مجله کنترل
ISSN (print) 2008-8345
ISSN (online) 2538-3752
مقاله پژوهشی
جلد ۱۸، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۳، صفحه ۲۹-۱۵

آموزش فنآوری محور در مهندسی کنترل هم‌راستا با تحولات فنآورانه صنعتی: روند بین‌المللی و تجارب ایرانی

محمد حسن جانفشان [۱] و سید علی اکبر صفوی [۲]

[۱] فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی برق، گروه قدرت و کنترل، دانشگاه شیراز،شیراز، ایران erfanjff@gmail.com

[۲] استاد، دانشکدهٔ مهندسی برق و کامپیوتر، گروه قدرت و کنترل، دانشگاه شیراز،شیراز، ایران safavi@shirazu.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۶ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۸/۲۹ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۷

چکیده: این مقاله به بررسی تحولات دیجیتال و نقش انقلاب‌های صنعتی ۴/۰ و ۵/۰ در آموزش مهندسی کنترل می‌پردازد. با توجه به اهمیت روزافزون این تحولات و نیاز به مهارت‌های جدید، لزوم تغییرات اساسی در روش‌های آموزش و ارائه محتوای درسی کاملاً احساس می‌شود. این مطالعه به بررسی روش‌های نوین آموزشی از جمله یادگیری معکوس، یادگیری مسئله‌محور، یادگیری تیم‌محور، استفاده از آزمایشگاه‌های مجازی و آزمایشگاه‌های از راه دور و ... می‌پردازد. همچنین، مروری بر تحقیقات و پروژه‌های انجام شده در این حوزه ارائه شده است. به عنوان مطالعه موردی، تجربیات و نتایج به دست آمده از پیاده‌سازی این روش‌ها در دانشگاه شیراز مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که این رویکردها بهبود قابل توجهی در فرآیند یادگیری و افزایش رضایت دانشجویان ایجاد کرده است.

کلمات کلیدی: آموزش کنترل، آموزش‌های نوین، فنآوری‌های پیشرفته، آزمایشگاه‌های مجازی و از راه دور، انقلاب صنعتی ۴/۰، انقلاب صنعتی ۵/۰ و مهارت‌های جدید.

Technology-Enhanced Learning in Control Engineering Aligned with Industrial Technological Developments: International Trends and Iranian Experiences

Mohammad Hassan Janfeshan, Ali Akbar Safavi

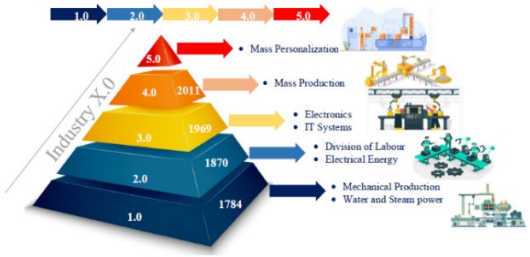
Abstract: This article examines the digital transformations and the role of Industrial Revolutions 4.0 and 5.0 in control engineering education. Given the growing importance of these transformations and the need for new skills, fundamental changes in teaching methods and content delivery are essential. This study explores innovative educational methods such as flipped learning, problem-based learning, team-based learning, the use of virtual laboratories, and remote laboratories, among others. Additionally, a review of research and projects conducted in this field is presented. As a case study, the experiences and results from implementing these methods at Shiraz University are examined. The findings indicate that these approaches have significantly improved the learning process and increased student satisfaction.

Keywords: Control Education, Modern Education, Advanced Technologies, Remote and Virtual Laboratories, Industry 4.0, Industry 5.0 and New Skills.

[Downloaded from joc.kntu.ac.ir on 2026-11-05]

۱- تحول دیجیتال و مهارت‌های مورد نیاز

امروزه ما با پارادایم‌های جدیدی به نام صنعت‌های ۴/۰ و ۵/۰ [1] و عنوان جامع‌تری بنام تحول دیجیتال[2] روبرو هستیم. در نگاه اول در این تحولات با هدایت فنآوری‌های نوین اطلاعات و ارتباطات[3] و یک رویکرد شبکه‌ای اجزا و ماشین‌ها در حال هوشمند شدن هستند. این تحولات شامل گستره‌ای از تکنولوژی‌های پیشرو مانند سیستم‌های فیزیکی سایبری[4]، اینترنت اشیا[5] و رایانش ابری است. اساسا پیشرفت صنعت یک فرایند یکپارچه از پیچیدگی و چابکی میان انسان و ماشین است. دیجیتال شدن تولید با کمک سیستم‌های فیزیکی سایبری در حال افزایش است و در آن شبکه‌های متصل انسان‌ها و ربات‌ها با یکدیگر کار و تعامل کرده و با اطلاعات اشتراک یافته و تجزیه و تحلیل شده و توسط کلان داده و رایانش ابری در کل زنجیره ارزش صنعتی پشتیبانی می‌شود. بخش بزرگی از این تحولات بر محور اتوماسیون و ابزاردقیق و نظارت‌های هوشمند می‌باشد. شکل ۱ نمای کلی از انقلاب‌های صنعتی را نشان می‌دهد.



شکل ۱: تصویری از انقلاب‌های صنعتی [۱]

در دهه ۱۸۰۰، انقلاب صنعتی ۱/۰ از طریق تولیدات مکانیکی برای ماشین‌های بخار توسعه یافت. انقلاب صنعتی ۲/۰، در حدود سال ۱۸۷۰ توسط مفهوم توان الکتریکی و مونتاژ شدن خطوط تولید ادامه پیدا کرد. انقلاب صنعتی ۲/۰ در واقع روی تولید انبوه و تقسیم کار تمرکز داشت که موجب افزایش بهره‌وری شرکت‌های تولیدی شد. انقلاب صنعتی ۳/۰ در حدود سال ۱۹۶۹ پدید آمد که شامل مفاهیم الکترونیک، اتوماسیون و فنآوری اطلاعات شد. سیر تکامل برای ۳ انقلاب صنعتی اول حدود ۱۰۰ سال و برای رسیدن از انقلاب صنعتی سوم به چهارم، فقط ۴۰ سال طول کشیده است. انقلاب صنعتی ۴/۰ در حدود سال ۲۰۱۱ با مفهوم تولید هوشمند برای آینده روی کار آمد. هدف اصلی به حداکثر رساندن بازده و دستیابی به تولید انبوه با استفاده از تکنولوژی‌های نوظهور است. در حال حاضر، انقلاب صنعتی ۵/۰ روی شخصی سازی و انسان محوری تمرکز دارد. به نظر می‌رسد مسیر آینده، استفاده از خلاقیت انسان‌های متخصص و کار کردن آن‌ها در کنار ماشین‌های هوشمند می‌باشد [۱].

اصول اولیه موج چهارم صنعتی این است که با اتصال ماشین‌ها، قطعات و سیستم‌ها، کسب و کار در حال ایجاد شبکه‌های هوشمند در طول کل زنجیره ارزش هستند که می‌توانند به صورت خودمختار با یکدیگر تعامل کنند. برخی از نمونه‌هایی برای موج چهارم صنعتی عبارتند از دستگاه‌هایی که می‌توانند شکست را پیش‌بینی کنند و فرایندهای تعمیر و نگهداری را خودسازماندهی کنند که به تغییرات غیرمنتظره تولید منجر می‌شود. پیش‌بینی می‌شود که دنیای تولید شبکه‌ای بیشتر و بیشتر خواهد شد تا همه چیز با هر چیز دیگری مرتبط باشد. بدون شک اولین نیروی محرک این اتفاقات اینترنت اشیا است. پیچیدگی شبکه‌های تولید و تامین کنندگان به شدت افزایش خواهد یافت. شبکه‌ها و فرآیندها تاکنون محدود به یک کارخانه بوده است. اما در سناریو صنعت ۴/۰، این مرزها از کارخانه‌های فردی تا شبکه‌ای متنوع خواهد شد.

در حال حاضر، انقلاب صنعتی چهارم (نوع ۴) یکی از مهم‌ترین موضوعات موردعلاقه محققان و متخصصان است. تحقیقات و کنفرانس‌های گسترده‌ای در سراسر جهان برای ترویج اطلاعات بیشتر حول این موضوع انجام شده‌است، با توجه به مقاله [۲] در دوره‌ای بین سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۵، تعداد انتشارات در این حوزه موضوعی افزایش قابل توجهی داشته است. صنعت نوع چهارم، که به عنوان انقلاب صنعتی چهارم شناخته می‌شود، در سال ۲۰۱۱ در آلمان در طی رویدادی با نام نمایشگاه هانوور راه‌اندازی شد. در همان سال، این موضوع به بخشی از دستور کار دولت آلمان برای تجارت و صنعت تبدیل شد و همزمان در بخش صنعت و دانشگاه مورد استقبال فراوان قرار گرفت. در حال حاضر، این موضوع اهمیت جهانی پیدا کرده است، زیرا از سال ۲۰۱۶، بخشی از دستور کار مجمع جهانی اقتصاد شده است. علاوه بر این، به دلیل این که انقلاب صنعتی چهارم پتانسیل تغییر مقدار موجودی و چگونگی رقابت شرکت‌ها را دارد، در کشورهای مختلفی مانند آمریکا، فرانسه، ژاپن، سنگاپور، بریتانیا و چین به عنوان دستورکار، مورد بررسی قرار گرفته است.

عبارت انقلاب صنعتی چهارم به معنی برجسته کردن اهمیت این تغییر در مقایسه با انقلاب‌های صنعتی قبلی است. اما در یک سطح بالاتر، انقلاب صنعتی چهارم شامل گستره‌ای از تکنولوژی‌های پیشرو مانند سیستم‌های فیزیکی سایبری، اینترنت اشیا و رایانش ابری است. در نتیجه آن، تنها کشورهایی با توانایی پیش‌بینی و توسعه ابتکارات صنعتی و ظرفیت خود می‌توانند در یک بازار رقابتی جهانی قوی باقی بمانند و این ویژگی باعث شده است که بحث از طرف کشورهای مختلف مورد بخت و اقبال فراوان قرار گیرد [۳].

هم‌راستا و بعنوان مکمل انقلاب چهارم صنعتی، انقلاب صنعتی پنجم به عنوان یک تحول صنعتی آینده‌نگر تعریف می‌شود که در آن هوش انسانی با ماشین‌های هوشمند همکاری می‌کند. این تحول برای پیش‌گیری سیستماتیک از هدررفت و طراحی کارآمد به منظور ارتقاء کیفیت زندگی و ایجاد محصولات سفارشی با کیفیت بالا استوار است. این انقلاب، بر خلاف انقلاب صنعتی چهارم که تمرکز آن بر اتوماسیون و استفاده از

[1] Industry 4.0 and 5.0
[2] Digital Transformation
[3] ICT: Information Communications Technology
[4] CPSs: Cyber-Physical Systems
[5] IoT: Internet of Things

[Downloaded from joc.kntu.ac.ir on 2026-11-05]

تکنولوژی‌های هوشمند بدون توجه به نقش انسان بود، به دنبال تلفیق توانایی‌های انسانی با سیستم‌های هوشمند و برای افزایش بهره‌وری و ایجاد محیط‌های تولید هوشمند می‌باشد [۴].

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌کنیم، انقلاب صنعتی پنجم از تکنولوژی‌های پیشرفته‌ای مانند اینترنت اشیا، هوش مصنوعی[۶]، یادگیری ماشین[۷]، دوقلوی دیجیتال[۸] و بینایی کامپیوتر[۹] برای دستیابی به شخصی سازی دقیق و تولید محصولات مطابق با نیازهای خاص مشتریان استفاده می‌کند. این تکنولوژی‌ها امکان همکاری نزدیک‌تر بین انسان‌ها و روبات‌ها را فراهم می‌کنند و با استفاده از داده‌های زمان واقعی و تجزیه و تحلیل‌های پیشرفته، فرایندهای تولید را بهینه می‌کنند. همچنین، سیستم‌های شناختی فیزیکی سایبری[۱۰] که توانایی مشاهده، یادگیری و تصمیم گیری بر اساس محیط را دارند، نقش مهمی در تحقق اهداف این انقلاب ایفا می‌کنند [۴].



