

ادغام هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای

راهنمای عملی برای مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای



ترجمه شده توسط:

مرکز تربیت مربی فنی و حرفه‌ای کشور

آموزش مهم‌ترین اولویت یونسکو است، زیرا یک حق بنیادین انسانی و زیربنای صلح و توسعه پایدار به شمار می‌رود. یونسکو به‌عنوان نهاد تخصصی سازمان ملل متحد در حوزه آموزش، رهبری جهانی و منطقه‌ای را برای پیشبرد توسعه آموزشی بر عهده دارد و با تقویت تاب‌آوری و ظرفیت نظام‌های ملی، به آن‌ها در ارائه آموزش به همه یادگیرندگان یاری می‌رساند. این سازمان همچنین از طریق ترویج یادگیری تحول‌آفرین، در پاسخ‌گویی به چالش‌های معاصر جهانی نقش‌آفرینی می‌کند و در تمامی فعالیت‌های خود توجه ویژه‌ای به برابری جنسیتی و توسعه آفریقا دارد.



مرکز بین‌المللی یونسکو-یونووک برای آموزش و تربیت

فنی و حرفه‌ای

پردیس سازمان ملل متحد

Platz der Vereinten Nationen 1

53113 Bonn

آلمان

© یونسکو ۲۰۲۵

این اثر تحت مجوز دسترسی آزاد «انتساب-اشتراک مشابه ۳.۰ سازمان‌های بین‌المللی (CC BY-SA 3.0 IGO)» منتشر شده است. استفاده از محتوای این اثر به منزله پذیرش شرایط استفاده از مخزن دسترسی آزاد یونسکو است.

به کارگیری نام‌ها، عناوین و نحوه ارائه مطالب در این اثر به هیچ‌وجه بیانگر دیدگاه یا موضع رسمی یونسکو درباره وضعیت حقوقی کشورها، سرزمین‌ها، شهرها یا مناطق و یا مقامات آن‌ها، همچنین تعیین حدود و مرزهای جغرافیایی نیست.

دیدگاه‌ها و نظرات مطرح شده در این اثر متعلق به نویسنده است و لزوماً بازتاب‌دهنده دیدگاه‌های یونسکو نبوده و این سازمان را متعهد نمی‌سازد.

نویسنده: رابرت پالمر

یونسکو، به‌عنوان نهاد تخصصی سازمان ملل متحد در حوزه آموزش، مسئولیت هدایت و هماهنگی دستورکار آموزش ۲۰۳۰ را بر عهده دارد. این دستورکار بخشی از یک جنبش جهانی برای ریشه‌کن‌سازی فقر از طریق تحقق ۱۷ هدف توسعه پایدار تا سال ۲۰۳۰ است. آموزش که نقشی اساسی در دستیابی به تمامی این اهداف ایفا می‌کند، دارای هدفی اختصاصی با عنوان «هدف چهارم توسعه پایدار» است که بر «تضمین آموزش باکیفیت، فراگیر و عادلانه برای همگان و ترویج فرصت‌های یادگیری مادام‌العمر برای همه» تأکید دارد. «چارچوب اقدام آموزش ۲۰۳۰» راهنمای لازم برای اجرای این هدف بلندپروازانه و تحقق تعهدات مرتبط با آن را فراهم می‌سازد.

این اثر در سال ۲۰۲۶ توسط سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی ملل متحد (یونسکو)، واقع در شماره ۷ میدان فونتنوا، ۷۵۳۵۲ پاریس SP۰۷، فرانسه، و نیز مرکز بین‌المللی یونسکو-یونووک برای آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای منتشر شده است.

مرکز بین‌المللی یونسکو-یونووک برای آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای

پردیس سازمان ملل متحد

Platz der Vereinten Nationen 1

53113 Bonn

آلمان

© یونسکو ۲۰۲۶

شناسه دیجیتالی اثر: (DOI)

10.64043/BOWG1644

شابک (ISBN): 978-92-3-100881-8

این اثر تحت مجوز دسترسی آزاد «انتساب-اشتراک مشابه ۳.۰ سازمان‌های بین‌المللی (CC BY-SA 3.0 IGO)» منتشر شده است. استفاده از محتوای این اثر به منزله پذیرش شرایط استفاده از مخزن دسترسی آزاد یونسکو است.

رهنمودهایی برای ادغام مسئولانه هوش مصنوعی در مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای

هوش مصنوعی به سرعت در حال تبدیل شدن به بخشی از زندگی روزمره و دنیای پویای کار است. این تحول، شکافی میان نحوه استفاده کنونی افراد از هوش مصنوعی و آموزش رسمی مورد نیاز برای بهره‌گیری اخلاقی و اثربخش از آن ایجاد کرده است. از این رو، مؤسسات آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای باید فراگیران را برای وظایف شغلی و نیازهای مهارتی در حال تغییر آماده سازند و در عین حال، درباره نحوه به کارگیری هوش مصنوعی در فعالیتهای آموزشی و مدیریتی خود تصمیم‌های آگاهانه اتخاذ کنند.

این راهنمای کاربردی به مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای کمک می‌کند تا رویکردی منسجم برای ادغام هوش مصنوعی تدوین کنند؛ رویکردی که اهداف آموزشی، عاملیت انسانی، عدالت و ایمنی را در کانون توجه قرار می‌دهد. همچنین به این مؤسسات یاری می‌رساند تا با درکی روشن از پیامدها، محدودیت‌ها و مخاطرات هوش مصنوعی، از ظرفیتهای آن به طور مؤثر بهره‌برداری کنند.

این راهنما اصول استفاده اخلاقی و مسئولانه از هوش مصنوعی را تبیین کرده و شرایط و الزامات لازم برای ایجاد یک نظام آموزش فنی و حرفه‌ای آماده بهره‌گیری از هوش مصنوعی را بررسی می‌کند. همچنین، یک رویکرد نهادی و فراگیر را پیشنهاد می‌دهد که حوزه‌هایی همچون حکمرانی هوش مصنوعی، توسعه برنامه‌های آموزشی و درسی، آموزش و یاددهی، یادگیری، ارزشیابی، توسعه شایستگی‌ها، کاربرد هوش مصنوعی در مشاغل حساس از نظر ایمنی، نوآوری و کارآفرینی، و نیز پایش و ارزیابی را در بر می‌گیرد.

از سیاست‌گذاران آموزش فنی و حرفه‌ای، مدیران مؤسسات، معلمان، مربیان و سایر متخصصان این حوزه دعوت می‌شود از این راهنما به عنوان مرجعی برای برنامه‌ریزی و اجرای هوش مصنوعی استفاده کنند؛ به گونه‌ای که کیفیت و تناسب آموزش فنی و حرفه‌ای را ارتقا داده و گذارهای موفق، عادلانه و پایدار را امکان‌پذیر سازد.

ادغام هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای

راهنمای عملی برای مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای

صفحه	عنوان
۲	خلاصه کوتاه
۶	مخفف‌ها و اصطلاحات اختصاری
۷	فهرست جداول و کادرها
۸	پیشگفتار
۹	قدردانی
۱۱	۱. مقدمه
۱۱	۱.۱. اهمیت ادغام هوش مصنوعی در آموزش و آموزش حرفه‌ای
۱۱	۱.۲. هدف این راهنما
۱۲	۱.۳. نحوه استفاده از این راهنما
۱۳	۲. زمینه و بستر موضوع
۱۳	۲.۱. تأثیر هوش مصنوعی بر کار، مهارت‌ها و صلاحیت‌ها
۱۴	۲.۲. وضعیت کنونی ادغام هوش مصنوعی در آموزش و آموزش حرفه‌ای
۱۵	۲.۳. پاسخ‌های سیاستی
۱۸	۲.۴. فرصت‌ها و چالش‌ها
۱۹	۳. اصول استفاده اخلاقی و مسئولانه از هوش مصنوعی در آموزش و آموزش حرفه‌ای
۲۰	۳.۱. رویکرد انسان‌محور به هوش مصنوعی
۲۱	۳.۲. عدالت، فراگیری و عدم تبعیض
۲۲	۳.۳. هدفمندی آموزشی و تربیتی
۲۳	۳.۴. شفافیت، پاسخگویی و حفاظت از داده‌ها
۲۴	۳.۵. ایمنی، پایداری و تاب‌آوری
۲۶	۳.۶. تعامل انتقادی با هوش مصنوعی
۲۷	۴. ایجاد زیست‌بوم آموزش و آموزش حرفه‌ای آماده برای هوش مصنوعی
۲۸	۴.۱. نقش ذی‌نفعان و مشارکت‌ها
۲۹	۴.۲. تعامل با صنعت
۳۰	۴.۳. شرایط توانمندساز هوش مصنوعی
۳۱	۴.۴. بهره‌گیری از ظرفیت‌های موجود برای ادغام مرحله‌ای هوش مصنوعی
۳۴	۵. ادغام هوش مصنوعی در مؤسسات آموزش و آموزش حرفه‌ای
۳۴	۵.۱. حکمرانی نهادی هوش مصنوعی، آمادگی و مدیریت ریسک

۴۰	۵.۲. توسعه برنامه و برنامه درسی برای تقاضای مهارت‌های مبتنی بر هوش مصنوعی
۴۶	۵.۳. آموزش و ارائه خدمات آموزشی با پشتیبانی هوش مصنوعی
۵۱	۵.۴. ارزشیابی حرفه‌ای در بستر هوش مصنوعی
۵۵	۵.۵. توسعه شایستگی‌های هوش مصنوعی برای کارکنان و فراگیران آموزش و آموزش حرفه‌ای
۶۱	۵.۶. استفاده از هوش مصنوعی در مشاغل حساس از نظر ایمنی و تحت نظارت
۶۳	۵.۷. نوآوری و کارآفرینی توانمندسازی‌شده با هوش مصنوعی در آموزش و آموزش حرفه‌ای
۶۶	۵.۸. پایش و ارزشیابی
۶۷	۶. توصیه‌ها
۶۷	۶.۱. توصیه‌ها برای سیاست‌گذاران
۶۸	۶.۲. توصیه‌ها برای مؤسسات آموزش و آموزش حرفه‌ای و ارائه‌دهندگان آموزش
۶۹	۶.۳. توصیه‌ها برای معلمان و مربیان آموزش حرفه‌ای
۷۱	۷. نتیجه‌گیری
۷۲	۸. پیوست‌ها
۷۲	پیوست الف - ابزار خودارزیابی و برنامه‌ریزی آمادگی هوش مصنوعی برای مؤسسات آموزش و آموزش حرفه‌ای
۷۷	پیوست ب - الگوی نمونه ثبت ریسک‌های هوش مصنوعی برای مؤسسات آموزش و آموزش حرفه‌ای
۷۸	پیوست ج - چارچوب شاخص‌های پایش و ارزشیابی ادغام هوش مصنوعی در مؤسسات آموزش و آموزش حرفه‌ای
۸۶	۹. منابع

پیشگفتار

فرصت‌های گسترده‌ای که هوش مصنوعی پدید آورده است، مسئولیتی مهم را نیز به همراه دارد: اطمینان از اینکه پیشرفت‌های فناورانه به کاهش نقش و اختیار انسان در تصمیم‌گیری و عمل منجر نشود. امروز، یکی از اساسی‌ترین چالش‌های پیش روی نظام‌های آموزش و تربیت، ایجاد توازنی پایدار میان نوآوری فناورانه و عدالت اجتماعی است.

آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای در کانون این تحول قرار دارد. این حوزه، به‌عنوان حلقه اتصال میان یادگیری و اشتغال، نقشی تعیین‌کننده در آماده‌سازی فراگیران برای ورود به بازارهای کار در حال دگرگونی ایفا می‌کند. هوش مصنوعی نه‌تنها ماهیت بسیاری از مشاغل و شایستگی‌های موردنیاز آن‌ها را تغییر داده است، بلکه شیوه‌های آموزش، یادگیری، ارزشیابی و مدیریت مؤسسات آموزشی را نیز دستخوش تحول کرده است. از این‌رو، نظام‌ها و مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای باید با نگاهی راهبردی، سنجیده و هدفمند به استقبال این فناوری بروند و از ظرفیت‌های آن در راستای تحقق اهداف آموزشی بهره‌گیرند.

یونسکو طی سال‌های گذشته همواره از کشورهای عضو در بهره‌برداری از ظرفیت فناوری‌های دیجیتال حمایت کرده و در عین حال بر پاسداشت ارزش‌ها و حقوق بنیادین انسانی تأکید ورزیده است. این راهنمای کاربردی درباره ادغام هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای، بر مجموعه‌ای از اسناد هنجاری و سیاستی یونسکو استوار است؛ از جمله توصیه‌نامه اخلاق هوش مصنوعی، چارچوب‌های شایستگی هوش مصنوعی برای فراگیران و معلمان، و رهنمودهای مربوط به کاربرد هوش مصنوعی مولد در آموزش و پژوهش. این اسناد، چارچوبی مشترک برای تضمین آن فراهم می‌کنند که هوش مصنوعی در خدمت انسان، گسترش فرصت‌های یادگیری و ارتقای منافع عمومی قرار گیرد.

این اثر با تبدیل اصول و رهنمودهای جهانی به ملاحظات اجرایی و کاربردی برای بخش آموزش فنی و حرفه‌ای، نشان می‌دهد که ادغام موفق هوش مصنوعی صرفاً به معنای به‌کارگیری ابزارهای جدید نیست. تحقق این هدف مستلزم حکمرانی مؤثر، تقویت ظرفیت‌های نهادی، سرمایه‌گذاری در توسعه منابع انسانی و تمرکز مستمر بر اهداف آموزشی است. افزون بر این، تأکید می‌شود که فراگیران، معلمان و جوامع محلی باید در مرکز فرایندهای تصمیم‌گیری مرتبط با هوش مصنوعی قرار گیرند.

این راهنما حاصل همکاری گسترده اعضای شبکه جهانی یونووک و جمعی از متخصصان بین‌المللی آموزش فنی و حرفه‌ای است و توصیه‌های عملی ارزشمندی را در اختیار سیاست‌گذاران، مدیران، معلمان و مربیان قرار می‌دهد. هدف از این توصیه‌ها، تقویت کیفیت، اثربخشی، تناسب و تاب‌آوری آموزش فنی و حرفه‌ای در مواجهه با تحولات شتابان فناوری است.

بی‌تردید، با تداوم پیشرفت هوش مصنوعی نمی‌توان یک نسخه واحد را برای تمامی کشورها، نظام‌ها و زمینه‌های آموزشی تجویز کرد. با این حال، مسئولیتی مشترک بر عهده همه ما قرار دارد تا اطمینان یابیم که توسعه و به‌کارگیری این فناوری در جهت گسترش عدالت و شمول، حمایت از یادگیری مادام‌العمر، ارتقای کار شایسته و پیشبرد توسعه پایدار به کار گرفته می‌شود. یونسکو نیز همچنان متعهد است در این مسیر در کنار کشورهای عضو و شرکای خود باقی بماند و از تلاش‌های آنان پشتیبانی کند.

کوئن چن

معاون مدیرکل آموزش

یونسکو

قدردانی

این اثر با عنوان **ادغام هوش مصنوعی در آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای: راهنمایی کاربردی برای مؤسسات** توسط مرکز بین‌المللی یونسکو-یونووک برای آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای (یونسکو-یونووک) تهیه شده است. نگارش آن را **کونگ کون یانگ و ونشی وو** از کرسی یونسکو در دانشگاه پلی‌تکنیک شنژن، به همراه **هانس تگل بکرز** از دانشگاه اتو فون گوریکه ماگدبورگ بر عهده داشته‌اند. هر دو مؤسسه از اعضای شبکه جهانی یونووک هستند.

یونسکو-یونووک مراتب سپاس و قدردانی خود را از اعضای گروه خبرگان ابراز می‌دارد که با به اشتراک گذاشتن تجربه‌های ارزشمند خود و ارائه نمونه‌هایی از سیاست‌ها و رویه‌های مرتبط با ادغام هوش مصنوعی در آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای، سهمی مؤثر در تدوین این راهنما داشته‌اند. اعضای که در بخش‌های مختلف این گزارش مشارکت داشته‌اند، عبارت‌اند از:

- گراهام اتول، مؤسسه Pontydysgu SL، اسپانیا
- جورج بکیاریدیس، مشارکت شهروندان فعال، یونان
- اگل سلیسینه، کالج بازرگانی ویلنیوس، لیتوانی
- سریا چاکراواری، کالج‌های عالی فناوری، امارات متحده عربی
- توامبو چینزا، کالج تربیت معلمان فنی و حرفه‌ای، زامبیا
- ریچل چیکوره، مؤسسه فناوری هراره، زیمبابوه
- کارلوس کورالس تاپیا، مؤسسه عالی فناوری تونگوراهوا، اکوادور
- ایرینا دیمیترووا، مؤسسه آموزش کارکنان سازمان‌های بین‌المللی، بلغارستان
- رضا فجرشاه، وزارت نیروی کار جمهوری اندونزی
- سامر فایز السوالگه، سازمان آموزش حرفه‌ای، اردن
- مائو گارسون کپروز، مؤسسه فناوری انسانی، اکوادور
- کریگ اندرو گیبز، خدمات آموزشی JET، آفریقای جنوبی
- سامسون میورو گیتا، سازمان ملی آموزش صنعتی، کنیا
- ملینه گریگوریان، دانشگاه استنفورد، ایالات متحده آمریکا
- پابلو هرناندز والرئو، مؤسسه ملی کارآموزی (INA)، کاستاریکا
- آفرو اسماعیل، دانشگاه تون حسین اون مالزی
- کریستیان کارل، دانشگاه دویسبورگ-اسن، آلمان
- روسودان ماخاچاشویلی، دانشگاه کلان‌شهری بوریس گرینچنکو کیف، اوکراین
- چر پینگ لیم، هنگ‌کنگ، چین
- آلفاندرو پینیون مندز، وزارت آموزش، مکزیک
- سیمونا میکلون، دانشگاه رجو امیلیا، ایتالیا
- رابرت میتون، BRITethink، بریتانیا
- الیور نام، مؤسسه فدرال آموزش و تربیت حرفه‌ای (BIBB)، آلمان
- هوگو ناکاتانی، سازمان ملی آموزش صنعتی (SENAI)، برزیل
- آرنالدو رامیرس فرناندز، سازمان ملی آموزش صنعتی (SENATI)، پرو
- لینا رامتهول-کی‌رودور، شورای توسعه منابع انسانی، موریس
- سواران راویندرا، دانشگاه ملی فیجی
- آبوسده آدنیکه روفوس، کالج فناوری یابا، نیجریه
- کاساندرا استرجن دلپا، کالج هنر، علوم و فناوری مالت
- دنیل تیلور، هیئت نمایندگی صنعت و بازرگانی آلمان در غنا
- رابرت نیکی تیچانو، دانشگاه آفریقای جنوبی
- توماس ویک، دانشگاه فنلاند شرقی
- هوان‌هوان وانگ، دانشگاه نرمال پکن، چین
- زبو ایساکووا، دانشگاه بین‌المللی کیمیا در تاشکند، ازبکستان

این اثر توسط **رامون ایریارتیه و شفیقه اسحاق** از یونسکو و همچنین پنج تن از اعضای گروه خبرگان شامل **سریا چاکراواریتی، مائو گارسون کپروز، الیور نام، آرنالدو رامیرس فرناندز و رابرت نیکی تیچانو** مورد بازبینی و ارزیابی قرار گرفته است.

هدایت و راهبری تدوین این راهنمای کاربردی بر عهده **کنی هاسکات** بوده و این فرایند تحت نظارت **فریدریش هوبلر** انجام شده است. همچنین هماهنگی فرایند ویراستاری و انتشار اثر را **نیکولا براون** از مرکز یونسکو-یونووک بر عهده داشته است.



۱-۱. چرا ادغام هوش مصنوعی برای آموزش فنی و حرفه‌ای اهمیت دارد؟

آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای همواره در کانون تحولات اقتصادی، اجتماعی و فناورانه قرار داشته است. این حوزه با ایجاد پیوند میان نظام آموزشی و دنیای کار، نقش مهمی در تجهیز جوانان و بزرگسالان به مهارت‌های موردنیاز برای اشتغال، کار شایسته، کارآفرینی و یادگیری مادام‌العمر ایفا می‌کند. راهبرد آموزش فنی و حرفه‌ای یونسکو برای دوره ۲۰۲۲ تا ۲۰۲۹ نیز این حوزه را به‌عنوان موتور محرک گذارهای دیجیتال و سبز معرفی کرده و بر سه اولویت اساسی تأکید دارد: توسعه مهارت‌های لازم برای یادگیری، کار و زندگی؛ توسعه مهارت‌های موردنیاز اقتصادهای فراگیر و پایدار؛ و توسعه مهارت‌هایی که شکل‌گیری جوامع فراگیر، مشارکت‌جو و صلح‌آمیز را امکان‌پذیر می‌سازند.

در چنین بستری، هوش مصنوعی به یکی از عوامل تأثیرگذار بر آینده آموزش فنی و حرفه‌ای تبدیل شده است. این فناوری در بخش‌های مختلف اقتصادی، ساختار مشاغل، شیوه سازماندهی کار و الزامات مهارتی را دگرگون می‌کند. برخی فعالیت‌ها به‌طور کامل خودکار شده‌اند و بسیاری از وظایف شغلی نیز در نتیجه تعامل فزاینده میان انسان و سامانه‌های هوشمند، ماهیتی جدید یافته‌اند. افزون بر این، هوش مصنوعی بر نحوه دسترسی افراد به اطلاعات، شکل‌گیری روابط اجتماعی، ایجاد هویت‌های دیجیتال و مشارکت آنان در فرایندهای یادگیری، کار و زندگی مدنی تأثیر می‌گذارد. در مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای نیز کاربرد هوش مصنوعی در حوزه‌هایی مانند آموزش، یادگیری، ارزشیابی، مدیریت آموزشی و پشتیبانی از فراگیران به‌سرعت در حال گسترش است. از این‌رو، این مؤسسات باید ضمن آماده‌سازی فراگیران برای مواجهه با تحولات ناشی از هوش مصنوعی، از ظرفیت‌های این فناوری برای ارتقای کیفیت، اثربخشی و تناسب آموزش‌ها نیز بهره‌برداری کنند.

رویکرد یونسکو به هوش مصنوعی در آموزش بر سه اصل بنیادین حکمرانی اخلاقی، رعایت حقوق بشر و توسعه ظرفیت‌های انسانی استوار است. بر این اساس، هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای باید مکمل تخصص و قضاوت حرفه‌ای انسان باشد، نه جایگزین آن. بنابراین، ادغام هوش مصنوعی صرفاً به معنای استفاده از چند ابزار فناورانه در فرایندهای آموزشی نیست، بلکه مستلزم نهادینه شدن ملاحظات مرتبط با هوش مصنوعی در سیاست‌گذاری، حکمرانی، طراحی برنامه‌های آموزشی، توسعه حرفه‌ای کارکنان و شیوه‌های روزمره آموزش و یادگیری است. از آنجا که آموزش فنی و حرفه‌ای در نقطه تلاقی آموزش و اشتغال قرار دارد، عواملی نظیر استانداردهای شغلی،

نظام‌های صلاحیت حرفه‌ای، مشارکت کارفرمایان، یادگیری مبتنی بر کار، اطلاعات بازار کار و فرایند گذار از آموزش به اشتغال نیز در شکل‌دهی رویکردهای نهادی نسبت به هوش مصنوعی نقش تعیین‌کننده‌ای دارند.

ادغام هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای در امتداد فرایند گسترده‌تر تحول دیجیتال قرار می‌گیرد. یونسکو تحول دیجیتال را فرایندی برنامه‌ریزی‌شده و نظام‌مند برای به‌کارگیری فناوری در مؤسسات و نظام‌های ملی آموزش فنی و حرفه‌ای می‌داند که هدف آن گسترش دسترسی، افزایش مقیاس، بهبود کارایی و اثربخشی و در نهایت کمک به توسعه پایدار است. تحقق ادغام هوش مصنوعی نیز به مجموعه‌ای از زیرساخت‌ها و ظرفیت‌های مشابله نیاز دارد؛ از جمله زیرساخت‌های فنی، دسترسی پایدار به شبکه، نظام‌های مدیریت داده، توانمندی منابع انسانی، فرهنگ سازمانی مناسب، سازوکارهای حکمرانی و منابع مالی پایدار. این عوامل تعیین می‌کنند که یک مؤسسه تا چه اندازه قادر به طراحی و اجرای موفق راهکارهای مبتنی بر هوش مصنوعی خواهد بود. بااین‌حال، هوش مصنوعی چالش‌های جدیدی را نیز مطرح می‌کند که فراتر از مباحث رایج تحول دیجیتال هستند؛ از جمله تأثیر الگوریتم‌ها بر قضاوت حرفه‌ای، اعتبار ارزشیابی‌ها، حفاظت از داده‌ها، شفافیت فرایندها و پاسخ‌گویی نهادی.

از سوی دیگر، ادغام هوش مصنوعی باید با تنوع گسترده زمینه‌ها و شرایط آموزش فنی و حرفه‌ای سازگار باشد. این مؤسسات در محیط‌های گوناگون شهری و روستایی، مراکز مبتنی بر کار یا جامعه و حتی مناطق دارای محدودیت زیرساختی فعالیت می‌کنند و به گروه‌های متنوعی از فراگیران و بازارهای کار خدمات ارائه می‌دهند. زبان، فرهنگ، دسترسی‌پذیری برای افراد دارای معلولیت و ویژگی‌های خاص هر حرفه نیز بر نحوه استفاده از فناوری‌های هوش مصنوعی تأثیر می‌گذارند. اهمیت این موضوع از آن روست که عملکرد سامانه‌های هوش مصنوعی در زبان‌ها، محیط‌های کاری و زمینه‌های داده‌ای مختلف یکسان نیست. از این‌رو، ادغام هوش مصنوعی باید متناسب با شرایط محلی و نیازهای واقعی هر مؤسسه طراحی شود تا بتواند عدالت، شمول و پاسخ‌گویی به نیازهای یادگیری، اشتغال و توسعه را تضمین کند.

۲-۱. هدف این راهنما

این راهنما با هدف کمک به مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای برای مواجهه‌ای آگاهانه، مسئولانه و متناسب با شرایط بومی با هوش مصنوعی تدوین شده است. در این چارچوب، مجموعه‌ای از ملاحظات اخلاقی، زمینه‌ای و اجرایی گردآوری شده‌اند تا مبنایی برای تصمیم‌گیری‌های نهادی در زمینه به‌کارگیری هوش مصنوعی فراهم آورند؛ تصمیم‌هایی که در آن‌ها نظارت

انسانی، تناسب حرفه‌ای، عدالت و ایمنی جایگاهی محوری دارند.

در این راهنما، مفهوم هوش مصنوعی به صورت گسترده به سامانه‌ها و کاربردهایی اطلاق می‌شود که قادرند داده‌ها و اطلاعات را پردازش کنند، محتوا تولید نمایند، الگوها را شناسایی کنند، از فرایندهای پیش‌بینی و تصمیم‌گیری پشتیبانی نمایند یا با درجات مختلفی از خودمختاری عمل کنند. در محیط‌های آموزش فنی و حرفه‌ای، این مفهوم طیف متنوعی از فناوری‌ها را شامل می‌شود؛ از هوش مصنوعی مولد و سامانه‌های مبتنی بر داده گرفته تا ابزارهای تحلیلی هوشمند، کاربردهای شبیه‌سازی و فناوری‌هایی که هوش مصنوعی در آن‌ها به صورت تعبیه‌شده به کار گرفته شده است. با وجود گسترش این فناوری‌ها، میزان آمادگی و ظرفیت بهره‌گیری از آن‌ها در نظام‌ها و مناطق مختلف تفاوت قابل توجهی دارد.

مخاطبان اصلی این راهنما مدیران مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای، معلمان، مربیان، کارشناسان برنامه درسی، متخصصان ارزشیابی و سایر کارکنانی هستند که در برنامه‌ریزی و اجرای فعالیت‌های آموزشی نقش دارند. با این حال، سیاست‌گذاران، مراجع صلاحیت حرفه‌ای، ارائه‌دهندگان آموزش مبتنی بر کار و دیگر نهادهای پشتیبان توسعه آموزش فنی و حرفه‌ای نیز می‌توانند از محتوای آن بهره‌مند شوند؛ زیرا این بازیگران در ایجاد شرایط و الزامات لازم برای اقدام مؤثر مؤسسات نقشی کلیدی دارند.

این اثر بیش از آنکه راهنمای استفاده از ابزارها و نرم‌افزارهای خاص هوش مصنوعی باشد، راهنمایی برای برنامه‌ریزی و اقدام نهادی است. تمرکز اصلی آن بر شناسایی ملاحظات، پیش‌نیازها و اقدامات اولویت‌داری است که می‌توانند به مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای کمک کنند تا هوش مصنوعی را به شیوه‌ای اخلاقی، مسئولانه و اثربخش در خدمت اهداف آموزشی و توسعه مهارت‌ها به کار گیرند.

۳-۱. نحوه استفاده از این راهنما

این راهنما با رویکردی مرحله‌ای و نظام‌مند تدوین شده است؛ به گونه‌ای که ابتدا زمینه‌ها و مبانی ادغام هوش مصنوعی را تبیین می‌کند، سپس به بررسی الزامات زیست‌بومی و نهادی می‌پردازد و در نهایت، توصیه‌ها و راهکارهای اجرایی را ارائه می‌دهد. در فصل دوم، تأثیر هوش مصنوعی بر ماهیت کار، مهارت‌ها و نظام‌های صلاحیت حرفه‌ای بررسی شده و جایگاه آن در سیاست‌ها و رویه‌های آموزش فنی و حرفه‌ای تبیین می‌شود. فصل سوم چارچوبی از اصول اخلاقی و مسئولانه برای به کارگیری هوش مصنوعی ارائه می‌کند. فصل چهارم به تحلیل زیست‌بوم آموزش فنی و حرفه‌ای، نقش ذی‌نفعان و عوامل تسهیل‌کننده می‌پردازد. در فصل پنجم، راهنمایی‌های عملی برای حوزه‌های مختلف فعالیت مؤسسات همراه با ابزارهایی برای ارزیابی میزان آمادگی، شناسایی مخاطرات و پایش و ارزیابی فرایند ادغام هوش مصنوعی ارائه شده است. سرانجام، فصل ششم مجموعه‌ای از پیشنهادها و توصیه‌های کاربردی را برای سیاست‌گذاران، مدیران، معلمان و مربیان آموزش فنی و حرفه‌ای مطرح می‌کند.

این راهنما به گونه‌ای طراحی شده است که گروه‌های مختلف مخاطبان بتوانند متناسب با وظایف و نیازهای خود از آن بهره‌برداری کنند. سیاست‌گذاران می‌توانند از مباحث مربوط به زمینه‌ها، زیست‌بوم و توصیه‌های سیاستی استفاده کنند. مدیران و رهبران مؤسسات می‌توانند از مباحث مرتبط با اصول، حکمرانی و اجرای نهادی برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری بهره بگیرند. همچنین معلمان، مربیان و سایر کارکنان آموزشی بیش از همه با بخش‌های مرتبط با کاربردهای عملی و رویه‌های اجرایی ارتباط برقرار خواهند کرد. با این حال، بخش‌های مختلف این راهنما مکمل یکدیگرند و درک کامل هر موضوع مستلزم توجه به ارتباط آن با سایر بخش‌هاست؛ زیرا تصمیم‌ها و اقدام‌های اتخاذشده در یک حوزه، به طور مستقیم یا غیرمستقیم بر ظرفیت‌ها، فرصت‌ها و نتایج حوزه‌های دیگر اثر می‌گذارند.

فصل دوم: زمینه و بستر

تحولات ناشی از هوش مصنوعی به طور فزاینده‌ای ماهیت کار، مهارت‌ها و نظام‌های صلاحیت حرفه‌ای را در بخش‌ها و مناطق مختلف جهان دگرگون می‌کند. در چنین شرایطی، نظام‌های آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای برای حفظ ارتباط و تناسب برنامه‌های آموزشی، استانداردهای حرفه‌ای و رویه‌های نهادی خود با نیازهای در حال تغییر بازار کار، ناگزیر از درک این تحولات هستند. این فصل به بررسی تأثیر هوش مصنوعی بر کار، مهارت‌ها و صلاحیت‌های حرفه‌ای، وضعیت کنونی ادغام هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای، واکنش‌های سیاستی نوظهور و مهم‌ترین فرصت‌ها و چالش‌های ناشی از این تحولات می‌پردازد.

۱-۲. تأثیر هوش مصنوعی بر کار، مهارت‌ها و صلاحیت‌های حرفه‌ای

خودکارسازی و تقویت عملکرد انسان با هوش مصنوعی

هوش مصنوعی از دو مسیر اصلی بر دنیای کار اثر می‌گذارد: خودکارسازی و تقویت عملکرد انسانی. در فرایند خودکارسازی، برخی وظایف مشخص به سامانه‌های هوش مصنوعی واگذار می‌شوند؛ به‌ویژه فعالیت‌هایی که ماهیتی تکراری، استاندارد شده یا مبتنی بر قواعد مشخص دارند. در مقابل، تقویت عملکرد به وضعیتی اشاره دارد که هوش مصنوعی در انجام کارها به انسان یاری می‌رساند، اما مسئولیت تفسیر، نظارت، تصمیم‌گیری و اقدام همچنان بر عهده انسان باقی می‌ماند. این دو الگو لزوماً در تقابل با یکدیگر نیستند و ممکن است هم‌زمان در یک شغل یا محیط کار وجود داشته باشند.

تمرکز کنونی بر تغییر در سطح وظایف

شواهد موجود نشان می‌دهد که تأثیر هوش مصنوعی تاکنون بیشتر در سطح وظایف و فعالیت‌های شغلی نمایان شده است تا در سطح حذف کامل مشاغل. خودکارسازی عمدتاً در فعالیت‌های اداری روتین، پردازش درخواست‌ها و تنظیمات استاندارد ماشین‌آلات مشاهده می‌شود. مشاغل پشتیبانی اداری همچنان بیشترین میزان مواجهه با هوش مصنوعی را دارند، اما دامنه این تأثیر به تدریج به حوزه‌های تخصصی و حرفه‌ای دیجیتال نیز گسترش یافته است.

با وجود این، آثار جالبه‌جایی شغلی را نمی‌توان نادیده گرفت. برای مثال، در برخی کشورهای عضو آسه‌آن، گسترش استفاده از ربات‌ها موجب حذف شمار قابل توجهی از مشاغل کم‌مهارت شده، هرچند هم‌زمان فرصت‌های جدیدی برای اشتغال‌های مهارتی ایجاد کرده است.

در مقابل، نقش تقویت‌کننده هوش مصنوعی در بسیاری از محیط‌های خدماتی و صنعتی روز به روز آشکارتر می‌شود. از آنجا که تعداد اندکی از مشاغل را می‌توان به‌طور کامل به هوش

مصنوعی واگذار کرد، در اغلب موارد شاهد بازطراحی و سازمان‌دهی مجدد کار هستیم، نه حذف کامل نیروی انسانی. برای نمونه، در خدمات مشتریان یا رسیدگی به پرونده‌های بیمه، سامانه‌های هوش مصنوعی پرسش‌های متداول و درخواست‌های ساده را مدیریت می‌کنند، در حالی که تصمیم‌های پیچیده و موارد استثنایی همچنان به کارکنان انسانی واگذار می‌شود. در صنایع تولیدی نیز هوش مصنوعی در کنترل کیفیت و مدیریت ماشین‌آلات به کار گرفته می‌شود و نقش کارکنان را به سمت نظارت، رفع اشکال و مدیریت شرایط غیرعادی سوق می‌دهد.

از این رو، فراگیران آموزش فنی و حرفه‌ای باید هم برای کار با سامانه‌های هوش مصنوعی و هم برای ایفای نقش‌هایی که نیازمند قضاوت، اعتبارسنجی و مداخله مسئولانه انسانی هستند، آماده شوند.

گسترش تقاضا برای مهارت‌های ترکیبی

گسترش هوش مصنوعی موجب افزایش تقاضا برای مهارت‌هایی شده است که ترکیبی از توانایی‌های فنی و مهارت‌های عمومی یا انتقال‌پذیر را در بر می‌گیرند. امروزه بسیاری از مشاغل نوظهور مستلزم تلفیق دانش فنی با توانایی‌هایی نظیر تفکر تحلیلی، حل مسئله، سازگاری، یادگیری مستمر و همکاری مؤثر هستند.

تقاضا برای مهارت‌هایی همچون هوش مصنوعی، کلان‌داده، امنیت سایبری و سواد فناورانه به سرعت در حال افزایش است. در عین حال، مهارت‌های مدیریتی و کسب‌وکار از جمله مدیریت پروژه، ارتباطات حرفه‌ای و کار تیمی نیز اهمیت بیشتری یافته‌اند. داده‌های بازار کار در مناطق مختلف جهان نشان می‌دهد که کارفرمایان بیش از آنکه به دنبال متخصصان صرف هوش مصنوعی باشند، به نیروهایی نیاز دارند که بتوانند دانش حرفه‌ای خود را با درک و استفاده مؤثر از فناوری‌های هوشمند ترکیب کنند.

با وجود این، عرضه آموزش‌های مرتبط با هوش مصنوعی همچنان عمدتاً در حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات متمرکز است. در نتیجه، با گسترش کاربرد هوش مصنوعی در بخش‌هایی مانند سلامت، کشاورزی، خدمات اجتماعی و صنایع مختلف، احتمال شکل‌گیری شکاف‌های مهارتی در حوزه شایستگی‌های تخصصی مرتبط با هوش مصنوعی افزایش می‌یابد.

ارتقای مهارت، بازآموزی و تحول صلاحیت‌های حرفه‌ای

شتاب تحولات فناورانه موجب شده است که چرخه عمر بسیاری از مهارت‌های موجود کوتاه‌تر شود و نیاز به ارتقای مهارت و بازآموزی اهمیت بیشتری پیدا کند. پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد

که بخش قابل توجهی از مهارت‌های اصلی مورد نیاز نیروی کار تا پایان دهه جاری دستخوش تغییر خواهد شد.

در میان کارکنان اروپایی، اکثریت بر این باورند که هوش مصنوعی بیش از هر چیز به ایجاد الزامات مهارتی جدید منجر خواهد شد و بخش چشمگیری از آنان نیاز به یادگیری نحوه استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی را احساس می‌کنند. در عین حال، مطالعات یونسکو-یونووک نشان می‌دهد که اگرچه بسیاری از جوانان در محیط‌های یادگیری و کار از هوش مصنوعی استفاده می‌کنند، تنها بخش محدودی از آنان آموزش رسمی در این زمینه دریافت کرده‌اند.

نظام‌های صلاحیت حرفه‌ای و ارزشیابی نیز به تدریج در حال سازگاری با این تحولات هستند. استانداردهای شغلی جدید به موضوعاتی مانند استفاده مسئولانه از هوش مصنوعی، حفاظت از داده‌ها، پاسخ‌گویی و الزامات قانونی مرتبط توجه بیشتری نشان می‌دهند. علاوه بر این، گواهی‌های کوتاه‌مدت و ریزصلاحیت‌ها به ابزاری برای به‌روزرسانی سریع مهارت‌های مرتبط با هوش مصنوعی تبدیل شده‌اند.

این روندها نشان می‌دهد که نظام‌های آموزش فنی و حرفه‌ای باید استانداردهای شغلی و برنامه‌های آموزشی خود را با فواصل زمانی کوتاه‌تر بازنگری کنند؛ به‌ویژه در حوزه‌هایی مانند خدمات اداری، خدمات کسب‌وکار، بازرسی تولید، امور مالی و مشاغل مرتبط با مشتری. همچنین نظام‌های ارزشیابی باید روش‌های جدیدی برای سنجش عملکرد واقعی افراد در محیط‌هایی که هوش مصنوعی در انجام وظایف نقش دارد، توسعه دهند.

نابرابری در میزان مواجهه و آمادگی

میزان مواجهه با هوش مصنوعی و آمادگی برای بهره‌گیری از آن در کشورهای مختلف یکسان نیست. اقتصادهای با درآمد بالا از زیرساخت‌ها و ظرفیت‌های بیشتری برای استفاده از هوش مصنوعی برخوردارند، در حالی که بسیاری از کشورهای کم‌درآمد همچنان با محدودیت‌های زیرساختی و فناوریانه روبه‌رو هستند. در نتیجه، حتی افرادی که در یک عنوان شغلی مشابه فعالیت می‌کنند، بسته به شرایط کشور و محیط کار خود، ممکن است سطوح متفاوتی از آمادگی برای کار با هوش مصنوعی داشته باشند.

الگوهای منطقه‌ای نیز تفاوت‌های قابل توجهی دارند. در برخی مناطق، ضعف در دیجیتالی‌شدن محیط‌های کار مانع بهره‌گیری گسترده از ظرفیت‌های هوش مصنوعی شده است؛ در حالی که در مناطق دیگر، استفاده از ربات‌ها و سامانه‌های هوشمند به ایجاد فرصت‌های شغلی جدید و افزایش تقاضا برای نیروی کار ماهر انجامیده است.

تأثیر هوش مصنوعی بر گروه‌های مختلف اجتماعی نیز یکسان نیست. زنان به دلیل تمرکز بیشتر در برخی مشاغل اداری و

خدماتی، بیش از مردان در معرض تغییرات ناشی از هوش مصنوعی قرار دارند. با این حال، آنان همچنان در بسیاری از رشته‌ها و حوزه‌های فنی دیجیتالی کمتر حضور دارند و همین امر دسترسی آنان را به برخی از مهارت‌های پیشرفته مرتبط با هوش مصنوعی محدود می‌کند. نابرابری‌های مشابهی نیز در میان کارکنان مسن‌تر، افراد دارای اشتغال ناپایدار و سایر گروه‌های آسیب‌پذیر مشاهده می‌شود؛ گروه‌هایی که معمولاً فرصت‌های کمتری برای یادگیری مهارت‌های مرتبط با هوش مصنوعی و بهره‌مندی از حمایت‌های انتقال شغلی در اختیار دارند.

۲-۲. وضعیت کنونی ادغام هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای

ادغام هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای با سرعت در حال گسترش است، اما این فرایند هنوز در مرحله‌ای ابتدایی، گذار و تا حدی پراکنده قرار دارد. در بسیاری از کشورها، فعالیت‌های آموزشی مرتبط با هوش مصنوعی در قالب طرح‌های آزمایشی، دوره‌های کوتاه‌مدت، مراکز نوآوری و برخی برنامه‌های آموزشی خاص مشاهده می‌شود؛ با این حال، هنوز در اغلب موارد به بخشی یکپارچه از کل مؤسسه تبدیل نشده است.

پژوهش‌های اخیر نیز نشان می‌دهد که ادغام هوش مصنوعی فرایندی خطی و یکنواخت نیست و عواملی همچون زیرساخت‌ها، شمول اجتماعی و میزان آمادگی نهادی بر سرعت و کیفیت آن تأثیر می‌گذارند. همچنین میزان نفوذ هوش مصنوعی در رشته‌های مختلف متفاوت است. این فناوری بیشترین حضور را در حوزه‌هایی مانند فناوری اطلاعات و ارتباطات، تولید پیشرفته، رباتیک و طراحی مهندسی دارد، در حالی که در بسیاری از حرفه‌های سنتی و خدماتی، که یادگیری در آن‌ها به مهارت ضمنی، مشاهده مستقیم و تمرین عملی وابسته است، هنوز کاربرد محدودتری دارد.

حوزه‌های اصلی کاربرد کنونی هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای

کاربردهای کنونی هوش مصنوعی در آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای را می‌توان در پنج حوزه اصلی دسته‌بندی کرد، هرچند شواهد موجود هنوز پراکنده است و غالباً از مطالعات موردی مؤسسات آموزشی به دست آمده است، نه از پیمایش‌ها و ارزیابی‌های نظام‌مند و گسترده.

• پشتیبانی آموزشی و توسعه ظرفیت معلمان و مربیان

ابزارهای مبتنی بر مدل‌های زبانی بزرگ (LLM) به تدریج به یکی از مهم‌ترین ابزارهای پشتیبان آموزش و یادگیری در مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای تبدیل شده‌اند و در طراحی محتوا، برنامه‌ریزی آموزشی و ارتقای کیفیت تدریس کاربرد

گسترده‌ای یافته‌اند. در همین راستا، آکادمی جهانی مهارت‌های یونسکو (GSA) و شرکای آن با اجرای برنامه‌هایی همچون بوت‌کمپ آموزشی در مالزی و طرح «آموزش مربیان» در کنیا، به توسعه دانش و شایستگی‌های مرتبط با هوش مصنوعی در میان معلمان و مربیان آموزش فنی و حرفه‌ای کمک کرده‌اند (یونسکو، ۲۰۲۵؛ ۲۰۲۶).

همچنین سامانه خودیادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی برای آموزش مدرسان (ASSET)، که در قالب یکی از ابتکارهای مشترک شبکه یونووک و با مشارکت مؤسساتی از آلمان، موریس و سریلانکا توسعه یافته است، مجموعه‌ای از منابع آموزشی چندزبانه و خودآموز را در اختیار معلمان قرار می‌دهد. این سامانه امکان یادگیری انعطاف‌پذیر و متناسب با نیازهای فردی را فراهم می‌کند و به مدرسان کمک می‌کند دانش و مهارت‌های خود را در زمینه کاربردهای آموزشی هوش مصنوعی به‌روز نگه دارند (ایلینگ، ۲۰۲۵).

• همسوسازی برنامه‌های درسی با نیازهای بازار کار

پلتفرم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند از برنامه‌ریزی درسی انعطاف‌پذیرتر و پاسخ‌گوتر نسبت به نیازهای بازار کار پشتیبانی کنند. برای نمونه، «درگاه اطلاعات بازار کار» (LMIP) در جامائیکا با بهره‌گیری از داده‌های برخط آگهی‌های استخدام و نظرسنجی‌های کارفرمایان، اطلاعات لازم برای اصلاح و به‌روزرسانی برنامه‌های درسی را فراهم می‌کند. در چین نیز ابزار «نگاشت صنعت و آموزش» با تطبیق برنامه‌های آموزش حرفه‌ای با نیازهای نیروی انسانی در ۱۸ بخش اقتصادی، به همسویی بیشتر آموزش و اشتغال کمک می‌کند. همچنین «سازمان ملی کارآموزی صنعتی» برزیل (SENAI) از ابزارهای هوش مصنوعی برای پایش نتایج یادگیری و بازنگری برنامه‌های آموزشی متناسب با تغییرات بازار کار استفاده می‌کند (IIEP-UNESCO، ۲۰۲۵).

• ارائه آموزش، شبیه‌سازی و یادگیری عملی

ابزارهای شبیه‌سازی مبتنی بر هوش مصنوعی این امکان را فراهم می‌کنند که فراگیران در محیطی کنترل‌شده به تمرین وظایف پیچیده یا پرخطر بپردازند و بازخوردی سریع و مستمر دریافت کنند. این کاربردها در حال حاضر بیشتر در حوزه‌های تولید صنعتی و رشته‌های فنی مانند جوشکاری، رباتیک و آموزش تعمیرات خودرو مشاهده می‌شوند؛ حوزه‌هایی که تجهیزات آموزشی ممکن است محدود، پرهزینه یا برای استفاده مکرر با مخاطرات ایمنی همراه باشند (زاری و زاری، ۲۰۲۵).

• هدایت شغلی و حمایت از فراگیران

ابزارهای هدایت شغلی مبتنی بر هوش مصنوعی دامنه دسترسی به خدمات مشاوره شغلی را گسترش داده و امکان بهره‌مندی گروه‌های بیشتری از فراگیران را فراهم کرده‌اند. از جمله نمونه‌های شناخته‌شده می‌توان به پلتفرم Tshepo 1Million در آفریقای جنوبی، KnackApp در هند و سامانه‌های مشابه در کانادا، سنگاپور و بلژیک اشاره کرد که خدماتی نظیر تطبیق هوشمند فرصت‌های شغلی با ویژگی‌های افراد و شناسایی شکاف‌های مهارتی را ارائه می‌دهند (IIEP-UNESCO، ۲۰۲۵).

• مدیریت و فرایندهای اداری مؤسسات

هوش مصنوعی در انجام بسیاری از فعالیت‌های اداری و پشتیبانی مؤسسات آموزشی نیز به کار گرفته می‌شود. مدیریت اطلاعات، تهیه پیش‌نویس اسناد، ارتباطات سازمانی، زمان‌بندی فعالیت‌ها و تهیه گزارش‌ها از جمله حوزه‌هایی هستند که استفاده از هوش مصنوعی می‌تواند بخشی از بار اداری کارکنان آموزش فنی و حرفه‌ای را کاهش داده و کارایی فرایندهای سازمانی را افزایش دهد.

ابتکارهای نهادی در زمینه ادغام هوش مصنوعی

اقدامات و تجربه‌های مؤسسات آموزشی در مناطق مختلف جهان تصویری ملموس از نحوه ادغام تدریجی هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای ارائه می‌دهد.

در آفریقای جنوبی، وزارت آموزش عالی و آموزش (DHET) در سال ۲۰۲۵ «آزمایشگاه نوآوری دیجیتال» را در کالج فنی و حرفه‌ای Esayidi راه‌اندازی کرد. این مرکز فرصت آشنایی دانشجویان با هوش مصنوعی، رباتیک، واقعیت مجازی و برنامه‌نویسی را فراهم می‌سازد و در چارچوب سیاست‌های گسترش شمول دیجیتال توسعه یافته است (DHET، ۲۰۲۵). در مراکش، سازمان دولتی آموزش حرفه‌ای و ترویج اشتغال (OFPPT) حوزه «مشاغل دیجیتال و هوش مصنوعی» را به‌عنوان یکی از زمینه‌های مستقل آموزشی تعریف کرده است. این برنامه شامل دوره‌های دیپلم و دوره‌های کوتاه‌مدت مهارتی در زمینه توسعه دیجیتال، طراحی دیجیتال، زیرساخت‌های دیجیتال و همچنین مسیرهای شغلی تخصصی مرتبط با هوش مصنوعی است.

در سنگاپور، مرکز FutureX در پلی‌تکنیک تمسک نمونه‌ای از رویکردی نهادی و یکپارچه به ادغام هوش مصنوعی به شمار می‌رود. این مرکز آموزش دانشجویان و کارکنان، همکاری با صنایع، آموزش‌های ضمن خدمت، اجرای پروژه‌های مشترک و برگزاری کارگاه‌هایی درباره هوش مصنوعی مولد، طراحی دستورهای متنی (Prompting)، ارزشیابی و ملاحظات اخلاقی را دربر می‌گیرد.

در کرواسی نیز درس اختیاری «هوش مصنوعی: از مفهوم تا کاربرد» در سال تحصیلی ۲۰۲۴-۲۰۲۵ به صورت آزمایشی در ۵۳ مدرسه آموزش فنی و حرفه‌ای اجرا شد. این درس ضمن آموزش عملی کار با ابزارهای هوش مصنوعی و تولید محتوای دیجیتال، به مباحثی همچون اخلاق هوش مصنوعی و ایمنی دیجیتال نیز می‌پردازد.

در کلمبیا، «سازمان ملی آموزش (SENA)» هوش مصنوعی را به بخشی از برنامه‌های آموزشی اصلی خود تبدیل کرده است. این سازمان در نخستین دوره پذیرش سال ۲۰۲۵، ۲۹۴ برنامه آموزشی حضوری و غیرحضوری و حدود ۳۷ هزار ظرفیت آموزشی را ارائه کرد که بخشی از آن‌ها به فناوری و هوش مصنوعی اختصاص داشت.

این نمونه‌ها نشان می‌دهند که مسیرهای ورود هوش مصنوعی به آموزش فنی و حرفه‌ای بسیار متنوع‌اند؛ از ایجاد آزمایشگاه‌های نوآوری و مسیرهای شغلی تخصصی گرفته تا مراکز جامع نهادی، برنامه‌های درسی آزمایشی و بازطراحی برنامه‌های آموزشی موجود. با وجود این، هرچند ادغام هوش مصنوعی در حال حرکت به سمت ساختارمندتر شدن است، میزان پیشرفت آن همچنان در کشورها و مؤسسات مختلف متفاوت است.

۳-۲. واکنش‌های سیاستی

در سال‌های اخیر، واکنش‌های سیاستی به هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای در سطوح بین‌المللی، منطقه‌ای و ملی گسترش یافته است، هرچند میزان توجه به این حوزه و سطح جزئیات سیاست‌ها در کشورها و مناطق مختلف یکسان نیست. برای مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای، اهمیت این سیاست‌ها در آن است که چارچوب‌ها و الزامات لازم برای ادغام هوش مصنوعی را مشخص می‌کنند؛ از جمله استانداردهای اخلاقی، راهبردهای تحول دیجیتال، نظام‌های صلاحیت حرفه‌ای، مقررات حفاظت از داده‌ها و اولویت‌های مهارتی بخش‌های اقتصادی. اگرچه فعالیت‌های سیاستی در این حوزه با سرعت زیادی افزایش یافته است، اما هنوز راهنماهای اجرایی و عملیاتی برای پیاده‌سازی این سیاست‌ها در بسیاری از موارد محدود و ناپراثر است.

چارچوب‌های بین‌المللی و منطقه‌ای

در سطح بین‌المللی، یونسکو نقش پیشگام را در تدوین چارچوب‌های هنجاری مرتبط با هوش مصنوعی ایفا کرده است. «توصیه‌نامه اخلاق هوش مصنوعی» کشورهای عضو را به حمایت از کاربرد مسئولانه هوش مصنوعی در آموزش و تربیت معلمان فرا می‌خواند و بر ضرورت اعمال الزامات سخت‌گیرانه حفاظت از داده‌ها برای سامانه‌های هوش مصنوعی مورد استفاده در فرایندهای یادگیری تأکید می‌کند (یونسکو، ۲۰۲۲).

همچنین «چارچوب شایستگی هوش مصنوعی برای معلمان» (AI CFT) و «چارچوب شایستگی هوش مصنوعی برای فراگیران (AI CFS)» به عنوان مراجع جهانی برای توسعه شایستگی‌های مرتبط با هوش مصنوعی در میان معلمان و یادگیرندگان شناخته می‌شوند (یونسکو، ۲۰۲۴).

راهنمای یونسکو درباره «هوش مصنوعی مولد در آموزش و پژوهش» نیز این چارچوب‌ها را تکمیل می‌کند و به موضوعاتی همچون تنظیم‌گری، اعتبارسنجی ابزارهای هوش مصنوعی مولد و پیامدهای آن‌ها برای آموزش، یادگیری و ارزشیابی می‌پردازد (یونسکو، ۲۰۲۳).

سازمان بین‌المللی کار نیز با ارائه شواهد و تحلیل‌هایی درباره هوش مصنوعی، بازارهای کار و نظام‌های مهارتی، و همچنین انتشار راهنماهای عملی برای دیجیتالی‌سازی و ترکیب شیوه‌های آموزشی، به توسعه سیاست‌های این حوزه کمک کرده است (سازمان بین‌المللی کار، ۲۰۲۵). از سوی دیگر، گزارش «پیشرفت‌ها و روندهای دیجیتال ۲۰۲۵» بانک جهانی، آمادگی برای بهره‌گیری از هوش مصنوعی را بر چهار مؤلفه اصلی «اتصال»، «توان محاسباتی»، «زمینه» و «شایستگی» استوار می‌داند و تفاوت‌های موجود در تقاضای مهارت‌های مرتبط با هوش مصنوعی میان اقتصادهای توسعه‌یافته و در حال توسعه را مستند می‌سازد (بانک جهانی، ۲۰۲۵). مجموعه این اسناد و مطالعات، شواهد و چارچوب‌های لازم را برای سیاست‌گذاری در حوزه هوش مصنوعی، توسعه مهارت‌ها و تحول نظام‌های آموزش فنی و حرفه‌ای فراهم می‌کنند.

در سطح منطقه‌ای نیز، سیاست‌های مرتبط با آموزش فنی و حرفه‌ای بیش از پیش در چارچوب راهبردهای کلان تحول دیجیتال و هوش مصنوعی تعریف می‌شوند.

اتحادیه آفریقا در «راهبرد قاره‌ای هوش مصنوعی» رویکردی توسعه‌محور و فراگیر را برای تقویت ظرفیت‌ها و سرمایه‌گذاری در حوزه هوش مصنوعی در پیش گرفته است. این راهبرد بر اهمیت توسعه مهارت‌های مرتبط با هوش مصنوعی و همسویی آن‌ها با برنامه‌های ملی هوش مصنوعی و تحول دیجیتال تأکید می‌کند (اتحادیه آفریقا، ۲۰۲۴).

شورای آموزش فنی و حرفه‌ای آسیا در برنامه کاری ۲۰۲۱-۲۰۳۰ خود بر ایجاد نظام‌های آموزش فنی و حرفه‌ای پاسخ‌گو به نیازهای بازار کار و آماده برای عصر دیجیتال تأکید دارد. این برنامه از طریق توسعه نظام‌های اطلاعات بازار کار، پیش‌بینی نیازهای مهارتی، همکاری با صنعت، توانمندسازی مربیان، انعطاف‌پذیرسازی آموزش و ارزشیابی و تا همسوسازی مهارت‌ها با الزامات صنعت ۴.۰ دنبال می‌شود (شورای آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای آسیا، ۲۰۲۲).

اتحادیه اروپا آموزش دیجیتال، آموزش فنی و حرفه‌ای و حکمرانی هوش مصنوعی را از طریق «برنامه اقدام آموزش دیجیتال ۲۰۲۱-۲۰۲۷»، «بیانیه اوسنابروک»، «بیانیه هرینگ» و «قانون هوش مصنوعی اتحادیه اروپا» به یکدیگر پیوند داده است. بر اساس قانون هوش مصنوعی اتحادیه اروپا، سامانه‌های هوش مصنوعی مورد استفاده در آموزش و آموزش‌های حرفه‌ای در زمره سامانه‌های پرخطر قرار می‌گیرند و باید الزامات مشخصی مانند شفافیت، نظارت انسانی و حفاظت از داده‌ها را رعایت کنند (کمیسیون اروپا، ۲۰۲۰؛ ۲۰۲۴).

سازمان آموزشی، فرهنگی و علمی اتحادیه عرب (ALECSO) در «منشور اخلاق هوش مصنوعی» به استفاده مسئولانه از هوش مصنوعی در آموزش، فرهنگ و علم پرداخته است. این منشور در حوزه آموزش و تربیت بر اخلاق هوش مصنوعی، مهارت‌های دیجیتال، نظارت انسانی و آمادگی برای پاسخ‌گویی به تحولات بازار کار تأکید دارد (آلسکو، ۲۰۲۵).

بانک توسعه بین‌آمریکایی نیز از طریق ابتکار fAIR LAC استفاده مسئولانه از هوش مصنوعی را در آمریکای لاتین و حوزه کارائیب ترویج می‌کند. این ابتکار با اجرای پروژه‌های آزمایشی، ابزارهای ارزیابی اخلاقی و حمایت از سیاست‌گذاری در حوزه‌هایی همچون آموزش، سلامت، حمایت اجتماعی و بازار کار، به گسترش کاربرد مسئولانه هوش مصنوعی کمک می‌کند (بانک توسعه بین‌آمریکایی، ۲۰۲۰).

سیاست‌های ملی

کشورها در حال تبدیل این چارچوب‌های بین‌المللی و منطقه‌ای به سیاست‌ها، برنامه‌ها و ابزارهای اجرایی در سطح ملی هستند؛ هرچند دامنه، عمق و میزان توجه به آموزش فنی و حرفه‌ای در این سیاست‌ها از کشوری به کشور دیگر تفاوت قابل توجهی دارد (جدول ۱).

