

نظام آموزش نسل چهار: شناسایی فناوری‌های نوین و امکان‌سنجی پیاده‌سازی آن در دانشگاه‌های کشور

محمدصابر شهرستانی^۱، حسین وحیدی^۲، افشین علیپور^۳ و حمیدرضا نبوی نژاد^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱/۱۹

DOI: 10.22047/ijee.2025.508407.2156

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.106.6.8

چکیده: جهان امروز در حال تجربه یک موج تغییر با فناوری‌های دیجیتال و تغییرات فناورانه است که روندها را تعیین می‌کنند و بر هر جنبه‌ای از زندگی تأثیر می‌گذارد، فناوری‌های جدید زندگی انسان را به طرق مختلف بهبود می‌بخشد. برای همگام شدن با این موج تغییر، باید نظام آموزشی کشور را به‌روز کرد تا این تغییرات از سنین پایین‌تر در اولویت قرار گیرد. این شامل ادغام فناوری‌ها در سرفصل آموزشی و پرورش یک محیط یادگیری است تا نوآوری و حل مسئله را تشویق کند و از آن به‌عنوان آموزش ۴/۰ یاد می‌شود. هدف از این مقاله شناسایی فناوری‌هایی که لازمه‌ی پیاده‌سازی آموزش ۴/۰ است، می‌باشد و پس از شناسایی بررسی می‌کند که آیا مراکز آموزش عالی امکان پیاده‌سازی این فناوری‌ها را دارد یا خیر؟ برای دستیابی به این هدف بیش از ۷۰ مقاله منتشر شده لاتین مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به هدف تحقیق، روش تحقیق آمیخته (کیفی-کمی) برای انجام تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. این پژوهش از منظر هدف کاربردی، از نظر ماهیت توصیفی-پیمایشی و شیوه گردآوری داده‌ها اسنادی-کتابخانه‌ای و میدانی می‌باشد. پس از بررسی کامل مقالات تعداد ۲۷ مضمون پایه شناسایی شد که در ۷ دسته مضمون سازمان دهنده‌ی: ۱- فناوری‌های ارتباطی و شبکه، ۲- محتوای تعاملی، ۳- فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی، ۴- فناوری‌های آموزشی، یادگیری و تعاملی ۵- فناوری‌های دیجیتال، ۶- فناوری‌های واقعیت و شبیه‌سازی، ۷- فناوری نوآورانه قرار گرفت و در نهایت مضامین سازمان دهنده در ۲ دسته‌بندی فراگیر، ۱- فناوری‌های ارتباطی و آموزشی و ۲- فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی قرار گرفتند. پس از تهیه و توزیع پرسشنامه، با تحلیل داده‌های بدست آمده از ۶ دانشگاه کشور جهت امکان‌سنجی پیاده‌سازی این فناوری‌ها نتیجه شد که دانشگاه‌ها آمادگی لازم جهت تهیه و بکارگیری فناوری‌های مرتبط با نظام آموزش نسل ۴/۰ را ندارند.

واژگان کلیدی: آموزش ۴/۰، آموزش مهندسی، فناوری‌های آموزشی، آموزش عالی، صنعت ۴/۰

۱- کارشناس ارشد، مدیریت کسب و کار، گرایش استراتژی، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) Mohammadsaber.shahrestani@yahoo.com

۲- استادیار دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی مالک اشتر، اصفهان، ایران. Drvahidy@mut-es.ac.ir

۳- استادیار دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران. pijani@mut.ac.ir

۴- کارشناس ارشد، مدیریت، دانشگاه امین، تهران، ایران. Hamid.nabavi123@gmail.com

۱. مقدمه

آموزش از مهم‌ترین ارکان توسعه زیرساخت کشورهاست. بخش آموزش می‌بایست با مدرن‌سازی و توسعه صنعتی و فنی منطبق شود تا منافع و نتایج بهتری به دست آید. سهم فناوری در بهبود فرایند تدریس و یادگیری در حال افزایش است زیرا الگوهای آموزشی با فناوری‌های یادگیری جدید سازگار می‌شوند (Ekin et al., 2023) و پیوسته سیستم‌های مدیریت یادگیری متعددی که به این هدف دست می‌یابند پیشنهاد می‌شوند (Alfalalah, 2023) تا این کار را به روش‌های گوناگون اجرا کنند (Anderson, 2023). آموزش نیاز دارد از انقلاب صنعتی و فناوریانه مدرن، مانند هوش مصنوعی، روباتیک، یادگیری ماشین و تحلیل داده‌ها، در ایجاد محیط یادگیری تعاملی استفاده کند (Alharbi, 2023). نظام آموزشی متناسب با چنین ویژگی‌هایی «آموزش ۴/۰» نامیده می‌شود: رویکردی نوآورانه و مبتنی بر فناوری به آموزش تا برای دانشجویان تجربیات یادگیری شخصی‌سازی شده و تعاملی ایجاد کند. این رویکرد با ادغام فناوری‌های نوظهور، مانند هوش مصنوعی (AI)، واقعیت مجازی و واقعیت افزوده (VR/AR)، و اینترنت اشیا (IoT)، در نظام آموزشی سنتی مشخص می‌شود (Haderer & Ciolacu, 2022).

رویکرد آموزش ۴/۰ تحولی در یادگیری ایجاد می‌کند که از قدرت فناوری و نوآوری در بازسازی آموزش سنتی بهره می‌برد (همان). دانشجویان در این عصر از تجربیات یادگیری شخصی‌سازی شده‌ای بهره‌مند می‌شوند که با نیازها و علایق آنها هماهنگ است در حالی که محیط‌های همکاری به تعاملات فراملی و کار گروهی کمک می‌کنند (Gajek et al., 2022). در آموزش ۴/۰، بازخورد دادن بموقع به دانشجویان به آنان کمک می‌کند پیشرفت خود را ارزیابی کنند و به‌طور مؤثرتری یاد بگیرند (Huang et al., 2023). همچنین فرایندها و نتایج یادگیری دانشجویان با کمک ابزارهای یادگیری مدرن به‌شدت متأثر از نگرش‌ها، احساسات و تجربیات یادگیری آنان است (Kuleto et al., 2022).

با تأکید بر تفکر انتقادی و مهارت‌های حل مسئله، آموزش ۴/۰ اطمینان می‌دهد دانشجویان به‌خوبی آماده مواجهه با پیچیدگی‌های دنیای مدرن هستند. شایان ذکر است که، برخلاف آموزش حضوری و آنلاین، این مدل انعطاف‌پذیری و دسترسی به منابع آموزشی را فراهم می‌آورد (Goldin et al., 2022). با چشم‌انداز جهانی و ارزیابی مستمر، آموزش ۴/۰ دانشجویان را آماده تبدیل شدن به شهروندانی مسئول و جهانی می‌کند که در بازار کار سریعاً درحال تغییر موفق می‌شوند زیرا برنامه‌های درسی با نیازهای صنعت منطبق هستند (Srivani & Hariharasudan, 2022).

