بسم الله الرحمن الرحیم

گروه علوم مهندسی

فصلنامه
آموزش مهندسی ایران

سال بیست و ششم، شماره ۱۰۱، بهار ۱۴۰۳

صاحب امتیاز: فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران
مدیر مسئول: دکتر محمود یعقوبی
سردبیر: دکتر محمود یعقوبی
مدیر داخلی: دکتر میترا ملائی پروری
ویراستار: عاطفه قنبری
صفحه‌آرایی: مجید میراب‌زاده
پژوهش و طراحی هنری: دکتر محمدحسین حلیمی
طراحی کامپیوتری نقش هندسی: مریم دهنادی
طراحی وصفحه‌آرایی روی جلد: خیرالله اصغری

مقالات منتشر شده در سامانه فصلنامه در دسترس عموم قرار دارد
نشانی: تهران، ۳۳۱۱۱-۱۵۳۷۶
بزرگراه حقانی (غرب به شرق)، خروجی فرهنگستان‌ها و کتابخانه ملی
فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران
صندوق پستی: ۵۳۱۸-۱۹۳۹۵
تلفن: ۸۸۱۹۰۴۳۳-۰۲۱، دورنگار: ۸۸۶۵۶۲۱۶-۰۲۱
وبگاه: http://ijee.ias.ac.ir
رایانامه: ijee78@ias.ac.ir
شاپا: ۲۳۱۶-۱۶۰۷ / شاپای الکترونیکی: ۴۸۸۱-۲۶۷۶
شناسه دیجیتال: (DOI):ijee/ ۱۰.۲۲۰۴۷
شناسه دیجیتال: (DOR): ۲۰.۱۰۰۱.۱.۱۶۰۷۲۳۱۶

لیتوگرافی و چاپ و صحافی: باغ هنر
تهران، خیابان مفتح شمالی، کوچه ششم پلاک۵، واحد۱

هیأت تحریریه

دکتر محمدرضا اسلامی/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر گودرز احمدی/ استاد رابرت هیل، دانشگاه کلارکسون ـ آمریکا
دکتر خدایار ابیلی/ دانشگاه تهران
دکتر مهدی بهادری‌نژاد/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر جعفر توفیقی/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر پرویز جبه‌دار مارالانی/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر جلال حجازی/ عضو وابسته فرهنگستان علوم
دکتر محمد حسین حلیمی/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر رضوان حکیم زاده/ دانشگاه تهران
دکتر پرویز دوامی/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر رهبر رحیمی/ دانشگاه سیستان و بلوچستان
دکتر سعید سهراب‌پور/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر مهدی سهرابی/ عضو وابسته فرهنگستان علوم
دکتر ابراهیم شیرانی/ عضو وابسته فرهنگستان علوم
دکتر محمد شاهیده پور/ استاد و رئیس گروه مهندسی برق و کامپیوتر در موسسه فناوری ایلینوی-آمریکا
دکتر حسن ظهور/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر جواد فیض/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر محمد مدرس یزدی / عضو وابسته فرهنگستان علوم
دکتر عزت الله نادری/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر غلامعلی منصوری/ استاد دانشگاه ایلینوی شیکاگو ـ آمریکا
دکتر محمود یعقوبی/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم

هیأت مشاوران

دکتر علی اشرفی‌زاده/ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر عباس افشار/ دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتر فرامرز افشار طارمی/ دانشگاه صنعتی امیر کبیر
دکتر محمد حسن پنجه‌شاهی/ دانشگاه تهران
دکتر ناصر توحیدی/ دانشگاه تهران
دکتر علی حائریان اردکانی/ دانشگاه فردوسی مشهد
دکتر علی خاکی صدیق/ دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی
دکتر جلیل آقا راشد محصل/ دانشگاه تهران
دکتر محمود شاکری/ دانشگاه صنعتی امیر اکبیر
دکتر عباس شجاع الساداتی/ دانشگاه تربیت مدرس
دکتر محمود مهرداد شکریه/ دانشگاه علم و صنعت ایران
دکتر ناصر طالب بیدختی/ دانشگاه شیراز
دکتر محمدرضا عارف/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر طاهره کاغذچی/ دانشگاه صنعتی امیر کبیر
دکتر علی کاوه/ عضو پیوسته فرهنگستان علوم
دکتر ناصر کنعانی/ دانشگاه برلین
دکتر مجتبی محزون/ دانشگاه شیراز
دکتر علی مقداری/ دانشگاه صنعتی شریف
دکتر علی موقر رحیم‌آبادی/ دانشگاه صنعتی شریف
دکتر حسین معماریان/ عضو وابسته فرهنگستان علوم
دکتر معصومه نصیری کناری/ دانشگاه صنعتی شریف
دکتر منوچهر وثوقی/ دانشگاه صنعتی شریف

فصلنامه آموزش مهندسی ایران از همکاری صمیمانه انجمن آموزش مهندسی ایران سپاسگزار است

پایگاه‌ها

پایگاه استنادی جهان اسلام (ISC)

ProQuest	DOAJ
Google Scholar	Civilica
EBESCO	Magiran
World Book	Pearson
VIRA SCIENCE	BRITANNICA
ROAD	J-Gate
Science Explore	Scientific Indexing Services (SIS)
Advanced Sciences Index (ASI)	Research bib (Academic Resource Index)

گنجینه اسناد کتابخانه ملی
پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

فهرست مطالب

فصلنامه
آموزش مهندسی ایران

تربیت مهندسان T-شکل برای حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب..... ۱
بنفشه زهرایی

بررسی کاربرد متاورس در حوزه آموزش در دانشگاه‌ها ۲۵
رضا محمدحسنی و حورا حامدی

بررسی نظام‌مند دستاوردهای تفکر نقادانه در آموزش مهندسی ۴۷
زهرا اکبری پردنجانی و کیوان صالحی

اثربخشی تلفیق راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت بر یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی دانشجویان رشته مهندسی مکانیک..... ۸۵
رحیم مرادی، مجتبی ذوالفقاری، اسماعیل قادری‌فر و ناصر میقانی

شناسایی مؤلفه‌های محیط یادگیری شخصی شده در آموزش مهندسی با فناوری هیبریدموک..... ۱۰۷
فاطمه شرزه‌ئی، نازیلا خطیب زنجانی، مرجان معصومی‌فرد، محمدرضا سرمدی و نصیبه پوراصغر

ظرف پاتیل مسی قلم‌زنی قرن هشتم (هـ. ق) و ژئومتری فرکتال ۱۲۹
محمدحسین حلیمی و مریم دهنادی

یک دهه پژوهش، با کرسی یونسکو در آموزش مهندسی..... ۱۵۱
حسین معماریان

چکیده انگلیسی مقالات..... 1

نشریه آموزش مهندسی ایران حاوی مقاله‌ها و دستاوردهای پژوهشی در حوزه آموزش مهندسی و علوم است

اصلاح و خلاصه کردن مطالب با نظر نویسندگان انجام می‌شود و مسئولیت محتوای مقالات بر عهده آنان است. نقل مطالب این فصلنامه با ذکر منبع آزاد است

فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و ششم، شماره ۱۰۱، بهار ۱۴۰۳، صص.۲۳-۱

تربیت مهندسان T-شکل برای حفاظت و بهره‌برداری از منابع آب

بنفشه زهرایی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۲۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۲/۲۴