جدول ۱. سیاست‌های ملی مرتبط با هوش مصنوعی و آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای		
کارکرد سیاستی	حوزه تمرکز	نمونه‌ها
راهبرد ملی هوش مصنوعی یا تحول دیجیتال با مؤلفه‌های مهارت و آموزش	راهبردهای ملی هوش مصنوعی یا اقتصاد دیجیتال که آموزش، توسعه مهارت‌ها و آماده‌سازی نیروی کار را پوشش می‌دهند.	- هند (۲۰۱۸): راهبرد ملی هوش مصنوعی - مالزی (۲۰۲۱): نقشه راه اقتصاد دیجیتال مالزی - شیلی (۲۰۲۱): سیاست ملی هوش مصنوعی - اردن (۲۰۲۲): راهبرد هوش مصنوعی و برنامه اجرایی ۲۰۲۳-۲۰۲۷ - کنیا (۲۰۲۵): راهبرد هوش مصنوعی کنیا ۲۰۲۵-۲۰۳۰
سیاست‌های اختصاصی آموزش فنی و حرفه‌ای در حوزه دیجیتال یا هوش مصنوعی	سیاست‌ها و برنامه‌های آموزش فنی و حرفه‌ای که به تحول دیجیتال، کاربرد هوش مصنوعی در آموزش، برنامه‌های درسی یا رویه‌های نهادی می‌پردازند.	- چین (۲۰۲۵): رهنمودهای کاربرد هوش مصنوعی در مؤسسات آموزش حرفه‌ای - تانزانیا (۲۰۲۵): دستورالعمل‌های ملی آموزش دیجیتال برای آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای
اصلاح نظام صلاحیت‌ها و برنامه‌های درسی با محوریت مهارت‌های دیجیتال و هوش مصنوعی	بازنگری استانداردهای شغلی، استانداردهای آموزشی یا چارچوب‌های صلاحیت حرفه‌ای با هدف ادغام شایستگی‌های دیجیتال و مرتبط با هوش مصنوعی.	آلمان (۲۰۲۱): به‌روزرسانی مؤلفه‌های استاندارد پروفایل‌های شغلی، از جمله دنیای کار دیجیتالی‌شده که در تمامی مقررات آموزش نظام دوگانه ادغام شده است.
چارچوب‌های اخلاقی و حکمرانی هوش مصنوعی مرتبط با آموزش و تربیت	چارچوب‌های اخلاقی و حکمرانی هوش مصنوعی که برای کاربردهای بخش عمومی، از جمله آموزش و تربیت، الزامات و رهنمودهایی تعیین می‌کنند.	اردن (۲۰۲۲): منشور ملی اخلاق هوش مصنوعی

شکاف سیاستی

با وجود افزایش چشمگیر تدوین سیاست‌ها و راهبردهای مرتبط با هوش مصنوعی، چالش‌های اجرایی همچنان پابرجاست. در بسیاری از موارد، میان سیاست‌گذاری در سطح کلان و اجرای عملی آن در مؤسسات آموزشی شکاف قابل توجهی وجود دارد. مقاله‌ای تحلیلی درباره سیاست‌های تحول دیجیتال و ادغام هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای که در چارچوب پروژه پیوند نوآوری و یادگیری در آموزش فنی و حرفه‌ای (BILT) یونسکو-یونوک تدوین شده است، به مشارکت محدود مجریان و کنشگران خط مقدم در فرایند سیاست‌گذاری اشاره می‌کند و بر ضرورت طراحی و بازنگری مستمر سیاست‌ها با مشارکت فعال متخصصان و دست‌اندرکاران اجرایی تأکید دارد (یونسکو - یونوک، ۲۰۲۶). نگرانی‌های مشابهی در اروپا نیز مطرح شده است؛ جایی که اگرچه راهبردهای ملی هوش مصنوعی به‌طور گسترده تدوین شده‌اند، اما سازوکارهای نظام‌مند برای آموزش و توانمندسازی معلمان و مربیان آموزش فنی و حرفه‌ای همچنان ناکافی است (تگل‌بکرز و همکاران، ۲۰۲۵).

این شکاف تنها میان سیاست‌های کلان و اجرا وجود ندارد، بلکه میان سیاست‌های نهادی و قضاوت حرفه‌ای روزمره نیز مشاهده می‌شود. معلمان، مربیان و مدیران مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای به فرصت‌ها و محیط‌هایی نیاز دارند که بتوانند در آن‌ها ابزارهای هوش مصنوعی را آزمایش کنند، پیامدهای آن‌ها را بر شایستگی‌های حرفه‌ای و اعتبار فرایندهای ارزشیابی مورد تأمل قرار دهند و درک و قضاوتی مشترک درباره کاربرد این فناوری شکل دهند. از این‌رو، استقرار مسئولانه هوش مصنوعی تنها به تصویب سیاست‌ها محدود نمی‌شود، بلکه مستلزم یادگیری سازمانی، توسعه ظرفیت‌های نهادی و ایجاد سازوکارهای مستمر برای یادگیری و بازاندیشی در سطح مؤسسات است.

۴-۲. فرصت‌ها و چالش‌ها

هوش مصنوعی در آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای، هم فرصت‌های قابل توجهی را فراهم می‌آورد و هم چالش‌های مهمی را پیش روی این حوزه قرار می‌دهد. در میان این موارد، برخی فرصت‌ها و چالش‌ها از اهمیت و برجستگی بیشتری برخوردارند.

فرصت‌ها

بهبود آموزش عملی در شرایط محدودیت تجهیزات

ابزارهای شبیه‌سازی مبتنی بر هوش مصنوعی و فناوری‌های واقعیت توسعه‌یافته می‌توانند در شرایطی که تجهیزات آموزشی گران‌قیمت، کمیاب یا مخاطره‌آمیز هستند، فرصت‌های بیشتری برای تمرین عملی فراهم آورند و بازخوردهای آموزشی مؤثرتری در اختیار فراگیران قرار دهند.

افزایش انعطاف‌پذیری و پاسخ‌گویی برنامه‌های درسی

سامانه‌های هوش مصنوعی مبتنی بر داده‌های بازار کار می‌توانند به مؤسسات کمک کنند تا نیازهای مهارتی نوظهور را شناسایی کرده و از این اطلاعات برای بازنگری برنامه‌های درسی، طراحی واحدهای آموزشی ماژولار و تدوین یا اصلاح برنامه‌های آموزشی بهره بگیرند.

گسترش خدمات پشتیبانی و هدایت شغلی فراگیران

پلتفرم‌های هدایت شغلی و تطبیق فرصت‌های شغلی مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند دامنه خدمات مشاوره‌ای را به گروه‌هایی از فراگیران که دسترسی محدودی به خدمات سنتی دارند گسترش دهند؛ موضوعی

که به‌ویژه در نظام‌های بزرگ آموزش فنی و حرفه‌ای اهمیت بیشتری می‌یابد.

تقویت نقش معلمان و مربیان آموزش فنی و حرفه‌ای

ابزارهای هوش مصنوعی می‌توانند زمان صرف‌شده برای فعالیت‌های تکراری مانند تهیه محتوای آموزشی، خلاصه‌سازی اطلاعات و ارائه بازخوردهای اولیه را کاهش دهند. این امر فرصت بیشتری را برای راهنمایی، نظارت عملی و حمایت آموزشی از فراگیران در اختیار معلمان و مربیان قرار می‌دهد.

تقویت نوآوری و حل مسائل کاربردی

ابزارهای هوش مصنوعی می‌توانند به فراگیران آموزش فنی و حرفه‌ای، به‌ویژه افرادی که از منابع محدودی برخوردارند، کمک کنند تا نمونه‌های اولیه طراحی کنند و برای مسائل واقعی محیط‌های کار و جوامع محلی راه‌حل‌های کاربردی ارائه دهند.

چالش‌ها

شکاف‌های زیرساختی، هزینه‌ای و پایداری

بهره‌گیری از هوش مصنوعی به زیرساخت‌هایی نظیر اتصال پایدار به اینترنت، تجهیزات مناسب و دسترسی مستمر به برق وابسته است. حتی در مواردی که دسترسی اولیه فراهم باشد، هزینه‌های جاری، محدودیت‌های تأمین تجهیزات و وابستگی به پروژه‌های کوتاه‌مدت می‌تواند تداوم استفاده از این فناوری را با دشواری مواجه کند.

کمبود ظرفیت و شایستگی در میان کارکنان و مدیران

ادغام اثربخش هوش مصنوعی مستلزم وجود دانش و توانمندی در سطوح مختلف مؤسسه است. در شرایطی که هوش مصنوعی صرفاً به‌عنوان یک فناوری مستقل و نه بخشی از فرایند توسعه نهادی تلقی شود، پیشرفت و اثربخشی آن محدود خواهد بود.

شکاف میان حکمرانی و اجرا

بسیاری از مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای هنوز فاقد دستورالعمل‌های روشن درباره استفاده از هوش مصنوعی، سلامت و اعتبار ارزشیابی، مدیریت داده‌ها و نحوه تعامل با ارائه‌دهندگان فناوری هستند. در چنین شرایطی، شرکت‌های بیرونی ممکن است عملاً جهت‌گیری‌های آموزشی را تعیین کنند.

مخاطرات مرتبط با عدالت و شمول

سامانه‌های هوش مصنوعی ممکن است نابرابری‌های موجود را بازتولید یا تشدید کنند؛ برای مثال از طریق سوگیری در خروجی‌ها، عملکرد نامتوازن در زبان‌های مختلف یا دسترسی نابرابر به زیرساخت‌ها و خدمات پشتیبانی. این مخاطرات برای گروه‌هایی که پیش‌تر نیز با محرومیت دیجیتال مواجه بوده‌اند، شدیدتر است.

ناهم‌سویی آموزشی و ارزشیابی

هوش مصنوعی می‌تواند تولید تکالیف و خروجی‌هایی را که در ظاهر باکیفیت و حرفه‌ای به نظر می‌رسند، بدون برخورداری فراگیر از دانش و مهارت واقعی، تسهیل کند. در نتیجه، ارزشیابی‌های مبتنی بر محصول به‌تنهایی دیگر نمی‌توانند تصویری دقیق از شایستگی‌های فرد ارائه دهند. از این‌رو، نظام‌های ارزشیابی باید بیش از گذشته بر فرایند انجام کار، قضاوت حرفه‌ای و شایستگی‌های واقعی موردنیاز در محیط‌های شغلی تمرکز کنند.

اصول استفاده اخلاقی و مسئولانه از هوش مصنوعی در آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای

فناوری تقریباً تمامی ابعاد زندگی انسان، از جمله آموزش و تربیت را دگرگون ساخته است (یونسکو-یونووک، ۲۰۲۰؛ یونسکو، ۲۰۲۲، ۲۰۲۳؛ دکر و سوماناسکارا، ۲۰۲۵). این فصل اصول بنیادینی را تبیین می‌کند که باید زیربنای هر راهبرد نهادی برای به‌کارگیری هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای قرار گیرند. این اصول صرفاً مباحثی نظری نیستند، بلکه به‌عنوان ابزارهای عملی تصمیم‌گیری عمل می‌کنند و بر حوزه‌هایی همچون تأمین و انتخاب فناوری، طراحی برنامه‌های درسی، ارزشیابی، مدیریت داده‌ها و توسعه حرفه‌ای کارکنان تأثیر می‌گذارند.

اصول بنیادین حکمرانی هوش مصنوعی در مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای

پنج اصل به‌هم‌پیوسته، شالوده حکمرانی اخلاقی هوش مصنوعی در مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای را تشکیل می‌دهند. هر یک از این اصول پیامدهای مستقیمی برای سیاست‌گذاری و عمل آموزشی دارند.

عاملیت انسانی و اقتدار معلم

معلمان و مربیان باید همچنان نقش اصلی را در تصمیم‌گیری‌های آموزشی ایفا کنند. هوش مصنوعی می‌تواند در پردازش داده‌ها، ارائه بازخوردهای اولیه و پیشنهاد محتوای آموزشی یاری‌رسان باشد، اما نمی‌تواند جایگزین قضاوت حرفه‌ای معلم شود. از این‌رو، سیاست‌های نهادی باید به‌گونه‌ای تنظیم شوند که اختیار نهایی در انتخاب محتوای درسی، تصمیم‌گیری‌های ارزشیابی و تفسیر خروجی‌های تولیدشده توسط هوش مصنوعی در اختیار معلمان باقی بماند (Nguyen و همکاران، ۲۰۲۲؛ Luckin و همکاران، ۲۰۲۲).

عدالت و عدم تبعیض

سامانه‌های هوش مصنوعی باید به‌گونه‌ای طراحی و مدیریت شوند که همه فراگیران، صرف‌نظر از جنسیت، وضعیت اقتصادی و اجتماعی، محل زندگی یا شرایط جسمی و معلولیت، از فرصت‌های برابر بهره‌مند شوند. تحقق این هدف مستلزم اقداماتی فعالانه است و صرفاً پرهیز از آسیب‌های آشکار کافی نیست. مؤسسات باید به‌طور مستمر ابزارهای هوش مصنوعی را از نظر سوگیری‌های احتمالی ارزیابی کنند و اطمینان یابند که سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی به فراگیران مناطق محروم و کم‌برخوردار نیز می‌رسد (Amdan و همکاران، ۲۰۲۴؛ Joseph و همکاران، ۲۰۲۵).

هدفمندی آموزشی

هر ابزار هوش مصنوعی که در یک مؤسسه آموزش فنی و حرفه‌ای به کار گرفته می‌شود باید بر اساس سهم آن در تحقق یک هدف آموزشی مشخص توجیه‌پذیر باشد. هوش مصنوعی باید در خدمت آموزش حرفه‌ای قرار گیرد، نه اینکه جهت و ماهیت آن را تعیین کند. بنابراین، مؤسسات باید از به‌کارگیری فناوری صرفاً به دلیل نو بودن یا سهولت‌های اداری آن پرهیز کنند و همواره ارزش آموزشی آن را مدنظر قرار دهند (یونسکو-یونووک، ۲۰۲۰؛ یونسکو، ۲۰۲۲، ۲۰۲۳؛ دکر و سوماناسکارا، ۲۰۲۵).

شفافیت و تبیین‌پذیری

فراگیران و معلمان باید بتوانند درک کنند که یک سامانه هوش مصنوعی چرا و چگونه به یک نتیجه خاص رسیده است؛ خواه این نتیجه یک نمره، یک توصیه آموزشی یا نشانه‌ای برای ارائه حمایت بیشتر باشد. سامانه‌های غیرشفاف اعتماد کاربران را کاهش می‌دهند و مانع یادگیری معنادار از فرایند تصمیم‌گیری می‌شوند. از این‌رو، مؤسسات باید اطمینان یابند که ابزارهای هوش مصنوعی مورد استفاده در ارزشیابی یا هدایت آموزشی، دلایل و منطق تصمیم‌های خود را به‌صورت قابل فهم ارائه می‌کنند (Foltýnek و همکاران، ۲۰۲۳؛ Weng و Fu، ۲۰۲۴).

پاسخ‌گویی و حفاظت از داده‌ها

در مواردی که هوش مصنوعی در تصمیم‌گیری‌هایی مانند پیشرفت تحصیلی فراگیران، صدور گواهی‌نامه‌ها یا هدایت شغلی نقش دارد، مسئولیت نهایی باید بر عهده یک معلم، مربی یا مدیر واجد صلاحیت باشد. بنابراین، خطوط مسئولیت و پاسخ‌گویی باید به‌روشنی در سیاست‌های مؤسسه تعریف شوند. همچنین داده‌های فراگیران باید به‌عنوان اطلاعات حساس تلقی شده و در چارچوب یک نظام حکمرانی داده مبتنی بر اصول حداقل‌گرایی در جمع‌آوری داده، رضایت آگاهانه و امنیت اطلاعات محافظت شوند (Nguyen و همکاران، ۲۰۲۲؛ Peñalvo و همکاران، ۲۰۲۴).

از اصول تا عمل

تبدیل اصول اخلاقی به اقدام‌های عملی، مستلزم آن است که این اصول در تصمیم‌ها و سیاست‌های مشخص نهادی نهادینه شوند. جدول ۲ نشان می‌دهد که هر یک از این اصول چگونه می‌تواند به یک اقدام سیاستی مشخص و منطق آموزشی مرتبط با آن ترجمه شود.



جدول ۲. تبدیل اصول اخلاقی به سیاست‌ها و رویه‌های آموزشی		
اصل اخلاقی	اقدام سیاستی	منطق آموزشی
عاملیت انسانی	الزام به آنکه تمامی ارزشیابی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی دارای مرحله بازبینی و تأیید انسانی باشند.	نقش حرفه‌ای معلمان و فراگیران در فرایند آموزش و ارزشیابی حفظ می‌شود و تصمیم‌گیری نهایی در اختیار انسان باقی می‌ماند.
عدالت	انجام ارزیابی تأثیر بر عدالت و برابری پیش از به‌کارگیری هرگونه سامانه هوش مصنوعی در ارزشیابی یا هدایت آموزشی.	از آن جلوگیری می‌کند که سوگیری‌های الگوریتمی موجب محرومیت یا تبعیض علیه گروه‌های آسیب‌پذیر و کم‌برخوردار شود.
هدفمندی آموزشی	الزام به ارائه توجیه‌نامه‌ای مکتوب درباره شایستگی‌ها و اهداف آموزشی مورد انتظار پیش از خرید یا به‌کارگیری هر ابزار هوش مصنوعی.	تضمین می‌کند که فناوری در خدمت توسعه مهارت‌ها و شایستگی‌های فراگیران قرار گیرد، نه صرفاً ارتقای وجهه یا اعتبار مؤسسه.
شفافیت	الزام به اینکه تمامی ابزارهای هوش مصنوعی توضیحی روشن و قابل فهم درباره نحوه تولید خروجی‌ها و تصمیم‌های خود ارائه دهند.	درک فراگیران از فرایند یادگیری را تقویت کرده و امکان ارائه بازخورد مؤثر و معنادار را فراهم می‌سازد.
پاسخ‌گویی و حفاظت از داده‌ها	ایجاد کمیته اخلاق هوش مصنوعی در مؤسسه برای نظارت بر تمامی کاربردهای هوش مصنوعی و تدوین سیاست «حداقل‌گرایی داده»؛ به این معنا که تنها داده‌های ضروری برای تحقق اهداف آموزشی جمع‌آوری شوند.	سازوکار روشنی برای حکمرانی و مسئولیت‌پذیری ایجاد می‌کند، اعتماد فراگیران را افزایش می‌دهد و از اطلاعات و داده‌های حساس آنان محافظت

۳-۱. رویکرد انسان‌محور به هوش مصنوعی

هوش مصنوعی به‌مثابه ابزاری برای توانمندسازی، نه جایگزینی

مهم‌ترین تمایزی که هر مؤسسه آموزش فنی و حرفه‌ای هنگام بررسی به‌کارگیری هوش مصنوعی باید مدنظر قرار دهد، تفاوت میان «توانمندسازی» و «جایگزینی» است. در رویکرد توانمندسازی، هوش مصنوعی برای گسترش قابلیت‌های انسانی به کار گرفته می‌شود؛ برای مثال، اطلاعات دقیق‌تری در اختیار مربی قرار می‌دهد، فرصت‌های تمرین هدفمندتری برای فراگیر فراهم می‌کند یا داده‌های روشن‌تری برای تصمیم‌گیری مدیران عرضه می‌کند. در مقابل، رویکرد جایگزینی، انسان را از فرایند حذف کرده و قضاوت خودکار را جایگزین تخصص حرفه‌ای می‌کند. مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای باید توانمندسازی را به‌عنوان اصل راهنمای تمامی کاربردهای هوش مصنوعی بپذیرند. این امر مستلزم آن است که هر کاربرد هوش مصنوعی به‌گونه‌ای طراحی شود که معلم یا مربی همچنان نقش نظارتی و تفسیری خود را حفظ کند.

برای مثال، یک سامانه آموزشی هوشمند می‌تواند پیشرفت فراگیر را در یک محیط شبیه‌سازی‌شده رصد کرده و بازخوردهای مفصلی تولید کند؛ با این حال، معلم باید این بازخوردها را بررسی کرده، آن‌ها را در چارچوب روند کلی رشد فراگیر تفسیر کند و درباره نحوه استفاده از آن‌ها تصمیم بگیرد. ابزارهای ارزشیابی خودکار نیز می‌توانند فرایند نمره‌دهی را تسریع کرده و الگوهای عملکردی را در میان یک گروه از فراگیران شناسایی کنند. با وجود این، معلمان باید نتایج را

راستی‌آزمایی کنند و اختیار نهایی برای اصلاح یا تعدیل نمرات بر اساس شناخت زمینه‌ای و حرفه‌ای خود را حفظ نمایند (Nguyen و همکاران، ۲۰۲۲؛ Ubrurhe و Onatere-Ubrurhe، ۲۰۲۵). افزون بر این، پژوهش‌ها به‌طور مستمر نشان داده‌اند که اثربخشی هوش مصنوعی در آموزش نه به میزان پیچیدگی خود ابزار، بلکه به کیفیت قضاوت انسانی پیرامون آن بستگی دارد (Luckin و همکاران، ۲۰۲۲). این یافته برای مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای یک پیامد سیاستی روشن دارد: سرمایه‌گذاری در توانمندسازی معلمان و مربیان به همان اندازه سرمایه‌گذاری در فناوری اهمیت دارد.

قرار دادن فراگیر در مرکز توجه

رویکرد انسان‌محور به هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای به معنای طراحی سامانه‌ها نه‌تنها برای افزایش کارایی مؤسسه، بلکه برای بهبود تجربه یادگیری فراگیران است. فراگیران باید بدانند که هوش مصنوعی در محیط یادگیری آنان چه نقشی ایفا می‌کند، چگونه بر فرایند ارزشیابی تأثیر می‌گذارد و در صورتی که با نتیجه‌ای تولیدشده توسط هوش مصنوعی موافق نباشند، چه سازوکارهایی برای اعتراض یا بازبینی در اختیار دارند.

از این‌رو، مؤسسات آموزشی باید درباره هر ابزار هوش مصنوعی مورد استفاده، اطلاعاتی روشن، قابل فهم و در دسترس برای فراگیران فراهم کنند. این اطلاعات باید با زبانی ساده و به دور از اصطلاحات پیچیده فنی ارائه شوند تا همه فراگیران بتوانند نحوه عملکرد و پیامدهای استفاده از این ابزارها را درک کنند (Chan، ۲۰۲۳؛ Foltýnek و همکاران، ۲۰۲۳).

فراگیران همچنین باید در محیط‌های یادگیری تقویت‌شده با هوش مصنوعی، عاملیت و اختیار خود را حفظ کنند. آنان باید بتوانند به داده‌های خود دسترسی داشته باشند، از نحوه استفاده از این داده‌ها آگاه شوند و امکان طرح پرسش یا اعتراض نسبت به آن را داشته باشند. سامانه‌های یادگیری انطباقی مبتنی بر هوش مصنوعی باید به‌عنوان ابزارهایی معرفی شوند که فراگیر می‌تواند از آن‌ها بهره بگیرد، نه سامانه‌هایی که بدون آگاهی یا مشارکت او درباره وی تصمیم‌گیری یا اقدام می‌کنند. این تمایز به‌ویژه در آموزش فنی و حرفه‌ای اهمیت دارد، زیرا بسیاری از فراگیران تجربه محدودی در استفاده از فناوری‌های آموزشی رسمی دارند و ممکن است در برابر سامانه‌های غیرشفاف، احساس نظارت شدن یا قضاوت شدن داشته باشند (Peñalvo و همکاران، ۲۰۲۴؛ یونسکو، ۲۰۲۳).

طراحی مشارکتی: درگیر کردن همه ذی‌نفعان

رویکرد انسان‌محور تنها به نحوه استفاده از هوش مصنوعی محدود نمی‌شود، بلکه نحوه انتخاب و پیکربندی این ابزارها را نیز دربرمی‌گیرد. مؤسسات نباید ابزارهای هوش مصنوعی را که کاملاً خارج از زمینه آموزش فنی و حرفه‌ای توسعه یافته‌اند، بدون تطبیق با نیازهای محلی به کار گیرند. هر جا که امکان‌پذیر باشد، انتخاب و سفارشی‌سازی این ابزارها باید با مشارکت همه ذی‌نفعانی انجام شود که از فناوری استفاده می‌کنند یا از پیامدهای آن تأثیر می‌پذیرند؛ از جمله معلمان، فراگیران، شرکای صنعتی و نمایندگان جامعه محلی (Esposito و همکاران، ۲۰۲۵).

طراحی مشارکتی به این معنا نیست که همه مشارکت‌کنندگان باید دانش فنی تخصصی داشته باشند؛ بلکه مستلزم ایجاد گفت‌وگویی ساختاریافته درباره نیازها، دغدغه‌ها و ارزش‌های موردنظر آنان است. مؤسسات می‌توانند پیش از نهایی کردن تصمیم‌های مربوط به تأمین و استقرار فناوری، کارگاه‌های هم‌طراحی برگزار کنند تا دیدگاه‌های مختلف را گردآوری و تلفیق نمایند. این فرایند، هم تناسب و پذیرش ابزارهای منتخب را افزایش می‌دهد و هم اعتماد لازم برای استفاده پایدار از آن‌ها را تقویت می‌کند.

۲-۳. عدالت، شمول و عدم تبعیض

نظام‌های آموزش فنی و حرفه‌ای با هدف فراهم ساختن مسیریایی برای دستیابی همه اعضای جامعه به کار شایسته و مشارکت اجتماعی شکل گرفته‌اند؛ به‌ویژه برای افرادی که با موانع بیشتری روبه‌رو هستند. همین مأموریت بنیادین موجب می‌شود که عدالت مهم‌ترین معیار در ارزیابی به‌کارگیری هوش مصنوعی باشد. اگر ابزارهای هوش مصنوعی بدون توجه آگاهانه به عدالت به کار گرفته شوند، ممکن است نابرابری‌های موجود را تشدید کنند. سوگیری‌های تاریخی می‌توانند در تصمیم‌های خودکار بازتولید شوند، شکاف دیجیتال میان مؤسسات برخوردار و کم‌برخوردار عمیق‌تر شود و فراگیرانی که با ویژگی‌های غالب در داده‌های آموزشی سامانه‌ها همخوانی ندارند، از فرصت‌های برابر محروم بمانند (یونسکو، ۲۰۲۲؛ Abulibdeh و همکاران، ۲۰۲۴).

تعریف مفاهیم

عدالت: در کاربرد هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای به این معناست که هر فراگیر به سطحی از تجربه آموزشی دسترسی داشته باشد که متناسب با نیازهای اوست. برخورد یکسان با همه افراد — مانند ارائه یک ابزار یا یک معیار ارزیابی مشابه برای همگان — زمانی که فراگیران از شرایط متفاوتی برخوردارند، کافی نیست. یک سامانه عادلانه مبتنی بر هوش مصنوعی باید بتواند حمایت بیشتری از افرادی که به آن نیاز دارند به عمل آورد، بدون آنکه آنان را به دلیل محرومیت‌ها و محدودیت‌های موجود تنبیه کند.

شمول: به معنای تعهدی فعال برای رفع موانع ساختاری، اقتصادی، فیزیکی، زبانی و فرهنگی است که مانع مشارکت کامل برخی گروه‌های فراگیر در محیط‌های یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی می‌شود. شمول یک وضعیت ثابت نیست، بلکه فرایندی مستمر است و مؤسسات باید همواره موانع نوظهور را شناسایی کرده و برای رفع آن‌ها اقدام کنند.

عدم تبعیض: به این معناست که ابزارهای هوش مصنوعی نباید هیچ فراگیری را بر اساس ویژگی‌های حمایتی نظیر جنسیت، نژاد، معلولیت، وضعیت اقتصادی و اجتماعی، محل سکونت (شهری یا روستایی) یا پیشینه زبانی در موقعیت نامساعد قرار دهند. این اصل نه‌تنها به طراحی ابزارها، بلکه به داده‌های مورد استفاده برای آموزش آن‌ها و نیز نحوه تفسیر و استفاده از خروجی‌های آن‌ها مربوط می‌شود.

مخاطرات نابرابری ناشی از هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای

مهم‌ترین تهدید مرتبط با عدالت در کاربرد هوش مصنوعی، سوگیری الگوریتمی است. منظور از سوگیری الگوریتمی، گرایش سامانه‌های هوش مصنوعی به تولید نتایج متفاوت و نظام‌مند برای گروه‌های جمعیتی مختلف است؛ امری که معمولاً از داده‌های آموزشی جانبدارانه یا فرض‌های طراحی نادرست ناشی می‌شود. در آموزش فنی و حرفه‌ای این مسئله می‌تواند در قالب‌های مختلفی بروز کند:

سوگیری در ارزشیابی: ابزارهای ارزشیابی مبتنی بر هوش مصنوعی که عمدتاً بر داده‌های یک گروه جمعیتی خاص آموزش دیده‌اند، ممکن است عملکرد فراگیران سایر گروه‌ها را با دقت کمتری ارزیابی کنند.

سوگیری در هدایت تحصیلی و شغلی: سامانه‌های توصیه‌گر مسیرهای شغلی و مهارتی ممکن است فراگیران متعلق به برخی گروه‌های اجتماعی را به سوی مشاغل کم‌اعتبارتر هدایت کنند و در نتیجه به جای کاهش نابرابری‌های بازار کار، آن‌ها را بازتولید نمایند.

نابرابری در دسترسی: اگر بهره‌گیری از محیط‌های یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی مستلزم اینترنت پرسرعت یا تجهیزات گران‌قیمت باشد، فراگیران ساکن مناطق روستایی و کم‌درآمد به‌طور نظام‌مند در موقعیت نامساعد قرار خواهند گرفت.

۳-۳. هدفمندی آموزشی

اثربخشی هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای اساساً به نحوه ادغام آن در فرایندهای آموزشی و یاددهی — یادگیری بستگی دارد. فناوری، هرچقدر هم پیشرفته و کارآمد باشد، اگر به‌درستی در فرایند یادگیری ادغام نشود، تأثیر چشمگیری بر نتایج آموزشی نخواهد داشت. در مقابل، حتی ابزارهای نسبتاً ساده هوش مصنوعی نیز زمانی که به‌طور هدفمند با شایستگی‌های حرفه‌ای موردنظر همسو شوند و توسط معلمان و مربیان آشنا با هوش مصنوعی پشتیبانی گردند، می‌توانند به بهبود معنادار یادگیری منجر شوند (یونسکو - یونووک، ۲۰۲۰؛ Deckker و Sumanasekara، ۲۰۲۵).

همسویی هوش مصنوعی با یادگیری مبتنی بر شایستگی

آموزش فنی و حرفه‌ای بر توسعه شایستگی‌های مشخص و قابل سنجشی استوار است که با استانداردهای حرفه‌ای و نیازهای صنعت انطباق دارند. همین ویژگی، چارچوبی روشن برای ارزیابی ابزارهای هوش مصنوعی فراهم می‌کند؛ به این معنا که هر کاربرد هوش مصنوعی باید بر اساس میزان سهم آن در تحقق یک شایستگی مشخص توجیه شود. اثربخشی این ابزارها نیز باید در نسبت با همان شایستگی سنجیده شود، نه بر پایه شاخص‌های فرعی مانند صرفه‌جویی در زمان یا میزان مشارکت فراگیران (Deckker و Sumanasekara، ۲۰۲۵).

ابزارهای هوش مصنوعی به‌خوبی با رویکرد یادگیری مبتنی بر شایستگی سازگارند، زیرا می‌توانند عملکرد فراگیران را به‌طور هم‌زمان در ابعاد مختلف پایش کنند، سطح دشواری و توالی فعالیت‌ها را متناسب با نیازهای فردی تنظیم نمایند و بازخوردی فوری و دقیق درباره عملکرد آنان ارائه دهند. برای مثال، سامانه‌های آموزشگر هوشمند می‌توانند پس از هر بار اجرای یک شبیه‌سازی جوشکاری، بازخوردی دقیق درباره نحوه اجرای کار در اختیار فراگیر قرار دهند. ارائه چنین بازخورد شخصی‌سازی‌شده‌ای برای یک مربی، به‌ویژه در کلاس‌های پرجمعیت، به‌سادگی امکان‌پذیر نیست (Strielkowski و همکاران، ۲۰۲۵؛ Kovalchuk و همکاران، ۲۰۲۵).

با این حال، شخصی‌سازی مبتنی بر هوش مصنوعی نباید جایگزین آموزش پیچیده و مبتنی بر قضاوت حرفه‌ای شود که ویژگی اصلی تدریس مؤثر در آموزش فنی و حرفه‌ای است. هوش مصنوعی می‌تواند سرعت و توالی ارائه محتوا را تنظیم کند، اما نمی‌تواند جایگزین مربی باتجربه‌ای شود که تشخیص می‌دهد مشکل فنی یک فراگیر ریشه در سوءبرداشت مفهومی او دارد، یا مربی‌ای که درمی‌یابد افت عملکرد فراگیر ناشی از شرایط شخصی و زندگی اوست. چنین اشکال پیچیده‌ای از قضاوت حرفه‌ای و شناخت همه‌جانبه فراگیران، همچنان ماهیتی انسانی دارند و قابل واگذاری کامل به سامانه‌های هوش مصنوعی نیستند (Hassan و همکاران، ۲۰۲۱).

پژوهش‌ها نشان می‌دهند که این مخاطرات صرفاً فرضی یا نظری نیستند. شواهد متعددی از بروز این مشکلات در سامانه‌های هوش مصنوعی به‌کارگرفته‌شده در محیط‌های آموزشی در کشورهای مختلف گزارش شده است (Berigel و همکاران، ۲۰۲۵). از این‌رو، مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای باید شناسایی و کاهش سوگیری را نه یک اقدام مقطعی، بلکه مسئولیتی عملیاتی و مستمر تلقی کنند.

ایجاد زیرساختی عادلانه برای هوش مصنوعی

نهادینه‌سازی عدالت در فرایند به‌کارگیری هوش مصنوعی مستلزم ایجاد تغییرات ساختاری در سطح مؤسسه است و تنها به انتخاب ابزارهای مناسب محدود نمی‌شود.

کاهش شکاف دیجیتال. پیش از استقرار ابزارهای هوش مصنوعی که به اینترنت پایدار یا تجهیزات نوین نیاز دارند، مؤسسات باید وضعیت واقعی دسترسی فراگیران به اینترنت و تجهیزات دیجیتال را ارزیابی کنند. در مواردی که شکاف‌های قابل توجهی وجود دارد، مؤسسات می‌توانند از طریق سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، استفاده از راهکارهای کم‌نیاز به پهنای باند یا طراحی نسخه‌های قابل استفاده به‌صورت برخط و برون‌خط، این نابرابری‌ها را کاهش دهند. سیاست‌های مؤسسه نیز باید دسترسی عادلانه به این امکانات را در تمامی پردیس‌ها، مراکز آموزشی و پایگاه‌های خدمات‌رسانی محلی تضمین کنند (Niwamanya و همکاران، ۲۰۲۵؛ Tonui و همکاران، ۲۰۲۵).

داده‌های آموزشی نماینده. ابزارهای هوش مصنوعی مورد استفاده در آموزش فنی و حرفه‌ای، به‌ویژه در حوزه‌های ارزشیابی و هدایت آموزشی - شغلی، باید بر پایه داده‌هایی آموزش ببینند که تنوع کامل جامعه فراگیران را بازنمایی کنند. مؤسساتی که از ابزارهای بیرونی استفاده می‌کنند، باید از عرضه‌کنندگان بخواهند اطلاعاتی درباره ترکیب جمعیتی داده‌های آموزشی و نتایج آزمون‌های سوگیری ارائه دهند. همچنین مؤسساتی که ابزارهای اختصاصی خود را توسعه می‌دهند، باید از همان مراحل اولیه، الزامات مربوط به تنوع داده‌ها را در پروتکل‌های گردآوری اطلاعات لحاظ کنند (Dhiman و همکاران، ۲۰۲۵). ارزیابی اثرات عدالت‌محور. پیش از به‌کارگیری هر سامانه هوش مصنوعی در فعالیت‌های حساس و اثرگذار، مانند پذیرش، ارزشیابی، مداخله زودهنگام یا هدایت شغلی، مؤسسه باید ارزیابی رسمی اثرات عدالت‌محور را انجام دهد. این ارزیابی باید احتمال ایجاد نتایج متفاوت برای گروه‌های مختلف جمعیتی را بررسی کرده و سازوکارهایی برای پایش مستمر پیامدها در طول زمان پیش‌بینی کند.

طراحی فراگیر. ابزارهای هوش مصنوعی باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که پاسخگوی نیازهای متنوع فراگیران، از جمله افراد دارای معلولیت، باشند. این امر مستلزم سازگاری با فناوری‌های کمکی، پشتیبانی از زبان‌های مختلف — از جمله زبان‌های محلی — و طراحی رابط‌های کاربری قابل‌دسترس برای افرادی با سطوح متفاوتی از سواد دیجیتال است (یونسکو، ۲۰۲۴).

هوش مصنوعی در ارزشیابی

ارزشیابی یکی از مهم‌ترین و درعین حال حساس‌ترین حوزه‌های کاربرد هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای است. ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند چرخه ارائه بازخورد را تسریع کنند، شکاف‌های یادگیری را پیش از آنکه به مشکلات جدی تبدیل شوند شناسایی نمایند و سوابقی دقیق از روند توسعه شایستگی‌های فراگیران در طول زمان ایجاد کنند. همچنین، نمره‌دهی خودکار به پاسخ‌های ساختاریافته می‌تولند بخشی از زمان معلمان را آزاد سازد تا توجه بیشتری به راهنمایی، مربیگری، مشاهده عملکرد و حمایت‌های کیفی اختصاص دهند؛ فعالیت‌هایی که هسته اصلی ارزشیابی در آموزش فنی و حرفه‌ای را تشکیل می‌دهند (Onyango و Kelonye، ۲۰۲۲؛ Onatere-Ubrurhe و Ubrurhe، ۲۰۲۵).

با این حال، تصمیم‌های ارزشیابی در آموزش فنی و حرفه‌ای پیامدهای مهمی برای فراگیران دارند و می‌توانند بر دریافت گواهی‌نامه‌ها، فرصت‌های اشتغال و حتی هویت حرفه‌ای آنان تأثیر بگذارند. از این رو، استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی باید با دقت، مسئولیت‌پذیری و نظارت کافی همراه باشد. در این زمینه، رعایت اصول زیر ضروری است: ابزارهای هوش مصنوعی می‌توانند از فرایند ارزشیابی پشتیبانی کنند، اما تمامی تصمیم‌های نهایی مربوط به نمره‌دهی و قضاوت آموزشی باید توسط معلم یا مربی واجد صلاحیت اتخاذ یا تأیید شوند. فرایند ارزشیابی مبتنی بر هوش مصنوعی باید شفاف و قابل تبیین باشد؛ به گونه‌ای که معلم بتواند منطق و دلایل نتیجه‌گیری سامانه را درک کرده و برای فراگیر توضیح دهد. فراگیران باید به سازوکاری روشن و منصفانه برای اعتراض و درخواست بازنگری در نتایج ارزشیابی‌هایی که هوش مصنوعی در آن‌ها نقش داشته است، دسترسی داشته باشند. ابزارهای ارزشیابی مبتنی بر هوش مصنوعی باید پیش از استقرار از نظر سوگیری احتمالی مورد آزمون قرار گیرند و پس از استقرار نیز نتایج آن‌ها در میان گروه‌های مختلف فراگیران به طور مستمر پایش شود.

نقش بازتعریف‌شده معلم و مربی آموزش فنی و حرفه‌ای

به کارگیری هوش مصنوعی نقش معلمان و مربیان آموزش فنی و حرفه‌ای را تغییر می‌دهد، اما از اهمیت آن نمی‌کاهد. در محیط‌های آموزشی تقویت‌شده با هوش مصنوعی، معلم از نقش سنتی انتقال‌دهنده اصلی اطلاعات فاصله می‌گیرد و به راهنما و تسهیل‌گر اصلی یادگیری در محیطی پیچیده‌تر و غنی‌تر تبدیل می‌شود. او داده‌ها و تحلیل‌های تولیدشده توسط هوش مصنوعی را درباره پیشرفت فراگیران تفسیر می‌کند، در موارد لازم نتایج سامانه را با اتکا به مشاهده و قضاوت حرفه‌ای خود به چالش می‌کشد، نحوه تعامل مؤثر فراگیران با ابزارهای هوش مصنوعی را هدایت می‌کند و تفکر انتقادی لازم برای استفاده مسئولانه از این فناوری را به آنان می‌آموزد (Brutzer و Schmitt، ۲۰۲۵).

این تحول مستلزم کسب شایستگی‌های جدیدی از سوی معلمان و مربیان است. آنان لزوماً نیازی ندارند که به متخصصان هوش مصنوعی تبدیل شوند، اما باید درک مناسبی از نحوه عملکرد ابزارهای هوش مصنوعی مورد استفاده در محیط آموزشی خود داشته باشند؛ بدانند این ابزارها بر چه فرض‌هایی استوارند، در چه شرایطی ممکن است دچار خطا شوند و چگونه

می‌توان خروجی‌های آن‌ها را به زبانی ساده و قابل فهم برای فراگیران توضیح داد. چارچوب شایستگی هوش مصنوعی برای معلمان یونسکو AI CFT) نیز الگویی نظام‌مند برای توسعه این شایستگی‌ها در سطوح مختلف آمادگی نهادی ارائه می‌کند (یونسکو، ۲۰۲۴).

۳-۴. شفافیت، پاسخ‌گویی و حفاظت از داده‌ها

دو اصل چهارم و پنجم، یعنی شفافیت و پاسخ‌گویی، ارتباطی تنگاتنگ و متقابل با یکدیگر دارند؛ از این رو در این بخش همراه با الزامات مربوط به حفاظت از داده‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند. شفافیت و پاسخ‌گویی از الزامات بنیادین هر مؤسسه‌ای هستند که از هوش مصنوعی در تصمیم‌ها و فرایندهایی استفاده می‌کند که بر مسیر آموزشی و حرفه‌ای فراگیران تأثیر می‌گذارند. بدون شفافیت، فراگیران و معلمان نمی‌توانند بدانند سامانه‌های هوش مصنوعی چگونه عمل می‌کنند یا چرا به نتایج خاصی رسیده‌اند. بدون پاسخ‌گویی نیز سازوکار مشخصی برای رسیدگی به خطاها، جبران خسارت‌ها یا اصلاح پیامدهای نامطلوب وجود نخواهد داشت. این دو اصل در کنار یکدیگر از سلامت و اعتبار تجربه یادگیری در آموزش فنی و حرفه‌ای محافظت می‌کنند و اعتماد فراگیران، کارفرمایان و جامعه را نسبت به استفاده از هوش مصنوعی حفظ می‌نمایند (Foltýnek و همکاران، ۲۰۲۳؛ Yu و Yu، ۲۰۲۳).

شفافیت در استفاده از هوش مصنوعی: اطلاع‌رسانی و قابلیت تبیین

شفافیت با اطلاع‌رسانی آغاز می‌شود. هر فراگیر در یک مؤسسه آموزش فنی و حرفه‌ای حق دارد بداند که چه زمانی از هوش مصنوعی در محیط یادگیری او استفاده می‌شود، این سامانه چه وظایفی را انجام می‌دهد و چگونه ممکن است بر تجربه آموزشی او تأثیر بگذارد. این حق شامل کاربردهای هوش مصنوعی در سامانه‌های مدیریت یادگیری، ارائه محتوای انطباقی، ارزشیابی، هدایت شغلی و حتی پایش حضور و غیاب نیز می‌شود (Chan، ۲۰۲۳؛ Huang، ۲۰۲۳). شفافیت همچنین مستلزم قابلیت تبیین است. هرگاه یک سامانه هوش مصنوعی توصیه‌ای ارائه دهد یا خروجی‌ای تولید کند که بر وضعیت آموزشی فراگیر اثر بگذارد، برای مثال نمره، تشخیص شکاف مهارتی یا پیشنهاد مسیر شغلی، باید بتوان این نتیجه را به شیوه‌ای توضیح داد که برای معلم و فراگیر قابل فهم، ارزیابی و نقد باشد. سامانه‌هایی که بدون ارائه توضیح روشن به نتایج می‌رسند و اصطلاحاً «جعبه سیاه» نامیده می‌شوند، برای استفاده در موقعیت‌های آموزشی حساس و سرنوشت‌ساز مناسب نیستند (Nguyen و همکاران، ۲۰۲۲؛ Weng و Fu، ۲۰۲۴).

حلقه‌های پاسخ‌گویی انسانی

پاسخ‌گویی در استفاده از هوش مصنوعی به این معناست که همواره یک فرد مشخص و واجد صلاحیت مسئولیت نهایی تصمیم‌هایی را که با کمک هوش مصنوعی اتخاذ می‌شوند بر عهده داشته باشد. این اصل، پیامدهای عملی مهمی برای مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای دارد.

نخست، هیچ سامانه هوش مصنوعی نباید به عنوان تنها تصمیم‌گیرنده در تصمیم‌های مهم آموزشی به کار گرفته شود. مسئولیت نهایی در تصمیم‌هایی مانند ارزشیابی، ارتقای تحصیلی، ارجاع فراگیران برای دریافت حمایت‌های تکمیلی و صدور گواهی‌نامه‌ها باید همواره بر عهده یک معلم،

مری یا مدیر آموزشی واجد صلاحیت باشد. هوش مصنوعی می‌تواند اطلاعات و تحلیل‌های لازم برای این تصمیم‌ها را فراهم کند و از فرایند تصمیم‌گیری پشتیبانی نماید، اما نباید به‌طور مستقل و بدون نظارت انسانی درباره آن‌ها تصمیم بگیرد (Foltýnek و همکاران، ۲۰۲۳؛ Santos و Radanliev، ۲۰۲۴).

دوم، مؤسسات باید سازوکارهای روشن ممیزی و پایش را ایجاد کنند. این امر مستلزم ثبت و نگهداری سوابق مربوط به نحوه استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی، خروجی‌های تولیدشده توسط آن‌ها و تصمیم‌های انسانی اتخاذشده بر مبنای این خروجی‌هاست. این سوابق باید به‌طور منظم بررسی شوند تا الگوهای نگران‌کننده شناسایی شوند. برای مثال، اگر معلمان به‌طور مکرر و در یک جهت مشخص نتایج ارائه‌شده توسط هوش مصنوعی را اصلاح یا رد کنند، ممکن است این موضوع نشان‌دهنده وجود نقص یا سوگیری نظام‌مند در تنظیمات و عملکرد سامانه باشد. سوم، مؤسسات باید مسیرهای روشن و در دسترس برای طرح اعتراض و درخواست بازبینی فراهم کنند.

فراگیران باید بتوانند در صورت نارضایتی از نتایج یا تصمیم‌هایی که هوش مصنوعی در آن‌ها نقش داشته است، نگرانی‌های خود را مطرح کرده و درخواست بررسی انسانی ارائه دهند. وجود این سازوکارها باید به‌صورت فعال و شفاف به تمامی فراگیران اطلاع‌رسانی شود و صرفاً در زمان بروز شکایت مورد توجه قرار نگیرد.

حفاظت از داده‌ها و حریم خصوصی

ابزارهای هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای حجم قابل توجهی از داده‌های حساس فراگیران را جمع‌آوری و پردازش می‌کنند. سوابق عملکرد آموزشی، الگوهای رفتاری، داده‌های زیست‌سنجی حاصل از شبیه‌سازی‌ها و اطلاعات شخصی فراگیران از جمله داده‌هایی هستند که ممکن است توسط این سامانه‌ها ثبت و تحلیل شوند. از این‌رو، حفاظت از این داده‌ها باید با بالاترین سطح دقت و حساسیت انجام گیرد (Sgantzos و همکاران، ۲۰۲۵).

مؤسسات آموزشی باید رویکرد «حفظ حریم خصوصی از طریق طراحی» را اتخاذ کنند. بر اساس این رویکرد، ملاحظات مربوط به حفاظت از داده‌ها از همان مراحل اولیه طراحی و استقرار سامانه‌های هوش مصنوعی در نظر گرفته می‌شود و به‌عنوان موضوعی الحاقی و ثانویه تلقی نمی‌شود. مهم‌ترین مؤلفه‌های این رویکرد عبارت‌اند از:

حداقل‌گرایی در گردآوری داده‌ها: تنها داده‌هایی جمع‌آوری شوند که برای تحقق هدف آموزشی موردنظر واقعاً ضروری هستند.

محدودیت در هدف استفاده: داده‌ها صرفاً برای همان هدفی مورد استفاده قرار گیرند که به‌منظور آن گردآوری شده‌اند و بدون رضایت صریح افراد برای اهداف دیگر به کار نروند.

رضایت آگاهانه: فراگیران (و در صورت لزوم، والدین یا سرپرستان آنان) باید رضایتی آگاهانه، مشخص و قابل بازپس‌گیری برای جمع‌آوری و استفاده از داده‌های خود ارائه کنند.

امنیت اطلاعات: تمامی داده‌های فراگیران باید با بهره‌گیری از تدابیر فنی مناسب، از جمله رمزنگاری و کنترل دسترسی، محافظت شوند.

محدودیت زمانی نگهداری: سیاست‌های روشنی درباره مدت نگهداری داده‌ها و زمان حذف آن‌ها تدوین و اجرا شود.

حداقل استاندارد مورد انتظار، رعایت قوانین و مقررات مربوط به حفاظت از داده‌ها در حوزه‌های قضایی مرتبط است؛ از جمله مقررات عمومی حفاظت از داده‌های اتحادیه اروپا (GDPR) برای مؤسساتی که در اتحادیه اروپا فعالیت می‌کنند یا با این منطقه تعامل دارند. همچنین مؤسساتی که در کشورهایی با مقررات محدودتر فعالیت می‌کنند، باید به‌عنوان یک تعهد نهادی، استانداردهای شناخته‌شده بین‌المللی را در زمینه حفاظت از داده‌ها به کار گیرند (Peñalvo و همکاران، ۲۰۲۴).

حکمرانی: کمیته اخلاق هوش مصنوعی

حکمرانی اثربخش هوش مصنوعی در آموزش و آموزش فنی و حرفه‌ای مستلزم ایجاد یک ساختار رسمی، چندرشته‌ای و نظارتی است. مؤسسات باید کمیته اخلاق هوش مصنوعی را با مسئولیت نظارت بر کل چرخه حیات سامانه‌های هوش مصنوعی، از مرحله تأمین تا بازنشتگی، تشکیل دهند. این کمیته باید شامل معلمان، کارکنان فنی، نمایندگان فراگیران و، در صورت امکان، یک متخصص اخلاق مستقل از خارج از مؤسسه باشد (Yu و Yu، ۲۰۲۳؛ Esposito و همکاران، ۲۰۲۵).

مسئولیت‌های این کمیته باید شامل بررسی تمامی پیشنهادهای خرید و تأمین سامانه‌های هوش مصنوعی بر اساس معیارهای اخلاقی، پایش مستمر عملکرد ابزارهای هوش مصنوعی مستقرشده، پاسخ‌گویی به دغدغه‌ها و نگرانی‌های مطرح‌شده از سوی فراگیران یا معلمان، و ارائه گزارش‌های سالانه به مدیران مؤسسه درباره وضعیت حکمرانی هوش مصنوعی باشد. این کمیته باید به‌صورت شفاف فعالیت کند و چارچوب وظایف، ضوابط اجرایی و نتایج جلسات آن در اختیار جامعه مؤسسه قرار گیرد.

۳-۵. ایمنی، پایداری و تاب‌آوری

فراتر از پنج اصل پیشین، حکمرانی مسئولانه هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای مستلزم آن است که مؤسسات ظرفیت‌های عملیاتی لازم را برای حفظ کیفیت و ایمنی در شرایطی که سامانه‌های هوش مصنوعی دچار خطا شوند، خروجی‌های پیش‌بینی‌نشده تولید کنند یا به‌نادرستی مورد استفاده قرار گیرند، ایجاد کنند. در این چارچوب، تاب‌آوری به توانایی یک مؤسسه در حفظ کیفیت، ایمنی و عدالت آموزشی در چنین شرایطی اشاره دارد. هرچه ابزارهای هوش مصنوعی بیشتر در فرایندهای آموزش فنی و حرفه‌ای، از پذیرش و مدیریت یادگیری گرفته تا ارزشیابی و هدایت شغلی، ادغام شوند، مخاطرات ناشی از خطا یا سوءاستفاده از آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. مؤسساتی که تاب‌آوری را در راهبرد هوش مصنوعی خود لحاظ نکرده باشند، در زمان بروز مشکلات با آسیب‌پذیری بیشتری مواجه خواهند شد (Nguyen و همکاران، ۲۰۲۲؛ Dhiman و همکاران، ۲۰۲۵).

شناخت مخاطرات

سامانه‌های هوش مصنوعی ممکن است به شیوه‌های مختلفی دچار خطا شوند یا پیامدهای نامطلوبی ایجاد کنند؛ از این‌رو، مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای باید این مخاطرات را از پیش شناسایی کرده و برای آن‌ها برنامه‌ریزی کنند.

نقص فنی: سامانه‌های هوش مصنوعی ممکن است دچار اختلال شوند، خروجی‌های نادرست تولید کنند یا به‌طور موقت از دسترس خارج شوند. از این‌رو، برای هر یک از کارکردهای حیاتی مؤسسه — از جمله ارزشیابی، برنامه‌ریزی آموزشی و پشتیبانی از فراگیران — باید مسیرهای جایگزین غیرمبتنی بر هوش مصنوعی نیز پیش‌بینی شود تا در صورت اختلال در سامانه‌ها، تداوم فعالیت‌ها تضمین گردد.

سوگیری‌های نوظهور: حتی سامانه‌هایی که در زمان استقرار عملکردی عادلانه دارند، ممکن است به مرور زمان و در اثر تغییر ویژگی‌های جمعیت فراگیران، استفاده در زمینه‌هایی خارج از داده‌های آموزشی اولیه یا دگرگونی الگوهای اجتماعی، دچار سوگیری شوند. این پدیده که گاه انحراف مدل (Model Drift) نامیده می‌شود، ضرورت پایش مستمر و بازبینی دوره‌ای سامانه‌های هوش مصنوعی را آشکار می‌سازد (Klimova و همکاران، ۲۰۲۳؛ Yu و Yu، ۲۰۲۳).

سوءاستفاده و دست‌کاری: فراگیران و کارکنان آموزشی ممکن است از ابزارهای هوش مصنوعی به شیوه‌هایی استفاده کنند که در طراحی اولیه آن‌ها پیش‌بینی نشده است. برای مثال، فراگیران ممکن است از هوش مصنوعی مولد برای انجام تکالیف ارزشیابی‌شونده بهره بگیرند یا با ارائه پاسخ‌های خاص، سامانه‌های یادگیری انطباقی را به نتایج مطلوب هدایت کنند، بدون آنکه یادگیری واقعی رخ داده باشد. همچنین برخی معلمان ممکن است بیش از حد به خروجی‌های هوش مصنوعی تکیه کنند و از کیفیت قضاوت حرفه‌ای خود بکاهند (Foltýnek و همکاران، ۲۰۲۳؛ یونسکو، ۲۰۲۳).

نقض امنیت و داده‌ها: سامانه‌های هوش مصنوعی که داده‌های حساس فراگیران را پردازش می‌کنند، هدف بالقوه دسترسی‌های غیرمجاز و حملات سایبری هستند. افشای اطلاعات عملکردی یا داده‌های شخصی فراگیران می‌تواند پیامدهای جدی برای افراد و اعتبار مؤسسه داشته باشد. از این‌رو، مؤسسات باید تدابیر امنیتی قوی را به کار گیرند و اطمینان حاصل کنند که ارائه‌دهندگان بیرونی خدمات هوش مصنوعی نیز استانداردهای مناسب امنیت اطلاعات را رعایت می‌کنند (Sgantzos و همکاران، ۲۰۲۵).

ایجاد ظرفیت سازگاری

مؤسسات تاب‌آور تنها برای شکست‌ها برنامه‌ریزی نمی‌کنند، بلکه توانایی شناسایی زود هنگام مشکلات و واکنش مؤثر به آن‌ها را نیز در خود توسعه می‌دهند. چند اقدام سازمانی می‌تواند این ظرفیت سازگاری را تقویت کند.

پایش مستمر و مراقبت الگوریتمی: (Algorithmic vigilance)

مؤسسات باید رویه‌هایی دائمی برای پایش عملکرد سامانه‌های هوش مصنوعی ایجاد کنند. این امر شامل رصد شاخص‌های عملکرد در میان گروه‌های مختلف فراگیران، بررسی میزان اصلاح یا رد خروجی‌های هوش مصنوعی توسط معلمان و ثبت نگرانی‌ها و گزارش‌های کارکنان و فراگیران است. مفهوم «مراقبت الگوریتمی» چارچوبی عملی برای ارزیابی منظم و نظام‌مند رفتار سامانه‌های هوش مصنوعی و شناسایی مشکلات نوظهور فراهم می‌کند.

سازوکارهای دریافت بازخورد ذی‌نفعان: مؤسسات تاب‌آور کلنال‌های مشخص و در دسترس را برای ثبت دغدغه‌ها و پیشنهادها می‌کنند.

فراگیران و شرکای صنعتی درباره ابزارهای هوش مصنوعی فراهم می‌کنند. این سازوکارها نباید صرفاً در اسناد سیاستی پنهان بمانند، بلکه باید به‌طور واقعی قابل استفاده باشند و به اقدام‌های مشخص منجر شوند. بازخوردهای دریافت‌شده باید به‌عنوان بخشی از دانش سازمانی در فرایند حکمرانی هوش مصنوعی مورد استفاده قرار گیرند.

حفظ توانمندی‌های انسانی: یکی از مهم‌ترین مخاطرات ادغام عمیق هوش مصنوعی، تضعیف تدریجی توانایی‌هایی است که این فناوری قرار است از آن‌ها پشتیبانی کند. اگر معلمان چنان به ارزشیابی مبتنی بر هوش مصنوعی وابسته شوند که توانایی ارزیابی مستقل را از دست بدهند، مؤسسه به یک مسیر فناورانه واحد وابسته خواهد شد. بنابراین، مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای باید به‌طور آگاهانه مهارت‌ها و قابلیت‌های انسانی زیربنای کارکردهای اصلی خود را حفظ و تقویت کنند تا هوش مصنوعی مکمل تخصص حرفه‌ای باشد، نه جایگزین آن.

مستندسازی و ردپای حسابرسی: هر تصمیمی که در آن هوش مصنوعی نقشی ایفا کرده است باید مستند شود؛ به‌گونه‌ای که مشخص باشد سامانه چه پیشنهادی ارائه کرده و تصمیم‌گیرنده انسانی چه تصمیمی اتخاذ کرده است. این سوابق علاوه بر تقویت پاسخ‌گویی، امکان یادگیری از خطاها، رسیدگی به اعتراض‌ها و ارزیابی عملکرد سامانه‌های هوش مصنوعی در طول زمان را فراهم می‌کنند.

پایداری و حکمرانی بلندمدت

تاب‌آوری تنها به مدیریت مخاطرات کوتاه‌مدت محدود نمی‌شود، بلکه بعدی بلندمدت نیز دارد. چارچوب‌های حکمرانی هوش مصنوعی باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که فراتر از دوره‌های مدیریتی، تغییرات فناورانه و موج‌های اولیه اشتیاق به فناوری دوام بیاورند. تحقق این هدف مستلزم آن است که اصول اخلاقی و مسئولانه استفاده از هوش مصنوعی در فرهنگ سازمانی نهادینه شوند و صرفاً به تعهد افراد یا گروه‌های خاص وابسته نباشند.

در فرهنگ‌های سازمانی مبتنی بر تعامل انتقادی، معلمان به‌طور مستمر خروجی‌های هوش مصنوعی را مورد پرسش قرار می‌دهند، فراگیران برای ارزیابی و نقد ابزارهای مورد استفاده خود تشویق می‌شوند و کمیته‌های حکمرانی عملکرد سامانه‌ها را به‌طور جدی بررسی می‌کنند. چنین مؤسساتی نسبت به سازمان‌هایی که فناوری را بدون تأمل و نقد می‌پذیرند، از تاب‌آوری بیشتری برخوردارند. ایجاد این فرهنگ انتقادی وظیفه‌ای مدیریتی است و به سرمایه‌گذاری مستمر در توسعه حرفه‌ای، ارتباطات شفاف و پاسخ‌گویی سازمانی نیاز دارد (Tubella و همکاران، ۲۰۲۳؛ Khan و همکاران، ۲۰۲۵).