شکل ۲: تکنولوژی‌های فعال کننده انقلاب صنعتی پنجم [۴]

این یک فرصت قابل توجه برای جامعه کنترل و اتوماسیون است. با این حال بنظر می‌رسد که این مهم نیاز به روش‌شناسی‌های جدید در امر آموزش و بهبود مهارت‌ها و خلاقیت و کارآمدی بیشتر در کنترل و اتوماسیون با ترکیبی از ویژگی‌های چند رشته‌ای، بین رشته‌ای، داده محور، یادگیری محور و انسان در میان (در حلقه) می‌باشد. این بدان معنی است که هم نیازها و سیستم‌های فعال پیچیده‌تر می‌شوند و هم انتظارات گسترده‌تری از متخصصان کنترل و ابزاردقیق خواهد رفت [۴].

در واقع مهارت‌ها بعد مهم دیگری در صنعت نسل چهارم و پنجم محسوب می‌شوند. مهارت‌ها باید به موازات فنآوری‌ها تکامل یابند. این یک مسئله جهانی است. در شرایط حاضر حتی صنایع اروپا با مشکل کمبود مهارت‌ها مواجه هستند و این در حالی است که اغلب مؤسسات آموزشی حاضر قادر به رفع این تقاضا نیستند. این مسأله در هر دو مورد مهارت‌های عمومی و تخصصی مورد نیاز در حوزه دیجیتال صدق می‌کند. دانش آموختگان اغلب به اندازه کافی از مهارت‌های مورد نیاز برای بازار کار آتی برخوردار نیستند. این در حالی است که سرمایه انسانی واجد شرایط از بیشترین اهمیت برای تحقق تحولات دیجیتال برخوردار است و بنابراین می‌توان گفت که آموزش، مهارت‌آموزی و ارتقای مهارت نیروی‌کار بدون تردید مهم‌ترین مسأله در ارتباط با تحولات دیجیتال در صنایع محسوب می‌شوند.

در همین راستا پر واضح است که سیستم‌های کنترل در حال تغییرات سریع هستند و این باعث می‌شود که نیازمند بازنگری روش‌های آموزش دانشجویان در این راستا باشیم. از سوی دیگر پیشرفت‌های فنآورانه موجب افزایش آگاهی در مورد محیط‌های یادگیری موثر و متفاوت از روش‌های سنتی شده است. یک مرور ارزشمند بر روش‌های فنآورانه در آموزش کنترل در مقاله [۵] ارائه شده است.

به عنوان یک مثال فدراسیون جهانی کنترل اتوماتیک[۱۱] وب سایتی را به نگهداری منابع کنترل برای استفاده علاقمندان از سال ۲۰۰۸ قرار داد [۶] و همچنین در حال به‌روزرسانی می‌باشد. کمیته آموزش فدراسیون درصدد است تا با خلاصه کردن تجارب و فرصت‌های آموزشی به آموزش بهتر متخصصین کنترل و جامعه کنترل کمک نماید.

این موارد استادان را به دقت بیشتر در بررسی پیامدهای یادگیری ترغیب می‌کند و آن‌ها را با سوالاتی همچون موارد زیر روبرو می‌کند:

- من انتظار دارم که دانشجویان چه قابلیتی پیدا کنند؟
- یا چطور می‌توانم اطمینان پیدا کنم که به آن مهارت رسیده‌اند؟
- یا مهارت و تجربه خوب برای آن‌ها به چه معنا می‌باشد؟

لذا یک نکته مهم آن است که باید بازنگری بهتری نسبت به روش‌های آموزشی گذشته داشته باشیم. گرچه این روش‌ها همچنان می‌توانند مفید باشند اما تاثیرگذاری و نقش کمتری نسبت به روش‌های نوین دارند [۷, ۸].

همزمان با انتظارات بیشتر از استادان دانشگاهی برای اینکه به یاد دهنده‌های حرفه‌ای‌تری تبدیل شوند (علاوه بر محققان بهتر) تغییرات قابل توجهی هم در زمینه فنآوری‌های یادگیری و آموزش ایجاد شده است که باید به آن‌ها توجه شود و از ظرفیت‌های آن‌ها استفاده کرد.

به عنوان یکی از نمونه‌های تحول، فرصت‌های جدیدی برای استفاده از آزمایشگاه‌های از راه دور ایجاد شده است. در واقع با توجه به اینکه نشستن در جلوی تجهیزات آزمایشگاهی همیشه با محدودیت‌های مختلفی در دانشگاه روبرو بوده که از جمله آن محدودیت‌های ناشی از مباحث مالی، فضای فیزیکی، محدودیت‌های زمان‌بندی و غیره می‌باشد، امروزه فرصت استفاده از آزمایشگاه‌های از راه دور برای ۲۴ ساعت در شبانه روز و هفت روز هفته فراهم شده است. از سوی دیگر نرم افزارها با توسعه‌هایی که پیدا کرده‌اند و برنامه‌های کاربردی که ساخته شده به خوبی قادرند به افرادی با سطح مهارت برنامه نویسی متوسط هم کمک کنند تا برنامه‌های خود را پیاده سازی کنند و اثرات آن را ببینند [۱۱-۹]. لذا تحولات فنآوری موجب نوآوری‌های زیادی در بحث آموزش از جمله دسترسی به آزمایشگاه‌های از راه دور، آزمایشگاه‌های مجازی، آزمایشگاه‌های تعاملی

[6] AI: Artificial Intelligence
[7] ML: Machine Learning
[8] Digital Twin
[9] Computer Vision
[10] CPCS: Cyber Physical Cognitive System
[11] IFAC: International Federation of Automatic Control

[Downloaded from joc.kntu.ac.ir on 2026-11-05]

آنلاین و سایر موارد شده است. اما علی رغم وجود نمونه‌های ارزشمند، خیلی از دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی از آن‌ها استفاده چندانی نمی‌کنند [۱۵-۱۲]. از سوی دیگر پیشرفت هر چه بیشتر فنآوری‌های محاسباتی، برای دانشگاه‌ها و مراکز علمی امکان توسعه تجهیزات ارزان قیمت به‌عنوان آزمایشگاه‌های قابل حمل به منزل و غیره را فراهم کرده‌اند [۱۶-۱۸].

از سوی دیگر، یک نکته مهم در شکل ارائه محتوای درسی است که تنوع بخشی در روش‌های یاددهی و یادگیری در هر درس می‌تواند مفید باشد. به‌عبارتی از روش‌های ترکیبی برای ارائه درس و ایجاد فضای یادگیری می‌تواند استفاده شود، مثل ترکیبی از سخنرانی، نرم افزار، ویدئو، آزمایشگاه مجازی و غیره. باید به یاد داشت که یادگیری موثر تنها زمانی اتفاق می‌افتد که دانشجو در امر یادگیری حضور فعال داشته باشد و بنابراین تنها با ارائه بیش از حد محتواهای مختلف در قالب سخنرانی موجب یادگیری بهتر و قانع شدن دانشجو نمی‌گردیم. نکته قابل توجه دیگر آن است که با پیچیده‌تر شدن بسیاری از سیستم‌ها و لذا چالش برانگیزتر شدن راه‌های کنترل آن‌ها، استفاده از نرم افزار برای آموزش بهتر و ارزیابی مهارت‌ها بسیار کارآمد خواهد بود. همچنین این سوال می‌تواند اینجا مطرح شود که چگونه از این ابزارهای فنآورانه برای ارزیابی نتایج یادگیری استفاده شود.

وجود منابع باز در دسترس دانشجویان این آزادی عمل را می‌دهد تا مطالعات خود را در زمان مورد علاقه خود به راحتی دنبال کنند و مهارت‌های لازم را به دست آورند. از سوی دیگر در دسترس بودن منابع باعث می‌شود فشار از روی استادان برای پوشش دادن همه موضوعات در طول زمان ساعت درس برداشته شود و آن‌ها فرصت کنند با دانشجویان گفتگو و تعامل بیشتری داشته باشند. شواهد زیادی وجود دارند که در اختیار گذاشتن منابع درسی برای دانشجویان و سپس برگزاری کلاس به صورت کارگاهی و یا کلاس معکوس می‌تواند اثربخشی بیشتری برای دانشجویان داشته باشد تا اینکه صرفاً به سخنرانی استاد گوش دهند [۷, ۸, ۱۹].

منابع باز و موک‌ها[12] می‌توانند نقش بسیار ارزشمندی در یادگیری داشته باشند. ویژگی مهم موک‌ها می‌تواند چنین باشد:

۱) یادگیری هر چیزی که نیاز پیدا کنند از میان انواع محتواهای مختلف به زبان‌ها و بیان‌های مختلف.

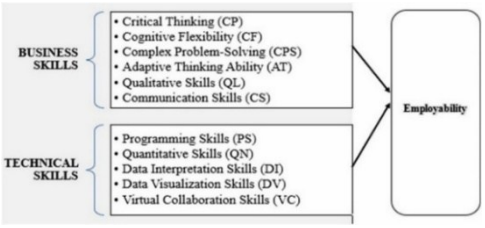
۲) امکان یادگیری همکارانه یا یادگیری جمعی همراه با یادگیرندگانی (دانشجویانی) در مکان‌های جغرافیایی مختلف.

۳) یادگیری همراه با متخصصین و مدرسینی از دانشگاه‌ها و نقاط جغرافیایی مختلف.

به هر حال موک‌ها بدون شک بر بخش مهمی از آموزش در آینده تاثیر جدی خواهند داشت.

با توجه به مباحث فوق نیاز به تحولات درونی دانشگاه‌ها بسیار جدی است. ضرورت تحول تقریبا در همه ابعاد ابزاری، محتوایی، مدیریتی، نیروی انسانی و فرهنگ تعاملی با نگاه محلی، ملی و بین المللی وجود دارد. چنین ابعادی در کتاب " آسیب ناپذیر از ربات: آموزش عالی در عصر هوش مصنوعی " به قلم یوسف عون رئیس دانشگاه نورث وسترن آمریکا هم به خوبی بیان شده است [۲۰]. وی تاکید می‌کند که برای باقی ماندن در جهان نوین مبتنی بر هوش مصنوعی و تحولات دیجیتالی، آموزش عالی نیازمند بازنگری قابل توجهی در اهداف، زیست بوم، فرآیندهای یاددهی، یادگیری و نظام حکمرانی است. در مقاله [۲۱] نیز به ویژگی‌های موسسات آموزشی عالی آینده اشاره می‌شود. در این مقاله گذار از آموزش مبتنی بر صرف انتقال دانش به سوی گسترش توانایی‌های ذهنی بالاتر از قبیل انتقادی، خلاقانه و مبتنی بر روش‌های همکارانه تاکید می‌گردد. در آنجا توجه بر سه نوع سواد در آموزش نوین مشتمل بر سواد داده‌ای، سواد فنآورانه و سواد مرتبط با تفکر سیستمی، نقادانه و کار آفرینانه تاکید می‌گردد. بسیاری از ابعاد فوق همراه با ضرورت‌های همکاری بین کشورها در اسناد تحولات مرتبط با آموزش مختلف از جمله برای اتحادیه اروپا [۲۲] نیز به وضوح آمده است.

