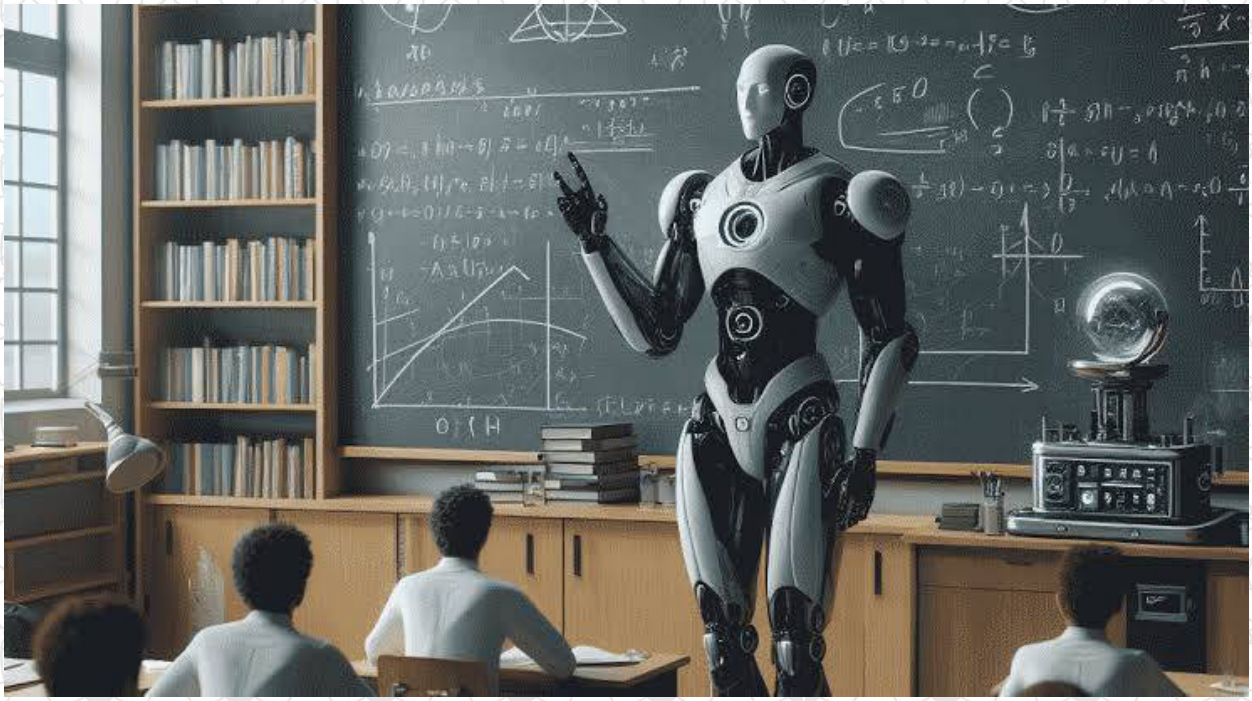
مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

دفتر
مطالعات
فرهنگی و آموزش

مسلسل: ۲۱۵۶۴ ■ خرداد ۱۴۰۵

الزامات ساختاری و کارکردی دانشگاه‌های ایران در مواجهه با هوش مصنوعی (با تأکید بر تربیت نیروی انسانی)



بسم الله الرحمن الرحيم

تاریخ انتشار:
۱۴۰۵/۳/۹

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل:
۲۱۵۶۴

عنوان گزارش:
الزامات ساختاری و کارکردی دانشگاه‌های ایران در مواجهه با هوش مصنوعی
(با تأکید بر تربیت نیروی انسانی)

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

نام دفتر:
مطالعات فرهنگی و آموزش (گروه آموزش عالی و تحقیقات و فناوری)

تهیه و تدوین کنندگان:
محمد همدانی، محمدامین نیک‌صفت (اندیشکده حکمرانی شریف)

مدیر مطالعه:
حسین نصیری

ناظر علمی:
موسی بیات

ناظران علمی خارج از مرکز:
صادق امامیان (عضو هیئت علمی دانشگاه امیرکبیر)، شهاب کریمی (دانشجوی دکتری تکنولوژی آموزشی دانشگاه تربیت مدرس)

اظهارنظرکنندگان:
سهیلا خردمندنیا، پریسا توانا (گروه توسعه فناوری و تولیدات دانش‌بنیان)،
ایمان اکبری (دفتر مطالعات بنیادین حکمرانی)

اظهارنظرکننده خارج از مرکز:
فرهاد سراجی (عضو هیئت علمی دانشگاه تهران)

گرافیک و صفحه آرایی:
سیده فاطمه ابوطالبی

ویراستار ادبی:
زهره عطاردی

واژه‌های کلیدی:
۱. دانشگاه
۲. هوش مصنوعی
۳. نیروی انسانی
۴. آموزش عالی

تاریخ شروع مطالعه:
۱۴۰۴/۰۳/۰۵

دفتر مطالعات فرهنگی و آموزش

فهرست مطالب

چکیده ۶
خلاصه مدیریتی ۷
۱. مقدمه ۹
۲. مرور ادبیات ۱۱
۲-۱. هوش مصنوعی و آموزش عالی ۱۱
۲-۲. نقش و چالش‌های آموزش عالی در توسعه هوش مصنوعی ۱۱
۲-۳. مرور پیشینه مطالعات هوش مصنوعی در مرکز پژوهش‌های مجلس ۱۲
۳. مرور تجارب کشورهای جهان در تربیت نیروی انسانی هوش مصنوعی ۱۲
۳-۱. آموزش عالی در اسناد راهبردی هوش مصنوعی جهان ۱۳
۳-۲. دانشگاه‌های جهان ۱۵
۴. آموزش عالی ایران در مواجهه با هوش مصنوعی ۲۱
۴-۱. نگاشت‌نهادی هوش مصنوعی در ایران ۲۱
۴-۲. وضعیت هوش مصنوعی در دانشگاه‌های منتخب ایران ۲۴
۴-۳. جمع‌بندی وضعیت ایران ۲۴
۵. پیشنهادها ۲۵
۵-۱. اهداف و ظرفیت‌های سیاستی ۲۵
۵-۲. پیشنهادهای سیاستی ۲۵
۵-۳. تحلیل پیشنهادها ۲۹
۵-۴. جمع‌بندی ۳۰
منابع و مآخذ ۳۱

فهرست جداول

جدول ۱. ابعاد نقش‌آفرینی آموزش عالی در توسعه هوش مصنوعی ۱۵
جدول ۲. اقدامات دانشگاه‌های جهان در تربیت نیروی انسانی هوش مصنوعی ۱۶
جدول ۳. اقدامات نهادهای اجرایی ۲۲
جدول ۴. تحلیل پیشنهادها ۳۰

فهرست شکل‌ها

شکل ۱. نمودار ظرفیت کارشناسی ارشد و دکتری هوش مصنوعی ۲۳
شکل ۲. نمودار مأموریت‌های مرکز توسعه و تعالی هوش مصنوعی ۲۷

الزامات ساختاری و کارکردی دانشگاه‌های ایران در مواجهه با هوش مصنوعی
(با تأکید بر تربیت نیروی انسانی)

Doi: 10.22034/mrc.report.21564

چکیده

شتاب جهانی در توسعه هوش مصنوعی و کوتاه بودن «پنجره فرصت تاریخی» برای ورود به رقابت‌های بین‌المللی، دانشگاه‌های ایران را با مسئله‌ای بنیادین روبه‌رو کرده است. ازاین‌رو، پرسش محوری آن است که برای توانمندسازی دانشگاه‌ها در تربیت نیروی انسانی هوش مصنوعی، چه اصلاحاتی باید در محتوا، ساختار، روش‌های آموزشی، ارتباط با صنعت و سطح‌بندی مهارتی صورت گیرد. برای پاسخ به این پرسش، گزارش از تحلیل استراتژی‌های توسعه نیروی انسانی در کشورهای پیشرو، مطالعه تطبیقی عملکرد ۱۰ دانشگاه برجسته جهان و ارزیابی وضعیت ایران شامل نگاشت‌نهادی، شاخص‌های ملی و بررسی و آسیب‌شناسی پنج دانشگاه اصلی کشور استفاده کرده است. یافته‌های تحلیل‌ها نشان می‌دهد که دانشگاه‌های ایران با چالش‌های درهم‌تنیده‌ای ازجمله برنامه‌های درسی عمدتاً نظری، ضعف در مهارت‌آموزی، کمبود اعضای هیئت علمی متخصص، محدودیت زیرساخت‌های داده و محاسبات، پراکندگی نهادی و ناترازی میان تعداد فارغ‌التحصیلان و نیازهای واقعی بازار مواجه‌اند. در مقابل، تجربه کشورهایی مانند چین، آمریکا، کره جنوبی و سنگاپور نشان می‌دهد که چابک‌سازی ساختار دانشگاه‌ها، ایجاد مراکز ملی هوش مصنوعی، توسعه آموزش میان‌رشته‌ای و پیوند ساختاریافته دانشگاه- صنعت، عناصر کلیدی جهش ظرفیت انسانی هستند.

بر این اساس، گزارش مجموعه‌ای از راهکارها را ارائه می‌کند: اصلاحات کوتاه‌مدت همچون تعریف دکتری حرفه‌ای و پیوسته هوش مصنوعی، رسمی‌سازی بوت‌کمپ‌ها و شبکه سفیران هوش مصنوعی با نقش حلقه اتصال دانشجویان به مراکز رشد، شتاب‌دهنده‌ها؛ نهادسازی میان‌مدت از طریق «تأسیس مرکز توسعه و تعالی هوش مصنوعی» در دانشگاه‌ها برای هماهنگی و بازآرایی برنامه‌ها؛ و در بلندمدت، ایجاد زیست‌بوم ملی نیروی انسانی برپایه قطب‌های شایستگی، همکاری‌های بین‌المللی و سازوکارهای پایدار پیوند دانشگاه و صنعت پیشنهاد شده است.

خلاصه مدیریتی

بیان/ شرح مسئله

بررسی وضعیت ایران در هوش مصنوعی نشان می‌دهد که کشور در حیاتی‌ترین ضلع این معادله، یعنی «تربیت نیروی انسانی متخصص»، با شکاف عمیقی مواجه است. تعداد فارغ‌التحصیلان رشته‌های مرتبط رشد متناسبی نداشته و پدیده مهاجرت نخبگان، این خلأ را تشدید کرده است. از منظر ساختاری، آموزش عالی ایران بازتعریفی در پاسخ به تحولات هوش مصنوعی نداشته و همچنان بر الگوهای سنتی و فاقد پیوند با بازار و جامعه متمرکز است. در صورت بی‌توجهی به الزامات ساختاری و کارکردی آموزش عالی، کشور با مجموعه‌ای از پیامدهای راهبردی همچون وابستگی فناورانه به دیگر کشورها، گسست میان دانشگاه و بازار هوش مصنوعی، تضعیف جایگاه دانشگاه‌ها در نظام نوآوری، از دست رفتن فرصت‌های سرمایه‌گذاری و انتقال فناوری و درنهایت حذف از زنجیره ارزش جهانی هوش مصنوعی روبه‌رو خواهد شد.

ازاین‌رو، پرسش گزارش آن است که برای ارتقای توان دانشگاه‌ها در تربیت نیروی انسانی هوش مصنوعی، چه تحولاتی باید در محتوا، ساختار، شیوه‌های آموزشی، ارتباط با صنعت و مسیرهای مهارتی صورت گیرد تا دانشگاه‌ها بتوانند نقشی فعال در توسعه هوش مصنوعی ایفا کنند؟

نقطه‌نظرات/ یافته‌های کلیدی

تحلیل اسناد ملی، مطالعه تطبیقی کشورهای پیشرو و بررسی عمیق وضعیت دانشگاه‌های ایران نشان می‌دهد که نظام آموزش عالی با مجموعه‌ای از چالش‌های درهم‌تنیده روبه‌رو است.

نخست، ظرفیت تربیت نیروی انسانی مرتبط با هوش مصنوعی- حدود ۳۵۰۰ نفر در سال طی پنج سال اخیر تقریباً بدون تغییر باقی مانده است؛ درحالی‌که کشورهایی چین، آمریکا و کره جنوبی در همین دوره ظرفیت تربیت نیروی انسانی خود را چند برابر کرده‌اند. این ناترازی با مهاجرت نخبگان و کمبود اعضای هیئت علمی متخصص تشدید می‌شود.

دوم، برنامه‌های درسی دانشگاه‌ها عمدتاً نظری و مبتنی‌بر الگوهای سنتی هستند و فاقد مهارت‌آموزی عملی، پروژه‌محوری و یادگیری مبتنی‌بر مسئله می‌باشند. دروس میان‌رشته‌ای و کاربردی، که در جهان ستون فقرات آموزش هوش مصنوعی است، در نظام آموزش عالی ایران کم‌رنگ بوده و همین امر موجب فاصله گرفتن دانشگاه از نیازهای واقعی صنعت هوش مصنوعی شده است.

سوم، ساختارهای دانشگاهی برای توسعه هوش مصنوعی به‌روز نشده‌اند. مراکز تحقیقاتی پراکنده‌اند، مأموریت مشخصی نداشته و چابکی لازم برای تعامل با صنعت و اجرای پروژه‌های نوآورانه را ندارند. زیرساخت‌های داده‌ای، رایانشی، پردازنده گرافیکی (GPU) و آزمایشگاهی نیز با استانداردهای جهانی فاصله قابل ملاحظه‌ای دارند.

چهارم، رابطه دانشگاه- صنعت همچنان ضعیف، کوتاه‌مدت و فاقد سازوکارهای پایدار است. درحالی‌که بنگاه‌های اقتصادی کشور کمبود نیروی انسانی متخصص را مهم‌ترین مانع توسعه محصولات هوش مصنوعی می‌دانند، مدل‌های موفق جهانی مانند اساتید مشترک، دوره‌های کارآموزی صنعت‌محور، پروژه‌های بازارمحور و آزمایشگاه‌های مشترک دانشگاه- صنعت در ایران به‌ندرت شکل گرفته‌اند.

پنجم، آموزش عالی و دانشگاه‌های ایران از ضعف نهادی و محدودیت اختیارات رنج می‌برند. هرچند این مسئله ناشی از تشتت نهادهای سیاستگذاری، تنظیم‌گری و توسعه هوش مصنوعی در سطح کلان است؛ اما در دانشگاه‌ها هم ضرورت سیاستگذاری افقی و اهمیت تمرکز و چابک‌سازی نهادی تربیت نیروی انسانی هوش مصنوعی به‌مثابه فناوری چندمنظوره را درک نکرده‌اند. موضوعی که کشورهایی مانند چین و سنگاپور با ایجاد نهادهای ملی توسعه و تعالی هوش مصنوعی آن را حل کرده‌اند.

در مقابل، تجربه کشورهای پیشرو نشان می‌دهد که توسعه هوش مصنوعی در دانشگاه‌ها نیازمند چهار رکن اصلی است: دانشگاه‌های

چابک و میان‌رشته‌ای، مراکز ملی هوش مصنوعی با نقش هدایت‌گری، مسیرهای تربیت چندسطحی نیروی انسانی و پیوند پایدار دانشگاه- صنعت. این کشورها نه‌تنها آموزش AI را نوسازی کرده‌اند، بلکه با طراحی برنامه‌های AI+X (ترکیب هوش مصنوعی با پزشکی، سلامت، حقوق، کشاورزی، انرژی و حکمرانی)، مسیرهای جدیدی برای توسعه دانش و مهارت ایجاد کرده‌اند. سرمایه‌گذاری گسترده بر زیرساخت‌های داده و محاسبات و تعریف سازوکارهای همکاری طولانی‌مدت با صنعت بخش جدایی‌ناپذیر این موفقیت بوده است.