مؤسسات همچنین باید پیامدهای زیست‌محیطی سرمایه‌گذاری‌های خود در حوزه هوش مصنوعی را مدنظر قرار دهند. سامانه‌های بزرگ مقیاس هوش مصنوعی می‌توانند مصرف انرژی قابل توجهی داشته باشند. بنابراین، مؤسساتی که به اهداف توسعه پایدار متعهد هستند، باید آثار زیست‌محیطی فناوری‌های هوش مصنوعی را نیز در تصمیم‌های مربوط به تأمین، استقرار و بهره‌برداری از این فناوری لحاظ کنند.

۳-۶- تعامل انتقادی با هوش مصنوعی

تبدیل پنج اصل پیش‌گفته به رویه‌هایی پایدار در سطح مؤسسه، در نهایت به شکل‌گیری فرهنگ تعامل انتقادی با هوش مصنوعی بستگی دارد. تعامل انتقادی با هوش مصنوعی فراتر از استفاده مسئولانه از ابزارهای هوش مصنوعی است؛ این رویکرد مستلزم ایجاد توانایی پرسشگری و ارزیابی سامانه‌های هوش مصنوعی در سراسر مؤسسه، از سوی معلمان و فراگیران، است. پرسش‌هایی از این دست اهمیت می‌یابند: چه کسانی این سامانه‌ها را طراحی کرده‌اند؟ با چه هدفی؟ بر پایه چه داده‌هایی؟ و با چه فرض‌هایی؟ چنین سطحی از تعامل، هوش مصنوعی را از یک «جعبه سیاه» که صرفاً خروجی تولید می‌کند، به سامانه‌ای تبدیل می‌کند که می‌توان آن را فهمید، ارزیابی کرد و در قبال عملکردش پاسخ‌گو دانست (Tubella و همکاران، ۲۰۲۳؛ Okada و همکاران، ۲۰۲۵).

در آموزش فنی و حرفه‌ای، تعامل انتقادی با هوش مصنوعی اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا دانش‌آموختگان این حوزه در زندگی حرفه‌ای خود با کاربردهای گسترده هوش مصنوعی مواجه خواهند شد؛ کاربردهایی که کیفیت و عدالت آن‌ها می‌تواند بر فرصت‌های شغلی، ایمنی و توسعه حرفه‌ای آنان تأثیر بگذارد. از این‌رو، آماده‌سازی فراگیران برای کار آگاهانه، انتقادی و همراه با اعتمادبه‌نفس در کنار سامانه‌های هوش مصنوعی، نه تنها یک هدف آموزشی، بلکه ضرورتی برای آمادگی ورود به بازار کار به شمار می‌رود (یونسکو - یونووک، ۲۰۲۱؛ Pratt و Sun، ۲۰۲۴).

تعامل انتقادی در آموزش فنی و حرفه‌ای چگونه نمود می‌یابد؟

تعامل انتقادی مستلزم سرمایه‌گذاری مستمر در سواد هوش مصنوعی است؛ یعنی مجموعه دانش‌ها و مهارت‌هایی که به افراد کمک می‌کند درک کنند هوش مصنوعی چگونه عمل می‌کند، در چه زمینه‌هایی موفق است و در چه مواردی با محدودیت یا خطا مواجه می‌شود. چارچوب شایستگی هوش مصنوعی یونسکو برای معلمان (۲۰۲۴) الگوی مناسبی برای برنامه‌ریزی در این زمینه فراهم می‌کند. این چارچوب پنج حوزه شایستگی را دربرمی‌گیرد؛ از سواد پایه هوش مصنوعی و استدلال اخلاقی گرفته تا بهره‌گیری از هوش مصنوعی در طراحی برنامه درسی، توسعه حرفه‌ای و مشارکت حرفه‌ای (یونسکو، ۲۰۲۴). مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای می‌توانند از این چارچوب برای ارزیابی توانمندی‌های موجود کارکنان و طراحی مسیرهای یادگیری هدفمند استفاده کنند.

در مورد فراگیران نیز سواد هوش مصنوعی نباید به یک واحد درسی مستقل در حوزه مهارت‌های دیجیتال محدود شود، بلکه باید در سراسر برنامه‌های آموزشی و حرفه‌ای ادغام گردد. برای مثال، در برنامه‌های آموزشی مرتبط با ساختمان، می‌توان کاربردهای هوش مصنوعی در مدیریت کارگاه‌ها و پایش ایمنی را بررسی و محدودیت‌های آن را تحلیل کرد. در برنامه‌های حوزه سلامت نیز می‌توان به ارزیابی شواهد مربوط به ابزارهای تشخیص مبتنی بر هوش مصنوعی و شناخت مقررات حاکم بر استفاده از آن‌ها پرداخت. در همه این موارد، هدف آن است که فراگیران به افرادی آگاه، نقاد و توانمند برای فعالیت در محیط‌های کاری مبتنی بر هوش مصنوعی تبدیل شوند.

نهادینه‌سازی تعامل انتقادی در برنامه درسی و حکمرانی

ادغام تفکر انتقادی درباره هوش مصنوعی در برنامه‌های درسی مستلزم آن است که معلمان و مربیان آموزش فنی و حرفه‌ای از آمادگی لازم برخوردار

باشند. برنامه‌های توسعه حرفه‌ای نباید صرفاً بر آموزش نحوه استفاده از ابزارهای خاص متمرکز شوند؛ بلکه باید توانایی معلمان را در ارزیابی انتقادی ادعاهای مطرح‌شده درباره هوش مصنوعی، شناسایی منابع احتمالی خطا یا سوگیری و هدایت فراگیران در انجام چنین ارزیابی‌هایی تقویت کنند (Esposito و همکاران، ۲۰۲۵).

در سطح حکمرانی نیز تعامل انتقادی به معنای ایجاد فرهنگی است که در آن پذیرش فناوری همواره با پرسشگری همراه باشد. هنگامی که یک ارائه‌دهنده فناوری، ابزار هوش مصنوعی خود را به‌عنوان راه‌حل یک مسئله نهاده‌ی معرفی می‌کند، واکنش مؤسسه باید مبتنی بر بررسی نظام‌مند باشد: چه شواهدی از اثربخشی این ابزار وجود دارد؟ برای آموزش آن از چه داده‌هایی استفاده شده است؟ چه آزمون‌هایی برای شناسایی سوگیری انجام شده است؟ در صورت بروز خطا، سازوکار رسیدگی به اعتراض‌ها چیست؟ داده‌های فراگیران چگونه مدیریت می‌شوند؟ چنین پرسش‌هایی باید به بخشی ثابت از فرایندهای تأمین و استقرار فناوری تبدیل شوند و در شرح وظایف کمیته اخلاق هوش مصنوعی جای گیرند (Foltýnek و همکاران، ۲۰۲۳).

گفت‌وگوی چندذی‌نفعی نیز در این زمینه اهمیت اساسی دارد. تصمیم‌گیری درباره پذیرش هوش مصنوعی صرفاً یک موضوع فنی نیست، بلکه با ارزش‌ها، اولویت‌ها و روابط قدرت نیز ارتباط دارد. مشارکت دادن فراگیران، معلمان، شرکای صنعتی و نمایندگان جامعه در فرایندهای حکمرانی هوش مصنوعی موجب می‌شود تصمیم‌ها بازتاب‌دهنده دیدگاه‌ها و نیازهای متنوع‌تری باشند (Esposito و همکاران، ۲۰۲۵).

توسعه نگاه بازار کارمحور

برای مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای، تعامل انتقادی با هوش مصنوعی باید شامل تحلیل واقع‌بینانه تأثیر این فناوری بر بازار کاری نیز باشد که دانش‌آموختگان وارد آن خواهند شد. هوش مصنوعی برخی وظایف را خودکار می‌کند، نقش‌های شغلی جدیدی پدید می‌آورد و ماهیت کار را در بسیاری از حوزه‌های حرفه‌ای دگرگون می‌سازد. از این‌رو، مؤسسات مسئولیت دارند این تحولات را به‌دقت رصد کنند و برنامه‌های آموزشی خود را بر اساس نیازهای بازار کار در حال تغییر طراحی نمایند، نه بر مبنای شرایط گذشته (یونسکو - یونووک، ۲۰۲۱).

این تحلیل باید در تعامل مستمر با شرکای صنعتی انجام شود، زیرا کارفرمایان و فعالان صنعت بیش از دیگران از تغییرات ناشی از هوش مصنوعی در حرفه‌ها و مشاغل آگاهی دارند. مؤسسات باید این اطلاعات را در فرایندهای بازنگری برنامه‌های درسی به کار گیرند تا اطمینان حاصل شود که نتایج یادگیری، معیارهای ارزشیابی و فعالیت‌های عملی آموزشی، بازتاب‌دهنده واقعیت‌های نوظهور محیط‌های کاری مبتنی بر هوش مصنوعی هستند (Mohamad و همکاران، ۲۰۲۴).

فصل ۴. ایجاد زیست‌بوم آماده برای هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای

اصول اخلاقی و چارچوب‌های آموزشی مطرح‌شده در فصل سوم تنها زمانی می‌توانند به‌طور مؤثر تحقق یابند که در بستری از یک زیست‌بوم حمایتی و توانمند قرار گیرند. در آموزش فنی و حرفه‌ای، یادگیری صرفاً در محیط مؤسسه آموزشی رخ نمی‌دهد، بلکه در میان محیط‌های کاری، صنایع، نظام‌های صلاحیت حرفه‌ای و سازوکارهای بازار کار توزیع شده است. فراگیران میان آموزش نهادی و یادگیری مبتنی بر کار در رفت‌وآمد هستند؛ استانداردهای شغلی توسط نهادهای حرفه‌ای و صنعتی تدوین می‌شوند و از طریق چارچوب‌های صلاحیت حرفه‌ای اعتبار می‌یابند؛ و نتایج اشتغال نیز به شرایط بازار کاری وابسته است که هیچ مؤسسه‌ای به‌تنهایی قادر به شکل‌دهی آن نیست.

از این‌رو، زیست‌بوم آماده برای هوش مصنوعی صرفاً زیست‌بومی نیست که به ابزارهای هوش مصنوعی مجهز شده باشد؛ بلکه زیست‌بومی است که در آن شبکه‌های مشارکتی، زیرساخت‌های پشتیبان و ظرفیت‌های مشترک در تمامی عرصه‌های یادگیری و حکمرانی به‌گونه‌ای هماهنگ شده‌اند که امکان ادغام مسئولانه، اثربخش و پایدار هوش مصنوعی را در طول زمان فراهم سازند.

ایجاد چنین زیست‌بومی فرایندی بلندمدت و چندساله است که فراتر از توان و مسئولیت یک مؤسسه واحد قرار دارد. این فرایند مستلزم هماهنگی میان حوزه‌های مدیریتی، آموزشی، اداری و فنی است و همچنین به تعامل مستمر با شرکای بیرونی، از جمله صنعت، مراجع صلاحیت حرفه‌ای، نهادهای دولتی، سازمان‌های اجتماعی و شبکه‌های بین‌المللی نظیر یونسکو — یونووک نیاز دارد. در این فصل، چهار بعد اصلی یک زیست‌بوم آماده برای هوش مصنوعی معرفی شده و برای مؤسسه‌ای که در سطوح مختلف آمادگی قرار دارند، راهنمایی‌های عملی ارائه می‌شود.

ابعاد چهارگانه زیست‌بوم آماده برای هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای

۱. نقش‌ذی‌نفعان و مشارکت‌ها: از آنجا که زیست‌بوم آموزش فنی و حرفه‌ای آماده برای هوش مصنوعی بسیار فراتر از مرزهای یک مؤسسه آموزشی گسترش می‌یابد، توسعه آن مستلزم تعامل سازمان‌یافته میان طیف گسترده‌ای از ذی‌نفعان است. فراگیران، معلمان، کارفرمایان، مراجع صلاحیت حرفه‌ای، نهادهای دولتی و شرکای بین‌المللی، هر یک نقشی متمایز در چگونگی ادغام هوش مصنوعی ایجاد این مشارکت‌ها یک انتخاب اختیاری نیست؛ زیرا در غیاب حکمرانی چندذی‌نفعی، به‌کارگیری هوش مصنوعی معمولاً به‌صورت پراکنده، نامتوازن و ناعادلانه پیش می‌رود. در چنین شرایطی، برخی مؤسسات برخوردار از منابع کافی به‌سرعت پیشرفت می‌کنند، در حالی که دیگران از این روند باز می‌مانند و هیچ استاندارد مشترکی برای هدایت و نظارت بر این تحولات وجود نخواهد داشت (Joseph و همکاران، ۲۰۲۵؛ Rabi و همکاران، ۲۰۲۵).

۲. مشارکت با صنعت: صنعت در زیست‌بوم آموزش فنی و حرفه‌ای مبتنی بر هوش مصنوعی چند نقش هم‌زمان بر عهده دارد. از یک سو،

کارفرمایان متقاضی فارغ‌التحصیلانی هستند که از سواد و شایستگی‌های مرتبط با هوش مصنوعی برخوردار باشند. از سوی دیگر، آنان منبع اصلی دانش و تجربه درباره کاربردهای واقعی هوش مصنوعی در محیط‌های کاری محسوب می‌شوند. علاوه بر این، صنعت می‌تواند در طراحی محیط‌های یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی مشارکت کند و به‌عنوان شریک مالی یا تأمین‌کننده منابع و تجهیزات نیز ایفای نقش نماید.

بدون دریافت بازخورد مستمر از کارفرمایان درباره تأثیر هوش مصنوعی بر مشاغل و حرفه‌ها، این خطر وجود دارد که مؤسسات آموزشی فراگیران را برای محیط‌های کاری‌ای آماده کنند که دیگر وجود خارجی ندارند. همکاری ساختاریافته با صنعت، اطلاعات به‌روز و مبتنی بر واقعیت را در اختیار مؤسسات قرار می‌دهد تا برنامه‌های درسی خود را به‌روز نگه دارند و شکاف میان آموزش و نیازهای واقعی محیط کار را کاهش دهند (Rajamanickam و همکاران، ۲۰۲۴؛ Niwamanya و همکاران، ۲۰۲۵).

۳. زیرساخت‌های توانمندساز هوش مصنوعی: ادغام موفق هوش مصنوعی به مجموعه‌ای از زیرساخت‌ها و شرایط پشتیبان وابسته است. این زیرساخت‌ها شامل دسترسی پایدار به اینترنت، تجهیزات و دستگاه‌های مناسب، خدمات رایانش ابری، سامانه‌های ذخیره‌سازی و پردازش داده و ظرفیت‌های فنی لازم برای نگهداری و پشتیبانی از فناوری‌ها می‌شود.

برای بسیاری از مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای، به‌ویژه مراکزی که در مناطق روستایی یا جوامع کم‌برخوردار فعالیت می‌کنند، کمبود زیرساخت مهم‌ترین مانع در مسیر بهره‌گیری عادلانه از هوش مصنوعی به شمار می‌رود. از این‌رو، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها باید با رویکرد عدالت‌محور انجام شود و علاوه بر رفع نیازهای فعلی، مسیر بلندمدت توسعه و گسترش کاربردهای هوش مصنوعی در محیط‌های آموزشی و بازار کار آینده را نیز مدنظر قرار دهد (Olafare و همکاران، ۲۰۲۵).

شکل ۲. ابعاد چهارگانه زیست‌بوم آموزش فنی و حرفه‌ای آماده برای هوش مصنوعی



بهره‌گیری از ظرفیت‌های موجود

ادغام هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای باید به‌عنوان یک فرایند نظام‌مند و چندساله تلقی شود، نه صرفاً خرید و استقرار یک فناوری جدید. بسیاری از مؤسسات طی سال‌ها در سامانه‌های مدیریت یادگیری، آزمایشگاه‌های دیجیتال، محیط‌های شبیه‌سازی و چارچوب‌های برنامه درسی سرمایه‌گذاری کرده‌اند و این دارایی‌ها حاصل تجربه‌های آموزشی ارزشمند و هزینه‌های قابل توجه هستند. راهبردهای ادغام هوش مصنوعی باید بررسی کنند که چگونه ابزارهای جدید می‌توانند بر این ظرفیت‌های موجود تکیه کنند و به‌صورت تدریجی و پایدار توسعه یابند، نه اینکه جایگزین سازوکارهای اثربخش موجود شوند. توسعه ظرفیت نیز باید فرایندی مستمر، سازمان‌یافته و متناسب با نیازهای گروه‌های مختلف باشد؛ به‌گونه‌ای که کارکنان و مؤسسات را از سطح فعلی آمادگی آن‌ها به سطح موردنیاز سواد و شایستگی هوش مصنوعی هدایت کند.

۱-۴. نقش‌ها و مشارکت‌های ذی‌نفعان

هیچ مؤسسه آموزشی فنی و حرفه‌ای به‌تنهایی قادر به ایجاد یک زیست‌بوم آماده برای هوش مصنوعی نیست. دانش، منابع و مشروعیت لازم برای ادغام موفق این فناوری در بخش‌های مختلف پراکنده است و پیامدهای آن نیز فراتر از محیط مؤسسه، جامعه و بازار کار را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از این رو، حکمرانی اثربخش هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای ماهیتی مشارکتی دارد و مستلزم تعامل سازمان‌یافته با مجموعه‌ای از ذی‌نفعان داخلی و خارجی است.

شناسایی ذی‌نفعان اصلی

فراگیران مهم‌ترین ذی‌نفعان هر ابتکار فناورانه آموزشی هستند. تجربه‌ها، نیازها و دغدغه‌های آنان باید در مرکز تصمیم‌گیری‌های مرتبط با طراحی و حکمرانی هوش مصنوعی قرار گیرد. نمایندگان فراگیران باید در کمیته‌های اخلاق هوش مصنوعی، کارگاه‌های هم‌طراحی و فرایندهای بازنگری برنامه‌های درسی مشارکت داشته باشند و بازخوردهای آنان به‌صورت واقعی مورد توجه قرار گیرد.

معلمان و مربیان بازیگرانی هستند که بیشترین مسئولیت را در تضمین کیفیت یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی بر عهده دارند. تخصص حرفه‌ای آنان برای ارزیابی تناسب آموزشی ابزارهای هوش مصنوعی، تفسیر نتایج این ابزارها در بافت واقعی یادگیری و صیانت از منافع فراگیران ضروری است. انجمن‌های حرفه‌ای معلمان و مربیان نیز باید در تدوین سیاست‌های ملی و نهادی مرتبط با هوش مصنوعی مشارکت داده شوند.

مدیران و رهبران مؤسسات چشم‌انداز، منابع و سازوکارهای حکمرانی لازم برای استقرار هوش مصنوعی را فراهم می‌کنند. مدیرانی که از سواد هوش مصنوعی کافی برخوردار نیستند، ممکن است ناخواسته مؤسسه را در معرض مخاطرات اخلاقی،

حقوقی یا اعتباری قرار دهند. بنابراین، برنامه‌های توسعه رهبری باید حکمرانی هوش مصنوعی را به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی خود دربرگیرند.

شرکای صنعتی شامل کارفرمایان، انجمن‌های صنعتی و نهادهای حرفه‌ای، استانداردهای شایستگی مورد نیاز بازار کار و همچنین ابزارهای هوش مصنوعی مورد استفاده در محیط‌های کاری را تعیین می‌کنند. مشارکت آنان در طراحی برنامه‌های درسی تضمین می‌کند که ادغام هوش مصنوعی در خدمت نیازهای واقعی بازار کار باشد، نه صرفاً آرمان‌های فناورانه.

نهادهای دولتی و تنظیم‌گر چارچوب‌های قانونی و سیاستی حاکم بر فعالیت مؤسسات را تعیین می‌کنند. این نهادها الزامات حفاظت از داده‌ها، تأمین مالی زیرساخت‌ها و چارچوب‌های ملی صلاحیت حرفه‌ای را مشخص می‌سازند. از این رو، مؤسسات باید در فرایندهای سیاست‌گذاری ملی مرتبط با هوش مصنوعی در آموزش مشارکت فعال داشته باشند تا دیدگاه‌های بخش آموزش فنی و حرفه‌ای نیز منعکس شود.

سازمان‌های بین‌المللی از جمله یونسکو و یونسکو-یونووک، چارچوب‌های جهانی، شواهد پژوهشی و شبکه‌های یادگیری هم‌تا را در اختیار مؤسسات قرار می‌دهند. مشارکت در این شبکه‌ها به‌ویژه برای مؤسسات واقع در محیط‌های کم‌منبع که از ظرفیت تخصصی محدودی برخوردارند، ارزش فراوانی دارد.

سازوکارهای ایجاد مشارکت مؤثر

مشارکت‌های اثربخش صرفاً بر حسن نیت استوار نیستند؛ بلکه نیازمند ساختارهای مشخصی هستند که نقش‌ها، مسئولیت‌ها، اختیارات تصمیم‌گیری و سازوکارهای پاسخ‌گویی را تعریف کنند. برخی از مهم‌ترین این سازوکارها عبارت‌اند از:

کمیته‌های اخلاق هوش مصنوعی در سطح مؤسسه که در بخش ۳-۴ معرفی شدند، هسته اصلی حکمرانی داخلی هوش مصنوعی را تشکیل می‌دهند. این کمیته‌ها باید علاوه بر اعضای داخلی، شامل اعضای بیرونی مانند نمایندگان صنعت و متخصصان مستقل نیز باشند تا تصمیم‌های مؤسسه از منظرهای مختلف مورد ارزیابی قرار گیرد.

گروه‌های مشترک توسعه برنامه درسی نیز با مشارکت معلمان و نمایندگان صنعت تشکیل می‌شوند تا محتوای آموزشی را متناسب با تغییرات ناشی از هوش مصنوعی در استانداردهای شغلی بازبینی و به‌روزرسانی کنند. این گروه‌ها باید به‌صورت منظم، دست‌کم سالی یک‌بار، تشکیل جلسه دهند و اختیار رسمی برای ارائه پیشنهادهای اصلاحی به مدیریت مؤسسه داشته باشند.

شبکه‌های منطقه‌ای آموزش فنی و حرفه‌ای این امکان را برای مؤسسات فراهم می‌کنند که تجربه‌های خود را به اشتراک بگذارند، منابع مورد نیاز برای توسعه حرفه‌ای را تجمیع کنند و استانداردهای مشترکی برای حکمرانی هوش مصنوعی تدوین نمایند. یونسکو - یونووک از چنین شبکه‌هایی در سطح جهانی حمایت می‌کند. از این رو، مؤسسات باید به‌طور فعال در شبکه‌های مرتبط با منطقه جغرافیایی و حوزه‌های حرفه‌ای خود مشارکت داشته باشند.

مشارکت‌های پژوهشی با مؤسسات آموزش عالی نیز می‌تواند دسترسی مراکز آموزش فنی و حرفه‌ای را به تخصص‌هایی همچون اخلاق هوش مصنوعی، تحلیل داده‌های یادگیری و فناوری‌های آموزشی فراهم کنند؛ تخصص‌هایی که ممکن است در داخل مؤسسه وجود نداشته باشند. افزون بر این، چنین همکاری‌هایی می‌توانند شواهدی درباره اثربخشی کاربردهای مختلف هوش مصنوعی تولید کنند و بدین ترتیب کیفیت تصمیم‌گیری‌های نهادی را ارتقا دهند.

پاسخ‌گویی چندسویه

یکی از اصول اساسی مشارکت در آموزش فنی و حرفه‌ای آن است که پاسخ‌گویی باید در جهات مختلف جریان داشته باشد. شرکای صنعتی که در طراحی برنامه‌های درسی مشارکت می‌کنند، باید در قبال صحت اطلاعات و تحلیل‌های ارائه‌شده درباره بازار کار نیز پاسخ‌گو باشند. نهادهای دولتی که راهبردهای ملی هوش مصنوعی در آموزش را تدوین می‌کنند، باید مسئولیت اطمینان از عادلانه بودن این سیاست‌ها و عدم ایجاد تبعیض نظام‌مند علیه برخی مؤسسات یا جوامع را بر عهده بگیرند. همچنین سازمان‌های بین‌المللی باید اطمینان حاصل کنند که چارچوب‌های جهانی تدوین‌شده از سوی آنان برای مؤسسات فعال در زمینه‌های ملی و منطقه‌ای گوناگون، مرتبط، قابل‌استفاده و دسترس‌پذیر باشد (Kosaka و Cai، ۲۰۲۴؛ یونسکو - یونووک، ۲۰۲۴).

مؤسسات آموزشی باید انتظارات مربوط به پاسخ‌گویی را در تمامی توافق‌نامه‌های مشارکتی خود لحاظ کنند. این توافق‌نامه‌ها باید به‌طور شفاف موضوعاتی همچون حکمرانی داده‌ها، مالکیت فکری و سازوکارهای حل اختلاف را مشخص سازند. مشارکت‌هایی که فاقد چنین تمهیداتی باشند، مؤسسه را در معرض مخاطرات مختلف قرار داده و اعتماد لازم برای همکاری‌های بلندمدت را تضعیف می‌کنند.

۲-۴. تعامل با صنعت

رابطه میان مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای و صنعت، مهم‌ترین ویژگی متمایزکننده آموزش‌های حرفه‌ای است. هدف اصلی آموزش فنی و حرفه‌ای، آماده‌سازی فراگیران برای ورود به دنیای کار است و معیارهای این آمادگی توسط کارفرمایان، نهادهای حرفه‌ای و انجمن‌های صنعتی تعیین می‌شود. در زمینه ادغام هوش مصنوعی، این رابطه ابعاد تازه‌ای پیدا می‌کند؛ زیرا صنعت به‌طور هم‌زمان مصرف‌کننده فارغ‌التحصیلان دارای سواد هوش مصنوعی، ارائه‌دهنده دانش تخصصی درباره کاربردهای هوش مصنوعی در محیط کار، شریک طراحی محیط‌های یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی و نیز شریک بالقوه در تأمین منابع و سرمایه‌گذاری محسوب می‌شود.

ضرورت همکاری ساختاریافته با صنعت

تعامل با صنعت، زیربنای ادغام موفق هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای است. بدون دریافت مستمر اطلاعات از کارفرمایان درباره نحوه دگرگونی مشاغل و حرفه‌ها در اثر هوش مصنوعی، مؤسسات آموزشی با این خطر مواجه خواهند شد که فراگیران را برای محیط‌های کاری‌ای آماده کنند که دیگر وجود ندارند. مهارت‌هایی که پنج سال پیش برای یک حرفه ضروری محسوب می‌شدند، ممکن است امروز تا حدی خودکار شده باشند و شایستگی‌هایی که اکنون بیشترین اهمیت را برای کارفرمایان دارند، هنوز در برنامه‌های درسی تدوین‌شده در سال‌های گذشته منعکس نشده باشند.

همکاری ساختاریافته با صنعت، اطلاعات به‌روز و لحظه‌ای مورد نیاز برای حفظ ارتباط برنامه‌های درسی با نیازهای بازار کار را در اختیار مؤسسات قرار می‌دهد. همچنین این همکاری امکان دسترسی فراگیران به ابزارهای هوش مصنوعی و محیط‌های کاری واقعی را فراهم می‌سازد؛ محیط‌هایی که آنان در آینده مهارت‌های خود را در آن‌ها به کار خواهند گرفت. بسیاری از مؤسسات به‌تنهایی قادر به فراهم کردن چنین امکاناتی نیستند. سرمایه‌گذاری مشترک در آزمایشگاه‌های دیجیتال، سکوها شبیه‌سازی و محیط‌های ارزشیابی مبتنی بر هوش مصنوعی این امکان را فراهم می‌کند که تجربه‌های یادگیری تا حد زیادی با واقعیت‌های محیط کار منطبق شوند. پژوهش‌ها به‌طور مستمر نشان داده‌اند که فراگیرانی که تجربه یادگیری در محیط‌های صنعتی، از جمله کار با ابزارهای هوش مصنوعی در محیط‌های واقعی یا شبیه‌سازی‌شده، را کسب می‌کنند، از نتایج اشتغال بهتری برخوردار می‌شوند. این یافته‌ها دلیل محکمی برای اولویت دادن به مشارکت با صنعت در راهبردهای ادغام هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای فراهم می‌آورد.

اشکال مختلف تعامل با صنعت

تعامل صنعت با آموزش فنی و حرفه‌ای در زمینه هوش مصنوعی می‌تواند اشکال متنوعی داشته باشد که هر یک سهم متفاوتی در توسعه ظرفیت‌های نهادی ایفا می‌کنند.

طراحی مشترک برنامه‌های درسی: متخصصان صنعت با ارائه دانش و تجربه عملی به مؤسسات کمک می‌کنند تا اطمینان یابند برنامه‌های درسی آن‌ها بازتاب‌دهنده کاربردهای کنونی و نوظهور هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف شغلی است. این مشارکت می‌تواند شامل بازنگری در پیامدهای یادگیری، مشارکت در طراحی معیارهای ارزشیابی یا تهیه مطالعات موردی و سناریوهای تخصصی برای استفاده در محیط‌های یادگیری مبتنی بر شبیه‌سازی باشد. این نوع همکاری زمانی بیشترین اثربخشی را دارد که به‌صورت ساختاریافته و مستمر انجام شود، نه در قالب مشورت‌های مقطعی و پراکنده.

مشارکت در کارآموزی و یادگیری مبتنی بر محیط کار: الگوهای کارآموزی تقویت‌شده با هوش مصنوعی به فراگیران امکان می‌دهند شایستگی‌های خود را در محیط‌های واقعی کار توسعه دهند، در حالی که ابزارهای هوش مصنوعی از مستندسازی و ارزشیابی پیشرفت آنان پشتیبانی می‌کنند. شرکای صنعتی که کارآموزان را می‌پذیرند، می‌توانند داده‌های ارزشمندی درباره عملکرد آنان در محیط واقعی کار ارائه دهند. این اطلاعات به مؤسسه کمک می‌کند تا درک دقیق‌تری از میزان موفقیت برنامه‌های

آموزشی خود در تبدیل آموزش به شایستگی حرفه‌ای در محیط کار به دست آورد.

تأمین تجهیزات و فناوری

شرکای صنعتی می‌توانند امکان دسترسی مؤسسات آموزشی به ابزارها، تجهیزات و سکوها‌ی نوین هوش مصنوعی را فراهم کنند؛ امکاناتی که تهیه مستقل آن‌ها برای بسیاری از مؤسسات بسیار پرهزینه یا حتی غیرممکن است. این همکاری می‌تواند شامل دسترسی به سکوها‌ی شبیه‌سازی صنعتی، ابزارهای تشخیصی مبتنی بر هوش مصنوعی یا منابع رایانش ابری باشد. توافق‌نامه‌های مربوط به این نوع همکاری‌ها باید شامل مقررات روشنی درباره حکمرانی داده‌ها و پشتیبانی آموزشی باشند.

بهره‌گیری از خبرگان صنعت و آموزش مبتنی بر صنعت

متخصصانی که به‌صورت روزمره با ابزارهای هوش مصنوعی در محیط کار سروکار دارند، می‌توانند دانش و تجربه‌ای عملی و به‌روز را به کلاس‌های آموزش فنی و حرفه‌ای وارد کنند؛ دانشی که معلمان مؤسسه لزوماً به‌تنهایی قادر به تأمین آن نیستند. برنامه‌های سازمان‌یافته برای مشارکت این متخصصان در فرایند آموزش — مانند سخنرانی‌های تخصصی، برگزاری کارگاه‌ها یا تدریس مشترک — موجب غنای محیط یادگیری و تقویت ارتباط میان مؤسسه و صنعت می‌شود.

همکاری در پژوهش و توسعه: برخی مؤسسات با شرکای صنعتی خود سازوکارهای پژوهشی مشترکی ایجاد کرده‌اند تا عملکرد ابزارهای هوش مصنوعی را در محیط‌های آموزش فنی و حرفه‌ای بررسی کنند و کاربردهای جدیدی از این فناوری را متناسب با نیازهای این حوزه توسعه دهند. چنین همکاری‌هایی علاوه بر ایجاد دانش و تخصص در سطح مؤسسه، به گسترش شواهد علمی درباره کاربرد هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای نیز کمک می‌کند.

حکمرانی مشارکت‌های صنعتی

مشارکت‌های صنعتی در حوزه هوش مصنوعی نیازمند حکمرانی دقیق و سنجیده هستند. مؤسسات آموزشی باید اطمینان حاصل کنند که این همکاری‌ها استقلال نهادی، حقوق فراگیران یا امنیت داده‌ها را به مخاطره نمی‌اندازند. مهم‌ترین الزامات حکمرانی در این زمینه عبارت‌اند از:

- تصریح روشن اختیار نهایی مؤسسه در تعیین محتوای برنامه‌های درسی و استانداردهای ارزشیابی؛
- تدوین مقررات حکمرانی داده‌ها که مشخص کند چه داده‌هایی از فراگیران، تحت چه شرایطی و برای چه اهدافی می‌تواند در اختیار شرکای صنعتی قرار گیرد؛
- تعیین مقررات مربوط به مالکیت فکری برای روشن شدن حقوق مالکیت ابزارها، محتواها یا محصولات توسعه‌یافته در چارچوب همکاری؛
- پیش‌بینی سازوکارهای مدیریت تعارض منافع در مواردی که منافع تجاری شریک صنعتی با منافع آموزشی فراگیران همسو نباشد؛
- گنجاندن بندهای بازنگری و خاتمه همکاری که به مؤسسه اجازه دهد در صورت عدم انطباق همکاری با مأموریت و اهداف خود، شرایط آن را اصلاح یا همکاری را متوقف کند.

۳-۴. زیرساخت‌ها و شرایط توانمندسازی هوش مصنوعی

زیرساخت، بنیان اصلی ادغام هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای است. بدون دسترسی به ارتباطات پایدار، تجهیزات مناسب و پشتیبانی فنی کافی، حتی بهترین راهبردهای آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی نیز در مرحله اجرا با شکست مواجه خواهند شد.

برای بسیاری از مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای، به‌ویژه آن‌هایی که در مناطق روستایی یا جوامع کم‌برخوردار فعالیت می‌کنند، کمبود زیرساخت احتمالاً مهم‌ترین مانع در مسیر بهره‌گیری عادلانه از هوش مصنوعی به شمار می‌رود (Amdan و همکاران، ۲۰۲۴؛ Rajamanickam و همکاران، ۲۰۲۴).

ویژگی‌های زیرساخت آماده برای هوش مصنوعی

زیرساخت آماده برای هوش مصنوعی از چند لایه به‌هم‌پیوسته تشکیل شده است.

اتصال و ارتباطات: ابزارهای هوش مصنوعی معمولاً برای عملکرد مؤثر به اتصال پایدار و نسبتاً پرسرعت اینترنت نیاز دارند. این نیاز در مورد سامانه‌های مدیریت یادگیری مبتنی بر ابر، سکوها‌ی شبیه‌سازی مجهز به هوش مصنوعی، سامانه‌های ارائه محتوای انطباقی و ابزارهای ارزشیابی مبتنی بر هوش مصنوعی صادق است. برای مؤسساتی که فراگیران آن‌ها در مناطق دارای دسترسی ضعیف به اینترنت زندگی می‌کنند، این وابستگی می‌تواند به یکی از مهم‌ترین مخاطرات عدالت آموزشی تبدیل شود. ازاین‌رو، برنامه‌ریزی زیرساختی باید اتصال مناسب را در تمامی محل‌های آموزش تضمین کند.

تجهیزات و دستگاه‌ها: فراگیران و معلمان باید به دستگاه‌هایی دسترسی داشته باشند که توانایی اجرای مؤثر ابزارهای هوش مصنوعی را داشته باشند. رایانه‌ها و تجهیزات قدیمی یا کم‌توان ممکن است قادر به اجرای برنامه‌های جدید هوش مصنوعی نباشند یا آن‌ها را با سرعتی اجرا کنند که از نظر آموزشی کارآمد نباشد. بنابراین، دسترسی گروه‌های مختلف فراگیران به تجهیزات باید به‌طور منظم ارزیابی شود و برنامه‌های تأمین تجهیزات نیز نیازهای افرادی را که امکان تهیه دستگاه شخصی ندارند، در نظر بگیرد.

رایانش ابری و زیرساخت‌های دیجیتال: بخش زیادی از ابزارهای هوش مصنوعی مبتنی بر خدمات ابری هستند. ازاین‌رو، مؤسسات باید با ارائه‌دهندگان خدمات ابری قراردادهای مناسب منعقد کنند و پیامدهای ذخیره‌سازی داده‌های فراگیران در محیط‌های ابری را مدیریت نمایند. این قراردادهای باید شامل تضمین‌های کافی برای حفاظت از داده‌ها باشند و همچنین حق انتقال داده‌ها به ارائه‌دهنده دیگر را در صورت تغییر سرویس‌دهنده برای مؤسسه محفوظ نگه دارند.

ظرفیت پشتیبانی فنی: ابزارهای هوش مصنوعی برای پیکربندی، رفع اشکال، به‌روزرسانی و یکپارچه‌سازی با سایر سامانه‌های سازمانی به پشتیبانی فنی مستمر نیاز دارند. مؤسساتی که در داخل سازمان از چنین ظرفیتی برخوردار نباشند، ناگزیر برای دریافت خدمات پشتیبانی به فروشندگان و تأمین‌کنندگان فناوری وابسته خواهند شد؛ وابستگی‌ای که می‌تواند آسیب‌پذیری‌های قابل توجهی ایجاد کند. ازاین‌رو، توسعه ظرفیت پشتیبانی فنی درون‌سازمانی یا ایجاد سازوکارهای خدمات مشترک با سایر مؤسسات، یکی از ارکان مهم تاب‌آوری و پایداری زیرساخت‌های هوش مصنوعی به شمار می‌آید.

۴-۴. بهره‌گیری از ظرفیت‌های موجود برای استقرار مرحله‌ای هوش مصنوعی

ادغام هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای را باید فرایندی نظام‌مند و چندساله دانست، نه صرفاً خرید و استقرار یک فناوری جدید. مؤسساتی که می‌کوشند به‌طور هم‌زمان ابزارهای هوش مصنوعی را در تمامی حوزه‌های فعالیت خود پیاده‌سازی کنند، با خطر اجرای ناموفق، فرسودگی کارکنان و از دست رفتن انسجام سازمانی مواجه خواهند شد. رویکرد مرحله‌ای با ارزیابی واقع‌بینانه ظرفیت‌های موجود آغاز می‌شود و میزان جاه‌طلبی و سرعت پیشرفت را با سطح آمادگی واقعی مؤسسه هماهنگ می‌کند. چنین رویکردی مسیر پایداری برای تحول فراهم می‌سازد و احتمال دستیابی به منافع واقعی برای فراگیران را افزایش می‌دهد (Rabiu و همکاران، ۲۰۲۵). نکته مهم آن است که چهار مرحله معرفی شده در این بخش یک توالی الزامی و یکسان برای همه مؤسسات نیستند؛ هر مؤسسه باید از مرحله‌ای آغاز کند که بیشترین تناسب را با سطح آمادگی فعلی آن دارد و متناسب با ظرفیت‌های انسانی، مالی و زیرساختی خود پیشرفت کند.

ضرورت رویکرد مرحله‌ای

موفقیت در به‌کارگیری هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای به میزان بهره‌گیری از ظرفیت‌های انسانی، دیجیتال و سازمانی موجود بستگی دارد، نه به طراحی راهبردی که از نقطه صفر آغاز شود. اغلب مؤسسات طی سالیان گذشته در سامانه‌های مدیریت یادگیری، آزمایشگاه‌های دیجیتال، محیط‌های شبیه‌سازی و چارچوب‌های برنامه درسی سرمایه‌گذاری کرده‌اند. این دارایی‌ها هم حاصل تجربه‌های آموزشی ارزشمند هستند و هم نشان‌دهنده سرمایه‌گذاری مالی قابل توجه‌اند. از این رو، راهبردهای ادغام هوش مصنوعی باید مشخص کنند که ابزارهای جدید چگونه می‌توانند این ظرفیت‌ها را تقویت و تکمیل کنند، نه اینکه با ایجاد سامانه‌های موازی موجب تکرار، پیچیدگی و سردرگمی شوند (Hassan و همکاران، ۲۰۲۱؛ Rajamanickam و همکاران، ۲۰۲۴؛ Berigel و همکاران، ۲۰۲۵).

همچنین آمادگی در سراسر یک مؤسسه یکسان نیست. ممکن است یک مرکز از مشارکت‌های صنعتی بسیار پیشرفته برخوردار باشد، اما سطح سواد دیجیتال کارکنان آن پایین باشد. به همین دلیل، مرحله نخست بر تشخیص این ناهمگونی‌ها تمرکز دارد تا تصمیم‌های مربوط به ادغام هوش مصنوعی بر پایه نقاط قوت واقعی بنا شوند، نه بر اساس فرضیات.

مرحله اول: تشخیص و بهره‌گیری از ظرفیت‌های موجود (سطح آمادگی اولیه یا پایین) نخستین مرحله در هر راهبرد ادغام هوش مصنوعی باید شامل یک ارزیابی نظام‌مند از ظرفیت‌های کنونی مؤسسه باشد. این ارزیابی باید چهار بُعد را دربر گیرد: زیرساخت‌های دیجیتال (اتصال‌پذیری، تجهیزات، سکوها و دسترسی به خدمات ابری)، ظرفیت انسانی (سواد دیجیتال کارکنان و فراگیران، و تخصص‌های آموزشی و تربیتی)، فرایندهای سازمانی (نظام‌های ارزشیابی، رویه‌های اداری و چارچوب‌های برنامه درسی) و مشارکت‌ها (روابط موجود با صنعت، دولت و سازمان‌های بین‌المللی).

جایگزین‌های کم‌پهنای‌بند و برون خط (آفلاین): مؤسساتی که به فراگیران در محیط‌های دارای دسترسی محدود به اینترنت خدمات ارائه می‌کنند، باید در اولویت خود از ابزارهای هوش مصنوعی استفاده کنند که امکان کار در شرایط کم‌پهنای‌بند یا به‌صورت برون خط را فراهم می‌کنند. تحقق این امر ممکن است مستلزم همکاری با تأمین‌کنندگان فناوری برای توسعه نسخه‌های سفارشی‌سازی‌شده از ابزارها یا تولید مجموعه‌ای از منابع یادگیری سازگار با حالت آفلاین در داخل مؤسسه باشد؛ منابعی که در زمان قطع یا محدودیت اتصال اینترنت قابل استفاده باشند.

برنامه‌ریزی برای دسترسی عادلانه

برنامه‌ریزی زیرساختی باید بر مبنای رویکرد «عدالت‌محور» انجام شود. این رویکرد مستلزم آن است که کار با یک ارزیابی جامع از وضعیت موجود آغاز شود؛ ارزیابی‌ای که میزان دسترسی به اینترنت، تجهیزات دیجیتال و ظرفیت پشتیبانی فنی را در تمامی مراکز آموزشی و برای همه گروه‌های فراگیر بررسی کند، نه فقط در پردیس اصلی یا برنامه‌های آموزشی پیشرفته‌تر از نظر فناوری. نتایج این ارزیابی باید مبنای تعیین اولویت‌های سرمایه‌گذاری قرار گیرد. مراکزی که بیشترین کمبود زیرساختی را دارند، معمولاً به فراگیری خدمات می‌دهند که بیش از دیگران به دسترسی عادلانه به محیط‌های یادگیری باکیفیت نیازمندند. هدایت سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی به سوی این مراکز نه تنها از منظر اخلاقی ضروری است، بلکه از دیدگاه راهبردی نیز اهمیت دارد؛ زیرا مؤسساتی که در خدمت‌رسانی به گروه‌های کم‌برخوردار موفق عمل می‌کنند، مشروعیت اجتماعی بیشتری کسب کرده و مأموریت اجتماعی خود را محقق می‌سازند. برنامه‌ریزی زیرساختی باید روند بلندمدت گسترش هوش مصنوعی را نیز مدنظر قرار دهد. نیازهای زیرساختی ابزارهای فعلی هوش مصنوعی ممکن است به مراتب کمتر از نیازهای ابزارهایی باشد که مؤسسات در سه تا پنج سال آینده قصد استفاده از آن‌ها را خواهند داشت. از این رو، افق برنامه‌ریزی باید واقع‌بینانه باشد و سرمایه‌گذاری‌ها به گونه‌ای طراحی شوند که قابلیت توسعه و مقیاس‌پذیری در آینده را داشته باشند.

سواد دیجیتال به مثابه بخشی از زیرساخت

زیرساخت تنها به تجهیزات و فناوری‌های فیزیکی محدود نمی‌شود، بلکه ابعاد انسانی را نیز دربرمی‌گیرد. فراگیران و معلمان که از مهارت‌های لازم برای استفاده مؤثر از ابزارهای هوش مصنوعی برخوردار نیستند، حتی در صورت دسترسی به پیشرفته‌ترین زیرساخت‌های فنی نیز نمی‌توانند از مزایای آن بهره‌مند شوند. بنابراین، توسعه سواد دیجیتال باید جزئی جدایی‌ناپذیر از سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی تلقی شود، نه هدفی آموزشی و مستقل از آن (یونسکو - یونووک، ۲۰۲۰؛ Obasa و همکاران، ۲۰۲۵). برای فراگیران، این امر به معنای ارزیابی سطح سواد دیجیتال در بدو ورود و ارائه برنامه‌های حمایتی برای افرادی است که مهارت‌هایشان برای مشارکت مؤثر در محیط‌های یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی کافی نیست. برای معلمان نیز به معنای آن است که برنامه‌های توسعه حرفه‌ای علاوه بر آموزش نحوه استفاده از ابزارهای خاص هوش مصنوعی، شایستگی‌های پایه دیجیتال موردنیاز برای بهره‌گیری مؤثر از این ابزارها را نیز پوشش دهند.



مؤسسات دارای زیرساخت و ظرفیت انسانی مناسب می‌توانند اجرای آزمایشی را به‌طور هم‌زمان در چندین بخش گسترش دهند. در هر دو حالت، اصل اساسی یکسان است: ابتدا ارزش و کارآمدی فناوری اثبات شود و سپس توسعه و مقیاس‌پذیری آن دنبال گردد.

این کاربردهای اولیه دو هدف مهم را دنبال می‌کنند. نخست، آشنایی سازمانی با ابزارهای هوش مصنوعی را افزایش می‌دهند و به کارکنان فرصت می‌دهند تا اعتماد به نفس لازم را کسب کنند، محدودیت‌های فناوری را بشناسند و شیوه‌های حکمرانی مرتبط با آن را شکل دهند. دوم، منافع ملموسی ایجاد می‌کنند که حمایت سازمانی از مراحل عمیق‌تر ادغام هوش مصنوعی را تقویت می‌کند.

مؤسسات باید این کاربردهای اولیه را به‌عنوان فرصت‌هایی برای یادگیری تلقی کنند و به‌طور نظام‌مند ثبت نمایند که چه اقداماتی موفق بوده، چه اقداماتی موفق نبوده و دلایل هر یک چه بوده است. دانش حاصل از این مرحله ورودی ارزشمندی برای تصمیم‌گیری‌های بعدی فراهم می‌کند (Onyango و Kelonye، ۲۰۲۲؛ Deckker و Sumanasekara، ۲۰۲۵).

پیش از ورود به مرحله سوم، مؤسسات باید اطمینان حاصل کنند که حداقل یک سیاست پایه برای استفاده از هوش مصنوعی تدوین شده و دست‌کم یک فرد یا کمیته مسئولیت حکمرانی داده‌ها را بر عهده دارد. این الزامات صرفاً تشریفات اداری نیستند، بلکه پیش‌شرط‌های ضروری حکمرانی برای حرکت مسئولانه به سوی ادغام عمیق‌تر هوش مصنوعی در فرایندهای آموزشی محسوب می‌شوند.

مرحله سوم: تعمیق ادغام آموزشی و تربیتی (آمادگی میانی)

پس از ارزیابی و تثبیت کاربردهای اولیه، مؤسسات می‌توانند به سوی ادغام عمیق‌تر هوش مصنوعی در فرایندهای یاددهی-یادگیری حرکت کنند. در این مرحله، از محیط‌های موجود شبیه‌سازی و آزمایشگاهی با افزودن قابلیت‌های انطباقی مبتنی بر هوش مصنوعی، حلقه‌های بازخورد غنی‌تر و نظام‌های دقیق‌تر پایش عملکرد فراگیران بهره‌برداری می‌شود. برای مثال، یک شبیه‌ساز جوشکاری که از پیش در مؤسسه مورد استفاده قرار می‌گیرد، می‌تواند با سامانه‌های بازخورد مبتنی بر هوش مصنوعی ارتقا یابد تا تکنیک‌های فراگیر را تحلیل کرده و تمرین‌های هدفمند پیشنهاد دهد. همچنین یک پلتفرم آموزشی برق می‌تواند با

نتایج این ارزیابی تشخیصی باید مبنای تصمیم‌گیری‌های بعدی مؤسسه قرار گیرد. مؤسساتی که در زمینه به‌کارگیری نظام مدیریت یادگیری توانمندی بالایی دارند، اما سواد دیجیتال کارکنان آن‌ها ضعیف است، باید فعالیت‌های متفاوتی را نسبت به مؤسساتی با شرایط معکوس در اولویت قرار دهند. مؤسساتی که در برخی حوزه‌های شغلی از مشارکت‌های قوی با صنعت برخوردارند، می‌توانند ادغام هوش مصنوعی را ابتدا در این حوزه‌ها به‌صورت آزمایشی اجرا کنند و از این مشارکت‌ها برای دسترسی به ابزارها و تخصص‌های مورد نیاز بهره‌گیرند. همچنین، مؤسساتی که در برخی مراکز یا مکان‌های آموزشی با محدودیت‌های جدی در زمینه اتصال‌پذیری مواجه‌اند، باید استقرار فناوری‌ها را با توجه به میزان آمادگی زیرساختی خود مرحله‌بندی کنند (Amdan و همکاران، ۲۰۲۴؛ Obasa و همکاران، ۲۰۲۵).

در محیط‌های دارای محدودیت منابع، مرحله نخست ممکن است دوازده تا هجده ماه به طول انجامد و حتی هیچ‌گونه سرمایه‌گذاری جدیدی در فناوری را شامل نشود؛ زیرا ارزش اصلی این مرحله در شفافیتی است که ایجاد می‌کند، نه در ابزارهایی که به‌کار می‌گیرد. مؤسسات برخوردار از منابع کافی که این مرحله را با سرعت به پایان می‌رسانند، باید در برابر وسوسه عبور از مراحل بعدی مقاومت کنند؛ زیرا اطلاعات و شناخت تشخیصی حاصل از این مرحله می‌تواند از اشتباهات پرهزینه در مراحل بعدی جلوگیری کند.

مرحله دوم: کاربردهای اولیه کم‌خطر و پربازده (آمادگی اولیه تا میانی)

استقرار اولیه هوش مصنوعی باید بر حوزه‌هایی متمرکز شود که پیامدهای آموزشی آن‌ها نسبتاً محدود، اما منافع اجرایی آن‌ها ملموس و قابل مشاهده است. کارکردهای اداری و ارزشیابی تکوینی از مناسب‌ترین گزینه‌ها برای این موج نخست به شمار می‌روند. تصحیح خودکار تکالیف ساختاریافته، داشبوردهای تحلیل یادگیری که به معلمان در شناسایی فراگیران در معرض افت تحصیلی کمک می‌کنند، و زمان‌بندی فضاها و تجهیزات آموزشی با پشتیبانی هوش مصنوعی، می‌توانند بدون نیاز به بازطراحی اساسی برنامه‌های آموزشی، به بهبود کارایی منجر شوند.

در مؤسسات دارای محدودیت منابع، اجرای یک طرح آزمایشی در یک برنامه آموزشی با استفاده از ابزارهای رایگان یا مبتنی بر تلفن همراه، هدفی واقع‌بینانه و کافی برای این مرحله محسوب می‌شود. در مقابل،

افزودن فعالیت‌های انطباقی مبتنی بر سناریو، متناسب با عملکرد هر فراگیر واکنش نشان دهد.

ورود به این مرحله مستلزم آن است که کارکنان حداقل با یک ابزار هوش مصنوعی آشنایی عملی پیدا کرده باشند، مؤسسه فرایندی مشخص برای بررسی مسئولانه داده‌های فراگیران در اختیار داشته باشد و تجربه‌ها و درس‌آموخته‌های مرحله دوم مستندسازی و ارزیابی شده باشند. مؤسسه‌ای که هنوز به این شرایط دست نیافته‌اند، باید پیش از حرکت به جلو، دستاوردهای مراحل قبلی را تثبیت و تقویت کنند.

محتوای برنامه‌های درسی نیز باید به تدریج در این مرحله بازنگری شود. به جای طراحی برنامه‌های کاملاً جدید، می‌توان سواد هوش مصنوعی، اخلاق داده و کاربردهای تخصصی هوش مصنوعی در هر حرفه را در واحدها و درس‌های موجود ادغام کرد. برای نمونه، در برنامه مدیریت کسب‌وکار می‌توان مطالعات موردی درباره کاربرد هوش مصنوعی در فرایندهای سازمانی ارائه داد؛ در برنامه‌های مراقبت‌های سلامت، ابزارهای تشخیص پزشکی مبتنی بر هوش مصنوعی را در دروس بالینی موجود گنجانده و در برنامه‌های ساختمانی، نقش هوش مصنوعی در مدیریت کارگاه و پایش ایمنی را بررسی کرد.

این رویکرد تدریجی ضمن حفظ انسجام برنامه درسی، اطمینان می‌دهد که دانش‌آموختگان با درکی آگاهانه از نقش و کاربرد هوش مصنوعی در حوزه حرفه‌ای خود وارد بازار کار شوند (Amdan و همکاران، ۲۰۲۴؛ Olafare و همکاران، ۲۰۲۵).

در مؤسسات دارای محدودیت منابع، این انطباق برنامه درسی می‌تواند بر محتوای تحلیلی و انتقادی متکی باشد که به زیرساخت دیجیتال اضافی نیاز ندارد؛ از جمله مطالعات موردی ساختاریافته، بحث‌های اخلاقی و فعالیت‌های پژوهشی هدایت‌شده درباره کاربردهای هوش مصنوعی در حرفه‌های مرتبط. در مقابل، مؤسسات برخوردار از زیرساخت‌های قوی‌تر می‌توانند این محتوا را با پلتفرم‌های شبیه‌سازی انطباقی و سامانه‌های هوشمند پایش عملکرد فراگیران تکمیل کنند.

مرحله چهارم: ایجاد اکوسیستم در سطح نظام (آمادگی پیشرفته)

پیشرفته‌ترین مرحله ادغام هوش مصنوعی، تمرکز را از ابزارهای منفرد به کل اکوسیستم سازمانی معطوف می‌کند. در این مرحله، هوش مصنوعی در ساختارهای حکمرانی، چرخه‌های بازنگری برنامه‌های درسی، چارچوب‌های ارزشیابی و سازوکارهای مشارکت با صنعت نهادینه می‌شود. نظارت اخلاقی از یک واکنش موردی به نگرانی‌ها، به یک کارکرد دائمی و عادی سازمانی تبدیل می‌شود. حکمرانی داده‌ها در تمامی بخش‌ها استانداردسازی می‌شود و برنامه‌ریزی راهبردی مؤسسه نیز به‌طور صریح تحولات مستمر هوش مصنوعی در حرفه‌ها و مشاغل را که دانش‌آموختگان وارد آن‌ها خواهند شد، مدنظر قرار می‌دهد.

این مرحله همچنین مستلزم تعمیق همکاری با صنعت است. زمانی که مؤسسه توانایی خود را در جذب، مدیریت و حکمرانی مسئولانه هوش مصنوعی نشان دهد، امکان طراحی مشترک برنامه‌های درسی همسو با هوش مصنوعی، سرمایه‌گذاری مشترک در پلتفرم‌های شبیه‌سازی و انجام پژوهش‌های مشترک درباره کاربردهای تخصصی هوش مصنوعی در بخش‌های مختلف اقتصادی فراهم می‌شود.

مشارکت‌هایی که در این مرحله شکل می‌گیرند، از نظر ماهوی با روابط مشورتی متعارف تفاوت دارند. این مشارکت‌ها بر همکاری واقعی استوارند؛ به‌گونه‌ای که هم مؤسسه آموزشی و هم شریک صنعتی، دانش تخصصی، داده‌ها و زیرساخت‌های خود را در اختیار فرایند مشترک قرار می‌دهند (Rajamanickam و همکاران، ۲۰۲۴؛ Joseph و همکاران، ۲۰۲۵؛ Obasa و همکاران، ۲۰۲۵).

مرحله چهارم تنها برای مؤسساتی واقع‌بینانه و دست‌یافتنی است که پیش‌تر به حکمرانی پایدار، سواد هوش مصنوعی در میان تمامی کارکنان و یک الگوی تأمین مالی پایدار و چندساله برای توسعه هوش مصنوعی دست یافته باشند. مؤسسه‌ای که هنوز این شرایط را فراهم نکرده‌اند، نباید شتاب‌زده به دنبال تحقق اهداف کلان در سطح اکوسیستم باشند. ارزش مراحل پیشین دقیقاً در ایجاد زیرساخت‌ها و ظرفیت‌هایی نهفته است که این سطح از ادغام را به فرایندی منسجم، معنادار و پایدار تبدیل می‌کند، نه صرفاً اقدامی ظاهری و نمایشی.

جدول ۳، تمرکز اصلی و نمونه کاربردهای هر یک از این مراحل را در قالب یک مسیر مبتنی بر سطح آمادگی سازمانی، از ظرفیت‌های اولیه تا آمادگی پیشرفته، خلاصه می‌کند.

جدول ۳. تمرکزها و کاربردهای مراحل مختلف ادغام هوش مصنوعی		
مرحله	تمرکز اصلی	کاربردهای متداول
۱. تشخیص و ارزیابی (آمادگی پایین)	شناسایی و ارزیابی ظرفیت‌های موجود	ممیزی زیرساخت‌های فناوری، ارزیابی سواد دیجیتال کارکنان، شناسایی و تحلیل ذی‌نفعان
۲. پذیرش اولیه (آمادگی اولیه تا میانی)	کارکردهای اداری و ارزشیابی تکوینی	تصحیح خودکار تکالیف، داشبوردهای تحلیل یادگیری، زمان‌بندی و پشتیبانی اداری مبتنی بر هوش مصنوعی
۳. تعمیق آموزشی و تربیتی (آمادگی میانی)	یاددهی-یادگیری و شبیه‌سازی	شبیه‌سازی‌های انطباقی، گنجانیدن مباحث هوش مصنوعی در برنامه‌های درسی، سامانه‌های تدریس و یادگیری هوشمند
۴. ادغام در سطح اکوسیستم (آمادگی پیشرفته)	حکمرانی، برنامه درسی و مشارکت‌ها	برنامه‌های درسی همسو با هوش مصنوعی، پلتفرم‌های مشترک با صنعت، چارچوب‌های بالغ حکمرانی و اخلاق هوش مصنوعی

این فصل به بررسی ادغام هوش مصنوعی در هفت حوزه اصلی فعالیت مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای می‌پردازد: حکمرانی، آمادگی و مدیریت ریسک؛ توسعه برنامه‌ها و برنامه‌های درسی؛ آموزش و ارائه فرایندهای یاددهی — یادگیری؛ ارزشیابی حرفه‌ای؛ توسعه شایستگی‌های هوش مصنوعی برای کارکنان و فراگیران؛ مشاغل ایمنی‌محور و دارای الزامات قانونی؛ و نوآوری و کارآفرینی. همچنین، پایش و ارزیابی به‌عنوان یک کارکرد میان‌بخشی بررسی می‌شود که به مؤسسات کمک می‌کند پیشرفت خود را ارزیابی کرده و اجرای برنامه‌ها را در طول زمان بهبود بخشند.

