

# فرصت‌های هوش مصنوعی برای حکمرانی بخش عمومی

معرفی نشست:

در نشست «هوش مصنوعی و جامعه آینده» که به همت میز هوش مصنوعی پژوهشگاه مطالعات فرهنگی و اجتماعی، اداره همکاری‌های علمی بین‌المللی دانشگاه صنعتی همدان و مرکز تحقیقات فناوری اطلاعات برگزار شد. دکتر حسن بشیری، عضو هیات علمی گروه مهندسی کامپیوتر دانشگاه صنعتی همدان، دکتر هوی لی عضو هیات علمی موسسه علم شانگهای، دکتر محمد حسینی مقدم و دکتر صدرا خسروی عضو هیات علمی پژوهشگاه مطالعات فرهنگی و اجتماعی به ایراد سخنرانی پرداختند. این نشست یک روزه به زبان انگلیسی ارائه شد و دکتر هوی لی بصورت آنلاین در نشست حضور داشتند. عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی همدان به عنوان دبیر علمی نشست و همچنین سخنران کلیدی حضور داشتند.



## ارائه دکتر بشیری از دانشگاه صنعتی همدان

دکتر بشیری موضوع فرصت‌های هوش مصنوعی برای ایران در بخش عمومی را ارائه کردند. ارائه ایشان شامل سه بخش بود. در بخش نخست به مفاهیم کلیدی هوش مصنوعی مانند یادگیری و تکنیک‌های آن پرداخته شد. در بخش دوم موضوع حکمرانی و فرصت‌هایی که برای بخش عمومی ایجاد می‌کند ارائه گردید. در این بخش اهمیت داده‌ها و لزوم پردازش داده‌ها به منظور استخراج تحلیل‌های موثر با مثال‌های مختلف برجسته شد. در بخش انتهایی نیز توصیه‌هایی برای حکمرانی در ایران ارائه گردید.

موضوع یادگیری یکی از شاخص‌ترین قابلیت‌های هوش مصنوعی و برنامه‌های هوشمند است که به تفکیک در قالب یادگیری ماشین، یادگیری عمیق، یادگیری تقویتی و تحولاتی که این مفاهیم از دهه ۵۰ تا امروزه داشته‌اند بیان گردید. بر اساس پیشرفت‌هایی که در حوزه یادگیری ماشین به ویژه با تکیه بر روش‌های یادگیری عمیق اتفاق افتاد از اواسط ۲۰۱۵ میزان دقت ماشین‌ها و کامپیوترهای هوشمند در زمینه تشخیص تصویر و دسته‌بندی آن از هوش انسانی پیشی گرفته است. پیشی گرفتن هوش ماشین از انسان همان موضوعی است که سال‌ها است پژوهشگران خطراتی احتمالی این پدیده در زیست انسان‌ها و آینده آنها را به صدا درآورده است.

در بخش حکمرانی هوش مصنوعی مهم‌ترین نمونه‌ای که بررسی شد پروژه سیستم اعتبارسنجی اجتماعی چین است که به عنوان شاخص‌ترین نمونه از حکمرانی هوش مصنوعی از سال ۲۰۱۶ در چین اجرا شده است. جزئیات این پروژه و محدودیت‌ها و یا امتیازاتی که برای شهروندان ایجاد شده است مورد بررسی قرار گرفت. در انتها نیز به نمونه‌های دیگری از گسترش هوش مصنوعی در آلمان، استونی، آمریکا، کانادا و ایران پرداخته شد.



#### ارائه دکتر هوی لی از موسسه علم شانگهای

در ادامه دکتر هوی لی به موضوع حکمرانی هوش مصنوعی در چین پرداختند. ایشان یکی از اعضا تیم موثر در تدوین سند هوش مصنوعی چین، از اعضا کلیدی برگزارکننده فروم‌های بین‌المللی هوش مصنوعی در چین در سال‌های ۲۰۱۹، ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱ هستند. هوی لی در ابتدای سخنرانی بر گسترش کاربردهای هوش مصنوعی در حکمرانی و اهمیت موضوع حکمرانی هوش مصنوعی پرداختند. سپس به نمونه‌هایی از حکمرانی هوش مصنوعی در دنیا و به ویژه حکمرانی هوش مصنوعی در چین پرداختند. هوی لی در ادامه سخنرانی خود به دوره‌های تکامل حکمرانی هوش مصنوعی در چین در گام مقدماتی در سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۶، گام توسعه محور از ۲۰۱۷ تا ۲۰۱۹ و گام سوم با عنوان حکمرانی دقیق از ۲۰۲۰ تا کنون پرداختند.