ادغام آموزش ۴/۰ در آموزش عالی به دانشجویان امکان می‌دهد دانش خود را گسترش دهند. آموزش ۴/۰ مبتنی بر صلاحیت و مهارت‌های آموزشی یادگیرندگان است.

به‌طورکلی، آموزش عالی زیرساختی اصلی است که فارغ‌التحصیلان را آماده ایفای نقش عملی در رشد اقتصادی، پزشکی، فنی و صنعتی کشورها می‌کند. زیرساخت آموزشی بیشتر کشورهای توسعه‌یافته منطبق با فناوری‌های مدرن است و از آن بهره‌مند می‌شوند تا پایه علمی را بهبود بخشند. دنیای

مدرن بر توسعه محیط آموزشی مدرن تمرکز ویژه دارد که آمادگی علمی یادگیرندگان را در همه سطوح افزایش و بهبود می بخشد (Samiha et al., 2022).

شایان ذکر است که بهره‌گیری از فناوری‌های آموزشی، همان‌طور که مفید است نواقصی نیز دارد؛ مثلاً، استفاده از روش‌های شبیه‌سازی منجر می‌شود دانشجویان کمتر در معرض تجربیات واقعی قرار گیرند؛ موضوعی که بر توانمندی‌های عملی و مهارت‌های حل مسئله آنان تأثیر منفی می‌گذارد. وابستگی به فناوری توانایی دانشجویان را در تفکر انتقادی و حل مسائل پیچیده می‌کاهد. ارزیابی واقعی توانمندی‌های دانشجویان در محیط‌های شبیه‌سازی دشوار است و هنوز روش آن پیشنهاد نشده است. دسترسی برابر همه دانشجویان به ابزارهای فناورانه ممکن نیست و درنهایت، با توجه به اینکه یکی از جنبه‌های مهم آموزش مهندسی تعاملات اجتماعی و ارتباطات میان فردی است، فضای شبیه‌سازی شده ممکن است این ارتباطات را کاهش دهد و به مشکلاتی در توسعه مهارت‌های نرم و کار گروهی منجر شود.

درحالی‌که فناوری‌های یادگیری به‌طور درخورتوجهی یادگیری و تدریس را بهبود می‌بخشند پیاده‌سازی نظام آموزش ۴/۰ با مشکلاتی همراه است (Vahidi & Shahrestani, 2023) که مقالاتی بدانها اشاره کرده‌اند. اهمیت موضوع پژوهش در این است که آموزش نسل ۴/۰، به‌مثابه تحولی اساسی در نظام‌های آموزشی، به‌دنبال منطبق‌شدن با تحولات فناوری و نیازهای بازار کار است و در این نسل آموزشی فناوری‌های نوین و ابزارهای کلیدی بهبود فرایند یادگیری و تدریس معرفی می‌شوند. لذا، شناسایی فناوری‌های کاربردی در آموزش ضروری است تا به‌بهترین شکل استفاده شوند.

هدف مقاله حاضر شناسایی و دسته‌بندی فناوری‌های موردنیاز پیاده‌سازی آموزش نسل چهارم در مراکز آموزش عالی بوده و به ارزیابی چند دانشگاه داخلی پرداخته است. با توجه به اهداف تحقیق، سؤالات زیر مطرح می‌شود:

۱. فناوری‌های موردنیاز پیاده‌سازی نظام آموزش نسل چهارم کدام‌اند؟
۲. این فناوری‌ها در چه دسته‌بندی‌ای قرار می‌گیرند؟
۳. آیا مراکز آموزش عالی کشور امکان پیاده‌سازی نظام آموزش نسل ۴/۰ را دارند؟

۲. مبانی نظری پژوهش

۲-۱. آموزش ۱/۰

مشخصه آموزش ۱/۰ که تدریس کلاسیک نیز شناخته می‌شود این است که معلم منبع اصلی اطلاعات است و از دانشجویان انتظار می‌رود اطلاعات را حفظ و تکرار کنند. تمرکز اصلی آموزش ۱/۰ بر یادگیری حفظی بود که حفظ اطلاعات، بدون درک مفاهیم بنیادین، است (Barkley & Major, 2020). در آموزش ۱/۰، تدریس معمولاً به‌شیوه سخنرانی است و از فناوری در کلاس درس کمتر استفاده

می‌شود (Warschauer & Matuchniak, 2010)؛ از دانشجویان انتظار می‌رود یادداشت‌برداری کنند، اطلاعات را حفظ کنند و تکالیف و امتحاناتی را انجام دهند که برای آزمون توانایی یادآوری اطلاعات طراحی شده‌اند. این نوع آموزش غالباً رویکردی یکسان به همه دارد و به تفاوت‌های فردی در سبک‌های یادگیری و قابلیت‌ها توجهی نمی‌کند (Felder, 1993; Felder, 2002). استفاده نکردن از فناوری همچنین محدودیت‌هایی در منابع و مواد در دسترس معلمان و دانشجویان ایجاد می‌کند (Warschauer, 2004; Warschauer & Matuchniak, 2010). برخی از نقاط ضعف آموزش ۱/۰ که منجر به توسعه آموزش ۲/۰ شد عبارت‌اند از:

الف) یادگیری حفظی: تمرکز اصلی آموزش ۱/۰ بر یادگیری حفظی بود که به معنی حفظ کردن اطلاعات، بدون درک مفاهیم بنیادین، است (Barkley & Major, 2020; Friedman, 2005). این رویکرد تفکر انتقادی یا مهارت‌های حل مسئله را پرورش نمی‌داد و به تفاوت‌های فردی در سبک‌های یادگیری و قابلیت‌ها توجه نمی‌کرد (Felder, 1993; Felder, 2002).

ب) استفاده نکردن از فناوری: آموزش ۱/۰ از فناوری در کلاس درس استفاده کمی می‌کرد (Warschauer, 2004). چنان‌که منابع و مواد در دسترس معلمان و دانشجویان محدود بود. این موضوع موجب می‌شد معلمان نتوانند تجارب یادگیری تعاملی و جذاب ایجاد کنند و فرصت‌های یادگیری از طریق روش‌های نوآورانه محدود شود (Warschauer & Matuchniak, 2010).

ج) رویکرد یکسان به همه: تدریس کلاسیک در آموزش ۱/۰ رویکردی یکسان به همه داشت (Felder, 1993; Felder, 2002) و به نیازهای فردی دانشجویان توجه نمی‌کرد. این موضوع موجب می‌شد معلمان نتوانند آموزش و پشتیبانی شخصی‌سازی شده‌ای به دانشجویان با سبک‌های یادگیری و قابلیت‌های گوناگون بدهند (همان).

د) یادگیری غیرفعال: تأکید آموزش ۱/۰ بر معلم، در مقام شخص مرجع، بود و از دانشجویان انتظار می‌رفت یادگیرندگانی غیرفعال باشند (Barkley & Major, 2020). این رویکرد دانشجویان را به مشارکت فعال در یادگیری تشویق نمی‌کرد و خلاقیت یا تفکر مستقل را پرورش نمی‌داد (همان).