پیشنهاد راهکارهای تقنینی، نظارتی یا سیاستی

برای برون‌رفت از این وضعیت، یک بسته سیاستی در سه افق زمانی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت پیشنهاد شده است تا بدین‌وسیله، مسیر تحول دانشگاه‌های ایران را در تربیت نیروی انسانی متخصص هوش مصنوعی هموار سازد. هدف اصلی، حرکت از جایگاه «مصرف‌کننده فناوری» به «تولیدکننده و راهبر» در این حوزه بوده و این پیشنهادها با تمرکز بر افزایش ظرفیت‌های موجود، ایجاد نهادهای نوین و درنهایت، شکل‌دهی به یک زیست‌بوم ملی طراحی شده‌اند.

در کوتاه‌مدت، تمرکز بر اجرای سریع تغییرات غیرساختاری است. این اقدامات شامل **توسعه مسیرهای تحصیلی نوین** مانند «دکتری حرفه‌ای» برای پیوند مستقیم دانشگاه با صنعت و «دکتری پیوسته» برای جذب و نگهداشت استعدادهای برجسته است. تقویت ظرفیت بین‌المللی از طریق **سفرهای علمی کوتاه‌مدت، نهادینه‌سازی الگوهای آموزشی نوین** مانند بوت‌کمپ‌ها و استفاده از دستیارهای هوش مصنوعی و ایجاد «**شبکه سفیران هوش مصنوعی**» در دانشکده‌ها برای ارتباط دانشجویان با زیست‌بوم نوآوری، دیگر پیشنهادهای کلیدی این مرحله هستند که می‌توانند ظرفیت‌های فعلی را فعال کرده و مقدمه‌ای برای تحولات بزرگ‌تر باشند.

پیشنهاد **میان‌مدت**، تأسیس «مرکز توسعه و تعالی هوش مصنوعی» در دانشگاه است؛ نهادی چابک و نیمه‌مستقل که به‌عنوان قطبی (هاب) برای یکپارچه‌سازی آموزش، پژوهش و سیاستگذاری عمل می‌کند. مأموریت‌های کلیدی این مرکز شامل **بازطراحی جامع برنامه‌های درسی** در سه لایه (مبانی عمومی، کاربرد میان‌رشته‌ای و تخصصی پیشرفته)، **دیپلماسی علمی**، حل مسائل واقعی کشور از طریق رشته‌های «**هوش مصنوعی پلاس**» و جذب استعدادها با برگزاری **مدارس تابستانی، المپیادهای هوش مصنوعی و بوت‌کمپ‌های نوجوانان** است. در سطح دانشگاه‌ها، مراکز توسعه و تعالی هوش مصنوعی باید از این ابزارها به‌منظور تحقق اهداف و مأموریت‌های پیش‌بینی شده استفاده کند؛ **سکوهای آموزشی شخصی‌سازی شده، مرکز مشاوره شغلی هوش مصنوعی، برنامه‌های اقامت پژوهشی و صنعتی و بوت‌کمپ‌های[1] حرفه‌ای غیررسمی**. موفقیت این مرکز به الزاماتی چون مشارکت جدی بخش خصوصی، پرهیز از بوروکراسی و تمرکز بر چند دانشگاه مرجع در گام نخست بستگی دارد و در عمل به‌عنوان پلی میان دانشگاه، صنعت، ایران و جهان عمل خواهد کرد.

در **بلندمدت**، راهکار اصلی، توسعه یک زیست‌بوم ملی تربیت نیروی انسانی حوزه هوش مصنوعی است. این ایده بر سازماندهی دانشگاه‌های منتخب به‌عنوان «قطب‌های شایستگی» در حوزه‌های کلیدی (مانند صنعت، سلامت یا انرژی) استوار است تا هرکدام مسئول توسعه دانش و کاربردی در حوزه تخصصی خود باشند. اجزای این زیست‌بوم شامل یک **زیست‌بوم انسانی چندسطحی، آکادمی ملی مشترک، صندوق‌های حمایتی دوجانبه و بین‌المللی (مانند بریکس و شانگهای)** و **دفاتر مشاوره صنعتی** در دانشگاه‌هاست. همچنین ایجاد نظام ملی ارزیابی خروجی‌های دانشگاه‌ها در حوزه هوش مصنوعی از گام‌های کلیدی این گذار است و در این چشم‌انداز، دانشگاه‌ها به کانون‌های نوآوری و سیاستگذاری تبدیل می‌شوند که توسعه نیروی انسانی و تجاری‌سازی ایده‌ها را به‌طور هم‌زمان پیش می‌برند.

---

۱. اردوهای آموزشی.

۱. مقدمه

یکی از مهم‌ترین پیش‌نیازهای توسعه هوش مصنوعی، تربیت نیروی انسانی توانمند، خلاق و اخلاق‌مدار است. سه ضلع اصلی توسعه هوش مصنوعی- یعنی داده، زیرساخت و انسان- بدون ضلع سوم، یعنی نیروی انسانی، نه‌تنها ناقص بلکه ناکارآمد خواهند بود. ازاین‌رو است که یونسکو (۲۰۲۱) تأکید می‌کند: «هیچ‌گونه پیشرفت و مسئولانه‌ای در هوش مصنوعی بدون نظام آموزش عالی پویا ممکن نیست».

در این راستا، تربیت نیروی انسانی متخصص هوش مصنوعی در فرایند توسعه این فناوری در ایران هم فراتر از یک ضرورت آموزشی صرف، ستون فقرات تحقق حاکمیت ملی و خودکفایی در این فناوری محسوب می‌شود. ماهیت هوش مصنوعی بر داده‌ها، زبان و بستر بومی استوار است؛ ازاین‌رو، توسعه آن به صرف واردات تکنولوژی نیست، بلکه تنها با شکل‌گیری یک «اکوسیستم انسانی» چندلایه و توانمند میسر است که طیفی از تکنسین‌های فنی تا دانشمندان و سیاستگذاران را دربرمی‌گیرد. این نیروی انسانی متخصص است که باید ظرفیت بومی‌سازی الگوریتم‌ها، حکمرانی بر داده‌های حساس ملی و همسوسازی فناوری با ارزش‌های فرهنگی و نیازهای صنعتی کشور را دارا باشد. در واقع، بدون وجود چنین سرمایه انسانی متخصصی، سرمایه‌گذاری‌های کلان در زیرساخت‌های سخت‌افزاری نیز به‌دلیل فقدان دانش فنی لازم برای بهره‌برداری و نگهداری، فاقد کارایی و بازدهی مطلوب خواهد بود.

اما بررسی وضعیت ایران نشان می‌دهد که ما نه‌تنها در تولید داده و توسعه زیرساخت‌های فناورانه با عقب‌ماندگی مواجه‌ایم، بلکه در پرورش نیروی انسانی متخصص، شکاف عمیق‌تری وجود دارد. مطابق با داده‌های رسمی، تعداد فارغ‌التحصیلان کارشناسی ارشد و دکتری مرتبط با هوش مصنوعی طی سال‌های اخیر در حدود ۳۵۰۰ نفر باقی مانده است، بی‌آنکه رشدی متناسب با تحولات جهانی داشته باشد [۲]. این درحالی است که بسیاری از این نخبگان در اثر مهاجرت یا کم‌فرصتی شغلی در کشور، جذب بازارهای بین‌المللی می‌شوند و از چرخه اثرگذاری ملی خارج می‌گردند.

وضعیت کنونی ایران در توسعه و انتشار دانش هوش مصنوعی بیانگر گذار از پیشتازی منطقه‌ای به چالش‌های فزاینده است؛ کشوری که در سال ۲۰۱۳ با سهم ۷ درصدی در تولید علم حوزه هوش مصنوعی در رتبه نخست خاورمیانه قرار داشت، اما از ۲۰۱۹ به بعد رشد آن کند شده و از ۲۰۲۲ پس از عربستان در جایگاه دوم قرار گرفته و سهم مقالات با تأثیر بالا نیز در ۲۰۲۳ به ۳.۲ درصد کاهش یافته است. ضعف در تبدیل دانش به نوآوری و ثبت اختراع این شکاف را عمیق‌تر کرده و درحالی‌که عربستان و ترکیه ظرفیت‌های تجاری‌سازی خود را توسعه می‌دهند، ایران همچنان در این شاخص عقب مانده است. روابط علمی ایران نیز عمدتاً فرامنطقه‌ای است و در مقابل، کشورهایی مانند عربستان شبکه‌های منطقه‌ای فعال ایجاد کرده‌اند؛ ترکیه نیز از ۲۰۲۲ همکاری خود با ایران را کاهش داده است. سهم ایران از مقالات کنفرانسی که در ۲۰۱۴ به ۱.۹ درصد می‌رسید، اکنون به ۰.۵ درصد و در کنفرانس‌های برتر به ۰.۲ درصد افت کرده است. بااین‌حال، افزایش سهم ایران در پروژه‌های منبع‌باز[۱] از ۰.۳ درصد در ۲۰۲۰ به ۱.۱ درصد در سال‌های اخیر و جایگاه دوم منطقه در پروژه‌های با تأثیر بالا (۰.۶ درصد)، نشانه‌ای از ظرفیت بازیابی و نقش‌آفرینی دوباره ایران در شبکه علم جهانی است.

۱. بخش قابل توجهی از توسعه نرم‌افزار هوش مصنوعی در Github و پروژه‌های منبع باز اتفاق می‌افتد. تجزیه‌وتحلیل داده‌های آن معیار مهمی برای سنجش روندهای توسعه پروژه‌های نرم‌افزاری هوش مصنوعی است.

در ایران، علاوه‌بر «کمبود کمّی نیروی انسانی»، با «ناکارآمدی کیفی نظام آموزش» هم روبه‌رو هستیم. توضیح اینکه به‌رغم برخی تلاش‌های پراکنده در قالب ایجاد رشته‌های نوپا مانند علوم داده یا مهندسی هوش مصنوعی در برخی دانشگاه‌ها، همچنان چالش‌هایی چون نبود برنامه جامع، کمبود اعضای هیئت علمی متخصص، ضعف در زیرساخت‌های فنی و آزمایشگاهی و نبود تعامل ساختارمند با صنعت در این حوزه مشاهده می‌شود. همچنین بسیاری از برنامه‌های درسی فعلی بیشتر بر دروس نظری و کمتر بر مهارت‌آموزی و کاربردهای عملی تمرکز دارند. از طرف دیگر، تربیت نیروی انسانی مورد نیاز در سطوح مختلف (از تکنسین تا دانشمند هوش مصنوعی) نیازمند رویکردی چندلایه و متنوع است؛ چراکه توسعه AI تنها به‌معنای آموزش چند برنامه‌نویس یا تحلیل‌گر داده نیست، بلکه به‌معنای ایجاد یک اکوسیستم انسانی توانمند برای تحلیل، طراحی، اجرا، ارزیابی و حکمرانی بر این فناوری است [۵].

در اسناد بالادستی کشور مانند سند جامع توسعه هوش مصنوعی ایران (مصوب شورای عالی انقلاب فرهنگی) و نقشه جامع علمی کشور، بر ضرورت توسعه آموزش‌های مرتبط با فناوری‌های نوین تأکید شده است. همچنین بند «ت» ماده (۹۹) برنامه هفتم پیشرفت کشور بر جذب و توانمندسازی نخبگان در حوزه هوش مصنوعی تأکید شده است. بااین‌حال، این اسناد فاقد برنامه اجرایی مشخص برای نقش‌آفرینی آموزش عالی در تحقق این هدف است. این درحالی است که کشورهای پیشرو، نه‌فقط هدف، بلکه چارچوب، شاخص، زمان‌بندی و مسئولیت نهادی را نیز برای هر اقدام مشخص کرده‌اند [۶]. بنابراین پیاده‌سازی عملی این سیاست‌ها نیازمند طراحی سازوکارهای دقیق و کاربردی است که با واقعیت‌های دانشگاه‌ها و ظرفیت‌های موجود همخوان باشد.

در صورت بی‌توجهی به الزامات ساختاری و کارکردی دانشگاه‌ها در حوزه هوش مصنوعی و تدوین راهبرد مشخص، کشور با پیامدهای جدی مواجه خواهد شد؛ ازجمله:

- وابستگی فناورانه به کشورهای دیگر در حوزه AI،
- گسست میان حوزه دانشی و بازار هوش مصنوعی،
- تضعیف نقش دانشگاه‌ها در نظام نوآوری کشور،
- از دست رفتن فرصت‌های سرمایه‌گذاری و انتقال فناوری،
- عقب‌ماندگی از روند جهانی و منطقه‌ای توسعه فناوری.

مسئله‌ای که بیش از هر چیز این خلأ سیاستی را تشدید می‌کند، کوتاه بودن «پنجره فرصت تاریخی» برای ورود به رقابت جهانی هوش مصنوعی است. تأخیر در ورود به عرصه حکمرانی و تولید در این حوزه می‌تواند منجر به وابستگی شدید و حذف از زنجیره ارزش جهانی شود. تجربه نشان داده که بازسازی جایگاه ملی پس از دست رفتن این فرصت‌ها، بسیار دشوار و پرهزینه خواهد بود. ازاین‌رو، بازتعریف نقش دانشگاه‌ها به‌عنوان کنشگران فعال در توسعه هوش مصنوعی نه‌تنها یک ضرورت فنی، بلکه یک مسئله راهبردی در امنیت ملی، عدالت اجتماعی و توسعه و پیشرفت محسوب می‌شود. بنابراین پرسش اساسی آن است که برای ارتقای توانمندی دانشگاه‌ها در تربیت نیروی انسانی متخصص در حوزه هوش مصنوعی، چه اصلاحات ساختاری و کارکردی در ابعاد زیر باید صورت گیرد:

- محتوای درسی و برنامه‌ریزی آموزشی،
- ساختارهای سازمانی (دپارتمان‌ها، مراکز تحقیقاتی، واحدهای فناور)،
- شیوه‌های آموزشی نوین،
- ارتباط دانشگاه با صنعت و جامعه،
- سطح‌بندی تربیت نیروی انسانی (تکنسین، برنامه‌نویس، پژوهشگر و ...).

این گزارش، در پاسخ به این سؤال‌ها، با تمرکز بر نقش آموزش عالی در توسعه هوش مصنوعی، با بررسی استراتژی‌های بین‌المللی توسعه نیروی انسانی هوش مصنوعی، مطالعه تجارب موفق دانشگاه‌های جهان، ارزیابی وضعیت موجود نظام آموزش عالی ایران در تربیت نیروی انسانی این حوزه و تحلیل وضعیت موجود دانشگاه‌های ایران، بسته‌ای از پیشنهادهای سیاستی برای به‌روزرسانی و توسعه ساختاری و کارکردی دانشگاه‌ها ارائه می‌دهد که بتواند منجر به تربیت نیروی انسانی مؤثر و متناسب با نیازهای واقعی کشور در حوزه هوش مصنوعی شود.

۲. مرور ادبیات

۲-۱. هوش مصنوعی و آموزش عالی

در سطح سیاستگذاری، هوش مصنوعی دیگر صرفاً یک فناوری نیست، بلکه میدان رقابت و همکاری میان دولت‌ها، شرکت‌ها و دانشگاه‌هاست [۱۲] و به‌تعبیری، سیستمی خودمختار و انطباق‌پذیر است [۱۳]؛ به‌گونه‌ای که این فناوری بیش‌ازپیش به عرصه‌ای راهبردی برای حکمرانی، تنظیم‌گری و بازطراحی آینده جوامع تبدیل شده است [۱۴].