بخش دوم ارائه ایشان به موضوع کاربردی هوش مصنوعی در حکمرانی اختصاص داشت. چشم‌انداز بلندمدت چنین برنامه‌های در قالب چین دیجیتال با برنامه ۲۰۲۲ دنبال می‌شود. از چپ رقم ۲ به زیرساخت‌های دیجیتال و منابع دیجیتال اشاره دارد. رقم ۵ به این موضوع اشاره دارد که چگونه فناوری دیجیتال می‌تواند با پنج حوزه اقتصاد، سیاست، فرهنگ، جامعه و محیط زیست ادغام شود. رقم ۲ سوم به نوآوری و امنیت اشاره دارد زیرا داده‌ها به عنوان عامل تولید با سایر عوامل تولید سنتی تفاوت زیادی دارد و به دلیل همین تفاوت، بین استفاده از داده‌ها و امنیت داده‌ها رابطه «دو طرفه» برقرار است. رقم چهارم نیز به همکاری دوجانبه اشاره دارد. به اشتراک‌گذاری و تبادل داده‌های چین با سایر کشورها. در بخش سوم چند مورد از پروژه‌ها و برنامه‌های انجام شده توسط چین در زمینه توسعه هوش مصنوعی معرفی گردید.



#### ارائه دکتر محمد حسینی مقدم هیات علمی پژوهشگاه مطالعات فرهنگی و اجتماعی

دکتر محمد حسینی مقدم، عضو هیئت علمی و مسئول میز تخصصی هوش مصنوعی پژوهشگاه مطالعات فرهنگی، اجتماعی و تمدنی در سخنرانی خود در خصوص چگونگی بهره‌مندی چین از هوش مصنوعی برای دستیابی به پیشرفت‌های علم و فناوری صحبت کردند. ایشان در این سخنرانی بیان کردند که چهار عنصر در فهم چگونگی موفقیت چین در استفاده از هوش مصنوعی را می‌توان از یکدیگر تفکیک کرد شامل:

الف- واقع‌گرایی: واقع‌بینی یکی از سنت‌های روشنفکری حاکم بر نظام حکمرانی چین است. فهم ماهیت رو به تحول و پویای تغییرات حاکم بر جهان، شبکه‌سازی و تعامل موثر و سازنده با جهان، یادگیری از دیگران و ایجاد روابط راهبردی با بازیگران کلیدی نظام جهانی از جمله مصادیق این واقع‌گرایی است. به شکلی که به رغم تحریم فروش برخی از تجهیزات هوش مصنوعی از سوی آمریکا چینی‌ها مستمر در تلاش هستند با دیپلماسی و ارتقای توانمندی‌های داخل در کشور این موضوع را مدیریت کنند. یکی از مصادیق مهم واقع‌گرایی که به چینی‌ها در پیشرفت هوش مصنوعی کمک کرد موضوع فهم اهمیت داده‌ها و حکمرانی مبتنی بر داده‌ها است. از این رو شاهد آن هستیم که کشور چین با بهره‌مندی از

مزیت دسترسی به کلان داده‌هایی که در این کشور تولید می‌شوند به سرعت در مسیر تبدیل شدن ابرقدرت در حوزه هوش مصنوعی گام بر می‌دارد. پیگیری نظم نوین بین‌المللی مبتنی بر داده و هوش مصنوعی از دیگر مصادیق واقع‌گرایی کشور چین است. شرکت‌های همچون علی‌بابا، تنسنت و بایدو از جمله دستاوردهای این واقع‌گرایی در چین است که همتای شرکت‌های بزرگ هوش مصنوعی جهانی توان رقابت و نوآوری را دارند. حمایت‌گری حکومت و مخاطره‌جویی در پیشرفت‌های هوش مصنوعی از دیگر خصیصه‌های ناظر بر واقع‌گرایی چینی در توسعه هوش مصنوعی است.