دو ملاحظه اساسی مبنای توصیه‌های این فصل را تشکیل می‌دهد. نخست آنکه ادغام هوش مصنوعی مستلزم برخورداری از سطح مناسبی از آمادگی دیجیتال است، در حالی که زیرساخت‌های دیجیتال در نظام‌های آموزش فنی و حرفه‌ای همچنان بسیار نابرابر هستند. شکاف دیجیتال همچنان تعیین‌کننده میزان توانایی مؤسسات در بهره‌گیری از فناوری‌های نوین است؛ از این‌رو، راهنمایی‌های ارائه‌شده باید متناسب با شرایط واقعی فناوری در هر محیط آموزشی تطبیق یابد.

دوم آنکه، هرچند این فصل عمدتاً بر تقویت ظرفیت‌های درونی مؤسسات تمرکز دارد، تعامل با زیست‌بوم گسترده‌تر آموزش و اشتغال همچنان ضروری است. تداوم همکاری با صنعت، کارفرمایان و ذی‌نفعان محلی برای همسو کردن اقدامات مؤسسه با اولویت‌های بخشی و شرایط واقعی محیط‌های کار اهمیت اساسی دارد.

۵-۱ حکمرانی هوش مصنوعی، آمادگی و مدیریت ریسک در سطح مؤسسه

پیش از آنکه یک مؤسسه آموزش فنی و حرفه‌ای منابع خود را به ادغام هوش مصنوعی اختصاص دهد، باید هدف مورد انتظار از به‌کارگیری این فناوری را مشخص کرده و سازوکارهای روشنی برای حکمرانی، آمادگی و مدیریت ریسک ایجاد کند. این امر شامل تعیین فرایندهای توافق‌شده برای ارزیابی و پایش سامانه‌های هوش مصنوعی و نیز تعیین خطوط روشن مسئولیت است. ایجاد این بنیان‌ها در مراحل اولیه می‌تواند از بروز اشتباهات پرهزینه در مراحل بعدی گسترش استفاده از هوش مصنوعی جلوگیری کند.

دامنه اختیار مؤسسات در نظام‌های مختلف متفاوت است. در برخی کشورها، مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای از استقلال قابل توجهی در زمینه سیاست‌گذاری، تأمین فناوری و تصمیم‌گیری‌های برنامه درسی برخوردارند؛ در حالی که در برخی دیگر، میزان اختیارات آنان تحت تأثیر سیاست‌های ملی، قوانین حفاظت از داده‌ها، الزامات نظام صلاحیت حرفه‌ای یا سرمایه‌گذاری‌های عمومی در زیرساخت‌ها قرار دارد. مباحث این بخش بر اقداماتی تمرکز دارد که مؤسسات می‌توانند در چارچوب اختیارات موجود خود انجام دهند، در حالی که نقش تعیین‌کننده شرایط کلان نظام آموزشی نیز مورد توجه قرار می‌گیرد.

استقرار حکمرانی و سیاست‌گذاری هوش مصنوعی

ادغام هوش مصنوعی باید پاسخی به نیازهای واقعی مؤسسه باشد. پرسش آغازین این است: مؤسسه در حوزه آموزش، مدیریت یا تعامل با صنعت با چه چالش‌هایی روبه‌رو است و آیا هوش مصنوعی می‌تواند به رفع برخی از آن‌ها کمک کند؟ در برخی موارد ممکن است هوش مصنوعی راه‌حل مناسبی نباشد یا ارزش افزوده محدودی ایجاد کند.

چارچوب مفهومی یونسکو برای تحول دیجیتال در آموزش فنی و حرفه‌ای سه حوزه اصلی را معرفی می‌کند که فناوری‌های دیجیتال می‌توانند در آن‌ها ارزش‌آفرینی کنند:

فرایندهای آموزش و یادگیری؛

مدیریت سازمانی یادگیری؛

نقش مؤسسه در زیست‌بوم آموزش و بازار کار.

این حوزه‌ها می‌تولند به‌عنوان ابزار عملی برای تشخیص زمینه‌هایی به کار روند که هوش مصنوعی در آن‌ها بیشترین اثربخشی را خواهد داشت و اولویت‌های سرمایه‌گذاری را مشخص خواهند کرد. همچنین، پیش‌بینی‌های مهارتی بخشی، راهبردهای ملی هوش مصنوعی و برنامه‌های اصلاحی آموزش فنی و حرفه‌ای می‌توانند به مؤسسات کمک کنند برنامه‌های خود را با شرایط واقعی و حمایت‌های موجود هماهنگ سازند.

پس از شناسایی اولویت‌های مؤسسه، این اولویت‌ها باید به یک چشم‌انداز و هدف مشترک برای ادغام هوش مصنوعی تبدیل شوند. سپس ساختارهای حکمرانی و سیاست‌های لازم برای هدایت اقدامات تدوین می‌شوند. نهاد مسئول حکمرانی هوش مصنوعی می‌تواند فرایند زیر را متناسب با مأموریت و شرایط مؤسسه هدایت کند.

مرحله ۱: تعیین چشم‌انداز و هدف ادغام هوش مصنوعی

هدف از ادغام هوش مصنوعی باید به‌طور روشن تعریف و با مأموریت مؤسسه پیوند داده شود؛ از جمله نقش آن در توسعه مهارت‌ها، ارتقای اشتغال‌پذیری، گسترش شمول و حمایت از نوآوری.

مرحله ۲: ایجاد یک نهاد میان‌بخشی برای حکمرانی هوش مصنوعی

می‌توان از ساختارهای موجود در حوزه حکمرانی، تضمین کیفیت یا برنامه درسی استفاده کرد و مأموریت آن‌ها را گسترش داد، یا در صورت نیاز یک نهاد اختصاصی ایجاد نمود. این نهاد باید از ترکیب متنوعی از ذی‌نفعان تشکیل شود؛ از جمله مدیران ارشد، مسئولان حوزه‌های آموزشی مختلف، واحد فناوری اطلاعات، نمایندگان معلمان و فراگیران و مشاوران صنعتی. اعضای این نهاد باید از دانش کافی درباره هوش مصنوعی برخوردار باشند تا بتوانند تصمیم‌های آگاهانه در حوزه حکمرانی اتخاذ کنند.

مرحله ۳: ارزیابی وضعیت موجود

مؤسسه باید از طریق پیمایش‌ها، مصاحبه‌ها یا گروه‌های کانونی، شواهدی درباره وضعیت فعلی استفاده از هوش مصنوعی، چالش‌ها، انتظارات و مخاطرات ادراک‌شده گردآوری کند. این شواهد باید با

خودارزیابی میزان آمادگی مؤسسه تلفیق شود تا سیاست نهایی مبتنی بر شرایط واقعی سازمان تدوین گردد.

مرحله ۴: تدوین سیاست

بر اساس داده‌های گردآوری‌شده، سیاستی تدوین شود که حوزه‌های اولویت‌دار مؤسسه را پوشش دهد. جدول ۴ حداقل مؤلفه‌هایی را که این راهنما برای گنجاندن در سیاست توصیه می‌کند مشخص می‌سازد. این سیاست باید با راهبردهای ملی تحول دیجیتال و قوانین حفاظت از داده‌ها همسو باشد. در کشورهایی که چنین چارچوب‌هایی هنوز شکل نگرفته‌اند، توصیه‌نامه یونسکو درباره اخلاق هوش مصنوعی (۲۰۲۲) می‌تواند مبنای اولیه مناسبی فراهم کند.

مرحله ۵: مشورت و بازنگری

پیش‌نویس سیاست باید در سراسر مؤسسه برای دریافت بازخورد منتشر شود و در صورت نیاز نشست‌های مشورتی برگزار گردد. دیدگاه‌های گروه‌های مختلف ذی‌نفع گردآوری شده و متن سیاست بر اساس بازخوردهای دریافتی اصلاح شود.

مرحله ۶: تصویب رسمی و اطلاع‌رسانی

پس از تأیید توسط مرجع حاکمیتی مؤسسه، سیاست باید از طریق کانال‌های ارتباطی مختلف به همه اعضای جامعه آموزشی ابلاغ و تبیین شود.

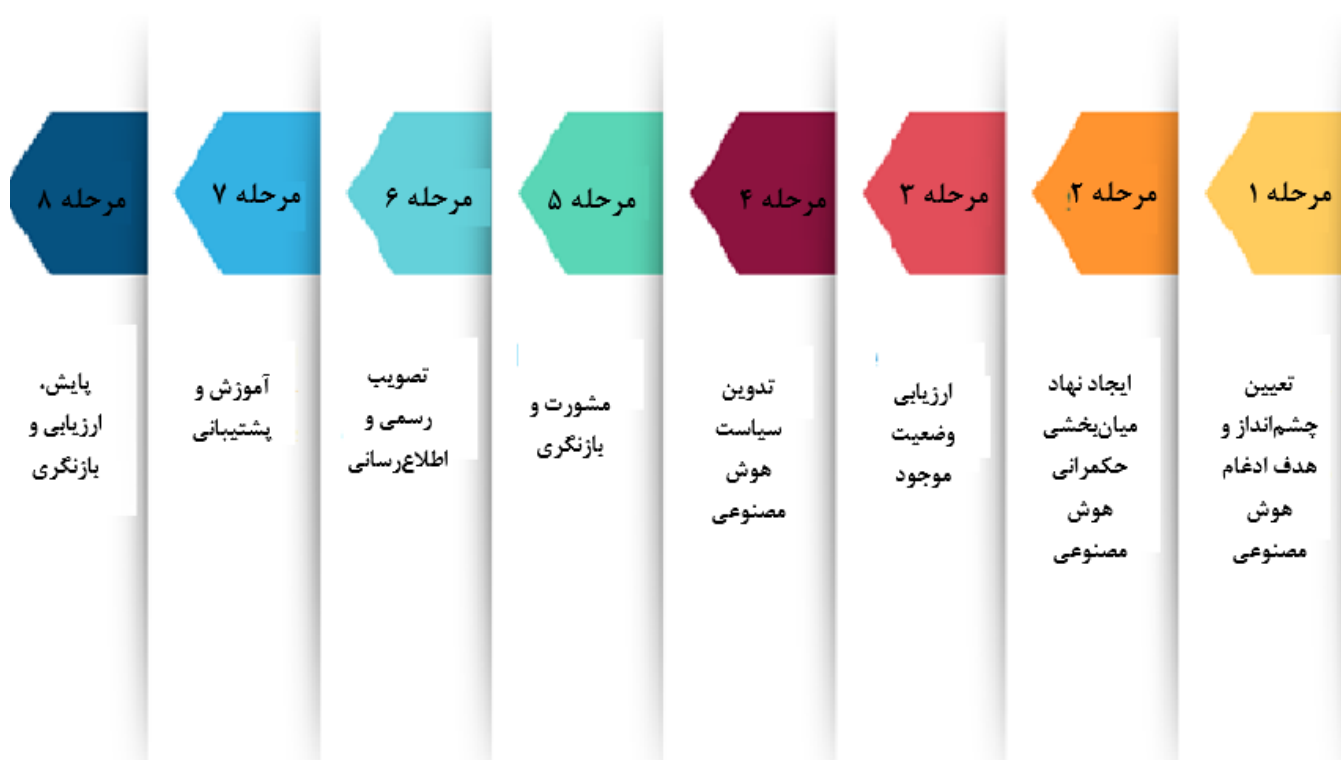
مرحله ۷: آموزش و پشتیبانی

مؤسسه باید در توسعه مستمر ظرفیت‌های کارکنان و فراگیران سرمایه‌گذاری کند. این برنامه‌ها باید سواد هوش مصنوعی، نحوه استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی، مسئولیت‌های اخلاقی و کاربردهای تخصصی هر حرفه را پوشش دهند. آموزش در این حوزه نباید به یک دوره یا کارگاه کوتاه‌مدت محدود شود، بلکه باید فرایندی مستمر و نظام‌مند باشد.

مرحله ۸: پایش، ارزیابی و بازنگری

میزان رعایت سیاست‌ها باید به‌طور مستمر پایش شود، بازخوردهای ذی‌نفعان گردآوری گردد و حداقل سالی یکبار یا پس از تغییرات مهم فناوریانه و مقرراتی، سیاست مورد بازنگری قرار گیرد. سیاست هوش مصنوعی باید به‌عنوان یک سند زنده و پویا تلقی شود که متناسب با تحولات محیطی به‌روزرسانی می‌شود.

شکل ۴. مراحل استقرار حکمرانی و سیاست‌گذاری هوش مصنوعی



جدول ۴. حداقل مؤلفه‌های سیاست هوش مصنوعی در سطح مؤسسه	
مؤلفه سیاست	موضوعاتی که باید پوشش داده شوند
دامنه و هدف	مشخص کردن اینکه سیاست شامل کدام سامانه‌های هوش مصنوعی، کاربران و فعالیت‌ها می‌شود و تبیین اهداف کلان مؤسسه از به‌کارگیری هوش مصنوعی.
اصول اخلاقی	تعهدات مؤسسه در زمینه عدالت، شفافیت، پاسخگویی، حفظ حریم خصوصی و عاملیت انسانی، همسو با چارچوب‌های ملی یا بین‌المللی مرتبط.
حکمرانی داده‌ها	طبقه‌بندی داده‌ها، استانداردهای جمع‌آوری، امنیت ذخیره‌سازی، سطوح دسترسی، رویه‌های نگهداری و حذف داده‌ها و رعایت مقررات مربوط به حفاظت از داده‌ها.
تأمین، انتخاب و ارزیابی فناوری	معیارهای ارزیابی ابزارها و خدمات هوش مصنوعی بیرونی، از جمله الزامات شفافیت درباره نحوه پردازش داده‌ها، شیوه شناسایی و کاهش سوگیری الگوریتمی و بررسی عملکرد تأمین‌کنندگان در مدیریت داده‌ها.
کاربرد مجاز	دستورالعمل‌های روشن برای کارکنان و فراگیران درباره استفاده‌های مجاز و غیرمجاز از هوش مصنوعی در آموزش، یادگیری، ارزشیابی و امور اداری، همراه با انتظارات مربوط به صداقت علمی در فعالیت‌های مبتنی بر هوش مصنوعی.
کاربردها در مشاغل ایمنی‌محور	پیش‌بینی تدابیر حفاظتی اضافی برای استفاده از هوش مصنوعی در حرفه‌ها و مشاغل که با ایمنی فیزیکی سروکار دارند؛ از جمله الزامات نظارت انسانی، حدود اختیارات سامانه و تعیین مسئولیت‌ها.
توسعه ظرفیت	تعهد مؤسسه به آموزش سواد هوش مصنوعی و اخلاق هوش مصنوعی برای تمامی کارکنان و فراگیران، همراه با پیش‌بینی برنامه‌های توسعه حرفه‌ای مستمر.
مدیریت ریسک و پاسخ به حوادث	رویه‌های شناسایی، ارزیابی و مدیریت مخاطرات مرتبط با هوش مصنوعی، از جمله نشت داده‌ها، نتایج جانبدارانه و خطاهای تصمیم‌گیری خودکار، همراه با سازوکارهای گزارش‌دهی و اقدامات اصلاحی.
نقش‌ها و مسئولیت‌ها	تعیین مسئولیت‌های مشخص برای نظارت بر هوش مصنوعی، اجرای سیاست‌ها و هماهنگی میان واحدهای مختلف مؤسسه.
چرخه بازنگری	تعیین زمان‌بندی مشخص برای بازبینی سیاست و سازوکار اصلاح آن در پاسخ به تغییرات فناورانه، مقرراتی یا نیازهای سازمانی.

خودارزیابی آمادگی مؤسسه برای هوش مصنوعی

خودارزیابی آمادگی برای هوش مصنوعی به مؤسسات کمک می‌کند ظرفیت‌های موجود و حوزه‌های اولویت‌دار اقدام را شناسایی کنند. آمادگی برای هوش مصنوعی مفهومی وابسته به زمینه است و به کارکردهای مؤسسه، ویژگی‌های کارکنان و فراگیران و نیز اهداف موردنظر از به‌کارگیری هوش مصنوعی بستگی دارد (Luckin و همکاران، ۲۰۲۲). این ارزیابی در این راهنما به‌عنوان فرایندی برای تأمل و برنامه‌ریزی در نظر گرفته می‌شود که هم‌زمان با فرایند حکمرانی و تدوین سیاست‌های هوش مصنوعی یا در قالب بخشی از آن انجام می‌گیرد. هرچند تاکنون ابزارهای محدودی به‌طور اختصاصی برای سنجش آمادگی هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای طراحی شده‌اند، چند چارچوب موجود می‌توانند مبنای مناسبی برای این ارزیابی فراهم آورند.

در سطح ملی، **روش‌شناسی ارزیابی آمادگی (RAM)** که توسط یونسکو (۲۰۲۳) برای حمایت از اجرای «توصیه‌نامه اخلاق هوش مصنوعی» توسعه یافته است، چارچوبی برای تحلیل وضعیت قوانین حفاظت از داده‌ها، سیاست‌های آموزشی مرتبط با هوش مصنوعی و شرایط زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشورهای مختلف ارائه می‌دهد. گزارش‌های ملی RAM که در «صدخانه جهانی اخلاق و حکمرانی هوش مصنوعی یونسکو» منتشر می‌شوند، می‌توانند به مؤسسات کمک کنند محیط سیاستی و اجرایی پیرامون خود را بهتر درک کنند.

در سطح مؤسسه، **شاخص آمادگی آموزش هوشمند (SERI)** که توسط مرکز منطقه‌ای آموزش فنی و حرفه‌ای سازمان وزیران آموزش جنوب شرق آسیا (SEAMEO VOTEC، ۲۰۲۴) طراحی شده است، ابزاری برای خودارزیابی آمادگی مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای در مواجهه با صنعت ۴.۰ فراهم می‌کند. این شاخص آمادگی را در سه حوزه اصلی شامل فرایندها، فناوری و سازمان، و از طریق هشت رکن از جمله ادغام فناوری در برنامه درسی، تعامل با صنعت، زیرساخت دیجیتال و توانمندی نیروی انسانی ارزیابی می‌کند. اگرچه این چارچوب با تمرکز بر صنعت ۴.۰ طراحی شده است، ساختار تشخیصی آن می‌تواند برای سنجش ظرفیت مؤسسات در ادغام فناوری‌های نوین، از جمله هوش مصنوعی، بسیار مفید باشد.

مرجع دیگری در سطح مؤسسه، **گزارش توسعه کاربردهای هوش مصنوعی در آموزش حرفه‌ای (Li، ۲۰۲۵)** است. این گزارش شاخصی برای سنجش آمادگی کاربرد هوش مصنوعی ارائه می‌کند که در مطالعه‌ای ملی بر روی ۹۹۸ مؤسسه آموزش فنی و حرفه‌ای در چین به کار گرفته شده است. این شاخص آمادگی را در شش بعد ارزیابی می‌کند: برنامه‌ریزی راهبردی؛ ساختار سازمانی؛ پشتیبانی فرایندی؛ اخلاق و ایمنی؛ آمادگی داده‌ها؛ محیط فناورانه.

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که ابعاد مرتبط با حکمرانی، به‌ویژه برنامه‌ریزی راهبردی و حمایت سازمانی، غالباً نسبت به زیرساخت‌ها و استقرار فناوری از سطح بلوغ پایین‌تری برخوردارند. بر پایه این چارچوب‌ها، **پیوست الف** این راهنما ابزاری پیشنهادی برای خودارزیابی و برنامه‌ریزی آمادگی هوش مصنوعی در مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای ارائه می‌کند. این ابزار با اقتباس از ابعاد اخلاقی، سازمانی، فنی و تخصصی

آموزش فنی و حرفه‌ای، برای استفاده توسط یک گروه میان‌بخشی در داخل مؤسسه طراحی شده است. هدف آن کمک به شناسایی اولویت‌ها و پیوند دادن برنامه‌های ادغام هوش مصنوعی با چرخه‌های برنامه‌ریزی سازمانی است. این ابزار صرفاً برای راهنمایی و برنامه‌ریزی داخلی طراحی شده و نباید به‌عنوان ابزاری برای رتبه‌بندی یا ارزیابی بیرونی مؤسسات مورد استفاده قرار گیرد.

مدیریت ریسک هوش مصنوعی

مدیریت ریسک هوش مصنوعی در مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای مستلزم رویکردی پیش‌نگر و فعال است. برخلاف ابزارهای متعارف دیجیتال که وظایف خود را به‌صورت نسبتاً قابل پیش‌بینی انجام می‌دهند، سامانه‌های هوش مصنوعی از درجه‌ای از خودمختاری برخوردارند و خروجی‌های آن‌ها ماهیتی احتمالی دارد. در بسیاری از موارد، منطق تولید خروجی برای کاربران شفاف نیست و تشخیص خطا نیز ممکن است دشوار باشد. از این رو، مخاطرات باید پیش از استقرار سامانه شناسایی و مدیریت شوند، نه آنکه تنها پس از بروز مشکل مورد توجه قرار گیرند. مدیریت نامناسب این مخاطرات می‌تواند هم به فراگیران آسیب وارد کند و هم مؤسسه را با پیامدهای حقوقی، مالی و اعتباری مواجه سازد. مدیریت ریسک باید میان انواع مختلف مخاطرات مرتبط با هوش مصنوعی تمایز قائل شود. **ابزارهای هوش مصنوعی مولد** مخاطراتی مانند تولید محتوای نادرست یا ساختگی، ابهام در مالکیت فکری، سوءاستفاده از طریق دستورات ورودی (Prompt) و تقلب یا سرقت علمی در ارزشیابی را به همراه دارند.

در مقابل، **سامانه‌های گسترده‌تر هوش مصنوعی** مانند ابزارهای تحلیل داده، توصیه‌گرها و سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری، با مخاطراتی همچون سوگیری الگوریتمی، عدم شفافیت، اتکای بیش از حد به تصمیمات خودکار، نقض حریم خصوصی داده‌ها و وابستگی به فروشندگان یا پلتفرم‌های فناوری همراه هستند.

همچنین **سامانه‌های فنی مبتنی بر هوش مصنوعی یا مجهز به قابلیت‌های خودکار** که در کارگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها، محیط‌های شبیه‌سازی یا محیط‌های واقعی کار مورد استفاده قرار می‌گیرند، مخاطرات مضاعفی در حوزه ایمنی ایجاد می‌کنند؛ از جمله ابهام در حدود وظایف سامانه، ضعف نظارت انسانی، اختلال در عملکرد تجهیزات و مسئولیت‌پذیری در صورت بروز حادثه.

مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای علاوه بر مخاطرات عمومی مرتبط با کاربرد هوش مصنوعی در آموزش، با مخاطرات اختصاصی ناشی از ماهیت حرفه‌ای آموزش نیز مواجه‌اند؛ به‌ویژه در محیط‌هایی مانند کارگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها و محیط‌های کار واقعی که ایمنی فیزیکی اهمیت بالایی دارد. این مخاطرات ممکن است فراتر از مرزهای مؤسسه نیز گسترش یابند، به‌ویژه در مواردی که استفاده از هوش مصنوعی با همکاری‌های صنعتی، یادگیری مبتنی بر کار، کارآموزی، ارزشیابی‌های بیرونی یا الزامات نظام صلاحیت حرفه‌ای پیوند می‌خورد. **جدول ۵** مهم‌ترین مخاطرات مرتبط با کاربرد هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای و راهکارهای پیشنهادی برای کاهش و مدیریت آن‌ها را ارائه می‌کند.

جدول ۵. خطرات مرتبط با هوش مصنوعی در مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای و راهکارهای کاهش آن

دسته خطر	خطرات کلیدی	راهکارهای کاهش خطر
ریسک‌های آموزشی	• اتکای بیش از حد به هوش مصنوعی ممکن است عمق یادگیری و تفکر انتقادی را تضعیف کند. • خروجی‌های تولیدشده توسط هوش مصنوعی ممکن است به فراگیران اجازه دهد بدون کسب درک واقعی، تکالیف را انجام دهند. • یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی ممکن است بر خروجی‌های دیجیتال بیش از حد تأکید کرده و فرصت‌های تمرین عملی، توسعه مهارت‌های ضمنی و قضاوت موقعیتی را کاهش دهد.	• توالی یادگیری به گونه‌ای طراحی شود که مهارت‌های پایه پیش از استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی شکل گیرند. • تکالیفی طراحی شود که مستلزم راستی‌آزمایی، تأمل و توضیح باشند. • اطمینان حاصل شود که یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی مکمل آموزش عملی تحت نظارت، یادگیری کارگاهی و تجربه محیط کار است.
ریسک‌های ارزشیابی	• استفاده از هوش مصنوعی ممکن است فرایندهای ارزشیابی را دچار اختلال کند. • تکالیف مبتنی بر محصول دیگر نشان ندهند که فراگیر چه میزان دانش یا توانایی مستقل دارد. • اعتبار گواهینامه‌ها و مدارک ممکن است تضعیف شود.	• ارزشیابی‌ها بازطراحی شوند تا شواهد فرایندی، نمایش عملی مهارت و اعتبارسنجی شفاهی را دربر گیرند. • موارد مجاز، ممنوع یا مورد انتظار استفاده از هوش مصنوعی به‌طور شفاف مشخص شود. • از ترکیب روش‌های ارزشیابی مبتنی بر نتیجه و مبتنی بر فرایند استفاده شود.
ریسک‌های حکمرانی	• پذیرش هوش مصنوعی ممکن است پراکنده و فاقد پاسخگویی روشن میان واحدها باشد. • ضعف در خرید و نظارت می‌تواند مؤسسه را در معرض ابزارهای نامناسب یا وابستگی به فروشندگان قرار دهد. • ابزارها و تجهیزات هوش مصنوعی ممکن است صرفاً بر اساس هزینه اولیه و سهولت استفاده انتخاب شوند، بدون توجه کافی به هزینه مالکیت و نگهداری بلندمدت. • حکمرانی هوش مصنوعی ممکن است به فرایندهای داخلی محدود شود و مشارکت با کارفرمایان، یادگیری مبتنی بر کار، ارزشیابی بیرونی و الزامات صلاحیت حرفه‌ای را پوشش ندهد.	• چشم‌انداز، هدف و سیاست سازمانی مشخصی برای هوش مصنوعی با نقش‌ها و فرایندهای روشن تدوین شود. • فرایندهای بازبینی برای خرید، پایش و اصلاح سیاست‌ها، از جمله بررسی شفافیت فروشندگان و شیوه‌های مدیریت داده، اعمال شود. • معیارهای خرید پایدار با توجه به هزینه کل مالکیت، نگهداری و مقرون به صرفه بودن بلندمدت به کار گرفته شود. • ترتیبات حکمرانی هوش مصنوعی به همکاری با کارفرمایان، ارائه‌دهندگان یادگیری محیط کار و نهادهای صلاحیت‌بخشی یا اعتباربخشی نیز تسری یابد.
ریسک‌های حقوقی و اخلاقی	• استفاده از هوش مصنوعی ممکن است الزامات حفاظت از داده‌ها را نقض کند. • حقوق مالکیت فکری ممکن است به درستی مدیریت نشود. • سوگیری، عدم شفافیت و ضعف نظارت انسانی می‌تواند به تصمیم‌های ناعادلانه یا غیراخلاقی منجر شود. • داده‌های تولیدشده در یادگیری محیط کار یا کارآموزی ممکن است ابهاماتی درباره مالکیت، رضایت و نحوه استفاده ایجاد کند.	• قواعد روشنی برای استفاده از داده‌ها، اخذ رضایت و بارگذاری محتوا تدوین شود. • مالکیت و نحوه استفاده مجاز از محتوای تولیدشده توسط هوش مصنوعی مشخص گردد. • نظارت انسانی و بازبینی بر اساس معیارهای حقوقی و اخلاقی الزامی باشد. • داده‌های مربوط به کارآموزی و یادگیری محیط کار تحت توافق‌نامه‌های روشن میان مؤسسه، کارفرما، فراگیر و ارائه‌دهندگان آموزش قرار گیرد.

جدول ۵. خطرات مرتبط با هوش مصنوعی در مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای و راهکارهای کاهش آن

دسته خطر	خطرات کلیدی	راهکارهای کاهش خطر
ریسک‌های عدالت و برابری	• نابرابری در دسترسی به تجهیزات، اینترنت و ابزارهای پولی می‌تواند محرومیت را تشدید کند. • موانع دسترس‌پذیری و زبانی ممکن است مشارکت برخی فراگیران را محدود کند. • سامانه‌های سوگیرانه هوش مصنوعی، از جمله ابزارهای هدایت یا تطبیق، ممکن است برخی گروه‌های فراگیر را در موقعیت نامطلوب قرار داده یا کلیشه‌های جنسیتی، اجتماعی و شغلی را بازتولید کنند.	• ابزارهای مقرون به صرفه در اولویت قرار گیرند و در محیط‌های کم‌برخوردار حمایت سازمانی فراهم شود. • تا حد امکان از ابزارهای چندزبانه و دسترس‌پذیر استفاده شود. • برای تصمیم‌هایی که پیامدهای مهمی برای فراگیران دارند، بازبینی انسانی حفظ شود و نتایج سامانه‌های هدایت یا تطبیق بر اساس جنسیت، معلولیت، وضعیت اقتصادی-اجتماعی و سایر ویژگی‌های مرتبط پایش شود.
ریسک‌های شایستگی	• کارکنان و فراگیران ممکن است شایستگی لازم برای استفاده انتقادی و مسئولانه از هوش مصنوعی را نداشته باشند. • ضعف در شایستگی هوش مصنوعی می‌تواند به سوءاستفاده یا قضاوت نادرست منجر شود. • برنامه‌های توانمندسازی ممکن است فقط بر معلمان تمرکز کنند و مربیان محیط کار، ارزیابان، مدیران و کارکنان پشتیبانی را نادیده بگیرند.	• برنامه‌های توسعه ظرفیت مستمر و متناسب با نقش افراد اجرا شود. • مهارت‌های راستی‌آزمایی و استفاده انتقادی در آموزش، یادگیری و توسعه حرفه‌ای تقویت گردد. • برای مدیران، معلمان، مربیان، ارزیابان، مربیان محیط کار و فراگیران، پروفایل‌های شایستگی اختصاصی هوش مصنوعی تعریف شود.
ریسک‌های ایمنی	• خروجی‌های نادرست هوش مصنوعی ممکن است در کارگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها یا شبیه‌سازها مبنای عمل قرار گیرند. • اتکای بیش از حد به هوش مصنوعی می‌تواند قضاوت‌های مرتبط با ایمنی را تضعیف کند. • مسئولیت تصمیم‌های ناایمن ممکن است نامشخص شود.	• محدود وظایف هوش مصنوعی در موقعیت‌های حساس از نظر ایمنی به‌روشنی تعیین شود. • نظارت افراد واجد صلاحیت بر تصمیم‌های حساس ایمنی حفظ گردد. • مسئولیت‌ها، مسیرهای ارجاع و شیوه واکنش به حوادث در سیاست‌های سازمانی مشخص شود.
ریسک‌های زیست‌محیطی	• استفاده از هوش مصنوعی ممکن است مصرف انرژی را افزایش دهد. • می‌تواند موجب تسریع در تعویض تجهیزات و افزایش پسماندهای الکترونیکی شود.	• کاربردهایی در اولویت قرار گیرند که ارزش آموزشی مشخص و قابل توجیه داشته باشند. • پیش از استقرار سامانه‌ها، هزینه‌های چرخه عمر و پیامدهای زیرساختی آن‌ها ارزیابی شود.

جعبه ۱. نمونه‌هایی از سیاست‌گذاری نهادی در حوزه هوش مصنوعی

برخی از مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای در سال‌های اخیر رویکرد خود به هوش مصنوعی را از طریق تدوین راهبردها، سیاست‌ها و دستورالعمل‌های سازمانی رسمی کرده‌اند. نمونه‌های زیر مسیرهای متفاوت ورود به این حوزه را نشان می‌دهند.

دوئوک یوسی (Duoc UC)، شیلی: مؤسسه دوئوک یوسی دستورالعمل رسمی هوش مصنوعی خود را تحت عنوان «رهنمودهای عمومی هوش مصنوعی برای Duoc UC» منتشر کرده است. این سند که برای تمامی اعضای جامعه دانشگاهی کاربرد دارد، مجموعه‌ای از اصول را در زمینه استفاده ایمن از هوش مصنوعی، رعایت صداقت علمی، شفافیت، حفظ حریم خصوصی، امنیت، کنترل فرایندهای پیاده‌سازی، ممیزی و پایبندی به مقررات تعیین می‌کند.

مرجع مشترک آموزش منطقه اسپو (Omnia)، فنلاند: مؤسسه اُمنیا یک دستورالعمل سازمانی برای استفاده از هوش مصنوعی تدوین کرده است تا فراگیران و کارکنان بتوانند از هوش مصنوعی در فرایندهای یادگیری و کار به شیوه‌ای مسئولانه و با ذهنی باز استفاده کنند. این دستورالعمل موضوعاتی مانند امنیت داده‌ها، حفاظت از اطلاعات شخصی، رعایت قوانین و مقررات مربوط و نیز نقش معلمان در هدایت فراگیران درباره زمان و چگونگی استفاده از هوش مصنوعی در موقعیت‌های آموزشی را پوشش می‌دهد.

کالج هنر، علوم و فناوری مالت (MCAST)، مالت: کالج MCAST رویکردی جامع و سازمان‌محور را از طریق راهبرد هوش مصنوعی و سیاست استفاده ایمن و اخلاقی از سامانه‌های هوش مصنوعی اتخاذ کرده است. این اسناد، به‌کارگیری هوش مصنوعی را در حوزه‌های آموزش، پژوهش، مدیریت اداری و تعامل با صنعت چارچوب‌بندی می‌کنند. این سیاست بر رویکردی مبتنی بر مدیریت ریسک استوار است و با قانون هوش مصنوعی اتحادیه اروپا (EU AI Act) هم‌راستا است.

پلی تکنیک تماسک (Temasek Polytechnic)، سنگاپور: پلی تکنیک تماسک حکمرانی هوش مصنوعی را در چارچوب موجود صداقت علمی خود ادغام کرده و از طریق بازنگری در سیاست مقابله با سرقت علمی، استفاده دانشجویان از ابزارهای هوش مصنوعی در فعالیت‌های آموزشی را مورد توجه قرار داده است. این سیاست تعریف سرقت علمی، اقدامات انضباطی، راهنمایی‌های لازم برای پیشگیری از سرقت علمی و نمونه‌هایی از کاربردهای مجاز و غیرمجاز محتوای تولیدشده توسط هوش مصنوعی در انواع مختلف تکالیف را به‌روشنی بیان می‌کند.

منابع: دوئوک یوسی (۲۰۲۵)؛ اُمنیا (۲۰۲۴)؛ کالج هنر، علوم و فناوری مالت (MCAST) (۲۰۱۹)؛ پلی تکنیک تماسک

مدیریت ریسک‌های هوش مصنوعی

مدیریت این خطرات مستلزم اتخاذ رویکردی نظام‌مند در قالب یک چرخه مستمر است. به مؤسسات توصیه می‌شود دفتر ثبت ریسک‌های هوش مصنوعی را ایجاد و نگهداری کنند تا در آن، خطرات شناسایی‌شده، کنترل‌های موجود، اقدامات اصلاحی و مسئولیت‌های مرتبط با مدیریت هر خطر مستندسازی شود. پیوست ب نمونه‌ای از چنین دفتر ثبت ریسکی را ارائه می‌کند که مؤسسات می‌توانند متناسب با شرایط و میزان استفاده خود از هوش مصنوعی آن را بومی‌سازی و به‌کار گیرند.

۵-۲ توسعه برنامه‌های آموزشی و برنامه درسی برای پاسخ‌گویی

به تقاضای مهارت‌های مبتنی بر هوش مصنوعی

پاسخ‌گویی به نیازهای شغلی و حرفه‌ای، یکی از ویژگی‌های اساسی طراحی برنامه‌های آموزشی و درسی در آموزش فنی و حرفه‌ای است. با این حال، هوش مصنوعی هم سرعت و هم ماهیت این تقاضا را دگرگون کرده است. در درون مشاغل، وظایف به تدریج میان انسان‌ها و سامانه‌های هوشمند بازتوزیع می‌شوند. در سطحی گسترده‌تر نیز مرزهای سنتی میان مشاغل در حال کمرنگ شدن است، زیرا هوش مصنوعی نقش‌های ترکیبی و جدیدی را پدید آورده که مستلزم ترکیب‌های تازه‌ای از شایستگی‌های فنی و دیجیتال هستند.

این تحولات تقریباً تمامی بخش‌هایی را که آموزش فنی و حرفه‌ای در آن‌ها فعالیت می‌کند تحت تأثیر قرار داده‌اند، هرچند شدت و سرعت

این تأثیر در صنایع و اقتصادهای مختلف یکسان نیست. این بخش به بررسی این موضوع می‌پردازد که مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای چگونه می‌توانند سبد برنامه‌های آموزشی و محتوای برنامه‌های درسی خود را برای پاسخ‌گویی به نیازهای نوظهور و آینده بازار کار ناشی از هوش مصنوعی سازمان‌دهی و بازطراحی کنند.

شناسایی تحولات شغلی و نیازهای مهارتی

مشاغلی که مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای برای آن‌ها نیروی انسانی تربیت می‌کنند، به‌طور هم‌زمان در سطوح مختلف در حال تحول‌اند. بسیاری از حرفه‌ها، وظایف از اجرای دستی و فرایندهای تکراری به سمت نظارت، تحلیل و هماهنگی سامانه‌های خودکار در حال انتقال است. اگر مؤسسات آموزشی این تغییرات را رصد نکنند، خطر آن وجود دارد که آموزش‌های آنان فراگیران را برای وظایف و نقش‌هایی آماده کند که دیگر با واقعیت‌های محیط کار همخوانی ندارند.

یکی از گام‌های اساسی برای افزایش تناسب برنامه‌های درسی با نیازهای بازار کار، شناسایی این موضوع است که چه چیزهایی در صنعت و بازار کار در حال تغییر است و این تغییرات در چه سطحی رخ می‌دهند. جدول ۶ چارچوبی تحلیلی برای این منظور ارائه می‌دهد. این چارچوب از روندهای کلان صنعتی و بخشی آغاز می‌شود و به شایستگی‌های موردنیاز در پروفایل‌های شغلی می‌رسد و بدین ترتیب مبنایی برای همسوسازی اهداف یادگیری با نیازهای واقعی محیط کار فراهم می‌آورد.

جدول ۶. سطوح تحلیل برای شناسایی تحولات شغلی و نیازهای مهارتی

سطح تحلیل	چه مواردی باید بررسی شود؟	منابع اطلاعاتی
صنعت و بخش اقتصادی	محل‌های به‌کارگیری هوش مصنوعی؛ فرایندهایی که در حال خودکارسازی یا تقویت شدن هستند؛ نقش‌های شغلی نوظهور؛ تغییر و بازآرایی زنجیره ارزش	گزارش‌های صنعتی، پیش‌بینی‌های مهارتی بخش‌های اقتصادی، سامانه‌های ملی اطلاعات بازار کار
شغل	مشاغل نوظهور، مشاغل در حال افول یا بازتعریف؛ تغییر مرزها و نقش‌های شغلی؛ مشاغلی که تقاضا برای آن‌ها در حال افزایش است	استانداردهای شغلی، تحلیل آگهی‌های استخدام، داده‌های روندهای جذب و استخدام، چارچوب‌های ملی صلاحیت حرفه‌ای
وظایف و موقعیت‌های کاری	وظایفی که در حال خودکارسازی هستند؛ وظایفی که به همکاری انسان و هوش مصنوعی نیاز دارند؛ وظایف جدیدی که در محیط‌های کاری پدیدار می‌شوند	مشاهده محیط کار، تحلیل وظایف شغلی، مصاحبه با کارفرمایان
پروفاایل شایستگی شغلی	دانش، مهارت‌ها و نگرش‌های موردنیاز کنونی؛ شایستگی‌هایی که اهمیت آن‌ها در حال افزایش است؛ شایستگی‌هایی که از اهمیت آن‌ها کاسته می‌شود	چارچوب‌های شایستگی شغلی، استانداردهای گواهی‌نامه‌های صنعتی، ممیزی مهارت‌های محیط کار، انجمن‌ها و نهادهای حرفه‌ای

هرگاه این تحلیل‌ها نشان‌دهنده تغییر در الگوهای تقاضا باشند، مؤسسه باید پیامدهای آن را برای ساختار برنامه‌های آموزشی و محتوای برنامه‌های درسی ارزیابی کند. نظام‌ها و ابزارهای مختلفی می‌توانند از این فرایند پشتیبانی کنند. در سطح بین‌المللی

ردیاب جهانی مهارت‌های یونسکو ابزاری برای تحلیل هوشمند بازار کار که با استفاده از داده‌های آگهی‌های استخدام آنلاین، تغییرات تقاضا برای مهارت‌ها را در کشورهای مختلف، بخش‌های اقتصادی و مشاغل رصد می‌کند.

سامانه پیش‌بینی مهارت‌های مرکز اروپایی توسعه آموزش حرفه‌ای سامانه‌ای منطقه‌ای برای آینده‌نگری مهارت‌ها که روندهای آتی اشتغال را بر حسب بخش اقتصادی، شغل و سطح صلاحیت در کشورهای اروپایی پیش‌بینی می‌کند.

در سطح ملی کشورها از انواع مختلف سامانه‌های اطلاعات بازار کار برای هدایت تصمیم‌های آموزشی و مهارتی استفاده می‌کنند. برخی نمونه‌ها عبارتند از:

درگاه داده QuBe آلمان سامانه‌ای پیش‌بینی‌کننده که عرضه و تقاضای نیروی کار را بر اساس شغل و سطح صلاحیت به یکدیگر پیوند می‌دهد.

پرتال اطلاعات بازار کار جامائیکا (LMIP) بستری تحلیلی که با همکاری یونسکو توسعه یافته و داده‌های برخط آگهی‌های

استخدام، پیمایش‌های کارفرمایان و شاخص‌های اقتصادی را برای پشتیبانی از برنامه‌ریزی برنامه‌های درسی و نظام صلاحیت‌ها گردآوری می‌کند.

سامانه اطلاعات بازار کار کنیا (KLMIS) پلتفرمی ملی که شاخص‌های بازار کار و نشانه‌های تقاضای نیروی انسانی را یکپارچه می‌کند.

درگاه مشاغل و مهارت‌های سنگاپور (Jobs-Skills Portal) سامانه‌ای یکپارچه که داده‌های مربوط به مشاغل و مهارت‌ها، داشبوردهای تحلیلی و منابع مرتبط را در اختیار کاربران قرار می‌دهد.

با این حال، یافته‌های حاصل از این سامانه‌ها نمی‌توانند جایگزین تعامل مستقیم با کارفرمایان و تشکلهای صنعتی شوند. میزان نفوذ و به‌کارگیری هوش مصنوعی در صنایع مختلف و حتی درون یک صنعت یکسان نیست. در بسیاری از کشورها، بخش عمده بنگاه‌ها را شرکت‌های کوچک و متوسط تشکیل می‌دهند که هنوز هوش مصنوعی را در مقیاس گسترده به کار نگرفته‌اند.

از این رو، مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای باید مشخص کنند کدام بخش‌های اقتصادی و کدام کارفرمایان در محیط فعالیت آن‌ها واقعاً از هوش مصنوعی استفاده می‌کنند و تحلیل‌های خود را بر همان حوزه‌ها متمرکز سازند، نه اینکه صرفاً بر مبنای پیش‌بینی‌های کلی و جهانی تصمیم‌گیری کنند

معماری برنامه‌های آموزشی برای ادغام هوش مصنوعی

هنگامی که یک مؤسسه تصویر روشنی از چگونگی تأثیر هوش مصنوعی بر مشاغل و حرفه‌های مرتبط به دست آورد، گام بعدی ارزیابی و در صورت لزوم بازطراحی برنامه‌های آموزشی موجود است. توسعه هوش مصنوعی در طیف گسترده‌ای از نقش‌های شغلی در زنجیره ارزش صنعت، تقاضا ایجاد کرده است. این نقش‌ها حوزه‌هایی مانند پژوهش و علم، توسعه الگوریتم و مدل، کاربرد و یکپارچه‌سازی، و همچنین پشتیبانی فنی و عملیات را دربرمی‌گیرند. دسته دیگری نیز شامل نقش‌های تخصصی مبتنی بر حوزه است که در آن متخصصان از هوش مصنوعی در بخش‌هایی مانند تولید، بهداشت و درمان، کشاورزی، لجستیک و آموزش استفاده می‌کنند.

در آموزش فنی و حرفه‌ای، نقش‌هایی که بیشترین ارتباط را با فارغ‌التحصیلان دارند معمولاً در بخش‌های کاربردی‌تر این طیف قرار می‌گیرند. یکی از مهم‌ترین حوزه‌ها، پشتیبانی فنی و عملیات است که نقش‌هایی مانند آماده‌سازی داده‌ها، نگهداری سامانه‌ها و پایش عملکرد آن‌ها را شامل می‌شود. حوزه دیگر، کاربرد و یکپارچه‌سازی است که در آن ابزارها و سامانه‌های هوش مصنوعی برای استفاده در محیط‌های کاری و بخش‌های مختلف صنعت سازگار و پیاده‌سازی می‌شوند. سومین حوزه، فضای رو به گسترش نقش‌های ترکیبی «هوش مصنوعی + حرفه (AI + X)» است که در آن تخصص‌های حرفه‌ای با توانایی استفاده، مدیریت یا همکاری با کاربردهای هوش مصنوعی در محیط‌های شغلی مشخص تلفیق می‌شوند. طراحی برنامه‌های آموزشی مؤسسات باید بازتابی از ساختار اقتصاد محلی و منطقه‌ای و نیز سطح قابلیت‌های هوش مصنوعی مورد نیاز کارفرمایان باشد.

جدول ۷ چهار سطح یا لایه احتمالی از ارائه برنامه‌های آموزشی مرتبط با هوش مصنوعی را نشان می‌دهد که هر یک برای گروه خاصی از فراگیران و مسیرهای شغلی متفاوت طراحی شده‌اند. بدیهی است که تعداد اندکی از مؤسسات در هر چهار سطح فعالیت خواهند کرد. هدف این چارچوب آن است که به مؤسسات کمک کند تشخیص دهند سرمایه‌گذاری آموزشی آن‌ها در کدام حوزه بیشترین ارتباط و اثربخشی را خواهد داشت.

بسیاری از مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای در چارچوب نظام‌های تنظیم‌شده فعالیت می‌کنند که در آن برنامه‌های درسی باید با استانداردهای شغلی و چارچوب‌های صلاحیت حرفه‌ای ملی همسو باشند. حتی زمانی که یک مؤسسه ضرورت گنجاندن شایستگی‌های مرتبط با هوش مصنوعی را تشخیص می‌دهد، ممکن است اختیار کافی برای بازنگری برنامه درسی را نداشته باشد؛ به‌ویژه اگر استانداردهای ملی هنوز به‌روزرسانی نشده باشند. از آنجا که شایستگی‌های مرتبط با هوش مصنوعی با سرعتی بیش از چرخه‌های معمول بازنگری صلاحیت‌ها تغییر می‌کنند، گواهی‌نامه‌های ماژولار و انباشته‌شونده می‌توانند راهکاری برای به‌روزرسانی تدریجی برنامه‌ها فراهم کنند. این رویکرد به فراگیران امکان می‌دهد واحدهای شایستگی متمرکز و مشخصی را کسب کنند و به تدریج آن‌ها را در قالب صلاحیت‌های گسترده‌تر و جامع‌تر تجمیع نمایند، بدون آنکه نیاز به بازنگری کامل برنامه‌های آموزشی در هر مرحله وجود داشته باشد.

جدول ۷. معماری لایه‌ای برنامه‌های آموزشی برای ادغام هوش مصنوعی			
سطح برنامه	شرح	گروه هدف	نمونه نقش‌های شغلی
برنامه‌های تخصصی هوش مصنوعی	برنامه‌هایی برای تربیت تکنسین‌ها و متخصصان هوش مصنوعی	فراگیرانی که قصد ورود به مسیرهای شغلی تخصصی هوش مصنوعی را دارند	تکنسین‌های برچسب‌گذاری داده، تکنسین‌های نگهداری سامانه‌های هوش مصنوعی، آزمون‌گران تضمین کیفیت سامانه‌های هوش مصنوعی، متخصصان توسعه مدل‌های هوش مصنوعی
برنامه‌های میان‌رشته‌ای ترکیب‌کننده هوش مصنوعی با یک حوزه حرفه‌ای	برنامه‌هایی که به نقش‌های نوظهور در مرز میان هوش مصنوعی و یک بخش یا صنعت خاص می‌پردازند	فراگیرانی که به دنبال مشاغلی هستند که تخصص حرفه‌ای را با هوش مصنوعی ترکیب می‌کنند	فناوران تولید هوشمند، تکنسین‌های کشاورزی دقیق، هماهنگ‌کنندگان لجستیک هوشمند، تکنسین‌های مراقبت سلامت مبتنی بر هوش مصنوعی
برنامه‌های موجود تقویت‌شده با ماژول‌های هوش مصنوعی	برنامه‌های حرفه‌ای و شغلی موجود که با محتوای مرتبط با هوش مصنوعی در همان حرفه به‌روزرسانی شده‌اند	فراگیران رشته‌ها و مشاغلی که هوش مصنوعی در حال دگرگون‌سازی شیوه‌های کاری آن‌هاست	تکنسین‌های خودرو استفاده‌کننده از سامانه‌های تشخیص عیب مبتنی بر هوش مصنوعی، کارکنان ساخت‌وساز بهره‌بردار از سامانه‌های هوشمند مدیریت کارگاه، کارکنان مهمان‌نوازی و گردشگری مدیریت‌کننده پلتفرم‌های خدماتی مبتنی بر هوش مصنوعی
برنامه‌های آموزش عمومی هوش مصنوعی	آموزش‌های پایه‌ای سواد و مهارت‌های هوش مصنوعی برای طیف گسترده‌ای از مخاطبان	همه فراگیران و شهروندانی که به دنبال ارتقای مهارت یا بازآموزی هستند	شاغلان در تمامی حرفه‌ها که ابزارهای هوش مصنوعی به بخشی از فعالیت‌های روزمره آنان تبدیل شده است

روژه Integri-Tech TVET که توسط دانشگاه آفریقای جنوبی (UNISA) با مشارکت کالج آموزش فنی و حرفه ای کاپریکورن (Capricorn College) اجرا می شود، به مسئله ای می پردازد که طراحان آن از آن با عنوان «شکاف میان عرضه کنندگان فناوری و برنامه درسی (Vendor-Curriculum Gap)» یاد می کنند. منظور از این شکاف، ناهماهنگی میان دوره های دیجیتالی ارائه شده توسط شرکت هایی مانند Cisco و Microsoft و واحدهای درسی رسمی آموزش فنی و حرفه ای است که در چارچوب گواهی ملی حرفه ای (National Certificate [Vocational]) و دیپلم آموزش فنی مورد تأیید ملی (National Accredited Technical Education Diploma/Report) (191) ارائه می شوند و هنوز تا حد زیادی دیجیتالی نشده اند. این طرح در حال توسعه چارچوبی است که ابزارهای آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی را به طور مستقیم در واحدهای درسی بومی آموزش فنی و حرفه ای ادغام می کند و در بین حال، انطباق آن ها را با استانداردهای ملی هوش مصنوعی که توسط ادار استانداردهای آفریقای جنوبی (South African Bureau of Standards) دوین شده اند، تضمین می نماید.

چارچوب اخلاقی هوش مصنوعی این پروژه که بر پایه اصول اخلاق ضیلت محور (Virtue Ethics) و عدالت شناختی (Cognitive Justice) بنا شده است، می کوشد اطمینان حاصل کند که دانشجویان آموزش فنی حرفه ای به شهروندان دیجیتالی آگاه و مسئول تبدیل شوند، نه صرفاً مصرف کنندگان منفعل فناوری. در بخش دیگری از این پروژه، سامانه های مبتنی و دستی کتابخانه ها به مراکز مدیریت شده با هوش مصنوعی تبدیل می شوند؛ مراکزی که قادرند منابع پرتقاضا را رصد کنند، الگوهای استفاده را تحلیل نمایند و گزارش های تحلیلی لازم را برای پشتیبانی تصمیم گیری های مدیریتی و سازمانی تولید کنند.

منبع: تهیه شده توسط رابرت نیکی تیجانو، دانشگاه آفریقای جنوبی.

گنجاندن دانش و مهارت های هوش مصنوعی در تمامی رشته ها و

حرفه های تخصصی

کاربردهای هوش مصنوعی تمامی بخش های اقتصادی را دربرمی گیرند و هر رشته یا حرفه تخصصی نیازمند محتوای درسی متناسب با تأثیر سامانه های هوشمند بر عملکرد شغلی خود است. با این حال، میزان دشواری این ادغام در انواع مختلف یادگیری یکسان نیست. در حوزه های **نظری و شناختی** برنامه های درسی آموزش فنی و حرفه ای، معمولاً می توان مفاهیم مرتبط با هوش مصنوعی را با سهولت بیشتری در محتوای آموزشی و اهداف یادگیری موجود گنجاند. اما در حوزه های **عملی و مهارتی (روان حرکتی)**، ادغام هوش مصنوعی نیازمند برنامه ریزی و توالی بندی دقیق تری است؛ زیرا فراگیران باید به طور مستقیم با ابزارها، مواد، تجهیزات و رویه های واقعی محیط کار تعامل داشته باشند. از این رو، تدوین اهداف یادگیری در حرفه های عملی مستلزم توجه به این موضوع است که هوش مصنوعی چگونه وظایف شغلی را تغییر می دهد و چه دانش و مهارت های جدیدی را برای شاغلان ضروری می سازد.

توسعه دهندگان برنامه درسی می توانند ابتدا بر حرفه ها و حوزه های کاری ای تمرکز کنند که در آن ها ابزارهای هوش مصنوعی هم اکنون در محیط های کار مورد استفاده قرار می گیرند و سپس فعالیت های یادگیری را بر اساس فرایندهای واقعی کار پشتیبانی شده توسط هوش مصنوعی طراحی نمایند.

جدول ۸ نمونه ای از این فرایند را نشان می دهد و بر شواهدی استوار است که بیان می کنند هوش مصنوعی چگونه در برخی مشاغل منتخب، ماهیت وظایف شغلی و الزامات شایستگی حرفه ای را دگرگون ساخته است

جدول ۸. دانش و مهارت‌های موردنیاز هوش مصنوعی در برخی مشاغل منتخب

شغل	وظایف تحت تأثیر هوش مصنوعی	دانش و مهارت‌های موردنیاز
کارکنان حوزه سلامت و درمان	تشخیص‌های پزشکی مبتنی بر هوش مصنوعی، پایش هوشمند بیماران، توصیه‌های درمانی مبتنی بر الگوریتم	ارزیابی و اعتبارسنجی نتایج تشخیص‌های تولیدشده توسط هوش مصنوعی در کنار قضاوت بالینی؛ کار با تجهیزات پایش مبتنی بر هوش مصنوعی؛ تشخیص زمان مناسب برای نادیده گرفتن یا اصلاح توصیه‌های الگوریتمی (مانکا و اسلاوا، ۲۰۲۵).
کارکنان پذیرش و خدمات مهمان در هتل‌ها	فرایندهای خودکار پذیرش و تسویه حساب، مدیریت مشتری مبتنی بر هوش مصنوعی، پیش‌بینی تقاضا	تحلیل داده‌ها برای شخصی‌سازی خدمات مهمانان؛ تسلط بر سامانه‌های دیجیتال رزرو و خدمات؛ مدیریت تعاملات میان انسان و سامانه‌های هوشمند ارائه خدمات (هیئت گردشگری سنگاپور و همکاران، ۲۰۲۳).
کارگران و تکنسین‌های ساخت‌وساز	مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) مبتنی بر هوش مصنوعی، سامانه‌های پایش ایمنی، هماهنگی دیجیتال پروژه‌ها	خواندن و استفاده از داده‌های تولیدشده توسط سامانه‌های هوشمند کارگاهی؛ بهره‌گیری از نرم‌افزارهای BIM مجهز به قابلیت‌های هوش مصنوعی؛ تفسیر هشدارهای ایمنی تولیدشده توسط هوش مصنوعی؛ اعمال قضاوت حرفه‌ای در مورد خروجی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی (اوبی و همکاران، ۲۰۲۵).
تکنسین‌های کشاورزی	تحلیل هوشمند خاک و محصولات، پایش مبتنی بر پهپاد، سامانه‌های کشاورزی دقیق	تفسیر داده‌های مربوط به محصول، خاک، آب‌وهوا و آفات که توسط سامانه‌های هوش مصنوعی تولید می‌شوند؛ تصمیم‌گیری بر اساس توصیه‌های هوشمند برای کاشت، کوددهی و مدیریت آفات؛ مدیریت فرایند جمع‌آوری داده‌ها و رفع اشکال سامانه‌ها (گوپتا و کومار پال، ۲۰۲۵).
تکنسین‌های نگهداری و تعمیرات خودرو	عیب‌یابی مبتنی بر هوش مصنوعی، نگهداری پیش‌بینانه مبتنی بر حسگرها، سامانه‌های داده‌ای خودروهای متصل	استفاده از ابزارهای عیب‌یابی مبتنی بر هوش مصنوعی؛ تفسیر داده‌های حسگرها در حوزه‌های مکانیکی، الکتریکی و نرم‌افزاری؛ اعتبارسنجی و ارزیابی پیشنهادها برای تعمیراتی تولیدشده توسط هوش مصنوعی (حسین و همکاران، ۲۰۲۴).

علاوه بر افزودن محتوای مرتبط با هوش مصنوعی، ممیزی و بازنگری برنامه درسی نیز ضروری است تا مشخص شود کدام بخش از محتوا، با توجه به واگذاری روزافزون وظایف فنی و تکراری به سامانه‌های هوش مصنوعی، ارزش شغلی و حرفه‌ای خود را از دست می‌دهد. البته این امر به معنای حذف چنین مهارت‌های عملیاتی از برنامه درسی نیست؛ بلکه هدف و شیوه آموزش آن‌ها را تغییر می‌دهد.

فراگیران همچنان باید بر فرایندها و مفاهیم بنیادی تسلط پیدا کنند تا بتوانند خروجی‌های تولیدشده توسط هوش مصنوعی را تحلیل، ارزیابی و اعتبارسنجی کنند. از این‌رو، نوسازی برنامه‌های درسی باید ضمن حفظ دانش و مهارت‌های فنی پایه، جهت‌گیری آموزش و یادگیری را به سوی توسعه شایستگی‌های موردنیاز برای همکاری انسان و هوش مصنوعی، ارزیابی انتقادی، قضاوت حرفه‌ای و توانایی سازگاری با تغییرات سوق دهد.

جعبه ۳. یادگیری هوش مصنوعی ادغام‌شده با محتوا در کانادا

الگوی یادگیری هوش مصنوعی ادغام‌شده با محتوا که توسط کالج آتلانتیک شمالی کانادا توسعه یافته است، هوش مصنوعی را از طریق فرایندی نظام‌مند برای بازنگری و بازطراحی دروس، در سراسر برنامه‌های آموزش فنی و حرفه‌ای ادغام می‌کند. این الگو دو هدف اصلی را دنبال می‌کند: استفاده از هوش مصنوعی برای ارتقای فرایند آموزش و ارزشیابی؛ یادگیری هوش مصنوعی از طریق به‌کارگیری آن در فرایند تدریس و یادگیری.

در این رویکرد، مؤسسه با بررسی دروس موجود و مطالعه نیازهای صنعت، مشخص می‌کند که شایستگی‌های مرتبط با هوش مصنوعی چگونه باید در هر رشته و حوزه تخصصی گنجانده شوند. سپس، اهداف یادگیری متناسب با این شایستگی‌ها بازنگری و به‌روزرسانی می‌شوند. در این مدل، آمادگی اعضای هیئت آموزشی و مدرسان در مرکز فرایند اجرا قرار دارد؛ به‌گونه‌ای که مربیان و مدرسان برای آموزش درباره هوش مصنوعی و همچنین آموزش با استفاده از هوش مصنوعی توانمندسازی می‌شوند.