در چنین چشم‌اندازی، آموزش عالی و خاصه دانشگاه که یکی از نهادهای توسعه علمی و انسانی محسوب می‌شود، نقشی تعیین‌کننده در شکل‌گیری ظرفیت‌های پژوهشی، تربیت نیروی انسانی متخصص و تولید دانش ایفا می‌کند. البته دانشگاهی کارآفرین که با رویکردهای مهارت‌محور، مسئله‌محور و کاربردی با ایجاد پیوند میان علم، صنعت و کارآفرینی، زیست‌بوم نوآوری و فناوری را تقویت کند [۱۵]. همان‌طور که مدل «مارپیچ سه‌گانه» نیز اهمیت همکاری دانشگاه، صنعت و دولت در مواجهه با فناوری‌هایی نظیر هوش مصنوعی ضرورتی استراتژیک است [۷].

در این چارچوب، آموزش عالی در کانون سیاستگذاری‌های مربوط به توسعه هوش مصنوعی قرار گرفته است؛ چراکه پیشرفت پایدار این فناوری نیازمند نیروی انسانی توانمند، دانش میان‌رشته‌ای و ارتقای سواد عمومی هوش مصنوعی است. دو مفهوم «آموزش برای هوش مصنوعی» و «هوش مصنوعی برای آموزش» ابعاد نظری و عملی این پیوند را مشخص می‌کنند. کشورها بر توسعه ظرفیت‌های دانشگاه برای تربیت متخصصان، ایجاد زیرساخت دانشی و تقویت توان پژوهشی تمرکز دارند [۱۶]، [۱۷].

۲-۲. نقش و چالش‌های آموزش عالی در توسعه هوش مصنوعی

دانشگاه‌ها دیگر فقط مراکز آموزش تخصصی نیستند، بلکه به بازیگرانی در حکمرانی و توسعه هوش مصنوعی تبدیل شده‌اند. نقش آموزش عالی در این عرصه فراتر از تربیت مهندس و برنامه‌نویس است؛ زیرا دانشگاه‌ها بستر پرورش تفکر انتقادی، اخلاق فناورانه و توان تحلیل اجتماعی نیز هستند [۱]. برای ایفای این نقش، تحول سازمانی در دانشگاه‌ها ضرورتی بنیادین است. ساختارهای سنتی مدیریتی باید جای خود را به الگوهای چابک، داده‌محور و میان‌رشته‌ای بدهند تا بتوانند با سرعت تحول فناوری هم‌گام شوند. در کنار آن، تقویت ارتباط دانشگاه با صنعت و جامعه اهمیت فزاینده‌ای دارد. همکاری با شرکت‌ها و نهادهای دولتی از طریق پروژه‌های مشترک، مراکز نوآوری و پارک‌های علم و فناوری می‌تواند ظرفیت دانشگاه‌ها را برای انتقال دانش و خلق ارزش اقتصادی افزایش دهد [۵]، [۷].

با وجود این، مسیر دانشگاه‌ها در حوزه مزبور بدون چالش نیست. کمبود منابع مالی، محدودیت در جذب استادان متخصص و ساختارهای بوروکراتیک، توان دانشگاه‌ها را در نوسازی برنامه‌های درسی و توسعه زیرساخت‌های هوش مصنوعی کاهش می‌دهد [۱]، [۲۲]. در بسیاری

از موارد، برنامه‌های آموزشی هنوز از نیازهای واقعی بازار کار فاصله دارند و فرصت‌های میان‌رشته‌ای کافی برای ترکیب مهارت‌های فنی با مهارت‌های انسانی فراهم نشده است [۲۳]. ازسوی‌دیگر، فرار نخبگان از دانشگاه به صنعت و نبود نظام‌های ارزیابی شفاف، پایداری توسعه علمی در حوزه هوش مصنوعی را تهدید می‌کند [۲۴].

۳-۲. مرور پیشینه مطالعات هوش مصنوعی در مرکز پژوهش‌های مجلس

در بخشی از مطالعه «بررسی لایحه برنامه هفتم توسعه (۸۸): توسعه پایدار هوش مصنوعی در کشور » [۶۱] به نقش پژوهشکده‌ها و شرکت‌های دانش بنیان در توسعه هوش مصنوعی اشاره شده است. این گزارش یادآور می‌شود پژوهشکده‌های که تخصصی مستقیما با حل مسئله عملی سروکار دارند، بستر مساعدتری در توسعه کارکردهای عملی و مسئله محور هوش مصنوعی خواهند بود. در همین راستا پژوهشکده‌ها و مؤسسه‌های پژوهشی حائز اهمیت مضاعف هستند. برخی از این مؤسسات عبارتند از مرکز نوآوری و توسعه هوش مصنوعی ذیل پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، مؤسسه پژوهش در هوش مصنوعی، رباتیک و علوم اطلاعات دانشگاه تهران، مرکز نوآوری علوم داده و هوش مصنوعی دانشگاه صنعتی شریف، پژوهشکده هوش مصنوعی دانشگاه شیراز، هسته پژوهش و فناوری علوم داده و یادگیری ماشین در پژوهشکده فناوری اطلاعات و ارتباطات دانشگاه خلیج فارس، گروه پژوهشی کامپیوتر و فناوری اطلاعات پژوهشگاه علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته است.لیکن اگر چه مؤسسات پژوهشی به‌عنوان حلقه واسط نقش مؤثری در توسعه تکنولوژی و تبدیل ایده‌ها به فعالیت‌های کاربردی ایفا می‌کنند اما به قطع جایگزین آموزش‌های دانشگاهی نمی‌شوند.

همچنین در مطالعه‌ای دیگر با عنوان «حکمرانی هوش مصنوعی (۴): بررسی تأثیرات هوش مصنوعی بر بازار مشاغل و بهره‌وری در جهان و ایران»[۶۲] یکی از پیشنهادات سیاستی را اینگونه مطرح می‌کند، برنامه‌ریزی و حمایت از آموزش‌های عمومی و اختصاصی در ارتباط بـــا تأثیرات و نحوه مواجهه و بهره‌مندی از فناوری هوش مصنوعی در مشاغل مختلف و ایجاد بستر تربیت نیروی کار متناسب با تغییرات مشاغل. پیشنهاد گزارش متمرکز بر آموزش کاربران هوش مصنوعی است اما در مطالعه پیش‌رو فراتر خواهیم رفت و نقش دانشگاه در تربیت نیروی انسانی در تمامی سطوح (تکنیسین تا دانشمند) بررسی خواهیم شد.

۳. مرور تجارب کشورهای جهان در تربیت نیروی انسانی هوش مصنوعی

این بخش شامل دو محور اصلی است: نخست، مرور تجربه کشورها و اسناد راهبردی آنها در به‌کارگیری ظرفیت آموزش عالی برای توسعه هوش مصنوعی؛ و دوم، بررسی برنامه‌ها و اقدامات دانشگاه‌های برجسته جهان در نهادینه‌سازی آموزش و پژوهش هوش مصنوعی. در بخش نخست، تمرکز بر سیاست‌های ملی کشورها برای تقویت ظرفیت آموزشی و پژوهشی در حوزه هوش مصنوعی است. دولت‌ها در این زمینه اقدامات متنوعی ازجمله؛ **بازنگری برنامه‌های درسی، ایجاد مراکز تحقیقاتی مشترک، حمایت‌های مالی هدفمند، اعطای بورسیه‌های تخصصی** و **توسعه برنامه‌های آموزشی منعطف** انجام داده‌اند [۱۳]، [۱]. مجموعه این اقدامات نشان می‌دهد که کشورهای پیشرو، آموزش عالی را نه‌صرفاً یک نهاد آموزشی، بلکه رکن اصلی در حکمرانی و توسعه هوش مصنوعی می‌دانند. در ادامه، سیاست‌ها و تجربه‌های کشورهای منتخب در این زمینه بررسی می‌شود.

۱-۳. آموزش عالی در اسناد راهبردی هوش مصنوعی جهان

۱-۱-۳. ایالات متحده آمریکا

سیاستگذاری در این کشور بر سه محور کلیدی متمرکز است: آموزش نیروی کار، توسعه مهارت‌های دیجیتال و تربیت متخصصان آینده هوش مصنوعی. طرح ابتکار ملی هوش مصنوعی آمریکا، کارآموزی‌ها و برنامه‌های مهارتی در حوزه علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات، به‌ویژه با تأکید بر علوم کامپیوتر را تقویت کرده است تا نیروی کار بتوانند از فرصت‌های شغلی ناشی از گسترش هوش مصنوعی بهره‌مند شوند [۲۵]. درعین‌حال، بنیاد ملی علم نیز برنامه‌ای با بودجه ۱۲۰ میلیون‌دلاری برای تأسیس مراکز پژوهشی هوش مصنوعی راه‌اندازی کرده که هدف آن ایجاد شبکه‌هایی برای اتصال نهادهای دانشگاهی، صنعتی و دولتی است [۲۶]. علاوه‌بر این موارد، سیاستگذاران آمریکایی به استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی برای تسهیل فرایندهای یادگیری در مدارس و دانشگاه‌ها نیز تأکید ویژه‌ای دارند تا بار کاری معلمان کاهش یابد و زمان آنها برای فعالیت‌های آموزشی خلاقانه‌تر آزاد شود.

۲-۱-۳. چین

چین با هدف تبدیل شدن به قدرت برتر جهانی در هوش مصنوعی، سیاست‌های گسترده و یکپارچه‌ای را برای توسعه ظرفیت‌های آموزشی و پژوهشی خود اتخاذ کرده است. وزارت آموزش چین در برنامه «AI Innovation Action Plan» از دانشگاه‌ها خواسته است تا در حوزه هوش مصنوعی به آموزش، پژوهش نوآورانه و همکاری با صنایع بپردازند [۲۷]. اهداف این برنامه شامل بهبود چشمگیر کیفیت آموزش و پژوهش تا سال ۲۰۲۵ و کسب جایگاه نخست در نوآوری جهانی هوش مصنوعی تا سال ۲۰۳۰ است [۲۸]. دولت چین همچنین با گنجاندن محتوای آموزشی مرتبط باهوش مصنوعی در برنامه درسی مدارس ابتدایی و متوسطه، از سنین پایین تفکر محاسباتی و سواد دیجیتال را ترویج می‌کند [۲۹].

۳-۱-۳. کشورهای آمریکای جنوبی

در آمریکای جنوبی، کشورهای مختلف سیاست‌های گوناگونی را برای آموزش هوش مصنوعی در پیش گرفته‌اند. برزیل به توسعه مهارت‌های نرم؛ مانند خلاقیت، تفکر انتقادی و هوش هیجانی تأکید دارد و آنها را برای تعامل مؤثر انسان با فناوری‌های جدید ضروری می‌داند. در پرو، سیاست‌های مشخصی برای افزایش مشارکت زنان در حوزه هوش مصنوعی و گسترش برنامه‌های کارشناسی‌ارشد و دکتری از طریق همکاری‌های بین‌المللی با دانشگاه‌های برتر اروپا و آمریکا پیگیری شده است. همچنین مکزیک برنامه درسی ملی را برای آموزش هوش مصنوعی در تمام سطوح تدوین کرده و با ارائه بورسیه‌های تحصیلی و فرصت‌های شغلی در مقاطع تحصیلی عالی، ظرفیت علمی و مهارتی خود را در این حوزه تقویت می‌کند [۳۰].

۴-۱-۳. کشورهای اروپایی

کشورهای اروپایی در حوزه آموزش هوش مصنوعی سیاست‌های گسترده و متنوعی را اتخاذ کرده‌اند. فرانسه از سال ۲۰۱۸ با اعلام استراتژی ملی هوش مصنوعی خود، حمایت مالی از مؤسسات آموزشی را افزایش داده و برنامه‌هایی برای ارتقای سواد دیجیتال عمومی و افزایش تعداد فارغ‌التحصیلان هوش مصنوعی ارائه کرده است [۳۱]، [۳۲]. دولت آلمان بودجه‌ای بالغبر ۳ میلیارد یورو (۲۰۲۵-۲۰۱۹) به این موضوع اختصاص داده است [۳۳]. این سیاست‌ها شامل اصلاح نظام آموزش رسمی به‌ویژه آموزش معلمان، ایجاد مراکز شایستگی مخصوص صنایع کوچک و متوسط[1] و گسترش آموزش نیروی کار موجود از طریق برنامه‌هایی مانند «استراتژی ملی مهارت‌ها» است. بریتانیا نیز در چارچوب «استراتژی ملی هوش مصنوعی» خود، برنامه‌های بازآموزی و مهارت‌آموزی نیروی کار را تقویت کرده و با ارائه ویزای استعداد جهانی، مسیر ورود متخصصان بین‌المللی را هموار کرده است [۳۴]. هلند، نروژ و سوئد نیز با ایجاد برنامه‌های آموزش مادام‌العمر، اصلاحات در آموزش‌های رسمی و ارتقای سواد دیجیتال، ظرفیت‌های آموزشی هوش مصنوعی را گسترش داده‌اند. کشورهایی همچون اسپانیا و ایرلند به‌طور ویژه آموزش‌های مرتبط با بازار کار را دنبال

1 . Mittelstand 4.0

کرده و به توسعه مهارت‌های غیرشناختی در کنار مهارت‌های فنی تأکید دارند.

۳-۱-۵. کشورهای شرق آسیا

ژاپن و کره جنوبی نیز ازجمله کشورهای پیشرو در شرق آسیا هستند که سیاست‌های آموزشی هوش مصنوعی را با جدیت پیگیری کرده‌اند. ژاپن با معرفی سیستم گواهی‌نامه آموزشی در زمینه علوم داده و هوش مصنوعی در تمامی دانشگاه‌ها و مؤسسات فنی، قصد دارد که تمامی دانشجویان، فارغ از رشته تحصیلی، سواد پایه‌ای در این حوزه کسب کنند. در کره جنوبی، به‌دلیل کمبود نیروی انسانی متخصص هوش مصنوعی، سیاست‌های اصلاح نظام آموزشی، اجباری کردن آموزش هوش مصنوعی برای معلمان و کارکنان دولت و طراحی دوره‌های کوتاه‌مدت و میان‌رشته‌ای اجرایی شده است [۳۵].

۳-۱-۶. کشورهای منتخب منطقه (جنوب غرب آسیا و آسیای جنوبی)

در منطقه جنوب غربی آسیا (خاورمیانه) و آسیای جنوبی نیز سیاست‌های قابل‌توجهی در زمینه آموزش هوش مصنوعی شکل گرفته است. امارات متحده عربی برنامه‌هایی شامل دوره‌های آموزشی رایگان برای عموم، آموزش تخصصی مدیران دولتی و راه‌اندازی زیرساخت‌هایی مانند ابررایانه‌های پژوهشی دارد. رژیم اشغالگر قدس نیز با سرمایه‌گذاری در مدارس، ایجاد مراکز پژوهشی و تخصیص بودجه‌ای گسترده برای آموزش عالی، به‌دنبال ارتقای ظرفیت‌های هوش مصنوعی است [۳۶]. قطر نیز با استراتژی AI+X در تلاش است تا آموزش هوش مصنوعی را به‌تمامی رشته‌های تحصیلی گسترش دهد [۳۷]. ترکیه و هند با ایجاد همکاری‌های صنعتی و دانشگاهی و برنامه‌های گسترده کارآموزی و بورسیه، در حال تربیت نیروی انسانی متخصص و آماده‌سازی نیروی کار برای انقلاب هوش مصنوعی هستند.

جدول ۱ خلاصه‌ای از مهم‌ترین یافته‌های مطالعات و گزارش‌های راهبردی در مورد نقش آموزش عالی در توسعه هوش مصنوعی و ارتباط آن با سندهای استراتژی ملی هوش مصنوعی است. این جدول، دیدگاه‌های متنوع پژوهش‌های معتبر جهانی درخصوص ظرفیت‌های بالقوه دانشگاه‌ها در آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص، پیشبرد پژوهش‌های پیشرفته و تدوین چارچوب‌های اخلاقی و سیاستی برای هوش مصنوعی را ارائه می‌کند.