در مقاله [۱] پس از مرور مختصری بر انقلاب‌های صنعتی، مهارت‌های مورد نیاز در تحول دیجیتال و روند تغییرات آن‌ها مورد بحث قرار می‌گیرد. باید توجه شود که این مقاله به بحث اعتبار بخشی به دوره‌ها و یا طراحی محتوای درسی یا همکاری با صنعت در ایجاد درس اشاره جامعی نکرده است. همان‌گونه که قبلا هم تاکید شد، مهارت‌ها بعد مهمی از تحول صنعتی می‌باشند و مهارت‌ها باید به موازات فنآوری‌ها تکامل یابند و این یک مسئله جهانی است. اما این مهارت‌ها چه هستند و در طول سال‌های اخیر چه تغییراتی هم داشته اند؟ پاسخ به این سوال در ادامه آورده می‌شود. از مهارت‌های جدید و مورد نیاز انقلاب‌های صنعتی اخیر می‌توان تفکر انتقادی، توانایی حل مسئله پیچیده، توانایی تفکر انطباقی، مهارت‌های ارتباطی، مهارت‌های برنامه نویسی، تفسیر داده، تجسم داده‌ها، مهارت‌های مشارکت مجازی و کار با اپلیکیشن‌های مجازی و ارتباطی را نام برد (شکل ۳) [۱].



شکل ۳: مهارت‌های جدید مورد نیاز صنعت [۱]

در هر انقلاب صنعتی، علاوه بر مهارت‌های جدید، نحوه آموزش نیز دچار تغییر و تحول می‌شود و روش‌های آموزش جدیدی مورد نیاز می‌باشند که در ادامه به آن‌ها اشاره خواهد شد. تکنیک‌های یادگیری

[12] MOOCs: Massive Open Online Courses

[Downloaded from joc.kntu.ac.ir on 2026-11-05]

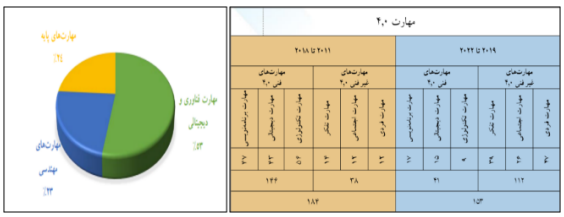
جدید، توانایی یادگیرندگان را برای به کارگیری فنآوری‌های جدید افزایش می‌دهند که آن‌ها را برای تولید نوآوری و خلاقیت با توجه به تغییرات جوامع خود، توانمند می‌کنند. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌کنید، روند تکامل فنآوری‌های آموزش، کاملا شبیه روند انقلاب‌های صنعتی می‌باشد [۱].

جدول ۱: تغییر روند صنعت، آموزش و اپراتورها [۱]

Industrial revolution	Education (r)evolution (methods)	Operator (r)evolution (techniques)
Industry 1.0	Education 1.0 (dictation and direct transfer of information)	Operator 1.0 (manual and dextrous work) (machine tools)
Industry 2.0	Education 2.0 (progressivism and openness to internet)	Operator 2.0 (assisted work with CNC)[1]
Industry 3.0	Education 3.0 (knowledge production and coconstructivism)	Operator 3.0 (cooperative work with robot)
Industry 4.0	Education 4.0 (innovation production and classroom replacement)	Operator 4.0 (work aided by human-CPS)[2]

[1]CNC: computer numerical control and [2]CPS: cyber physical system

از طرف دیگر، نتایج پژوهش [۲۳] نشان داد که در سال‌های اولیه ظهور صنعت ۴/۰ بیشترین تمرکز صنایع و مؤسسات بر روی جذب کارکنانی با مهارت‌هایی مانند مهارت دیجیتالی، فنآوری و برنامه نویسی تحت عنوان مهارت‌های فنی بوده است؛ اما با گذشت زمان بنا بر ضرورت و احساس شکاف مهارتی در بین کارکنان این اولویت‌بندی تغییر کرده و تا جایی که امروزه تمرکز بر روی توسعه مهارت‌هایی غیر فنی و نرم مانند تفکر خلاق، حل مسئله، خود مدیریتی و خود راهبری است (شکل ۴).



شکل ۴: روند نیاز مهارت‌های مورد نیاز دانشجویان مهندسی برای انطلاق با صنعت ۴/۰ [۲۳]

مهارت‌های غیر فنی مورد نیاز کارفرمایان در صنعت ۴/۰ عبارتند از: مهارت‌های ارتباطی، مهارت‌های کار تیمی، مهارت‌های تفکر انتقادی و حل مساله، مهارت‌های کارآفرینی و مهارت‌های رایانه.

بنابراین، دانشگاه‌ها باید در معرض آموزش بین رشته‌ای، پژوهش، نوآوری و آموزش‌های صنعتی ارزشمند قرار گیرند تا نیازهای فعلی صنایع را برآورده سازند. تلاقی انسان و ماشین باعث کاهش دامنه موضوعی بین علوم انسانی، علوم اجتماعی و علوم و فنآوری می‌شود، زیرا مهارت‌های بسیاری مانند کار میان رشته‌ای، توانایی صحبت به زبان‌های خارجی، توانایی تفکر خلاق و یادگیری مادام‌العمر پابرجا خواهد ماند [۲۴].

در ادامه برخی مطالعات مرتبط با روندها و ابتکارات در حال شکل‌گیری در نظام‌های آموزش عالی دنیا برای انطباق با تحولات این انقلاب‌های صنعتی بیان می‌گردد. مطالعه [۲۵] تحت عنوان تأثیر انقلاب صنعتی ۴/۰ بر آموزش عالی در ویتنام تاکید می‌کند که چالش‌ها و فرصت‌ها نشان داده‌اند دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی باید کمک کنند تا شیوه‌های کیفیت بخشی سنتی خود را دیجیتالی کنند و از طریق پایش مداوم، ابزارها، رویکردها، روش‌شناسی‌های کیفی همسو با تحولات انقلاب صنعتی ۴/۰ را توسعه دهند. بسیاری از کشورهای جهان با چالش بزرگ کمبود نیروی متخصص و ماهر روبرو هستند؛ بنابراین، به‌منظور بازسازی آموزش عالی برای برآوردن نیازهای بازار کار، افزایش آگاهی و تجدید تفکر در مورد توسعه آموزش عالی ضروری است که برنامه‌ها و روش‌های آموزشی مهندسی بازسازی شوند. پژوهشی در سال ۲۰۱۹ در ارتباط با آموزش عالی و صنعت نسل چهارم انجام شده که نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مؤسسات آموزش عالی در مالزی در زمینه استفاده از صنعت نسل چهارم در آموزش و یادگیری بر اساس رابطه مردم، فنآوری و محیط زیست با مشکل روبروست [۲۶]. در پژوهش [۲۷] که تحت عنوان مؤلفه‌های اصلی آموزش ۴/۰ در آموزش عالی مهندسی انجام دادند، یافته‌ها نشان داد که پیشرفت تکنولوژیکی و تکامل سریع آن بر صنعت و بخش‌های مختلف تولیدی-خدماتی تأثیر مثبت گذاشته است. یکی از بخش‌های خدماتی که بیشترین بهره را برده است آموزش است. در این بخش، پیاده سازی فنآوری‌های فعلی و نوظهور همراه با روش‌های نوین آموزشی و بهترین شیوه‌ها تحت عنوان آموزش نسل چهارم شناخته می‌شود.

مقاله [۲۸] که توسط وزارت آموزش و پرورش ایالات متحده در می ۲۰۲۳ منتشر شده است، به بررسی تأثیرات هوش مصنوعی بر آموزش و یادگیری پرداخته و توصیه‌هایی برای سیاست‌گذاری‌های آتی در این زمینه ارائه می‌دهد. وزارت آموزش و پرورش ایالات متحده، با هدف بهبود کیفیت آموزش و یادگیری، استفاده از فنآوری‌های نوین به ویژه هوش مصنوعی را تشویق می‌کند. هوش مصنوعی که به عنوان خودکارسازی بر اساس ارتباطات تعریف می‌شود، می‌تواند الگوها را در داده‌ها شناسایی کرده و تصمیم‌گیری‌های آموزشی را خودکار کند. این قابلیت‌ها، در صورت مدیریت صحیح، می‌توانند تحولات مثبتی در حوزه آموزش ایجاد کنند. از دلایل اهمیت هوش مصنوعی در آموزش می‌توان موارد زیر را نام برد:

- بهبود آموزش و یادگیری: هوش مصنوعی می‌تواند با تحلیل دقیق نیازهای دانشجویان و ارائه آموزش‌های متناسب، به بهبود فرآیند یادگیری کمک کند. ابزارهای هوشمند می‌توانند نقش استادان را در تدریس تقویت کرده و به دانشجویان با نیازهای خاص کمک‌های بیشتری ارائه دهند.
- افزایش بهره‌وری: فنآوری‌های هوش مصنوعی می‌توانند با خودکارسازی برخی از فرآیندهای آموزشی، زمان بیشتری را برای استادان آزاد کرده و امکان ارائه آموزش‌های شخصی‌سازی شده را فراهم کنند.

[Downloaded from joc.kntu.ac.ir on 2026-11-05]

- مدیریت چالش‌ها: با وجود مزایای هوش مصنوعی، نگرانی‌هایی مانند حفظ حریم خصوصی داده‌ها و خطرات امنیتی نیز وجود دارد. به همین دلیل، سیاست‌گذاری‌ها باید به گونه‌ای باشد که این خطرات را مدیریت کند.

از جمله توصیه‌هایی که برای سیاست‌گذاری‌ها می‌توان نام برد، در زیر آمده است:

- تمرکز بر انسان در فرآیندهای هوش مصنوعی: در هر تصمیم گیری آموزشی که با کمک هوش مصنوعی صورت می‌گیرد، انسان‌ها باید در حلقه تصمیم گیری باقی بمانند تا از عدالت و دقت در تصمیمات اطمینان حاصل شود.
- ارتقاء برابری آموزشی: سیاست‌ها باید به گونه‌ای باشد که هوش مصنوعی به کاهش نابرابری‌های آموزشی کمک کرده و به همه دانشجویان فرصت‌های برابر برای یادگیری ارائه دهد.
- تضمین امنیت و اثربخشی: داده‌های دانشجویان باید به دقت محافظت شود و مدل‌های هوش مصنوعی باید از نظر کیفیت و دقت به دقت بررسی شوند تا مطمئن شویم که استفاده از این فنآوری به نتایج آموزشی مطلوب منجر می‌شود.
- شفافیت در استفاده از هوش مصنوعی: استفاده از هوش مصنوعی باید شفاف باشد و استادان و دانشجویان باید درک کاملی از نحوه عملکرد این فنآوری و تأثیرات آن بر فرآیند یادگیری داشته باشند.

بنابراین استفاده از هوش مصنوعی در آموزش و یادگیری می‌تواند فرصت‌های بزرگی برای بهبود کیفیت آموزش و افزایش کارایی فرآیندهای آموزشی فراهم کند. با این حال، برای استفاده بهینه از این فنآوری، سیاست‌گذاری‌های دقیق و مدیریت صحیح ضروری است تا اطمینان حاصل شود که هوش مصنوعی به نحو مثبت و منصفانه‌ای در خدمت اهداف آموزشی قرار می‌گیرد.

در ادامه، روش‌های نوین در آموزش و برخی از ابزارهای فنآورنه مورد بحث قرار خواهند گرفت. سپس به مرور کارهای انجام شده در زمینه آموزش کنترل در چند سال اخیر پرداخته می‌شود. پس از آن مطالعه موردی کارهایی که اخیرا در دانشگاه شیراز در ارتباط با روند آموزش دروس انجام داده‌ایم را بیان خواهیم کرد. بحث چالش‌ها و ریسک‌های پیش رو در استفاده از فنآوری‌های نوین در آموزش هم در انتها مورد توجه قرار خواهد گرفت.

۲- روش‌های نوین در آموزش

موارد مهمی که در آموزش‌های نوین وجود دارند در به اختصار بیان می‌گردند [۱]:

یادگیری معکوس یا یادگیری وارونه[۱۳]: یک رویکرد نوین آموزشی است که در آن نقش سنتی کلاس درس و تکالیف خانه معکوس می‌شود. در این روش، دانشجویان محتوای درسی را خارج از کلاس، معمولاً از طریق ویدیوهای آموزشی، مقالات یا منابع آنلاین دیگر مطالعه می‌کنند. سپس، زمان کلاس برای تمرین، بحث و کارهای تعاملی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مدل، استاد نقش راهنما و تسهیل‌گر را ایفا می‌کند و به جای ارائه مستقیم محتوای درسی، به دانشجویان کمک می‌کند تا مفاهیم را عمیق‌تر بفهمند و مشکلات خود را حل کنند. این روش می‌تواند به دانشجویان فرصت بیشتری برای یادگیری مستقل و فعال بدهد و همچنین تعاملات درون کلاس را افزایش دهد.