ب- آینده‌گرایی: رویاپردازی درباره آینده و ترسیم تصویری مطلوب و قابل درک برای همه در خصوص چگونگی هدایت کشور به سمت آینده مطلوب از دیگر تلاش‌های حاکم بر نظام حکمرانی چین طی صد سال گذشته بوده است. اجماع نظر ملی درباره آینده و هماهنگی همه‌ذی‌نفعان برای ساخت آن از جلوه‌های این آینده‌گرایی است. ج- داده‌مداری: دیتاکراسی **datacracy** ناظر بر شیوه‌های نوین حکمرانی است که در آن تکیه بر پردازش، تحلیل و فهم معنای داده‌ها در تصمیم‌گیری و هدایت امور است. چینی‌ها با سرعت زیاد در حال پیشی گرفتن از سایر کشورها در این حوزه هستند. کمتر حوزه‌ای از نظام حکمرانی در چین را می‌توان پیدا کرد که از این موضوع بی‌بهره باشد.

د- سوسیالیسم: مسیر چین یا سوسیالیسم به روایت چین از دیگر موضوعاتی بوده که در پیشرفت هوش مصنوعی در این کشور نقش مهمی داشته است. توسعه از بالا به پایین و با تکیه بر برنامه‌ریزی متمرکز از خصیصه‌های این رویکرد است. این رویکر باعث شده جمعیت بسیاری از زیر خط فقر در کشور چین خارج شوند و شاخص رفاه اجتماعی و اقتصادی به شکل محسوسی بهبود پیدا کند. ملی‌گرایی ذیل سوسیالیسم چینی به شکل مناسبی برای باور به توانمندی‌های کشور چین در دستیابی به پیشرفت‌های علمی و فناورانه در حوزه هوش مصنوعی تأثیرگذار بوده است.



### ارائه دکتر صدرا خسروی، عضو هیات علمی پژوهشگاه مطالعات فرهنگی و اجتماعی

#### مسئله‌ها و موقعیت‌ها

درباره هوش مصنوعی در آموزش عالی و آموزش عالی هوش مصنوعی، بحث‌های نظری و چالش‌های عملی بسیاری پیش روی ماست: ۱. آیا هوش مصنوعی، آموزش عالی را دگرگون خواهد کرد؟ چه دگرگونی‌هایی، چقدر، و چگونه؟ یا این فقط یک دگردیسی خواهد بود؟ ۲. آیا آموزش عالی می‌تواند هوش مصنوعی را اقتباس، خود را با آن سازوار، و حتی در آن پیشرو باشد؟ چگونه؟ ۳. نسبت آموزش عالی و هوش مصنوعی چیست: هم‌آورد، تاب‌آور در کنار هم، یا مقاومت‌کننده در مقابل هم؟ پاسخگویی متفاوت به این پرسش‌ها، از موضع‌گیری‌های معرفت‌شناختی واگرا نشئت می‌گیرد، موقعیت‌های سازمانی متفاوت را بازتاب می‌دهد، و جمعیت‌های گوناگون را خطاب قرار می‌دهد. پنداشت و ادراک، مفهوم‌سازی و عملیاتی‌سازی، ارزیابی و تحلیل هوش مصنوعی در آموزش عالی، آموزش عالی هوش مصنوعی، و بازی‌های میان این دو، حداقل از سه رویکرد متفاوت قابل طرح است: ۱. فن‌دوستی: علاقه و/یا باور به توانمندسازی یا رهایی‌بخش بودن برون‌دادها یا برون‌آمدهای فناوری که طیف وسیعی از ابزارهای دیجیتال شامل رایانه‌های شخصی، اینترنت، تلفن‌های هوشمند، واقعیت مجازی، اینترنت اشیا، و البته هوش مصنوعی را دربرمی‌گیرد؛ ۲. فن‌هراسی: تردید یا بدبینی به کاربرد فناوری‌ها به نفع عموم مردم، و حتی نگرانی از کاربست آن‌ها علیه عموم مردم؛ ۳. فنی‌نگری: سیاسی‌زدایی سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی فناوری (هوش مصنوعی) و جایگزینی آن با عقلانیت ابزاری و تصمیم‌گیری فن‌سالارانه بر هوش مصنوعی (و با هوش مصنوعی). این رویکردها، در هوش مصنوعی در آموزش عالی و آموزش عالی هوش مصنوعی، چشم‌اندازها و ماموریت‌های متمایزی دارند.