جدول ۱. ابعاد نقش آفرینی آموزش عالی در توسعه هوش مصنوعی [۲۰-۱۶]

ردیف	پژوهش	مؤلفه‌ها
۱	آموزش برای هوش مصنوعی، نه هوش مصنوعی برای آموزش: نقش آموزش و اخلاق در استراتژی‌های سیاست ملی هوش مصنوعی	آموزش متخصصان هوش مصنوعی
		آماده‌سازی نیروی کار برای پذیرش و استفاده از هوش مصنوعی
		سواد عمومی هوش مصنوعی
۲	نقش آموزش عالی در استراتژی‌های ملی هوش مصنوعی: یک بررسی تطبیقی سیاستی	آموزش هوش مصنوعی، نیروی کار و آموزش مادام‌العمر
		تحقیق و توسعه
		تدوین مقررات و چارچوب‌های اخلاقی
۳	دانشگاه و هوش مصنوعی	مرکز تولید و توسعه دانش در هوش مصنوعی
		اصول و چارچوب‌های اخلاقی برای استفاده از هوش مصنوعی
۴	چالش های مؤسسات آموزش عالی در مواجهه با استراتژی‌های ملی هوش مصنوعی	تربیت نیروی انسانی متخصص در هوش مصنوعی
		پیشبرد پژوهش در هوش مصنوعی
		تدوین چارچوب‌های اخلاقی و سیاستی برای هوش مصنوعی
۵	دیدگاه‌های جهانی در مورد توسعه شایستگی هوش مصنوعی: استراتژی‌های ملی هوش مصنوعی در آموزش و پرورش	ارتقا و ایجاد برنامه‌ها و دروس متمرکز بر هوش مصنوعی در آموزش عالی
		آموزش حین کار برای ارتقا و بازآموزی نیروی کار
		ترویج شایستگی‌های هوش مصنوعی در میان عموم مردم از طریق یادگیری مادام‌العمر
		توسعه مهارت‌های انسانی (نرم)
		ارتقای شایستگی‌های اساتید در حوزه هوش مصنوعی

در مجموع، آینده هوش مصنوعی پایدار و مسئولانه در گروی نوسازی نظام آموزش عالی است. دانشگاه‌ها باید هم‌زمان در پنج حوزه کلیدی گام بردارند: **۱. تحول سازمانی و سیاستگذاری افقی، ۲. پیوند دوجانبه با صنعت و جامعه، ۳. توسعه و شخصی‌سازی روش‌های آموزشی نوین، ۴. تنوع‌بخشی و افزایش ظرفیت انسانی ۵. برنامه‌های درسی چندسطحی.** این مسیر می‌تواند دانشگاه‌ها را از نهادهایی آموزشی به کنشگرانی سیاستی و فناورانه تبدیل کند که نه‌تنها دانش و مهارت می‌آفرینند، بلکه مسیر استفاده اخلاقی و انسانی از هوش مصنوعی را نیز هموار می‌سازند [۱۷]، [۲۱].

۲-۳. دانشگاه‌های جهان

در سال‌های اخیر، بسیاری از دانشگاه‌های پیشرو با بازنگری در مأموریت‌های آموزشی و پژوهشی خود، راهبردهایی جامع برای توسعه هوش مصنوعی طراحی کرده‌اند. این اقدامات دانشگاه‌ها را از نهادهایی صرفاً آموزشی به بازیگرانی کلیدی در حکمرانی و زیست‌بوم جهانی هوش مصنوعی تبدیل کرده است. در ادامه، وضعیت و برنامه‌های دانشگاه‌های پیشرو در این حوزه در اقصی‌نقاط جهان بررسی می‌شود.

جدول ۲. اقدامات دانشگاه‌های جهان در تربیت نیروی انسانی هوش مصنوعی

دانشگاه	کشور	اقدامات					مأخذ
		محتوای درسی و برنامه‌ریزی آموزشی	ساختارهای سازمانی	شیوه‌های آموزشی	سطح تخصص‌های مورد نیاز	ارتباط دانشگاه با صنعت	
استنفورد	آمریکا	تمرکز بر «هوش مصنوعی انسان‌محور»؛ بسته‌ای از ۷ دوره در موضوعاتی مثل اخلاق و سیاست فناوری دیجیتال، تأثیر انسانی، افزایش قابلیت‌های انسانی، و گرایش Human-Centered AI؛ استفاده از دوره‌های میان‌رشته‌ای برای پوشش ابعاد فنی و اجتماعی هوش مصنوعی.	مؤسسه هوش مصنوعی انسان‌محور (HAI)، آزمایشگاه هوش مصنوعی استنفورد (SAIL)، شتاب‌دهنده استنفورد برای یادگیری و واحد IT دانشگاه به‌عنوان هسته‌های اصلی اکوسیستم هوش مصنوعی عمل می‌کنند.	آموزش پژوهش‌محور و میان‌رشته‌ای؛ پروژه‌های مشترک میان گروه‌ها؛ تمرکز بر ترکیب مباحث فنی و انسانی در کلاس‌ها و سمینارها.	تربیت نسل جدید پژوهشگران، سیاستگذاران و متخصصان هوش مصنوعی با سواد عمیق در فناوری و پیامدهای اجتماعی؛ عمدتاً در سطوح تحصیلات تکمیلی و پژوهشی.	برنامه‌ی «همکاری با وابسته‌ها» (affiliate program) در آزمایشگاه هوش مصنوعی استنفورد SAIL[1] با مشارکت شرکت‌های بزرگ که سالیانه حدود ۲۵۰ هزار دلار برای حمایت نامحدود پژوهش‌ها می‌پردازند؛ کنفرانس‌ها، نشست‌ها و نمایشگاه‌های مشترک برای انتقال دوطرفه دانش بین دانشگاه و صنعت اشکال دیگر همکاری هستند.	[۴۲]
کمبریج	بریتانیا	برنامه دکتری و پسادکتری در یادگیری ماشین با تمرکز بر یادگیری ماشین ML[2] با داده کم، کارآمد و مقاوم برای حوزه‌هایی مثل سلامت و خدمات عمومی؛ طراحی دوره‌های تخصصی برای پژوهشگران جوان در هوش مصنوعی.	همکاری ساختاریافته با بخش تحقیقاتی مایکروسافت تحت حمایت شورای تحقیقات علوم فیزیکی و مهندسی (EPSRC)؛ ایجاد یک چارچوب نهادی پایدار برای آموزش و پژوهش یادگیری ماشین.	آموزش مبتنی‌بر پروژه و داده‌های واقعی؛ مشارکت پژوهشگران مایکروسافت در تدریس و راهنمایی؛ ترکیب آموزش دانشگاهی با کار پژوهشی تمام‌وقت در برنامه «اقامت پژوهشی هوش مصنوعی» مایکروسافت.	تمرکز بر تربیت پژوهشگران سطح دکتری و پسادکتری، و «AI residents» که برای نقش‌های پژوهشگر و مهندس هوش مصنوعی پیشرفته در صنعت و دانشگاه آماده می‌شوند.	– مشارکت عمیق با گرنت‌های پژوهشی مشترک، دسترسی به منابع و داده‌های واقعی، – توسعه ابزارهای متن‌باز هوش مصنوعی و آماده‌سازی نیرو برای صنایع پیشرفته مبتنی‌بر هوش مصنوعی.	[۴۳]، [۴۴]

1. Machine Learning
2. Stanford Artificial Intelligence Laboratory

دانشگاه	کشور	اقدامات					مأخذ
		محتوای درسی و برنامه‌ریزی آموزشی	ساختارهای سازمانی	شیوه‌های آموزشی	سطح تخصص‌های مورد نیاز	ارتباط دانشگاه با صنعت	
تسینگ‌هوا	چین	راه‌اندازی رشته کارشناسی «مهندسی هوش مصنوعی» از ۲۰۱۹؛ برنامه‌های ارشد و دکتری مرتبط؛ بیش از ۱۱۷ درس آزمایشی و ۱۴۷ کلاس با استفاده از هوش مصنوعی، از جمله درس جدید درباره مدل‌های زبان بزرگ[1] و هوش مصنوعی مولد برای دانشجویان همه رشته‌ها (رویکرد AI+).	ایجاد «مدرسه تخصصی هوش مصنوعی» با پذیرش ~۱۵۰ دانشجوی کارشناسی در سال ۲۰۲۵، مؤسسه صنعت هوش مصنوعی (AIR) و مؤسسه حکمرانی بین‌المللی هوش مصنوعی؛ ساختار ماتریسی بر پایه دانشکده‌های سنتی (کامپیوتر، برق و ...) + واحدهای بین‌رشته‌ای هوش مصنوعی.	یادگیری فعال و پروژه‌محور؛ مشارکت گسترده دانشجویان در پروژه‌های تحقیقاتی و صنعتی؛ استفاده از دستیارهای آموزشی هوشمند، سامانه‌های تصحیح خودکار و ابزارهای برنامه‌ریزی دروس مبتنی‌بر هوش مصنوعی.	طیف کامل: از کارشناسی با مهارت‌های برنامه‌نویسی و مهندسی هوش مصنوعی تا پژوهشگران دکتری و دانشمندان هوش مصنوعی در مراکز بین‌المللی؛ هدف‌گذاری برای افزایش ظرفیت تربیت متخصصان AI و حمایت از راهبرد ملی چین تا ۲۰۳۰.	آزمایشگاه‌ها و مراکز مشترک با شرکت‌های بزرگ (مثل مرکز مشترک با Bosch با سرمایه‌گذاری ۵۰ میلیون یوان) و سایر شرکت‌های فناوری داخلی و خارجی؛ کارآموزی‌ها و پروژه‌های مشترک گسترده برای دانشجویان؛ نقش فعال در همایش‌ها و سیاستگذاری هوش مصنوعی.	[۴۵]
فلوریدا	آمریکا	استفاده از استراتژی هوش مصنوعی در سراسر برنامه درسی[2] و گنجاندن هوش مصنوعی در تمام رشته‌ها؛ گواهی‌نامه ۹ واحدی مبانی هوش مصنوعی برای تمام دانشجویان + گواهی‌نامه‌های تخصصی هوش مصنوعی در هر دانشکده (سلامت، هنر، گردشگری و ...)، ایجاد و بازبینی رشته‌های کارشناسی و میان‌رشته‌ای با تمرکز بر هوش مصنوعی و برنامه‌های متنوع ارشد کاربردی در کشاورزی هوشمند، رسانه، مهندسی هوشمند و....	تشکیل مرکز ابتکار عمل و مرکز هوش مصنوعی[3] زیر نظر شرکت پروووست به‌عنوان نهاد هماهنگ‌کننده؛ میزبانی مرکز فناوری هوش مصنوعی انویدیا در پردیس.	تأکید بر یادگیری مبتنی‌بر پروژه،[4] واحدهای عملی در همه رشته‌ها، دوره‌های مهارت‌محور یادگیری عمیق با همکاری شرکت فناوری انویدیا،[5] کارگاه آمادگی یادگیری هوش مصنوعی[6] برای اساتید و دوره‌های آنلاین برای دبیرستان‌ها و کالج‌های ایالتی.	از سواد پایه هوش مصنوعی برای همه فارغ‌التحصیلان تا تربیت مهندسان داده، مهندسان هوش مصنوعی و دانشمندان داده در سطوح کارشناسی ارشد و دکتری؛ برنامه آمادگی شغلی هوش مصنوعی[7] برای هم‌تراز کردن مهارت‌ها با نیاز بازار کار هوش مصنوعی؛ استخدام بیش از ۱۰۰ عضو هیئت علمی هوش مصنوعی در ۱۶ کالج.	ایجاد مرکز داده و ابر رایانه HiPerGator AI با مشارکت شرکت فناوری انویدیا؛ مشارکت استراتژیک با انویدیا (سخت‌افزار، آموزش، کارآموزی)، همکاری با کالج‌های محلی برای استفاده از ابر رایانه HiPerGator؛ پروژه‌های مشترک و کارآموزی با شرکت‌های فناوری و برنامه‌های ترویج سواد هوش مصنوعی در جامعه.	[۴۶]

1. Large Language Model
2. «AI Across the Curriculum»

۳. Artificial Intelligence Academic Initiative Center: (مرکز دانشگاهی است که برنامه‌های آموزشی و پژوهشی مرتبط با هوش مصنوعی را هماهنگ و حمایت می‌کند. این مرکز دوره‌ها و گواهی‌های AI را طراحی می‌کند، فرصت‌های پژوهشی و صنعتی را برای دانشجویان فراهم می‌سازد و برای تربیت نیروی کار متخصص با صنعت و نهادهای دیگر همکاری دارد).

4 . Project-Based Learning

۵. یکی از بزرگترین شرکت‌های فناوری فعال آمریکایی در حوزه هوش مصنوعی است.

6. «AI Learning Academy»
7. «AI Career Readiness»

دانشگاه	کشور	اقدامات					مأخذ
		محتوای درسی و برنامه‌ریزی آموزشی	ساختارهای سازمانی	شیوه‌های آموزشی	سطح تخصص‌های مورد نیاز	ارتباط دانشگاه با صنعت	
کارنگی‌ملون	آمریکا	بیش از ۲۵ برنامه آموزشی مرتبط با هوش مصنوعی در سطوح مختلف کارشناسی، ارشد و دکتری	ساختار هسته‌ای در مدرسه علوم کامپیوتر[1] شامل دپارتمان علوم کامپیوتر، دپارتمان یادگیری ماشین، مؤسسه رباتیک و مؤسسه فناوری‌های زبان، ابتکار سراسری «هوش مصنوعی در کارنگی‌ملون» به‌عنوان چتر راهبردی؛ ساختمان‌ها و مراکز هوش مصنوعی جدید و مشارکت در چند «مؤسسه ملی هوش مصنوعی» با بودجه فدرال.	آموزش عمیقاً پروژه‌محور و پژوهش‌محور؛ واحدهای پروژه و پایان‌نامه برای همه برنامه‌های هوش مصنوعی؛ کارآموزی صنعتی گسترده در شرکت‌های بزرگ فناوری؛ آزمایشگاه‌های مشترک با صنعت (مثلاً مرکز مشترک با انویدیا در رباتیک و خودروهای خودران) و توجه به اخلاق و هوش مصنوعی مسئولانه در محتوا.	نخستین دوره کارشناسی مستقل «هوش مصنوعی» (۲۰۱۸)؛ برنامه‌های متعدد تحصیلات تکمیلی مانند کارشناسی ارشد در هوش مصنوعی و نوآوری و مجموعه‌ای از کارشناسی ارشد در مهندسی هوش مصنوعی در شاخه‌های مختلف مهندسی؛ دپارتمان مستقل یادگیری ماشین با دکتری ویژه یادگیری ماشین و دوره‌های مشترک یادگیری ماشین + سیاست، یادگیری ماشین + علوم شناختی.	استخدام گسترده فارغ‌التحصیلان توسط گوگل، مایکروسافت، متا، آمازون و ... ؛ آزمایشگاه‌های مشترک با انویدیا و سایر شرکت‌ها؛ مشارکت در کنفرانس‌ها و نشست‌های سیاستگذاری هوش مصنوعی.	[۴۷]
ماساچوست	آمریکا	طراحی دروس میان‌رشته‌ای و پیشنهاد «الزام عمومی رایانش» برای همه دانشجویان؛ توسعه گرایش‌های فرعی منعطف در علوم کامپیوتر و «موضوعات فرعی»[2] در درون رشته‌های اصلی؛ ادغام مباحث اجتماعی و اخلاقی فناوری در دروس رایانشی.	دانشکده جدید رایانش اشورزمن به‌عنوان پلی بین ۵ دانشکده دانشگاه؛ ساختار چندبخشی با برنامه زمینه مشترک[3] برای طراحی مشترک دروس؛ به‌کارگیری دوگانه اعضای هیئت علمی بین دانشکده کامپیوتر و سایر دانشکده‌ها و شبکه‌ای از مراکز و مؤسسات پژوهشی مرتبط با هوش مصنوعی ایجاد شده است.	انتشار آزاد محتوای درسی[4] و دوره‌های آموزشی ادکس،[5] ترکیب سخنرانی، پروژه، بحث و سناریوهای واقعی در دروس به‌ویژه در حوزه مسئولیت‌پذیری فناوری و اخلاق هوش مصنوعی.	تربیت دانش‌آموختگان با تخصص عمیق در یک حوزه فنی همراه با سواد محاسباتی گسترده و آگاهی اخلاقی؛ از مهندسان هوش مصنوعی تا پژوهشگران و رهبران سیاست فناوری.	برنامه ارتباط با صنعت[6] و دیگر سازوکارهای رسمی همکاری با صدها شرکت؛ حدود ۲۰ درصد بودجه پژوهشی از صنعت؛ پروژه‌های مشترک، کارآموزی‌ها، و انتقال فناوری گسترده به شرکت‌ها.	[۴۸]، [۴۹]، [۵۰]