نقاط ضعف آموزش ۱/۰ به توسعه آموزش ۲/۰ منجر شد که فناوری را در کلاس درس معرفی کرد و تمرکز را از یادگیری حفظی به یادگیری فعال و گروهی تغییر داد (Anderson & Dron, 2011). آموزش ۲/۰ همچنین مفهوم استفاده از فناوری را برای بهبود تجربه یادگیری و دسترسی بیشتر به آموزش معرفی کرد (Warschauer, 2004).

۲-۲. آموزش ۲/۰

آموزش ۲/۰ تحول آموزش را نشان می‌دهد و بر نقاط ضعف آموزش ۱/۰ بنا شده است. آموزش ۲/۰ فناوری را به کلاس درس معرفی کرد و تمرکز را از یادگیری حفظی به یادگیری فعال و گروهی تغییر

داد. از ویژگی‌های کلیدی آموزش ۲/۰ استفاده از فناوری در ایجاد تجارب یادگیری تعاملی و جذاب‌تر است. برای مثال، رایانه و اینترنت امکان بهره‌گیری از منابع و مواد دیجیتال، مانند ویدئو، پویانمایی و شبیه‌سازی تعاملی، را فراهم کرد که روش‌های تدریس سنتی را تکمیل و یادگیری را جذاب‌تر و تعاملی‌تر می‌کنند (Erişti et al., 2012; Dočekal & Tulinská, 2015).

علاوه بر این، آموزش ۲/۰ مفهوم «استفاده از فناوری در آموزش برای همه» را معرفی کرد. با اینترنت و منابع برخط، دانشجویان به دنیای اطلاعات و مواد آموزشی دسترسی پیدا می‌کنند، بدون توجه به موقعیت یا وضعیت اجتماعی-اقتصادی خود (Vassilakopoulou & Hustad, 2023)؛ موضوعی که به حذف موانع آموزش و برقراری عدالت در آن کمک می‌کند. آموزش ۲/۰ همچنین نقص‌های را در رویکرد یکسان با گنجاندن یادگیری ترکیبی و یادگیری از راه دور برطرف کرد که به دانشجویان امکان داد در زمان و مکان خود به مطالعه بپردازند (Traxler, 2018; Dakhi et al., 2020). علاوه بر این، از طریق تشویق دانشجویان به استفاده از فناوری در یادگیری همکارانه، فرصت‌های بیشتر مشارکت فعال در یادگیری و پرورش خلاقیت و تفکر مستقل را برای آنان فراهم کرد (Jeong, 2019).

باین حال و به رغم مزایای زیاد آموزش ۱/۰، هنوز نقاط ضعفی وجود داشت که به توسعه آموزش ۳/۰ منجر شد. یکی از نقاط ضعف اصلی آموزش ۲/۰ این بود که عمدتاً از فناوری به عنوان مکمل روش‌های آموزش سنتی استفاده می‌کرد و کاملاً در رویکرد یکسان آموزش ۱/۰ ادغام نشده بود. همچنین هنوز بر معلم، به مثابه منبع اصلی اطلاعات، تمرکز داشت و از دانشجویان انتظار می‌رفت یادگیرندگانی غیرفعال باشند (Anggriani et al., 2020). علاوه بر این، به طور کامل از ظرفیت یادگیری همکارانه و کار گروهی بهره نبرد (Blau et al., 2020). آموزش ۳/۰ با ادغام کامل فناوری در فرایند تدریس و یادگیری و تأکید بر یادگیری فعال و همکارانه، شخصی‌سازی و یادگیری مبتنی بر دانش آموز به این نقاط ضعف پاسخ داد (Dimitriadou & Lanitis, 2023). همچنین مفهوم «کلاس معکوس» را معرفی می‌کند که اجازه می‌دهد یادگیری بیشتر به صورت شخصی و مبتنی بر دانش آموز باشد.

۳-۲. آموزش ۳/۰

آموزش ۳/۰ تحول آموزش را نشان می‌دهد که بر پیشرفت‌های آموزش ۲/۰ بنا شده است و نقاط ضعف آن را برطرف می‌کند. آموزش ۳/۰ فناوری را به طور کامل در فرایند تدریس و یادگیری ادغام می‌کند و بر یادگیری فعال و همکارانه تأکید دارد. از ویژگی‌های کلیدی آموزش ۳/۰ استفاده از رویکرد «کلاس معکوس» است؛ جایی که دانشجویان در خانه سخنرانی‌ها را مشاهده می‌کنند، تکالیف را انجام می‌دهند و از زمان کلاس برای بحث و فعالیت‌های همکارانه بهره می‌برند. این رویکرد اجازه می‌دهد یادگیری به صورت شخصی‌سازی شده و مبتنی بر دانش آموز باشد و به دانشجویان امکان می‌دهد با سرعت و در سطح خود کار کنند. همچنین تفکر انتقادی خلاقیت و مهارت‌های حل مسئله را پرورش می‌دهد که در قرن ۲۱ اهمیت دارد (Al-Samarraie et al., 2020).

آموزش ۳/۰ همچنین بر همکاری و کار گروهی تأکید دارد و دانشجویان را تشویق می‌کند نقشی فعال در یادگیری ایفا کنند؛ مهارتی که به دانشجویان امکان می‌دهد از یکدیگر یاد بگیرند و مهارت‌های مهم قرن بیست و یکم، مانند ارتباط، همکاری و تفکر انتقادی، را توسعه دهند (Van Leeuwen & Janssen, 2019). علاوه بر این، آموزش ۳/۰ از داده‌ها و تحلیل‌ها برای پیگیری پیشرفت دانشجویان و شناسایی شکاف‌های یادگیری استفاده می‌کند که به معلمان اجازه می‌دهد آموزش را متناسب با نیازهای فردی دانشجویان تنظیم کنند و تصمیم‌های مبتنی بر داده، برای بهبود نتایج یادگیری دانشجویان، بگیرند (Nguyen et al., 2020). آموزش ۳/۰، با داشتن مزایای بسیار بر الگوهای قبلی آموزش، همچنان نقاط ضعفی داشت که به توسعه آموزش ۴/۰ منجر شد: استفاده محدود از فناوری که عمدتاً برای ارائه محتوا استفاده می‌شود؛ فرصت‌های محدود شخصی‌سازی و یادگیری مبتنی بر دانش آموز؛ بی‌توجهی به سلامت روان؛ فشار روانی بر دانشجویان و معلمان، و فرصت‌های محدود همکاری و کار گروهی. آموزش ۴/۰ نقاط ضعف مذکور را با ادغام کامل فناوری، برای حمایت از یادگیری مبتنی بر دانش آموز، همکاری و شخصی‌سازی، و تأکید قوی بر سلامت روان و حمایت ذهنی از دانشجویان و معلمان برطرف کرده است و از فناوری‌های پیشرفته، مانند هوش مصنوعی، واقعیت مجازی و افزوده، اینترنت اشیا، رایانش ابری، داده‌های کلان و تحلیل‌ها، بلاکچین و شبکه‌های ۵G، در بهبود فرایند تدریس و یادگیری بهره می‌برد (Rani et al., 2021).