DOI: 10.22047/ijee.2024.412154.2005

چکیده: نیروی انسانی متخصص، مهم‌ترین ظرفیت مورد نیاز برای مواجهه با بحران‌هاست. ناپایداری کمی و کیفی منابع آب و تشدید روزافزون کم‌آبی، به یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های محیط زیستی کشور تبدیل شده و زیست‌پذیری بخش‌هایی از کشور را به مخاطره انداخته است. عده‌ای از متخصصان رویکرد فن‌سالارانه توسط فارغ‌التحصیلان رشته‌های مرتبط با مهندسی آب را از عوامل مؤثر بر شکل‌گیری و تداوم بحران آب در کشور می‌دانند. در این مقاله، توانمندی‌هایی که یک مهندس آب برای مواجهه با چالش‌هایی که امروز داشته باشد، بررسی و نقاط ضعف نظام آموزشی موجود در کشور در تقویت این توانمندی‌ها، نیز مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، برنامه‌های آموزشی مهندسی آب در برخی از دانشگاه‌های پیشرو در سایر کشورها به سمت تربیت متخصصان T-شکل اصلاح شده است. این نوع از متخصصان در زمینهٔ خاص مهندسی آب دارای دانش عمیق هستند و در سایر زمینه‌های تخصصی مرتبط، سطح محدودی از اطلاعات دارند که آنها را برای کار در گروه‌های کاری با تخصص‌های مختلف توانمند می‌کند. علاوه بر این، متخصصان T-شکل درک بهتری از ارتباطات همبستی بین سامانه‌های آب، غذا، انرژی، محیط زیست و اقلیم دارند و برای مدیریت و راهبری نیز توانمند شده‌اند. در این تحقیق ضمن تبیین اجزای دانشی شخصیت حرفه‌ای T-شکل، نحوه طراحی برنامه‌های آموزشی برای تربیت چنین مهندسانی تبیین شده است. دستاوردهای این تحقیق می‌تواند در ارتقای برنامه‌های آموزشی مهندسی آب در کشور مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: مهندسی آب، متخصص T-شکل، تحصیلات تکمیلی، آموزش بین‌رشته‌ای

۱- دانشیار دانشکده مهندسی عمران، دانشکدگان فنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول). bzahraie@ut.ac.ir

۱. مقدمه

از ابتدای انقلاب صنعتی تاکنون، آموزش مهندسی تحولات زیادی را پشت سر گذاشته است (Yazdani & Yaghoubi, 2023). در سال‌های اخیر، یکی از موضوعات مورد توجه در توسعهٔ آموزشی مهندسی در سطح جهانی، توانمندی سازی دانش‌آموختگان برای دستیابی به توسعه پایدار بوده است. اهمیت آموزش در دستیابی به توسعه پایدار، همواره مورد تأکید جوامع علمی جهان بوده است. به طور نمونه، در دستور کار ۲۰۳۰ برای توسعه پایدار که در سال ۲۰۱۵ توسط همه کشورهای عضو سازمان ملل متحد به تصویب رسید، مجموعه‌ای از اهداف توسعه بین‌المللی برای سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۳۰ تعیین شده است و تضمین آموزش با کیفیت، به عنوان یکی از اهداف زیربنایی که خود پیش‌نیاز دستیابی به سایر اهداف نیز هست، مشخص شده است (United Nations, 2015). در همین راستا، در تحقیقات مختلف بر ضرورت توجه به توسعه پایدار و محیط زیست به عنوان دغدغه‌های عصر حاضر در فرایند بازنگری و برنامه‌ریزی آموزش مهندسی در کشور نیز تأکید شده است (Zohoor et al., 2019). دستیابی به این مهم، بدون تحولات بنیادی در آموزش مهندسی قابل حصول نیست.

علاوه بر آموزش، آب سالم و بهداشتی نیز به عنوان یکی از عناصر زیربنایی در اهداف توسعه پایدار مطرح شده است (UN-Water, 2016). منابع آب قابل بهره‌برداری برای تأمین نیازهای مردم جهان ثابت است، در حالی که جمعیت روبه‌افزایش جهان، تقاضا برای آب را مستمراً افزایش داده است. عدم توازن منابع و مصارف آب به دلیل رشد جمعیت و توسعه اقتصادی به مرور زمان در بسیاری از مناطق تشدید شده است. برخی مداخلات انسانی در طبیعت، از جمله تغییر اقلیم نیز این چالش‌ها را تشدید کرده است و باعث شده است که بسیاری از مردم جهان، در حال حاضر دسترسی به آب سالم و کافی برای رفع نیازهای اساسی و گذران زندگی خود ندارند. از سوی دیگر، با افزایش تقاضای انسان و همچنین افزایش ارزش خدمات نظام‌مندبوم‌سازگان[۱]، رقابت بر سر منابع موجود نیز افزایش یافته است. این رقابت نه تنها بین انسان و محیط زیست وجود دارد، بلکه بین بخش‌های مختلف اقتصاد و بین گروه‌های مختلف جامعه نیز رو به تزاید است (Srinivasan et al., 2017).