این الگو در حال حاضر به‌صورت آزمایشی در درس‌های ارتباطات و نیز دوره گواهینامه یادگیری بزرگسالان، تدریس و نوآوری اجرا شده است. یافته‌های اولیه نشان می‌دهد که تردید و مقاومت اولیه برخی مدرسان نسبت به هوش مصنوعی، با پیشرفت فرایند آموزش و توانمندسازی کاهش یافته است. دانشجویان توانسته‌اند از هوش مصنوعی برای فعالیت‌های متنوعی استفاده کنند؛ از جمله: دریافت پشتیبانی آنی در نگارش متون؛ تولید پیش‌نویس‌های اولیه برای مقالات و تکالیف؛ بازنگری، نقد و تکمیل محتوای تولیدشده به‌صورت انتقادی. این مؤسسه توصیه می‌کند که ادغام هوش مصنوعی با اجرای پروژه‌های آزمایشی کوچک و محدود آغاز شود و این پروژه‌ها با اهداف یادگیری موجود همسو باشند تا کمترین اختلال در فرایندهای رسمی تصویب و بازنگری برنامه‌های درسی ایجاد شود.

همکاری با صنعت برای تضمین مرتبط بودن برنامه درسی

رویکردهای تشریح‌شده در بخش‌های پیشین، به تعامل مستمر و پایدار با صنعت وابسته‌اند. کارفرمایان و نهادهای بخشی اغلب مستقیم‌ترین منبع اطلاعات درباره چگونگی تأثیرگذاری هوش مصنوعی بر رویه‌های شغلی و حرفه‌ای هستند. مشارکت آنان به همسوسازی محتوای برنامه‌های درسی و استانداردهای صلاحیت حرفه‌ای با واقعیت‌های در حال تحول محیط‌های کار کمک می‌کند.

بازنگری مشترک استانداردهای شغلی و حرفه‌ای یکی از مهم‌ترین اشکال این همکاری به شمار می‌آید. مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای، مراجع صلاحیت‌بخشی، سازمان‌های کارفرمایی و نمایندگان کارکنان می‌توانند از طریق فرایندهای بازنگری دوره‌ای، به‌صورت مشترک بررسی کنند که هوش مصنوعی چگونه بر وظایف شغلی، الزامات شایستگی و انتظارات عملکردی در مشاغل موجود تأثیر می‌گذارد. این موضوع به‌ویژه در شرایطی اهمیت دارد که هوش مصنوعی فرایندهای کاری را دگرگون می‌کند، بدون آنکه الزاماً به ایجاد مشاغل کاملاً جدید بینجامد؛ زیرا در چنین مواردی ممکن است استانداردهای موجود همچنان به‌روز به نظر برسند، در حالی که وظایف واقعی شغل‌ها تغییر کرده باشند.

کارروزی صنعتی و مواجهه مستقیم با محیط کار نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. دوره‌های کوتاه‌مدت حضور در صنعت، مأموریت‌های حرفه‌ای یا فرصت‌های مشاهده و همراهی با متخصصان (Job Shadowing)، به معلمان و مربیان آموزش فنی و حرفه‌ای امکان می‌دهد نحوه استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی را در محیط‌های واقعی کار مشاهده کرده و این تجربیات را به فرایند آموزش منتقل کنند. در این زمینه، استلندارد کارروزی صنعتی آموزش فنی و حرفه‌ای کنیا (۲۰۲۳) نمونه‌ای ارزشمند است؛ زیرا نقش‌ها و مسئولیت‌های مؤسسات آموزشی و بنگاه‌های اقتصادی را در زمینه استقرار، راهنمایی، مربیگری و ارزشیابی کارروزان به‌طور روشن مشخص می‌کند. این استاندارد الگویی عملی برای همکاری ساختاریافته‌تر میان آموزش و صنعت فراهم می‌آورد. (TVETA, 2023)

حوزه مهم دیگر، **مشارکت در ایجاد محیط‌های یادگیری کاربردی** است. در مواردی که مؤسسات آموزشی به‌تنهایی قادر به بازآفرینی محیط‌های کاری مبتنی بر هوش مصنوعی نیستند، شرکای صنعتی می‌توانند دسترسی به ابزارها، سکوها، محیط‌های داده‌ای و سناریوهای واقعی کار را فراهم کنند. برای مثال، همکاری‌های مؤسسه SENAI سائوپائولو (SENAI-SP) در برزیل با شرکت‌های فناوری، امکان گسترش آموزش‌های مرتبط با هوش مصنوعی و فناوری اطلاعات را از طریق آزمایشگاه‌های عملی، محتوای بومی‌سازی‌شده و مطالعات موردی مبتنی بر شرایط واقعی فراهم کرده است (SENAI-SP, 2024). چنین همکاری‌هایی به فراگیران کمک می‌کند تا با فناوری‌های روز و وظایف کاربردی متناسب با محیط‌های کار معاصر آشنا شوند و تجربه عملی کسب کنند.

۵-۳ آموزش و ارائه آموزش مبتنی بر هوش مصنوعی

پداگوژی آموزش فنی و حرفه‌ای میان یادگیری مفهومی و عملکرد عملی، و نیز میان آموزش در مؤسسه و کاربرد آن در محیط کار پیوند برقرار می‌کند. هوش مصنوعی شیوه آماده‌سازی آموزش و نحوه تمرین فراگیران را دگرگون ساخته و همچنین نحوه سازمان‌دهی آموزش در کلاس‌های درس، کارگاه‌ها و محیط‌های کاری را تغییر می‌دهد. چالش اصلی از منظر آموزشی آن است که مشخص شود هوش مصنوعی در چه مواردی می‌تواند یادگیری حرفه‌ای را تقویت کند و در چه مواردی عملکرد مستقل و بدون کمک فناوری همچنان ضروری است. این بخش بررسی می‌کند که هوش مصنوعی چگونه می‌تواند از پداگوژی آموزش فنی و حرفه‌ای در فعالیت‌های یادگیری، شبیه‌سازی و آموزش در محیط کار پشتیبانی کند، بی‌آنکه فرایند شکل‌گیری مهارت‌های اصیل و واقعی را تضعیف نماید.

میزان ادغام هوش مصنوعی در فعالیت‌های یادگیری

یکی از تصمیم‌های مهم آموزشی آن است که مشخص شود هوش مصنوعی تا چه اندازه باید وارد فرایند یادگیری در فعالیت‌های مختلف شود. در آموزش فنی و حرفه‌ای، بسیاری از شایستگی‌های شغلی مستلزم آن‌اند که فراگیران دقت دستی، حساسیت نسبت به مواد، قضاوت ایمنی و استدلال حرفه‌ای خود را در شرایط واقعی نشان دهند. از این‌رو، سطح مناسب استفاده از هوش مصنوعی به دو عامل بستگی دارد: نخست، شایستگی‌هایی که قرار است توسعه یابند و دوم، میزان نیاز فعالیت به عملکرد مستقل فراگیر.

ریس (۲۰۲۵) پنج راهبرد یادگیری در آموزش فنی و حرفه‌ای را مطرح کرده است که بر اساس آن‌ها می‌توان جایگاه هوش مصنوعی را در طیفی از فضاهای یادگیری، از یادگیری مستقل از هوش مصنوعی تا یادگیری هوش‌محور، تعیین کرد. این سطوح یک توالی خطی نیستند، بلکه مجموعه‌ای از گزینه‌های طراحی آموزشی را تشکیل می‌دهند که معلمان و مربیان می‌توانند متناسب با اهداف هر فعالیت یادگیری در یک برنامه آموزشی به کار گیرند.

• یادگیری مستقل از هوش مصنوعی

در این سطح، فراگیران بدون استفاده از هوش مصنوعی فعالیت می‌کنند تا از طریق تعامل مستقیم با ابزارها، مواد و فرایندها، شایستگی‌های پایه را کسب کنند. تمرکز اصلی بر تمرین عملی، قضاوت حرفه‌ای و آشنایی عمیق با ماهیت کار است.

نمونه: فراگیران رشته جوشکاری یک اتصال جوش پایه را به‌صورت دستی اجرا می‌کنند و تنها با اتکا به مشاهده بصری، کنترل دست و واکنش مواد، کیفیت کار خود را ارزیابی می‌کنند؛ بدون آنکه از هوش مصنوعی یا ابزارهای دیجیتال کمکی استفاده شود.

• یادگیری آگاه از هوش مصنوعی

در این سطح، فراگیران از هوش مصنوعی در انجام فعالیت استفاده نمی‌کنند، اما بررسی می‌کنند که این فناوری چگونه در حال تغییر رویه‌های شغلی است و در چه حوزه‌هایی همچنان نقش قضاوت انسانی حیاتی باقی می‌ماند.

نمونه: فراگیران رشته هتلداری درباره تأثیر سامانه‌های رزرو و خدمات مشتری مبتنی بر هوش مصنوعی بر مشاغل خط مقدم گفت‌وگو می‌کنند و وظایفی را شناسایی می‌کنند که همچنان به تعامل انسانی نیاز دارند.

• **یادگیری پشتیبانی‌شده با هوش مصنوعی** در این سطح، هوش مصنوعی به برنامه‌ریزی یا آماده‌سازی فعالیت کمک می‌کند، اما مسئولیت اجرای اصلی همچنان بر عهده فراگیر است. انتظار می‌رود فراگیران خروجی‌های تولیدشده توسط هوش مصنوعی را ارزیابی، اصلاح و با شرایط واقعی تطبیق دهند، نه اینکه آن‌ها را بدون بررسی بپذیرند.

نمونه: فراگیران رشته تأسیسات برق از یک ابزار هوش مصنوعی برای تهیه فهرست بررسی عیب‌یابی استفاده می‌کنند و سپس به‌طور مستقل به تشخیص نقص در یک مدار آموزشی واقعی می‌پردازند.

• یادگیری تقویت‌شده با هوش مصنوعی

در این سطح، هوش مصنوعی در حین انجام فعالیت به‌عنوان منبعی فعال برای ارائه بازخورد، راهنمایی یا انطباق با شرایط عمل می‌کند. هدف، توسعه توانایی همکاری مؤثر انسان و هوش مصنوعی در محیط‌های شغلی است.

نمونه: فراگیران رشته لجستیک در یک شبیه‌سازی انبارداری از ابزار برنامه‌ریزی مبتنی بر هوش مصنوعی برای تنظیم مسیرها، جابه‌جایی موجودی و تصمیم‌گیری درباره زمان‌بندی عملیات استفاده می‌کنند.

• یادگیری هوش‌محور

در این سطح، خودِ هوش مصنوعی موضوع اصلی یادگیری است. فراگیران نحوه عملکرد سامانه‌های هوش مصنوعی، داده‌ها و فرض‌هایی که این سامانه‌ها بر آن‌ها استوارند و همچنین مسائل عملی و اخلاقی مرتبط با استفاده از آن‌ها را بررسی می‌کنند.

نمونه: فراگیران فناوری کشاورزی مطالعه می‌کنند که یک سامانه هوشمند پایش محصولات کشاورزی چگونه آموزش داده شده است، از چه داده‌هایی استفاده می‌کند و چه خطاها یا سوگیری‌هایی ممکن است در توصیه‌های آن وجود داشته باشد.

در حرفه‌هایی که نیازمند مهارت‌های عملی و جسمانی هستند، فراگیران باید پیش از ورود به روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، شایستگی‌های پایه و مهارت‌های دستی را به‌خوبی کسب کنند. معلمان و مربیان آموزش فنی و حرفه‌ای می‌توانند سطوح فوق را به‌عنوان مجموعه‌ای از گزینه‌های طراحی آموزشی به کار گیرند و متناسب با اهداف یادگیری، مناسب‌ترین سطح مداخله هوش مصنوعی را انتخاب کنند؛ نه آنکه صرفاً پیشرفته‌ترین یا فناوری‌محورترین گزینه را برگزینند.

جعبه ۴. دگرگونی یک سکوی آموزش و یادگیری با بهره‌گیری از هوش مصنوعی در چین

دانشگاه پلی‌تکنیک شنژن (SZPU) در چین، قابلیت‌های هوش مصنوعی را در سراسر سکوی یکپارچه آموزش و یادگیری حضوری-برخط خود با نام SZPU i-Study ادغام کرده است. این سکو میزبان بیش از ۱۰ هزار درس و ۷ میلیون منبع آموزشی برخط است. ادغام هوش مصنوعی به صورت مرحله‌ای انجام شد. در مرحله نخست، خدمات زیرساختی پایه شامل زیرساخت داده و آموزش مدل‌های بزرگ‌مقیاس هوش مصنوعی ایجاد شد. در مراحل بعدی، ابزارهای آموزش‌یار مبتنی بر هوش مصنوعی برای مدرسان (مانند تولید خودکار محتوای آموزشی، طرح درس و پرسش‌های آزمون)، ابزارهای یادگیری‌یار برای دانشجویان (از جمله پاسخ‌گویی به پرسش‌ها، یادآوری برنامه مطالعه و ردیابی پاسخ‌ها)، نقشه‌های دانشی دروس و همچنین پخش هوشمند کلاس‌ها همراه با تشخیص گفتار و زیرنویس دوزبانه به سامانه افزوده شد. این ابتکار هم از مدل‌های بزرگ هوش مصنوعی ویژه آموزش و هم از مدل‌های عمومی بهره می‌گیرد و با ایجاد پایگاه‌های دانشی اختصاصی برای هر درس، عامل‌های هوشمند «دستیار تدریس» و «همراه یادگیری» را در اختیار کاربران قرار می‌دهد. در این سامانه، از استقرار ابری ترکیبی (Hybrid Cloud) استفاده شده است؛ به گونه‌ای که داده‌های آموزشی در ابر خصوصی دانشگاه نگهداری می‌شوند، در حالی که برای تأمین توان پردازشی و میزبانی مدل‌های هوش مصنوعی از خدمات ابر عمومی بهره گرفته می‌شود. این طرح همچنین بر طراحی معماری باز تأکید دارد؛ به طوری که ابزارهای جدید هوش مصنوعی می‌توانند به سادگی به سکو متصل شوند و در خدمت آموزش و یادگیری دروس مختلف قرار گیرند.

منبع: شیائوچینگ هه، دانشگاه پلی‌تکنیک شنژن، چین.

رویکردهای آموزشی برای یادگیری حرفه‌ای ادغام‌شده با هوش

مصنوعی

در مواردی که استفاده از یادگیری پشتیبانی‌شده با هوش مصنوعی، یادگیری تقویت‌شده با هوش مصنوعی یا یادگیری هوش‌محور مناسب باشد، پرسش اصلی به این موضوع معطوف می‌شود که شیوه‌های تدریس چگونه باید تغییر کنند. هوش مصنوعی مولد (GenAI) این امکان را فراهم می‌کند که فراگیران با صرف تلاش اولیه اندک، متون نوشتاری، خلاصه‌های تحلیلی و طرح‌های مختلف را تولید کنند. این قابلیت، رویکردهای آموزشی‌ای را که محصول نهایی را مهم‌ترین شاهد یادگیری می‌دانند، با چالش مواجه می‌سازد.

در پاسخ به این وضعیت، تأکید آموزشی باید از محصول نهایی به فرایند یادگیری، استدلال حرفه‌ای و حل مسئله کاربردی منتقل شود.

ادغام هوش مصنوعی در آموزش حرفه‌ای زمانی بیشترین اثربخشی را دارد که به عنوان یک فرایند طراحی تکرارشونده و

تدریجی میان معلمان، مربیان و فراگیران در نظر گرفته شود. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که رویکردهای مشارکتی، که در آن‌ها معلمان کاربردهای هوش مصنوعی را در حوزه تخصصی خود آزمایش کرده و بر اساس تجربه حاصل آن‌ها را اصلاح می‌کنند، نسبت به پیاده‌سازی‌های متمرکز و از بالا به پایین، پذیرش و موفقیت بیشتری داشته‌اند. (Chan, 2025)

جدول ۹ مجموعه‌ای از رویکردهای نوظهور را که در پژوهش‌های اخیر مطرح شده‌اند، ارائه می‌کند. در همه این رویکردها، هوش مصنوعی به عنوان ابزار پشتیبان فرایند یادگیری عمل می‌کند و قضاوت حرفه‌ای انسان همچنان نقش محوری خود را حفظ می‌کند. در این چارچوب، نقش معلمان و مربیان از انتقال صرف محتوا به تسهیل نقد، تحلیل و ارزیابی انتقادی تغییر می‌یابد و در ارزشیابی نیز، علاوه بر محصول نهایی، فرایند یادگیری وزن و اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

جدول ۹. رویکردهای آموزشی برای یادگیری حرفه‌ای ادغام‌شده با هوش مصنوعی

رویکرد	شرح رویکرد	حوزه و زمینه کاربرد حرفه‌ای
قضاوت حرفه‌ای پشتیبانی‌شده با هوش مصنوعی	فراگیران از هوش مصنوعی مولد برای پشتیبانی از تحلیل ساختاریافته موقعیت‌های پیچیده شغلی استفاده می‌کنند. هوش مصنوعی اطلاعات و داده‌های اولیه را فراهم می‌کند، اما تفسیر، ارزیابی و تصمیم‌گیری بر عهده فراگیر است.	مدیریت ساخت‌وساز: فراگیران از ChatGPT برای تحلیل موقعیت‌های پروژه بر اساس الگوی نقاط قوت، ضعف، فرصت‌ها و تهدیدها (SWOT) استفاده کردند (Daggubati, ۲۰۲۵).
یادگیری پروژه‌محور تقویت‌شده با هوش مصنوعی	ابزارهای هوش مصنوعی مولد در تمامی مراحل یک پروژه چندمرحله‌ای به کار گرفته می‌شوند. ارزشیابی بر پایه خروجی‌های واقعی و اصلیل حرفه‌ای انجام می‌گیرد.	طراحی هد: فراگیران از مدل‌های زبانی، مولدهای تصویر و ابزارهای صوتی مبتنی بر هوش مصنوعی در یک پروژه پنج‌مرحله‌ای شبیه‌سازی‌شده صنعتی استفاده کردند. برای جلوگیری از وابستگی بیش از حد به هوش مصنوعی، سوابق استفاده آنان ثبت و پایش شد (Wang & Erdenebold, ۲۰۲۵).
بازاندیشی تأملی پشتیبانی‌شده با هوش مصنوعی مولد	فراگیران در دوره‌های کارورزی بالینی یا محیط کار از هوش مصنوعی مولد برای پشتیبانی از فرایندهای تأمل و بازاندیشی ساختاریافته، مانند ترسیم نقشه مفهومی یا نگارش یادداشت‌های تحلیلی، استفاده می‌کنند.	آموزش پرستاری: فراگیران هوش مصنوعی مولد را ابزاری مفید برای تحریک تفکر تأملی و تحلیل تجربه‌های بالینی خود دانستند (Bowen-Withington, ۲۰۲۵).
هوش مصنوعی در آموزش تناوبی مدرسه- محیط کار	ابزارهای هوش مصنوعی در برنامه‌هایی به کار گرفته می‌شوند که میان آموزش رسمی و تجربه عملی در بنگاه‌های اقتصادی جابه‌جا می‌شوند. یکی از اولویت‌های اصلی در این رویکرد حفظ ارزش آموزشی موقعیت‌های واقعی کار است.	آموزش حرفه‌ای در صنایع تولیدی، جنگلداری و مکانیک خودرو: سه مطالعه موردی در برنامه‌های مبتنی بر تناوب میان مدرسه و محیط کار بررسی شده است (Ciavaldini-Cartaut, ۲۰۲۴). و همکاران، ۲۰۲۴).
توسعه شایستگی‌های هوش مصنوعی از طریق آموزش مبتنی بر عمل	شایستگی‌های مرتبط با هوش مصنوعی از طریق روش‌های ترکیبی آموزش داده می‌شوند که بر مثال‌ها و مسائل عملی برگرفته از حوزه شغلی فراگیران استوارند.	آموزش حرفه‌ای دوگانه: کارآموزان و معلمان، قالب‌های ترکیبی و عمل‌محور را مناسب‌ترین روش برای آموزش شایستگی‌های هوش مصنوعی ارزیابی کردند Rott و همکاران، ۲۰۲۲).

جعبه ۵. توسعه سامانه‌های تدریس هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی برای آموزش فنی و حرفه‌ای در سوئیس

مؤسسه EB Zürich، یک مرکز دولتی آموزش حرفه‌ای و آموزش‌های مداوم در سوئیس، در حال آزمایش یک نمونه اولیه از سامانه تدریس هوشمند مبتنی بر هوش مصنوعی است که از یادگیری شخصی‌سازی شده در دوره‌های دیپلم حرفه‌ای (Vocational Baccalaureate) پشتیبانی می‌کند. کلاس‌های آموزش حرفه‌ای معمولاً از نظر پیشینه آموزشی و سطح توانایی یادگیرندگان بسیار متنوع هستند. در چنین شرایطی، روش‌های سنتی آموزش اغلب نمی‌توانند به‌طور هم‌زمان نیازهای فراگیران ضعیف‌تر و فراگیران پیشرفته‌تر را برآورده سازند. این سامانه با بهره‌گیری از مدل‌های زبانی بزرگ (LLMs)، دانش پیشین فراگیران را ارزیابی می‌کند، مسیرهای یادگیری انطباق‌پذیر طراحی می‌کند، بازخورد مستمر ارائه می‌دهد و سطح دشواری محتوا را به‌صورت پویا متناسب با پیشرفت هر فرد تنظیم می‌کند. اهداف اصلی این طرح عبارتند از:

فراهم کردن یادگیری فردی‌سازی شده بدون افزایش بیش از حد بار برنامه‌ریزی آموزشی؛

تقویت یادگیری خودراهبر و خودتنظیم؛

تغییر نقش معلم از انتقال‌دهنده محتوا به مربی، راهنما و تسهیل‌گر فرایند یادگیری.

معماری این سامانه بر اساس رویکرد «حریم خصوصی از بدو طراحی» (Privacy by Design) «توسعه یافته است و از طراحی مستقل از ابزار-Tool (Agnostic) بهره می‌برد؛ به این معنا که با تحول سریع فناوری‌های هوش مصنوعی، امکان به‌روزرسانی و جایگزینی فناوری‌های مورد استفاده بدون نیاز به بازطراحی اساسی سامانه وجود دارد.

گروه پروژه از طریق فرایند نمونه‌سازی تدریجی و تکرار شونده، همکاری نزدیکی میان معلمان و توسعه‌دهندگان برقرار کرده و بازخوردهای واقعی کلاس درس را در هر مرحله وارد فرایند بهبود سامانه می‌کند. در صورت موفقیت و ارزیابی مثبت، این ابتکار می‌تواند به سایر دروس، انواع دیگر مدارس و حتی محیط‌های یادگیری دوزبانه نیز گسترش یابد.

منبع: روی فرانکه، مؤسسه EB Zürich، سوئیس.

جعبه ۶. پیاده‌سازی فناوری یادگیری انطباقی در آموزش فنی و حرفه‌ای برزیل

شبکه SENAI برزیل یک سکوی یادگیری انطباقی مبتنی بر داده را برای شخصی‌سازی آموزش فنی در مقیاس گسترده و در دوره‌های حرفه‌ای صنعتی به کار گرفت. این سامانه با بهره‌گیری از مدل‌سازی شناختی و هوش مصنوعی، توالی، سرعت و محتوای یادگیری را بر اساس رفتار و عملکرد هر فراگیر به‌صورت آنی تنظیم می‌کند. بدین ترتیب، امکان شخصی‌سازی گسترده آموزش برای شمار زیادی از فراگیران فراهم شده است.

انگیزه اصلی این طرح، ناکارآمدی برخی روش‌های سنتی تدریس در جلب مشارکت و انگیزش فراگیران، و همچنین دشواری ارائه حمایت و آموزش فردی‌سازی شده توسط معلمان در کلاس‌های پرجمعیت ۲۰ تا ۳۰ نفره، بدون دسترسی به داده‌های لحظه‌ای درباره وضعیت یادگیری دانشجویان بود.

این تجربه سه دستاورد اصلی به همراه داشت:

- **بهبود اثبات‌شده نتایج یادگیری:** دانشجویانی که از سکوی یادگیری انطباقی استفاده کردند، در مقایسه با دانشجویان آموزش‌دیده در محیط‌های سنتی، عملکرد بهتری در نمرات نهایی دوره نشان دادند.
- **انگیزش و پذیرش بالای فراگیران:** حدود ۵۷,۷۸ درصد از دانشجویان کاملاً موافق بودند که این فناوری در آینده به ابزاری ضروری برای آموزش و یادگیری تبدیل خواهد شد.
- **تقویت توانایی شناسایی و رفع شکاف‌های یادگیری:** تحلیل داده‌های لحظه‌ای امکان شناسایی دقیق نقاط ضعف فراگیران و مداخله هدفمند برای رفع آن‌ها را فراهم کرد.

منبع: ارائه‌شده توسط لوئیز ادواردو لئائو (Luiz Eduardo Leao) و هوگو ناکاتانی (Hugo Nakatani)، سازمان SENAI.

شبیه‌سازی تقویت‌شده با هوش مصنوعی و توسعه مهارت‌های

عملی

شبیه‌سازی تقویت‌شده با هوش مصنوعی یکی از ملموس‌ترین کاربردهای هوش مصنوعی در پداگوژی آموزش فنی و حرفه‌ای است. ترکیب هوش مصنوعی با فناوری‌های واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و دوقلوی دیجیتال این امکان را فراهم می‌کند که مؤسسات آموزشی محیط‌های یادگیری و تمرین را برای موقعیت‌هایی ایجاد کنند که بازآفرینی آن‌ها در دنیای واقعی خطرناک، پرهزینه یا از نظر اجرایی دشوار است.

شواهد نوظهور پژوهشی از کاربردهای مشخص این فناوری‌ها پشتیبانی می‌کنند. برای مثال، در آموزش پرستاری، استفاده از واقعیت مجازی فراگیر (Immersive VR) به بهبود فوری دانش و ارتقای احساس شایستگی بالینی فراگیران منجر شده است؛ هرچند این آثار ممکن است پس از ورود به دوره‌های کارورزی بالینی تا حدی کاهش یابد. همچنین در حوزه ایمنی ساخت‌وساز، آموزش مخاطرات سقوط مبتنی بر واقعیت مجازی عملکرد بهتری نسبت به روش‌های متعارف آموزشی نشان داده است (Alzarrad و همکاران، ۲۰۲۴).

هوش مصنوعی با افزودن قابلیت انطباق‌پذیری به این محیط‌ها، می‌تواند سطح دشواری سناریوها را متناسب با عملکرد فراگیر تنظیم کرده و

بازخوردهای فردی و متناسب ارائه دهد. با این حال، شواهد پژوهشی درباره اثربخشی شبیه‌سازی‌های انطباقی مبتنی بر هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای هنوز در مراحل اولیه توسعه قرار دارد.

پرسش اصلی از منظر آموزشی این است که در چه مواردی باید از شبیه‌سازی استفاده شود و در چه مواردی تمرین فیزیکی و واقعی همچنان ضروری است (جدول ۱۰). مؤثرترین رویکرد معمولاً ترکیبی از هر دو شیوه است. در این رویکرد، ابتدا یادگیری در محیط مجازی انجام می‌شود و سپس فراگیر به تمرین عملی در محیط واقعی منتقل می‌شود («ابتدا مجازی، سپس واقعی.») (چنین توالی‌ای به فراگیران کمک می‌کند پیش از کار با تجهیزات واقعی، دانش رویه‌ای، اعتمادبه‌نفس و آمادگی لازم را در محیط شبیه‌سازی‌شده کسب کنند. این امر علاوه بر کاهش زمان استفاده از تجهیزات گران‌قیمت، ایمنی فرایند آموزش را نیز افزایش می‌دهد.

حتی مؤسساتی که از زیرساخت‌های محدود برخوردارند نیز می‌توانند از مزایای شبیه‌سازی بهره‌مند شوند. راهکارهایی مانند شبیه‌سازهای رومیزی مولدهای سناریوی مبتنی بر هوش مصنوعی برای یادگیری مبتنی بر مطالعه موردی و یا استفاده مشترک از امکانات شبیه‌سازی از طریق همکاری میان مؤسسات آموزشی، گزینه‌های کم‌هزینه‌تری برای بهره‌گیری از این ظرفیت‌ها فراهم می‌کنند.

جدول ۱۰. چه زمانی از شبیه‌سازی تقویت‌شده با هوش مصنوعی استفاده شود و چه زمانی تمرین عملی در اولویت قرار گیرد؟

معیار تصمیم‌گیری	شبیه‌سازی تقویت‌شده با هوش مصنوعی مناسب است زمانی که...	تمرین عملی و واقعی ضروری است زمانی که...
هدف یادگیری	هدف، توسعه دانش رویه‌ای، استدلال تشخیصی، تسلط بر جریان‌های کاری استاندارد یا آشنایی با ساختار و چیدمان تجهیزات باشد.	هدف، کسب مهارت‌های ظریف حرکتی، حساسیت نسبت به مواد، انطباق فیزیکی آنی با شرایط یا قضاوت حرفه‌ای در موقعیت‌های واقعی باشد.
نوع مهارت	فعالیت‌ها شامل شرایط پرخطر، پرهزینه، نادر یا افراطی باشند که بازآفرینی آن‌ها در محیط واقعی ایمن یا مقرون‌به‌صرفه نیست.	فعالیت‌ها به بازخورد لمسی، هماهنگی چشم و دست یا درک حسی ابزارها و مواد وابسته باشند؛ اموری که محیط‌های مجازی قادر به بازتولید کامل آن‌ها نیستند.
هزینه و منابع	تجهیزات بسیار گران‌قیمت باشند، مواد مصرفی هزینه بالایی داشته باشند یا دسترسی به تجهیزات واقعی محدود باشد.	تجهیزات به‌راحتی در دسترس، مقرون‌به‌صرفه و ایمن برای استفاده باشند و تمرین مستقیم کارآمدتر از شبیه‌سازی باشد.
ایمنی	خطاها ممکن است موجب آسیب جسمی، خسارت به تجهیزات یا آسیب‌های زیست‌محیطی شوند و فراگیران پیش از کار با تجهیزات واقعی نیازمند یادگیری پروتکل‌های ایمنی باشند.	فراگیران باید آگاهی موقعیتی، درک واقعی از مخاطرات فیزیکی و توانایی واکنش در شرایط اضطراری را در محیط‌های واقعی کسب کنند.

جعبه ۷. استفاده از شبیه‌سازی پشتیبانی‌شده با هوش مصنوعی برای گسترش دسترسی به آموزش عملی در فیجی

در فیجی، اجرای برخی برنامه‌های سنتی آموزش فنی و حرفه‌ای پر هزینه، زمان‌بر و همراه با مخاطره است؛ به‌ویژه برای زنان و جوانان ساکن مناطق روستایی و جزیره‌ای که با محدودیت‌های ناشی از فاصله جغرافیایی، کمبود زیرساخت‌ها و محدودیت زمانی مواجه‌اند. «مرکز ملی آموزش و بهره‌وری» دانشگاه ملی فیجی، با همکاری بانک توسعه آسیا، در حال ادغام ابزارهای یادگیری فراگیر پشتیبانی‌شده با هوش مصنوعی، به‌ویژه واقعیت مجازی (VR) و آموزش مبتنی بر شبیه‌سازی، در برخی برنامه‌های منتخب آموزش فنی و حرفه‌ای است تا دسترسی، کیفیت و تناسب آموزش برای این جوامع کمتر برخوردار را بهبود بخشد.

آموزش مبتنی بر واقعیت مجازی، جلسات عملی طولانی‌مدت را به تجربه‌های فراگیر کوتاهی در حدود ۱۵ دقیقه تبدیل می‌کند. این امر به زنانی که مسئولیت‌های مراقبتی و خانوادگی دارند امکان می‌دهد، با وجود محدودیت‌های زمانی قابل توجه، در برنامه‌های توسعه مهارت مشارکت کنند. محتوای آموزشی و شبیه‌سازی‌های واقعیت مجازی به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که بسیار دیداری، شهودی و کم‌وابسته به زبان باشند؛ از این‌رو شرکت‌کنندگانی که از سواد خواندن و نوشتن یا مهارت‌های زبانی محدودی برخوردارند، می‌توانند بیشتر از طریق مشاهده و تمرین بیاموزند تا از طریق آموزش‌های متکی بر متن.

این پروژه بر استفاده مسئولانه، فراگیر و انسان‌محور از هوش مصنوعی تأکید دارد و هوش مصنوعی را نه به‌عنوان جایگزین مدرس، بلکه به‌عنوان ابزاری کمکی معرفی می‌کند که از مربیان و مدرسان در فرایند آموزش پشتیبانی می‌کند.

منبع: ارائه‌شده توسط سواران راویندرا، دانشگاه ملی فیجی

بهره‌گیری از هوش مصنوعی در یادگیری مبتنی بر کار

مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای می‌توانند از هوش مصنوعی برای افزایش پاسخ‌گویی و تناسب بیشتر کارآموزی‌ها و یادگیری مبتنی بر کار با نیازهای واقعی محیط‌های شغلی استفاده کنند. در این زمینه‌ها، هوش مصنوعی زمانی بیشترین ارزش را دارد که از کارکردهای مشخص یادگیری پشتیبانی کند؛ از جمله کمک به فراگیران برای مستندسازی فعالیت‌های شغلی، دریافت بازخورد به‌موقع، تقویت درک فنی و ایجاد پیوند میان آنچه در محیط کار انجام می‌دهند و آنچه در مؤسسه آموزشی می‌آموزند. شواهد بین‌المللی نشان می‌دهد که فناوری‌های دیجیتال می‌توانند مؤلفه‌های آموزشی در مدرسه و محیط کار را تقویت کنند، نه اینکه صرفاً به‌عنوان لایه‌ای جداگانه بر آن‌ها افزوده شوند (سدفوپ و سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۲۴).

تجربه‌های موجود چند رویکرد را برای مؤسسات آموزشی برجسته می‌کنند. برای مثال، در آلمان، اتاق صنایع دستی کولنتس با بیش از ۸۰۰۰ شرکت آموزشی همکاری می‌کند تا نیازهای مهارتی نوظهور را شناسایی کرده و آموزش‌ها را متناسب با آن‌ها به‌روزرسانی کند. این نهاد

یک سکوی دیجیتال و چت‌بات‌های اختصاصی را برای حمایت از کارآموزان و مربیان در نظام آموزش دوگانه راه‌اندازی کرده است. هدف از این کاربرد هوش مصنوعی، افزایش کارایی آموزش‌های بین‌شرکتی و کمک به تجهیز فراگیران به مهارت‌های دیجیتال موردنیاز بازار کار است (Koblenz Chamber of Skilled Crafts، ۲۰۲۴).

برای مؤسساتی که با کارفرمایان دارای ظرفیت محدود همکاری می‌کنند، ارائه خدمات مشترک راهکاری عملی محسوب می‌شود. مراکز آموزشی بین‌شرکتی، مراکز آموزش عمومی و نهادهای واسطه بخشی می‌توانند دسترسی فراگیران و مربیان را به ابزارها و کاربردهای هوش مصنوعی فراهم کنند؛ ابزارهایی که ممکن است فراتر از توان مالی یا فنی شرکت‌های منفرد باشند. در نیجریه، هیئت ملی آموزش فنی (NBTE) با همکاری سازمان آموزش کشورهای مشترک‌المنافع (COL)، از طریق مرکز تعالی آموزش فنی و حرفه‌ای در کادونا، رویکرد «هوش مصنوعی با حضور مربی در حلقه هوش مصنوعی» را اجرا کرده است. این ابتکار از یک درگاه پشتیبانی‌شده با هوش مصنوعی برای تسهیل تولید منابع آموزشی باز (OER) همسو با برنامه‌های درسی استفاده می‌کند. متخصصان موضوعی و ارزیابان تضمین کیفیت، محتوای تولیدشده توسط هوش مصنوعی را بازبینی و تأیید می‌کنند تا از کیفیت آموزشی آن اطمینان حاصل شود. طرح‌های مشابهی نیز در نیجریه، غنا، کنیا و جامائیکا در حال اجرا هستند (هیئت ملی آموزش فنی، ۲۰۲۵).

۴-۵- ارزشیابی حرفه‌ای در بستر هوش مصنوعی

ظهور هوش مصنوعی مولد چالش‌های تازه‌ای را برای الگوهای سنتی ارزشیابی مبتنی بر محصول ایجاد کرده است. امروزه ابزارهای هوش مصنوعی مولد قادرند برای تکالیف نوشتاری، گزارش‌ها و حتی فعالیت‌های معمول برنامه‌نویسی، خروجی‌هایی با کیفیت قابل قبول تولید کنند؛ موضوعی که تشخیص سهم واقعی فراگیر را دشوار می‌سازد. در مقایسه با آموزش عمومی، آموزش فنی و حرفه‌ای موقعیت مناسب‌تری برای سازگاری با این چالش‌ها دارد. نمایش عملی مهارت‌ها، مستندسازی فرایند انجام کار و سنجش شایستگی‌های کاربردی در کنار ارزیابی نتایج نهایی، از دیرباز از ویژگی‌های رایج ارزشیابی حرفه‌ای بوده‌اند.

با این حال، بسیاری از مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای همچنان به شکل گسترده به شیوه‌های ارزشیابی متنی متکی هستند؛ شیوه‌هایی که در برابر تهدیدهای ناشی از هوش مصنوعی مولد آسیب‌پذیرند. از سوی دیگر، ادغام هوش مصنوعی در ارزشیابی حرفه‌ای هنوز در مراحل اولیه قرار دارد، زیرا بیشتر ابزارهای کنونی هوش مصنوعی بر پشتیبانی از فعالیت‌های شناختی و نظری متمرکز هستند. در حوزه مهارت‌های عملی و کارگاهی — که بخش عمده آموزش‌های فنی و حرفه‌ای را تشکیل می‌دهد — کاربرد هوش مصنوعی همچنان محدود است.

علاوه بر این، اجرای ارزشیابی تکوینی مبتنی بر هوش مصنوعی مستلزم وجود داده‌های سازمان‌یافته و یکپارچه در سطح مؤسسه است؛ امری که در بسیاری از مراکز دارای سامانه‌های داده‌ای پراکنده به‌سادگی امکان‌پذیر نیست.

این بخش به بررسی راهکارهایی می‌پردازد که از طریق آن‌ها معلمان و مربیان می‌توانند هوش مصنوعی را به صورت مسئولانه در ارزشیابی حرفه‌ای به کار گیرند و در عین حال اطمینان حاصل کنند که استفاده از این فناوری به اعتبار و صحت نتایج ارزشیابی لطمه نمی‌زند.

طراحی ارزشیابی برای احراز شایستگی واقعی

در محیط‌هایی که هوش مصنوعی در آن‌ها حضور دارد، طراحی ارزشیابی باید با این پرسش آغاز شود که هوش مصنوعی چه نقشی باید و چه نقشی نباید در تولید شواهد شایستگی ایفا کند. پاسخ به این پرسش به هدف ارزشیابی و نوع شواهد مورد نیاز بستگی دارد. در برخی موارد، استفاده از هوش مصنوعی باید کاملاً ممنوع باشد؛ زیرا هدف ارزشیابی، سنجش دانش پایه، مهارت‌های دستی، قضاوت مستقل

یا عملکرد ایمن در شرایط کنترل شده است. در مقابل، در برخی موقعیت‌ها لازم است هوش مصنوعی در ارزشیابی ادغام شود، زیرا عملکرد واقعی شغلی اکنون مستلزم توانایی استفاده مؤثر از این ابزارهاست.

موضوع دیگری نیز به استفاده ارزیابان از هوش مصنوعی برای کمک به نمره‌دهی، ارائه بازخورد یا تحلیل داده‌های یادگیری مربوط می‌شود. بر پایه پژوهش‌های موجود و رهنمودهای مرتبط با حفظ سلامت ارزشیابی در عصر هوش مصنوعی مولد، **جدول ۱۱** چهار سطح یا دسته از مشارکت هوش مصنوعی در ارزشیابی حرفه‌ای و شرایط مناسب برای استفاده از هر یک را تشریح می‌کند.

جدول ۱۱. دسته‌های مختلف به کارگیری هوش مصنوعی در ارزشیابی حرفه‌ای			
دسته	تعریف	موارد مناسب استفاده	نمونه‌ها
ارزشیابی بدون هوش مصنوعی	استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی در طول فرایند ارزشیابی مجاز نیست.	زمانی که ارزشیابی باید شواهدی از دانش مستقل، مهارت‌های دستی، عملکرد مستقیم یا قضاوت ایمنی محور فراگیر را ارائه دهد.	آزمون‌های حضوری تحت نظارت، نمایش عملی زنده مهارت‌ها، مصاحبه‌ها و آزمون‌های شفاهی برای سنجش درک فردی.
ارزشیابی با استفاده مجاز از هوش مصنوعی	استفاده از ابزارهای هوش مصنوعی برای اهداف مشخص و تحت شرایط معین، همراه با اعلام و شفاف‌سازی نحوه استفاده، مجاز است.	زمانی که فعالیت شامل کارهای شناختی یا مقدماتی است که هوش مصنوعی می‌تواند در آن‌ها کمک کند، اما شایستگی مورد ارزیابی مستلزم نمایش درک و توانایی مستقل فراگیر است.	کمک در پژوهش، برنامه‌ریزی، تهیه پیش‌نویس، پشتیبانی زبانی و تولید ایده.
ارزشیابی ادغام شده با هوش مصنوعی	استفاده از هوش مصنوعی بخشی مورد انتظار از فرایند ارزشیابی است، زیرا در عملکرد واقعی شغلی نیز جزئی از شایستگی‌های مورد نیاز محسوب می‌شود.	زمانی که عملکرد حرفه‌ای مستلزم استفاده مؤثر، آگاهانه و انتقادی از ابزارهای هوش مصنوعی است.	عیب‌یابی و تشخیص مبتنی بر هوش مصنوعی، طراحی، پیش‌بینی، شبیه‌سازی و تفسیر داده‌ها با کمک هوش مصنوعی.
ارزشیابی پشتیبانی شده با هوش مصنوعی	هوش مصنوعی توسط مؤسسه یا ارزیاب برای پشتیبانی از طراحی ارزشیابی، نمره‌دهی، ارائه بازخورد یا پایش فرایند ارزشیابی به کار گرفته می‌شود.	زمانی که هوش مصنوعی به بهبود عملیات ارزشیابی کمک می‌کند، اما مسئولیت نهایی تمامی تصمیم‌های ارزشیابانه همچنان بر عهده انسان باقی می‌ماند.	تهیه پیش‌نویس بازخورد، پشتیبانی از تعدیل و بازبینی نمرات، تحلیل داده‌های یادگیری و طراحی سؤالات و ابزارهای ارزشیابی.

منبع: اقتباس و بومی‌سازی شده از (پرکینز و همکاران، ۲۰۲۴) با اصلاحات و تطبیق‌هایی برای کاربرد در آموزش فنی و حرفه‌ای

در عمل، تکالیف ارزشیابی در یک درس واحد ممکن است در دسته‌های متفاوتی قرار گیرند.

ارزیابان باید میزان و نوع مشارکت هوش مصنوعی را در سطح هر تکلیف تعیین کنند، نه اینکه یک قاعده واحد را برای کل درس یا یک صلاحیت حرفه‌ای اعمال نمایند. در مواردی که استفاده از هوش مصنوعی مجاز است، هر فعالیت ارزشیابی باید دست‌کم شامل یک مؤلفه غیرقابل واگذاری باشد؛ یعنی بخشی از کار که الزاماً باید توسط خود فراگیر و در زمینه واقعی فعالیت او انجام شود.

رویکردهای زیر می‌توانند به احراز شایستگی‌های واقعی در شرایطی که ابزارهای هوش مصنوعی در دسترس هستند کمک کنند:

- **مستندسازی فرایندفراگیران** دفترچه تأملات یا گزارش‌های فرایندی تهیه می‌کنند و در آن ابزارهای هوش مصنوعی مورد استفاده، دستورات ها، نحوه ارزیابی انتقادی خروجی‌ها و اصلاحات انجام‌شده را ثبت می‌کنند. این کار سابقه‌ای شفاف از تعامل فراگیر با هوش مصنوعی ایجاد کرده و به جای اتکای منفعلانه، تفکر انتقادی را تقویت می‌کند.
- **دفاع شفاهی و گفت‌وگوی حرفه‌ای** مصاحبه‌های کوتاه، دفاع شفاهی یا نشست‌های پرسش و پاسخ، فراگیران را ملزم می‌کند تصمیم‌های خود را توضیح دهند و نشان دهند که نسبت به کاری که با کمک هوش مصنوعی انجام شده، درک واقعی دارند.
- **ارزشیابی لایه‌ای** در این الگو، یک فعالیت واقعی یا شبیه‌سازی‌شده با مجموعه‌ای از مستندات فرایندی و یک گفت‌وگوی حرفه‌ای ترکیب می‌شود. تلفیق شواهد حاصل از این اجزا به ارزیابان امکان می‌دهد حتی

در شرایط دسترسی گسترده به هوش مصنوعی نیز درباره شایستگی فراگیر قضاوت معتبر داشته باشند.

ارزشیابی مبتنی بر پروژه و عملکرد ارزیابی نمونه‌های واقعی کار، محصولات کاربردی یا عملکردهای واقعی در محیط کار، آسیب‌پذیری در برابر جایگزینی توسط هوش مصنوعی را کاهش می‌دهد؛ زیرا انجام این فعالیت‌ها مستلزم مشارکت فعال و موقعیت‌مند فراگیر است و هوش مصنوعی نمی‌تواند آن‌ها را به‌جای او انجام دهد.

• **تأملات کلاسی** نگارش تأملات کوتاه در پایان کارگاه‌های عملی یا بحث‌های جمعی بلافاصله پس از فعالیت آموزشی، شواهد مستقیمی از میزان درونی‌سازی یادگیری توسط فراگیر فراهم می‌کند. این تأملات بدون دسترسی به هوش مصنوعی انجام می‌شوند و می‌توانند به‌صورت نوشته‌های کوتاه یا گفت‌وگوهای گروهی باشند.

• ارزشیابی استفاده از هوش مصنوعی به‌عنوان یک شایستگی حرفه‌ای توانایی طراحی دستورات مؤثر برای هوش مصنوعی، اعتبارسنجی خروجی‌های آن بر اساس استانداردهای حرفه‌ای و شناسایی خطاهای موجود در پاسخ‌های تولیدشده توسط هوش مصنوعی باید خود به‌عنوان یک شایستگی قابل ارزیابی در نظر گرفته شود. این مهارت‌های فراگیر لازم است در ارزشیابی‌های تخصصی هر حوزه ادغام شوند.

• **حفظ آزمون‌های کتبی سنتی** آزمون‌های کتبی همچنان برای سنجش دانش پایه در حوزه‌هایی مانند حسابداری و سایر رشته‌های حرفه‌ای متکی بر دانش نظری اهمیت دارند. آزمون‌های کنترل‌شده و تحت نظارت برای اطمینان از اینکه فراگیران می‌توانند مفاهیم اساسی را بدون کمک ابزارهای کمکی به یاد آورده و به کار گیرند، ضروری هستند

جعبه ۸. آموزش کاربردی مبتنی بر هوش مصنوعی و ارزشیابی پروژه‌محور در پاکستان

دانشگاه ملی مهارت اسلام‌آباد در پاکستان، هوش مصنوعی را در برنامه‌های کارشناسی همسو با آموزش فنی و حرفه‌ای ادغام کرده و ارزشیابی مبتنی بر پروژه را به‌عنوان راهبرد اصلی آموزشی خود برگزیده است. در این رویکرد، ارزشیابی‌های سنتی با تکالیفی جایگزین شدند که بر داده‌های واقعی و مسائل مشابه محیط کار استوار بودند و دانشجویان را ملزم می‌کردند برای حل مسائل عملی از فرایندهای کاری مبتنی بر هوش مصنوعی استفاده کنند.

برای تقویت سلامت علمی و جلوگیری از سوءاستفاده، الگوهای استاندارد مستندسازی، نقاط کنترل مرحله‌ای و راستی‌آزمایی مبتنی بر دفاع شفاهی طراحی شد. بدین ترتیب، دانشجویان موظف بودند علاوه بر ارائه خروجی نهایی، فرایند انجام کار خود را نیز نمایش داده و توضیح دهند. به‌منظور پشتیبانی از این بازطراحی ارزشیابی، مجموعه‌ای از بسته‌های آزمایشگاهی قابل استفاده مجدد توسعه یافت که موضوعاتی همچون پاک‌سازی داده‌ها، مبانی یادگیری ماشین، ارزیابی مدل‌ها و استقرار ساده سامانه‌ها را پوشش می‌داد. این بسته‌ها به گونه‌ای طراحی شدند که با استفاده از ابزارهای متن‌باز و زیرساخت‌های نسبتاً محدود نیز قابل اجرا باشند.

همچنین، نتایج یادگیری دوره‌ها بازنگری شد تا سواد هوش مصنوعی، فرایندهای کاری مبتنی بر هوش مصنوعی و استفاده مسئولانه از این فناوری را دربر گیرد. توسعه توانمندی مدرسان نیز از طریق دوره‌های آموزشی کوتاه‌مدت، مربی‌گری همتایان و بسته‌های آموزشی مشترک انجام شد. این بسته‌ها شامل رابریک‌ها یا معیارهای استاندارد ارزشیابی بودند تا یکنواختی و عدالت در نمره‌دهی میان دوره‌های مختلف تضمین شود. این رویکرد که بر یادگیری آزمایشگاه‌محور، مقیاس‌پذیری و کاربرد عملی تأکید دارد، در حال گسترش به سایر برنامه‌های آموزشی و نیز دوره‌های کوتاه‌مدت ویژه مربیان شاغل است.

منبع: ارائه‌شده توسط سعود الطاف (Saud Altaf)، دانشگاه ملی مهارت اسلام‌آباد (National Skills University Islamabad)، پاکستان.

روش‌های ارزشیابی در حرفه‌های مختلف

روش‌های ارزشیابی در حوزه‌های شغلی گوناگون تفاوت‌های چشمگیری دارند و هوش مصنوعی نیز بسته به نوع کار، آثار متفاوتی بر فرایند ارزشیابی می‌گذارد. به‌طور کلی، هوش مصنوعی در مشاغل که عملکرد را می‌توان شبیه‌سازی، ثبت یا به‌صورت خودکار تحلیل کرد، آسان‌تر به فرایند ارزشیابی کمک می‌کند. در مقابل، نقش آن در مشاغلی که شایستگی حرفه‌ای به دانش ضمنی، تجربه عملی و تعاملات انسانی وابسته است، محدودتر است. از این‌رو، مؤسسات آموزشی باید روش‌های ارزشیابی را در هر حوزه شغلی بازنگری کرده و شرایط ارزشیابی را با شایستگی‌های مورد سنجش هماهنگ سازند.

مشاغل با ماهیت فیزیکی بالا و ریسک ایمنی زیاد

در حوزه‌هایی مانند ساختمان، جوشکاری، نصب تجهیزات برقی و سایر حرفه‌های عملی، نمایش مستقیم مهارت در عمل همچنان معتبرترین شاهد شایستگی محسوب می‌شود. ارزیابان فرایند انجام کار، رعایت اصول ایمنی، نحوه استفاده از ابزارها و کیفیت محصول نهایی را بر اساس استانداردهای شغلی مشاهده و ارزیابی می‌کنند.

شبیه‌سازی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند مراحل اجرایی کار را ردیابی کرده و درباره خطاهای مربوط به موقعیت‌گیری یا توالی انجام کار بازخورد آموزشی ارائه دهند. با این حال، این ابزارها در سنجش درک عملی فراگیر از حرارت، واکنش مواد یا قضاوت انطباقی در شرایط واقعی و غیرایده‌آل کارگاه یا کارگاه ساختمانی محدودیت دارند. بنابراین، ارزشیابی‌های سرنوشت‌ساز در این حرفه‌ها باید همچنان بر عملکرد مشاهده‌شده در محیط‌های واقعی یا بسیار نزدیک به واقعیت استوار باشند.

مشاغل که شایستگی در آن‌ها ماهیتی تعاملی دارد

در حرفه‌هایی مانند پرستاری، مراقبت از سالمندان، هتلداری و سایر مشاغل مبتنی بر ارتباط با افراد، شایستگی حرفه‌ای ترکیبی از توانایی‌های فنی و مهارت‌های بین‌فردی است. هوش مصنوعی می‌تواند دامنه سناریوهای شبیه‌سازی‌شده را گسترش دهد و در زمینه استدلال بالینی یا الگوهای ارتباطی بازخورد ساختاریافته ارائه کند. با این حال، در مواردی که شایستگی به همدلی، ایجاد اعتماد، تفسیر نشانه‌های مبهم اجتماعی و واکنش مناسب به افراد در موقعیت‌های واقعی وابسته است، محدودیت‌های هوش مصنوعی آشکار می‌شود. از این‌رو، ارزیابی این نوع شایستگی‌ها همچنان نیازمند مشاهده مستقیم انسانی در محیط‌های واقعی یا تحت نظارت نزدیک است.

مشاغل که خروجی کار در محیط دیجیتال تولید می‌شود

این وضعیت به‌ویژه در برنامه‌نویسی، مدیریت شبکه و سایر حوزه‌های فناوری اطلاعات مشهود است. ابزارهای هوش مصنوعی مولد اکنون قادرند بسیاری از وظایف استاندارد این حوزه‌ها را انجام دهند. در نتیجه، ارزشیابی مبتنی صرف بر خروجی نهایی و بدون نظارت دیگر نمی‌تواند شواهد قابل اعتمادی از شایستگی فردی ارائه دهد.

بنابراین، طراحی ارزشیابی باید به سمت فعالیت‌های عملی تحت نظارت، عیب‌یابی زنده، بازبینی کدها، ثبت فرایند انجام کار و توضیح شفاهی تصمیم‌ها و مصالحه‌های فنی اتخاذشده در حین کار حرکت کند.

مشاغل با الزامات ترکیبی رویه‌ای و تفسیری

مشاغل مرتبط با علوم آزمایشگاهی و رشته‌های فنی در میانه این طیف قرار دارند. در این حرفه‌ها، شایستگی از یک سو به دقت در اجرای رویه‌ها و رعایت اصول ایمنی و از سوی دیگر به تفسیر داده‌ها، قضاوت حرفه‌ای و کنترل کیفیت وابسته است.

هوش مصنوعی می‌تواند در مواردی که عملکرد به مراحل قابل مشاهده یا داده‌های ثبت‌شده قابل تجزیه است، از فرایند نمره‌دهی پشتیبانی کند. با این حال، در تشخیص اینکه آیا فراگیر شخصاً به یک تفسیر رسیده یا به‌طور مستقل به یک مسئله پاسخ داده است، قابلیت اطمینان کمتری دارد. بنابراین، ارزشیابی در این حوزه‌ها می‌تواند ترکیبی از مشاهده مستقیم فعالیت‌های آزمایشگاهی و بررسی مستندات استدلال و تصمیم‌گیری فراگیر باشد.

هیچ سیاست واحدی برای ارزشیابی مبتنی بر هوش مصنوعی نمی‌تواند پاسخگوی همه برنامه‌های آموزشی باشد. طراحی ارزشیابی باید میان مواردی که هوش مصنوعی می‌تواند از آن‌ها پشتیبانی کند — مانند شبیه‌سازی و ثبت فرایندها — و مواردی که نیازمند مشاهده مستقیم، عملکرد تحت نظارت یا شواهد چندگانه هستند، تمایز قائل شود.

تدابیر حفظ اعتبار و سلامت ارزشیابی

تدابیر زیر می‌توانند به‌عنوان فهرستی راهنما برای مؤسساتی که در حال بازنگری یا بازطراحی نظام ارزشیابی خود در پاسخ به گسترش هوش مصنوعی هستند، مورد استفاده قرار گیرند. این موارد مکمل اصول اخلاقی مطرح‌شده در فصل سوم هستند.

• قضاوت انسانی به‌عنوان مرجع نهایی تصمیم‌های پایانی

هوش مصنوعی می‌تواند در ارائه بازخورد تکوینی، تعدیل نمرات، شناسایی الگوها یا تجمیع شواهد کمک کند، اما تصمیم‌های نهایی درباره احراز شایستگی، نمره‌دهی، ارتقا و صدور گواهینامه باید همچنان بر عهده مربیان و ارزیابان واجد صلاحیت باشد.

• مسئولیت فراگیر در قبال آثار ارائه‌شده

استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی تنها زمانی قابل قبول است که فراگیر همچنان مسئولیت کامل کار ارائه‌شده و قضاوت‌های حرفه‌ای منعکس‌شده در آن را بر عهده داشته باشد. ارزشیابی باید نشان دهد که فراگیر می‌تواند استانداردهای حرفه‌ای را، چه به‌طور مستقل و چه از طریق استفاده مناسب از هوش مصنوعی در مواردی که بخشی از عملکرد شایسته محسوب می‌شود، برآورده کند.

• تعیین صریح شرایط استفاده از هوش مصنوعی در هر

فعالیت ارزشیابی

دستورالعمل‌های ارزشیابی باید به‌روشنی مشخص کنند که آیا استفاده از هوش مصنوعی مجاز است یا خیر. در صورت مجاز بودن، لازم است اهداف، شرایط و الزامات مربوط به اعلام و مستندسازی استفاده از آن به‌طور دقیق بیان شود. فراگیران نیز باید استفاده خود از هوش مصنوعی را به اندازه‌ای مستند کنند که ارزیاب بتواند فرایند انجام کار را بررسی و ارزیابی کند.

- عدالت و دسترس پذیری

ابزارهای هوش مصنوعی مورد استفاده در ارزشیابی باید پیش از به کارگیری و همچنین در بازه های زمانی منظم از نظر اعتبار، سوگیری، دسترس پذیری و رعایت الزامات حفاظت از داده ها مورد ارزیابی قرار گیرند. مؤسسات آموزشی باید سازوکارهای در دسترس و شفاف فرامهند کنند تا فراگیران بتوانند درباره قضاوت ها یا تصمیم های مبتنی بر هوش مصنوعی پرسش مطرح کنند یا نسبت به آن ها درخواست تجدیدنظر دهند. این فرایند باید با بازبینی انسانی و استناد به شواهد و مستندات مربوط همراه باشد.

- شفافیت و قابلیت ممیزی

مؤسسات باید سوابق روشنی از نحوه استفاده از هوش مصنوعی در طراحی، اجرا یا پشتیبانی از تصمیم گیری های ارزشیابی نگهداری کنند؛ از جمله ثبت نقاطی که در آن ها بازبینی انسانی انجام شده است. تصمیم های ارزشیابی باید قابل توضیح، قابل پیگیری و قابل بررسی توسط ذی نفعان باشند.

- اعتبارسنجی انتقادی به عنوان یک شایستگی قابل ارزیابی

در مواردی که استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی مجاز یا در آن ادغام شده است، انتظار می رود فراگیران بتوانند خروجی های تولید شده یا پشتیبانی شده توسط هوش مصنوعی را بر اساس استانداردهای حرفه ای و شغلی اعتبارسنجی کنند. در برنامه هایی که استفاده از هوش مصنوعی با عملکرد حرفه ای ارتباط دارد، توانایی ارزیابی و راستی آزمایی خروجی های هوش مصنوعی باید در معیارهای ارزشیابی منعکس شود.