#### بافته‌ها و بحث‌ها

نوآوری‌ها و اشاعه آن‌ها، چه فناوری و چه آموزش، نه در خلا، بلکه در بافت‌هایی چندسطحی و چندلایه واقع می‌شوند؛ اما کندوکاوهای تاکنون درباره هوش مصنوعی در آموزش عالی و آموزش عالی هوش مصنوعی، اغلب بافت‌زده بوده‌اند، یعنی مسئله را در بافت وقوع آن، جایابی و/یا جاگذاری نمی‌کنند، و این به تناقض‌ها یا متناقض‌نماها منتهی می‌شود: ۱. فن‌دوستان، هوش مصنوعی را ابزاری برای افزایش عملکرد آموختن و آموزش، فرصت‌های آموزشی و عدالت آموزشی، عدالت اجتماعی و امکان تحرک اجتماعی معرفی می‌کنند؛ در حالی که گزارش‌ها حاکی هستند که شکاف‌های دیجیتال، همچنان در لایه زیرساخت، مهارت، و انگیزش باقی هستند، به دیگر حوزه‌ها امتداد یافته‌اند، و حتی تشدید شده‌اند. ۲. برخی هواداران، هوش مصنوعی را ابزاری برای توسعه مهارت‌های داده‌پردازی (و نه بی‌نیازی از مهارت‌های محاسباتی)، یافتن شغلی متفاوت (و رهایی از شغل کنونی)، و کارمزدی - با پرداخت بالاتر، ولو با امنیت شغلی پایین‌تر، ولی از راه دور- (و خلاصی از چارچوب‌های مکانی، زمانی، پوششی، رفتاری، گفتاری محل اشتغال کنونی) برمی‌شمارند. ولی برخی نمایندگان اتحادیه‌ای کارگری، فعالان جماعتی، و مشاوران مدیریت منابع انسانی، هشدار می‌دهند که خودکارسازی (به مدد هوش مصنوعی)، فقط به معنای رقابت بیشتر، کارآفرینی‌گرایی، و جذب جهانی استعدادها نیست؛ و دربردارنده فرصت‌های شغلی کمتر، سنج‌های عملکردی سخت‌گیرانه‌تر، جریان خروج خبرگان هوش مصنوعی، خطر فن‌زدگی در آموزش عالی، و خصوصی‌سازی خیره‌های عمومی (شامل آموزش عالی رایگان) نیز هست. ۳. برخی فن‌سالاران هشدار می‌دهند اقتصادهای به لحاظ فناوری فقیر نمی‌توانند در دنیای با پیش‌رانهای فناورانه رشد بیابند و پیشرو باشند؛ ولی پرسش آن است که فناوری‌های هوش مصنوعی که به لحاظ راهبردی فقیر باشند، چگونه می‌تواند در بافت به لحاظ فناوری فقیر، اصلاً باقی بمانند که توسعه بیابند؟ این پرسش‌ها، حکایت از آن دارند که هوش مصنوعی و آموزش عالی، بافت‌زده بحث شده‌اند و باید بازبافت‌یابی شوند؛ باید متقاطع و حتی متداخل تلقی شود تا معنادار و پیام‌دار شوند.