یادگیری ترکیبی[۱۴]: در یادگیری ترکیبی، استاد این اختیار را به دانشجویان می‌دهد که تعدادی بصورت حضوری و تعدادی هم بصورت مجازی و آنلاین در کلاس درس شرکت کنند. در این روش، استاد می‌تواند برخی مطالب درسی را بصورت ویدیوی از قبل ضبط شده در اختیار دانشجو قرار دهد که بصورت غیر حضوری در خارج از زمان کلاس نیز درس را دنبال کنند.

یادگیری مسئله محور[۱۵]: یادگیری مسئله محور بدین معناست که دانشجویان برای به کار بردن دانش خود در حل مسائل به چالش کشیده می‌شوند و آن‌ها باید مسائل را بازنویسی و باز اندیشی کنند و برای شناسایی راه حل‌های جدید، چارچوب‌بندی مجدد کنند. این چیزی است که در کلاس درس معمول صورت نمی‌گیرد و امتحانات یک جواب درست را از دانشجویان می‌خواهند. اما یادگیری مسئله محور جواب‌های جدید با مسئله‌های جدید را طلب می‌کند. به بیانی دیگر، یک روش آموزشی که در آن دانشجویان از طریق حل مسائل واقعی و پیچیده، به یادگیری و درک موضوعات مختلف می‌پردازند. این روش به جای ارائه مستقیم اطلاعات توسط استاد، دانشجویان را تشویق می‌کند تا با تحقیق، بحث و همکاری با یکدیگر، راه‌حل‌هایی برای مسائل ارائه دهند. یادگیری مسئله محور بر توسعه مهارت‌های تفکر انتقادی، حل مسئله و یادگیری مستقل تمرکز دارد. این روش حتی میتواند با یادگیری تیم‌محور ترکیب شود.

یادگیری تیم‌محور[۱۶]: یادگیری تیم‌محور یک استراتژی مشارکتی شامل ارائه مبحث‌های آموزشی و یادگیری در قالب گروه می‌باشد که در یک چرخه سه مرحله‌ای انجام می‌شود: آماده‌سازی (خارج از کلاس)، تست تضمین آمادگی (درون کلاس) و تمرین متمرکز بر کاربرد (همه بر اساس فعالیت‌های مشترک یک تیم).

یادگیری پروژه‌محور[۱۷]: یادگیری پروژه‌محور مدلی است که یادگیری را حول پروژه‌ها سازماندهی می‌کند. بدین صورت که دانشجو با تعریف یک پروژه و حل آن، دانش خود در آن حوزه را به چالش می‌کشد.

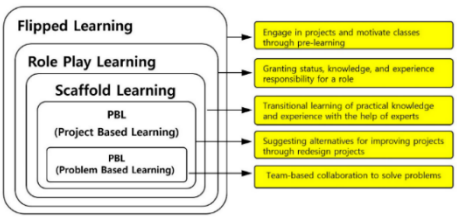
[13] Flipped Learning
[14] Hybrid-Blended Learning
[15] PBL: Problem-Based Learning
[16] TBL: Team-Based Learning
[17] PBL: Project-Based Learning

[Downloaded from joc.kntu.ac.ir on 2026-11-05]

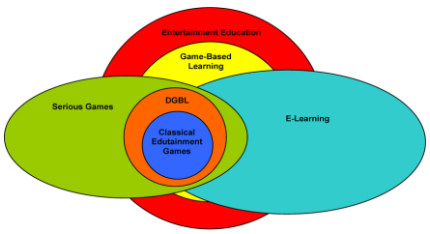
همانطور که در شکل ۵ مشاهده می‌کنیم، یادگیری مسئله‌محور، در دل یادگیری پروژه‌محور می تواند قرار گیرد. در این روش، دانشجویان با انجام پروژه‌های عملی و واقعی به یادگیری و درک عمیق مباحث می‌پردازند. این روش به دانشجویان اجازه می‌دهد تا با انتخاب و اجرای پروژه‌هایی که به مسائل واقعی و مهم مرتبط هستند، مهارت‌ها و دانش خود را توسعه دهند.

یادگیری مبتنی بر بازی[۱۸]: یادگیری مبتنی بر بازی در واقع استفاده از بازی‌های آموزشی برای یادگیری درس‌ها می‌باشد. بازی‌های آموزشی زیر مجموعه‌ای از بازی‌های جدی هستند (شکل ۶). آن‌ها اغلب بطور خاص برای آموزش و یادگیری طراحی شده‌اند، اما بازی‌های ویدیویی تجاری از قبیل Sim City یا Minecraft نیز وجود دارند که می‌توانند برای شکل گیری روند تفکر و یادگیری مفید باشند.

آزمایشگاه‌های مجازی و از راه دور[۱۹]: آزمایشگاه‌های مجازی، آزمایشگاه‌هایی هستند که محیط یادگیری درس را بوسیله کار با شبیه سازی‌های کامپیوتری یا تحت وب پیش می‌برند و آزمایشگاه‌های از راه دور، آزمایشگاه‌هایی هستند که دانشجویان آزمایش‌ها را بوسیله اتصال از راه دور به آزمایشگاه واقعی و انجام آزمایش‌ها بصورت بلادرنگ[۲۰] با تجهیزات واقعی انجام می‌دهند.



شکل ۵: قرار گیری آموزش‌های نوین [۱]



شکل ۶: قرار گیری انواع بازی‌ها [۱]

جدای از روش‌های نوین، بحث پلتفرم‌هایی برای استفاده بیشتر از فنآوری در آموزش هم قابل بررسی است. در زیر، برخی ابزارهای فنآورانه مرتبط آورده شده است:

سایت https://www.wolframalpha.com یک مرجع قوی برای مشاهده محتوای آموزش، یادگیری و تمرین در مباحث مختلف ریاضی، فیزیک، شیمی، مهندسی، اجتماعی، سلامت و ... بصورت نوشته، شکل و نمودار می‌باشد.

سایت https://phet.colorado.edu شامل شبیه سازی‌های تحت وب در مباحث علمی ریاضی، فیزیک، شیمی، زمین شناسی و بیولوژی می‌باشد که در زمینه درک دانشجویان از مفاهیم و قوانین علمی بسیار کمک کننده هستند.

سایت https://kahoot.com نیز برای ایجاد محیط‌های بازی برای آموزش به روش یادگیری مبتنی بر بازی می‌باشد. در این سایت، استاد درس محتوا را بر اساس محیط بازی انتخابی آماده و بارگزاری می‌کند و سپس دسترسی به دانشجویان می‌دهد و دانشجویان می‌توانند بصورت تیمی یا تکی در این محیط تعامل داشته باشند و به یادگیری مبحث مربوطه از این طریق بپردازند. در آخر نیز استاد یا دستیاران استاد، نتایج و آمار را مشاهده خواهد کرد.

سایت https://www.isee.ir، سایت انجمن آموزش مهندسی ایران می‌باشد که وبینارها، سخنرانی‌ها، انتشار کتب و نشریه‌های علمی و ... را به منظور گسترش، پیشبرد و ارتقای علمی آموزش مهندسی در ایران و توسعه کیفی نیروهای متخصص و بهبود بخشیدن به امور آموزشی و پژوهشی در زمینه‌های مختلف مهندسی یا رشته‌های مرتبط، فراهم می‌کند.

سایت https://elearningassociation.ir، سایت انجمن یادگیری الکترونیکی ایران می‌باشد که اخبار، کنفرانس‌ها، کارگاه‌ها، همایش‌ها، رویدادها، وبینارها و ... را در زمینه یادگیری الکترونیکی فراهم می‌کند. فیلم‌های ضبط شده فعالیت‌ها در این حوزه را می‌توانید در https://b2n.ir/YADALIVE مشاهده فرمایید.

سایت https://unitelproject.net شامل گزارش‌هایی از تغییر روند آموزش و تشکیل آزمایشگاه‌های مجازی و از راه دور و استفاده از تکنولوژی‌های صنعت ۵/۰ تحت یک پروژه بین المللی بین چندین دانشگاه ایرانی و چندین دانشگاه اروپایی است. در آنجا یک پروژه به منظور نوسازی و بین‌المللی‌سازی دانشگاه‌های ایران از طریق توسعه برنامه درسی مشارکتی مبتنی بر یادگیری فنآوری‌محور[۲۱] برای دانشجویان رشته‌های مهندسی، علوم، فنآوری و ریاضیات[۲۲] پیاده سازی شد. پورتال این پروژه برای استفاده از تکنولوژی در آموزش و استفاده از آزمایشگاه‌های مجازی و از راه دور، به آدرس https://vlab.unitelproject.net می‌باشد.

۳- کارهای انجام شده در حیطه آموزش کنترل

در اینجا، برخی از کارهای انجام شده در سال‌های اخیر در حیطه آموزش کنترل بیان خواهند شد که آن‌ها را به سه دسته تقسیم بندی کرده‌ایم؛ ۱) آموزش بوسیله روش‌های آموزشی جدید، ۲) آموزش بوسیله واقعیت مجازی[۲۳] و ۳) آموزش بوسیله آزمایشگاه‌های مجازی و از راه دور در حیطه مهندسی کنترل.

[18] GBL: Game-Based Learning
[19] Remote and Virtual Labs
[20] Real-Time
[21] Technology Enhanced Learning
[22] STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics
[23] VR: Virtual Reality

[Downloaded from joc.kntu.ac.ir on 2026-11-05]

۳-۱- کارهای انجام شده در حیطه آموزش بوسیله روش‌های آموزشی جدید در مهندسی کنترل

مقاله [۲۹] بر آموزش تئوری همزمان با آموزش مسئله‌محور در راستای تقویت مهارت حل مسئله و مهارت‌های عملی و استفاده از شبیه‌سازی‌ها و آزمایشگاه‌های مجازی و از راه دور در آموزش مهندسین کنترل تاکید دارد. در مقاله [۳۰] توضیح تولید محصول دانشجویی (مدل آزمایشی فن و صفحه و کنترل موتور جریان مستقیم[۲۴] از طریق آردوینو[۲۵]) به منظور ایجاد آزمایشگاه از راه دور و تنظیم آن در پورتال Go-Lab و WEB Lab به منظور گسترش آموزش مسئله محور انجام شده است. مقاله [۳۱] درباره انجام و فراهم کردن بستر آزمایشگاهی (بوسیله برد آردوینو و نرم افزار MATLAB/Simulink) برای انتقال بهتر مفاهیم درس کنترل دیجیتال صحبت می‌کند و در حال حاضر در حال کار برای بهره برداری از ویژگی‌های جدید Sysquake هستند تا کار را جذاب‌تر کنند. مقاله [۳۲] توسعه محیط یادگیری پروژه‌محور و یک فرمولاسیون جدید آموزشی که جدول سطح آمادگی حرفه‌ای[۲۶] می‌باشد را برای آموزش کنترل اتوماتیک در رشته مهندسی هوافضا پیشنهاد می‌دهد. مقاله [۳۳] به بررسی یادگیری پروژه‌محور در آموزش عالی پرداخته و نتایج و معیارهای مربوط به آن را مورد بررسی قرار می‌دهد. این نتایج شامل بهبود توانایی‌های حل مسئله، تقویت مهارت‌های ارتباطی، افزایش انگیزه و مشارکت در فرایند یادگیری است. علاوه بر این، یادگیری پروژه محور می‌تواند به دانشجویان کمک کند تا بهتر با مفاهیم نظری آشنا شوند و آن‌ها را در موقعیت‌های عملی به کار بگیرند. معیارهای ارزیابی نیز شامل عملکرد تحصیلی، توانایی‌های حل مسئله، مهارت‌های تیمی، میزان مشارکت در فرایند یادگیری و ... می‌باشد. در آخر نیز این روش می‌تواند به دانشجویان کمک کند تا مهارت‌های کاربردی و نظری خود را تقویت کنند و برای ورود به بازار کار آماده‌تر شوند. با این حال، برای بهره‌برداری کامل از مزایای یادگیری پروژه‌محور، نیاز به توسعه معیارهای ارزیابی دقیق‌تر و استفاده از روش‌های آموزشی مکمل وجود دارد.