۴-۲. آموزش ۴/۰

این مرحله بر مفهوم آموزش ۳/۰ بنا شده و بر استفاده از فناوری در بهبود تجربه یادگیری تمرکز دارد. آموزش ۴/۰ یک رویکرد جامع آموزشی است که آخرین فناوری‌ها را برای افزایش تجربه یادگیری در بر می‌گیرد. این رویکرد بر اصول یادگیری شخصی‌سازی شده مبتنی بر دانش آموز و تطبیقی بنا شده و با هدف توسعه مهارت‌های قرن بیست و یکم، مانند سواد دیجیتال، همکاری، ارتباطات و تفکر انتقادی، طراحی شده است (Vikhman, 2022).

مطالعات موجود در حوزه فناوری‌های آموزش ۴/۰، از جمله پژوهش هلیلی (Halili, 2019)، به شناسایی جامع فناوری‌های مرتبط با آموزش ۴/۰ نپرداخته و صرفاً یک/چند فناوری را معرفی و براساس دیدگاه شخصی تشریح کرده‌اند و هیچ‌یک از فناوری‌های شناسایی شده را همانند مقاله حاضر دسته‌بندی نکرده‌اند. لذا، با تحقیق پیش رو قصد داریم الگویی جامع از فناوری‌های مورد نیاز را طراحی کنیم و در نهایت پاسخ دهیم که آیا دانشگاه‌های کشور آمادگی پیاده‌سازی این فناوری‌ها را دارند یا خیر.

۳. روش تحقیق

با توجه به هدف تحقیق، از روش تحقیق آمیخته (کیفی/کمی) استفاده کردیم. پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر ماهیت توصیفی-پیمایشی است و شیوه گردآوری داده‌های آن اسنادی-کتابخانه‌ای و میدانی بوده است.

ابتدا، مقالات منتشرشده در پایگاه‌های داخلی و خارجی را، شامل IEEE، Google scholar، Science Direct، Scopus و Springer، در بازه زمانی ۲۰۲۵.۲۰۱۱، با توجه به کلیدواژه‌های تخصصی جست‌وجو کردیم. واژگان کلیدی عبارت بودند از: آموزش ۴/۰، پیاده‌سازی آموزش ۴/۰، آموزش مهندسی، فناوری‌های آموزشی، آموزش عالی، صنعت ۴/۰. معیار انتخاب مقالات مطالعه در حوزه مدنظر و دسترسی به متن کامل مقاله بود. در مرحله دوم، مقالات را جداسازی و مفاهیم کلیدی را به صورت دستی استخراج و اطلاعات موردنظر را ثبت کردیم.

در بخش کیفی پژوهش، از روش تحلیل مضمون استفاده کردیم که روش شناخت، تحلیل و گزارش الگوهای داده‌هاست. این روش داده‌های متنی را تحلیل و داده‌های پراکنده و متنوع را به داده‌های غنی و تفصیلی تبدیل می‌کند (Abed Jafari et al., 2011). درواقع، این روش، برخلاف روش‌های کیفی دیگر، به چارچوب نظری پیشینی وابسته نیست و در چارچوب‌های نظری متفاوت، برای امور گوناگون، کاربرد دارد. در پژوهش حاضر، مضمون‌ها را براساس جایگاهی که در شبکه مضامین دارند تقسیم‌بندی کرده‌ایم: کدها و نکات کلیدی متن را که مبین نکات مهم متن هستند «مضامین پایه»، مضامین و مفاهیم به دست آمده از ترکیب و تلخیص مضامین پایه را «مضامین سازمان دهنده» و مفاهیم و مضامین عالی دربرگیرنده اصول حاکم بر متن را «مضامین فراگیر» نامیده‌ایم. مضمون الگویی است که در داده‌ها یافت می‌شود و دست‌کم به توصیف و سازماندهی مشاهدات و حداکثر به تفسیر جنبه‌هایی از پدیده می‌پردازد (Jaliseh et al., 2019). بنابراین، براساس رویه مشخص و در سه سطح مضامین پایه (کدها و نکات کلیدی متن)، مضامین پیش سازمان دهنده (به دست آمده از ترکیب و تلخیص مضامین پایه) و مضامین فراگیر (مضامین عالی دربرگیرنده اصول حاکم بر متن به عنوان یک کل) را نظام‌مند و نقشه‌ای از کل مضامین ارائه می‌کند که، با توجه به رابطه اعم و اخص با یکدیگر، در آن شبکه جای‌گذاری شده‌اند (Kamali, 2016). همچنین اعتبار الگو را به روش بازبینی همتایان با تأیید سه خبره تأیید کردیم.

به منظور امکان‌سنجی پیاده‌سازی فناوری‌های استخراج‌شده در بخش کیفی در شش دانشگاه کشور، پرسشنامه‌ای ۲۷ سؤالی طراحی و بین استادان هیئت علمی و کارشناسان آموزش آن دانشگاه‌ها (شامل دولتی و غیردولتی) - به دلیل برخی ملاحظات، از درج نام دانشگاه‌ها معذوریم - توزیع کردیم. درنهایت، ۲۷ پرسشنامه جمع‌آوری کردیم. روایی پرسشنامه را به صورت صوری، با تأیید سه خبره، و پایایی آن را، پس از تکمیل پرسشنامه‌ها، به روش ضریب آلفای کرونباخ محاسبه کردیم. برای بررسی کفایت نمونه‌گیری، از آزمون KMO و، به منظور بررسی نورمال بودن/نبودن داده‌ها، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بهره گرفتیم. همچنین، برای بررسی میزان هم‌قواری میانگین نمونه با میانگین جامعه، از آزمون باینومیل^۱ استفاده کردیم.

۴. یافته‌های پژوهش

ابتدا، پس از خوانش پیوسته متن، مبانی نظری پژوهش‌های موجود مضامین پایه (مفاهیم کلیدی) را برشمردیم و در جدول ۱ آوردیم.