#### آموزش دانشگاهی هوش مصنوعی در ایران

آموزش هوش مصنوعی در دانشگاه‌های ایران، دو دهه پیش، در مقطع کارشناسی ارشد رشته‌های مهندسی کامپیوتر و علوم کامپیوتر آغاز شد. در اولین دوره‌ها، دانشگاه‌های تهران، صنعتی شریف، امیرکبیر، علم و صنعت، و شیراز، در رشته مهندسی کامپیوتر، گرایش هوش ماشین و رباتیک، ۵۰ دانشجو پذیرفتند. کمتر از ۵ سال بعد، عنوان برنامه به هوش مصنوعی و رباتیک تغییر یافت، و طی یک دهه، این برنامه تحصیلات تکمیلی در شهرهای بزرگ (اصفهان، مشهد، تبریز، کرمان، و حتی همدان) و در دانشگاه‌های فرارشته‌ای (الزهر، بهشتی، خوارزمی)، و همچنین دانشگاه‌های صنعتی دیگر (خواجه نصیر، صنعتی اصفهان، و صنعتی مازندران) نیز ارائه شد. فرصت‌های آموختن دانشگاهی این گرایش بیشتر شد و تعداد دانشجویان چندین برابر شد. روند توده‌ای‌سازی آموزش عالی هوش مصنوعی و رویه تمرکززدایی از تحصیلات تکمیلی آن ادامه یافت و برنامه آموزشی در شهرهای اهواز، یزد، و بندر عباس، و دانشگاه‌های تربیت دبیر شهید رجایی و دانشگاه صنعتی شاهرود نیز ارائه شد. اخیراً، گرایش الگوریتم و رایانش، به صورت اختصاصی در دانشگاه تهران، دانشجو پذیرفته است. هوش مصنوعی در رشته علوم کامپیوتر، تا سال‌ها بخشی از محتوای پژوهشی برنامه درسی بود، ولی یک گرایش رسمی آموزش رشته نبود. در ابتدای دهه ۱۳۸۰ خورشیدی، رشته علوم کامپیوتر (بدون گرایش تخصصی هوش مصنوعی)، فقط ۵ دانشجو می‌گرفت، ولی فقط در یک دهه، این عدد ۱۲ برابر شد و تعداد ظرفیتهای تحصیلات تکمیلی آن به ۶۰ نفر رسید. این برنامه ابتدا در دانشگاه‌های تهران و امیرکبیر برقرار بود، سپس در دانشگاه‌های بهشتی، تبریز، و کرمان نیز ارائه شد، و در سال ۱۴۰۰، در مرکز تحصیلات تکمیلی زنجان (اختصاصی علوم پایه) و دانشگاه علامه طباطبایی (اختصاصی رشته‌های انسانی) نیز گنجانده شده بود. آموزش دانشگاهی رسمی هوش مصنوعی در رشته علوم کامپیوتر، با راه‌اندازی گرایش ۱. رایانش علمی (یا رایانش نرم) و ۲. نظریه رایانش، هر کدام فقط با ۵ دانشجو، در دانشگاه شریف آغاز شد. گرایش رایانش علمی (یا رایانش نرم) در پایان دهه ۱۳۹۰ خورشیدی، در دامغان، یزد، بابلسر، کرمانشاه، و زاهدان نیز دانشجو پذیرفتند و تعداد دانشجویان این گرایش ۸ برابر شد و به بیش از ۴۰ نفر رسید. گرایش نظریه رایانش، بعدها در مرکز تحصیلات تکمیلی زنجان و دانشگاه علامه طباطبایی نیز دانشجو پذیرفت، ولی تعداد کل دانشجویان آن به ۲۰ نفر هم نمی‌رسد که نصف ظرفیت پذیرش گرایش کاربردی همین رشته است. از ابتدای دهه ۱۴۰۰، دانشگاه امیرکبیر، در گرایش‌های نظام‌های رایانشی و نظام‌های هوشمند، دانشجو گرفت و در خارج از پایتخت نیز کمتر از ۵ نفر در تبریز و کمتر از ۱۰ نفر در رفسنجان و زاهدان در همین گرایش‌ها، دانشجو پذیرفته می‌شوند که با رشته و گرایش‌های دیگر مقایسه‌شدنی نیستند. آمارهای مورد ارجاع در اینجا، هم دوره‌های روزانه و هم دوره‌های نوبت دوم (شبانه)، هم برنامه‌های آموزشی (بدون پایان‌نامه) و هم برنامه‌های آموزشی-پژوهشی (با پایان‌نامه) را شامل می‌شود ولی دربرگیرنده این جمعیت‌ها نیست: ۱. بیوانفورماتیک، زبان‌شناسی رایانشی، یا علوم اعصاب شناختی؛ ۲. علوم تصمیم‌گیری و مهندسی دانش، و قرآن‌کاوی؛ ۳. دانشگاه آزاد، دانشگاه‌های (غیر)انتفاعی، یا پردیس‌های خودگردان؛ ۴. دوره‌های غیرحضور (دانشگاه پیام نور)، مجازی، یا آمیخته؛ ۵. بورسیه‌های نهادهای اجرایی، سهمیه نیروهای مسلح، یا ظرفیت‌های اختصاصی دیگر گروه‌ها (مانند طلاب). تعداد دانشجویان زیرگرایش نظری علوم کامپیوتر،