با یک نگاه آزمایشگاهی‌تر، مقاله [۳۴] استفاده از یک ابزار آموزشی برای مدل‌سازی و کنترل یک مدار الکتریکی مرتبه سه را با استفاده از رویکرد یادگیری پروژه‌محور ارائه می‌دهد. این ابزار آموزشی بوسیله اتصال نرم افزار متلب و برد آردوینو و تجهیزات آزمایشگاهی پیاده‌سازی شده است. مقاله [۳۵] به تاثیر تدریس یکی از مبحث‌های رشته مهندسی برق کنترل بنام کنترل کننده منطقی برنامه پذیر (PLC [۲۷]) به روش یادگیری پروژه محور می‌پردازد. نتیجه گیری شده است که روش یادگیری پروژه‌محور، یکی از روش‌های یادگیری برتر برای دانشجویان با سطح بالای خلاقیت در دروس PLC می‌باشد. مقاله [۳۶] روش یادگیری مسئله محور با کمک آزمایشگاه‌های مجازی و از راه دور (تهیه شده به کمک برنامه‌های جاوا و مبتنی بر وب و اتصال به تجهیزات سخت افزاری موجود در آزمایشگاه) بجای استفاده از روش‌های سنتی آموزش برای تقویت انگیزه دانشجویان را توضیح می‌دهد. مقاله [۳۷] یک پلتفرم یادگیری به نام ADEPP Skill 4.0 را معرفی کرده که روش‌های یادگیری فعال و مشارکتی محیطی را فراهم می‌کند. این پلتفرم که با استفاده از شبیه‌سازهای آموزشی تحت وب و اپلیکیشن SharePoint کار می‌کند، اهداف آموزشی و استفاده از تکنولوژی‌های صنعت ۴/۰ و ۵/۰ را محقق می‌سازد.

در راستای بررسی ادراکات دانشجویان نیز می‌توان به مواردی اشاره کرد. مطالعه موردی [۳۸] به بررسی ادراکات، تجربیات، کیفیت مشارکت، عملکرد یادگیری و رضایت دانشجویان در یک کلاس معکوس می‌پردازد. ۱۸ دانشجوی مهندسی برق در این مطالعه شرکت کردند. نتایج نشان داد که دانشجویان رضایت بالایی از کلاس معکوس داشتند و کیفیت مشارکت و همکاری را مهم‌ترین عامل می‌دانستند.

۳-۲- کارهای انجام شده در حیطه آموزش بوسیله واقعیت مجازی در مهندسی کنترل

مقاله [۳۹] به بررسی نقش فنآوری‌های واقعیت افزوده[۲۸] و واقعیت مجازی در آموزش می‌پردازد. مطالعات نشان داده‌اند که این فنآوری‌ها پتانسیل قوی برای کمک به دانشجویان در بهبود مهارت‌ها و دانش خود دارند. در واقع، ترکیب واقعیت افزوده و واقعیت مجازی با آموزش می‌تواند تجربیات تدریس و یادگیری را به شیوه‌ای جذاب و موثر ارائه دهد. مقاله [۴۰] با بررسی مقالات در بازه زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۲ با کلید واژه‌های "آزمایشگاه مجازی" یا "محیط‌های یادگیری با واقعیت ترکیبی" یا "آزمایشگاه‌های واقعیت مجازی" و "نتایج" و "آموزش مهندسی" یا "مهندسی" و مزایا و محدودیت‌ها یا آزمایشگاه‌های واقعیت مجازی، به این نتیجه رسید که آزمایشگاه‌های مجازی به طور گسترده‌ای تقریباً در تمام زمینه‌های آموزشی مورد استفاده قرار خواهند گرفت. همچنین نتایج، کمبود رویکردهای نظری و روش‌شناختی متنوعی را نشان می‌دهد. مقاله [۴۱] نشان می‌دهند که چگونه می‌توان از دو فنآوری آموزشی مهم یعنی آزمایشگاه از راه دور و واقعیت مجازی برای بهبود تجربه یادگیری استفاده کرد. این پژوهش دو رویکرد را پیاده‌سازی می‌کند؛ ۱) نمایش آزمایشگاه فیزیکی با استفاده از تصاویر ۳۶۰ درجه و ۲) بازسازی کامل آزمایشگاه به صورت مدل سه بعدی مجازی با استفاده از موتور نرم افزار Unity و از همان پروتکل‌ها و الگوریتم‌ها برای ارتباط با آزمایشگاه فیزیکی استفاده می‌کند. کاربران می‌توانند از طریق یک تبلت مجازی، آزمایشگاه را کنترل و نظارت کنند.

شناخت فرصت‌ها و چالش‌های اینگونه ابزارهای فنآورانه نیز مورد تاکید برخی تحقیقات بوده‌اند. مقاله [۴۲] به بررسی فرصت‌ها و چالش‌های

[24] DC: Direct Current
[25] Arduino
[26] PRL: Professional Readiness Level
[27] Programmable Logic Controller
[28] AR: Augmented Reality

[Downloaded from joc.kntu.ac.ir on 2026-11-05]

استفاده از واقعیت مجازی در آزمایشگاه‌های مجازی و از راه دور می‌پردازد. با توجه به پیشرفت‌های اخیر و قیمت‌گذاری در سطح مصرف‌کننده برای سخت‌افزار واقعیت مجازی، علاقه به استفاده از آن در آموزش و یادگیری افزایش یافته است. نویسندگان تجربیات خود در استفاده از فنآوری بازی‌های ویدئویی مانند بازی Circuit Warz که از موتور نرم افزار Unity استفاده می‌کند را برای آموزش مهندسی برق و الکترونیک به اشتراک می‌گذارند. در ادامه چالش‌های طراحی برنامه‌های واقعیت مجازی، سخت‌افزارهای جانبی جدید برای تعامل و ناوبری بهتر در محیط‌های مجازی و در آخر به پیچیدگی‌ها و سربار اضافی برای ایجاد مواد آموزشی در واقعیت مجازی و اطمینان از تجربه مثبت دانشجویان اشاره می‌کند. در آخر نیز بیان می‌شود که با وجود چالش‌ها، واقعیت مجازی پتانسیل زیادی برای بهبود آموزش دارد.

با ورود عمیق‌تر به برخی مفاهیم انقلاب‌های صنعتی، مقاله [۴۳] به امکاناتی می‌پردازد که مفهوم دوقلوی دیجیتال می‌تواند در اهداف آموزشی در زمینه استفاده از آزمایشگاه‌های مجازی و از راه دور ارائه دهد. این امکان وجود دارد که دانشجویان تمرینات خود را بر روی دوقلوهای دیجیتال آزمایش کرده و اشکالات را قبل از اعمال بر سیستم‌های فیزیکی واقعی در آزمایشگاه، برطرف کنند. مقاله [۴۴] به بررسی استفاده از واقعیت مجازی برای کاربرد پزشکی به عنوان یک روش انحراف و کنترل برای مدیریت درد در حین پروسه درمان می‌پردازد. در آخر نیز محدودیت‌های تحقیق و توصیه‌هایی برای بهبود مطالعات آینده و تجربیات بالینی با واقعیت مجازی مورد بحث قرار می‌گیرند.

۳-۳- کارهای انجام شده در حیطه آموزش بوسیله آزمایشگاه‌های مجازی و از راه دور در مهندسی کنترل

مقاله [۴۵] یک شبیه‌ساز سیستم قدرت کم هزینه و چند منظوره را ارائه می‌دهد که برای طیف گسترده‌ای از شبیه‌سازی‌های زمان واقعی سخت‌افزار در حلقه[29] در سیستم‌های قدرت قابل استفاده است. این شبیه ساز با اتصال سخت افزارها به شبکه و استفاده از نرم افزارهای MATLAB/Simulink و LabVIEW کار می‌کند. مقاله [۴۶] در مورد طراحی و توسعه یک آزمایشگاه از راه دور برای آموزش ماشین‌های جریان مستقیم در دانشگاه فنی و حرفه‌ای ایران است. آزمایشگاه پیشنهادی با استفاده از برد آردوینو و نرم افزار LabVIEW طراحی شده است. برای تطابق بهتر با معیارهای ABET، اصل کار تیمی در انجام آزمایش‌ها در نظر گرفته شده است.

مقاله [۴۷] در مورد استفاده موثر از آزمایشگاه‌های مجازی برای بهبود فرآیند یادگیری دانشجویان است. در انتهای پژوهش، یک مدل ترکیبی از آزمایشگاه‌های مجازی و فیزیکی را پیشنهاد می‌دهند که با در نظر گرفتن تفاوت‌های فردی و تعامل مستمر، می‌تواند فرآیند یادگیری را بهبود بخشد. در مقاله [۴۸] روش ساخت یک ابزار مجازی به عنوان شبیه‌ساز سیستم قدرت[30] به تفصیل توضیح داده شده است. این کار پیاده سازی یک سیستم سخت افزار در حلقه[31] با یک محفظه تحریک واقعی مربوط به سیستم‌های قدرت الکتریکی را بوسیله نرم‌افزارهای MATLAB/Simulink و LabVIEW انجام داده است.

توسعه همکاری‌های بین المللی یکی از پیامدهای این تحولات فنآورانه است. مقاله [۴۹] درباره طرح آزمایشگاه‌های آنلاین باز گسترده[32] است که با همکاری دانشگاه‌های سوییس و کشورهای جنوب جهان مانند ایران، نیجر، لبنان و جیبوتی اجرا می‌شود. هدف اصلی این طرح به اشتراک‌گذاری تجهیزات و منابع آزمایشگاهی موجود در سوییس با دانشگاه‌های کشورهای در حال توسعه است تا دانشجویان مهندسی در این کشورها بتوانند از راه دور و از طریق اینترنت، آزمایش‌های عملی را انجام دهند. در این طرح که با استفاده از زیرساخت‌های موک‌ها و پلتفرم آموزشی graasp.eu اجرا می‌شود، تجهیزاتی مانند پنل‌های خورشیدی قابل تنظیم در کشورهای جنوب نصب می‌شوند و دانشجویان سوییسی و همچنین دانشجویان کشورهای میزبان می‌توانند از راه دور آن‌ها را کنترل کرده و تحت شرایط آب و هوایی متفاوت به آزمایش، یادگیری و تحقیق بپردازند.

مقاله [۵۰] در مورد استفاده از روش یادگیری مسئله محور در آموزش مهندسی اتوماسیون در طول همه‌گیری کووید-۱۹[33] است. نویسندگان یک راه حل برای ارائه تجربه یادگیری مشابه جلسات حضوری از طریق یک آزمایشگاه از راه دور ارائه می‌دهند. این آزمایشگاه بر روی کنترل و تحلیل یک سیستم غیر خطی با استفاده از یک مدل مخزن تمرکز دارد که بوسیله یک پیاده سازی فنی مقرون به صرفه در محیط LabVIEW آن را ارائه می‌دهد. برای حفظ انگیزه دانشجویان در دوران کاهش ارتباط‌های اجتماعی، نویسندگان آن‌ها را با یک سناریوی شبیه به کار واقعی و یک مشخصات فنی واقعی روبرو می‌کنند. این رویکرد یادگیری مسأله‌محور به دانشجویان اجازه می‌دهد تا زمان مطالعه خود را به صورت خودمختار سازماندهی کنند.