جدول ۱. مضامین پایه متون

منبع	مضامین پایه
Kizilkaya et al., 2021; Chen et al., 2020; Oliveira & De Souza, 2022; Stroe, 2022	وجود شبکه‌های سلولی نسل پنجم ^۱
Miranda & Molina, 2020; Kumar & Kaur, 2023; Oliveira & De Souza, 2022; Alakrash & Razak, 2020; Chituc, 2021; Qureshi et al., 2021; Akimov et al., 2023; Patiño et al., 2023; Rienties et al., 2023; Boltsi et al., 2024; Stroe, 2022; Salinas-Navarro et al., 2023; Laura Icela et al., 2023; Joshi et al., 2024; Peláez-Sánchez et al., 2023; Ramírez Montoya et al., 2022b	رسانه‌های اجتماعی
Bakkabulindi, 2018; Demartini & Benussi, 2017	سیستم‌های ارتباطی صوتی و تصویری مبتنی بر وب
Chen et al., 2020	نرخ انتقال داده بالای پشتیبانی از تعاملات بی‌درنگ و ارتباطات یکپارچه
Kizilkaya et al., 2021; Chen et al., 2020; Martin et al., 2018; Turan-Günthepe & Abdüsselam, 2022; Boltsi et al., 2024; Stroe, 2022; Salinas-Navarro et al., 2023; Laura Icela et al., 2023; Joshi et al., 2024; Peláez-Sánchez et al., 2023; Ramírez Montoya et al., 2022; Koseda et al., 2025; Almacen et al., 2023; Razzaq & Riaz, 2023; Geuer et al., 2023	فناوری‌های حسگر لمسی
Kizilkaya et al., 2021	کتابخانه گرافیکی ^۲
Turan-Günthepe & Abdüsselam, 2022; Kumar & Kaur, 2023; Adams, 2021; Oliveira & De Souza, 2022; Chen et al., 2020; Chen et al., 2020; Qureshi et al., 2021; Boltsi et al., 2024; Stroe, 2022; Laura Icela et al., 2023; Joshi et al., 2024; Peláez-Sánchez et al., 2023; Koseda et al., 2024; Almacen et al., 2023; Razzaq & Riaz, 2023;	هوش مصنوعی
Almacen et al., 2023; Razzaq & Riaz, 2023; Geuer et al., 2023	استفاده از چت‌بات‌ها
Joshi et al., 2024; Peláez-Sánchez et al., 2023	سیستم یادگیری ماشینی
Kizilkaya et al., 2021; Chen et al., 2020	سیستم‌های پشتیبانی هوشمند
Chen et al., 2020; Joshi et al., 2024; Peláez-Sánchez et al., 2023	روبایک آموزش
Patel & Singh, 2021; Parker, 2023	سیستم‌های آموزشی هوشمند ^۳
Author A, 2020; Chen et al., 2022; Alvarez, 2019; Hernandez & Lee, 2022;	فناوری تحلیل داده‌های بزرگ

1- The fifth generation of cellular network technology

2- Visualization toolkit

3- Intelligent tutoring systems

ادامه جدول ۱

منبع	مضامین پایه
Hernandez & Lee, 2022; Patel et al., 2020	سیستم‌های مدیریت یادگیری
Alvarez, 2019	بازی‌وارسازی آموزش
Brown & Taylor, 2022; Chen & Zhang, 2022; Nguyen, 2023; Patel et al., 2024; O'Connor, 2024	آزمایشگاه‌های مجازی
Alvarez, 2019; Hernandez & Lee, 2022	خودکارسازی (اتوماسیون)
Evans, 2021; Foster, 2020; Ibrahim, 2024; Liu et al., 2022	فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات ^۱
Anderson, 2020; Baker & Smith, 2021; Evans, 2021; Foster, 2020; Ibrahim, 2024; Liu et al., 2022; Taylor, 2024; Umar, 2023; Vasquez, 2022	فناوری‌های رایانش ابری
Bennett, 2023; White, 2024	فناوری بلاکچین
Miranda et al., 2020	قالب‌های هولوگرام‌استاد ^۲
Anderson, 2021; Anderson, 2023; Xiao, 2023; Young, 2022; Zhang, 2021; Carter, 2021; Dawson, 2024; Elliott, 2023; Fletcher, 2022; Garrett, 2021; Ishikawa, 2023;	فناوری واقعیت افزوده ^۳
Qureshi et al., 2021; Boltsi et al., 2024	پخش ویدئوی ۳۶۰ درجه
Joshi et al., 2024; Peláez-Sánchez et al., 2023; Koseda et al., 2024; Almacén et al., 2023; Razzaq & Riaz, 2023	سیستم فیزیکی سایبری ^۴
Chen et al., 2020; Joshi et al., 2024	چاپگرهای سه بعدی
Turan-Güntepé & Abdüsselam, 2022; Kumar & Kaur, 2023; Adams, 2021; Oliveira & De Souza, 2022; Chen et al., 2020; Chen et al., 2020; Qureshi et al., 2021; Boltsi et al., 2024; Stroe, 2022; Laura Icela et al., 2023; Joshi et al., 2024; Peláez-Sánchez et al., 2023; Koseda et al., 2024; Almacén et al., 2023; Razzaq & Riaz, 2023;	اینترنت اشیا ^۵

1- Information and communication technology
4- Cyber-physical systems

2- Hologram-teacher formats
5- Internet of things

3- Extended reality

سپس، مضامین پایه را براساس وجوه اشتراک و افتراق با یکدیگر ادغام و در سطحی بالاتر مضامین سازمان‌دهنده را طبقه‌بندی کردیم (جدول ۲).

جدول ۲. مضامین سازمان‌دهنده

مضامین سازمان‌دهنده	مضامین پایه
فناوری‌های ارتباطی و شبکه	وجود شبکه‌های سلولی نسل پنجم
	رسانه‌های اجتماعی
	سیستم‌های ارتباطی صوتی و تصویری مبتنی بر وب
	نرخ انتقال داده بالا، برای پشتیبانی از تعاملات بی‌درنگ و ارتباطات یکپارچه
محتوای تعاملی	فناوری‌های حسگر لمسی
	کتابخانه گرافیکی
فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی	هوش مصنوعی
	استفاده از چت‌بات‌ها
	سیستم یادگیری ماشینی
	سیستم‌های پشتیبانی هوشمند
فناوری‌های آموزشی، یادگیری و تعاملی	روباتیک آموزشی
	سیستم‌های آموزشی هوشمند
	فناوری تحلیل داده‌های بزرگ
	سیستم‌های مدیریت یادگیری
	بازی‌وارسازی آموزش
	آزمایشگاه‌های مجازی
	فناوری روباتیک
	اتوماسیون
فناوری‌های دیجیتال	فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات
	فناوری‌های رایانش ابری
	فناوری بلاکچین
	قالب‌های هولوگرام، استاد
فناوری‌های واقعیت و شبیه‌سازی	فناوری (XR)
	پخش ویدئو ۳۶۰ درجه
فناوری نوآورانه	سیستم فیزیکی سایبری
	چاپگرهای سه بعدی
	اینترنت اشیا

همچنین، با ادغام مضامین سازمان‌دهنده، مضامین فراگیر را طبقه‌بندی کردیم. نتایج را در جدول ۳ آورده‌ایم.

جدول ۳. مضامین فراگیر

مضامین پایه	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین فراگیر
وجود شبکه‌های سلولی نسل پنجم	فناوری‌های ارتباطی و شبکه	فناوری‌های ارتباطی و آموزشی
رسانه‌های اجتماعی		
سیستم‌های ارتباطی صوتی و تصویری مبتنی بر وب		
نرخ انتقال داده بالا، برای پشتیبانی از تعاملات بی‌درنگ و ارتباطات یکپارچه		
فناوری‌های حسگر لمسی	محتوای تعاملی	
کتابخانه گرافیکی		
هوش مصنوعی	فناوری‌های آموزشی، یادگیری و تعاملی	
استفاده از چت‌بات‌ها		
سیستم یادگیری ماشینی		
سیستم‌های پشتیبانی هوشمند		
روباتیک آموزشی		
سیستم‌های آموزشی هوشمند		
فناوری تحلیل داده‌های بزرگ		
سیستم‌های مدیریت یادگیری		
بازی‌وارسازی آموزش	فناوری‌های دیجیتال	فناوری‌های نوین و هوش مصنوعی
آزمایشگاه‌های مجازی		
فناوری روباتیک		
اتوماسیون (خودکارسازی)	فناوری‌های واقعیت و شبیه‌سازی	
فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات		
فناوری‌های رایانش ابری		
فناوری بلاکچین	فناوری نوآورانه	
قالب‌های هولوگرام‌استاد		
فناوری (XR)		
پخش ویدئوی ۳۶۰ درجه	فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی	
سیستم فیزیکی سایبری		
چاپگرهای سه‌بعدی		
اینترنت اشیا		

الگو را به روش بازبینی همتایان، با نظرسنجی از ۳ خبره، اعتبارسنجی کردیم و الگوی نهایی (جدول ۳) به تأیید نهایی خبرگان رسید.