از تعداد همتایان آن‌ها در زیرگرایش کاربردی این رشته، کمتر است؛ و تعداد دانشجویان تحصیلات تکمیلی هوش مصنوعی در علوم کامپیوتر، از تعداد همتایان آن‌ها در دیگر گرایش‌های رشته، بسیار کمتر است. تعداد دانشجویان گرایش هوش مصنوعی رشته مهندسی کامپیوتر، از تعداد همتایان آن‌ها در دیگر گرایش‌ها (نرم‌افزار، معماری نظام‌های کامپیوتری، الگوریتم‌ها و محاسبات، شبکه، و رایانش امن)، کمتر است؛ و تعداد دانشجویان تحصیلات تکمیلی علوم کامپیوتر (چه متمرکز بر هوش مصنوعی، و چه غیر آن) از تعداد همتایان آن‌ها در کلیت رشته مهندسی کامپیوتر (چه متمرکز بر هوش مصنوعی، و چه غیر آن)، بسیار کمتر است. مجموع این آمارها حاکی از آن است که هرچند هوش مصنوعی، گرایشی راهبردی در تحصیلات تکمیلی علوم و مهندسی کامپیوتر است، ولی چشم‌انداز شغلی آن همچنان بیشتر پژوهشی است، یا حداقل چالش‌های اشتغال پسادانش‌آموختگی گسترده‌تری از دیگر گرایش‌های آموزش دانشگاهی این رشته پیش رو دارد. هوش مصنوعی به مثابه فن و نه فن‌شناسی، روش و نه روش‌شناسی، انگاشته و آموزش داده می‌شود، و این بافت‌زدایی از معرفت‌شناسی و هستی‌شناسی هم فناوری و هم آموزش عالی است؛ پس هر دوی آن‌ها باید بازبافت‌یابی شوند.