۵-۵- توسعه شایستگی های هوش مصنوعی برای

کارکنان و فراگیران آموزش فنی و حرفه ای

ادغام هوش مصنوعی در مؤسسات آموزش و تربیت فنی و حرفه ای به توانمندی های افرادی بستگی دارد که در این مؤسسات کار می کنند و آموزش می بینند. کارکنان آموزش و تربیت فنی و حرفه ای در سطوح مختلف رهبری، مدیریت، تدریس، مربیگری و سایر نقش های سازمانی باید درک مناسبی از هوش مصنوعی داشته باشند تا بتوانند از آن به صورت مسئولانه استفاده کرده و از فرایند ادغام هوش مصنوعی در مؤسسه حمایت کنند. همچنین، فراگیران به شایستگی های مرتبط با هوش مصنوعی نیاز دارند تا بتوانند در فرایندهای یادگیری، کار و زندگی، به شکلی آگاهانه و اخلاقی با این فناوری تعامل داشته باشند. چارچوب شایستگی هوش مصنوعی برای معلمان (AI CFT) و چارچوب شایستگی هوش مصنوعی برای فراگیران (AI CFS) یونسکو، مبنای مهمی برای این موضوع فراهم می کنند (یونسکو، ۲۰۲۴ الف؛ ۲۰۲۴ ب). بر پایه این چارچوب ها، این بخش به بررسی راهکارهایی می پردازد که از طریق آن ها مؤسسات TVET می توانند شایستگی های مرتبط با هوش مصنوعی را در میان کارکنان و فراگیران توسعه دهند.

رویکردی نهادی برای توسعه شایستگی های هوش مصنوعی

کارکنان TVET

توسعه شایستگی های هوش مصنوعی باید به عنوان یک اولویت در سطح کل مؤسسه تلقی شود. این فرایند، از یک سو بر مبنای مشترکی همچون رویکرد انسان محور و استفاده مسئولانه از هوش مصنوعی استوار است و از سوی دیگر، نیازهای اختصاصی گروه های مختلف کارکنان و فراگیران را در بر می گیرد. چارچوب شایستگی هوش مصنوعی یونسکو برای معلمان (AI CFT)، شایستگی های مرتبط با هوش مصنوعی را در پنج بُعد سازمان دهی می کند: ذهنیت انسان محور، اخلاق هوش مصنوعی، مبنای و کاربردهای هوش مصنوعی، آموزش و یاددهی مبتنی بر هوش مصنوعی، و بهره گیری از هوش مصنوعی برای توسعه حرفه ای. این چارچوب همچنین سه سطح پیشرفت شامل «کسب»، «تعمیق» و «خلق» را تعریف می کند (جدول ۱۲). اگرچه این چارچوب در اصل برای معلمان طراحی شده است، اما می تواند به عنوان مرجعی ارزشمند برای سایر کارکنان مؤسسات TVET نیز مورد استفاده قرار گیرد. مؤسسات می توانند با پیوند دادن انتظارات شایستگی به مسئولیت های سازمانی و الزامات حرفه ای، آن را به نقش های فراتر از تدریس گسترش دهند. در عین حال، باید توجه داشت که میزان ارتباط و کاربرد هوش مصنوعی در حرفه ها، رشته ها و بخش های مختلف اقتصادی یکسان نیست و متناسب با ویژگی های هر حوزه متفاوت خواهد بود.

جدول ۱۲. چارچوب شایستگی هوش مصنوعی یونسکو برای معلمان

حوزه شایستگی	پیشرفت	
	کسب	تعمیق
۱. نگرش انسان‌محور	عاملیت انسانی	پاسخ‌گویی انسانی
۲. اخلاق هوش مصنوعی	اصول اخلاقی	استفاده ایمن و مسئولانه
۳. مبانی و کاربردهای هوش مصنوعی	آشنایی با فنون و کاربردهای پایه هوش مصنوعی	مهارت در به‌کارگیری هوش مصنوعی
۴. هوش مصنوعی در آموزش	آموزش با پشتیبانی هوش مصنوعی	ادغام هوش مصنوعی در فرایندهای آموزشی
۵. هوش مصنوعی برای توسعه حرفه‌ای	استفاده از هوش مصنوعی برای یادگیری حرفه‌ای مادام‌العمر	بهره‌گیری از هوش مصنوعی برای ارتقای یادگیری سازمانی
		مسئولیت‌پذیری اجتماعی
		مشارکت در تدوین و خلق قواعد اخلاقی
		خلق و نوآوری با استفاده از هوش مصنوعی
		تحول آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی
		استفاده از هوش مصنوعی برای تحول حرفه‌ای

منبع: یونسکو (2024b)

رهبران مؤسسات آموزشی از طریق تصمیم‌گیری درباره راهبردها، سرمایه‌گذاری‌ها، تدارکات و خرید، تأمین نیروی انسانی، نظارت و توسعه حرفه‌ای، شرایط لازم برای پذیرش مسئولانه و اثربخش هوش مصنوعی را فراهم می‌کنند. شایستگی‌های هوش مصنوعی مورد نیاز آنان شامل توانایی ارزیابی پیامدهای آموزشی و سازمانی هوش مصنوعی، نظارت بر مسائل اخلاقی و حقوقی، تعامل با ذی‌نفعان و ایجاد فرصت برای یادگیری و همکاری کارکنان است (DeMatthews و همکاران، ۲۰۲۶). از این‌رو، تقویت شایستگی‌های هوش مصنوعی در سطح رهبری، یکی از پیش‌شرط‌های مهم توسعه نهادی در مقیاس گسترده‌تر به شمار می‌آید.

برای معلمان و مربیان آموزش فنی و حرفه‌ای، شایستگی هوش مصنوعی یک توانمندی حرفه‌ای کاربردی است. این شایستگی شامل استفاده از هوش مصنوعی برای پشتیبانی از فرایندهای آموزش و یادگیری حرفه‌ای، تقویت قضاوت تخصصی و حفظ همسویی با استانداردهای شغلی است. دستیابی به این هدف مستلزم ترکیبی از دانش آموزشی، دانش حرفه‌ای و دانش فناوریانه، همراه با توانایی ارزیابی انتقادی خروجی‌های هوش مصنوعی، مدیریت مخاطرات و تشخیص موقعیت‌هایی است که مداخله انسانی ضروری است (Setiawan و همکاران، ۲۰۲۵).

مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای علاوه بر معلمان و مربیان، به کارکنانی در نقش‌های فنی، اجرایی و پشتیبانی از فراگیران نیز متکی هستند. این گروه شامل تکنسین‌های کارگاه، مدیران

فناوری اطلاعات، مدیران آزمایشگاه‌ها، مشاوران آموزشی، هماهنگ‌کنندگان کارآموزی، کارکنان ارتباط با صنعت، مشاوران هدایت شغلی، کارکنان تضمین کیفیت و کارکنان بخش پذیرش و خدمات اداری است. هر یک از این نقش‌ها به شایستگی‌های هوش مصنوعی متناسب با وظایف و مسئولیت‌های خود نیاز دارند.

جدول ۱۳ نمونه‌ای از شایستگی‌های هوش مصنوعی مورد نیاز در میان کارکنان مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای را ارائه می‌کند. این شایستگی‌ها بر اساس گروه‌های مختلف شغلی و در سه بُعد شایستگی سازمان‌دهی شده‌اند. این چارچوب با بهره‌گیری از «چارچوب شایستگی هوش مصنوعی برای معلمان (AI CFT)» به‌ویژه تأکید آن بر نگرش انسان‌محور، اخلاق هوش مصنوعی و دانش مرتبط با هوش مصنوعی، تدوین شده و دامنه آن به نقش‌هایی فراتر از تدریس گسترش یافته است.

با این حال، این جدول یک چارچوب تجویزی و الزام‌آور محسوب نمی‌شود. مؤسسات باید آن را متناسب با شرایط، مقیاس فعالیت و الزامات قانونی و مقرراتی خود بومی‌سازی کنند. همچنین، کارکنان در سطوح مختلف آشنایی با هوش مصنوعی قرار دارند و به همین دلیل به انواع متفاوتی از حمایت و توانمندسازی نیاز خواهند داشت. از این‌رو، مؤسسات باید توسعه تدریجی این شایستگی‌ها را در طول زمان برنامه‌ریزی کنند.

جدول ۱۳. انتظارات نمونه‌ای از شایستگی‌های هوش مصنوعی برای کارکنان آموزش فنی و حرفه‌ای

گروه شغلی	شایستگی پایه‌ای هوش مصنوعی	شایستگی اختصاصی مرتبط با نقش	ظرفیت راهبردی یا تخصصی
رهبران سازمانی و مدیران ارشد	درک نحوه کار سامانه‌های هوش مصنوعی، ماهیت احتمالاتی و محدودیت‌های آن‌ها؛ تعهد به استفاده انسان‌محور و اخلاقی از هوش مصنوعی در آموزش؛ آگاهی از الزامات حفاظت از داده‌ها	ارزیابی آمادگی مؤسسه برای پذیرش هوش مصنوعی؛ اتخاذ تصمیم‌های آگاهانه درباره خرید تجهیزات؛ انتخاب فناوری‌ها و تخصیص منابع؛ ارزیابی مخاطراتی مانند سوگیری، حریم خصوصی، ایمنی و وابستگی به عرضه‌کنندگان؛ انتقال انتظارات واقع‌بینانه به کارکنان و ذی‌نفعان	تدوین راهبرد سازمانی هوش مصنوعی همسو با اولویت‌های ملی و بخشی؛ استقرار سازوکارهای حکمرانی، نظارت و پاسخگویی؛ ایجاد شرایط لازم برای توسعه حرفه‌ای مستمر تمامی کارکنان
معلم‌ان و مربیان	همانند مورد فوق	به‌کارگیری هدفمند ابزارهای هوش مصنوعی در آموزش، یادگیری و ارزشیابی؛ بازطراحی فعالیت‌های یادگیری برای توسعه شایستگی‌های هوش مصنوعی فراگیران؛ ارزیابی انتقادی محتوای تولیدشده توسط هوش مصنوعی از نظر دقت، سوگیری و تناسب آموزشی؛ مستندسازی و اعلام نحوه استفاده از هوش مصنوعی در فعالیت‌های حرفه‌ای	مشارکت در توسعه برنامه‌های درسی متناسب با استانداردهای شغلی متأثر از هوش مصنوعی؛ راهنمایی و حمایت از همکاران در زمینه ادغام هوش مصنوعی؛ رهبری نوآوری‌های آموزشی در حوزه تخصصی خود
کارکنان پشتیبانی یادگیری و هماهنگی آموزشی	همانند مورد فوق	درک تأثیر هوش مصنوعی بر مشاغل و بازارهای کاری که درباره آن‌ها مشاوره می‌دهند؛ استفاده مناسب از ابزارهای هوش مصنوعی در وظایف حرفه‌ای خود؛ تشخیص مواردی که خروجی‌های هوش مصنوعی در تصمیم‌های مرتبط با مشاوره، هدایت، کارورزی یا تضمین کیفیت نیازمند راستی‌آزمایی انسانی هستند	مشارکت در تدوین راهبرد هوش مصنوعی مؤسسه از منظر حمایت از فراگیران و انطباق با نیازهای بازار کار؛ ارائه مشاوره درباره پیامدهای عدالت و برابری در تصمیم‌های برنامه‌ای مرتبط با هوش مصنوعی
کارکنان فنی و اجرایی	همانند مورد فوق	ارزیابی ابزارهای هوش مصنوعی مرتبط با وظایف عملیاتی؛ حفظ عملکرد ایمن و منطبق با مقررات سامانه‌های هوش مصنوعی در زیرساخت‌های مؤسسه؛ پشتیبانی از شیوه‌های مدیریت داده برای استفاده مسئولانه از هوش مصنوعی	رهبری ارزیابی فنی ابزارهای هوش مصنوعی و نیازمندی‌های زیرساختی؛ مشاوره به مدیران مؤسسه در زمینه حکمرانی داده، امنیت سامانه‌ها و قابلیت تعامل‌پذیری

منبع: اقتباس از (یونسکو، ۲۰۲۴ب).

جعبه ۹. آموزش هوش مصنوعی مولد برای معلمان و مربیان آموزش فنی و حرفه‌ای در سنگاپور

پلی‌تکنیک تماسک (Temasek Polytechnic) در سنگاپور یک برنامه یادگیری ترکیبی سه‌ماژوله را برای ارتقای توانمندی اعضای هیئت علمی خود در استفاده مؤثر و اخلاقی از هوش مصنوعی مولد طراحی و اجرا کرده است.

ماژول نخست، یک دوره آنلاین خودآموز است که سواد پایه هوش مصنوعی را در شرکت‌کنندگان توسعه می‌دهد. ارزشیابی این ماژول از طریق آزمون انجام می‌شود و پس از موفقیت در آن، یک نشان دیجیتال به فراگیران اعطا می‌شود.

ماژول دوم، یک کارگاه عملی است که در آن معلمان هر رشته به‌صورت گروهی به بررسی کاربرد ابزارهای هوش مصنوعی در تولید محتوا، طراحی درس، ارائه بازخورد تکوینی و افزایش مشارکت فراگیران می‌پردازند.

ماژول سوم بر بازطراحی ارزشیابی‌ها در عصر هوش مصنوعی مولد تمرکز دارد. در این بخش، شرکت‌کنندگان به‌صورت مشارکتی آسیب‌پذیری‌های موجود در تکالیف و روش‌های ارزشیابی فعلی را شناسایی کرده و برای طراحی گزینه‌های مقاوم در برابر سوءاستفاده از هوش مصنوعی ایده‌پردازی می‌کنند. در سال تحصیلی ۲۰۲۴-۲۰۲۵، بیش از ۸۰۰ نفر از معلمان این برنامه را با موفقیت گذراندند. شرکت‌کنندگان گزارش کردند که نگرش آنان نسبت به هوش مصنوعی تغییر کرده است؛ به‌گونه‌ای که به‌جای نگاه صرف به آن به‌عنوان تهدیدی برای سلامت علمی و عاملی برای سرقت علمی، آن را فرصتی برای طراحی تجربه‌های یادگیری اصیل و تقویت مهارت‌های تفکر سطح بالا تلقی می‌کنند. همچنین، جوامع یادگیری مبتنی بر رشته‌های تخصصی و یک خبرنامه ماهانه برای پشتیبانی از به‌کارگیری آموخته‌ها و تداوم استفاده از هوش مصنوعی پس از پایان دوره آموزشی ایجاد شده است.

حمایت از فراگیران آموزش فنی و حرفه‌ای در توسعه

شایستگی‌های هوش مصنوعی

آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای، فراهم می‌کند. این چارچوب چهار حوزه شایستگی را در بر می‌گیرد: نگرش انسان‌محور، اخلاق هوش مصنوعی، فنون و کاربردهای هوش مصنوعی، و طراحی سامانه‌های هوش مصنوعی که در سه سطح پیشرفت فهم، به‌کارگیری و خلق سازمان‌دهی شده‌اند (جدول ۱۴). این شایستگی‌ها برای فراگیران همان اندازه اهمیت دارند که برای سایر دانش‌آموزان و دانشجویان، اما در آموزش فنی و حرفه‌ای باید در بسترهای شغلی و حرفه‌ای نیز استقرار یابند.

توسعه شایستگی‌های هوش مصنوعی در تحت تأثیر مسیرهای شغلی مورد انتظار فراگیران قرار دارد. در سطح پایه، هر فراگیر باید درک کاربردی از توانمندی‌ها و محدودیت‌های سامانه‌های هوش مصنوعی داشته باشد. این امر شامل استفاده نقادانه و ایمن از ابزارهای هوش مصنوعی، تشخیص سوگیری‌ها و خطاهای موجود در خروجی‌های تولیدشده توسط هوش مصنوعی، و به‌کارگیری قضاوت اخلاقی در محیط‌های کاری است.

در سطح اختصاصی هر شغل، فراگیران به شایستگی‌هایی نیاز دارند که با سامانه‌های هوش مصنوعی مورد استفاده در حرفه آنان مرتبط باشد؛ برای مثال، سامانه‌های تشخیص مبتنی بر هوش مصنوعی در مکانیک خودرو و مراقبت‌های سلامت، ابزارهای طراحی و برنامه‌ریزی در صنعت ساختمان، و سکوها مدیریت خدمات در حوزه مهمان‌نوازی و گردشگری. این شایستگی‌ها بر مبنای فنون هوش مصنوعی، مهارت‌های کاربردی و طراحی سامانه‌ها شکل می‌گیرند و در بسترهای مشخص شغلی به کار گرفته می‌شوند.

جدول ۱۴. چارچوب شایستگی هوش مصنوعی یونسکو برای فراگیران			
ابعاد شایستگی	پیشرفت		
	درک کردن	به‌کارگیری	خلق و نوآوری
نگرش انسان‌محور	عاملیت انسانی	پاسخ‌گویی انسانی	شهروندی در عصر هوش مصنوعی
اخلاق هوش مصنوعی	اخلاق تجسم‌یافته	استفاده ایمن و مسئولانه	اخلاق در طراحی
فنون و کاربردهای هوش مصنوعی	مبنای هوش مصنوعی	مهارت‌های کاربردی	خلق ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی
طراحی سامانه‌های هوش مصنوعی	تعریف و تبیین مسئله	طراحی معماری سامانه	تکرار، بهبود و حلقه‌های بازخورد

در سطح تخصصی، فراگیرانی که مسیرهای تخصصی هوش مصنوعی و داده را دنبال می‌کنند، به آمادگی فنی عمیق‌تری نیاز دارند. این برنامه‌ها بر توسعه و استقرار سامانه‌های هوش مصنوعی، مدیریت جریان‌های داده و انجام اعتبارسنجی و ارزیابی سوگیری تمرکز دارند. جنبه‌های مرتبط با نگرش انسان‌محور و اخلاق هوش مصنوعی همچنان ضروری هستند، زیرا بسیاری از این فراگیران برای طراحی سامانه‌های هوش مصنوعی آماده می‌شوند.

جدول ۱۵ این ساختار سه‌مسیره را برای توسعه شایستگی‌های هوش مصنوعی در میان فراگیران آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای، بر پایه چارچوب شایستگی‌های هوش مصنوعی برای فراگیران (AI CFS)، ارائه می‌کند.

جمعیت فراگیران آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای از نظر سن، سطح تحصیلات پیشین، پیشینه زبانی و میزان دسترسی به

فناوری‌های دیجیتال بسیار متنوع است. این تنوع بر طراحی و اجرای برنامه‌های توسعه شایستگی‌های هوش مصنوعی تأثیر می‌گذارد.

فراگیرانی که از مناطق روستایی، خانواده‌های کم‌درآمد یا دیگر گروه‌های به‌حاشیه‌رانده‌شده هستند، ممکن است در دسترسی به ابزارهای هوش مصنوعی و زیرساخت‌های ارتباطی با موانعی مواجه شوند. مؤسساتی که به این گروه‌ها خدمات ارائه می‌کنند، باید گزینه‌های کم‌نیاز به پهنای باند یا آفلاین را فراهم سازند و اطمینان حاصل کنند که ادغام هوش مصنوعی به گسترش شکاف‌های موجود منجر نمی‌شود. در عین حال، هوش مصنوعی در صورت استفاده همراه با تدابیر حفاظتی مناسب، می‌تواند به گسترش دسترسی به فرصت‌های یادگیری کمک کند.

جدول ۱۵. مسیرهای شایستگی هوش مصنوعی برای فراگیران آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای

مسیر شایستگی	مسیر شایستگی	مسیر شایستگی	مسیر شایستگی
استفاده نقادانه از ابزارهای هوش مصنوعی برای یادگیری و انجام وظایف شغلی؛ راستی‌آزمایی خروجی‌های هوش مصنوعی بر اساس استانداردهای حرفه‌ای و شواهد قابل مشاهده؛ حفاظت از داده‌های شخصی و سازمانی؛ تشخیص مواردی که محتوای تولیدشده توسط هوش مصنوعی غیرقابل اعتماد یا دارای سوگیری است.	همه فراگیران آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای	(نگرش AI CFS هر چهار حوزه شایستگی انسان‌محور، اخلاق هوش مصنوعی، فنون هوش مصنوعی و طراحی سامانه‌های هوش مصنوعی) را در بر می‌گیرد. هر سه سطح پیشرفت در دسترس است، اما تأکید اصلی بر «فهم» و «به‌کارگیری» در بافت‌های حرفه‌ای و مهارتی است.	شایستگی پایه هوش مصنوعی
به‌کارگیری ابزارهای هوش مصنوعی در فرایندهای کاری تخصصی (مانند عیب‌یابی، کنترل کیفیت، طراحی و تعامل با مشتری)؛ ارزیابی خروجی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی بر اساس استانداردهای شغلی؛ اعمال قضاوت حرفه‌ای درباره زمان پیروی، اصلاح یا نادیده‌گرفتن توصیه‌های هوش مصنوعی.	فراگیران مشاغلی که هوش مصنوعی به‌طور فعال در حال دگرگون‌سازی شیوه‌های کاری آن‌ها است.	حوزه‌های «فنون هوش مصنوعی» و «طراحی سامانه» را در جریان‌های کاری تخصصی هر حرفه تعمیق می‌بخشد؛ اصول اخلاقی و انسان‌محور را در عمل حرفه‌ای به کار می‌گیرد؛ سطح «خلق» می‌تواند از طریق توسعه راه‌حل‌های پشتیبانی‌شده با هوش مصنوعی در حرفه فراگیر تحقق یابد.	شایستگی شغلی هوش مصنوعی
طراحی و پیاده‌سازی راه‌حل‌های هوش مصنوعی؛ مدیریت جریان‌های داده و چرخه عمر مدل‌ها؛ انجام آزمون، اعتبارسنجی و ارزیابی سوگیری؛ به‌کارگیری اصول هوش مصنوعی مسئولانه در توسعه سامانه‌ها.	فراگیران برنامه‌های تخصصی هوش مصنوعی، علم داده یا یادگیری ماشین	را در بر می‌گیرد و AI CFS همه حوزه‌های به‌طور مستمر بر سطح «خلق» در فنون هوش مصنوعی و طراحی سامانه‌ها تأکید دارد؛ بر توسعه اعتبارسنجی و حکمرانی سامانه‌های هوش مصنوعی متمرکز است.	شایستگی تخصصی هوش مصنوعی

فراگیرانی که به زبان دوم یا سوم تحصیل می‌کنند، ممکن است از پشتیبانی هوش مصنوعی مولد برای ارتباطات و درک مطالب بهره‌مند شوند؛ از جمله کمک در نگارش اسناد حرفه‌ای و فهم متون فنی پیچیده. با این حال، آنان باید آگاه باشند که مدل‌های هوش مصنوعی می‌توانند دارای سوگیری‌های زبانی و فرهنگی باشند که ممکن است خروجی‌ها را در زبان‌های غیر یا کم‌کاربرد دچار تحریف کند.

زنان همچنان در بسیاری از رشته‌های فنی و برنامه‌های مرتبط با فناوری اطلاعات و ارتباطات در آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای کمتر از حد انتظار حضور دارند. توسعه شایستگی‌های هوش مصنوعی فرصتی برای تقویت مشارکت آنان فراهم می‌کند؛ از طریق طراحی برنامه‌های آموزشی حساس به جنسیت، ارائه الگوهای نقش قابل مشاهده و آشنایی زودهنگام با کاربردهای هوش مصنوعی در حوزه‌های مختلف شغلی، از جمله حوزه‌هایی که زنان در آن‌ها حضور پررنگ‌تری دارند.

برای فراگیران دارای معلولیت، شخصی‌سازی مبتنی بر هوش مصنوعی، از جمله آموزش انطباقی، تبدیل گفتار به متن و ساده‌سازی متون، می‌تواند در صورت ادغام در چارچوبی از حمایت‌های آموزشی و اجتماعی سازمان‌یافته، دسترسی به یادگیری را بهبود بخشد.

آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای به فراگیران در **مراحل مختلف زندگی** خدمت ارائه می‌کند؛ از جوانانی که به‌تازگی مدرسه را ترک کرده‌اند تا بزرگسالانی که برای بازآموزی و کسب مهارت‌های جدید به آموزش بازمی‌گردند. فراگیران جوان ممکن است از چابکی دیجیتال بالایی برخوردار باشند، اما در زمینه رفاه دیجیتال و ابعاد اجتماعی، اقتصادی و اخلاقی فناوری‌های دیجیتال به حمایت بیشتری نیاز دارند.

تعبیه ۱۰. توسعه شایستگی‌های هوش مصنوعی در میان دانش‌آموزان آموزش فنی و حرفه‌ای در لهستان

برنامه هوش مصنوعی برای جوانان که توسط شرکت اینتل طراحی شده و در لهستان به وسیله مرکز ابررایانش و شبکه‌سازی پوزنان (PSNC) اجرا می‌شود، دانش‌آموزان دوره متوسطه، از جمله دانش‌آموزان شاخه‌های فنی و حرفه‌ای، را به دانش پایه هوش مصنوعی و مهارت‌های مبتنی بر پروژه مجهز می‌کند.

در این برنامه، معلمان آموزش‌هایی در زمینه مبانی هوش مصنوعی، زبان برنامه‌نویسی پایتون و روش‌شناسی تفکر طراحی دریافت می‌کنند. این آموزش‌ها با پشتیبانی مهندسان PSNC ارائه شده و گواهی آن از سوی شرکت اینتل صادر می‌شود.

دانش‌آموزان آموخته‌های خود را از طریق طراحی و اجرای پروژه‌های گروهی به کار می‌گیرند. این پروژه‌ها از هوش مصنوعی برای حل مسائل اجتماعی یا زیست‌محیطی بهره می‌برند و آثار برگزیده در یک مسابقه ملی ارائه و داوری می‌شوند. این برنامه طی پنج دوره اجرا، بیش از ۱۲۰ مدرسه، نزدیک به ۲۰۰ معلم و بیش از ۲,۰۰۰ دانش‌آموز را تحت پوشش قرار داده و حدود ۱۰۰ پروژه هوش مصنوعی دانش‌آموزمحور را به ثمر رسانده است. یکی از مهم‌ترین درس‌آموخته‌های این تجربه، ضرورت تهیه منابع آموزشی متناسب با رشته‌های مختلف و نیز ارائه حمایت مستمر از معلمان با سطوح متفاوتی از پیشینه و توانمندی فنی بوده است.

آموزش فنی و حرفه‌ای به فراگیرانی در مراحل مختلف زندگی خدمات ارائه می‌کند؛ از جوانانی که به‌تازگی مدرسه را ترک کرده‌اند تا بزرگسالانی که برای بازآموزی یا کسب مهارت‌های جدید به نظام آموزشی بازمی‌گردند. فراگیران جوان ممکن است از چابکی بالایی در استفاده از فناوری‌های دیجیتال برخوردار باشند، اما در زمینه بهزیستی دیجیتال و نیز درک پیامدهای اجتماعی، اقتصادی و اخلاقی هوش مصنوعی به حمایت بیشتری نیاز دارند. در مقابل، فراگیران بزرگسال ممکن است با چالش‌هایی مانند محدودیت در مهارت‌های دیجیتال یا نگرانی درباره جایگزینی شغلی ناشی از هوش مصنوعی مواجه باشند. در چنین شرایطی، ارائه مسیرهای یادگیری انعطاف‌پذیر، ماژولار و مبتنی بر تقویت اعتمادبه‌نفس برای تضمین مشارکت و شمول آموزشی اهمیت ویژه‌ای دارد.

حمایت نهادی از توسعه مستمر شایستگی‌ها

توسعه پایدار شایستگی‌های هوش مصنوعی مستلزم فراهم شدن شرایطی در سطح مؤسسه است که یادگیری مستمر را در سراسر جامعه آموزشی پشتیبانی کند. برخی از مهم‌ترین اقدامات حمایتی عبارت‌اند از:

• اختصاص زمان رسمی برای آزمایش و تجربه‌ورزی

کارکنان و اعضای هیئت آموزشی باید در ساعات کاری فرصت داشته باشند تا ابزارهای هوش مصنوعی را متناسب با وظایف و مسئولیت‌های خود آزمایش و ارزیابی کنند. این اقدام نشان می‌دهد که توسعه شایستگی‌های هوش مصنوعی یک مسئولیت سازمانی است و نباید صرفاً به‌عنوان وظیفه‌ای اضافی بر دوش افراد قرار گیرد.

• توسعه حرفه‌ای تدریجی و متناسب با حرفه‌ها

برنامه‌های یادگیری حرفه‌ای باید از آشنایی و آموزش‌های پایه آغاز شوند و به‌تدریج به کاربردهای عملی برسند. این برنامه‌ها باید متناسب با حوزه‌های مختلف آموزش فنی و حرفه‌ای طراحی شوند. استفاده از نمونه‌های کاربردی، منابع آماده استفاده و الگوهای قابل انطباق می‌تواند به کارکنان کمک کند تا آموخته‌های خود را در عمل به کار گیرند.

• یادگیری همتایان و جوامع عمل

تبادل منظم تجربه میان کارکنان، اغلب اثربخشی بیشتری نسبت به دوره‌های آموزشی منفرد دارد. راهکارهایی مانند مربی‌گری بین‌بخشی، بهره‌گیری از حمایت متخصصان فناوری اطلاعات و هوش مصنوعی، و نیز مربی‌گری معکوس توسط فراگیران دارای مهارت‌های دیجیتال پیشرفته می‌تواند اعتمادبه‌نفس و توانمندی کارکنان را در سراسر مؤسسه افزایش دهد.

• به‌رسمیت شناختن و ایجاد مشوق‌ها

فعالیت‌های توسعه حرفه‌ای مرتبط با هوش مصنوعی باید در نظام‌های آموزش و توسعه حرفه‌ای مستمر به رسمیت شناخته شوند. فراهم کردن فرصت‌های یادگیری انعطاف‌پذیر و دارای اعتبار رسمی می‌تواند مشارکت کارکنان را بدون ایجاد اختلال در وظایف اصلی آنان یا کاهش درآمدشان تسهیل کند.

• مشارکت صنعت در توسعه شایستگی‌ها

همکاری با کارفرمایان، بنگاه‌های اقتصادی و تشکلهای صنعتی به همسو نگه داشتن برنامه‌های توسعه شایستگی با نیازهای واقعی محیط کار کمک می‌کند. فعالیت‌هایی مانند سایه‌زنی شغلی، تبادل نیروی انسانی با محیط‌های کاری و تعامل با میزبانان دوره‌های کارآموزی و کارورزی می‌تواند درک کارکنان از کاربردهای واقعی هوش مصنوعی در محیط‌های کاری را افزایش داده و آمادگی شغلی فراگیران را تقویت کند.

۵-۶ استفاده از هوش مصنوعی در مشاغل ایمنی حساس و تحت

مقررات

مشاغل ایمنی حساس به مشاغلی گفته می‌شود که خطا در عملکرد حرفه‌ای در آن‌ها می‌تواند به آسیب جسمی، خسارت زیست‌محیطی یا از دست رفتن جان انسان‌ها منجر شود. در آموزش فنی و حرفه‌ای، این گروه شامل مشاغلی مانند ساختمان‌سازی، نصب و نگهداری تأسیسات برق، جوشکاری و تولید صنعتی، عیب‌یابی و تعمیر خودرو، خدمات پشتیبانی سلامت و حمل‌ونقل و سایر حوزه‌های مشابه است.

فعالیت در این مشاغل معمولاً تحت نظارت مقررات ایمنی و بهداشت شغلی قرار دارد و دارای الزامات رسمی پاسخ‌گویی و مسئولیت‌پذیری است. هوش مصنوعی و فناوری‌های دیجیتال به تدریج وارد این محیط‌های کاری شده‌اند و ظرفیت بهبود ایمنی را دارند؛ با این حال، می‌توانند مخاطرات جدیدی نیز ایجاد کنند یا ماهیت مخاطرات موجود را تغییر دهند.

از آنجا که خطا در این مشاغل اغلب پیامدهای فیزیکی و گاه جبران‌ناپذیر دارد، مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای باید نحوه ادغام هوش مصنوعی در برنامه‌های آموزشی مرتبط را به‌دقت مدیریت کنند. در این بخش، مهم‌ترین تدابیر و رویکردهای آموزشی مرتبط با این موضوع بررسی می‌شود.

نظارت انسانی، حدود وظایف و پاسخ‌گویی

هوش مصنوعی و فناوری‌های دیجیتال می‌توانند ایمنی شغلی را از طریق واگذاری برخی وظایف پرخطر به سامانه‌های خودکار یا شناسایی زود هنگام مخاطرات بهبود دهند. با این حال، همین فناوری‌ها ممکن است مخاطرات جدیدی ایجاد کرده یا مخاطرات موجود را به شیوه‌هایی غیرمنتظره تغییر دهند.

اتکای بیش از حد به هوش مصنوعی و خودکارسازی می‌تواند به کاهش نظارت انسانی و افزایش خطرات ایمنی و بهداشت شغلی منجر شود. از این‌رو، ابزارهای دیجیتال باید مکمل قضاوت انسانی باشند، نه جایگزین آن (سازمان بین‌المللی کار، ۲۰۲۵).

شواهد موجود درباره اثربخشی ابزارهای ایمنی شغلی مبتنی بر هوش مصنوعی هنوز محدود است. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که سرعت به‌کارگیری این ابزارها در صنعت بسیار بیشتر از ارزیابی علمی تأثیر واقعی آن‌ها بر کاهش آسیب‌ها و بیماری‌های شغلی بوده است (جتا^۱ و همکاران، ۲۰۲۵).

در آموزش و تربیت نیروی انسانی برای مشاغل ایمنی حساس، مؤسسات باید رویکردی مبتنی بر اصل احتیاط اتخاذ کنند. جدول ۱۶ دسته‌های اصلی کاربرد هوش مصنوعی در محیط‌های کاری ایمنی حساس، مزایا و مخاطرات ایمنی و بهداشت شغلی مرتبط با آن‌ها، و پیامدهای مربوط به مدیریت خطر را نشان می‌دهد.

تجربه‌های موجود نشان می‌دهد که هوش مصنوعی می‌تواند به ایجاد محیط‌های کاری ایمن‌تر کمک کند، اما در عین حال ممکن است آسیب‌پذیری‌های جدیدی ایجاد کرده، مسئولیت‌ها را جابه‌جا کند یا قضاوت حرفه‌ای افراد را تضعیف نماید. بنابراین، مؤسسات آموزشی باید چارچوبی روشن برای استفاده از آن تدوین کنند.

• نظارت انسانی

در آموزش و فعالیتهای ایمنی حساس، استفاده از هوش مصنوعی باید تحت نظارت افراد واجد صلاحیت انجام شود. مؤسسات آموزشی باید اطمینان حاصل کنند که معلمان، مربیان و سرپرستان همچنان اختیار و مسئولیت بررسی خروجی‌های هوش مصنوعی، مداخله در مواقع ضروری و اتخاذ یا تأیید تصمیم‌های مرتبط با ایمنی را حفظ می‌کنند. فراگیران نیز باید از همان ابتدا دریابند که نظارت انسانی بر عملکرد هوش مصنوعی بخشی از الزامات حرفه‌ای آنان است.

• تعیین حدود وظایف

مؤسسات باید برای هر برنامه آموزشی مشخص کنند که کدام وظایف و تصمیم‌ها می‌توانند با پشتیبانی هوش مصنوعی انجام شوند و کدام فعالیت‌ها مستلزم عملکرد مستقل انسان هستند.

این حدود باید بر اساس استانداردهای ایمنی و بهداشت شغلی و الزامات گواهی‌نامه‌های حرفه‌ای هر شغل تعیین شوند. همچنین لازم است این الزامات در آیین‌نامه‌های آموزشی ثبت شده و به فراگیران، معلمان و شرکای محیط کار اطلاع‌رسانی شود.

• پاسخ‌گویی و مسئولیت‌پذیری

هوش مصنوعی می‌تواند از قضاوت حرفه‌ای پشتیبانی کند، اما جایگزین مسئولیت انسانی نمی‌شود. بنابراین، مؤسسات باید به‌صراحت اعلام کنند که مسئولیت نهایی تصمیم‌های مرتبط با ایمنی و نیز تأیید صلاحیت‌های حرفه‌ای همچنان بر عهده مربیان واجد صلاحیت و نهادهای مسئول است و این امر باید در چارچوب مقررات مربوطه انجام شود.

• انطباق با استانداردهای ایمنی و بهداشت شغلی

حکمرانی هوش مصنوعی در این برنامه‌ها باید در ساختارهای موجود تضمین کیفیت و رعایت الزامات ایمنی و بهداشت شغلی ادغام شود. پیش از آنکه دستورالعمل‌ها، سناریوها یا توصیه‌های عملیاتی تولید شده توسط هوش مصنوعی در کارگاه‌های عملی، آزمایشگاه‌ها یا محیط‌های بالینی مورد استفاده قرار گیرند، مؤسسات باید بررسی کنند که این خروجی‌ها با پروتکل‌ها و رویه‌های ایمنی مصوب سازگار هستند.

آموزش استفاده ایمن از هوش مصنوعی در مشاغل ایمنی حساس

علاوه بر تدابیر و سازوکارهای نهادی، برنامه‌های آموزشی مربوط به مشاغل ایمنی حساس باید این اصول را به فعالیتهای آموزشی و ارزشیابی تبدیل کنند. فراگیران باید توانایی‌های زیر را کسب کنند:

کار ایمن و مسئولانه با سامانه‌های هوش مصنوعی؛ تشخیص موقعیت‌هایی که خروجی‌های هوش مصنوعی قابل اعتماد نیستند یا احتمال خطا در آن‌ها وجود دارد؛

ارزیابی انتقادی توصیه‌ها و پیشنهادها ارائه‌شده توسط هوش مصنوعی؛ انجام وظایف و مهارت‌های اصلی شغلی بدون وابستگی به هوش مصنوعی؛ حفظ قضاوت حرفه‌ای و توانایی تصمیم‌گیری مستقل در شرایط حساس و بحرانی.

هدف نهایی آن است که فراگیران نه تنها بتوانند از هوش مصنوعی بهره ببرند، بلکه در صورت بروز خطا، نقص یا عدم دسترسی به این فناوری نیز قادر باشند وظایف حرفه‌ای خود را به‌طور ایمن و مؤثر انجام دهند.

¹ Jetha

جدول ۱۶. استفاده از هوش مصنوعی در مشاغل ایمنی حساس: مزایا، مخاطرات و راهکارهای کاهش خطر در حوزه ایمنی و بهداشت شغلی

کاربرد هوش مصنوعی	مزایای ایمنی و بهداشت شغلی (OSH)	مخاطرات ایجادشده یا جابه‌جاشده	پیامدها و راهکارهای کاهش خطر
اتوماسیون و رباتیک	حذف کارکنان از فعالیت‌ها و محیط‌های پرخطر؛ کاهش فشارهای جسمانی و آسیب‌های ناشی از کارهای تکراری؛ خودکارسازی عملیات مخاطره‌آمیز	اختلال یا خرابی سامانه‌ها که می‌تواند به رفتارهای غیرمنتظره ماشین منجر شود؛ تضعیف مهارت‌های عملی کارکنان و کاهش توانایی آنان برای واکنش به خرابی‌ها؛ مخاطرات ارگونومیک ناشی از تعامل انسان و ربات	حفظ امکان مداخله و کنترل انسانی؛ حفظ شایستگی کارکنان برای انجام مستقل وظایف؛ انجام ارزیابی خطر پیش و پس از استقرار فناوری
سامانه‌های پایش هوشمند و تجهیزات پوشیدنی	شناسایی لحظه‌ای مخاطرات (مانند کیفیت هوا، سروصدا، خستگی و وضعیت بدنی)؛ نگهداری پیش‌بینانه برای جلوگیری از خرابی تجهیزات؛ پایش مستمر رعایت الزامات ایمنی	خستگی ناشی از هشدارهای مکرر و کاهش هوشیاری؛ ایجاد احساس امنیت کاذب؛ خرابی تجهیزات و تأخیر در هشداردهی؛ نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی و نظارت بیش از حد	اطمینان از اینکه قضاوت انسانی مکمل پایش خودکار باقی بماند؛ بازبینی منظم میزان ارتباط و ضرورت هشدارها؛ استقرار سازوکارهای حفاظت از داده‌ها
تحلیل و پشتیبانی تصمیم‌گیری مبتنی بر هوش مصنوعی	حمایت از استدلال تشخیصی؛ شناسایی الگوها برای ارتقای ایمنی؛ امکان پیشگیری مبتنی بر شواهد از مخاطرات	سوگیری اتوماسیون و اتکای بیش از حد به خروجی‌های هوش مصنوعی بدون راستی‌آزمایی؛ تضعیف استدلال حرفه‌ای در صورت نبود یا خرابی سامانه‌های هوش مصنوعی	آموزش کارکنان برای اعتبارسنجی خروجی‌های هوش مصنوعی بر اساس استانداردهای حرفه‌ای پیش از اقدام؛ تقویت دانش و تخصص حوزه‌ای برای تشخیص خطاها
هماهنگی کار و پایش از راه دور مبتنی بر هوش مصنوعی	بهینه‌سازی زمان‌بندی و تخصیص وظایف؛ امکان نظارت ایمنی از راه دور؛ بهبود توزیع حجم کار	تشدید فشار کاری ناشی از اهداف عملکردی الگوریتمی؛ کاهش پشتیبانی ایمنی در محل کار؛ نظارت بیش از حد و ایجاد استرس؛ محدود شدن استقلال کارکنان	اطمینان از انطباق زمان‌بندی‌ها با استانداردهای ایمنی و بهداشت شغلی، از جمله زمان‌های استراحت؛ حفظ دسترسی به پشتیبانی ایمنی در محل؛ مشارکت کارکنان در فرایند استقرار فناوری

منبع: اقتباس و بازنویسی از سازمان بین‌المللی کار. (2025c)

تقویت قضاوت مستقل و توانایی اعتبارسنجی

در مشاغل ایمنی حساس، توانایی انجام وظایف اصلی بدون اتکا به هوش مصنوعی یک الزام ایمنی محسوب می‌شود. از این رو، برنامه‌های آموزشی باید اطمینان حاصل کنند که فراگیران پیش از آشنایی با روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، شایستگی خود را در زمینه عیب‌یابی دستی، بازرسی فیزیکی و رعایت رویه‌های ایمنی به اثبات رسانده‌اند.

ایجاد شایستگی‌های مستقل در مراحل اولیه آموزش، پیش‌شرط استفاده ایمن از هوش مصنوعی در مراحل بعدی است؛ زیرا کارکنان کم‌تجربه بیش از دیگران در معرض سوگیری اتوماسیون قرار دارند و توانایی کمتری برای تشخیص خطاهای هوش مصنوعی دارند (Romeo & Conti, 2026). فراگیران همچنین باید بتوانند پیش از عمل بر اساس توصیه‌های تولیدشده توسط هوش مصنوعی، آن‌ها را با استانداردهای فنی مرتبط، اندازه‌گیری‌های واقعی و شرایط مواد و تجهیزات در حرفه مربوطه مقایسه و اعتبارسنجی کنند. از آنجا که این فرایند پیامدهای مستقیم ایمنی دارد، باید به‌عنوان یک پیامد یادگیری صریح در برنامه درسی تعریف شده و در طول دوره آموزشی مورد ارزشیابی قرار گیرد.

حفظ شایستگی‌های عملی در کنار شبیه‌سازی‌های تقویت‌شده با هوش مصنوعی

شبیه‌سازی‌های تقویت‌شده با هوش مصنوعی در آموزش مشاغل ایمنی حساس ارزش قابل توجهی دارند. این فناوری‌ها به فراگیران امکان می‌دهند پیش از مواجهه با شرایط واقعی، رویه‌ها و فرایندها را به‌صورت مکرر و ایمن تمرین کنند و فرصت‌هایی را فراهم آورند که اجرای واقعی آن‌ها ممکن است بسیار پرهزینه یا خطرناک باشد.

با این حال، خطر آن وجود دارد که یادگیری مبتنی بر شبیه‌سازی و هوش مصنوعی به‌تدریج جایگزین تمرین عملی شود و فارغ‌التحصیلان از مهارت‌های دستی و عملی کافی برای انجام مستقل و ایمن وظایف برخوردار نباشند.

بنابراین، استانداردهای شایستگی در مشاغل ایمنی حساس باید مستلزم اثبات عملکرد فیزیکی در شرایط واقعی یا شرایطی بسیار نزدیک به واقعیت باشند. همچنین ارزشیابی‌ها باید نشان دهند که فراگیران قادرند بدون کمک هوش مصنوعی نیز از قضاوت حرفه‌ای مناسب برخوردار باشند.

به مریبان توصیه می‌شود:

- حداقل ساعات تمرین عملی بدون کمک هوش مصنوعی را برای هر شایستگی ایمنی حساس تعیین کنند؛
- فعالیت‌های ارزشیابی را به‌گونه‌ای طراحی کنند که عملکرد عملی و قضاوت حرفه‌ای مستقل فراگیران را نشان دهد؛
- شبیه‌سازی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را به‌عنوان مرحله‌ای مقدماتی و آماده‌ساز در نظر بگیرند، نه جایگزین تمرین عملی با تجهیزات واقعی؛
- نسبت میان تمرین شبیه‌سازی‌شده و تمرین واقعی را با مشارکت شرکای صنعتی و کارفرمایان به‌طور مستمر بازنگری کنند.

هماهنگ‌سازی انتظارات ایمنی در دوره‌های کارورزی

بسیاری از فراگیران نخستین مواجهه خود با سامانه‌های هوش مصنوعی را در دوره‌های کارورزی تجربه می‌کنند؛ جایی که کارفرمایان در بخش‌های ایمنی حیاتی به‌طور فزاینده‌ای از ابزارهای پایش مبتنی بر هوش مصنوعی،

نگهداری و تعمیرات پیش‌بینانه و سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری استفاده می‌کنند.

مؤسسات آموزشی باید اطمینان حاصل کنند که فراگیران پیش از ورود به این محیط‌ها، با حدود عملیاتی، پروتکل‌های ایمنی و مسئولیت‌های حرفه‌ای مرتبط با کار در کنار این سامانه‌ها آشنا شده‌اند. همچنین، در مواردی که مؤسسات با کارفرمایان برای اجرای یادگیری مبتنی بر کار همکاری می‌کنند، توافق‌نامه‌های کارورزی باید به‌طور مشخص سازوکارهای نظارت و ترتیبات ایمنی حاکم بر تعامل فراگیران با هوش مصنوعی در فعالیت‌های مرتبط با ایمنی را تعیین کنند.

۵-۷- نوآوری و کارآفرینی مبتنی بر هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای

هوش مصنوعی می‌تواند با کاهش برخی موانع فنی و مالی، مشارکت افراد در فعالیت‌های نوآورانه و کارآفرینانه را گسترش دهد. ابزارهایی مانند هوش مصنوعی مولد، پلتفرم‌های در دسترس یادگیری ماشین و سامانه‌های تحلیل داده می‌توانند در پژوهش بازار، طراحی محصول، تولید محتوا و برنامه‌ریزی کسب‌وکار مورد استفاده قرار گیرند.

رای فراگیران آموزش فنی و حرفه‌ای، این ظرفیت می‌تواند ماهیت شایستگی‌های حرفه‌ای را از صرف اجرای وظایف به سمت خلق راه‌حل‌های نوآورانه و متناسب با نیازهای محلی سوق دهد. مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای می‌توانند از این تحول از طریق تقویت ظرفیت نوآوری، توسعه آموزش کارآفرینی و پیوند دادن پروژه‌ها با نیازهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی جامعه پیرامون خود حمایت کنند.

حمایت از نوآوری نهادی با استفاده از هوش مصنوعی

هوش مصنوعی فرصت‌های جدیدی را برای گسترش یادگیری کاربردی و توسعه خدمات نوین در ارتباط با اقتصادهای محلی فراهم می‌کند. با این حال، پروژه‌های موفق و ابتکارات فردی زمانی بیشترین اثربخشی را دارند که از ظرفیت‌سازی در سطح کل مؤسسه برخوردار باشند. چارچوب نوآوری یونسکو-یونووک^{۱۰} که در قالب ابتکار مراکز مهارت برای نوآوری توسعه یافته است (یونسکو-یونووک، ۲۰۲۰)، یکی از الگوهای مناسب برای ایجاد این ظرفیت به شمار می‌رود. این چارچوب، نوآوری را به‌عنوان یک قابلیت سازمانی در چهار بُعد به‌هم‌پیوسته تعریف می‌کند:

راهبرد و مدیریت؛ آموزش و یادگیری؛ محصولات و خدمات؛ مدیریت روابط با اکوسیستم. این ابعاد چارچوبی مفید برای بررسی نقش هوش مصنوعی در توسعه نوآوری فراهم می‌کنند.

بُعد اول: راهبرد و مدیریت: این بُعد به تعهد رهبری سازمان، فرایندهای مدیریتی، برنامه‌ریزی، تأمین مالی، منابع انسانی و نظام‌های پایش داخلی مربوط می‌شود. در حوزه نوآوری مبتنی بر هوش مصنوعی، مؤسسات باید بررسی کنند که آیا راهبرد سازمانی آن‌ها موضعی روشن و آگاهانه درباره هوش مصنوعی دارد؟ آیا منابع مالی و نیروی انسانی لازم برای آزمایش مسئولانه فناوری‌های نوین فراهم است؟ آیا سازوکارهای حکمرانی برای حفاظت از داده‌ها، شفافیت و نظارت انسانی پیش‌بینی شده است؟

بُعد دوم: آموزش و یادگیری

این بُعد شامل رویکردهای آموزشی، نوسازی برنامه‌های درسی، ارزشیابی و روش‌های تدریس است. هوش مصنوعی می‌تواند از یادگیری مبتنی بر پروژه و یادگیری مبتنی بر چالش پشتیبانی کند؛ به گونه‌ای که فراگیران از ابزارهای هوش مصنوعی برای طراحی راه‌حل، تعامل با کاربران و توسعه شایستگی‌های فنی و مهارت‌های انتقال‌پذیر استفاده کنند. در اینجا ارزش اصلی در فرایند یادگیری و حل مسئله نهفته است، نه صرفاً استفاده از فناوری. بنابراین: معلمان و مربیان باید شناخت کافی از ابزارها داشته باشند؛ فراگیران باید خروجی‌های هوش مصنوعی را به صورت انتقادی ارزیابی کنند؛ ارزشیابی باید توانایی حل مسئله واقعی را منعکس سازد.

بُعد سوم: محصولات و خدمات

این بُعد به توانایی مؤسسه برای ارائه خدماتی فراتر از آموزش سنتی مربوط می‌شود؛ از جمله: پژوهش و توسعه؛ مراکز رشد و شتاب‌دهی؛ حمایت از استارت‌آپ‌ها؛ خدمات مشاوره؛ طراحی و توسعه نمونه‌های اولیه. هوش مصنوعی می‌تواند این ظرفیت‌ها را از طریق نمونه‌سازی هوشمند، خدمات ساخت دیجیتال، پژوهش‌های کاربردی و پشتیبانی از بنگاه‌های کوچک و متوسط گسترش دهد. دامنه این فعالیت‌ها باید متناسب با منابع، تخصص کارکنان، مشارکت‌های بیرونی و نیازهای محلی تعیین شود. مؤسسات بهتر است از فعالیت‌هایی آغاز کنند که توان پشتیبانی و حکمرانی مسئولانه آن‌ها را دارند.

بُعد چهارم: مدیریت روابط با اکوسیستم

این بُعد به توانایی مؤسسه در تعامل با ذی‌نفعان بیرونی، رصد تحولات بازار کار و جامعه، مشارکت دادن شرکا در حکمرانی و تبدیل نیازهای بیرونی به اقدامات سازمانی مربوط می‌شود.

در حوزه نوآوری مبتنی بر هوش مصنوعی، این امر شامل همکاری با: شرکت‌های فناوری؛ کارفرمایان و صنایع؛ مؤسسات پژوهشی؛ نهادهای دولتی؛ سازمان‌های محلی و اجتماعی است.

مؤسسات باید ارزیابی کنند که کدام شرکا بیشترین ظرفیت را برای توسعه مهارت‌ها و نوآوری دارند. در این ارزیابی، علاوه بر توانمندی فنی، میزان پایبندی شرکا به اصول اخلاقی هوش مصنوعی و تعهد آنان به مشارکت فراگیر و عادلانه نیز باید مدنظر قرار گیرد. ارزیابی مستمر این چهار بُعد می‌تواند به تقویت تدریجی ظرفیت نوآوری مؤسسات کمک کند. این رویکرد برای نوآوری مبتنی بر هوش مصنوعی اهمیت ویژه‌ای دارد؛ زیرا کاربردهای هوش مصنوعی به سرعت تغییر می‌کنند و توانمندی سازمانی نیز به صورت تدریجی شکل می‌گیرد.

علاوه بر این، تحقق شمول و عدالت مستلزم آن است که در راهبردها، جذب فراگیران، انتخاب پروژه‌ها و طراحی مشارکت‌ها، به طور آگاهانه شرایطی فراهم شود تا زنان، فراگیران مناطق روستایی، افراد دارای معلولیت و سایر گروه‌های کمتر برخوردار نیز از فرصت‌های نوآوری و کارآفرینی به طور برابر بهره‌مند شوند.

جعبه ۱۱. نمونه‌هایی از حمایت مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای از نوآوری و کارآفرینی مبتنی بر هوش مصنوعی

مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای در کشورهای مختلف از الگوهای سازمانی متنوعی برای حمایت از نوآوری و کارآفرینی مبتنی بر هوش مصنوعی بهره می‌گیرند. سه نمونه زیر رویکردهای متفاوتی را در این زمینه نشان می‌دهند.

مؤسسه آموزش فنی سنگاپور (ITE): مرکز آزمایش هوش مصنوعی برای بنگاه‌های کوچک و متوسط

این مؤسسه با همکاری انجمن بنگاه‌های کوچک و متوسط سنگاپور، مرکز SME@AiTE را در پردیس مرکزی خود راه‌اندازی کرده است. این مرکز امکان دسترسی بنگاه‌ها به کارگاه‌های آموزشی، منابع تخصصی و محیط‌های آزمایشی برای ارزیابی کاربردهای هوش مصنوعی را فراهم می‌کند. فعالیت‌های آن بر مسائل واقعی کسب‌وکار در حوزه‌هایی مانند خدمات غذایی، منابع انسانی، حسابداری، خرده‌فروشی، مهندسی و لجستیک متمرکز است و دانشجویان نیز از طریق پروژه‌ها و دوره‌های کارآموزی در این فرایند مشارکت می‌کنند.

پلی تکنیک سنکا در کانادا: پشتیبانی از تجاری‌سازی نوآوری‌های هوش مصنوعی

مرکز نوآوری در فناوری هوش مصنوعی این مؤسسه به عنوان بستری برای پژوهش‌های کاربردی فعالیت می‌کند و از شرکت‌های نوپا و بنگاه‌های کوچک و متوسط در مراحل مختلف توسعه محصولات هوش مصنوعی حمایت می‌کند. این حمایت‌ها شامل تدوین راهبرد هوش مصنوعی، ارزیابی شکاف‌ها، مقایسه با استانداردهای صنعت، شناسایی فرصت‌ها و برنامه‌ریزی توسعه است. همچنین برای شرکت‌هایی که محصولات مبتنی بر هوش مصنوعی را توسعه داده‌اند، خدماتی مانند آزمون، اعتبارسنجی، مقیاس‌پذیری و جمع‌آوری داده‌های بازار اولیه به منظور تسهیل تجاری‌سازی ارائه می‌شود.

دانشگاه پلی تکنیک فیلیپین: ترویج کارآفرینی هوش مصنوعی با رویکرد فراگیر

دفتر رشد و توسعه کسب‌وکارهای فناورانه این دانشگاه برنامه‌ای با عنوان «سفر یادگیری SHE++ در هوش مصنوعی» و «جشنواره ارائه ایده‌های فناورانه» برگزار کرده است. این برنامه، آشنایی عملی با ابزارهای هوش مصنوعی و خدمات ابری را با آموزش کارآفرینی و ارائه ایده‌های کسب‌وکار دانشجویی تلفیق می‌کند. تیم‌های دانشجویی پس از گذراندن دوره‌های آموزشی، طرح‌های خود را ارائه می‌کنند. این رویداد علاوه بر ترویج نوآوری، بر مشارکت زنان در کارآفرینی فناورانه و توجه به مسائل اجتماعی و زیست‌محیطی نیز تأکید دارد.

منبع: برگرفته از (Seneca Polytechnic, ITE (2025) و PUP (۲۰۲۵).

هوش مصنوعی در یادگیری کارآفرینانه

در شرایطی که نوآوری نهادی بستری مناسب فراهم می‌کند، یادگیری کارآفرینانه به توسعه توانایی فراگیران برای شناسایی فرصت‌ها، خلق ارزش و اقدام عملی کمک می‌کند. در آموزش و تربیت فنی‌وحرفه‌ای، کارآفرینی صرفاً به راه‌اندازی کسب‌وکار محدود نمی‌شود، بلکه مجموعه‌ای از نگرش‌ها، شایستگی‌ها و روش‌هایی را دربرمی‌گیرد که اشتغال‌پذیری، خلاقیت، تاب‌آوری و ایجاد کسب‌وکار را تقویت می‌کنند. لیندner (۲۰۱۸) و یونسکو-یونووک (2020a) شش عنصر اصلی را برای فرایند کارآفرینی برمی‌شمارند:

- ارزیابی ظرفیت‌ها و توانمندی‌های فردی؛
- شناسایی فرصت‌ها، از جمله مسائل، روندها، تغییرات قانونی، تحولات فناورانه و دگرگونی‌های بازار؛
- توسعه ایده‌های ارزش‌آفرین؛
- شناسایی و مدیریت ریسک‌ها؛
- شناخت منابع مورد نیاز؛
- تبدیل ایده‌ها به اقدام عملی.

ادغام هوش مصنوعی در این فرایند مستلزم آن است که مؤسسات آموزشی به‌دقت مشخص کنند در چه بخش‌هایی هوش مصنوعی می‌تواند به یادگیری کارآفرینانه ارزش بیفزاید و در چه مواردی ممکن است مانع شکل‌گیری شایستگی‌هایی شود که فراگیران باید از طریق تلاش و تجربه مستقیم کسب کنند. برای مثال، ابزارهای هوش مصنوعی می‌توانند در دسترسی به اطلاعات بازار، تولید و مقایسه ایده‌های کسب‌وکار و مدل‌سازی هزینه‌ها و ریسک‌ها به فراگیران کمک کنند. این کاربردها زمانی اثربخش هستند که امکان مواجهه با مسائل واقعی، آزمون ایده‌ها و اصلاح مستمر آن‌ها را فراهم سازند. در مقابل، هنگامی که هوش مصنوعی جایگزین استدلال، خلاقیت یا تجربه عملی شود، می‌تواند اثرات منفی بر یادگیری کارآفرینانه داشته باشد. از این رو، فعالیت‌های آموزشی باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که هوش مصنوعی در نقش یک ابزار پشتیبان عمل کند و فراگیران مسئول ارزیابی، نقد و اصلاح خروجی‌های تولیدشده باشند.

آموزش کارآفرینی علاوه بر اهداف اقتصادی، کارکردی توسعه‌ای نیز دارد. این نوع آموزش به شکل‌گیری فرهنگ تفکر و کنش کارآفرینانه و نیز پرورش بلوغ فردی، خودمختاری، مسئولیت‌پذیری و همبستگی اجتماعی کمک می‌کند (Lindner & Aff, 2005). تقویت توانایی فراگیران برای ابتکار عمل، همکاری با دیگران، قضاوت اخلاقی و مشارکت در توسعه جامعه، بخشی اساسی از مأموریت آموزش فنی‌وحرفه‌ای در عصر تحولات سریع فناوری به شمار می‌رود.

مشارکت در توسعه محلی و پایدار

توانمندی‌های نوآورانه و کارآفرینانه آموزش فنی‌وحرفه‌ای می‌تواند به پاسخگویی مؤسسات آموزشی به نیازهای توسعه‌ای جوامع محلی کمک کند. مؤسساتی که از شبکه‌های همکاری گسترده و برنامه‌های یادگیری کاربردی برخوردارند، در موقعیت مناسبی قرار دارند تا نوآوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی را به سمت حل مسائل و چالش‌های مناطق پیرامونی خود هدایت کنند. تحقق این هدف مستلزم همکاری با ذی‌نفعان محلی برای شناسایی نیازها و طراحی مشترک راه‌حل‌هاست.