در پایان، براساس مبانی دانشی موجود و نظر خبرگان، چارچوب فناورانه پیاده‌سازی نظام آموزش نسل چهارم را تدوین کردیم. این بخش کمی، پس از جمع‌آوری پرسشنامه‌ها و ثبت داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS۲۵ و آزمون آلفای کرونباخ، با ضریب $0/۸۹۴$ تأیید شد.

در بررسی کفایت نمونه در دانشگاه‌ها، از آزمون KMO در نرم‌افزار SPSS۲۵ استفاده کردیم. نتایج را در جدول ۴ آورده‌ایم.

جدول ۴. ضرایب آزمون KMO

ردیف	ابعاد	KMO Measure of Sampling Adequacy
۱	کل سؤالات پرسشنامه	$0/۶۶۱$

با استفاده از آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف^۱، میزان نرمال بودن سؤالات پرسشنامه را سنجیدیم. نتایج آزمون نشان داد سطح معناداری سؤالات پرسشنامه کوچک‌تر از $0/۰۵$ است که غیرنرمال بودن آنها را نشان می‌دهد.

به‌منظور ارزیابی هم‌قواری یا یکسان بودن/نبودن میانگین نمونه با میانگین جامعه، از آزمون باینومیمال استفاده و فرضیه‌های زیر را بررسی کردیم:

فرض صفر: درصد موفقیت در جامعه برابر نسبت آزمون است.

فرض مقابل: درصد موفقیت در جامعه برابر نسبت آزمون نیست.

براساس فرضیه‌های مذکور، چنانچه سطح معناداری کمتر از سطح خطای در نظر گرفته شده باشد فرض صفر رد می‌شود و نتیجه می‌گیریم درصد موفقیت و به‌تبع آن شکست برابر با حد ارائه شده در آزمون نیست که پس از آزمون مشاهده کردیم فرض صفر برای همه سؤالات رد شده است.

درنهایت، امکان سنجی تهیه و به‌کارگیری فناوری‌های مرتبط با آموزش نسل چهارم در پنج دانشگاه را در جدول ۵ ارائه کردیم.

جدول ۵. امکان‌سنجی پیاده‌سازی فناوری‌های نظام آموزش نسل چهارم

ردیف	شاخص	میانگین	امکان‌سنجی
۱	وجود شبکه‌های سلولی نسل پنجم	۲	امکان ندارد.
۲	رسانه‌های اجتماعی	۲/۲۵	امکان ندارد.
۳	سیستم‌های ارتباطی صوتی و تصویری مبتنی بر وب	۲/۱۴	امکان ندارد.
۴	نرخ انتقال داده بالا برای پشتیبانی از تعاملات بی‌درنگ و ارتباطات یکپارچه	۲/۳۳	امکان ندارد.
۵	فناوری‌های حسگر لمسی	۲/۴۴	امکان ندارد.
۶	کتابخانه گرافیکی	۲/۴	امکان ندارد.
۷	هوش مصنوعی	۲/۳۷	امکان ندارد.
۸	استفاده از چت‌بات‌ها	۲/۲۹	امکان ندارد.
۹	سیستم یادگیری ماشینی	۲/۰۷	امکان ندارد.
۱۰	سیستم‌های پشتیبانی هوشمند	۲/۴	امکان ندارد.
۱۱	روباتیک آموزشی	۲/۵۹	در آستانه آمادگی
۱۲	سیستم‌های آموزشی هوشمند	۲/۲۲	امکان ندارد.
۱۳	فناوری تحلیل داده‌های بزرگ	۲/۰۳	امکان ندارد.
۱۴	سیستم‌های مدیریت یادگیری	۲/۲۲	امکان ندارد.
۱۵	بازی‌وارسازی آموزش	۲/۱۱	امکان ندارد.
۱۶	آزمایشگاه‌های مجازی	۲/۴	امکان ندارد.
۱۷	فناوری روباتیک	۲/۱۱	امکان ندارد.
۱۸	اتوماسیون (خودکارسازی)	۲/۵۱	در آستانه آمادگی
۱۹	فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات	۲/۵۱	در آستانه آمادگی
۲۰	فناوری‌های رایانش ابری	۲/۳۳	امکان ندارد.
۲۱	فناوری بلاک چین	۲/۵۵	در آستانه آمادگی
۲۲	قالب‌های هولوگرام‌استاد	۲/۵۹	در آستانه آمادگی
۲۳	فناوری (XR)	۲/۲۲	امکان ندارد.
۲۴	پخش ویدیوی ۳۶۰ درجه	۲/۲۵	امکان ندارد.
۲۵	سیستم فیزیکی سایبری	۲/۱۴	امکان ندارد.
۲۶	چاپگرهای سه‌بعدی	۲/۰۳	امکان ندارد.
۲۷	اینترنت اشیا	۲/۱۴	امکان ندارد.

۵. نتیجه‌گیری

با بررسی متون مرتبط با نظام آموزش ۴/۰، ۲۷ فناوری مورد نیاز پیاده‌سازی این نظام آموزشی را شناسایی کردیم که، براساس ارتباطات مضامین پایه، در ۷ دسته‌بندی و، براساس ارتباطات مضامین سازمان‌دهنده، در ۲ دسته فراگیر قرار گرفتند. با بررسی‌ها مشخص شد نظام آموزش عالی کشور ما فاصله زیادی با پیاده‌سازی آموزش نسل چهارم دارد چراکه، با توجه به تحریم‌ها، نبود منابع کافی، ناآشنایی مدیران سطح کلان با این نظام آموزشی، زمان برپودن دستیابی به فناوری‌ها و، حتی در صورت دستیابی، زمان برپودن تولید فناوری‌ها، فاصله زیادی با پیاده‌سازی این نظام آموزشی داریم. لذا، می‌بایست هرچه سریع‌تر برای فراهم‌سازی منابع مالی و غیرمالی، تربیت نیروی‌های متخصص برای آموزش بهره‌گیری از فناوری‌ها به استادان، کارکنان و دانشجویان، تهیه و یا تولید فناوری‌ها و در دسترس قراردادن یکسان آنها بین ذی‌نفعان و... برنامه‌ریزی شود.