علاوه بر چالش‌های ذکرشده در حوزهٔ آب، به‌هم‌پیوستگی و هم‌بست بین سامانه‌های آب، غذا و انرژی باعث شده است تا امنیت این منابع نیز به‌نوعی، به یکدیگر وابسته باشد و راه‌حل‌ها برای مواجهه با چالش‌های یک حوزه، بر سایر حوزه‌های سه‌گانهٔ هم‌بست نیز اثرگذار باشد (Ravar et al., 2020). علاوه بر رشد جمعیت، شهری شدن، رشد اقتصادی و تغییر اقلیم نیز از محرک‌های اصلی هستند که موجب افزایش نیاز به منابع آب، غذا و انرژی و برهم‌تنیدگی بین چالش‌ها و راهکارهای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب، غذا و انرژی شده‌اند (World Economic Forum Water Initiative, 2011).

۱- بوم‌سازگان برابرنهاده فرهنگستان برای واژه اکوسیستم است.

با توجه به همین شرایط، راهکارهای حل مسائل آب نیز تغییر کرده و رویکردهای مبتنی بر هم‌بست، روزبه‌روز کاربردهای بیشتری در کشورهای مختلف پیدا کرده‌اند (Wade et al., 2020; Dehnavi & Al-Saidi, 2020).

در ایران نیز عوامل ذکرشده در کنار توزیع نامناسب جمعیت بدون توجه به منابع طبیعی موجود در نقاط مختلف کشور و مدیریت نامناسب منابع و مصارف، به ویژه منابع آب، باعث برهم‌خوردن تعادل بین منابع و مصارف و به خطر افتادن امنیت منابع آب شده است (Salemi Sarmast & Zahraie, 2021). راهکارهای اتخاذشده برای کاهش تبعات بحران آب در ایران و بسیاری از کشورهای دیگر، نظیر ترویج آبیاری مدرن در اراضی کشاورزی، نه تنها منجر به کاهش مصرف آب نشده است بلکه بارگذاری اضافی بر سامانه‌های آسیب‌پذیر تأمین انرژی را نیز به دنبال داشته است (Kiani & Shaker, 2019). علاوه بر جزئیات هم‌بست آب-غذا-انرژی، مجموعه گسترده‌ای از تحقیقات در زمینه مدیریت آب تأکید بر ضرورت درک بهتر و مدیریت تغییرات نهادی و سازمانی در کنار راهکارهای فناورانه برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار در حوزهٔ آب دارند (McIntosh & Taylor, 2014). با تشدید اثرات تغییر اقلیم و افزایش نیازهای آبی ناشی از فرایندهای توسعهٔ جمعیتی و اقتصادی در ایران و بسیاری از کشورهای درحال‌توسعه واقع در مناطق خشک و کم‌آب، توجه به رویکردهای جامع‌نگرانه فراتر از حوزهٔ مهندسی بیشتر شده و همین امر، ضرورت ظرفیت‌سازی نیروی انسانی با این نگاه را بیشتر کرده است (Mbah et al., 2022).