در مقاله [۵۱] چگونگی طراحی و اجرای اولین محیط آزمایشگاه مجازی و از راه دور در ایران برای یک دستگاه سروو آموزشی مربوط به آزمایشگاه درس کنترل خطی در مهندسی کنترل ارائه شده است. در آخر، دو محیط مجازی با امکان اتصال از راه دور بوسیله Web در محیط LabVIEW برای استفاده از آزمایشگاه مجازی و از راه دور ارائه شده است. در مقاله [۵۲] روش‌های ایجاد یک آزمایشگاه مجازی زمان حقیقی و کنترل و نظارت تحت شبکه به صورت کامل توضیح داده شده است و ضمن بررسی روش‌های انتقال داده در شبکه و مزایا و معایب آن و پیاده سازی آن‌ها در محیط LabVIEW، آزمایشگاه ماشین‌های الکتریکی دانشگاه شیراز به صورت مجازی زمان حقیقی و کنترل از راه دور طراحی

[29] RT-HIL: Real-Time Hardware In the Loop
[30] PSE: Power System Emulator
[31] HIL: Hardware-In-the-Loop
[32] MOOLs: Massive Open Online Labs
[33] COVID-19

[Downloaded from joc.kntu.ac.ir on 2026-11-05]

اجرا و ارزیابی گردیده است. نتایج حاصل شده، نشان دهنده موفقیت این روش می‌باشد.

مقاله [۵۳] به طراحی و ساخت یک سیستم کنترلی چند منظوره می‌پردازد که بر اساس مفاهیم انقلاب صنعتی چهارم و اینترنت اشیا صنعتی[34] می‌باشد. این سیستم با بهره‌گیری از فضای ابری، قابلیت اتصال و کنترل از راه دور را فراهم می‌کند و هدف آن ارائه یک پلتفرم کنترلی جامع و منعطف با پرداخت هزینه کمتر برای اتوماسیون صنعتی می‌باشد

طبق ارزیابی انجام شده از مزایای آزمایشگاه‌های مجازی و از راه دور در بین دانشجویان کارشناسی رشته برق گرایش کنترل دانشگاه شیراز، ابعاد مختلف رضایت دانشجویان مهندسی در این حوزه در نظر گرفته شده و تصویری جامع از تجربیات دانشجویان و میزان رضایت آن‌ها بررسی شده است که کاملا رضایت بخش بوده است (جدول ۲) [۵۴].

جدول ۲: ابعاد مختلف رضایت دانشجویان مهندسی از مزایای آزمایشگاه‌های مجازی و از راه دور [۵۴]

Study variables	*N*	*Min*	*Max*	*Mean*	*Std. Deviation*	*Variance*
FA (Students' focused attention during the use of the virtual laboratory)	18	1.00	5.00	3.6481	1.15171	1.326
PU (Perceived usefulness of virtual lab)	18	1.00	5.00	3.7407	1.05133	1.105
Confirm (Virtual lab approval by students)	18	1.00	5.00	3.6481	1.16861	1.366
Satisfaction (Students' satisfaction with the virtual laboratory)	18	1.00	5.00	3.5139	1.24697	1.555
Play (Fun and enjoyable virtual lab)	18	1.00	5.00	3.3333	1.37199	1.882
PEU (Easily perceived by students in using a virtual lab)	18	1.00	5.00	3.5926	1.12926	1.275
Attitude (Attitude to the virtual laboratory)	18	1.00	5.00	3.4167	1.38532	1.919
ICU (Tendency to use the virtual lab continuously)	18	1.00	5.00	3.4630	1.29422	1.675
QD (Quality of virtual laboratory design)	18	1.00	5.00	3.5083	1.17245	1.375
Valid N (listwise)	18					

مقاله [۵۵] درباره انقلاب در آموزش و یادگیری درس کنترل صنعتی در دانشگاه شیراز می‌باشد. در تدریس این درس، از روش‌های یادگیری فعال مانند یادگیری مسئله محور، یادگیری تیم محور و کلاس معکوس همراه با فنآوری‌های پیشرفته آموزشی استفاده شده است. فنآوری‌های مورد استفاده شامل آزمایشگاه مجازی، آزمایشگاه از راه دور، ویدیوهای آموزشی، انیمیشن و واقعیت مجازی بوده است. دانشجویان به صورت گروهی روی مسائلی که برایشان تعریف شده بود، کار می‌کردند و به منابع آنلاین، نرم‌افزارها و تجهیزات آزمایشگاهی برای تمرین بیشتر دسترسی داشتند. از واقعیت مجازی نیز برای یادگیری نصب و سیم‌کشی تجهیزات پنل‌های موجود در آزمایشگاه استفاده شده است. نظرسنجی از دانشجویان نشان داد که آن‌ها رضایت بالایی از روش‌های آموزشی و فنآوری‌های مورد استفاده داشته‌اند. هدف اصلی، آماده کردن دانشجویان برای صنایع قرن ۲۱ با ترکیب روش‌های یادگیری فعال و فنآوری‌های پیشرفته بوده است. نتایج نشان می‌دهد که این رویکرد تلفیقی می‌تواند انقلابی در آموزش دروس مهندسی ایجاد کند. مقاله [۵۶] درباره استفاده از یادگیری فنآوری محور در آموزش و یادگیری درس آزمایشگاه کنترل خطی برای دانشجویان مهندسی برق دانشگاه شیراز می‌باشد. در طول تدریس این درس، از روش‌های یادگیری فعال مانند یادگیری معکوس و یادگیری مبتنی بر تجربه همراه با فنآوری‌های پیشرفته آموزشی استفاده شده است. امکانات ارائه شده شامل آزمایشگاه مجازی، آزمایشگاه از راه دور، ویدیوهای آموزشی و دسترسی به آزمایشگاه فیزیکی بوده است. دانشجویان قبل از حضور فیزیکی در آزمایشگاه، از طریق آزمایشگاه مجازی با دستورالعمل‌ها و ویدیوها آشنا می‌شدند. سپس در آزمایشگاه فیزیکی حضور یافته و تجربیات خود را با آنچه در فضای مجازی آموخته بودند مقایسه می‌کردند. امکان دسترسی از راه دور به تجهیزات آزمایشگاه و مشاهده آن از طریق دوربین نیز فراهم شده بود. نظرسنجی از دانشجویان نشان داد که آن‌ها رضایت بالایی از روش‌های آموزشی و فنآوری‌های مورد استفاده داشته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از یادگیری فنآوری محور و آزمایشگاه‌های مجازی و از راه دور می‌تواند تجربه یادگیری دانشجویان را بهبود بخشد.

[34] IIoT: Industrial Internet of Things

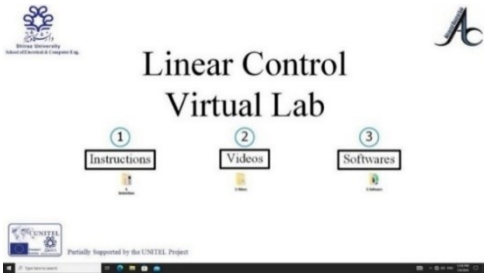
[Downloaded from joc.kntu.ac.ir on 2026-11-05]

٤- ارائه کار انجام شده در دانشگاه شیراز بر اساس مفاهیم صنعت ٤/٠ و ٥/٠

با توجه به مطالب گفته شده، تکنولوژی‌های روز صنعت ۴/۰ و ۵/۰ و نیازهای تحول آموزش، یک سیستم در دانشگاه شیراز راه اندازی کرده‌ایم که با روش‌های نوین در آموزش و تکنولوژی‌های موجود، مهارت‌های دانشجویان را تقویت کند که برای کار در صنعت حاضر دنیا آماده باشند. این سیستم بدین ترتیب می‌باشد که در هر درس با شروع ترم و چند جلسه گفتن توضیحات اولیه روند درس و مفاهیم پایه، دسترسی از راه دور به یک پروفایل یا صفحه آموزشی به دانشجویان اختصاص می‌دهیم که شامل فایل‌های درسی، فیلم‌های آموزشی، نرم افزارهای نصب شده مرتبط با درس، آزمایشگاه مجازی و محیط‌های شبیه سازی شده آزمایشگاه می‌باشد. نمونه پروفایل و صفحه آموزشی اختصاصی برای آزمایشگاه مجازی دروس کنترل خطی و کنترل صنعتی را در شکل‌های ۷ و ۸ مشاهده می‌کنید.



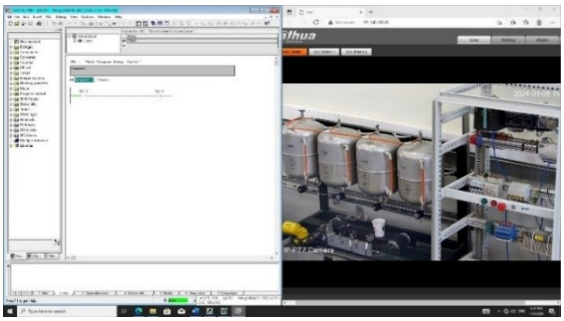
شکل ۷: صفحه آزمایشگاه مجازی کنترل صنعتی



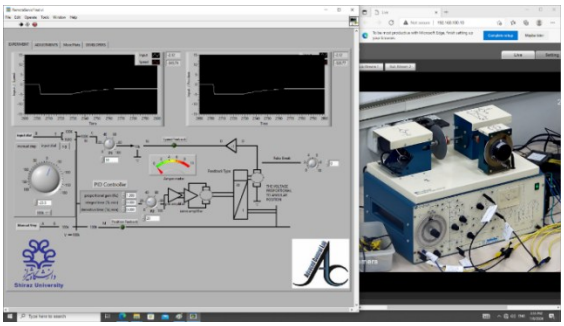
شکل ۸: صفحه آزمایشگاه مجازی کنترل خطی

در حال حاضر دروس کنترل خطی، آزمایشگاه کنترل خطی، کنترل صنعتی، آزمایشگاه کنترل صنعتی، درس کنترل چندمتغیره، درس سیستم‌های کنترل توزیع شده[35]، درس مباحث ویژه در کنترل (هوش مصنوعی)، درس و آزمایشگاه مجازی فیزیولوژی از بخش دامپزشکی دارای پروفایل و دسترسی می‌باشند.

همچنین، دسترسی از راه دور به صفحه دیگری که به خود پروسه‌ها و دستگاه‌های فیزیکی موجود در آزمایشگاه متصل می‌باشد، داده می‌شود که جهت تحقق آزمایشگاه از راه دور می‌باشد. در این پروفایل نیز، نرم افزارهای مربوطه و محیط‌های شبیه‌سازی نصب هستند و دانشجویان با اتصال به این صفحه و انجام آزمایشات، می‌توانند تغییرات اعمال شده را بوسیله دوربین قرار داده شده در محیط آزمایشگاه مشاهده کنند. در حال حاضر، دروس آزمایشگاه کنترل خطی و آزمایشگاه کنترل صنعتی دارای آزمایشگاه از راه دور می‌باشند (شکل ۹ و شکل ۱۰).



شکل ۹: صفحه آزمایشگاه از راه دور کنترل صنعتی



شکل ۱۰: صفحه آزمایشگاه از راه دور کنترل خطی

در ادامه، امکان استفاده از دوقلوی دیجیتال طراحی شده بعضی پروسه‌ها برای بررسی و تحلیل بهتر مباحث و پروسه‌های صنعتی در درس کنترل صنعتی فراهم می‌باشد. بعلاوه، با طراحی محیط ۳ بعدی آزمایشگاه و استفاده از عینک واقعیت مجازی جهت انجام بعضی از کارهای آزمایشگاهی که از نظر فیزیکی امکان پذیر نباشند یا محدودیت داشته باشند را فراهم کرده‌ایم (شکل ۱۱ و شکل ۱۲).