1. School of Computer Science
2. Threads
3. Common Ground
4. OCW
5 .EdX
6 .Industrial Liaison Program

دانشگاه	کشور	اقدامات					مأخذ
		محتوای درسی و برنامه‌ریزی آموزشی	ساختارهای سازمانی	شیوه‌های آموزشی	سطح تخصص‌های مورد نیاز	ارتباط دانشگاه با صنعت	
برکلی	آمریکا	ادغام مستقیم «بستر انسانی و اخلاق» در محتوای فنی دروس؛ انتشار متن‌باز مواد درسی برای استفاده سایر دانشگاه‌ها.	ایجاد دانشکده جدید با عنوان محاسبات، داده، علم و جامعه[1] به‌عنوان ساختار متمرکز برای علوم داده، آمار، علوم کامپیوتر و حوزه‌های میان‌رشته‌ای (مثل سلامت محاسباتی)؛ همکاری ساختاریافته با دانشکده مهندسی.	کلاس‌های بسیار بزرگ با حفظ کیفیت از طریق آموزش همتا،[2] آزمایشگاه‌های مشارکتی، یاران آموزشی دانشجویی و پروژه‌های واقعی (مثلاً تحلیل داده‌های مالیاتی و عدالت الگوریتمی).	تربیت طیف متنوعی از نیروها: دانشمند داده، مهندس نرم‌افزار، مهندس اجتماعی فناوری و سیاستگذار فنی؛ فارغ‌التحصیلان با ترکیب مهارت‌های فنی، اجتماعی و اخلاقی.	ارتباط نزدیک با سیلیکون‌ولی؛ ایجاد شتاب‌دهنده SkyDeck و رویدادهای صنعت‌محور؛ پروژه‌های دانشجویی برای دولت و نهادهای اجتماعی؛ انتشار باز محتوای درسی برای جامعه علمی و آموزشی گسترده‌تر.	[۵۱]
ایلینوی	آمریکا	برنامه‌های CS+X که علوم کامپیوتر را با رشته‌های مختلف (اقتصاد، موسیقی، علوم دامی و ...) ترکیب می‌کند؛ مسیرهای پیوند کارشناسی به کارشناسی ارشد آنلاین MCS (و علوم داده) برای تعمیق تخصص؛ برنامه درسی سخت‌گیرانه با تأکید بر مبانی نظری.	شکل‌گیری مدرسه علوم محاسبات و علوم داده به‌عنوان هسته جدید رایانش و علوم داده در کالج مهندسی؛ ساختار شبکه‌ای با دانشکده‌های متعدد برای اجرای CS+X؛ پارک تحقیقاتی UIUC به‌عنوان زیرساخت پایدار همکاری صنعت– دانشگاه.	استفاده از کلاس معکوس، سامانه‌های خودکار تصحیح تکالیف (مثل سیستم یادگیری آنلاین)، پروژه‌های تیمی و دوره‌های آنلاین در مقیاس بزرگ؛ تأکید بر پژوهش دانشجویی در دوره کارشناسی.	تربیت دوگانه: از یک‌سو مهندسان کامپیوتر با عمق نظری، از سوی دیگر فارغ‌التحصیلان میان‌رشته‌ای CS+X با ترکیب مهارت‌ها برای حوزه‌هایی مثل اقتصاد، هنر و علوم زیستی؛ درصد بالایی ادامه تحصیل در مقاطع تکمیلی.	پارک تحقیقاتی با حضور ۱۲۰ شرکت و صدها کارآموز دانشجو؛ دفتر مشارکت شرکتی برای تنظیم قرارداد‌های پژوهشی؛ همکاری‌های چندرشته‌ای با صنعت و پروژه‌های انتقال فناوری در سطح ایالتی و بین‌المللی.	[۵۲]

1. Computing, Data Science, and Society (CDSS)
2. Peer Instruction

دانشگاه	کشور	اقدامات					مأخذ
		محتوای درسی و برنامه‌ریزی آموزشی	ساختارهای سازمانی	شیوه‌های آموزشی	سطح تخصص‌های مورد نیاز	ارتباط دانشگاه با صنعت	
ملی‌سئول	کره	راه‌اندازی «رشته هوش مصنوعی همکاری» در تحصیلات تکمیلی از ۲۰۲۰ با برنامه درسی سه‌سطحی (دروس پایه، متمرکز و امضایی) و Cross–Listing بین ۲۱ گروه از ۸ دانشکده؛ تمرکز بر هوش مصنوعی پلاس(X+AI).	ایجاد برنامه تحصیلات تکمیلی مشترک هوش مصنوعی با مشارکت ۶۸ استاد؛ انتخاب به‌عنوان دانشگاه هوش مصنوعی تحت حمایت وزارت علوم کره؛ تأسیس مؤسسه هوش مصنوعی سئول (AIIS) در ۲۰۱۹ با ۳۰۰ استاد از ۷۲ دپارتمان و ۳۰۰۰ پژوهشگر.	آموزش میان‌رشته‌ای با حضور استادان مشترک؛ کارآموزی‌ها و پروژه‌های مسئله‌محور با صنعت؛ دوره‌های آموزشی برای مدیران (CEO AI Program) و برنامه‌های عمومی مانند هوش مصنوعی برای همه، وبینارها و کولوکویوم‌های[1] منظم.	تمرکز بر تربیت متخصصان ارشد (کارشناسی ارشد و دکتری) در Core AI و X+AI؛ همچنین ارتقای سواد هوش مصنوعی مدیران و عموم جامعه؛ ترکیب پژوهشگران دانشگاهی و نیروهای صنعتی.	قرارداد‌های همکاری با سامسونگ، ال جی و بانک صنعت؛ پروژه‌های مشترک تحقیقاتی، اعزام کارآموز و آموزش مدیران صنعت؛ برنامه هوش مصنوعی، نوآوری و جامعه به‌عنوان سکوی ملی برای پروژه‌های تقاضامحور.	[۵۳]
آکادمی ملی پکن	چین	رشته کارشناسی «هوش مصنوعی» از ۲۰۲۱ در کنار مهندسی رباتیک، اتوماسیون و کامپیوتر؛ برنامه میان‌رشته‌ای با ترکیب ریاضیات، یادگیری ماشین و مهندسی؛ زنجیره کامل کارشناسی ارشد–دکتری در رباتیک و هوش مصنوعی.	تأسیس کالج/آکادمی رباتیک (۲۰۱۶) و توسعه آن به «رباتیک و هوش مصنوعی»؛ استقرار مرکز ملی مهندسی فناوری بینایی و کنترل رباتیک و چند آزمایشگاه کلیدی استانی؛ مشارکت در آزمایشگاه نوآوری.	مدل «گروه استادان راهنما» و رویکرد «پژوهش– مسابقه نوآوری»؛ تأکید بر حضور در مسابقات رباتیک و پروژه‌های حل مسئله واقعی؛ آموزش در حین عمل در پروژه‌های صنعتی؛ مدرسه‌ای غیررسمی از طریق کنفرانس‌های سالیانه و پروژه‌های مشترک پژوهشی.	تربیت مهندسان اجرایی، تکنسین‌های فنی و پژوهشگران کاربردی در رباتیک و هوش مصنوعی.	همکاری با صنایع استانی و ملی (خودروسازی، داروسازی، هوافضا و ..)، پروژه‌های مشترک سفارش‌محور، کارآموزی دانشجویان در شرکت‌هایی مانند SANY؛ نقش فعال در اکوسیستم نوآوری استان. پیوند ساختاری میان دولت، دانشگاه و شرکت‌هایی مانند Baidu، By-teDance، Xiaomi برای پیشبرد راهبرد ملی هوش مصنوعی.	[۵۴]، [۵۵]، [۵۶]

۱. Colloquium: سمینار علمی/دانشگاهی است که معمولاً شامل یک سخنرانی یا ارائه (lecture / talk / presentation) و سپس بحث و گفتگو است.

۴. آموزش عالی ایران در مواجهه با هوش مصنوعی

براساس شاخص آمادگی دولت‌ها برای هوش مصنوعی،[1] ایران با کسب رتبه ۷۶ در میان ۱۹۵ کشور جهان، در مسیر شکل‌گیری زیرساخت‌های حکمرانی هوش مصنوعی قرار دارد؛ اما هنوز فاصله قابل‌توجهی با کشورهای پیشرو مشاهده می‌شود [۳۸]. همچنین در شاخص جهانی نوآوری،[2] ایران در رتبه ۷۰ بین ۱۳۹ کشور و با برچسب گروه کشورهای با درآمد متوسط رو به بالا جای گرفته است [۳۹].

بررسی مؤلفه‌های فرعی این شاخص‌ها نشان می‌دهد که ایران از نظر زیرساخت‌های فناوری اطلاعات در رتبه ۹۴، از منظر مهارت‌های انسانی در رتبه ۸۲ و از نظر تحقیق و توسعه در رتبه ۳۵جهان قرار دارد. این وضعیت حاکی از توان علمی و آموزشی مناسب، اما ضعف در مهارت‌افزایی و بهره‌برداری صنعتی از ظرفیت‌های فناورانه است. در حوزه آموزش عالی نیز، دانشگاه‌های تهران و صنعتی امیرکبیر بیشترین سهم را در تولید مقالات هوش مصنوعی داشته‌اند، هرچند میزان استناد به آنها در مقایسه با دانشگاه‌های شرق آسیا پایین‌تر است [۴۰].

به‌طورکلی، شاخص‌ها تصویری از وضعیتی ارائه می‌کنند که در آن ایران در مرحله گذار از رشد علمی به توسعه فناورانه قرار دارد. چنانچه سیاست‌های ملی بر تقویت نیروی انسانی، زیرساخت‌های دیجیتال و پیوند دانشگاه با صنعت متمرکز شوند، می‌توان انتظار داشت که جایگاه ایران در این شاخص‌ها به‌تدریج ارتقا یابد. در ادامه، وضعیت کشور را از منظر نگاشت‌نهادی، عرضه و تقاضا و همچنین آسیب‌شناسی پنج دانشگاه منتخب بررسی می‌کنیم.

۴-۱. نگاشت‌نهادی هوش مصنوعی در ایران

در حوزه‌هایی چون فناوری‌های نو، به‌ویژه هوش مصنوعی، نقش نهادهای چابک، یادگیرنده و هماهنگ در پایداری تصمیمات و اجرای مؤثر برنامه‌ها اهمیت مضاعف دارد. در چارچوب حکمرانی نهادگرایانه نیز، تمایز میان نهادهای تقنینی، اجرایی و قضایی به‌عنوان سه رکن اصلی تصمیم‌سازی و تنظیم‌گری، پایه شکل‌گیری سیاست‌های کارآمد در توسعه هوش مصنوعی به‌شمار می‌آید.

۴-۱-۱. نهادهای تقنینی

مجلس شورای اسلامی، شورای عالی انقلاب فرهنگی و شورای عالی فضای مجازی به‌عنوان مهم‌ترین نهادهای تقنینی و سیاستگذار کشور در حوزه هوش مصنوعی، طی سال‌های اخیر اقدامات ساختاری برای تنظیم‌گری و توسعه این فناوری انجام داده‌اند؛ به‌گونه‌ای که مجلس با تصویب بند «ج» ماده (۶۵) و بند «ت» ماده (۹۹) قانون برنامه هفتم پیشرفت و سپس تصویب «طرح ملی هوش مصنوعی» در آبان ۱۴۰۴، دولت را مکلف به تدوین برنامه ملی و ایجاد زیرساخت‌های فنی، حقوقی و اجتماعی کرد. در سطح سیاستگذاری کلان، شورای عالی انقلاب فرهنگی «سند ملی هوش مصنوعی» را در خرداد ۱۴۰۳ تصویب کرد. سند ملی هوش مصنوعی، که فرایند نهایی‌سازی آن در آبان ۱۴۰۲ آغاز و در خرداد ۱۴۰۳ به تصویب شورای عالی انقلاب فرهنگی رسید، نخستین گام جدی ایران در مسیر حکمرانی و توسعه این فناوری به‌شمار می‌رود و دو هدف کلان را دنبال می‌کند: تربیت نیروی انسانی متخصص برای ورود به جمع ۱۰ کشور پیشرو جهان و تبدیل ایران به قطب تحقیقاتی هوش مصنوعی در آسیای جنوب غربی. بر این اساس، افزایش ظرفیت پذیرش تحصیلات تکمیلی تا سال ۱۴۰۷ پیش‌بینی شده است؛ به‌گونه‌ای که شمار دانشجویان کارشناسی ارشد از ۲ هزار نفر در سال ۱۳۹۹ به ۳۵۰۰ نفر و دکتری از ۱۷۵ نفر در سال ۱۴۰۰ به ۴۰۰ نفر برسد، در کنار آموزش ۵۰ هزار کارمند و توانمندسازی ۵۰ درصد شاغلان برای استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی. در حوزه علم و پژوهش نیز ارتقای رتبه

1. Government AI Readiness Index, 2024
2. Global Innovation Index, 2024

ایران در شاخص هرش (H-Index) از ۲۳ به ۱۵ و در حوزه شبکه‌های عصبی در رتبه ۶ جهانی قرار گرفته است. افزایش نشریات معتبر اسکوپوس از ۳ به ۵ عنوان، رشد سهم پژوهشگران ایرانی در جمع دو درصد برتر جهان از ۰.۸ به ۱.۵ درصد و افزایش جوامع علمی میان‌رشته‌ای از ۱۴ به ۲۰ درصد هدف‌گذاری شده است. بااین‌حال، ضعف نهاد نظارتی، ناهماهنگی بین‌دستگاهی و بی‌ثباتی مدیریتی اجرای این سند را با چالش روبه‌رو کرده و تحقق اهداف آن را منوط به ایجاد سازوکارهای پایدار و پاسخ‌گو می‌سازد [۶۰]. همچنین شورای عالی فضای مجازی با تصویب «سند راهبردی فضای مجازی» و ایجاد آزمایشگاه فناوری و هوش مصنوعی، اقداماتی همچون طراحی سامانه هشدار سریع و توسعه راهکارهای شناسایی تمایز انسان و ماشین را برای رصد و حکمرانی هوشمند فضای مجازی پیش برده است.