References

- Abed Jafari, H., Taslimi, M., Faqih, A., Sheikhzadeh, M. (2011). Content analysis and theme network: a simple and efficient way to explain patterns in qualitative data. *Strategic Management Thought*, 5(2), 151-198.
- Akimov, N., Kurmanov, N., Uskelenova, A., Aidargaliyeva, N., Mukhiyayeva, D., Rakhimova, S., & Utegenova, Z. (2023). Components of education 4.0 in open innovation competence frameworks: systematic review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(2), 100037.
- Alakrash, H. M., & Razak, N. A. (2020). Towards the education 4.0, readiness level of students in utilising technology-enhanced classroom. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 13(10), 161-182.
- Alfalah, A. A. (2023). Factors influencing students' adoption and use of mobile learning management systems: a quantitative study of Saudi Arabia. *International Journal of Information Management Data Insights*, 3(1), 100143.
- Alharbi, A. M. (2023). Implementation of education 5.0 in developed and developing countries: a comparative study. *Creative Education*, 14(5), 914-942.
- Almacen, R. M., Castilla, D., Gonzales, G., Gonzales, R., Costan, F., Costan, E., & Ocampo, L. (2023). Preparedness indicator system for education 4.0 with fuzzy and rough sets. *Systems*, 11(6), 288.
- Al-Samarraie, H., Shamsuddin, A., & Alzahrani, A. I. (2020). A flipped classroom model in higher education: a review of the evidence across disciplines. *Educational Technology Research and Development*, 68(3), 1017-1051.
- Alvarez-Cedillo, J., Aguilar-Fernandez, M., Sandoval-Gomez Jr, R., & Alvarez-Sanchez, T. (2019). Actions to be taken in Mexico towards education 4.0 and society 5.0. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(4), 693-698.
- Anderson, C. R. (2023). Traditional versus modern teaching methods amongst special education students and enhancing students' self-concept: a comprehensive literature review. The Chicago School of Professional Psychology.
- Anderson, T., & Dron, J. (2011). Three generations of distance education pedagogy. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 12(3), 80-97.
- Anggriani, A., Sarvi, S., & Masturi, M. (2020). The effectiveness of guided discovery in distance learning to improve scientific literacy competencies of primary school students. *Journal of Primary Education*, 9(5), 454-462.
- Bakkabulindi, F. E. K. (2018). Electronic readiness of administrators in Makerere University: a test of rogers' innovation diffusion theory. *Ajbuma Journal*, 4(1).
- Barkley, E. F., & Major, C. H. (2020). Student engagement techniques: A handbook for college faculty.
- Blau, I., Shamir-Inbal, T., & Avdiel, O. (2020). How does the pedagogical design of a technology-enhanced collaborative academic course promote digital literacies, self-regulation, and perceived learning of students?. *The Internet and Higher Education*, 45, 100722.

- Boltzi, A., Kalovrektis, K., Xenakis, A., Chatzimisios, P., & Chaikalis, C. (2024). Digital tools, technologies, and learning methodologies for education 4.0 frameworks: a stem oriented survey. *IEEE Access*, 12, 12883–12901.
- Chen, Z., Zhang, J., Jiang, X., Hu, Z., Han, X., Xu, M., & Vivekananda, G. N. (2020). Education 4.0 using artificial intelligence for students performance analysis. *Inteligencia Artificial*, 23(66), 124–137.
- Chituc, C. M. (2021). A framework for education 4.0 in digital education ecosystems. In smart and sustainable collaborative networks 4.0: 22nd IFIP WG 5.5 Working Conference on Virtual Enterprises Proceedings 22(pp. 702–709).
- Dakhi, O., Jama, J., & Irfan, D. (2020). Blended learning: a 21st century learning model at college. *International Journal of Multi Science*, 1(08), 50–65.
- Demartini, C., & Benussi, L. (2017). Do web 4.0 and industry 4.0 imply education x. 0?. *It Professional*, 19(3), 4–7.
- Dhivya, D. S., Hariharasudan, A., & Nawaz, N. (2023). Unleashing potential: multimedia learning and education 4.0 in learning professional english communication. *Cogent Social Sciences*, 9(2), 2248751.
- Dimitriadou, E., & Lanitis, A. (2023). A critical evaluation, challenges, and future perspectives of using artificial intelligence and emerging technologies in smart classrooms. *Smart Learning Environments*, 10(1), 12.
- Dočekal, V., & Tulinská, H. (2015). The impact of technology on education theory. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 174, 3765–3771.
- Ekin, C. C., Polat, E., & Hopcan, S. (2023). Drawing the big picture of games in education: a topic modeling-based review of past 55 years. *Computers & Education*, 194, 104700.
- Erişti, S. D. B., Kurt, A. A., & Dindar, M. (2012). Teachers' views about effective use of technology in classrooms. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 3(2), 30–41.
- Felder, R. M. (1993). Reaching the second tier. *Journal of College Science Teaching*, 23(5), 286–290.
- Felder, R. M. (2002). Learning and teaching styles in engineering education.
- Friedman, T. L. (2005). The world is flat: a brief history of the twenty-first century.
- Gajek, A., Fabiano, B., Laurent, A., & Jensen, N. (2022). Process safety education of future employee 4.0 in industry 4.0. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 75, 104691.
- Geuer, L., Lauer, F., Kuhn, J., Wehn, N., & Ulber, R. (2023). Smaepho-smart photometry in education 4.0. *Education Sciences*, 13(2), 136.
- Goldin, T., Rauch, E., Pacher, C., & Woschank, M. (2022). Reference architecture for an integrated and synergetic use of digital tools in education 4.0. *Procedia Computer Science*, 200, 407–417.
- Haderer, B., & Ciolacu, M. (2022). Education 4.0: artificial intelligence assisted task-and time planning system. *Procedia Computer Science*, 200, 1328–1337.
- Halili, S. H. (2019). Technological advancements in education 4.0. *The Online Journal of Distance Education and E-learning*, 7(1), 63–69.
- Huang, A. Y., Lu, O. H., & Yang, S. J. (2023). Effects of artificial intelligence-enabled personalized recommendations on learners' learning engagement, motivation, and outcomes in a flipped classroom. *Computers & Education*, 194, 104684.
- Jaliseh, S., Jafari nia, S., Kheirandish, M & Hassanpour, A. (2019). Designing a network resource management model in the governance of networks of the ministry of health treatment and medical education. *Public Policy*. 3(5),113–139 [in Persian].
- Jeong, H. (2019). Cognitive mechanisms of collaborative learning and technology supports. *Korean Journal of Cognitive Science*, 30(1), 1–30.
- Joshi, K., Kumar, R., Bharany, S., Saini, D. K. J. B., Kumar, R., Ibrahim, A. O., ... & Medani, M. A. (2024). Exploring the connectivity between education 4.0 and classroom 4.0: technologies, student perspectives, and engagement in the digital era. *IEEE Access*, 12, 24179–24204.
- Kamali, Y. (2016). Methodology of content analysis and its application in public policy studies. *Public Policy Research*. 4(2).
- Kizilkaya, B., Zhao, G., Sambo, Y. A., Li, L., & Imran, M. A. (2021). 5G-enabled education 4.0: enabling technologies, challenges, and solutions. *IEEE Access*, 9, 166962–166969.
- Koseda, E., Cohen, I. K., McIntosh, B., & Cooper, J. (2025). Internationalisation and digital transformation in heis: the impact of education 4.0 on teaching, learning and assessment. *Policy Futures in Education*, 23(1), 1–9.
- Kuleto, V., Ilić, M. P., Bucea-manea-Ţoniş, R., Ciocodeică, D. F., Mihălcescu, H., & Mindrescu, V. (2022). The attitudes of k–12 schools' teachers in Serbia towards the potential of artificial intelligence. *Sustainability*, 14(14), 8636.