شکل ۱۱: محیط واقعیت مجازی در درس کنترل صنعتی

[35] DCS: Distributed Control System

[Downloaded from joc.kntu.ac.ir on 2026-11-05]



شکل ۱۲: دوقلوی دیجیتال در درس کنترل صنعتی

بطور خلاصه، برگزاری جلسات کلاس در طول ترم بصورت ترکیبی یعنی هم‌زمان هم امکان حضور فیزیکی و هم امکان حضور آنلاین (با استفاده از دادن لینک جلسه کلاس به دانشجویان که در همین سیستم ایجاد کرده‌ایم)، می‌باشد (Hybrid-Blended Learning). نحوه تدریس بدین‌صورت است که پس از گفتن مباحث اولیه درس به دانشجویان و سپس گروه‌بندی آن‌ها، بقیه مباحث درسی را به‌صورت فایل ویدیویی یا فایل متنی در اختیار دانشجویان قرار می‌دهیم و بقیه جلسات درس را بصورت جلسات گفت و گو و پرسش و پاسخ هم با استاد و هم دانشجویان با یکدیگر و حضور دستیار یا دستیاران استاد در آن درس ادامه می‌دهیم (Flipped Classroom). در ادامه دانشجویان را به گروه های ۳ یا ۵ نفره تقسیم می‌کنیم و یک سری سوالات و مسائل واقعی را مطرح می‌کنیم و یا پروژه‌ای تعریف می‌شود که دانشجویان یا بصورت فردی یا گروهی یک مسئله یا پروژه را انتخاب می‌کنند و با داشتن دسترسی به مطالب درسی، نرم‌افزار و شبیه‌سازی‌های موجود، آزمایشگاه‌های مجازی و از راه دور طراحی شده، استفاده از عینک واقعیت مجازی و اتصال به دوقلوی دیجیتال و یا حتی حضور فیزیکی در آزمایشگاه، با نظارت استاد یا دستیاران استاد به بررسی و حل مسائل و پروژه‌های انتخابی خود می‌پردازند (Team-Based Learning، Problem-Based Learning، Project-Based Learning و Remote and Virtual Labs). چند گروه از دانشجویان نیز می‌توانند با اتصال به بسترهای طراحی شده در محیط‌های بازی‌سازی آنلاین، به بررسی و یادگیری مباحث از طریق انجام بازی‌های آموزشی بپردازند (Game-Based Learning).

بدین‌ترتیب، تغییراتی که به‌واسطه رشد تکنولوژی، تحولات دیجیتال و انقلاب صنعتی حاضر در نیاز به مهارت‌های جدید به‌وجود آمده را با تغییر و تحول‌هایی که در نحوه آموزش و ارائه محتوای درسی در دانشگاه شیراز اعمال کرده‌ایم را پاسخگو بودیم. همانطور که در [۵۵] و [۵۶] بیان شده است، نتایج نظرسنجی از دانشجویان نشان‌دهنده میزان رضایت بالای آن‌ها از تغییر روش‌های آموزش و اجرای روش‌های آموزش نوین و استفاده از فنآوری‌های نوظهور در امر یادگیری می‌باشد.

۵- چالش‌ها و ریسک‌های پیش‌رو

گرچه استفاده از فنآوری‌های نوین و رویکردهای جدید در آموزش به‌دلایل بیان شده قبلی امری ضروری است لیکن این بدان معنی نیست که اجرای آن هم می‌تواند به‌سادگی تحقق یابد. توجه به چالش‌های پیش‌رو و ریسک‌های احتمالی نیز امری واجب است. بنابراین شناخت این موارد جهت پیش‌بینی‌های لازم و برنامه‌ریزی بهتر توصیه می‌شود. به عنوان نمونه چالش‌های مختلف مرتبط با پیاده سازی فنآوری در آموزش همران با برخی راه کارها در [۵۷-۵۹] مورد بحث قرار گرفته است.

گرچه این چالش‌ها در هر کشوری می‌تواند وجود داشته باشد ولی در ایران به دلیل ویژگی‌های خاص اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی، این چالش‌ها و ریسک‌ها ممکن است با شدت بیشتری نمایان شوند. برخی از مهم‌ترین ریسک‌ها و چالش‌ها در زیر بیان شده است:

- شکاف دسترسی به فنآوری: تفاوت‌های اقتصادی و جغرافیایی در شهرها و مراکز علمی مختلف می‌تواند باعث تفاوت در دسترسی به فنآوری‌های نوین آموزشی و یا کیفیت دسترسی به آن‌ها گردد. لذا لازم است مطالعه و بررسی مناسب با مشورت متخصصین مرتبط صورت پذیرد.
- ضعف در زیرساخت‌های شبکه و اینترنت: اینترنت با سرعت بالا، یکی از پیش‌نیازهای اساسی برای استفاده مؤثر از فنآوری‌های نوین در آموزش است. مشکلاتی مانند اشکالات در زیرساخت‌های اینترنتی و قطع و وصلی‌های مکرر اینترنت، از جمله چالش‌های جدی در استفاده از این فنآوری‌ها در ایران به شمار می‌رود.
- مقاومت فرهنگی و اجتماعی: در تغییرات اجتماعی و فنآورانه همیشه مقاومت‌هایی مشاهده می‌شود. بخشی از این مقاومت‌ها به روحیه افراد ذینفع و بخشی عدم آشنایی آن‌ها با ظرفیت‌ها و یا ابزارهاست. ظرفیت‌های فرهنگی هم همیشه نقش مهمی دارند. نگرانی از دست رفتن روش‌های سنتی آموزش یا نبود اعتماد به سامانه‌های آنلاین هم می‌تواند مهم باشد. لذا آماده‌سازی روحی و دانشی و تجربه‌های نمونه می‌تواند کمک کننده باشد.
- ضعف مهارتی استادان: برای استفاده مؤثر از فنآوری در آموزش، استادان باید دارای مهارت‌های فنی و آشنایی با ابزارها و رویکردهای نوین باشند. بسیاری از استادان در ایران ممکن است این مهارت‌ها را نداشته باشند یا نتوانند به راحتی خود را با تکنولوژی‌های جدید تطبیق دهند. لذا آموزش و توانمندسازی اثر بخش خواهد بود.
- مشکلات امنیتی و حریم خصوصی: استفاده از فنآوری‌های نوین آموزشی ممکن است با نگرانی‌هایی در زمینه امنیت اطلاعات و حریم خصوصی همراه باشد. این مسأله به‌ویژه در ایران که قوانین و مقررات مربوط به حفظ حریم خصوصی و امنیت داده‌ها به طور کامل تنظیم نشده‌اند، می‌تواند

[Downloaded from joc.kntu.ac.ir on 2026-11-05]

چالش‌برانگیز باشد. اما اهمیت ابعاد و بخش‌های مختلف لازم است تبیین شود و راهکارهای مناسب اتخاذ گردد.

- آمادگی نهادهای مدیریتی و سیاست‌گذاری: بسیاری از نهادهای آموزشی و سیاست‌گذاران در ایران ممکن است آمادگی لازم برای پذیرش و پیاده‌سازی تکنولوژی‌های نوین در آموزش را نداشته باشند. عدم وجود برنامه‌ریزی استراتژیک و پشتیبانی لازم برای استفاده مؤثر از این فنآوری‌ها می‌تواند مانع از پیشرفت و بهره‌برداری کامل از آن‌ها شود. لذا توجه به ظرفیت‌های قانونی و اختیارات و نیز زمینه سازی مرتبط ضروری است.
- بحث وابستگی به فنآوری‌های خارجی: استفاده گسترده از فنآوری‌های نوین ممکن است کشور را به طور فزاینده‌ای به تولیدکنندگان خارجی فنآوری‌های آموزشی وابسته کند. این وابستگی می‌تواند در شرایط خاصی مانند تحریم‌ها مشکلات زیادی به همراه داشته باشد. لذا توجه به تنوع ابزار و دسترسی‌ها امری ضروری است.

در نهایت، برای غلبه بر این چالش‌ها و ریسک‌ها، نیاز به سیاست‌گذاری‌های دقیق، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، آموزش و ارتقای مهارت‌های دیجیتال در بین دانشگاهیان و همچنین همکاری بین دولت، بخش خصوصی و نهادهای آموزشی وجود دارد.

٦- نتیجه‌گیری

در این مقاله، به بحث تغییرات سریع در حوزه فنآوری و انقلاب‌های صنعتی اخیر و نیاز به تحول در سیستم‌های آموزشی اشاره گردید. تاکید بر استفاده از روش‌های نوین آموزشی و فنآوری‌های پیشرفته، فرصتی برای بهبود کیفیت آموزش و افزایش کارآمدی فرآیند یادگیری نیز مورد بحث قرار گرفت. با اشاره به تجربیات دانشگاه شیراز، نشان داده شد که استفاده از روش‌هایی نظیر یادگیری معکوس، یادگیری مسئله محور و یادگیری تیم محور، همراه با آزمایشگاه‌های مجازی و از راه دور و فنآوری‌های پیشرفته، منجر به افزایش رضایت دانشجویان و بهبود مهارت‌های عملی آن‌ها شده است. علی رغم وجود چالش‌هایی نظیر نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه و آموزش‌های تکمیلی، نتایج نشان می‌دهد که بهره‌گیری از این فنآوری‌ها در دراز مدت می‌تواند به پیشرفت‌های چشمگیری در آموزش مهندسی کنترل منجر شود. بنابراین، پذیرش و پیاده سازی صحیح این رویکردها می‌تواند به ارتقاء سطح آموزشی و تربیت نیروی انسانی ماهر و متناسب با نیازهای صنعتی آینده کمک کند. اما این در واقع یک توصیه محسوب نمی‌گردد و امری اجتناب ناپذیر برای همراهی با تحولات فنآوری می‌باشد.

مراجع

[۱] جانفشان, م. ح. و صفوی, س. ع. ا., ۱۴۰۱, "آموزش مبتنی بر فنآوری جهت رشته های مهندسی با تکیه بر دوقلوی دیجیتال", شانزدهمین کنفرانس ملی و دهمین کنفرانس بین المللی یادگیری و یاددهی الکترونیکی ایران.

[2] Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. d. F. R. , and Ramos, L. F. P., 2017, "Past, present and future of Industry 4.0-a systematic literature review and research agenda proposal," *International journal of production research,* vol. 55, no. 12, pp. 3609-3629, Art no.

[3] Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A. , and Wahlster, W., *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group*. Forschungsunion, 2013.

[4] Maddikunta, P. K. R. *et al.*, 2022, "Industry 5.0: A survey on enabling technologies and potential applications," *Journal of industrial information integration,* vol. 26, p. 100257, Art no.

[5] Rossiter, J., Pasik-Duncan, B., Dormido, S., Vlacic, L., Jones, B. , and Murray, R., 2018, "A survey of good practice in control education," *European Journal of Engineering Education,* vol. 43, no. 6, pp. 801-823, Art no.

[6] Pérez, J., Dormido, S. , and Vlacic, L., 2011, "Enhancing student learning: On-line interactive laboratory for modelling of real world control system applications," *IFAC Proceedings Volumes,* vol. 44, no. 1, pp. 7268-7273, Art no.

[7] Lancaster, S. J. and Read, D., 2013, "Flipping lectures and inverting classrooms," *Education in Chemistry,* vol. 50, no. 5, pp. 14-17, Art no.

[8] Crouch, C. H. and Mazur, E., 2001, "Peer instruction: Ten years of experience and results," *American journal of physics,* vol. 69, no. 9, pp. 970-977, Art no.

[9] Cameron, I., 2009, "Pedagogy and VR-Immersive Environments in Curricula."

[10] Guzmán, J. L., Åström, K. J., Dormido, S., Hägglund, T. , and Piguet, Y., 2006, "Interactive learning modules for PID control," *IFAC Proceedings Volumes,* vol. 39, no. 6, pp. 7-12, Art no.