۲-۱-۴. نهادهای اجرایی

نظام اجرایی کشور در حوزه هوش مصنوعی با وجود پیش‌بینی «سازمان ملی هوش مصنوعی» در سند ملی هوش مصنوعی، هنوز از یک نهاد فرماندهی منسجم و دارای اختیارات کافی بی‌بهره است؛ نهادی که قرار بود هماهنگی میان وزارت علوم، معاونت علمی و بنیاد ملی نخبگان را برای بازنگری برنامه‌های آموزشی، حمایت از پژوهش‌های تخصصی و تدوین استانداردهای مهارتی برعهده گیرد. نبود ساختار اجرایی قدرتمند باعث تضعیف هم‌افزایی دستگاه‌ها و کندی تربیت نیروی انسانی متخصص شده است، درحالی‌که شکل‌گیری یک نهاد ملی مقتدر شرط لازم برای جبران عقب‌ماندگی و ورود ایران به جمع قدرت‌های برتر هوش مصنوعی محسوب می‌شود. در این خلأ نهادی، دستگاه‌های مختلف اقداماتی پراکنده و با دامنه اثر متفاوت انجام داده‌اند که نمونه‌های آن در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. اقدامات نهادهای اجرایی

نهاد	اقدام	توضیحات
فرهنگستان علوم	نهادسازی	تشکیل گروه کوانتوم و هوش مصنوعی
وزارت علوم	نهادسازی	حمایت از تشکیل انجمن ملی هوش مصنوعی ایران
معاونت علمی ریاست‌جمهوری	نهادسازی	تشکیل ستاد توسعه فناوری‌های هوش مصنوعی و رباتی
پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات (ذیل وزارت ارتباطات)	تهیه راهبرد	تهیه نقشه راه ملی توسعه هوش مصنوعی

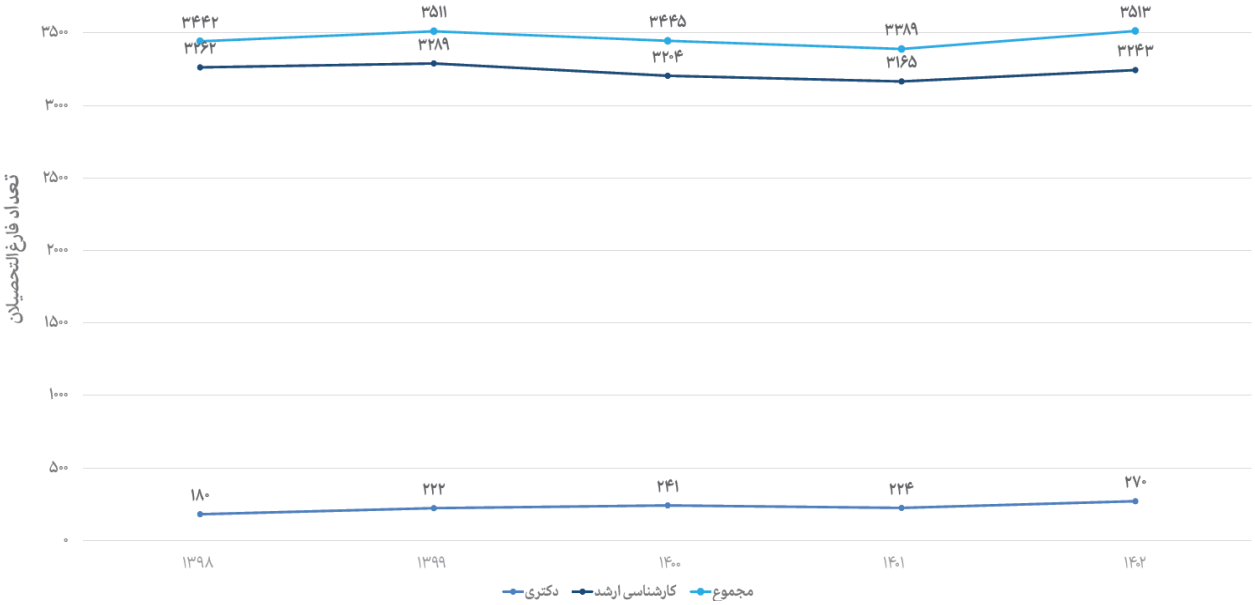
مأخذ. یافته‌های پژوهش.

وضعیت تربیت نیروی انسانی و بازار هوش مصنوعی در ایران

۳-۱-۴. تربیت نیروی انسانی

بررسی وضعیت نیروی انسانی در حوزه هوش مصنوعی ایران نشان می‌دهد که به‌رغم رشد جهانی این فناوری، روند تربیت نیروی متخصص در کشور طی سال‌های اخیر تغییر محسوسی نداشته است. براساس بررسی دفاتر انتخاب رشته کارشناسی ارشد و دکتری، ظرفیت پذیرش گرایش‌های مهندسی کامپیوتر، علوم کامپیوتر و علوم شناختی مرتبط با هوش مصنوعی حدود ۳۵۰۰ نفر در سال برآورد می‌شود [۵۸]، [۵۹]. این رقم از سال ۱۳۹۸ تا امروز تقریباً ثابت مانده و نشان می‌دهد که نظام آموزش عالی کشور نتوانسته است همگام با تحولات سریع هوش مصنوعی در جهان، ظرفیت پذیرش و تربیت نیروی انسانی خود را افزایش دهد. ثبات این شاخص در کنار روند فزاینده مهاجرت تحصیلی و کاری نخبگان، در عمل به کاهش نیروی کار باکیفیت در اکوسیستم ملی هوش مصنوعی منجر شده است.

شکل ۱. نمودار ظرفیت کارشناسی ارشد و دکتری هوش مصنوعی [۵۸]، [۵۹]



همچنین طبق مطالعات مرکز استراتژی و تحول هوش مصنوعی شریف، استعدادها و نیروی انسانی موجود در فضای کاری ایران حدود ۱۴ تا ۱۵ هزار نفر تخمین زده شده‌است.[۱]

۴-۱-۴. ظرفیت و توسعه بازار هوش مصنوعی

داده‌ها نشان می‌دهد که بیش از ۶۲ درصد از توسعه‌دهندگان ایرانی در بازه دستمزدی کمتر از ۲۰ هزار دلار(کمترین بازه دستمزدی) در سال قرار دارند؛ درحالی‌که با کشورهای منطقه چون رژیم صهیونیستی با ۷ درصد، ترکیه با ۵۲ درصد، عربستان سعودی با ۲۱ درصد و امارات متحده عربی با ۱۶ درصد زیر ۲۰ هزار دلار دستمزد، فاصله قابل‌توجهی دارد. این وضعیت نشان‌دهنده ضعف ساختاری در بازار اشتغال حوزه فناوری‌های پیشرفته در ایران است، جایی‌که فرصت‌های شغلی با دستمزد بالا محدود بوده و زمینه ارتقای شغلی برای نیروهای متخصص کمتر فراهم است. درنتیجه، بخش قابل‌توجهی از نیروهای ماهر به‌دنبال فرصت‌های شغلی در کشورهای همسایه یا مقاصد بین‌المللی با شرایط بهتر هستند.

بازار هوش مصنوعی ایران در سال‌های اخیر با وجود ظرفیت انسانی و علمی قابل‌توجه، با چالش‌های ساختاری و نهادی مواجه بوده است. از منظر توان فنی، ایران پس از ترکیه در جایگاه دوم منطقه از نظر ظرفیت توسعه‌دهندگان هوش مصنوعی قرار دارد و مشارکت مهندسان ایرانی در پروژه‌های باکیفیت جهانی روندی صعودی را تجربه کرده است. این موضوع نشان می‌دهد که کشور از منظر دانش فنی و ظرفیت نیروی انسانی، هنوز یکی از بازیگران بالقوه در زیست‌بوم منطقه‌ای هوش مصنوعی است.

بااین‌حال، محدودیت‌های ساختاری و مهارتی مانع از شکوفایی این ظرفیت شده‌اند. کمبود نیروی انسانی ماهر و نبود زیرساخت‌های فناورانه کارآمد به‌عنوان دو مانع اصلی توسعه هوش مصنوعی در ایران شناخته می‌شوند. بنگاه‌های اقتصادی کشور گزارش داده‌اند که فقدان مهارت‌های تخصصی در میان کارکنان، هزینه بالای توسعه محصولات هوشمند و دسترسی محدود به داده‌های باکیفیت از مهم‌ترین چالش‌های آنها در به‌کارگیری فناوری‌های هوش مصنوعی است [۴۱].

۱. مصاحبه با آقای احمدی، کارشناس مرکز استراتژی و تحول هوش مصنوعی شریف. آبان ۱۴۰۴.

۲-۴. وضعیت هوش مصنوعی در دانشگاه‌های منتخب ایران

در دانشگاه‌های ایران، اقدامات مختلفی در زمینه هوش مصنوعی صورت گرفته است که شامل تعیین واحدهای درسی و راه‌اندازی مراکز تحقیقاتی مرتبط است. این اقدامات در راستای توسعه علمی و پژوهشی کشور در حوزه هوش مصنوعی می‌باشد و به دانشجویان امکان می‌دهد تا در این زمینه به آموزش و تحقیق بپردازند. بااین‌حال، ارزیابی انتقادی این اقدامات در پنج دانشگاه پیشرو کشور (تهران، صنعتی شریف، امیرکبیر، خواجه نصیر و دانشگاه شهید بهشتی) در زمینه هوش مصنوعی (به‌عنوان نمونه) نشان می‌دهد که گرچه زیرساخت‌هایی فراهم شده، اما با استانداردهای جهانی و نیازهای بومی فاصله وجود دارد.

طبق رتبه‌بندی ادورنک[1] در حوزه هوش‌مصنوعی دانشگاه صنعتی شریف در جایگاه ۹۰ در آسیا و ۳۳۸ در جهان، دانشگاه تهران رتبه ۵۶ در آسیا و ۲۰۶ در جهان و دانشگاه صنعتی امیرکبیر رتبه ۷۷ در آسیا و ۲۸۳ در جهان است.[2] در هر پنج دانشگاه در مقطع کارشناسی واحدهای درسی مرتبط با هوش مصنوعی ارائه می‌شود و در مقاطع کارشناسی ارشد (مهندسی و علم کامپیوتر گرایش هوش مصنوعی) و دکترا (مهندسی کامپیوتر) نیز پذیرش دانشجو دارند. این دانشگاه‌ها زیرساخت‌هایی ازجمله آزمایشگاه‌هایی برای آموزش عملی در زمینه‌های بینایی کامپیوتر، رباتیک پیشرفته و یادگیری عمیق، پردازش متن و روان‌شناسی محاسباتی و بینایی محاسباتی دارند.

بااین‌حال در دانشگاه‌های بررسی شده، چالش‌هایی ازجمله تمرکز عمدتاً نظری آموزش‌ها و پیوند ضعیف با کاربردهای عملی در صنعت، ساختار سازمانی متمرکز و عدم چابکی دانشگاه در تطبیق با تحولات حوزه هوش مصنوعی، عدم استقلال تصمیم‌گیری گروه‌ها و مراکز تحقیقاتی، همچنین سطح‌بندی در تربیت نیروی انسانی به‌صورت جامع دیده نمی‌شود و تمرکز عمدتاً بر آموزش نیروی تحصیلات‌محور باقی مانده است.

۳-۴. جمع‌بندی وضعیت ایران

بررسی وضعیت دانشگاه‌ها و نهادهای ایران در حوزه هوش مصنوعی نشان می‌دهد که کشور به‌رغم برخورداری از ظرفیت‌های علمی و انسانی، در برابر شتاب تحولات جهانی این فناوری با مجموعه‌ای از چالش‌های بنیادی روبه‌رو است. ساختار سازمانی دانشگاه‌ها و نهادهای سیاستگذار هنوز انعطاف لازم برای پاسخ به تغییرات سریع هوش مصنوعی را ندارند و پراکندگی نهادی و ضعف در هماهنگی، مانع شکل‌گیری حکمرانی یکپارچه و کارآمد در این حوزه شده است. در کنار آن، پیوند دانشگاه با صنعت و جامعه همچنان ضعیف و ناپایدار باقی مانده است؛ به‌گونه‌ای که بسیاری از بنگاه‌ها فاقد نیروی انسانی ماهر و زیرساخت‌های لازم به‌منظور به‌کارگیری هوش مصنوعی هستند و فارغ‌التحصیلان نیز توان انطباق با نیازهای واقعی بازار کار را ندارند.

ازسوی‌دیگر، روش‌های آموزشی در دانشگاه‌ها عمدتاً سنتی و مبتنی‌بر آموزش نظری است، درحالی‌که روندهای جهانی به سمت یادگیری پروژه‌محور، میان‌رشته‌ای و مبتنی‌بر حل مسئله حرکت کرده‌اند. این وضعیت باعث شده که شکاف مهارتی میان فارغ‌التحصیلان و نیازهای صنعت هر روز عمیق‌تر شود. ظرفیت انسانی نیز با محدودیت جدی روبه‌رو است: تعداد فارغ‌التحصیلان حوزه هوش مصنوعی طی سال‌های اخیر تقریباً ثابت مانده و هم‌زمان روند مهاجرت نخبگان و کمبود اعضای هیئت علمی متخصص، توان ملی را در تربیت نیروی انسانی کاهش داده است. در این میان، برنامه‌های درسی نیز بازتاب‌دهنده الگوهای قدیمی باقی مانده و به‌روزرسانی متناسب با تحولات سریع جهانی صورت نگرفته است؛ دروس میان‌رشته‌ای، آموزش عملی و مهارت‌افزایی جایگاه اندکی در این برنامه‌ها دارند و همین امر فاصله دانشگاه‌های ایران با استانداردهای بین‌المللی را افزایش داده است.

مجموعه این عوامل نشان می‌دهد که دانشگاه‌های کشور برای ایفای نقش مؤثر در زیست‌بوم هوش مصنوعی نیازمند تغییراتی

1. Edurank

۲. لازم به ذکر است که دانشگاه صنعتی خواجه نصیر و دانشگاه شهید بهشتی در رتبه‌بندی ادورنک قرار ندارند.

بنیادین در سطوح سازمانی، آموزشی و نهادی هستند. تداوم وضعیت کنونی، علاوه‌بر تضعیف جایگاه علمی ایران، به اتلاف منابع انسانی و مالی و از دست رفتن فرصت‌های رقابتی در سطح منطقه و جهان منجر خواهد شد. ازاین‌رو، ضرورت دارد اصلاحات سیاستی مشخصی در دستور کار قرار گیرد.

۵. پیشنهادها

۵-۱. اهداف و ظرفیت‌های سیاستی

سیاست‌های پیشنهادی این گزارش برپایه ترکیبی از اهداف کلان و ظرفیت‌های بالفعل و بالقوه کشور تدوین شده است. از یک‌سو، اهدافی که در بررسی‌های کارشناسی و مباحث ذی‌نفعان ترسیم شد، روشن می‌سازد که دانشگاه‌های ایران باید در مسیر تقویت ظرفیت دانش، گسترش و نگهداشت نیروی انسانی، ارتقای توان پژوهشی، بازآرایی نهادی و سازمانی، بهره‌برداری از منابع مالی و گسترش همکاری‌های بین‌المللی حرکت کنند. ازسوی‌دیگر، ظرفیت‌های موجود در کشور- اعم از تولید علمی قابل‌توجه، بدنه انسانی جوان و تحصیل‌کرده، زیرساخت‌های پژوهشی در حال شکل‌گیری، اسناد ملی و نهادهای سیاستگذار و همچنین تقاضای روبه‌رشد بازار داخلی برای فناوری‌های هوش مصنوعی- بستر اولیه برای پیشبرد این اهداف را فراهم کرده است.

بر این اساس، رویکرد این گزارش آن است که پیشنهادهای سیاستی نه در خلأ، بلکه دقیقاً در امتداد این اهداف و ظرفیت‌ها ارائه شود. به‌بیان‌دیگر، پیشنهادهای کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت که در ادامه می‌آیند، پاسخی عملی و سیاست‌محور به همین چارچوب‌اند: استفاده از ظرفیت‌های علمی و انسانی موجود برای رفع ضعف‌های ساختاری، هم‌افزایی میان دانشگاه، صنعت و جامعه، و فراهم آوردن زیرساخت‌های لازم به‌منظور تحول بنیادین آموزش و پژوهش در حوزه هوش مصنوعی.