### آموزش برون‌دانشگاهی هوش مصنوعی در ایران

بسیاری دانشجویان و دانش‌آموختگان ایرانی، آموختن و توسعه آموخته‌های خود در زمینه هوش مصنوعی را در دانشگاه‌های خارجی پیگیری می‌کنند؛ و البته برخی هم، مدرکی دال بر دانش آموختگی از موسسه‌های آموزش عالی خصوصی، دریافت می‌کنند، بدون آنکه دانش و مهارت‌های هوش مصنوعی را بیاموزند. ولی جمعیت گسترده‌ای نیز به هر دلیل (شغلی، مالی، خانوادگی، حقوقی، شخصی) امکان ادامه تحصیل در خارج از کشور را ندارند، و مایل هم نیستند (چه با صرف هزینه، و چه حتی بدون صرف هزینه) در دوره آموزشی شرکت کنند که احتمالاً از فرآیندهای آن و/یا بروندادهای آن رضایت نخواهند داشت؛ پس در دوره‌های دانشگاهی هوش مصنوعی شرکت نمی‌کنند ولی همچنان به آموختن هوش مصنوعی علاقه‌مندند. برخی در میانه مسیر شغلی خود با هوش مصنوعی مواجه می‌شوند و برخی با خیزش موج ChatGPT و رسانه‌ای‌تر شدن آن، با مفهوم و مصداق هوش مصنوعی، کارکردهای عمومی و کاربردهای تخصصی آن، آشنا شده‌اند، و خواستار آن هستند که دریابند چگونه از هوش مصنوعی استفاده کنند یا بدانند هوش مصنوعی، شغل‌ها را چگونه تغییر خواهد داد. این افراد ممکن است به MOOCهای رایگان-ارزان درباره هوش مصنوعی روی بیابورند، با این امید که بتوانند با آموختن آن، چرخشی شغلی یا حداقل تنوع‌بخشی شغل را رقم زنند؛ خوداشتغال شوند یا استارت‌آپ راه‌اندازی کنند؛ یا حداقل مقهور امواج سهمگین، تندبادها، یا طوفانهای دگرگونی‌های دیجیتال نشوند. اما حتی تجربه‌های آموختن غیردانشگاهی هوش مصنوعی هم با چالش، مانع، و نارضایتی همراه است: ۱. دشواری پیش‌نیازهای ریاضیاتی: ماتریس و جبر خطی، حساب دیفرانسیل و انتگرال، گراف و بردار، آمار و احتمالات؛ ۲. درهم‌تنیدگی هم‌نیازهای فنی: قالب داده و ساختمان داده‌ها، معماری پایگاه داده‌ها و نظام‌های مدیریت آن، زبان‌های پرسمان ساخت‌یافته و ساخت‌نیافته، Excel و Oracle، زبانهای برنامه‌نویسی Python و R، یادگیری ماشین و یادگیری عمیق، هوش کسب‌وکار (PowerBI) و دیداری‌سازی داده‌ها (Tableau)؛ ۳. مقرون به صرفه نبودن آموختن: اغلب MOOCهای هوش مصنوعی فقط دربردارنده مقدمه‌ای برای آشنایی با موضوع هستند یا به بنیادهای نظری آن بسنده می‌کنند، در حالی که آموختن کدنویسی یا تحلیل داده‌ها، گاهی نیازمند دستورالعمل‌های جزئی‌نگرانه و عیب‌یابی‌های موردی است که برخورداری از آن اغلب رایگان یا ارزان نیست، و همواره این خطر وجود دارد که افرادی که از پیش‌نیازهای ریاضیاتی و هم‌نیازهای فنی برخوردار نیستند، باز هم چیزی نیاموزند.

### انفجار کلان‌داده و آتش‌فشان آموزش هوش مصنوعی

رشته تحصیلی یا رشته شغلی ما به هوش مصنوعی ربط داشته باشد یا ربط نداشته باشد، در یک گروه کاری متمرکز بر هوش مصنوعی شاغل باشیم یا فضای کاری ما فناورانه نباشد ولی به واسطه فناوری زیر و رو شده باشد، بسیاری از ما دیر یا زود هوش مصنوعی را در کارهای خود به کار خواهیم گرفت، یا فاز ادغام آن در همه کارها و اقدام بر اساس آن، ما را نیز دربر خواهد گرفت. آموختن و کاربرد هوش مصنوعی، نیاموختن و عدم کاربری هوش مصنوعی، هیچ کدام، گریزناپذیر نیستند؛ ولی چنین انتخابی، آن هم در بافت اجتماعی تام فن‌اورانه‌شده یا فن‌زده، ممکن است وضعیت شغلی-مالی، و ارتباطی-اجتماعی ما را متفاوت سازد. برخی کوشیده‌اند برای عقب‌نماندن از قافله و حتی ساربان پیش‌روی آن بودن، به سرعت بنیادهای نظری و مهارت‌های کاربری هوش مصنوعی را بیاموزند؛ برخی از آن‌ها که سودای آموختن هوش مصنوعی را در دانشگاهی پی

گرفتند، سرفصل‌ها، محتواها، و فعالیت‌های برنامه درسی آن را متناسب فرصت‌های پژوهشی دولتی و نه مشاغل بخش خصوصی در جهان رقابت‌های درنده برشمرده‌اند؛ و برخی از آن‌ها که رویای خود را در خارج از نهاد آموزش عالی دنبال کرده‌اند، برخی از این دوره‌ها را (به لحاظ محتوایی، فنی، فرآیندی، پیامدی، مالی) مناسب نیازها و خواسته‌های خود و بازار ندانسته‌اند. گویی بسیاری از تجربه‌های آموختن هوش مصنوعی، نه در دانشگاه، و نه در بیرون آن، رضایت‌بخش نبوده‌اند.