- Kumar, S., & Kaur, M. (2023). Readiness for education 4.0: pandemic as the wakeup call for teacher education institutions. *J Adv Educ Philos*, 7(1), 10–13.
- Laura icela, G. P., María soledad, R. M., & Juan antonio, E. G. (2023). Education 4.0 maturity models for society 5.0: systematic literature review. *Cogent Business & Management*, 10(3), 2256095.
- Martin, J., Bohuslava, J., & Igor, H. (2018). Augmented reality in education 4.0. In *2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)* (Vol. 1, pp. 231–236).
- Miranda, J., & Molina, A. (2020). Designing hybrid learning programs in higher education by applying education 4.0: the innovation challenge bootcamp as case study. In *2020 IEEE Learning with Moocs* (pp. 31–36).
- Nguyen, A., Gardner, L., & Sheridan, D. (2020). Data analytics in higher education: an integrated view. *Journal of Information Systems Education*, 31(1), 61–71.
- Oliveira, K. K. D. S., & De Souza, R. A. (2022). Digital transformation towards education 4.0. *Informatics in Education*, 21(2), 283–309.
- Oliveira, S. R. M., & Saraiva, M. A. (2023). Leader skills interpreted in the lens of education 4.0. *Procedia Computer Science*, 217, 1296–1304.
- Patiño, A., Ramírez, M. S., & Buenestado, M. (2023). Active learning and education 4.0 for complex thinking training: analysis of two case studies in open education. *Smart Learning Environments*, 10(1), 8.
- Peláez, I. C., Georgereyes, C. E., & Glasserman, L. D. (2023). Gender digital divide in education 4.0: a systematic literature review of factors and strategies for inclusion. *Future in Educational Research*, 1(2), 129–146.
- Qureshi, M. I., Khan, N., Raza, H., Imran, A., & Ismail, F. (2021). Digital technologies in education 4.0. Does it enhance the effectiveness of learning?.
- Ramírez, M. S., Ramírez, M., Loaiza, M., Zúñiga, A., & Portuquez, M. (2021). Characterization of the teaching profile within the framework of education 4.0. *Future Internet*, 13 (4), 91.
- Ramírez, M. S., Castillo, I. M., Sanabria, J., & Miranda, J. (2022a). Complex thinking in the framework of education 4.0 and open innovation—a systematic literature review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1), 4.
- Ramírez, M. S., Mcgreal, R., & Agbu, J. F. O. (2022b). Horizontes digitales complejos en futuro de la educación 4.0: luces desde las recomendaciones de unesco. *Ried. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2), 09–21.
- Rani, S., Mishra, R. K., Usman, M., Kataria, A., Kumar, P., Bhambri, P., & Mishra, A. K. (2021). Amalgamation of advanced technologies for sustainable development of smart city environment: a review. *IEEE Access*, 9, 150060–150087.
- Razaq, A., & Riaz, M. (2023). Some modified picture fuzzy average aggregation operators with priority roles of stakeholders in implementation of education 4.0. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 44(6), 10159–10181.
- Rienties, B., Ferguson, R., Gonda, D., Hajdin, G., Herodotou, C., Iniesto, F., & Isidori, M. V. (2023). Education 4.0 in higher education and computer science: a systematic review. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(5), 1339–1357.
- Salinas-Navarro, D. E., Garay-Rondero, C. L., & Arana-Solares, I. A. (2023). Digitally enabled experiential learning spaces for engineering education 4.0. *Education Sciences*, 13(1), 63.
- Samiha, Y. T., Handayani, T., Razaq, A., Fithriyah, M., Fitri, A., & Anshari, M. (2022). Implementation of education 4.0 as sustainable decisions for a sustainable development. In *2022 International Conference on Decision Aid Sciences and Applications* (pp. 846–850).
- Srivani, V., Hariharasudan, A., Nawaz, N., & Ratajczak, S. (2022). Impact of education 4.0 among engineering students for learning English language. *Plos One*, 17(2), e0261717.
- Stroe, A. C. (2022). Digitalization of romanian education system: is Romania ready to embrace education 4.0?. *Informatica Economica*, 26(3), 16–25.
- Traxler, J. (2018). Distance learning—predictions and possibilities. *Education Sciences*, 8(1), 35.
- Vahidi, H., and Shahrestani, M. (2023). Education 4.0 obstacles and challenges. *The First International Conference on Innovation, Growth and Development in Management, Accounting and Humanities* (In Persian).
- Van leeuwen, A., & Janssen, J. (2019). A systematic review of teacher guidance during collaborative learning in primary and secondary education. *Educational Research Review*, 27, 71–89.
- Vassilakopoulou, P., & Hustad, E. (2023). Bridging digital divides: a literature review and research agenda for

information systems research. *Information Systems Frontiers*, 25(3), 955-969.

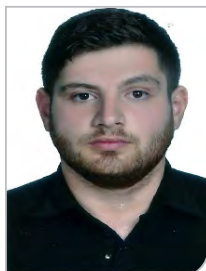
- Vikhman, V. V. (2022). Technological trends of industry 4.0 in education: opportunity navigator. *Professional Education in the Modern World*, 12(1), 29-36.
- Warschauer, M. (2004). Technology and social inclusion: rethinking the digital divide.
- Warschauer, M., & Matuchniak, T. (2010). New technology and digital worlds: analyzing evidence of equity in access, use, and outcomes. *Review of Research in Education*, 34(1), 179-225.



◀ **سین وحیدی:** دکترای خود را از دانشگاه علامه طباطبائی در رشته مدیریت فناوری اطلاعات، گرایش خدمات فناوری اطلاعات، گرفته است. در حال حاضر، استادیار گروه مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی مالک اشتر اصفهان است.



◀ **افشین علیپور پیجانی:** دکترای خود را از دانشگاه تهران در رشته مدیریت دولتی، گرایش خط مشی گذاری عمومی، گرفته است. در حال حاضر، استادیار گروه مدیریت و مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی مالک اشتر واحد تهران است.



◀ **محمدصابر شهرستانی:** فارغ التحصیل رشته مدیریت کسب و کار، گرایش استراتژی، از دانشگاه صنعتی مالک اشتر واحد تهران است. مقالات همایشی و پژوهشی ای در زمینه های مدیریت تألیف کرده است و به حوزه های گوناگون پژوهشی، از جمله مدیریت تکنولوژی، علاقه مند است.



◀ **حمیدرضا نبوی نژاد:** فارغ التحصیل مدیریت از دانشگاه انتظامی امین است و در حال حاضر به پژوهش در حوزه پیاده سازی فناوری در مباحث گوناگون می پردازد.