۵-۲. پیشنهادهای سیاستی

این گزارش در همین راستا تلاش می‌کند؛ براساس صورت‌بندی مسئله فوق، مجموعه‌ای از پیشنهادهای سیاستی در سه سطح کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت ارائه دهد تا مسیر تحول دانشگاه‌ها در تربیت نیروی انسانی هوش مصنوعی روشن‌تر شود.

۵-۲-۱. پیشنهادهای کوتاه‌مدت: تغییرات غیرساختاری

تجربه دانشگاه‌های پیشرو جهانی نشان می‌دهد که نقطه آغاز اصلاحات در آموزش و پژوهش هوش مصنوعی، اقدامات سریع و غیرساختاری است؛ اقداماتی که نیازمند تغییرات کلان در حکمرانی دانشگاهی نیستند، اما می‌توانند ظرفیت‌های موجود را فعال کرده و مسیر تحول را هموار سازند. در ایران نیز با تکیه بر ظرفیت‌های علمی و انسانی موجود، مجموعه‌ای از پیشنهادهای کوتاه‌مدت قابل اجرا وجود دارد:

الف) توسعه مسیرهای تحصیلی نوین

- **دکتری حرفه‌ای در هوش مصنوعی:** این مدل با کوتاه‌تر کردن زمان تحصیل تا مقطع دکتری، امکان پیوند مستقیم آموزش عالی با صنعت را فراهم می‌کند. در این الگو، آموزش نه‌صرفاً پژوهش‌محور، بلکه ترکیبی از پژوهش و تجربه عملی صنعتی است. دکتری حرفه‌ای می‌تواند مسیر ارتقای سریع‌تر متخصصان به سطح پژوهشگر- کاربست‌گر را فراهم آورد و زمینه انتقال فناوری از دانشگاه به صنعت را تقویت کند.
- **دکتری پیوسته در هوش مصنوعی:** طراحی دکتری پیوسته (از کارشناسی تا دکتری) علاوه‌بر جذب استعدادهای برجسته در ابتدای مسیر دانشگاهی، مانع خروج زودهنگام آنها پس از کارشناسی می‌شود. این مسیر آموزشی بستر توسعه فضاهای تحقیق و

توسعه در دانشگاه‌ها را گسترش داده و فرصت بیشتری برای پژوهش‌های بلندمدت ایجاد می‌کند. همچنین، این الگو امکان جذب منابع مالی داخلی و بین‌المللی برای بورسیه دانشجویان و تجهیز زیرساخت‌های آموزشی در حوزه‌های کلیدی همچون علوم داده و یادگیری ماشین را افزایش می‌دهد.

ب) تقویت ظرفیت بین‌المللی

- **برگزاری سفرهای علمی کوتاه‌مدت برای اساتید و دانشجویان تحصیلات تکمیلی** به دانشگاه‌های پیشرو و منطقه‌ای برای آشنایی با مدل‌های آموزشی نوین و شبکه‌سازی پژوهشی؛
- **ایجاد برنامه‌های مشترک آموزشی و پژوهشی کوتاه‌مدت** با دانشگاه‌ها و مراکز بین‌المللی برای به‌روزرسانی دانش و مهارت اعضای هیئت علمی.

ج) نهادینه‌سازی الگوهای نوین آموزشی

- رسمی‌سازی بوت‌کمپ‌ها به‌عنوان بخشی از برنامه درسی، با تمرکز بر مهارت‌های عملی در یادگیری ماشین، برنامه‌نویسی، کار با داده و کاربردهای صنعتی؛
- استفاده از دستیارهای هوش مصنوعی در فرایند آموزش دانشگاهی (به‌عنوان دستیار آموزشی، سامانه‌های خودکار تصحیح تکالیف، ابزارهای طراحی دروس و برنامه‌ریزی آموزشی)؛
- توسعه دوره‌های انبوه آزاد برخط [1] در همکاری مشترک با صنعت، برای افزایش دسترسی کم‌هزینه و به‌روز به آموزش تخصصی.

د) ایجاد شبکه سفیران هوش مصنوعی در دانشکده‌ها

در هر دانشکده یک یا دو «سفیر هوش مصنوعی» (دانشجو یا استاد جوان) انتخاب شوند که آموزش‌های تخصصی دیده و نماینده مرکز نوآوری و تحول دیجیتال دانشگاه باشند. این سفیران حلقه اتصال دانشجویان به مراکز رشد، شتاب‌دهنده‌ها و پارک‌های علم و فناوری در حوزه هوش مصنوعی برای مهارت آموزی به دانشجویان خواهند بود. فعالیت‌های آنها شامل برگزاری باشگاه نوآوری در حوزه هوش مصنوعی، چالش‌های دانشجویی (هکاتون، آخرهفته با استارتاپ‌ها) با تمرکز بر مسائل ملی، و تشکیل تیم‌های میان‌رشته‌ای برای حل مسائل مرتبط با هوش مصنوعی خواهد بود. برای ایجاد انگیزه، به سفیران امتیازهای آموزشی (واحد اختیاری یا گواهی رسمی) یا پژوهشی (اعتبار در پرونده علمی) اعطا شود و دانشگاه پشتیبانی مالی محدودی برای فعالیت‌های آنها فراهم کند.

۲-۲-۵. پیشنهاد میان‌مدت: مرکز توسعه و تعالی هوش مصنوعی

دانشگاه‌های ایران اگر بخواهند از وضعیت فعلی که بیشتر «مصرف‌کننده» فناوری هوش مصنوعی است به جایگاه «تولیدکننده و راهبر» برسند، نیازمند نهادی تازه و تحول‌آفرین هستند؛ نهادی که نه در قالب ساختارهای سنگین و بوروکراتیک موجود، بلکه با طراحی چابک، آینده‌نگر و متصل به صنعت و جامعه شکل گیرد. پیشنهاد این گزارش، تأسیس «مرکز توسعه و تعالی هوش مصنوعی» است که مأموریت آن یکپارچه‌سازی آموزش، مهارت، پژوهش، سیاستگذاری و تعامل بین‌المللی در این حوزه خواهد بود.

الف) مأموریت‌های کلیدی

- **بازطراحی آموزش و برنامه درسی:** مرکز باید نقش مرجعیت در بازنگری و طراحی جامع دروس مرتبط با هوش مصنوعی در سطح آموزش عالی کشور را برعهده گیرد. این بازطراحی نباید صرفاً به افزودن چند درس تخصصی محدود شود، بلکه باید به بازسازی معماری کل برنامه‌های دانشگاهی بینجامد. ساختار پیشنهادی می‌تواند بر سه لایه آموزشی استوار باشد:

۱. آموزش مبانی عمومی برای تمامی دانشجویان ازجمله دروسی مانند «سواد داده و اخلاق هوش مصنوعی»؛

۲. طراحی دروس میان‌رشته‌ای متناسب با هر حوزه تخصصی نظیر «هوش مصنوعی در پزشکی» یا «هوش مصنوعی در کشاورزی»؛

1. Mooc

۳. ارائه دروس تخصصی پیشرفته همچون یادگیری عمیق، پردازش زبان طبیعی و حکمرانی هوش مصنوعی.

در این چارچوب، الگوی مسیر سه‌مرحله‌ای «مبانی ← کاربرد ← تصمیم‌گیری پیشرفته» می‌تواند به‌عنوان نقشه راه طراحی دروس مورد استفاده قرار گیرد. نکته اساسی در این بازنگری، ادغام مستقیم مؤلفه‌های اخلاقی و انسانی در دروس فنی است؛ رویکردی که امروزه در بسیاری از دانشگاه‌های پیشرو جهان به‌عنوان یکی از عناصر کلیدی آموزش مسئولانه هوش مصنوعی مورد توجه قرار گرفته است.

- **بین‌المللی‌سازی و دیپلماسی علمی:** مرکز باید قطب همکاری‌های بین‌المللی باشد. جذب استادان مهمان، اعزام کوتاه‌مدت استادان ایرانی به مراکز جهانی، برگزاری کنفرانس‌های بین‌المللی در ایران و طراحی برنامه‌های مشترک کارشناسی ارشد و دکتری با دانشگاه‌های پیشرو بین‌المللی از مأموریت‌های اصلی است. این همکاری‌ها صرفاً علمی نیست؛ بلکه بخشی از «دیپلماسی فناورانه» کشور محسوب می‌شود.
- **کاربردپذیری میان‌رشته‌ای و صنعتی:** نقطه تمایز مرکز باید حل مسائل واقعی ایران از طریق هوش مصنوعی باشد. **رشته‌های جدید، هوش مصنوعی پلاس** طراحی می‌شوند «هوش مصنوعی+کشاورزی»، «هوش مصنوعی+سلامت»، «هوش مصنوعی+علوم اجتماعی». دانشجویان در قالب پروژه‌های واقعی با صنعت و نهادهای عمومی کار می‌کنند.
- **جذب و پرورش استعداد از دبیرستان:** مرکز صرفاً دانشگاهی نیست. با برگزاری **مدارس تابستانی، المپیادهای هوش مصنوعی و بوت‌کمپ‌های نوجوانان**، استعدادها قبل از مهاجرت به خارج شناسایی و جذب دانشگاه می‌شوند.
- **دانشگاه هوشمند:** خود دانشگاه باید آزمایشگاه استفاده از هوش مصنوعی باشد. استفاده از سامانه‌های خودکار تصحیح تکالیف، دستیارهای هوشمند آموزشی و کلاس‌های معکوس دیجیتالی، کیفیت آموزش را بالا برده و الگوی «دانشگاه هوشمند» را تثبیت می‌کند.
- **اصول اخلاقی و حکمرانی آموزشی:** مرکز باید آیین‌نامه‌ها و چارچوب‌های اخلاقی برای کاربرد هوش مصنوعی در آموزش، پژوهش و صنعت تدوین کند؛ تا هم از سوءاستفاده جلوگیری شود و هم دانشگاه‌ها مرجع سیاستگذاری در این حوزه شوند.

شکل ۲. نمودار مأموریت‌های مرکز توسعه و تعالی هوش مصنوعی

ب) الزامات ساختاری

- **حضور جدی بخش خصوصی:** شرکت‌های فناوری داخلی و سرمایه‌گذاران باید سهام‌دار و شریک این مراکز باشند. تجربه جهانی نشان داده که بدون مشارکت صنعت، این مراکز به سرعت به نهادهای نظری و بی‌اثر تبدیل می‌شوند.
- **چابکی و پرهیز از بوروکراسی:** مرکز باید ساختاری نیمه‌مستقل داشته باشد؛ نه پژوهشکده‌ای در دل دانشگاه، نه دانشکده‌ای سنتی. تمرکز آن روی پروژه، آموزش نوآورانه و جذب استعداد باشد.
- **تمرکز بر چند دانشگاه مرجع:** نیازی نیست در همه دانشگاه‌ها ایجاد شود. در گام اول، چند دانشگاه مادر به‌عنوان قطب اصلی انتخاب می‌شوند.

- **اتصال به برنامه بازگشت نخبگان:** این مرکز باید نقطه ورود ایرانیان خارج از کشور به نظام علمی کشور باشد. از استادان ایرانی شاغل در دانشگاه‌های پیشرو این حوزه می‌توان برای همکاری‌های کوتاه‌مدت استفاده کرد.
- **مدیریت هزینه‌ها:** بخش عمده زیرساخت‌ها می‌تواند با سرمایه‌گذاری مشترک صنعت و استفاده از منابع بین‌المللی (بورسیه‌ها، پروژه‌های مشترک) تأمین شود.

ج) ابزارهای نوآورانه پیشنهادی

- **سکوهای آموزشی شخصی‌سازی شده:** هر دانشجو مسیر یادگیری منحصربه‌فرد داشته باشد؛ شبیه به سیستم‌های توصیه‌گر. این سکوها با استفاده از داده‌های یادگیری (مثل سرعت پیشرفت، نقاط ضعف و قوت، علایق، اهداف تحصیلی و نحوه تعامل دانشجو با محتوا) دقیقاً تشخیص می‌دهند که هر فرد به چه **درس، تمرین و منبع آموزشی** نیاز دارد.
- **رشته‌های میان‌رشته‌ای جدید:** مانند «دکتری سیاستگذاری عمومی و یادگیری ماشین»[1] یا «هوش مصنوعی و علوم شناختی»[2] با الگوگیری از نمونه‌های جهانی.
- **مرکز مشاوره شغلی هوش مصنوعی:** دانشجو بداند مهارت‌هایش در کدام حوزه صنعتی یا حکمرانی کاربرد دارد؛ این مرکز نقشه شغلی و مهارتی را طراحی کند.
- **برنامه‌های اقامت پژوهشی و صنعتی:** مثل Microsoft AI Residency، دانشجویان و فارغ‌التحصیلان در پروژه‌های صنعتی واقعی مشغول شوند و در کنار پژوهشگران جهانی تجربه‌اندوزی کنند.
- **بوت‌کمپ‌های حرفه‌ای غیررسمی:** افراد منتخب در پروژه‌های واقعی صنعت کار می‌کنند، با هدایتگری(منتورینگ) مستقیم متخصصان و به متخصصان و به تکنسین‌های «کاربردی» هوش مصنوعی بدل می‌شوند.

گفتنی است؛ این مرکز در عمل «پل» خواهد بود. پلی میان آموزش و صنعت، میان رشته‌ها، میان ایران و جهان، و میان دانشگاه و جامعه. رسالت آن نه‌صرفاً تولید مقاله، بلکه تدوین استراتژی هوش مصنوعی دانشگاهی ایران، پرورش نسل جدید متخصصان و خلق یک دانشگاه هوشمند و متصل به آینده است.

۳-۲-۵. پیشنهاد بلندمدت: توسعه زیست‌بوم نیروی انسانی هوش مصنوعی

گام نهایی برای تحول دانشگاه‌ها در حوزه هوش مصنوعی، حرکت از اقدامات درون‌دانشگاهی به سمت ایجاد یک زیست‌بوم ملی و منطقه‌ای نیروی انسانی هوش مصنوعی است. این زیست‌بوم تنها از مسیر همکاری چندجانبه میان دانشگاه‌ها، شرکت‌های خصوصی، دولت و نهادهای تحقیقاتی شکل می‌گیرد و مأموریت آن پرورش نسلی است که هم توان علمی و هم مهارت کاربردی در سطح جهانی داشته باشند.

الف) ایده‌محوری: قطب‌های شایستگی

در بلندمدت، دانشگاه‌های منتخب کشور باید به‌عنوان قطب‌های شایستگی هوش مصنوعی سازمان‌دهی شوند تا هریک مسئول توسعه دانشی و کاربردی در یک حوزه کلیدی باشند. این قطب‌ها می‌توانند شامل هوش مصنوعی در **صنعت و تولید، خدمات عمومی و حکمرانی دیجیتال، علوم انسانی و فرهنگی، سلامت و پزشکی هوشمند** و **انرژی و محیط زیست** باشند. تمرکز هر قطب برپایه **مزیت‌های علمی و بومی منطقه** تعیین می‌شود و مأموریت آن، فراتر از آموزش و پژوهش، ایفای نقش پیونددهنده میان دانشگاه، صنعت و جامعه محلی است تا از طریق هم‌افزایی ظرفیت‌ها، توسعه بومی و فناوری هوش مصنوعی در کشور تسریع شود.

ب) اجزای زیست‌بوم

1 . PhD in ML & Public Policy
2 . AI & Neuroscience

۱. اکوسیستم انسانی چندسطحی: از آموزش عمومی (دوره‌های CEO برای مدیران صنعت، برنامه‌های سواد دیجیتال (تا آموزش‌های تخصصی PhD) میان‌رشته‌ای، بوت‌کمپ‌های حرفه‌ای ۹ماهه).

