش و فناوری است تا مدیران بتوانند تصمیم‌های هوشمندانه‌تر اتخاذ کنند.

از جایگاه منحصربه‌فرد خود در تقاطع کسب و کار، فناوری و جامعه، ما هر ساله با هزاران مدیر، مصرف‌کننده و کارشناس گفت‌وگو و مصاحبه انجام می‌دهیم و دیدگاه‌های آنان را به تحلیل‌هایی معتبر، الهام‌بخش و کاربردی تبدیل می‌کنیم.

برای دریافت تازه‌ترین گزارش‌ها و بینش‌های IBV، در خبرنامه ایمیلی ثبت‌نام کنید:

www.ibm.com/ibv

همچنین می‌توانید ما را در لینکدین دنبال کنید:

<https://ibm.co/ibv-linkedin>

شریک تجاری مناسب برای جهانی در حال تغییر

در IBM، ما با مشتریان خود همکاری می‌کنیم تا بینش‌های تجاری، پژوهش‌های پیشرفته و فناوری را ترکیب کنیم و مزیتی منحصربه‌فرد در محیط پویای امروز در اختیار آنان بگذاریم.

IBM چگونه می‌تواند کمک کند؟

IBM متعهد به خدمت‌رسانی به دولت‌ها و شهروندان در سراسر جهان و در تمامی بخش‌های دولتی از خدمات اجتماعی و سلامت دولتی گرفته تا مدیریت مالیات، زیرساخت‌های حیاتی، آموزش و امنیت ملی است. IBM با متولیان در نهادهای فدرال، ایالتی و محلی همکاری می‌کند و بر دهه‌ها تجربه و اعتماد بنا شده است. راهکارهای هوش مصنوعی و ابر ترکیبی IBM که بر پایه امنیت و خودکارسازی شکل گرفته‌اند به دولت‌ها کمک می‌کنند تجربه شهروندی را بهبود دهند، عملیات را بهینه کنند و زیرساخت‌ها را نوسازی نمایند.

برای اطلاعات بیشتر، به این نشانی مراجعه کنید:

<https://www.ibm.com/thought-leadership/institute-business-value/en-us/industry/government>

نکات و منابع

1. 2025 CEO Study. 5 mindshifts to supercharge business: Move from productivity to performance with agentic AI. IBM Institute for Business Value. May 6, 2025. <https://ibm.co/ceo-2025>
2. Gen AI and Citizen Trust. Unpublished IBM Institute for Business Value survey.
3. Ibid.
4. Unpublished U.S. Department of Veterans Affairs IBM case study.
5. "Streamline grant funding processes with AI." IBM case study. Accessed November 11, 2025. <https://www.ibm.com/case-studies/inail>
6. "Piloting generative AI to support youth welfare caseworkers." IBM case study. Accessed November 11, 2025. <https://www.ibm.com/case-studies/landratsamt-augsburg>
7. "ESA and IBM collaborate on TerraMind." European Space Agency news release. April 22, 2025. https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/ESA_and_IBM_collaborate_on_TerraMind
8. Goyal, Manish, Federico Torreti, Francesca Brenna, Shobhit Varshney, Anant Patel, and Karen Butner. Agentic AI's strategic ascent: Shifting operations from incremental gains to net-new impact. IBM Institute for Business Value. October 10, 2025. <https://ibm.biz/agentic-ai-ops>
9. "IBM AI Roadmap." IBM Technology Atlas. <https://www.ibm.com/roadmaps/ai/>



© Copyright IBM Corporation 2025

IBM Corporation
New Orchard Road
Armonk, NY 10504

Produced in the United States of America | December 2025

IBM, the IBM logo, and IBM Research are trademarks of International Business Machines Corp., registered in many jurisdictions worldwide. Other product and service names might be trademarks of IBM or other companies. A current list of IBM trademarks is available on the web at "Copyright and trademark information" at: ibm.com/legal/copytrade.shtml.

This document is current as of the initial date of publication and may be changed by IBM at any time. Not all offerings are available in every country in which IBM operates.

THE INFORMATION IN THIS DOCUMENT IS PROVIDED "AS IS" WITHOUT ANY WARRANTY, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING WITHOUT ANY WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND ANY WARRANTY OR CONDITION OF NON-INFRINGEMENT. IBM products are warranted according to the terms and conditions of the agreements under which they are provided.

This report is intended for general guidance only. It is not intended to be a substitute for detailed research or the exercise of professional judgment. IBM shall not be responsible for any loss whatsoever sustained by any organization or person who relies on this publication.

Examples presented are illustrative only. Actual results will vary based on client configurations and conditions and, therefore, generally expected results cannot be provided.