[11] Khan, A. and Vlacic, L., 2006, "Teaching control: benefits of animated tutorials from viewpoint of control students," *IFAC Proceedings Volumes,* vol. 39, no. 6, pp. 365-370, Art no.

[12] De Jong, T., Linn, M. C. , and Zacharia, Z. C., 2013, "Physical and virtual laboratories in science and engineering education," *Science,* vol. 340, no. 6130, pp. 305-308, Art no.

[13] Murray, R. "Feedback Systems." https://murray.cds.caltech.edu/Main_Page (accessed.

[Downloaded from joc.kntu.ac.ir on 2026-11-05]

studies in engineering education," *Computers & Electrical Engineering,* vol. 93, p. 107278, Art no.

[28] Cardona, M. A., Rodríguez, R. J. , and Ishmael, K., 2023, "Artificial intelligence and the future of teaching and learning: Insights and recommendations."

[29] Juuso, E. K., 2018, "An advanced teaching scheme for integrating problem-based learning in control education," *Open Engineering,* vol. 8, no. 1, pp. 41-49, Art no.

[30] Matijević, M. S., Jović, N. D., Nedeljković, M. S. , and Čantrak, Đ. S., 2017, "Remote labs and problem oriented engineering education," in *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*: IEEE, pp. 1391-1396.

[31] Lerma, E., Costa-Castelló, R., Griñó, R., Sanchis, C. , and Dormido, S., 2019, "On teaching digital control systems in a generic engineering degree," *IFAC-PapersOnLine,* vol. 52, no. 9, pp. 103-108, Art no.

[32] Castaldi, P. and Mimmo, N., 2019, "An experience of project based learning in aerospace engineering," *IFAC-PapersOnLine,* vol. 52, no. 12, pp. 484-489, Art no.

[33] Guo, P., Saab, N., Post, L. S. , and Admiraal, W., 2020, "A review of project-based learning in higher education: Student outcomes and measures," *International journal of educational research,* vol. 102, p. 101586, Art no.

[34] Rengifo, C. F. and Bravo, D. A., 2020, "A project-based learning approach to teach identification and control systems," *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias del Aprendizaje,* vol. 15, no. 1, pp. 10-16, Art no.

[35] Seke, F., Sumilat, J., Kembuan, D., Kewas, J., Muchtar, H. , and Ibrahim, N., 2018, "Project-Based Learning in Programmable Logic Controller," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 306, no. 1: IOP Publishing, p. 012042.

[36] Wuttke, H.-D., Ubar, R. , and Henke, K., 2010, "Remote and virtual laboratories in problem-based learning scenarios," in *2010 IEEE International Symposium on Multimedia*: IEEE, pp. 377-382.

[37] Salimi, F.-F., Salimi, F., Taghipoor, H., Mokhtarname, R., Safavi, A. A. , and Urbas, L., 2022, "Active learning on the collaborative digital twin of the process plants," in *2022 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*: IEEE, pp. 878-883.

[38] Salimi, G., Abdolahi, N. , and Safavi, A. A., 2021, "A case study of assessing perceptions, experiences, collaborating quality, learning performance, and student satisfaction in a flipped classroom," *Quarterly of Iranian Distance Education Journal,* vol. 3, no. 1, pp. 100-116, Art no.

[14] Mathtutor. "Math Education." https://www.mathtutor.ac.uk/ (accessed.

[15] Rossiter, J. "Lectures on youtube." http://www.youtube.com/channel/UCMBXZxd-j6VqrynykO1dURw (accessed.

[16] Hill, R. C., 2015, "Hardware-based activities for flipping the system dynamics and control curriculum," in *2015 American Control Conference (ACC)*: IEEE, pp. 2777-2782.

[17] Reck, R. M. and Sreenivas, R. S., 2015, "Developing a new affordable DC motor laboratory kit for an existing undergraduate controls course," in *2015 American Control Conference (ACC)*: IEEE, pp. 2801-2806.

[18] Egerstedt, M., "Low-Cost Educational Robots. Project with National instruments and Mathsworks.," 2014.

[19] Rossiter, J., 2014, "Lecture flipping for control engineers," *IFAC Proceedings Volumes,* vol. 47, no. 3, pp. 10592-10597, Art no.

[۲۰] عون, ی., آسیب ناپذیر از ربات: آموزش عالی در عصر هوش مصنوعی. تهران، دانشگاه تهران، موسسه انتشارات انجمن آموزش مهندسی ایران: انتشارات دانشگاه تهران شماره انتشار ۴۱۳۱, ۱۳۹۸.

[21] Jyoti, R., & Sutherland, "Future-Ready institutions: Assessing U.S. higher education sector's and AI adoption and capabilities," 2020.

[22] AI, H., 2019, "High-level expert group on artificial intelligence," *Ethics guidelines for trustworthy AI,* vol. 6.

[۲۳] بامری, م., سلیمی, ق., صفوی, س. ع. ا., ۱۴۰۱, "روند تغییرات در مهارت‌های مورد نیاز برای انطباق با صنعت ۴,۰ در یک دهه گذشته و رسالت دانشگاه‌های آینده", شانزدهمین کنفرانس ملی و دهمین کنفرانس بین المللی یادگیری و یاددهی الکترونیکی ایران.

[24] Mohd Adnan, A. H., Abd Karim, R., Mohd Tahir, M. H., Mustafa Kamal, N. N. , and Yusof, A. M., 2019, "Education 4.0 technologies, Industry 4.0 skills and the teaching of English in Malaysian tertiary education," *Arab World English Journal (AWEJ),* vol. 10, no. 4, pp. 330-343, Art no.

[25] Tri, N. M., Hoang, P. D. , and Dung, N. T., 2021, "Impact of the industrial revolution 4.0 on higher education in Vietnam: challenges and opportunities," *Linguistics and Culture Review,* vol. 5, no. S3, pp. 1-15, Art no.

[26] Mokhtar, M. A. and Noordin, N., 2019, "An exploratory study of industry 4.0 in Malaysia: A case study of higher education institution in Malaysia," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science,* vol. 16, no. 2, pp. 978-987, Art no.

[27] Miranda, J. *et al.*, 2021, "The core components of education 4.0 in higher education: Three case

[Downloaded from joc.kntu.ac.ir on 2026-11-05]

[39] Ardiny, H. and Khanmirza, E., 2018, "The role of AR and VR technologies in education developments: opportunities and challenges," in *2018 6th rsi international conference on robotics and mechatronics (icrom)*: IEEE, pp. 482-487.

[۴۰] پردنجانی, ا., صالحی و کیوان, ۱۴۰۱, "بررسی نظام مند دستاوردها، مزایا و محدودیت های استفاده از آزمایشگاه های مجازی و از راه دور در آموزش مهندسی," فصلنامه آموزش مهندسی ایران, vol. 24, no. 95, pp. 57-88, Art no.

[41] Trentsios, P., Wolf, M. , and Frerich, S., 2020, "Remote Lab meets Virtual Reality–Enabling immersive access to high tech laboratories from afar," *Procedia Manufacturing,* vol. 43, pp. 25-31, Art no.

[42] Callaghan, M., Eguíluz, A. G., McLaughlin, G. , and McShane, N., 2015, "Opportunities and challenges in virtual reality for remote and virtual laboratories," in *Proceedings of 2015 12th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)*: IEEE, pp. 235-237.

[43] Wuttke, H.-D., Henke, K. , and Hutschenreuter, R., 2020, "Digital Twins in Remote Labs," Cham: Springer International Publishing, in Cyber-physical Systems and Digital Twins, pp. 289-297.

[44] Mahrer, N. E. and Gold, J. I., 2009, "The use of virtual reality for pain control: A review," *Current pain and headache reports,* vol. 13, pp. 100-109, Art no.

[45] Parizad, A., Baghaee, H. R., Iranian, M. E., Gharehpetian, G. B. , and Guerrero, J., 2020, "Real-time simulator and offline/online closed-loop test bed for power system modeling and development," *International Journal of Electrical Power & Energy Systems,* vol. 122, p. 106203, Art no.

[46] Qaraei, P. Y., Hashemi, A., Salehi, M. H., Karimi, M. , and Moradi, A., 2022, "DC machines remote lab case study in Technical and Vocational University," *Computer Applications in Engineering Education,* vol. 30, no. 5, pp. 1440-1453, Art no.

[47] Mohammad, N. M. and Marzieh, A., 2013, "Providing an effective way of using the Virtual Laboratory to improve student learning process," in *4th International Conference on e-Learning and e-Teaching (ICELET 2013)*: IEEE, pp. 52-55.

[48] Parizad, A., Mohamadian, S., Iranian, M. E. , and Guerrero, J. M., 2018, "Power system real-time emulation: a practical virtual instrumentation to complete electric power system modeling," *IEEE Transactions on Industrial Informatics,* vol. 15, no. 2, pp. 889-900, Art no.

[49] Moghaddam, F. *et al.*, 2019, "Massive open online labs (MOOLs): An innovative solution to achieving SDGs in the global south," in *2019 5th Experiment International Conference (exp. at'19)*: IEEE, pp. 394-398.

[50] von Hoegen, A., De Doncker, R. W., Bragard, M. , and von Hoegen, S., 2021, "Problem-based learning in automation engineering: Performing a remote laboratory session serving various educational attainments," in *2021 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*: IEEE, pp. 1605-1614.

[۵۱] صفوی و همکاران, ۱۳۸۵, "اولین آزمایشگاه مجازی و از راه دور ایران برای مهندسان کنترل: طراحی و اجرا," فصلنامه آموزش مهندسی ایران, vol. 9, no. 34, pp. 57-76, Art no.

[۵۲] قدمیاری, ع., صفوی, س. ع. ا. و حسن پور, م. ع., ۱۳۸۹, "طراحی و اجرای آزمایشگاه های مجازی زمان حقیقی و کنترل از راه دوردر راستای تحقق آموزش های مجازی و از راه دور".

[۵۳] ساداتی, د .,صفوی, س. ع. ا., مختارنامه, ر., ۱۳۹۹, "طراحی و پیاده سازی یک کنترل کننده منطقی برنامه پذیر با قابلیت اتصال به فضای ابری برای تحقق مفاهیم انقلاب صنعتی چهارم", هفتمین کنفرانس بین‌المللی کنترل، ابزاردقیق و اتوماسیون.

[54] Salimi, G., Mirghafari, F., Janfeshan, M. H. , and Safavi, A. A., 2021, "Measuring Satisfaction of Some Postgraduate Engineering Students at Shiraz University about Virtual and Remote Laboratories," Quarterly of Iranian Distance Education Journal, vol. 3, no. 2, pp. 1-15, Art no., doi: 10.30473/idej.2022.63450.1094.

[55] Janfeshan, M. H. and Safavi, A. A., 2024, "Revolutionizing Teaching and Learning of Industrial Control Course in Shiraz University," in *2024 11th International and the 17th National Conference on E-Learning and E-Teaching (ICeLeT)*: IEEE, pp. 1-6.

[56] Janfeshan, M. H., Safavi, A. A. , and Shirazi, B. N., 2024, "Students Perceptions in Linear Control Laboratory with TEL," in *2024 11th International and the 17th National Conference on E-Learning and E-Teaching (ICeLeT)*: IEEE, pp. 1-4.

[57] Celeste, R. J. and Osias, N., 2024, "Challenges and Implementation of Technology Integration: Basis for Enhanced Instructional Program," *American Journal of Arts and Human Science,* vol. 3, no. 2, pp. 106-130, Art no.

[58] Johnson, A. M., Jacovina, M. E., Russell, D. G. , and Soto, C. M., "Challenges and solutions when using technologies in the classroom," in *Adaptive educational technologies for literacy instruction*: Routledge, 2016, pp. 13-30.

[۵۹] فیض, ج. , ۱۴۰۲, "چالش های آموزش عالی در رشته های مهندسی," فصلنامه آموزش مهندسی ایران, vol. 25, no. 100, pp. 129-143, Art no.

[Downloaded from joc.kntu.ac.ir on 2026-11-05]