یونسکو (2022a) تأکید می‌کند که مشارکت ذی‌نفعان در تمامی مراحل چرخه حیات سامانه‌های هوش مصنوعی، شرطی اساسی برای حکمرانی فراگیر هوش مصنوعی و توزیع عادلانه‌تر منافع آن است. این اصل در حوزه نوآوری مبتنی بر هوش مصنوعی در آموزش فنی‌وحرفه‌ای نیز مصداق دارد؛ زیرا طرح‌هایی که با مشارکت جوامع محلی طراحی و اجرا می‌شوند، احتمال بیشتری برای دستیابی به نتایج پایدار و متناسب با نیازهای واقعی دارند.

کارآفرینی مبتنی بر هوش مصنوعی فرصت‌های جدیدی برای پیوند دادن نوآوری با چالش‌های پایداری در حوزه‌هایی مانند سلامت عمومی، پایش محیط‌زیست، کشاورزی و انرژی‌های تجدیدپذیر فراهم می‌آورد. چنین فعالیت‌هایی می‌توانند فراتر از اهداف صرفاً تجاری عمل کرده و در جهت تقویت مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی، ارتقای شمول اجتماعی و افزایش مشارکت شهروندان در توسعه محلی به کار گرفته شوند.

جعبه ۱۲. کارآفرینی مبتنی بر هوش مصنوعی به رهبری زنان برای توسعه پایدار در آفریقا

از طریق ابتکار زنان آفریقایی در فناوری و هوش مصنوعی (AWITAI)، یونسکو از زنان آفریقایی در توسعه کاربردهای عملی هوش مصنوعی برای حل چالش‌های مرتبط با زندگی روزمره و ارتقای رفاه عمومی در سراسر قاره حمایت می‌کند. این پروژه‌های کارآفرینانه حوزه‌هایی همچون تصفیه و مدیریت آب، مراقبت‌های سلامت، آموزش، امنیت سایبری، دسترسی‌پذیری برای افراد دارای معلولیت، برابری جنسیتی، کشاورزی، انرژی‌های تجدیدپذیر و پایدار و کاهش خطر بلایای طبیعی را در بر می‌گیرند.

در بنین، پروژه WaTAIR از هوش مصنوعی برای پشتیبانی از تصفیه فاضلاب و بهبود سامانه‌های بهداشتی استفاده می‌کند. این پروژه به با‌کارگیری هوش مصنوعی در حل یکی از چالش‌های اساسی خدمات عمومی، یعنی مدیریت آب و بهداشت، در پی ارتقای کیفیت آب و کاهش هزینه‌های مرتبط است.

در نیجریه، پروژه Fezzant با هدف دسترسی‌پذیرتر و فراگیرتر کردن امنیت سایبری توسعه یافته است. این طرح شامل ابزاری برای ارزیابی دسترسی‌پذیری است که کاستی‌های موجود در ابزارهای امنیت سایبری را شناسایی کرده و به رفع آن‌ها کمک می‌کند؛ امری که مشارکت عادلانه‌تر افراد در سامانه‌ها و خدمات دیجیتال را تسهیل می‌سازد.

در مراکش، پروژه MAEIA با بهره‌گیری از مدل‌های هوش مصنوعی و حسگرهای نصب‌شده، نشی‌های شبکه آب را شناسایی کرده و از هدررفت گسترده آب و هزینه‌های ناشی از آن جلوگیری می‌کند. ترکیب داده‌های حسگرها با تحلیل‌های پیش‌بینانه، امکان مداخله زودهنگام و مدیریت کارآمدتر منابع آب را فراهم می‌آورد.

در موریتانی، پروژه AlzMate از هوش مصنوعی برای کمک به تشخیص زودهنگام بیماری آلزایمر و مدیریت مراقبت از بیماران بهره می‌گیرد. این سامانه در قالب یک نرم‌افزار شخصی‌سازی‌شده طراحی شده که به‌عنوان یک همراه دیجیتال عمل می‌کند و با هدف ارائه مراقبت‌های ساختاریافته‌تر، انسانی‌تر و متناسب با نیازهای فردی بیماران توسعه یافته است.

منبع: یونسکو. (2026b)

ادغام هوش مصنوعی یک فرایند مستمر در سطح نهادی است و پایش و ارزیابی بخشی جدایی ناپذیر از این فرایند به شمار می آید. پایش و ارزیابی اثربخش بر نظام‌های موجود تضمین کیفیت در مؤسسات آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای استوار است و چارچوبی نظام‌مند فراهم می‌کند تا کارکنان و فراگیران بتوانند بررسی کنند که ترتیبات کنونی تا چه اندازه کارآمد هستند و در چه حوزه‌هایی نیاز به اصلاح و بهبود وجود دارد. ارزش پایش و ارزیابی زمانی افزایش می‌یابد که ذی‌نفعان مختلف در طراحی و بهره‌برداری از آن مشارکت داشته باشند؛ زیرا این مشارکت کمک می‌کند شاخص‌های مورد سنجش بازتاب‌دهنده اولویت‌های مشترک و واقعی مؤسسه باشند.

پایش و ارزیابی در هفت حوزه مطرح‌شده در این فصل باید بر دو نوع شاخص متکی باشد: شاخص‌های ساختاری و شاخص‌های ادراکی (یونسکو-یونووک، سدفوپ، ۲۰۲۴). شاخص‌های ساختاری وجود سازوکارها و ترتیبات رسمی را نشان می‌دهند؛ برای مثال، تصویب سیاست حکمرانی هوش مصنوعی، گنجاندن اهداف مربوط به شایستگی‌های هوش مصنوعی در برنامه‌های درسی یا اجرای دوره‌های توسعه حرفه‌ای. در مقابل، شاخص‌های

ادراکی نشان می‌دهند این سازوکارها در عمل تا چه اندازه مؤثر بوده‌اند. این شاخص‌ها می‌توانند شامل دیدگاه کارکنان درباره میزان آمادگی خود برای کار با هوش مصنوعی، برداشت فراگیران از کیفیت آموزش‌های تقویت‌شده با هوش مصنوعی یا نظر کارفرمایان درباره آمادگی دانش‌آموختگان برای پاسخ‌گویی به الزامات مرتبط با هوش مصنوعی در بخش‌های شغلی مختلف باشند. استفاده هم‌زمان از هر دو نوع شاخص تصویری جامع‌تر و قابل اعتمادتر از وضعیت موجود ارائه می‌کند.

در پیوست ج این گزارش، چارچوبی از شاخص‌های پایش و ارزیابی برای سنجش میزان ادغام هوش مصنوعی در مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای ارائه شده است. مؤسسات می‌توانند این چارچوب را متناسب با شرایط، نیازها و سطح بلوغ خود به صورت انتخابی به کار گیرند. معمولاً استفاده از مجموعه‌ای محدود اما هدفمند از شاخص‌ها و مقایسه آن‌ها با یک خط مبنای مشخص، سودمندتر از تلاش برای پوشش همه ابعاد به صورت هم‌زمان است. این چارچوب در کنار ابزار خودارزیابی آمادگی هوش مصنوعی که در پیوست A ارائه شده، می‌تواند از فرایند بهبود مستمر و توسعه تدریجی ظرفیت‌های نهادی در حوزه هوش مصنوعی پشتیبانی کند.

واسطه‌های بازار کار حمایت کنند. این بازیگران می‌توانند تغییرات رخ داده در محیط کار را به الزامات جدید شایستگی، سازوکارهای به‌رسمیت‌شناسی مهارت‌ها و مسیرهای بازآموزی تبدیل کنند.

نظام‌های اطلاعات و رصد بازار کار را برای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی آموزش فنی و حرفه‌ای تقویت کنید. نظام‌های آموزش فنی و حرفه‌ای زمانی می‌توانند پاسخگو و چابک باشند که به اطلاعات به‌روز درباره تغییرات مشاغل، وظایف و نیازهای مهارتی دسترسی داشته باشند. آینده‌پژوهی بازار کار می‌تواند بر پایه مشورت با کارفرمایان، تحلیل مشاغل، مطالعات رهگیری دانش‌آموختگان، داده‌های کارآموزی و اشتغال، و در صورت لزوم تحلیل مبتنی بر هوش مصنوعی آگهی‌های شغلی و داده‌های بخشی انجام شود. چنین اطلاعاتی به دولت‌ها و نظام‌های مهارتی کمک می‌کند تا نیازهای مهارتی نوظهور را شناسایی کرده، سرمایه‌گذاری‌های عمومی را هدفمند سازند و اولویت‌های برنامه‌ای را به‌موقع اصلاح کنند.

اطمینان حاصل کنید که چارچوب‌های قانونی و حکمرانی همه محیط‌های آموزش فنی و حرفه‌ای را پوشش می‌دهند. الزامات حفاظت از داده‌ها، استانداردهای ایمنی و مقررات حکمرانی هوش مصنوعی باید در تمامی اشکال آموزش مبتنی بر کار، کارآموزی، آموزش‌های درون‌بنگاهی و محیط‌های آموزشی رسمی اعمال شوند. در بسیاری از نظام‌های فنی و حرفه‌ای، بخش مهمی از شکل‌گیری شایستگی‌ها در محیط‌های واقعی کار رخ می‌دهد و تصمیم‌های مربوط به گذار شغلی میان مؤسسات آموزشی، کارفرمایان و نهادهای بازار کار به‌صورت مشترک اتخاذ می‌شود. نادیده گرفتن این محیط‌ها در مقررات، می‌تواند خلأهای جدی در زمینه حمایت از یادگیرندگان و پاسخ‌گویی نهادی ایجاد کند.

در ایجاد زیرساخت‌ها و شرایط دیجیتال لازم برای آموزش فنی و حرفه‌ای سرمایه‌گذاری کنید. دسترسی پایدار به اینترنت، تجهیزات مناسب، سامانه‌های امن مدیریت داده و پشتیبانی فنی از پیش‌شرط‌های اساسی بهره‌گیری مؤثر از هوش مصنوعی است. هرگاه سیاست‌های ملی ادغام هوش مصنوعی را تشویق می‌کنند، این رویکرد باید با حمایت عملی از مؤسسات کم‌برخوردار همراه باشد. در مناطقی که با محدودیت اتصال مواجه‌اند، اولویت باید به توسعه زیرساخت‌ها، منابع آفلاین یا کم‌مصرف از نظر پهنای باند، آماده‌سازی معلمان و ایجاد امکانات مشترک داده شود؛ پیش از آنکه از مؤسسات انتظار به‌کارگیری سامانه‌های پیچیده‌تر هوش مصنوعی وجود داشته باشد.

فضای سیاستی لازم را برای انطباق و نوآوری در اختیار مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای قرار دهید. در بسیاری از کشورها، مؤسسات دولتی آموزش فنی و حرفه‌ای بدون اخذ مجوزهای ملی امکان اصلاح برنامه‌های درسی یا روش‌های ارزشیابی را ندارند و محدودیت‌های مشابهی در حوزه حکمرانی داده نیز وجود دارد. ارائه راهنمایی‌های به‌موقع و اعطای سطح مناسبی از اختیار

توصیه‌های ارائه‌شده در این راهنما بر پایه تحلیل‌های مطرح‌شده در فصل‌های پیشین تدوین شده‌اند و مهم‌ترین پیامدهای آن‌ها را به اولویت‌های عملیاتی تبدیل می‌کنند. این توصیه‌ها در سه گروه اصلی ذی‌نفعان سازمان‌دهی شده‌اند: سیاست‌گذاران، مؤسسات و ارائه‌دهندگان آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای و معلمان و مربیان فنی و حرفه‌ای. هر یک از این گروه‌ها در سطوح متفاوتی فعالیت می‌کنند، اما مسئولیت‌های آنان به‌طور متقابل با یکدیگر در ارتباط است. سیاست‌گذاران شرایط قانونی، مالی و ساختاری لازم برای اقدام در سطح نظام را فراهم می‌کنند؛ مؤسسات آموزشی سازوکارهای حکمرانی، برنامه‌ها و شرایط کاری مؤثر بر عمل حرفه‌ای را شکل می‌دهند؛ و معلمان و مربیان نیز راهبردهای نهادی را در قالب آموزش، ارزشیابی و حمایت از یادگیرندگان به اجرا درمی‌آورند.

این توصیه‌ها با هدف کمک به تعیین اولویت‌ها و انطباق با شرایط گوناگون ارائه شده‌اند. نقطه آغاز کشورها، مناطق و مؤسسات مختلف یکسان نیست و تفاوت‌های قابل‌توجهی از نظر منابع، الزامات مقرراتی و میزان بلوغ در به‌کارگیری هوش مصنوعی وجود دارد. از این‌رو، توصیه‌های حاضر باید به‌عنوان مجموعه‌ای از اولویت‌های قابل تطبیق با شرایط محلی تلقی شوند، نه یک توالی ثابت و یکسان برای همه نظام‌ها و سازمان‌ها.

۶-۱. توصیه‌هایی برای سیاست‌گذاران

آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای را به‌طور صریح در راهبردهای ملی هوش مصنوعی و سازوکارهای تأمین مالی مرتبط بگنجانید. آموزش فنی و حرفه‌ای هنوز در بسیاری از سیاست‌های ملی هوش مصنوعی جایگاه پررنگی ندارد. در کشورهایی که دولت‌ها در حوزه هوش مصنوعی در آموزش و مهارت‌آموزی سرمایه‌گذاری می‌کنند، لازم است به‌طور روشن مشخص شود که مؤسسات و ارائه‌دهندگان آموزش فنی و حرفه‌ای چگونه از این سیاست‌ها و منابع بهره‌مند خواهند شد. همچنین، الگوهای تأمین مالی باید هزینه‌های مستمر مانند مجوزهای نرم‌افزاری، خدمات ابری، نگهداری سامانه‌ها، پشتیبانی فنی و توسعه حرفه‌ای کارکنان را نیز پوشش دهند. مقررات خرید و تأمین فناوری نیز باید موضوعاتی مانند قابلیت تعامل‌پذیری سامانه‌ها، انتقال‌پذیری داده‌ها، وابستگی به تأمین‌کنندگان، الزامات شفافیت و پایداری بلندمدت قراردادها را در بر گیرد.

استانداردهای شغلی و چارچوب‌های صلاحیت حرفه‌ای را با تناب و بیشتری بازنگری کنید. هوش مصنوعی وظایف و فعالیت‌های شغلی را با سرعتی بیش از توان واکنش بسیاری از نظام‌های صلاحیت حرفه‌ای دگرگون می‌کند. از این‌رو، دولت‌ها باید بازنگری منظم‌تر استانداردهای شغلی و چارچوب‌های صلاحیت را با مشارکت فعال نهادهای صلاحیت‌بخشی، شوراهای مهارت‌بخشی، کارفرمایان، اتحادیه‌های کارگری، خدمات عمومی اشتغال و

نهادی می‌تواند امکان سازگاری سریع‌تر با تحولات فناوری را فراهم کند، بدون آنکه انسجام و یکپارچگی چارچوب‌های ملی آسیب ببیند.

ترویج راهکارهای هوش مصنوعی باز، تعامل‌پذیر و متناسب با نیازهای محلی. وابستگی به تعداد محدودی از پلتفرم‌های اختصاصی و انحصاری می‌تواند انعطاف‌پذیری مؤسسات آموزشی را کاهش داده و نگرانی‌هایی را در زمینه هزینه‌ها، حکمرانی داده‌ها و پایداری بلندمدت ایجاد کند. از این‌رو، سیاست‌گذاران باید از استانداردهای تعامل‌پذیری، رویکردهای باز در موارد مناسب و توسعه منابعی که تنوع زبانی، فرهنگی و شغلی را منعکس می‌کنند حمایت کنند. چنین رویکردی ضمن افزایش تناسب و کارآمدی راهکارهای هوش مصنوعی با شرایط محلی، وابستگی غیرضروری به عرضه‌کنندگان محدود فناوری را نیز کاهش می‌دهد.

توجه به عدالت و برابری در گذارهای مرتبط با هوش مصنوعی. پیامدهای هوش مصنوعی بر اشتغال و فرصت‌های یادگیری به‌صورت یکسان توزیع نمی‌شود. برای مثال، زنان در برخی مشاغل اداری و خدماتی بیش از دیگران در معرض خودکارسازی قرار دارند و یادگیرندگان مناطق روستایی یا گروه‌های کم‌درآمد نیز با موانع ساختاری بیشتری برای دسترسی به آموزش‌ها و فرصت‌های مرتبط با هوش مصنوعی مواجه‌اند. بنابراین، برنامه‌های حمایت از گذار شغلی، فرصت‌های بازآموزی و سرمایه‌گذاری‌های زیرساختی باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که گروه‌های آسیب‌پذیرتر را در اولویت قرار دهند. همچنین، سیاست‌های فراگیر زمانی اثربخش‌تر خواهند بود که امکان مشارکت معنادار جوانان در فرایند سیاست‌گذاری فراهم شود؛ زیرا تجربه و آشنایی آنان با فناوری‌های هوش مصنوعی غالباً از سرعت واکنش سیاست‌ها و نهاد‌های رسمی فراتر است.

تقویت همکاری‌ها و مشارکت‌های بین‌المللی برای ادغام هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای. کاربرد هوش مصنوعی در محیط‌های کار و آموزش با سرعتی در حال گسترش است که بسیاری از نظام‌های ملی آموزش فنی و حرفه‌ای به‌تأیید قادر به ارزیابی و پاسخ‌گویی مؤثر به آن نیستند. از این‌رو، سیاست‌گذاران باید از ظرفیت شبکه‌ها و سازوکارهای منطقه‌ای و بین‌المللی برای تبادل تجربه، مقایسه رویکردها، بهبود سیاست‌ها و توسعه منابع مشترک بهره بگیرند. چنین همکاری‌هایی می‌تواند زمینه استقرار مسئولانه و اثربخش هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای را تقویت کند.

۶-۲. توصیه‌هایی برای مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای و ارائه‌دهندگان آموزش

استقرار هوش مصنوعی را بر نیازهای واقعی مؤسسه مبتنی کنید

نقطه آغاز هر برنامه برای ادغام هوش مصنوعی باید مسئله یا نیازی باشد که مؤسسه درصدد حل آن است؛ خواه در حوزه آموزش، ارزشیابی، مدیریت، خدمات پشتیبانی یا تعامل با صنعت. هرگاه

به‌کارگیری هوش مصنوعی در خدمت یک هدف آموزشی یا سازمانی مشخص نباشد، ارزش افزوده آن محدود خواهد بود. در مؤسسات دارای محدودیت منابع، اولویت باید به ایجاد سازوکارهای حکمرانی، ارتقای ظرفیت کارکنان، استفاده از کاربردهای کم‌ریسک و استقرار تدابیر حفاظتی برای ارزشیابی و حمایت از یادگیرندگان داده شود و سپس به‌سوی سامانه‌های پیچیده‌تر و داده‌محور حرکت شود.

حکمرانی هوش مصنوعی را در ساختارهای موجود تضمین کیفیت ادغام کنید. سیاست‌های نهادی مرتبط با هوش مصنوعی باید موضوعاتی نظیر استفاده مجاز از فناوری، حفاظت از داده‌ها، سلامت و اصالت علمی، فرایندهای تأمین فناوری و مدیریت ریسک را پوشش دهند. حکمرانی زمانی اثربخش‌تر خواهد بود که در فرایندهای جاری تضمین کیفیت ادغام شود و نه به‌عنوان یک برنامه موازی و مستقل دنبال گردد. چارچوب سیاستی باید به اندازه کافی روشن و دقیق باشد تا رویه‌های منسجم را هدایت کند، اما در عین حال فضای لازم را برای نوآوری و آزمایش‌های کنترل‌شده نیز فراهم آورد. مشارکت معلمان، مربیان، یادگیرندگان، کارکنان فنی و شرکای صنعتی در تدوین این سیاست‌ها می‌تواند به انطباق بهتر آن‌ها با واقعیت‌های آموزشی و حرفه‌ای کمک کند.

سواد کاربردی هوش مصنوعی را در میان مدیران و رهبران مؤسسات توسعه دهید. رهبران و مدیران مؤسسات آموزشی برای تعیین اولویت‌ها، ارزیابی پیشنهادها، نظارت بر فرایندهای خرید فناوری و مدیریت مخاطرات به درک مناسبی از قابلیت‌ها و محدودیت‌های هوش مصنوعی نیاز دارند. این شایستگی شامل توانایی طرح پرسش‌های آگاهانه درباره نحوه استفاده از داده‌ها، ادعاهای عرضه‌کنندگان فناوری، حفظ اعتبار ارزشیابی‌ها و ارتباط میان کاربرد هوش مصنوعی و شایستگی‌های حرفه‌ای مورد انتظار است.

هوش مصنوعی را به‌صورت عرضی در سراسر برنامه‌های درسی ادغام کنید. سواد هوش مصنوعی و توانایی استفاده انتقادی از ابزارهای مبتنی بر آن نباید صرفاً به درس‌ها یا برنامه‌های فناوری اطلاعات محدود شود، بلکه باید در حوزه‌های مختلف آموزش حرفه‌ای ادغام گردد. یادگیرندگان باید درک کنند که هوش مصنوعی چگونه وظایف، فرایندهای کاری، ابزارها و شیوه‌های تصمیم‌گیری را در حرفه و رشته تخصصی آنان دگرگون می‌کند. این رویکرد سبب می‌شود یادگیری هوش مصنوعی مستقیماً با نیازهای شغلی و حرفه‌ای پیوند بخورد.

تعامل با صنعت را برای ادغام تخصصی هوش مصنوعی تقویت کنید. مؤسسات آموزشی باید با کارفرمایان، نهادهای بخشی و شرکای یادگیری مبتنی بر کار همکاری کنند تا تأثیر ابزارها، جریان‌های کاری و سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌مبتنی بر هوش مصنوعی بر حرفه‌ها و مشاغل مختلف را شناسایی کنند. نتایج این تعاملات باید در طراحی برنامه‌های درسی، ارزشیابی، آموزش‌های مبتنی بر کار و برنامه‌های کارآموزی منعکس شود. بازنگری‌های

منظم با مشارکت صنعت می‌تواند به همسویی مستمر برنامه‌های آموزشی با نیازهای متغیر شایستگی کمک کند و در عین حال از وابستگی بیش از حد به ترجیحات کوتاه‌مدت برخی کارفرمایان جلوگیری نماید.

نظام‌های ارزشیابی را برای احراز شایستگی‌های واقعی حرفه‌ای بازطراحی کنید. ظهور هوش مصنوعی مولد، اعتبار بسیاری از شیوه‌های سنتی ارزشیابی مبتنی بر محصول نهایی را تضعیف کرده است. از این رو، بازطراحی ارزشیابی یکی از فوری‌ترین اولویت‌های مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای محسوب می‌شود. در این شرایط، باید وزن بیشتری به شواهد فرایندی، اجرای عملی و دفاع شفاهی داده شود. یادگیرندگان لازم است ابزارهای هوش مصنوعی مورد استفاده خود را مستند کرده و نحوه ارزیابی و اصلاح خروجی‌های آن‌ها را توضیح دهند. راهبردهای ارزشیابی چندلایه که گزارش‌های تأملی، پروژه‌های عملی و گفت‌وگوهای حرفه‌ای را با یکدیگر ترکیب می‌کنند، تصویر دقیق‌تری از توانایی واقعی یادگیرندگان ارائه می‌دهند. باین حال، در مواردی که سنجش دانش پایه و مستقل ضروری است، استفاده از شیوه‌های ارزشیابی بدون کمک هوش مصنوعی همچنان ضرورت خواهد داشت.

توالی یادگیری را به گونه‌ای طراحی کنید که شایستگی‌های پایه پیش از استفاده ساختار یافته از هوش مصنوعی شکل بگیرند. یادگیرندگان باید پیش از به کارگیری ابزارهای هوش مصنوعی که بخشی از فرایند انجام کار را خودکار یا تسهیل می‌کنند، مهارت‌های بنیادین، قضاوت حرفه‌ای و آگاهی موقعیتی لازم را کسب کنند. از این رو، مؤسسات آموزشی باید به طور مشخص تعیین کنند که در چه بخش‌هایی از کارگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها، ارزشیابی‌ها و آموزش‌های مبتنی بر کار، تمرین مستقل، اجرای تحت نظارت و نظارت انسانی همچنان ضروری است. هوش مصنوعی می‌تواند از شبیه‌سازی، برنامه‌ریزی، تشخیص مسئله و ارائه بازخورد پشتیبانی کند، اما جایگزین تمرین عملی مکرر، کار مستقیم با مواد و تجهیزات یا مشاهده مستقیم عملکرد یادگیرنده نمی‌شود.

در توسعه مستمر ظرفیت‌های سازمانی سرمایه‌گذاری کنید

توسعه شایستگی‌های مرتبط با هوش مصنوعی نباید صرفاً به معلمان و مربیان محدود شود. مدیران، کارکنان فنی، مشاوران هدایت شغلی، کارکنان اداری، تکنسین‌های کارگاهی و کارشناسان ارزشیابی نیز به آموزش‌ها و توانمندسازی متناسب با نقش خود نیاز دارند. برنامه‌های توسعه حرفه‌ای زمانی اثربخش‌تر خواهند بود که متناسب با حوزه‌های شغلی طراحی شده و به صورت تدریجی از آشنایی پایه به کاربردهای عملی پیش بروند. همچنین، اختصاص زمان مشخص برای آزمایش و تجربه عملی و تقویت یادگیری همتایان می‌تواند شرایط لازم برای تغییرات پایدار را فراهم کند.

ادغام هوش مصنوعی را با استفاده از شاخص‌های روشن و چرخه‌های بازخورد ارزیابی کنید. پیش از گسترش کاربردهای جدید هوش مصنوعی، مؤسسات باید مشخص کنند که موفقیت در

ادغام این فناوری در بافت سازمانی آنان چه معنایی دارد. فرایند پایش و ارزیابی باید مجموعه‌ای از شواهد مرتبط با دسترسی، آمادگی کارکنان، سلامت و اعتبار ارزشیابی‌ها، نتایج یادگیری، شمول و برابری، حفاظت از داده‌ها، پایداری مالی و تأثیر بر حجم کار را در بر گیرد و هم‌زمان از بازخورد یادگیرندگان، کارکنان و شرکای مرتبط نیز بهره‌برد. انتخاب مجموعه‌ای محدود اما معنادار از شاخص‌ها، بازبینی منظم یافته‌ها و استفاده از نتایج برای اصلاح سیاست‌ها، تصمیم‌های خرید فناوری و برنامه‌های اجرایی، به بهبود مستمر این فرایند کمک خواهد کرد.

معیارهای عدالت و شمول را در تمامی تصمیم‌های مرتبط با استقرار هوش مصنوعی لحاظ کنید. پیش از به کارگیری هر ابزار هوش مصنوعی، لازم است قابلیت دسترسی‌پذیری، عملکرد زبانی، تناسب فرهنگی، نیازمندی‌های ارتباطی و آثار احتمالی آن بر گروه‌های مختلف یادگیرندگان بررسی شود. در محیط‌های چندزبانه آموزش فنی و حرفه‌ای، سامانه‌های هوش مصنوعی ممکن است در زبان‌ها، گویش‌ها یا اصطلاحات تخصصی‌ای که در داده‌های آموزشی کمتر نمایندگی شده‌اند عملکرد ضعیف‌تری داشته باشند. بنابراین، مؤسسات باید ابزارهای موردنظر را در زبان‌های آموزشی و شرایط واقعی دسترسی آزمایش کنند. ادغام هوش مصنوعی نباید به ایجاد شکل‌های جدیدی از محرومیت برای گروه‌هایی بینجامد که پیش‌تر نیز در معرض حاشیه‌نشینی قرار داشته‌اند.

پیش از گسترش استفاده از هوش مصنوعی، پایداری مالی و زیست‌محیطی آن را ارزیابی کنید. مؤسسات باید پیش از توسعه گسترده سامانه‌های هوش مصنوعی، هزینه کل مالکیت آن‌ها را بررسی کنند. این هزینه‌ها شامل مجوزها، اشتراک‌ها، زیرساخت‌ها، نگهداری، پشتیبانی فنی، زمان کارکنان، ذخیره‌سازی داده‌ها، جایگزینی تجهیزات سخت‌افزاری و حتی هزینه‌های خروج از سامانه است. افزون بر این، هوش مصنوعی از طریق مصرف انرژی و چرخه تعویض تجهیزات، پیامدهای زیست‌محیطی نیز به همراه دارد. از این رو، اولویت باید به کاربردهایی داده شود که از نظر آموزشی توجیه‌پذیر، متناسب با نیازها و دارای ارزش افزوده واقعی باشند.

۳-۶- توصیه‌هایی برای معلمان و مربیان آموزش فنی و حرفه‌ای

مرجعیت حرفه‌ای خود را در آموزش، یادگیری و ارزشیابی مبتنی بر هوش مصنوعی حفظ کنید. معلمان و مربیان باید از هوش مصنوعی به عنوان ابزاری پشتیبان استفاده نکنند، نه جایگزینی برای نقش حرفه‌ای خود. هرچند این فناوری می‌تواند در انجام برخی وظایف یاری‌رسان باشد، اما نباید اولویت‌های یادگیری را تعیین کند، جای مشاهده مستقیم عملکرد عملی را بگیرد یا جانشین قضاوت حرفه‌ای شود. مسئولیت تفسیر خروجی‌های هوش مصنوعی و تصمیم‌گیری درباره نحوه استفاده از آن‌ها در آموزش، یادگیری و ارزشیابی همچنان بر عهده معلمان و مربیان است.

از هوش مصنوعی برای تقویت ابعاد انسانی آموزش و یادگیری بهره بگیرید. ابزارهای هوش مصنوعی می‌توانند در انجام

فعالیت‌های تکراری و مقدماتی مانند تهیه طرح درس، پیشنهاد تمرین‌های آموزشی یا آماده‌سازی بازخورد اولیه برای تکالیف ساختاریافته مفید باشند. استفاده مناسب از این ابزارها به معلمان و مربیان امکان می‌دهد زمان بیشتری را به تعامل مستقیم با یادگیرندگان اختصاص دهند؛ از جمله راهنمایی در حل مسائل پیچیده، نمایش مهارت‌های حرفه‌ای و ارائه حمایت‌های آموزشی هدفمند.

خروجی‌های هوش مصنوعی را با استانداردهای حرفه‌ای، شواهد معتبر و قضاوت تخصصی تطبیق دهید. محتوای تولیدشده توسط هوش مصنوعی ممکن است در ظاهر قانع‌کننده باشد، اما هم‌زمان حاوی خطا، سوگیری یا اطلاعات نادرست نیز باشد. بنابراین، معلمان، مربیان و سایر کارکنان مرتبط باید توانایی شناسایی اشتباهات، کاستی‌ها، سوگیری‌ها و توصیه‌های نایمن را در خروجی‌های تولیدشده داشته باشند. این خروجی‌ها پیش از استفاده در آموزش، یادگیری یا ارزشیابی باید با استانداردهای شغلی، الزامات ایمنی، رویه‌های جاری محیط کار، شرایط یادگیرندگان و دانش حرفه‌ای معتبر تطبیق داده شوند.

شیوه‌های آموزشی را به گونه‌ای بازطراحی کنید که فرایند یادگیری قابل مشاهده باشد. یادگیرندگان ممکن است با کمک هوش مصنوعی محصولاتی با ظاهر حرفه‌ای تولید کنند، بدون آنکه مسیر دستیابی به آن‌ها روشن باشد. از این‌رو، آموزش باید توجه بیشتری به مستندسازی فرایند حل مسئله، توضیح شفاهی، فعالیت‌های مشارکتی و نمایش عملی مهارت‌ها معطوف کند. دانش پایه و مفاهیم بنیادین همچنان نیازمند یادگیری مستقیم هستند. همچنین، تکالیف و ارزشیابی‌های بدون کمک هوش مصنوعی در مواردی که هدف آن‌ها اطمینان از درونی‌سازی مفاهیم اساسی توسط یادگیرندگان است، همچنان ارزش و ضرورت خود را حفظ می‌کنند.

از رفاه یادگیرندگان و استفاده مسئولانه از هوش مصنوعی حمایت کنید. استفاده مکرر از ابزارهای هوش مصنوعی ممکن است به میان‌برهای شناختی، کاهش تلاش ذهنی و وابستگی بیش از حد به پاسخ‌های تولیدشده منجر شود. معلمان و مربیان آموزش فنی و حرفه‌ای، مشاوران آموزشی و سایر کارکنان پشتیبان یادگیری، همگی در کمک به یادگیرندگان برای توسعه قضاوت مستقل، حفظ تمرکز پایدار و شکل‌گیری الگوهای مسئولانه استفاده از هوش مصنوعی نقش دارند. تصمیم‌گیری درباره زمان، شیوه و میزان استفاده از این ابزارها باید با توجه به تأثیر آن‌ها بر تمرکز، انگیزه، اعتماد به نفس و رفاه روانی یادگیرندگان انجام شود.

استفاده از هوش مصنوعی را با زبان آموزش و اصطلاحات تخصصی حرفه‌ای تطبیق دهید. معلمان و مربیان باید عملکرد ابزارهای هوش مصنوعی را در زبان آموزشی مورد استفاده خود ارزیابی کنند و فرض نکنند که این ابزارها در همه زبان‌ها، گویش‌ها و واژگان تخصصی حوزه‌های شغلی عملکردی یکسان دارند. در مواردی که خروجی‌های هوش مصنوعی از دقت یا قابلیت اعتماد

کافی برخوردار نیستند، باید آن‌ها را صرفاً به عنوان پیش‌نویس‌هایی برای بازبینی حرفه‌ای تلقی کرد و نه به عنوان منابع معتبر و نهایی برای آموزش یا ارزشیابی.

کاربردهای هوش مصنوعی را با شرایط واقعی کار و اشتغال پیوند دهید. بخش قابل توجهی از دانش‌آموختگان آموزش فنی و حرفه‌ای وارد بنگاه‌های کوچک، مشاغل غیررسمی یا فعالیت‌های خوداشتغالی می‌شوند، نه لزوماً سازمان‌ها و شرکت‌های بزرگ. از این‌رو، نمونه‌ها و فعالیت‌های آموزشی باید کاربردهای عملی هوش مصنوعی در چنین محیط‌هایی را نیز پوشش دهند؛ از جمله برآورد هزینه‌ها، ارتباط با مشتریان، برنامه‌ریزی موجودی، مستندسازی فرایندها و حمایت از فعالیت‌های کارآفرینانه. این کاربردها باید با شرایط واقعی محیط‌های محلی و نیازهای یادگیرندگان سازگار باشند.

در یادگیری حرفه‌ای مشارکتی مشارکت فعال داشته باشید. تجربه‌ورزی فردی در زمینه هوش مصنوعی به تنهایی دشوار است و تثبیت نتایج آن نیز آسان نیست. جوامع عمل حرفه‌ای، تبادل تجربه میان گروه‌های آموزشی و مربیگری همتایان، بسترهای مؤثرتری برای ایجاد تغییرات پایدار فراهم می‌کنند. همچنین، در مواردی که برخی یادگیرندگان آشنایی بیشتری با ابزارهای خاص هوش مصنوعی دارند، بهره‌گیری از الگوهای «مربیگری معکوس» می‌تواند به ارتقای دانش و مهارت سایر اعضای جامعه آموزشی کمک کند.

استدلال اخلاقی را در فعالیت‌های روزمره آموزشی نهادینه کنید. استفاده مسئولانه از هوش مصنوعی باید بخشی از قضاوت حرفه‌ای روزمره تلقی شود و نه موضوعی مستقل و جداگانه. تعامل شفاف با این فناوری مستلزم گفت‌وگو درباره محدودیت‌ها و سوگیری‌های آن با یادگیرندگان و نیز توجه مستمر به موضوعاتی همچون حریم خصوصی داده‌ها، سلامت علمی، مسئولیت‌پذیری و پاسخ‌گویی در فرایندهای آموزشی است. بنابراین، استدلال اخلاقی باید به عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از فعالیت‌های حرفه‌ای روزمره مورد توجه قرار گیرد.

در آموزش‌های مرتبط با مشاغل ایمنی‌محور، استانداردهای احتیاطی را رعایت کنید. در حرفه‌هایی که خطاهای شغلی می‌توانند پیامدهای جسمی، زیست‌محیطی یا ایمنی جدی به همراه داشته باشند، سناریوها و توصیه‌های تولیدشده توسط هوش مصنوعی باید پیش از استفاده در کارگاه‌ها و آزمایشگاه‌ها با دقت ارزیابی شوند. در چنین محیط‌هایی، نظارت انسانی یک ضرورت غیرقابل چشم‌پوشی است. معلمان، مربیان، تکنسین‌های کارگاهی و سایر کارکنان مرتبط مسئولیتی مشترک در اطمینان از این موضوع دارند که استفاده از هوش مصنوعی موجب تضعیف استانداردها و رویه‌های تثبیت‌شده ایمنی نشود.

این راهنما بر رویکردی انسان‌محور در ادغام هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای تأکید دارد تا مؤسسات آموزشی بتوانند به‌گونه‌ای مؤثر به تغییراتی که هوش مصنوعی در حوزه‌های کار، یادگیری و زندگی اجتماعی ایجاد می‌کند پاسخ دهند. اصول مطرح‌شده در این راهنما مبنایی برای تصمیم‌گیری درباره استفاده از هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای فراهم می‌کنند. این اصول بر عاملیت انسانی و مرجعیت حرفه‌ای معلمان و مربیان تأکید دارند، عدالت و عدم تبعیض را در قانون فرایند اجرا قرار می‌دهند، استفاده از هوش مصنوعی را در خدمت اهداف آموزشی می‌دانند و شفافیت، پاسخ‌گویی و حفاظت از داده‌ها را به تصمیم‌های روزمره مرتبط با آموزش، ارزشیابی و حکمرانی نهادی پیوند می‌زنند.

ادغام مسئولانه هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای مسئولیتی مشترک میان مؤسسات آموزشی، محیط‌های کار و نظام‌های گسترده‌تری است که فرایند توسعه مهارت‌ها را شکل می‌دهند. از آنجا که آموزش فنی و حرفه‌ای میان یادگیری، آموزش عملی و مسیرهای اشتغال ارتباط برقرار می‌کند، تصمیم‌های مرتبط با هوش مصنوعی باید با وظایف واقعی محیط کار و الزامات شایستگی در سطوح ملی، منطقه‌ای و بخشی همسو باشند. چنین هماهنگی‌ای برای حفظ ارتباط کاربردهای هوش مصنوعی با نیازهای حرفه‌ای و فراهم‌سازی پیش‌نیازهای لازم در سطح نظام آموزشی ضروری است.

در سطح مؤسسه، ادغام هوش مصنوعی فرایندی فراگیر و سازمانی است که حوزه‌هایی مانند حکمرانی، طراحی برنامه‌های

آموزشی، آموزش و یادگیری، ارزشیابی و توسعه ظرفیت‌ها را دربرمی‌گیرد. مدیریت این حوزه‌ها مستلزم تصمیم‌گیری‌های هدفمند و مبتنی بر شواهد است و باید توجه ویژه‌ای به یادگیری عملی، اجرای واقعی مهارت‌ها و اعتبار سنجش شایستگی‌ها داشته باشد. در این میان، توسعه حرفه‌ای کارکنان نقشی محوری ایفا می‌کند. مدیران و رهبران مؤسسات باید از سواد کافی در زمینه هوش مصنوعی برخوردار باشند تا بتوانند راهبردها و فرهنگ سازمانی را هدایت کنند، منابع را به‌درستی تخصیص دهند و مخاطرات ناشی از به‌کارگیری این فناوری را مدیریت نمایند. همچنین معلمان، مربیان، ارزیابان، برنامه‌ریزان درسی، کارکنان فنی و نیروهای پشتیبان یادگیری نیز باید فرصت‌هایی برای توسعه شایستگی‌های مرتبط با هوش مصنوعی متناسب با نقش‌ها و حوزه‌های حرفه‌ای خود داشته باشند.

با توجه به اینکه فناوری‌های هوش مصنوعی و کاربردهای آن‌ها در بخش‌های مختلف با سرعتی بیش از توان پیش‌بینی بسیاری از نظام‌های آموزش فنی و حرفه‌ای در حال تحول هستند، توصیه‌های این راهنما باید نقطه آغازی برای بازنگری و تکامل مستمر تلقی شوند. تداوم اعتبار و کارآمدی این راهنما به نحوه به‌کارگیری آن در نظام‌های مختلف آموزش فنی و حرفه‌ای، شرایط گوناگون حرفه‌ای و همچنین درس‌آموخته‌هایی بستگی دارد که از تجربه مؤسسات آموزشی، محیط‌های کار و گفت‌وگوهای سیاستی به دست می‌آید. از این‌رو، مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای، ذی‌نفعان و شرکای فعال در حوزه توسعه مهارت‌ها تشویق می‌شوند که این راهنما را متناسب با شرایط خود به کار گیرند، آن را آزمایش و بومی‌سازی کنند و با ارائه شواهد، تجربه‌ها و بازخوردهای عملی، در غنی‌سازی و بهبود نسخه‌های آینده آن مشارکت داشته باشند.

پیوست الف

ابزار خودارزیابی آمادگی و برنامه‌ریزی برای ادغام هوش مصنوعی
در مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای

این ابزار به‌عنوان یک راهنمای پیشنهادی طراحی شده است تا مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای بتوانند میزان آمادگی خود برای بهره‌گیری از هوش مصنوعی را ارزیابی کرده و گام‌های عملی لازم برای ادغام مسئولانه این فناوری را شناسایی کنند.

نحوه استفاده از ابزار

پیشنهاد می‌شود یک گروه کاری کوچک و میان‌رشته‌ای متشکل از نمایندگان مدیریت مؤسسه، معلمان و مربیان، کارشناسان فناوری اطلاعات یا پشتیبانی فنی و در صورت امکان، نمایندگان یادگیرندگان و شرکای صنعتی تشکیل شود. برای هر یک از ابعاد مورد بررسی:

سطوح بلوغ

سطح	شرح
هنوز آغاز نشده	هیچ فعالیت، برنامه یا آگاهی مشخصی در این حوزه وجود ندارد.
نوظهور	آگاهی اولیه یا برخی فعالیت‌های پراکنده و موردی شکل گرفته است، اما هنوز رویکردی نظام‌مند و سازمان‌یافته وجود ندارد.
در حال توسعه	تلاش‌های هدفمند برای پیشبرد این حوزه آغاز شده و برخی ساختارها، سیاست‌ها یا برنامه‌ها ایجاد شده‌اند، اما هنوز به‌طور کامل اجرا یا نهادینه نشده‌اند.
استقرار یافته	رویه‌ها و فرایندهای نظام‌مند در این حوزه مستقر شده‌اند، به‌طور منظم اجرا، پایش و بازنگری می‌شوند و بخشی از عملکرد عادی و پایدار مؤسسه را تشکیل می‌دهند.

۱. پرسش‌های راهنما را به‌صورت گروهی بررسی و درباره آن‌ها گفت‌وگو کنید. تمرکز اصلی باید بر پرسش‌هایی باشد که بیشترین ارتباط را با شرایط و نیازهای مؤسسه دارند.
 ۲. بر اساس وضعیت موجود، سطح بلوغ مؤسسه را در هر بعد تعیین کنید و شواهد، مستندات یا مشاهدات مرتبط را ثبت نمایید.
 ۳. با توجه به شکاف‌ها و فرصت‌های شناسایی‌شده، چند اقدام اولویت‌دار و عملی را مشخص کنید. این اقدامات باید با مأموریت، ظرفیت‌ها و منابع در دسترس مؤسسه تناسب داشته باشند.
- به مؤسساتی که در مراحل اولیه آشنایی با هوش مصنوعی قرار دارند توصیه می‌شود به‌جای تلاش برای پوشش هم‌زمان تمامی ابعاد، تعداد محدودی اقدام اولیه را در بخش‌های مختلف انتخاب کرده و به‌تدریج دامنه فعالیت‌های خود را گسترش دهند. این رویکرد امکان یادگیری تدریجی، کاهش ریسک و استفاده بهینه از منابع را فراهم می‌کند.

بعد ۱: رهبری، حکمرانی و اصول اخلاقی

پرسش‌های راهنما

- آیا مؤسسه سیاست‌ها و دستورالعمل‌های مشخصی درباره استفاده از هوش مصنوعی تدوین کرده است که موضوعاتی مانند استفاده مجاز، شفافیت، حفاظت از داده‌ها، مالکیت فکری و سلامت علمی را پوشش دهد؟
- آیا این سیاست‌ها کاربردهای ویژه آموزش فنی و حرفه‌ای، از جمله کارگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها، آموزش‌های عملی و یادگیری مبتنی بر کار را نیز دربر می‌گیرند؟
- آیا سازوکاری برای شناسایی، ارزیابی و مدیریت مخاطرات مرتبط با هوش مصنوعی، از جمله مخاطرات اخلاقی، حقوقی، آموزشی و ایمنی، در مؤسسه وجود دارد؟
- آیا ترتیبات حکمرانی و سیاست‌های مؤسسه با قوانین ملی، مقررات حفاظت از داده‌ها و سایر الزامات قانونی مرتبط همسو هستند؟

- آیا مؤسسه چشم‌انداز، هدف و جهت‌گیری روشنی برای ادغام هوش مصنوعی تعریف کرده و بررسی کرده است که این موضوع چگونه با اولویت‌های راهبردی و برنامه‌های توسعه آن همسو می‌شود؟
- آیا فرد، گروه کاری یا کمیته مشخصی مسئول هماهنگی، هدایت و نظارت بر فعالیت‌ها و ابتکارهای مرتبط با هوش مصنوعی است؟
- آیا مدیران و رهبران مؤسسه از دانش و درک کافی درباره قابلیت‌ها، محدودیت‌ها، فرصت‌ها و مخاطرات هوش مصنوعی برخوردارند تا بتوانند درباره استقرار، حکمرانی و تخصیص منابع مرتبط با آن تصمیم‌های آگاهانه اتخاذ کنند؟

سطح بلوغ	شواهد و مستندات	اقدامات اولویت‌دار بعدی، مسئول اجرا و بازه زمانی
هنوز آغاز نشده		
نوظهور		
در حال توسعه		
استقرار یافته		

بعد ۲: زیرساخت دیجیتال و ظرفیت فنی

پرسش‌های راهنما

- آیا مؤسسه منابع پردازشی موردنیاز برای کاربردهای هوش مصنوعی مدنظر خود را ارزیابی کرده است؟ آیا این منابع (از جمله سخت‌افزار، فضای ذخیره‌سازی و خدمات ابری) در دسترس و قابل استفاده هستند؟
- آیا ظرفیت و نیروی انسانی فنی کافی برای استقرار، نگهداری، پشتیبانی و رفع اشکال فناوری‌های مرتبط با هوش مصنوعی در مؤسسه وجود دارد؟
- آیا تدابیر امنیت سایبری لازم برای مدیریت مخاطرات ناشی از ابزارهای هوش مصنوعی، از جمله انتقال داده‌ها، یکپارچه‌سازی با سامانه‌های شخص ثالث و حفاظت از اطلاعات کاربران، پیش‌بینی و اجرا شده‌اند؟

- آیا کارکنان و یادگیرندگان به تجهیزات دیجیتال مناسب و اتصال اینترنتی پایدار و کافی برای استفاده از کاربردهای مبتنی بر هوش مصنوعی، در محیط مؤسسه و همچنین محیط‌های یادگیری مبتنی بر کار، دسترسی دارند؟
- آیا سامانه‌های دیجیتال موجود مؤسسه (مانند سامانه مدیریت یادگیری، سامانه اطلاعات فراگیران و سایر سامانه‌های آموزشی و اداری) قابلیت پشتیبانی از ابزارهای هوش مصنوعی یا یکپارچه‌سازی با آن‌ها را دارند؟

سطح بلوغ	شواهد و مستندات	اقدامات اولویت‌دار بعدی، مسئول اجرا و بازه زمانی
هنوز آغاز نشده		
نوظهور		
در حال توسعه		
استقرار یافته		

بُعد ۳: آمادگی و مدیریت داده‌ها

پرسش‌های راهنما

- آیا مؤسسه داده‌های فراگیران، از جمله سوابق عملکرد آموزشی، حضور و غیاب، نتایج ارزشیابی و سایر اطلاعات مرتبط را در قالب‌های دیجیتال ساختاریافته گردآوری و ذخیره می‌کند؟
- آیا داده‌های موجود در سامانه‌های اصلی مؤسسه با یکدیگر قابل تبادل و یکپارچه‌سازی هستند، یا همچنان در سامانه‌ها و پایگاه‌های داده مجزا و غیرمرتبط نگهداری می‌شوند؟

- کیفیت داده‌های موجود از نظر کامل بودن، دقت، به‌روز بودن و سازگاری تا چه اندازه قابل قبول است؟
- آیا سیاست‌ها و رویه‌های مشخصی برای طبقه‌بندی داده‌ها، تعیین سطوح دسترسی، ذخیره‌سازی، اشتراک‌گذاری، نگهداری و حذف اطلاعات وجود دارد؟
- آیا کارکنان از داده‌های موجود در مؤسسه، نحوه حکمرانی و مدیریت آن‌ها و همچنین ظرفیت استفاده از این داده‌ها برای بهبود آموزش، یادگیری و مدیریت سازمانی آگاهی کافی دارند؟

سطح بلوغ	شواهد و مستندات	اقدامات اولویت‌دار بعدی، مسئول اجرا و بازه زمانی
هنوز آغاز نشده		
نوظهور		
در حال توسعه		
استقرار یافته		

بُعد ۴: ظرفیت انسانی و فرهنگ سازمانی

پرسش‌های راهنما

الف) رهبران و مدیران مؤسسه

- آیا مدیران و رهبران مؤسسه از سواد و آگاهی کافی در زمینه هوش مصنوعی برخوردارند تا بتوانند جهت‌گیری راهبردی تعیین کنند، پیشنهادهای طرح‌ها را ارزیابی نمایند و درباره مسائل مرتبط با حکمرانی هوش مصنوعی تصمیم‌گیری آگاهانه داشته باشند؟
- ب) معلمان و مربیان
 - سطح فعلی سواد هوش مصنوعی در میان معلمان و مربیان چگونه است؟
 - آیا فرصت‌های توسعه حرفه‌ای و آموزش‌های مرتبط با هوش مصنوعی برای معلمان و مربیان فراهم شده یا در دست برنامه‌ریزی است؟
 - آیا معلمان و مربیان از زمان، حمایت و منابع کافی برای بررسی و آزمایش کاربردهای هوش مصنوعی در فعالیت‌های آموزشی و حرفه‌ای خود برخوردارند؟
- ج) فراگیران

- سطح سواد دیجیتال فراگیران در چه وضعیتی قرار دارد؟ آیا آنان خارج از محیط آموزشی نیز به تجهیزات دیجیتال و اینترنت دسترسی عادلانه دارند؟
- آیا فراگیران با هوش مصنوعی و تأثیر آن بر رشته تحصیلی و حرفه آینده خود آشنا هستند؟
- آیا فراگیران توانایی ارزیابی انتقادی محتوای تولیدشده توسط هوش مصنوعی را دارند؟
- د) کارکنان فنی و اداری
 - آیا کارکنان فنی و اداری از مهارت‌های لازم برای پشتیبانی، نگهداری و رفع اشکال سامانه‌ها و ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی برخوردارند؟
- ه) فرهنگ سازمانی
 - آیا مؤسسه فضایی را برای نوآوری، آزمایش و تجربه‌ورزی فراهم می‌کند و شکست‌ها یا چالش‌های طبیعی ناشی از به‌کارگیری فناوری‌های جدید را می‌پذیرد؟
 - آیا سازوکارهایی برای تبادل تجربه، یادگیری همتایان و اشتراک دانش در زمینه هوش مصنوعی وجود دارد؛ مانند اجتماعات یادگیری حرفه‌ای، گروه‌های تخصصی، کارگاه‌های تبادل تجربه یا شبکه‌های همکاری؟

سطح بلوغ	شواهد و مستندات	اقدامات اولویت‌دار بعدی، مسئول اجرا و بازه زمانی
هنوز آغاز نشده		
نوظهور		
در حال توسعه		
استقرار یافته		

بعد ۵: برنامه درسی و رویه‌های آموزش

پرسش‌های راهنما

آزمایش‌ها و تجربه‌های فردی؟ آیا مؤسسه تصویری روشن از این فعالیت‌ها در اختیار دارد؟

آیا مؤسسه بررسی کرده است که هوش مصنوعی در چه حوزه‌هایی می‌تواند به‌طور مؤثر از آموزش عملی (از جمله کارگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها، محیط‌های شبیه‌سازی و یادگیری مبتنی بر کار) پشتیبانی کند و در چه مواردی استفاده از آن مناسب نیست؟

آیا مؤسسه تأثیر استفاده فراگیران از هوش مصنوعی بر اعتبار و صحت فرایندهای ارزشیابی، به‌ویژه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، را مورد توجه قرار داده است؟

آیا مؤسسه ارزیابی کرده است که فراگیران، با توجه به رشته تحصیلی و مشاغل که برای آن‌ها آماده می‌شوند، به چه سطحی از سواد و شایستگی‌های مرتبط با هوش مصنوعی نیاز دارند؟

- آیا مؤسسه مشخص کرده است که هوش مصنوعی در کدام بخش‌های برنامه‌های درسی می‌تواند ارزش افزوده ایجاد کند؛ چه به‌عنوان یک موضوع آموزشی و چه به‌عنوان ابزاری برای پشتیبانی از آموزش و یادگیری؟
- آیا برنامه‌های آموزشی مورد بازنگری قرار گرفته‌اند تا مشخص شود هوش مصنوعی چگونه در حال تغییر رویه‌های شغلی و الزامات مهارتی در بخش‌هایی است که مؤسسه برای آن‌ها نیروی انسانی تربیت می‌کند؟
- آیا معلمان و مربیان هم‌اکنون در فعالیتهای روزمره خود از ابزارهای هوش مصنوعی استفاده می‌کنند؛ چه به‌صورت رسمی و چه از طریق

سطح بلوغ	شواهد و مستندات	اقدامات اولویت‌دار بعدی، مسئول اجرا و بازه زمانی
هنوز آغاز نشده		
نوظهور		
در حال توسعه		
استقرار یافته		

بعد ۶: مشارکت با صنعت و زیست‌بوم همکاری

پرسش‌های راهنما

تجهیزات، دسترسی به داده‌های واقعی یا اجرای پروژه‌های مشترک پشتیبانی کنند؟

آیا مؤسسه در شبکه‌های حرفه‌ای، انجمن‌های تخصصی یا ائتلاف‌های منطقه‌ای مرتبط با هوش مصنوعی در آموزش یا آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای مشارکت دارد؟

آیا مؤسسه امکان ایجاد همکاری با ارائه‌دهندگان فناوری، شرکت‌های فناور، مراکز پژوهشی یا سایر سازمان‌ها را برای دسترسی به ابزارها، پلتفرم‌ها، دانش تخصصی و خدمات مرتبط با هوش مصنوعی بررسی کرده است؟

- آیا مؤسسه به‌طور فعال با شرکای صنعتی خود درباره تأثیر هوش مصنوعی بر رویه‌های شغلی و الزامات مهارتی در بخش‌های مرتبط در تعامل و گفت‌وگو است؟
- آیا شرکای صنعتی در توسعه برنامه‌های درسی یا فرایندهای ارزشیابی به گونه‌ای مشارکت می‌کنند که تغییرات ناشی از هوش مصنوعی در بخش‌های فعالیت خود را منعکس سازد؟
- آیا شرکای صنعتی می‌توانند از یادگیری مرتبط با هوش مصنوعی از طریق کارآموزی، آموزش در محیط کار، استفاده مشترک از امکانات و

سطح بلوغ	شواهد و مستندات	اقدامات اولویت‌دار بعدی، مسئول اجرا و بازه زمانی
هنوز آغاز نشده		
نوظهور		
در حال توسعه		
استقرار یافته		

- آیا منابع غیرمالی در دسترس هستند؛ مانند ابزارهای رایگان یا متن‌باز هوش مصنوعی، تجهیزات اهدایی یا زیرساخت‌های مشترک با مؤسسات و سازمان‌های همکار؟
- آیا مؤسسه علاوه بر هزینه‌های اولیه خرید و استقرار، هزینه‌های مستمر ادغام هوش مصنوعی — از جمله مجوزهای نرم‌افزاری، خدمات ابری، نگهداری و توسعه حرفه‌ای مستمر کارکنان — را نیز مدنظر قرار داده است؟
- آیا برنامه‌ای برای تداوم و پایداری سرمایه‌گذاری‌های مرتبط با هوش مصنوعی از طریق بودجه‌های عادی و مستمر مؤسسه وجود دارد، به گونه‌ای که وابستگی به پروژه‌ها و منابع مالی موقت و کوتاه‌مدت کاهش یابد؟

بُعد ۷: تأمین مالی و پایداری

پرسش‌های راهنما

- آیا برای سرمایه‌گذاری‌های مرتبط با هوش مصنوعی، شامل ابزارها، زیرساخت‌ها، آموزش و هزینه‌های جاری، بودجه‌ای مشخص یا قابل شناسایی در نظر گرفته شده است؟
- آیا مؤسسه منابع مالی بیرونی، از جمله برنامه‌های حمایتی دولت، کمک‌های نهادهای توسعه‌ای، حمایت‌های صنعت یا فرصت‌های همکاری بین‌المللی را برای تأمین هزینه‌های مرتبط با هوش مصنوعی بررسی کرده است؟

سطح بلوغ	شواهد و مستندات	اقدامات اولویت‌دار بعدی، مسئول اجرا و بازه زمانی
هنوز آغاز نشده		
نوظهور		
در حال توسعه		
استقرار یافته		

استفاده از نتایج

از نتایج خودارزیابی تکمیل‌شده برای شناسایی تعداد محدودی اقدام اولویت‌دار استفاده کنید. مؤسساتی که در مراحل اولیه قرار دارند می‌توانند کار را با شفاف‌سازی چشم‌انداز و هدف ادغام هوش مصنوعی، تعیین مسئولیت‌های مرتبط با این حوزه، شناسایی کاربردهای موجود هوش مصنوعی در مؤسسه و بررسی تأثیر آن بر مشاغل و نیازهای مهارتی مرتبط آغاز کنند. سپس می‌توانند دستورالعمل‌های موقت درباره استفاده مجاز از هوش مصنوعی تدوین کنند، برنامه‌هایی برای ارتقای سواد هوش مصنوعی کارکنان و فراگیران طراحی نمایند و یک پروژه

آزمایشی کم‌ریسک را که به یک نیاز مشخص سازمانی پاسخ می‌دهد، اجرا کنند.

مؤسساتی که از ظرفیت‌ها و زیرساخت‌های پیشرفته‌تری برخوردارند، می‌توانند از این ابزار برای بررسی میزان انسجام و هماهنگی میان ابعاد مختلف آمادگی هوش مصنوعی استفاده کرده و نتایج آن را در فرایندهای برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و بهبود مستمر سازمانی به کار گیرند. بدین ترتیب، خودارزیابی نه تنها ابزاری برای سنجش وضعیت موجود، بلکه مبنایی برای برنامه‌ریزی راهبردی و توسعه تدریجی و مسئولانه هوش مصنوعی در آموزش و تربیت فنی‌حرفه‌ای خواهد بود

الگوی نمونه ثبت ریسک هوش مصنوعی برای مؤسسات آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای

این الگو ابزاری نظام‌مند برای شناسایی، ارزیابی و مدیریت ریسک‌های مرتبط با ادغام و به‌کارگیری هوش مصنوعی در مؤسسات آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای فراهم می‌کند.

الگوی ثبت ریسک

بازنگری، وضعیت ریسک یا توضیحات تکمیلی را نیز به جدول بیفزایند.