۲. آکادمی ملی مشترک: با مشارکت چند دانشگاه و حمایت دولت و صندوق‌های پژوهشی، یک آکادمی ملی هوش مصنوعی ایجاد شود که مسیر استاندارد آموزش، پژوهش و مهارت‌آموزی را تعیین کند.

۳. صندوق‌های حمایتی دوجانبه و بین‌المللی: حمایت از پروژه‌های مشترک دانشگاه- صنعت و همکاری‌های علمی با کشورهای همکار. این صندوق‌ها می‌توانند به‌ویژه از طریق شبکه‌های «بریکس» و «سازمان همکاری‌های شانگهای» فعال شوند و امکان تأمین مالی، تبادل استاد و دانشجو، و پروژه‌های مشترک فناورانه را فراهم کنند.

۴. دفاتر مشاوره صنعتی در دانشگاه‌ها: این دفاتر ضمن تسهیل قراردادهای پژوهشی، خدماتی همچون ثبت اختراع، بازاریابی فناوری و جذب سرمایه‌گذاری را به دانشگاهیان ارائه می‌دهند تا ایده‌ها به بازار راه پیدا کنند.

۵. سرمایه‌گذاری سخت‌افزاری و نرم‌افزاری: توسعه آزمایشگاه‌های ملی پردازش داده، ابررایانه‌های دانشگاهی و پلتفرم‌های نرم‌افزاری متن‌باز برای آموزش و پژوهش.

۶. برنامه‌های عمومی و فرهنگی: برگزاری سمینارهای منظم و برنامه‌های ترویجی با همکاری رسانه‌ها و دانشگاه‌ها برای افزایش آگاهی عمومی و اجتماعی.

در این مدل، دانشگاه‌ها صرفاً محل آموزش و پژوهش نخواهند بود؛ بلکه کانون‌های نوآوری و سیاستگذاری خواهند شد که توسعه نیروی انسانی، تجاری‌سازی ایده‌ها و شکل‌دهی به حکمرانی هوش مصنوعی را به‌طور هم‌زمان پیش می‌برند. بهره‌گیری از همکاری‌های منطقه‌ای و بین‌المللی به‌ویژه از طریق «بریکس» و «سازمان همکاری‌های شانگهای» می‌تواند به ایران امکان دهد تا ضمن تقویت ظرفیت‌های داخلی، در شبکه‌های جهانی تولید و تبادل دانش نیز جایگاهی مؤثر به دست آورد.

۳-۵. تحلیل پیشنهادها

در این بخش، پیشنهادهای سیاستی در سه بازه کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت با پنج محور اصلی دانشگاه تطبیق داده شده‌اند. این تحلیل نشان می‌دهد هر اقدام هم‌زمان چند مسئله کلیدی را پوشش می‌دهد و مسیر تحول دانشگاه‌ها از اصلاحات فوری تا نهادسازی و درنهایت شکل‌گیری زیست‌بوم پایدار به‌صورت مرحله‌ای ترسیم شده است.

جدول ۴. تحلیل پیشنهادها

بازه زمانی	اقدامات پیشنهادی	تحول سازمانی	بهبود ارتباط با صنعت و جامعه	توسعه روش‌های آموزشی نوین	افزایش ظرفیت انسانی	بازطراحی برنامه درسی
کوتاه‌مدت	دکتری حرفه‌ای در هوش مصنوعی				*	*
	دکتری پیوسته در هوش مصنوعی				*	*
	برگزاری سفرهای علمی			*	*	*
	رسمی‌سازی بوت‌کمپ‌ها و توسعه انبوه آموزش برخط		*	*	*	*
	ایجاد شبکه سفیران هوش مصنوعی		*		*	
میان‌مدت	تأسیس مرکز توسعه و تعالی هوش مصنوعی	*	*	*	*	*
	سکوهای آموزشی شخصی‌سازی شده			*		*
	رشته‌های میان‌رشته‌ای جدید		*		*	*
	مرکز مشاوره شغلی هوش مصنوعی	*	*		*	
بلندمدت	قطب‌های شایستگی	*	*	*	*	*
	صندوق‌های حمایتی چندجانبه و بین‌المللی			*	*	*
	دفاتر مشاوره صنعتی در دانشگاه‌ها	*	*			
	سرمایه‌گذاری سخت‌افزاری و نرم‌افزاری		*	*	*	
	برنامه‌های عمومی و فرهنگی		*		*	

مأخذ. یافته‌های پژوهش.

۴-۵. جمع‌بندی

بررسی‌های این گزارش نشان می‌دهد که آموزش عالی در ایران برای ایفای نقش مؤثر در توسعه هوش مصنوعی، نیازمند تحول نهادی، بازآرایی آموزشی و پیوند واقعی با صنعت است. دانشگاه‌ها با وجود ظرفیت علمی و انسانی، هنوز نتوانسته‌اند به سطح نهادهای پیشرو جهانی در تربیت نیروی انسانی متخصص، نوآوری فناورانه و حکمرانی داده‌محور دست یابند. چالش‌هایی چون ساختارهای سنتی، ضعف در نوسازی برنامه‌های درسی، مهاجرت نخبگان و کمبود زیرساخت‌های فناورانه مانع بهره‌برداری مؤثر از این ظرفیت‌ها شده‌اند.

تحلیل تطبیقی تجارب بین‌المللی نشان می‌دهد که کشورهای پیشرو در این حوزه، دانشگاه‌ها را به‌عنوان کنشگران فعال در سیاستگذاری فناوری و توسعه اقتصادی بازتعریف کرده‌اند. از کره جنوبی تا ایالات متحده، نهادهای آموزش عالی با تمرکز بر سه محور «نیروی انسانی، پژوهش کاربردی و همکاری با صنعت» توانسته‌اند نقش تعیین‌کننده‌ای در پیشبرد استراتژی‌های ملی هوش مصنوعی ایفا کنند.

برای عبور از این وضعیت، لازم است آموزش عالی کشور مسیر تحول خود را در سه گام پیش ببرد: نخست، اجرای اقدامات کوتاه‌مدت فعال‌ساز مانند دکتری حرفه‌ای، بوت‌کمپ‌های رسمی، و شبکه سفیران هوش مصنوعی در دانشگاه‌ها؛ دوم، تأسیس مراکز توسعه و تعالی هوش مصنوعی با مأموریت بازطراحی دروس، بین‌المللی‌سازی و پیوند پژوهش با صنعت؛ و درنهایت، ایجاد

قطب‌های شایستگی ملی در حوزه‌های کلیدی مانند صنعت، سلامت، حکمرانی دیجیتال و محیط زیست برای شکل‌گیری زیست‌بوم پایدار نیروی انسانی هوش مصنوعی.

تحقق این چشم‌انداز مستلزم آن است که دانشگاه‌ها از نهادهای آموزشی صرف، به کنشگران سیاستی و فناورانه بدل شوند؛ نهادهایی که هم‌زمان دانش، مهارت و ارزش‌های اخلاقی را پرورش می‌دهند و ایران را در مسیر حکمرانی هوشمند، رقابت فناورانه و پیشرفت قرار می‌دهند.

منابع و مآخذ

[1] UNESCO. Artificial Intelligence and Education: Guidance for Policy-makers. Paris: UNESCO; 2021.

[2] Miremadi I. Iran AI Index 2024. Tehran; 2024.

[3] Stanford Teaching Commons. Artificial intelligence teaching guide [Internet]. Stanford (CA): Stanford University; 2025 [cited 2025 Aug 4]. Available from: https://teachingcommons.stanford.edu

[4] Siebel School of Computing and Data Science. Siebel School of Computing and Data Science, University of Illinois Urbana-Champaign [Internet]. Urbana-Champaign (IL): UIUC; 2025 [cited 2025 Oct 5]. Available from: https://siebelschool.illinois.edu

[5] OECD. AI in Education: Challenges and Opportunities for Policy. Paris: OECD; 2021.

[6] Washington Post. Artificial intelligence policy outlook. Washington (DC); 2025.

[7] Etzkowitz H, Leydesdorff L. The Triple Helix—university–industry–government relations: A laboratory for knowledge-based economic development. EASST Rev. 1995;14:14–9.

[8] Russell S, Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. 3rd ed. Upper Saddle River (NJ): Pearson; 2016.

[9] Gupta A, Kumar Pal S. Transforming education through AI. New Delhi; 2021.

[10]Ng A. Machine Learning Yearning. 2024.

[11]Kissinger H, Schmidt E, Huttenlocher D. The Age of AI and Our Human Future. New York: Little, Brown; 2022.

[12]Larsen T, et al. AI, governance and society. 2019.

[13]OECD. Artificial Intelligence Outlook 2023. Paris: OECD; 2023.

[14]Schwab K. Shaping the Future of the Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum; 2021.

[15]Investors.com. Frederick Terman rewrote rules to be ‘father of Silicon Valley’. 2024.

[16]Schiff D. Education for AI, not AI for education: The role of education and ethics in national AI policy strategies. Int J Artif Intell Educ. 2022;32(3):527–63.

[17]UNESCO. The role of higher education in national artificial intelligence strategies: A

comparative policy review. Paris: UNESCO; 2025.
[18]Rios-Campos C, Zambrano EOG, Cantos MFM, Anchundia-Gómez O, León MEC, Moya GEM, et al. Universities and artificial intelligence. South Fla J Dev. 2024;5(6):e4016.
[19]Dempere JM, Flores P, Allam H. The challenges posed by national artificial intelligence strategies on higher education institutions. In: HCT-IGEC 2023 Conference Proceedings; 2023.
[20]Shi L. Global perspectives on AI competence development: national AI strategies in education. Hum Resour Dev Rev. 2025;[Epub ahead of print].
[21]Filgueiras F, Fernando M. Artificial intelligence and ethics in higher education: Designing human-centered governance models. AI Soc. 2023;38(1):77–92.
[22]Agrawal A, Gans J, Goldfarb A. The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda. Chicago: University of Chicago Press; 2019.
[23]Chiekezie A, Uche M, Eze N. Higher education and future workforce skills in the era of artificial intelligence. Int J Educ Dev. 2024;96:102737.
[24]Breschi S, Lissoni F, Pera A. Academic brain drain and innovation ecosystems: Evidence from AI start-ups. Res Policy. 2023;52(1):104679.
[25]Parker E. American AI Initiative: Year One Annual Report. Washington (DC): OSTP; 2021.
[26]National Science Foundation. National AI Research Institutes. Alexandria (VA): NSF; 2021.
[27]Zhao S, Selingo JJ, Chen X. Artificial intelligence and higher education: A literature review. Int J Educ Technol High Educ. 2021;18(1):1–23.
[28]Williamson B, Eynon R, Potter J. Pandemic politics, pedagogies and AI. Learn Media Technol. 2020;45(2):107–14.
[29]Ding J, Triolo P. The AI education strategy in China. AI Soc. 2020;35(4):1049–64.
[30]UK Embassy in Mexico, C Minds. Towards an AI Strategy in Mexico: Harnessing the AI Revolution. Oxford Insights; 2018.
[31]European Commission. Artificial Intelligence for Europe. Brussels: European Commission; 2018.
[32]Villani C, Schoenauer M, Bonnet Y, et al. For a Meaningful Artificial Intelligence. Paris: AI for Humanity; 2018.
[33]BMBF. German National AI Strategy. Berlin: Federal Ministry of Education and Research; 2018.
[34]Stacey E. UK National AI Strategy. London: Department for Digital, Culture, Media & Sport; 2021.
[35]Government of Korea. National Strategy for Artificial Intelligence. Seoul: Ministry of Science and ICT; 2019.
[36]Israel National AI Program. National Artificial Intelligence Program. Jerusalem: Office of the Prime Minister; 2020.
[37]Qatar Center for AI. Qatar AI+X Strategy. Doha: Qatar Computing Research Institute; 2019.

[38]Oxford Insights. Government AI Readiness Index 2025. Oxford; 2025.
[39]World Intellectual Property Organization. Global Innovation Index 2025. Geneva: WIPO; 2025.
[40]Edurank. AI Papers and Citations Ranking by Country and University. 2024.
[41]Miremadi I. Iran AI Index 2024. 2024.
[42]Stanford Teaching Commons. Artificial intelligence teaching guide [Internet]. Stanford University; 2025.
[43]Microsoft. Microsoft Research and Cambridge University: Strengthening AI innovation [Internet]. UK Stories by Microsoft; 2025.
[44]Microsoft ATS. Microsoft supports AI research at Cambridge University [Internet]. 2024 Apr.
[45]AI Institute, Tsinghua University. Artificial Intelligence Institute [Internet]. Beijing; 2025 Oct.
[46]Artificial Intelligence Academic Initiative Center, University of Florida. AI Initiative Center [Internet]. 2025 Oct 5.
[47]School of Computer Science, Carnegie Mellon University. Artificial Intelligence, CMU [Internet]. 2025.
[48]Massachusetts Institute of Technology. MIT Schwarzman College of Computing [Internet]. Cambridge (MA); 2025.
[49]Massachusetts Institute of Technology. MIT Course Catalog [Internet]. Cambridge (MA); 2025.
[50]Massachusetts Institute of Technology. MIT News [Internet]. Cambridge (MA); 2025.
[51]College of Computing, Data Science, and Society. University of California, Berkeley [Internet]. Berkeley (CA); 2025.
[52]Siebel School of Computing and Data Science. UIUC School of Computing [Internet]. 2025.
[53]Seoul National University. Graduate School Interdisciplinary Program in Artificial Intelligence [Internet]. Seoul: Seoul National University; [cited 2025]. Available from:https://aiis.snu.ac.kr
[54]Beijing Academy of Artificial Intelligence. Beijing Academy of AI [Internet]. 2025.
[55]University of Chinese Academy of Sciences. School of Artificial Intelligence [Internet]. Beijing; 2025.
[56]CDEHNU. CDEHNU website [Internet]. 2025.
[57]Etzkowitz H, Leydesdorff L. The dynamics of innovation. Res Policy. 2000;29(2):109–23.
[۵۸] سازمان سنجش آموزش کشور، «راهنمای انتخاب رشته آزمون ورودی مقطع دکتری»، سال ۱۴۰۴.
[۵۹] سازمان سنجش آموزش کشور، «دفترچه راهنمای انتخاب رشته آزمون کارشناسی ارشد ناپیوسته»، سال ۱۴۰۴.
[۶۰] جعفری، زهرا و خردمندنیا، سهیلا و رجبی، ابوالقاسم و ملایی، محمد (۱۴۰۳)، توسعه هوش مصنوعی(۳): ارائه تصویری از توسعه هوش مصنوعی در سطح جهان و ایران، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی. شماره مسلسل ۲۰۴۰۴.
[۶۱] اکبری، ایمان، یوسفی، عطیه و مهربان هلان، محمدمهدی (۱۴۰۲). بررسی لایحه برنامه هفتم توسعه (۸۸): توسعه پایدار هوش مصنوعی در کشور (۱۹۳۹۵e). ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، ۳۱(۸)، ۱۹۳۹۵e
[۶۲] سلطانی، علیرضا، اکبری، ایمان(۱۴۰۳)، حکمرانی هوش مصنوعی(۴): بررسی تأثیرات هوش مصنوعی بر بازار مشاغل و بهره‌وری در جهان و کشور، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۲۰۵۴۴.

گزیده سیاستی

تأسیس مرکز توسعه و تعالی هوش مصنوعی در دانشگاه‌ها برای هماهنگی و بازآرایی برنامه‌ها و ایجاد زیست‌بوم ملی نیروی انسانی برپایه قطب‌های شایستگی، همکاری‌های بین‌المللی و سازوکارهای پایدار پیوند دانشگاه و صنعت یافته کلیدی گزارش است.

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

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

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

وب‌سایت: rc.majles.ir