شناسه ریسک	طبقه ریسک	شرح ریسک	علت ریشه‌ای	کنترل‌های موجود	پیامد	احتمال وقوع	امتیاز ریسک	اقدامات پیشگیرانه	واحد مسئول	شاخص پایش
R1 (نمونه)	ارزشیابی	استفاده از هوش مصنوعی موجب دشوار شدن تشخیص این موضوع می‌شود که آیا فراگیران می‌توانند وظایف شغلی مورد انتظار را به‌طور مستقل انجام دهند یا خیر.	ارزشیابی عمدتاً بر محصولات و تکالیف تحویلی متکی است و شواهد عملی یا اعتبارسنجی شفاهی ارزشیابی محدودی وجود دارد.	زیاد	متوسط	اختیاری		باز طراحی ارزشیابی‌ها با تأکید بر تکالیف عملی تحت نظارت، شواهد فرایندی و اعتبارسنجی شفاهی؛ تبیین آموزش موارد مجاز و غیرمجاز استفاده از هوش مصنوعی	واحد ارزشیابی و تیم برنامه آموزشی	درصد ارزشیابی‌های دارای ضوابط استفاده از هوش مصنوعی؛ تعداد موارد تخلف یا نقض تمامیت علمی مرتبط با هوش مصنوعی
R2										
R3										
...										

منبع: اقتباس‌شده از Isakova و همکاران

یادداشت کاربردی

فیلد	راهنما
شناسه ریسک	برای هر ریسک یک کد یا شناسه ساده اختصاص دهید.
طبقه ریسک	مؤسسه می‌تواند طبقات ریسک را متناسب با شرایط خود تعریف کند. نمونه‌ها شامل ریسک‌های آموزشی، ارزشیابی، حکمرانی، حقوقی و اخلاقی، عدالت و برابری، شایستگی، ایمنی و پایداری هستند.
شرح ریسک	ریسک موردنظر را به‌صورت روشن، مشخص و قابل فهم توصیف کنید.
علت ریشه‌ای	عامل یا شرایط اصلی ایجادکننده ریسک را مشخص کنید.
کنترل‌های موجود	سیاست‌ها، رویه‌ها یا اقداماتی را که هم‌اکنون برای کنترل ریسک وجود دارند ثبت کنید.
پیامد	میزان شدت و اهمیت پیامدهای احتمالی ریسک را برآورد کنید.
احتمال وقوع	احتمال وقوع ریسک را برآورد کنید.
امتیاز ریسک	در صورت استفاده مؤسسه از نظام امتیازدهی، امتیاز ریسک را ثبت کنید.
اقدامات کاهش‌دهنده	اقداماتی را که برای کاهش یا مدیریت ریسک باید انجام شود مشخص کنید.
واحد مسئول	فرد، تیم یا واحد مسئول پیگیری و مدیریت ریسک را تعیین کنید.
شاخص پایش	مشخص کنید که پیشرفت اقدامات یا میزان مواجهه با ریسک چگونه پایش و اندازه‌گیری خواهد شد.

پیوست ج

چارچوب شاخص‌های پایش و ارزیابی ادغام هوش مصنوعی در مؤسسات آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای

این چارچوب مجموعه‌ای از شاخص‌ها را برای حمایت از پایش و ارزیابی فرایند ادغام هوش مصنوعی در هفت حوزه اجرایی مطرح‌شده در فصل پنجم ارائه می‌کند. در این چارچوب، پایش و ارزیابی به‌عنوان یک کارکرد میان‌بخشی در نظر گرفته شده است که به مؤسسات کمک می‌کند میزان پیشرفت خود را بررسی کرده و زمینه‌های نیازمند بهبود را شناسایی کنند.

یادداشت کاربردی

۱. پایش و ارزیابی ادغام هوش مصنوعی مستلزم استفاده هم‌زمان از شاخص‌های ساختاری (مانند سیاست‌ها، سوابق، اسناد و رویه‌ها) و شاخص‌های ادراکی (مانند دیدگاه‌ها و برداشت‌های کارکنان، فراگیران و کارفرمایان) است. منابع داده پیشنهادی برای هر شاخص، مهم‌ترین انواع شواهدی را نشان می‌دهند که مؤسسات

می‌توانند برای بررسی وضعیت موجود و رصد پیشرفت خود به آن‌ها استناد کنند.

۲. این چارچوب معیارها یا اهداف از پیش تعیین‌شده و ثابتی را تجویز نمی‌کند. مؤسسات می‌توانند با توجه به مرحله توسعه خود، حوزه‌ها و شاخص‌های مرتبط را انتخاب کرده، وضعیت پایه را تعیین کنند و اهداف واقع‌بینانه‌ای برای بهبود تدریجی در طول زمان تعریف نمایند.

۳. مؤسسه‌ای که در مراحل ابتدایی ادغام هوش مصنوعی قرار دارند، می‌توانند کار را با شاخص‌هایی آغاز کنند که با علامت (*) مشخص شده‌اند. این شاخص‌ها مجموعه‌ای اولیه برای تعیین وضعیت پایه فراهم می‌کنند و زمینه را برای استفاده تدریجی از کل چارچوب مهیا می‌سازند.

۴. نتایج حاصل از پایش و ارزیابی باید به‌صورت مشارکتی و با حضور مدیران، کارکنان، فراگیران و سایر ذی‌نفعان مرتبط بررسی شود تا مبنایی برای برنامه‌ریزی، تصمیم‌گیری و بهبود مستمر در سطح مؤسسه فراهم آید.

حوزه ۱: حکمرانی، آمادگی و مدیریت ریسک هوش مصنوعی

منابع بالقوه داده	شاخص کلیدی	زیرحوزه
اسناد سیاستی، سوابق اطلاع‌رسانی	*سیاست رسمی مؤسسه در زمینه هوش مصنوعی تدوین، تصویب و ابلاغ شده است.	حکمرانی و سیاست‌گذاری
سوابق نسخه‌ها و بازنگری‌های سیاست	سیاست هوش مصنوعی به‌صورت منظم بازنگری و به‌روزرسانی می‌شود.	
صورت‌جلسات و سوابق کمیته	یک نهاد یا کمیته حکمرانی میان‌بخشی با مشارکت نمایندگان بخش‌های مختلف مؤسسه بر فرایند استقرار و استفاده از هوش مصنوعی نظارت می‌کند.	
پیمایش کارکنان	میزان آگاهی کارکنان از سیاست هوش مصنوعی و پیامدهای آن برای وظایف شغلی آنان.	
پیمایش فراگیران	میزان آگاهی فراگیران از سیاست هوش مصنوعی و پیامدهای آن برای فرایند یادگیری و تحصیل آنان.	
شرح وظایف، اسناد سازمانی	*مسئولیت‌های مرتبط با نظارت بر هوش مصنوعی و اجرای سیاست‌های آن به‌طور شفاف مستندسازی و تعیین شده است.	نقش‌ها و مسئولیت‌ها
پیمایش کارکنان، سوابق آموزش	کارکنان دارای مسئولیت‌های نظارتی در حوزه هوش مصنوعی از آمادگی و صلاحیت کافی برای ایفای نقش خود برخوردارند.	
ثبت ریسک سازمان	*ثبت ریسک مرتبط با هوش مصنوعی وجود دارد و به‌طور منظم به‌روزرسانی می‌شود.	مدیریت ریسک
ثبت ریسک، اسناد سیاستی	تدابیر کاهش و کنترل ریسک برای مهم‌ترین دسته‌های ریسک‌های مرتبط با هوش مصنوعی اجرا شده است.	
اسناد سیاستی، پیمایش کارکنان و فراگیران	سازوکارهای گزارش‌دهی درباره نگرانی‌ها، تخلفات یا حوادث مرتبط با هوش مصنوعی در دسترس بوده و برای ذی‌نفعان شناخته شده است.	
سوابق حکمرانی داده	رویه‌های مرتبط با داده‌های هوش مصنوعی با قوانین حفاظت از داده‌ها و اصول اخلاقی قابل اجرا مطابقت دارند.	داده و انطباق
سوابق تدارکات و خرید	در فرایند خرید و تأمین ابزارهای هوش مصنوعی، نحوه مدیریت داده‌ها توسط تأمین‌کننده و میزان شفافیت آن ارزیابی می‌شود.	

حوزه ۲: توسعه برنامه‌های آموزشی و درسی متناسب با تقاضای مهارت‌های ناشی از هوش مصنوعی

زیرحوزه	شاخص کلیدی	منابع بالقوه داده
همسویی با صنعت و بازار کار	*فرایندهای نظام‌مندی برای مشورت با کارفرمایان و شرکای صنعتی درباره نیازهای مهارتی مرتبط با هوش مصنوعی وجود دارد.	سوابق جلسات مشورتی و تعامل با صنعت
	اطلاعات و داده‌های بازار کار برای طراحی و بازنگری محتوا و ساختار برنامه‌های آموزشی مورد استفاده قرار می‌گیرد.	اسناد برنامه‌ریزی و بازنگری
	دیدگاه کارفرمایان درباره میزان آگاهی و درک مؤسسه از تغییرات مهارتی ناشی از هوش مصنوعی در بخش مربوطه.	پیمایش شرکای صنعتی و کارفرمایان
	دیدگاه فارغ‌التحصیلان درباره میزان آمادگی ایجادشده توسط آموزش‌ها برای مواجهه با جنبه‌های مرتبط با هوش مصنوعی در محیط کار.	پیمایش رهگیری فارغ‌التحصیلان
ارائه برنامه‌های آموزشی	*سبد برنامه‌های آموزشی با توجه به تغییرات شغلی ناشی از هوش مصنوعی به‌طور منظم بازنگری می‌شود.	گزارش‌های بازنگری برنامه‌ها
	برنامه‌های آموزشی، سطوح مختلف ادغام و کاربرد هوش مصنوعی متناسب با نیازهای بازار کار محلی را پوشش می‌دهند.	فهرست و کاتالوگ برنامه‌های آموزشی
	فرصت‌های انعطاف‌پذیر و مازولار برای کسب تدریجی شایستگی‌های مرتبط با هوش مصنوعی در دسترس است.	فهرست مدارک، گواهی‌ها و دوره‌ها
تناسب و روزآمدی برنامه درسی	*دانش و مهارت‌های مرتبط با هوش مصنوعی که برای تخصص‌های شغلی موردنظر ضروری هستند، در محتوای برنامه درسی گنجانده شده‌اند.	اسناد برنامه درسی
	برنامه درسی برای شناسایی وظایف و فعالیت‌هایی که به‌تدریج توسط هوش مصنوعی انجام می‌شوند بازنگری شده و رویکردهای آموزشی متناسب با آن اصلاح شده‌اند.	گزارش‌های بازنگری برنامه درسی
	دیدگاه معلمان و مربیان درباره میزان انطباق محتوای مرتبط با هوش مصنوعی با واقعیت‌های روز محیط‌های شغلی و حرفه‌ای.	پیمایش کارکنان آموزشی
صلاحیت‌ها و مدارک حرفه‌ای	الزامات شایستگی مرتبط با هوش مصنوعی در استانداردهای شغلی و چارچوب‌های صلاحیت حرفه‌ای مورد استفاده مؤسسه منعکس شده‌اند.	اسناد استانداردهای شغلی و صلاحیت حرفه‌ای
	مؤسسه برای به‌روزرسانی استانداردهای شغلی و صلاحیت‌های حرفه‌ای با مراجع صلاحیت‌بخشی و نهادهای بخشی همکاری فعال دارد.	مکاتبات، تفاهم‌نامه‌ها و سوابق مشارکت

حوزه ۳: آموزش و ارائه خدمات تربیتی - آموزشی تقویت شده با هوش مصنوعی

زیرمجموعه	شاخص کلیدی	منابع بالقوه داده
طراحی و اجرای آموزشی	وجود دستورالعمل‌های سازمانی برای ادغام هوش مصنوعی در فعالیت‌های یادگیری در سطوح مناسب	سوابق آموزش و راهنمایی، بررسی طرح درس‌ها و برنامه جلسات
	*گنجاندن فعالیت‌های یادگیری مستقل از هوش مصنوعی برای تقویت مهارت‌های پایه	بررسی طرح درس‌ها و برنامه جلسات
	دیدگاه کارکنان درباره کفایت راهنماها و حمایت‌های ارائه شده برای ادغام هوش مصنوعی در آموزش	پیمایش کارکنان
	دیدگاه فراگیران درباره نقش ابزارهای هوش مصنوعی در تقویت تعامل با معلمان، مربیان و فعالیت‌های عملی	پیمایش فراگیران
شبیه‌سازی و آموزش عملی	طراحی و زمان‌بندی شبیه‌سازی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی به گونه‌ای که پیش از تمرین عملی تحت نظارت اجرا شده و مکمل آن باشند	سوابق برنامه‌های آموزشی و ارزشیابی
	دسترسی فراگیران گروه‌های کم‌برخوردار به شبیه‌سازها و ابزارهای یادگیری مبتنی بر هوش مصنوعی	داده‌های دسترسی و ثبت نام
یادگیری مبتنی بر کار	ادغام ابزارهای هوش مصنوعی در بخش‌های آموزشی مؤسسه و محیط کار در برنامه‌های یادگیری مبتنی بر کار	مستندات برنامه آموزشی
	احساس آمادگی فراگیران برای کار در کنار سامانه‌های هوش مصنوعی مورد استفاده در محیط‌های کارآموزی	پیمایش فراگیران
	دیدگاه کارفرمایان درباره میزان کمک ابزارهای هوش مصنوعی به ارزش آموزشی تجربه‌های محیط کار	پیمایش کارفرمایان
حمایت از معلمان و مربیان	فراهم بودن فرصت‌های ساختاریافته برای آزمایش، تأمل و به اشتراک گذاری رویکردهای آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی توسط معلمان و مربیان	سوابق توسعه حرفه‌ای مستمر و یادگیری هم‌تایان
	دیدگاه معلمان و مربیان درباره حمایت سازمان از توسعه شیوه‌های آموزشی مبتنی بر هوش مصنوعی	پیمایش کارکنان

حوزه ۴: ارزشیابی حرفه‌ای در بستر هوش مصنوعی

زیرمحور	شاخص کلیدی	منابع بالقوه داده
طراحی ارزشیابی و تضمین سلامت آن	*بازنگری تکالیف و فعالیت‌های ارزشیابی برای تعیین میزان مجاز استفاده از هوش مصنوعی و تصریح شرایط استفاده	مستندات ارزشیابی، راهنماها و شرح تکالیف
	*استفاده از روش‌های ارزشیابی که شایستگی‌های واقعی فراگیران را در محیط‌هایی که ابزارهای هوش مصنوعی در دسترس هستند، احراز کند	مستندات ارزشیابی
	دیدگاه ارزیابان درباره اثربخشی طراحی‌های فعلی ارزشیابی در سنجش شایستگی‌های واقعی	پیمایش کارکنان و ارزیابان
	دیدگاه فراگیران درباره شفافیت و انسجام مقررات مرتبط با استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی	پیمایش فراگیران
اعتبار شغلی ارزشیابی	همسویی تکالیف ارزشیابی با استانداردهای شغلی، ازجمله الزامات استفاده مسئولانه و ارزیابی انتقادی ابزارهای هوش مصنوعی در مشاغل مرتبط	مستندات ارزشیابی، استانداردهای شغلی
	بازنگری ارزشیابی در حوزه‌های شغلی که ابزارهای هوش مصنوعی قادر به تولید خروجی‌هایی هستند که پیش‌تر به‌عنوان شواهد شایستگی فراگیران محسوب می‌شدند	سوابق بازنگری ارزشیابی
	حفظ نمایش عملی مستقیم مهارت‌ها به‌عنوان مهم‌ترین منبع شواهد در مشاغل عملی و ایمنی‌محور	مستندات ارزشیابی
	اتخاذ تصمیم‌های نهایی درباره احراز شایستگی و صدور گواهی توسط ارزیابان انسانی واجد صلاحیت	سیاست‌ها و آیین‌نامه‌های ارزشیابی
عدالت و پاسخگویی	ارزیابی ابزارهای هوش مصنوعی مورد استفاده در ارزشیابی از نظر سوگیری، روایی و دسترس‌پذیری پیش از استقرار	سوابق بررسی، خرید و استقرار سامانه‌ها
	وجود فرایندهای شفاف برای طرح پرسش، اعتراض یا تجدیدنظرخواهی فراگیران درباره تصمیم‌های ارزشیابی مبتنی بر هوش مصنوعی	مستندات سیاستی و آیین‌نامه‌ها
	میزان اطمینان فراگیران از اینکه نتایج ارزشیابی بازتاب‌دهنده شایستگی‌های واقعی آنان است	پیمایش فراگیران

حوزه ۵: توسعه شایستگی‌های هوش مصنوعی برای کارکنان و فراگیران آموزش و آموزش حرفه‌ای

زیرمحرور	شاخص کلیدی	منابع بالقوه داده
طراحی ارزشیابی و تضمین سلامت آن	*بازنگری تکالیف و فعالیت‌های ارزشیابی به‌منظور تعیین حدود مجاز استفاده از هوش مصنوعی و تصریح شرایط بهره‌گیری از آن	مستندات ارزشیابی، راهنماها و شرح تکالیف
	به‌کارگیری روش‌های ارزشیابی که احراز شایستگی‌های واقعی فراگیران را در محیط‌های مجهز به ابزارهای هوش مصنوعی امکان‌پذیر سازد	مستندات ارزشیابی
	میزان رضایت ارزیابان از توانایی طراحی‌های فعلی ارزشیابی در سنجش شایستگی‌های واقعی فراگیران	پیمایش کارکنان و ارزیابان
	میزان شفافیت و انسجام مقررات مربوط به استفاده از هوش مصنوعی در ارزشیابی از دیدگاه فراگیران	پیمایش فراگیران
اعتبار شغلی ارزشیابی	*انطباق تکالیف ارزشیابی با استانداردهای شغلی، از جمله الزامات استفاده مسئولانه و ارزیابی انتقادی ابزارهای هوش مصنوعی	مستندات ارزشیابی، استانداردهای شغلی
	بازنگری شیوه‌های ارزشیابی در حوزه‌هایی که هوش مصنوعی قادر به تولید شواهدی مشابه شواهد سنتی شایستگی است	سوابق بازنگری ارزشیابی
	تداوم استفاده از مشاهده و نمایش عملی مهارت‌ها به‌عنوان مهم‌ترین منبع شواهد در مشاغل عملی و ایمنی‌محور	مستندات ارزشیابی
عدالت و پاسخگویی	*اتخاذ تصمیم‌های نهایی درباره احراز شایستگی و صدور گواهینامه توسط ارزیابان انسانی واجد صلاحیت	سیاست‌ها و آیین‌نامه‌های ارزشیابی
	ارزیابی ابزارهای هوش مصنوعی مورد استفاده در ارزشیابی از نظر سوگیری، روایی، پایایی و دسترس‌پذیری پیش از استقرار	سوابق ارزیابی، خرید و استقرار سامانه‌ها
	وجود سازوکارهای شفاف برای طرح پرسش، اعتراض و درخواست تجدیدنظر در تصمیم‌های ارزشیابی مبتنی بر هوش مصنوعی	مستندات سیاستی و آیین‌نامه‌ها
	میزان اطمینان فراگیران از اینکه نتایج ارزشیابی بازتاب‌دهنده شایستگی‌های واقعی آنان است	پیمایش فراگیران

حوزه ۶: استفاده از هوش مصنوعی در مشاغل حساس از نظر ایمنی و مشاغل تحت نظارت

زیرمحمور	شاخص کلیدی	منابع بالقوه داده
نظارت انسانی و پاسخگویی	مستندسازی حدود و مرزهای وظایف در هر برنامه آموزشی ایمنی محور، به گونه‌ای که فعالیت‌های مجاز برای استفاده از هوش مصنوعی و فعالیت‌های نیازمند عملکرد مستقل انسانی مشخص شده باشد	مقررات و آیین‌نامه‌های برنامه آموزشی
	میزان آگاهی معلمان، مربیان و سرپرستان محیط کار از اختیارات و مسئولیت‌های خود در تصمیم‌های مرتبط با ایمنی	شرح وظایف، پیمایش کارکنان
	میزان اطمینان معلمان، مربیان و سرپرستان محیط کار در ارزیابی، اصلاح یا نادیده گرفتن خروجی‌های تولیدشده توسط هوش مصنوعی در صورت لزوم	پیمایش کارکنان
	تصریح مسئولیت تصمیم‌های مرتبط با ایمنی و تأیید شایستگی حرفه‌ای به مربیان و ارزیابان انسانی واجد صلاحیت	سیاست‌ها و آیین‌نامه‌های سازمانی
طراحی و توالی آموزش	احراز مهارت‌های پایه و عملی فراگیران پیش از معرفی روش‌ها و ابزارهای مبتنی بر هوش مصنوعی	سوابق برنامه‌های آموزشی و ارزشیابی
	استفاده از شبیه‌سازی‌های مبتنی بر هوش مصنوعی به عنوان مقدمه و مکمل تمرین عملی تحت نظارت، نه جایگزین آن	مستندات برنامه آموزشی
	میزان آمادگی فراگیران برای انجام وظایف ایمنی محور بدون اتکا به هوش مصنوعی در شرایط ضروری	پیمایش فراگیران
ترتیبات ایمنی در محیط کار	آمادگی فراگیران برای رعایت پروتکل‌های ایمنی و ایفای مسئولیت‌های حرفه‌ای هنگام کار در کنار سامانه‌های هوش مصنوعی در دوره‌های کارآموزی	سوابق آماده‌سازی و توجیه کارآموزی
	پیش‌بینی سازوکارهای نظارت بر تعامل فراگیران با سامانه‌های هوش مصنوعی در فعالیت‌های حساس به ایمنی در توافق‌نامه‌های کارآموزی	مستندات توافق‌نامه‌های کارآموزی
	دیدگاه کارفرمایان درباره میزان آمادگی فراگیران برای همکاری ایمن با سامانه‌های هوش مصنوعی در محیط کار	پیمایش کارفرمایان
انطباق با الزامات قانونی و مقرراتی	انطباق استفاده از هوش مصنوعی در برنامه‌های ایمنی محور با استانداردها و مقررات ایمنی و بهداشت شغلی	سوابق انطباق و بازرسی
	بازبینی محتوای تولیدشده توسط هوش مصنوعی در کارگاه‌های عملی، آزمایشگاه‌ها یا محیط‌های بالینی از نظر سازگاری با پروتکل‌های ایمنی	سوابق بازبینی و کنترل کیفیت

حوزه ۷: نوآوری و کارآفرینی توانمندسازی شده با هوش مصنوعی در آموزش و آموزش حرفه‌ای

زیرمحرور	شاخص کلیدی	منابع بالقوه داده
ظرفیت نوآوری سازمانی	اعمال الزامات حکمرانی اخلاقی و حفاظت از داده‌ها در فعالیتهای نوآورانه مبتنی بر هوش مصنوعی	مستندات حکمرانی، سیاست‌ها و رویه‌های حفاظت از داده
	پیش‌بینی جایگاه مشخص برای نوآوری مبتنی بر هوش مصنوعی در راهبرد سازمان، همراه با تخصیص منابع و سازوکارهای حکمرانی	اسناد راهبردی، برنامه‌های عملیاتی و بودجه
	دیدگاه کارکنان درباره میزان حمایت ساختارهای سازمانی از آزمایش‌گری مسئولانه و نوآوری مبتنی بر هوش مصنوعی	پیمایش کارکنان
یادگیری کارآفرینانه	طراحی فعالیتهای کارآفرینانه مبتنی بر هوش مصنوعی به گونه‌ای که فراگیران ملزم به ارزیابی، اصلاح و توجیه خروجی‌های تولیدشده توسط هوش مصنوعی باشند	مستندات برنامه‌های آموزشی
	ارزشیابی فعالیتهای کارآفرینانه مبتنی بر هوش مصنوعی با تأکید بر استدلال، خلاقیت و تصمیم‌گیری اصیل فراگیران	مستندات ارزشیابی
	دیدگاه فراگیران درباره نقش یادگیری کارآفرینانه مبتنی بر هوش مصنوعی در تقویت توانایی شناسایی فرصت‌ها و ابتکار عمل	پیمایش فراگیران
شمول و مشارکت	اجرای برنامه‌های هدفمند برای جلب مشارکت زنان، افراد دارای معلولیت و فراگیران جوامع کم‌برخوردار در فعالیتهای نوآورانه مبتنی بر هوش مصنوعی	سوابق مشارکت و برنامه‌های حمایتی
	میزان انطباق مشارکت در فعالیتهای نوآوری و کارآفرینی مبتنی بر هوش مصنوعی با تنوع جمعیت فراگیران مؤسسه	داده‌های تفکیک‌شده مشارکت
توسعه اجتماعی و پایدار جامعه	طراحی و اجرای فعالیتهای نوآوری و کارآفرینی مبتنی بر هوش مصنوعی با مشارکت ذی‌نفعان محلی	سوابق مشارکت‌ها، پروژه‌ها و تفاهم‌نامه‌ها
	دیدگاه شرکای محلی درباره میزان ارتباط فعالیتهای نوآورانه مؤسسه با اولویتهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی منطقه	پیمایش شرکای اجتماعی و صنعتی

- Abulibdeh, A., Zaidan, E. and Abulibdeh, R. (2024) 'Navigating the confluence of artificial intelligence and education for sustainable development in the era of industry 4.0: Challenges, opportunities, and ethical dimensions', *Journal of Cleaner Production*, 437, Article 140527. doi:10.1016/j.jclepro.2023.140527.
- Aff, J. and Lindner, J. (2005) 'Entrepreneurship Education zwischen "small and big ideas" – Markierungen einer Entrepreneurship Education an wirtschaftsberuflichen Vollzeitschulen', in Aff, J. and Hahn, A. (eds.) *Entrepreneurship-Erziehung und Begabungsförderung an wirtschaftsberuflichen Vollzeitschulen*. Innsbruck: StudienVerlag, pp. 83–138.
- African Union (2024) *Continental Artificial Intelligence Strategy: Harnessing AI for Africa's Development and Prosperity*. Addis Ababa: African Union.
- ALECSO (2025) *ALECSO Charter on Artificial Intelligence Ethics*. Tunis: Arab League Educational, Cultural and Scientific Organization.
- Ally, M. and Mishra, S. (2024) *Developing Policy Guidelines for Artificial Intelligence in Post-secondary Institutions*. Burnaby: The Commonwealth of Learning.
- Alzarrad, A., Miller, M., Durham, L. and Chowdhury, S. (2024) 'Revolutionizing construction safety: Introducing a cutting-edge virtual reality interactive system for training US construction workers to mitigate fall hazards', *Frontiers in Built Environment*, 10, Article 1320175. doi:10.3389/fbuil.2024.1320175.
- Amdan, M. A. B., Janius, N., Jasman, M. N. B. and Kasdiah, M. A. H. B. (2024) 'Advancement of AI-tools in learning for technical vocational education and training in Malaysia (empowering students and tutor)', *International Journal of Science and Research Archive*, 12(1), pp. 2061–2068. doi:10.30574/ijrsra.2024.12.1.0971.
- Arias, O., Fukuzawa, D., Le, D. T. and Mattoo, A. (2025) *Future Jobs: Robots, Artificial Intelligence, and Digital Platforms in East Asia and Pacific*. Washington, DC: World Bank Group.
- ASEAN TVET Council (2022) *The ASEAN TVET Council Work Plan 2021–2030*. Available at: <https://atc.sea-vet.net/index.php/what-we-do/atc-workplan> (Accessed: 10 April 2026).
- Berigel, D., Silbir, L. and Şilbir, G. (2025) 'Integrating artificial intelligence into technical and vocational education and training : A PRISMA-based systematic review', *Revista Calitatea Vieții*, 36(1), pp. 83–108. doi:10.46841/rcv.2025.01.05.
- Bertoletti, A., Cosgrove, E. and Lopez Cobo, M. (2025) *AI Skills Supply and Demand: An Analysis through Online Job Advertisements and Education and Training Offer*. Seville: European Commission Joint Research Centre.
- Bowen-Withington, J. (2025) 'Exploring the use of generative AI for developing reflective practice and critical thinking in nursing undergraduate education', in Chan, S. (ed.) *Artificial Intelligence in Vocational Education and Training*. Singapore: Springer Nature Singapore, pp. 121–139. doi:10.1007/978-981-96-6001-8_8.
- Cai, J. and Kosaka, M. (2024) 'Conceptualizing technical and vocational education and training as a service through service-dominant logic', *SAGE Open*, 14(2). doi:10.1177/21582440241240847.
- Cedefop (2025) *Skills Empower Workers in the AI Revolution: First Findings from Cedefop's AI Skills Survey*. Thessaloniki: Publications Office of the European Union. doi:10.2801/6372704.
- Cedefop and OECD (2024) *Apprenticeships and the Digital Transition: Modernising Apprenticeships to Meet Digital Skill Needs*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. doi:10.2801/074640.
- Chan, C. K. Y. (2023) 'A comprehensive AI policy education framework for university teaching and learning', *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20, Article 38. doi:10.1186/s41239-023-00408-3.
- Chan, S. (2025) 'Participatory action research and case study analysis and their roles in Aotearoa NZ VET research', in Chan, S. (ed.) *Artificial Intelligence in Vocational Education and Training*. Singapore: Springer Nature Singapore, pp. 17–30. doi:10.1007/978-981-96-6001-8_2.
- Chinen, M. and Montorsi, C. (2025) *Exploring Digital Skills Demand: Key Insights from Online Job Vacancies in South Africa, Nigeria, Kenya, and Uganda*. Washington, DC: International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.
- Ciavaldini-Cartaut, S., Metral, J. F., Olry, P., Guidoni-Stoltz, D. and Gagneur, C. A. (2024) 'Artificial intelligence in professional and vocational training', in Urmeneta, A. and Romero, M. (eds.) *Creative Applications of Artificial Intelligence in Education*. Cham: Springer Nature Switzerland (Palgrave Studies in Creativity and Culture), pp. 145–155. doi:10.1007/978-3-031-55272-4_11.
- Daggubati, S. C. (2025) 'Student experience with AI-assisted situational analysis in construction management', in Chan, S. (ed.) *Artificial Intelligence in Vocational Education and Training*. Singapore: Springer Nature Singapore, pp. 67–83. doi:10.1007/978-981-96-6001-8_5.
- Deckker, D. and Sumanasekara, S. (2025) 'AI in vocational and technical education: Revolutionizing skill-based learning', *EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR)*, 11(3), pp. 9–23. doi:10.36713/epra20462.
- DeMatthews, D., Reyes, P., Hart, T. D. and James, L., III (2026) 'Leadership for artificial intelligence use in schools: A six-domain framework for ethical, equitable, and effective integration', *Educational Management Administration & Leadership*. doi:10.1177/17411432261418940.
- DHET (2025) *Minister of Higher Education to officially launch Digital Innovation Lab at Esayidi TVET College*. Pretoria: Department of Higher Education and Training of South Africa.
- Dhiman, T., Chauhan, V., Kumar, A., Vasantha, M. and Kumar, A. (2025) 'Ethical crossroads: Navigating data privacy, bias, accountability and sustainability in AI-driven education', *Open Access Journal of Multidisciplinary Research*, 1(3), pp. 69–77. doi:10.47760/oajmr.2025.v01i03.007.

- Duoc UC (2025) Lineamientos generales de inteligencia artificial para Duoc UC (Resolución Rectoría N° 02/2025). Available at: <https://www.duoc.cl/wp-content/uploads/2025/01/RES-RECTORIA-02-2025.pdf> (Accessed: 1 April 2026).
- Esposito, G., Sanchez, M., Fratini, F., Iorio, E., Bertuccini, L., Cecchetti, S., Tirelli, V. and Giansanti, D. (2025) 'Embedding AI ethics in technical training: A multi-stakeholder pilot module emphasizing co-design and interdisciplinary collaboration at Rome Technopole', *Education Sciences*, 15(10), Article 1416. doi:10.3390/educsci15101416.
- European Commission (2020) Digital Education Action Plan 2021–2027. Brussels: European Commission.
- European Commission (2024) Artificial Intelligence Act. Brussels: European Commission.
- Foltynek, T., Bjelobaba, S. and Glendinning, I. (2023) 'ENAI recommendations on the ethical use of artificial intelligence in education', *International Journal for Educational Integrity*, 19, pp. 1–4. doi:10.1007/s40979-023-00133-4.
- Franklin, D., Denny, P., Gonzalez-Maldonado, D. A. and Tran, M. (2025) *Generative AI in Computer Science Education: Challenges and Opportunities*, 1st edn. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009581738.
- Fu, Y. and Weng, Z. (2024) 'Navigating the ethical terrain of AI in education: A systematic review on framing responsible human-centered AI practices', *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 7, Article 100306. doi:10.1016/j.caeai.2024.100306.
- Gmyrek, P., Winkler, H. and Garganta, S. (2024) Buffer or Bottleneck?: Employment Exposure to Generative AI and the Digital Divide in Latin America. Geneva: ILO/World Bank. doi:10.54394/TFZY7681.
- Gmyrek, P., Viollaz, M. and Winkler, H. (2026) Disruption without Dividend?: How the Digital Divide and Task Differences Split GenAI's Global Impact. Geneva: ILO. doi:10.54394/00033147.
- Green, A. (2024) Artificial Intelligence and the Changing Demand for Skills in the Labour Market. OECD Artificial Intelligence Papers, 14. doi:10.1787/88684e36-en.
- Gupta, G. and Kumar Pal, S. (2025) 'Applications of AI in precision agriculture', *Discover Agriculture*, 3, Article 61. doi:10.1007/s44279-025-00220-9.
- Hassan, R. H., Hassan, M. T., Naseer, S., Khan, Z. and Jeon, M. (2021) 'ICT enabled TVET education: A systematic literature review', *IEEE Access*, 9, pp. 81624–81650. doi:10.1109/access.2021.3085910.
- Hossain, M. N., Rahman, M. M. and Ramasamy, D. (2024) 'Artificial intelligence-driven vehicle fault diagnosis to revolutionize automotive maintenance: A review', *Computer Modeling in Engineering & Sciences*, 141(2), pp. 951–996. doi:10.32604/cmescs.2024.056022.
- Huang, L. (2023) 'Ethics of artificial intelligence in education: Student privacy and data protection', *Science Insights Education Frontiers*, 16(2), pp. 2577–2587. doi:10.15354/sief.23.re202.
- IIEP–UNESCO (2025) Using AI and Digital Tools to Modernize TVET in a Shifting Global Job Market. International Institute for Educational Planning. Available at: <http://www.iiep.unesco.org/en/articles/using-ai-and-digital-tools-modernize-tvet-shifting-global-job-market> (Accessed: 10 April 2026).
- Illig, M. (2025) UNEVOC Network Coaction Initiative 2025: AI for Skills, Sustainability and Training. Bonn: UNESCO-UNEVOC. Available at: https://connect.unevoc.unesco.org/up/ASSET_Network_Coaction_Initiative_2025.pdf (Accessed: 10 April 2026).
- ILO (2025a) Digitalisation and Blending of Training Programmes: A Practical Guide for Skills Development. Geneva: International Labour Organization.
- ILO (2025b) How Might Generative AI Impact Different Occupations? Available at: <https://www.ilo.org/resource/article/how-might-generative-ai-impact-different-occupations> (Accessed: 12 April 2026).
- ILO (2025c) Revolutionizing Health and Safety: The Role of AI and Digitalization at Work: Global Report, 1st edn. Geneva: International Labour Organization. doi:10.54394/KNZE0733.
- Institute of Technical Education (ITE) (2025) Turning AI Talk into Action – ASME and ITE Launch AI Centre of Excellence (SME@AiTE) to Provide Free Community AI Resources for SMEs. Available at: <https://www.ite.edu.sg/about-ite/newsroom/news-releases-and-speeches/asme-and-ite-launch-ai-centre-of-excellence/> (Accessed: 14 April 2026).
- Inter-American Development Bank (2020) fAIr LAC: Responsible and Widespread Adoption of Artificial Intelligence in Latin America and the Caribbean. Washington, DC: Inter-American Development Bank.
- Isakova, Z. M. (2026) Artificial Intelligence Integration in TVET Systems: A Governance, Competence, and Evaluation Framework for Uzbekistan – A Technical Guide for Policy and Institutional Implementation. Tashkent: Kimyo International University.
- Jetha, A., Bakhtari, H., Irvin, E., Biswas, A., Smith, M. J., Mustard, C., Arrandale, V. H., Dennerlein, J. T. and Smith, P. M. (2025) 'Do occupational health and safety tools that utilize artificial intelligence have a measurable impact on worker injury or illness? Findings from a systematic review', *Systematic Reviews*, 14, Article 146. doi:10.1186/s13643-025-02869-1.
- Jongbloed, J., Chaker, R. and Lavoue, E. (2024) 'Immersive procedural training in virtual reality: A systematic literature review', *Computers & Education*, 221, Article 105124. doi:10.1016/j.compedu.2024.105124.
- Joseph, O. B., Ijiga, O. M., Olateji, M., Okoli, I. and Frempong, D. (2025) 'Comparative perspectives on TVET: Lessons from the United States and developing economies for workforce readiness and economic inclusion', *International*

Khan, S., Mazhar, T., Shahzad, T., Khan, M. A., Rehman, A. U., Saeed, M. M. and Hamam, H. (2025) 'Harnessing AI for sustainable higher education: Ethical considerations, operational efficiency, and future directions', *Discover Sustainability*, 6, Article 23. doi:10.1007/s43621-025-00809-6.

Kiealdie, D. and Shaw, L. (2023) 'Virtual reality simulation for nursing education: Effectiveness and feasibility', *BMC Nursing*, 22, Article 488. doi:10.1186/s12912-023-01639-5.

Klimova, B., Pikhart, M. and Kacetl, J. (2023) 'Ethical issues of the use of AI-driven mobile apps for education', *Frontiers in Public Health*, 11. doi:10.3389/fpubh.2023.1118116.

Koblenz Chamber of Skilled Crafts (2024) Integrating AI into Teaching and Learning in TVET. Bonn: UNESCO-UNEVOC. Available at: https://connect.unevoc.unesco.org/pub/germany_-_integrated_ai.pdf (Accessed: 14 April 2026).

Kovalchuk, V., Reva, S., Volch, I., Shcherbyna, S., Mykhailyshyn, H. and Lychova, T. (2025) 'Artificial intelligence as an effective tool for personalized learning in modern education', *Environment. Technology. Resources. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference*, 3. doi:10.17770/etr2025vol3.8534.

Lai, C. S., Fecke, J., Maneetien, N. and Risfendra, R. (2026) 'The Impact of Artificial Intelligence on Technical and Vocational Education and Training', *TVET@Asia*, Issue 26. Available at: <https://tvvet-online.asia/startseite/editorial-issue-26-the-impact-of-artificial-intelligence-ai-on-technical-and-vocational-education-and-training-tvet/> (Accessed: 10 April 2026).

Lampropoulos, G. (2025) 'Augmented reality, virtual reality, and intelligent tutoring systems in education and training: A systematic literature review', *Applied Sciences*, 15(6), Article 3223. doi:10.3390/app15063223.

Lindner, J. (2018) 'Entrepreneurship education for a sustainable future', *Discourse and Communication for Sustainable Education*, 9(1), pp. 115–127. doi:10.2478/dcse-2018-0009.

Liu, Y. (ed.) (2025) 职业教育人工智能应用发展报告(2025 版) [Report on the Development of Artificial Intelligence Applications in Vocational Education (2025 Edition)]. Beijing: Tsinghua University & Steering Committee for Digital Teaching in Vocational Institutions, Ministry of Education of China.

Luckin, R., Cukurova, M., Kent, C. and Du Boulay, B. (2022) 'Empowering educators to be AI-ready', *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, Article 100076. doi:10.1016/j.caeai.2022.100076.

Manca, F. and Eslava, D. (2025) Digital and AI Skills in Health Occupations: What Do we Know about New Demand? *OECD Artificial Intelligence Papers*, 36. doi:10.1787/5fbd42ab-en.

MCAST (2019) MCAST Artificial Intelligence Strategy. Malta College of Arts, Science and Technology. Available at: https://www.mcast.edu.mt/wp-content/uploads/AI-Strategy_Final.pdf (Accessed: 1 April 2026).

Milanez, A. (2023) The Impact of AI on the Workplace: Evidence from OECD Case Studies of AI Implementation. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, 289. doi:10.1787/2247ce58-en.

Mohamad, A. F. B., Suhaimin, M. K. N. B., Akmal, S. B., Rahim, H. R. B. A., Mahmood, W. H. B. W. and Hashim, H. S. B. (2024) 'Enhancing TVET graduate employability through AI integration: An AHP analysis in the end-of-life vehicle (ELV) sector', *2024 International Conference on TVET Excellence & Development (ICTeD)*, pp. 59–64. doi:10.1109/icted62334.2024.10844638.

NBTE (2025) NBTE, in Collaboration with COL, Hosts Groundbreaking Trainer-in-the-Loop AI Workshop to Advance TVET Digital Transformation in Nigeria. National Board for Technical Education. Available at: <https://web.nbte.gov.ng/node/96> (Accessed: 2 April 2026).

Nguyen, A., Ngo, H. N., Hong, Y., Dang, B. and Nguyen, B.-P. T. (2022) 'Ethical principles for artificial intelligence in education', *Education and Information Technologies*, 28, pp. 4221–4241. doi:10.1007/s10639-022-11316-w.

Nguyen, T. and Elbanna, A. (2025) 'Understanding Human–AI Augmentation in the Workplace: A Review and a Future Research Agenda', *Information Systems Frontiers*. doi:10.1007/s10796-025-10591-5.

Nikolic, S., Suesse, T. F., Grundy, S., Haque, R., Lyden, S., Lal, S., Hassan, G. M., Daniel, S. and Belkina, M. (2025) 'Assessment integrity and validity in the teaching laboratory: Adapting to GenAI by developing an understanding of the verifiable learning objectives behind laboratory assessment selection', *European Journal of Engineering Education*, 50(4), pp. 673–701. doi:10.1080/03043797.2025.2456944.

Niwamanya, G., Zhong, Z., Matola, C. A., Eliachu, D., Ravindra, S. and Fahn, J. B. (2025) 'Bridging the digital divide through enterprise-TVET provider partnerships: Strategic insights on digital transformation in TVET in developing nations', *Vocation, Technology & Education*, 2(2), Article 11. doi:10.54844/vte.2025.0977.

NZQA (2025) Academic Integrity and Artificial Intelligence. New Zealand Qualifications Authority. Available at: <https://www2.nzqa.govt.nz/tertiary/assessment-and-moderation-of-standards/academic-integrity-and-artificial-intelligence/> (Accessed: 10 April 2026).

Obasa, A., Hamilton, M.-G., Amuok, R. Y., Asiedu, W. and Okinda, R. (2025) 'Leveraging AI for the development of OER in TVET: A study of feasibility, alignment, requirements, and stakeholder needs in Pan-Commonwealth countries', *Eleventh Pan-Commonwealth Forum on Open Learning – Working Papers*. doi:10.56059/pcf11.4512.

Obi, L. I., Osuizugbo, I. C. and Awuzie, B. O. (2025) 'Closing the artificial intelligence skills gap in construction: Competency insights from a systematic review', *Results in Engineering*, 27, Article 106406. doi:10.1016/j.rineng.2025.106406.

- OFPPT (no date) Guide métiers | Métiers du digital & intelligence artificielle. Office of Vocational Training and Employment Promotion of Morocco. Available at: <https://www.ofppt.ma/fr/publications/guide-metiers-metiers-du-digital-intelligence-artificielle> (Accessed: 10 April 2026).
- Okada, A., Sherborne, T., Panselinas, G. and Kolionis, G. (2025) 'Fostering transversal skills through open schooling supported by the CARE-KNOW-DO pedagogical model and the UNESCO AI Competencies Framework', *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 35, pp. 1953–1998. doi:10.1007/s40593-025-00458-w.
- Olafare, E., Jimoh, A. and Kehinde, T. M. (2025) 'Assessment of the role of artificial intelligence in repositioning TVET for economic development in Nigeria', *International Journal of Research and Scientific Innovation*, 12(8), pp. 1–11. doi:10.51244/ijrsi.2025.120800001.
- Omnia (2024) Omnian linjaus tekoälyn hyödyntämisestä. Available at: <https://www.omnia.fi/tietoa-omnia/vastuullisuus/omnian-linjaus-tekoalyn-hyodyntamisesta> (Accessed: 1 June 2026).
- Onatere-Ubrurhe, J. and Ubrurhe, O. (2025) 'Leveraging artificial intelligence to redesign TVET assessment systems for enhancing creativity and innovation in technical education', *International Journal of Vocational and Technical Education Research*, 11(2), pp. 1–20. doi:10.37745/ijvter.15/vol11n2120.
- Onyango, E. and Kelonye, C. (2022) 'Artificial intelligence driven interventions in technical and vocational education and training', Tenth Pan-Commonwealth Forum on Open Learning. doi:10.56059/pcf10.1996.
- Penalvo, F. J. G., Alier, M., Pereira, J. and Casany, M. J. (2024) 'Safe, transparent, and ethical artificial intelligence', *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (22), pp. 1–21. doi:10.46661/ijeri.11036.
- Perkins, M., Furze, L., Roe, J. and MacVaugh, J. (2024) 'The Artificial Intelligence Assessment Scale (AIAS): A framework for ethical integration of generative AI in educational assessment', *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 21(06). doi:10.53761/q3azde36.
- Polytechnic University of the Philippines (PUP) (2025) TBIDO Conducts SHE(plus)(plus) AI Learning Journey Masterclass and Tech Pitch Fest. Available at: <https://www.pup.edu.ph/news/?go=5uSmDvPPLxs%3D> (Accessed: 14 April 2026).
- Rabiu, A., Bawa, K. and Saminu, S. (2025) 'Artificial intelligence adoption for skills development in Nigeria: A systematic review and roadmap for TVET transformation', *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 9(8), pp. 645–657. doi:10.47772/ijriss.2025.908000051.
- Radanliev, P. and Santos, O. (2024) 'Ethics and responsible AI deployment', *Frontiers in Artificial Intelligence*, 7. doi:10.3389/frai.2024.1377011.
- Rajamanickam, S., Rus, R. and Raji, M. (2024) 'Enhancing TVET for a digital-ready workforce: A systematic literature review', *International Journal of Modern Education*, 6(23), pp. 865–881. doi:10.35631/ijmoe.623060.
- ReferNet Croatia and Cedefop (2025) Croatia: Introducing AI in VET. National News on VET. Cedefop. Available at: <https://www.cedefop.europa.eu/en/news/croatia-introducing-ai-vet> (Accessed: 10 April 2026).
- Riis, M. (2025) Between Wood and Algorithms: Crafting AI Literacy in TVET. UNESCO. Available at: <https://www.unesco.org/en/articles/between-wood-and-algorithms-crafting-ai-literacy-tvet> (Accessed: 16 January 2026).
- Romeo, G. and Conti, D. (2026) 'Exploring automation bias in human–AI collaboration: A review and implications for explainable AI', *AI & SOCIETY*, 41(1), pp. 259–278. doi:10.1007/s00146-025-02422-7.
- Rott, K. J., Lao, L., Petridou, E. and Schmidt-Hertha, B. (2022) 'Needs and requirements for an additional AI qualification during dual vocational training: Results from studies of apprentices and teachers', *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, Article 100102. doi:10.1016/j.caeai.2022.100102.
- Schmitt, C. and Brutzer, A. (2025) 'Generative artificial intelligence in vocational education and training: A framework for sustainable teacher competence development', *Vocation, Technology & Education*. doi:10.54844/vte.2025.0940.
- SEAMEO VOCTECH (2024) The Smart Education Readiness Index (SERI) Framework and Assessment Matrix. Brunei Darussalam: SEAMEO VOCTECH Regional Centre for Vocational and Technical Education and Training. Available at: https://vottech.org/wp-content/uploads/2023/05/SERI-Assment-Matrix_For-SV-SEA-VET.Net_.pdf (Accessed: 9 April 2026).
- SENA (2024) Se abren las puertas del 2025: inscríbete ya a la I Oferta de Formación Presencial y a Distancia. SENA Noticias. Available at: <https://www.sena.edu.co/es-co/Noticias/Paginas/noticia.aspx?IdNoticia=7802> (Accessed: 10 April 2026).
- SENAI-SP (2024) SENAI-SP abre 90 mil vagas para capacitação gratuita em Tecnologia da Informação em 2024. SENAI-SP. Available at: <https://www.sp.senai.br/noticia/senai-sp-abre-90-mil-vagas-para-capacitacao-gratuita-em-tecnologia-da-informacao-em-2024> (Accessed: 1 April 2026).
- Seneca Polytechnic (2024) Applied Research Annual Report 2023–24. Available at: <https://www.senecapolytechnic.ca/content/dam/projects/seneca/innovation/research/forms/applied-research-report-2023-24.pdf> (Accessed: 10 April 2026).
- Sengul, T. and Sarikose, S. (2025) 'Enhancing learning outcomes through AI-driven simulation in nursing education: A systematic review', *Clinical Simulation in Nursing*, 106, Article 101797. doi:10.1016/j.ecns.2025.101797.
- Setiawan, A., Soeharto, S., Wijaya, T. T., Korenova, L. and Lavicza, Z. (2025) 'Measuring teachers' competencies for AI integration: Development and validation of the AI-TPACK in vocational education', *Computers and Education Open*, 9, Article 100319. doi:10.1016/j.caeo.2025.100319.

Sgantzos, K., Tzavaras, P., Al Hemaury, M. and Porras, E. R. (2025) 'Triple-entry accounting and other secure methods to preserve user privacy and mitigate financial risks in AI-empowered lifelong education', *Journal of Risk and Financial Management*, 18(4), Article 176. doi:10.3390/jrfm18040176.

Singapore Tourism Board, Workforce Singapore and Ernst & Young (2023) *The Future of Jobs and Skills in Singapore's Hotel Industry*. Singapore. Available at: https://www.wsg.gov.sg/docs/default-source/content/jtm/jtm-for-hotels_full-report_v8-0_public_vf_07112023.pdf (Accessed: 9 April 2026).

Skills England (2026) *Artificial Intelligence and Automation Practitioner*. Available at: <https://skillsengland.education.gov.uk/apprenticeships/st1512-v2-1> (Accessed: 1 June 2026).

Strielkowski, W., Grebennikova, V., Lisovskiy, A., Rakhimova, G. and Vasileva, T. (2025) 'AI-driven adaptive learning for sustainable educational transformation', *Sustainable Development*, 33(2), pp. 1921–1947. doi:10.1002/sd.3221.

Sun, J. and Pratt, T. (2024) 'Navigating AI integration in career and technical education: Diffusion challenges, opportunities, and decisions', *Education Sciences*, 14(5), Article 517. doi:10.3390/educsci14050517.

Suparyati, A., Widiastuti, I., Saputro, I. N. and Pambudi, N. A. (2024) 'The role of artificial intelligence in vocational education', *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik dan Kejuruan*, 17(1), pp. 24–35. doi:10.20961/jiptek.v17i1.75995.

Tegelbeckers, H., Dietrich, A., Bunning, F. and Zug, S. (2025) *European Insights: AI Integration in TVET - Policies, Practices and Pathways for Inclusive Innovation*. Bonn: UNESCO-UNEVOC. Available at: <https://atlas.unevoc.unesco.org/research-briefs/european-insights-ai-integration-in-tvet-policies-practices-and-pathways-for-inclusive-innovation> (Accessed: 10 April 2026).

Temasek Polytechnic (2024) *FutureX Centre at Temasek Polytechnic Set to Advance Efforts in Digital Innovation and Capability Development*. Available at: <https://www.tp.edu.sg/about-tp/media-centre/press-release/Future-centre-at-Temasek-Polytechnic-set-to-advance-efforts-in-digital-innovation-and--capability-development.html> (Accessed: 1 April 2026).

Temasek Polytechnic (no date) *Policy on Plagiarism*. Available at: <https://www.tp.edu.sg/content/dam/tp-web/files/student-portal/forms/Plagiarism%20Policy.pdf> (Accessed: 1 April 2026).

Tonui, B., Chepsiror, P. and Kosgei, L. (2025) 'Use of disruptive technologies 4IR/AR/AI in technical, vocational and training institutions to enhance higher education in Sub-Sahara, Africa: Case of Kenya', *International Journal of Research and Scientific Innovation*, 12(4), pp. 219–227. doi:10.51244/ijrsi.2025.12040023.

Tubella, A., Mora-Cantalops, M. and Nieves, J. C. (2023) 'How to teach responsible AI in higher education: Challenges and opportunities', *Ethics and Information Technology*, 26, pp. 1–14. doi:10.1007/s10676-023-09733-7.

TVETA (2023) *TVET Standard: Industrial Attachment – Requirements and Guidelines (TVETS 09:2023)*. Technical and Vocational Education and Training Authority. Available at: https://www.tveta.go.ke/wp-content/uploads/2025/02/TVETS_09_2023-industrial-attachment-Requirements-and-guidelines-final-feb-2023.pdf (Accessed: 1 April 2026).

UN and ILO (2026) *Mind the AI Divide: Shaping a Global Perspective on the Future of Work*. New York: United Nations.

UNESCO (2022a) *Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. Paris: UNESCO. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137> (Accessed: 15 September 2025).

UNESCO (2022b) *Transforming Technical and Vocational Education and Training for Successful and Just Transitions: UNESCO Strategy 2022-2029*. Paris: UNESCO. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383360> (Accessed: 15 September 2025).

UNESCO (2023a) *Enhancing TVET Through Digital Transformation in Developing Countries*. Paris: UNESCO. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385988> (Accessed: 15 September 2025).

UNESCO (2023b) *Guidance for Generative AI in Education and Research*. Paris: UNESCO. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693> (Accessed: 15 September 2025).

UNESCO (2023c) *Readiness Assessment Methodology: A Tool of the Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence*. Paris: UNESCO. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385198> (Accessed: 15 September 2025).

UNESCO (2024a) *AI Competency Framework for Students*. Paris: UNESCO. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391105> (Accessed: 15 September 2025).

UNESCO (2024b) *AI Competency Framework for Teachers*. Paris: UNESCO. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391104> (Accessed: 15 September 2025).

UNESCO (2024c) *Six Pillars for the Digital Transformation of Education: A Common Framework*. Paris: UNESCO. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000391299> (Accessed: 15 September 2025).

UNESCO (2025) *Transforming Education through Digital Skilling, Innovation and Collaboration: The Master Trainer Sets a New Benchmark*. UNESCO. Available at: <https://www.unesco.org/en/articles/transforming-education-through-digital-skilling-innovation-and-collaboration-master-trainer-sets-new> (Accessed: 12 April 2026).

UNESCO (2026a) *Global Skills Academy AI EmpowerED Programme Expands to Malaysia*. UNESCO. Available at: <https://www.unesco.org/en/articles/global-skills-academy-ai-empowered-programme-expands-malaysia> (Accessed: 12 April 2026).

UNESCO (2026b) *Priority Africa Conference: Harnessing AI to Drive Sustainable Development*. Available at: <https://www.unesco.org/en/articles/priority-africa-conference-harnessing-ai-drive-sustainable-development> (Accessed: 14 April 2026).

UNESCO-UNEVOC (2020a) Entrepreneurial Learning for TVET Institutions: A Practical Guide. Bonn: UNESCO-UNEVOC. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375209> (Accessed: 2 November 2025).

UNESCO-UNEVOC (2020b) Innovating Technical and Vocational Education and Training: A Framework for Institutions. Bonn: UNESCO-UNEVOC. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374887> (Accessed: 2 November 2025).

UNESCO-UNEVOC (2020c) Promoting Quality in TVET Using Technology: A Practical Guide. Bonn: UNESCO-UNEVOC. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374602> (Accessed: 15 September 2025).

UNESCO-UNEVOC (2021) Understanding the Impact of Artificial Intelligence on Skills Development. Bonn: UNESCO-UNEVOC. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376162> (Accessed: 15 September 2025).

UNESCO-UNEVOC (2024a) AI for Youth. Bonn: UNESCO-UNEVOC. Available at: https://connect.unevoc.unesco.org/pub/promising_practice_ai_for_youth_psnr_poland.pdf (Accessed: 1 June 2026).

UNESCO-UNEVOC (2024b) Elevating TVET for a Just and Sustainable Future for All: UNESCO-UNEVOC Medium-Term Strategy 2024-2026. Bonn: UNESCO-UNEVOC. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000389359> (Accessed: 15 September 2025).

UNESCO-UNEVOC (2025a) Content-integrated AI Learning in TVET. Bonn: UNESCO-UNEVOC. Available at: <https://connect.unevoc.unesco.org/bilt/Promising+Practices+in+TVET/lang=en/id=6815> (Accessed: 1 June 2026).

UNESCO-UNEVOC (2025b) Youth Survey Report on AI and Digital Skills. Bonn: UNESCO-UNEVOC. Available at: https://connect.unevoc.unesco.org/pub/wysd_survey_report_2025.pdf (Accessed: 1 June 2026).

UNESCO-UNEVOC (2026a) Future-proofing TVET: Strategies for Digital Transformation and AI Integration; Discussion Paper. Bonn: UNESCO-UNEVOC. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000398015> (Accessed: 12 May 2026).

UNESCO-UNEVOC (2026b) GenAI Training for TVET Teachers and Trainers. Bonn: UNESCO-UNEVOC. Available at: https://connect.unevoc.unesco.org/pub/unevoc-pp-singapore_temasek_gen-ai.pdf (Accessed: 1 June 2026).

UNESCO-UNEVOC and Cedefop (2024) Monitoring and Evaluating the Greening of TVET. Available at: <https://connect.unevoc.unesco.org/glearning/content/index.html#/lessons/Ah8f32YVIRrPqShehCcGXjNcbGqB1Msg> (Accessed: 14 April 2026).

Wang, S. and Erdenebold, T. (2025) 'Integrating generative AI into project-based ESP learning: A fashion design case in Chinese vocational education', *Journal of Exploration of Vocational Education*, 5(4), pp. 1–8. doi:10.63650/jeve.v5i4.67.

World Bank (2025) Digital Progress and Trends Report 2025: Strengthening AI Foundations. Washington, DC: World Bank Group.

World Economic Forum (2025) The Future of Jobs Report 2025. Geneva: World Economic Forum.

Yu, L. and Yu, Z. (2023) 'Qualitative and quantitative analyses of artificial intelligence ethics in education using VOSviewer and CitNetExplorer', *Frontiers in Psychology*, 14, Article 1061778. doi:10.3389/fpsyg.2023.1061778.

Zary, A. and Zary, N. (2025) 'Artificial intelligence in technical and vocational education and training: Empirical evidence, implementation challenges, and future directions', *Preprint.org*. doi:10.20944/preprints202504.2173.

ادغام هوش مصنوعی در آموزش فنی و حرفه‌ای

راهنمای عملی برای مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای

ترجمه شده توسط:

مرکز تربیت مربی فنی و حرفه‌ای کشور

هوش مصنوعی با سرعتی بیش از آمادگی بسیاری از نظام‌ها برای واکنش مؤثر، در حال ورود به محیط‌های کار و یادگیری است. در آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای، هوش مصنوعی بر شایستگی‌های شغلی، الزامات صلاحیت‌های حرفه‌ای و تصمیمات نهادی مؤثر بر طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی تأثیر می‌گذارد. این راهنمای کاربردی به مؤسسات آموزش فنی و حرفه‌ای کمک می‌کند تا ادغام هوش مصنوعی را به‌عنوان فرایندی فراگیر، مشارکتی و در سطح کل سازمان دنبال کنند. راهنما نشان می‌دهد که چگونه می‌توان هوش مصنوعی را در حوزه‌های اصلی فعالیت‌های مؤسسه ادغام کرد تا ضمن پشتیبانی از تحول و بهبود معنادار، مخاطرات احتمالی نیز مدیریت و کاهش یابد. این راهنما که بر مبنای فعالیت‌های یونسکو در زمینه اخلاق هوش مصنوعی و آموزش تدوین شده است، بر رویکردهای انسان‌محور، عادلانه و متناسب با زمینه‌های مختلف تأکید دارد؛ رویکردهایی که نقش آموزش و تربیت فنی و حرفه‌ای را در توسعه مهارت‌ها، ترویج کار شایسته و حمایت از یادگیری مادام‌العمر تقویت می‌کنند.