به نظر می‌رسد با توجه به روندهای موجود در تشدید کم‌آبی در بسیاری از نقاط جهان در قرن بیست‌ویکم، تربیت متخصصانی که بتوانند از مرزهای تخصصی، عملکردی و سازمانی عبور کنند و با ابتکار عمل در همکاری با متخصصان از زمینه‌های مختلف و بهره‌مندی از توانمندی‌های راهبری، حل مسائل غیرمعمول آب را به عهده بگیرند، به یک ضرورت بنیادی برای دستیابی به اهداف توسعهٔ پایدار تبدیل شده است (Wade et al., 2020). به عبارت دیگر، متخصصانی که بدون توجه به جنبه‌های تفکر نظام‌مندنظام‌مند، تنوع موضوعات تخصصی بین‌رشته‌ای و گوناگونی شرایط فرهنگی و اجتماعی تربیت شده باشند، از توانمندی‌های لازم برای مواجهه با چالش‌های توسعه پایدار برخوردار نخواهند بود (Dehnavi & Al-Saidi, 2020). این امر البته منحصر به حوزه‌های آب یا محیط زیست نیست و کم‌وبیش در تمام رسته‌های مهندسی موضوعیت پیدا می‌کند. روند توسعه و پیشرفت جهان به سمتی پیش می‌رود که پژوهشگران از حوزه‌های مختلف گرد هم می‌آیند تا با هم‌اندیشی و تضارب آرا، به درک بهتری از راه‌حل‌ها برای مسائل پیچیده دنیای امروز برسند. در واقع، با انبوهی از علوم میان‌رشته‌ای و فرارشته‌ای روبه‌رو هسگروه که با هدف حل مجموعه مسائلی ایجاد شده‌اند که به دانشی همه‌جانبه و چندین‌وجهی نیاز دارند (Zohoor et al., 2019).

تا کنون تحقیقات مختلفی برای ارزیابی جامعیت راهکارهای مهندسی برای حل چالش‌های آب

کشور صورت گرفته است. یکی از علل ناکارآمدی راه‌حل‌های مهندسی که تا کنون برای مواجهه با بحران آب در کشور به کار گرفته شده، ساختار نظام آموزشی است که کارشناسان آب کشور، به خصوص در رستهٔ مهندسی و مدیریت منابع آب را پرورش می‌دهد و این زمینه‌ای است که تا کنون کمتر بر آن تمرکز شده است (Karami et al., 2020; Davari & Esfandiari, 2024). در نظام آموزشی موجود، توجه به زمینه‌های میان‌رشته‌ای و توانمندی‌های فردی لازم برای کار در گروه‌های کاری، متشکل از افراد با تخصص‌های مختلف و همچنین تعامل با گرودارن کمتر مورد توجه قرار گرفته است.

متخصصان بر اساس نوع آموزشی که دیده‌اند، می‌توانند اطلاعات عمیقی در یک یا چند زمینه یا اطلاعات کلی در زمینه‌های مختلف داشته باشند. همچنین سطح توانمندی‌های مدیریتی و راهبری و برقراری ارتباط با دیگر متخصصان یا گرودارن آن‌ها را نسبت به دیگران متمایز می‌کند. بر همین اساس می‌توان متخصصان و به طور خاص مهندسان را به دسته‌های مختلف طبقه‌بندی کرد. در سوابق تحقیقاتی در این حوزه، شکل‌های مختلف از جمله I، Dash، H، Comb و T برای تبیین تفاوت در حوزه‌های دانشی و سایر توانمندی‌های متخصصان مورد اشاره قرار گرفته است (Demirkan & Spohr-er, 2015). این دسته‌بندی و خصوصیات متخصصان هر دسته، در قسمت‌های بعدی مقاله تشریح خواهد شد. در این تحقیق، ضمن بررسی نظام‌مند سوابق تحقیقاتی ملی و بین‌المللی، بررسی ترکیب دروس و برنامهٔ آموزشی دوره‌های تحصیلات تکمیلی مهندسی و مدیریت منابع آب در دانشگاه‌های ایران، به تحلیل محصولات این دوره‌ها از منظر تربیت متخصصان با سطح تنوع در حوزه‌های دانشی ذکرشده پرداخته می‌شود و پیشنهاداتی به منظور ارتقای برنامه‌های آموزشی، با توجه به نیازهای موجود در کشور، ارائه می‌شود. در ادامه، ابتدا روش‌شناسی تحقیق مورد اشاره قرار گرفته و سپس به بررسی خصوصیات متخصصان T-شکل در حوزهٔ مهندسی آب پرداخته شده است. پس از آن، کارکردها و بسترهای تربیت متخصصان مهندسی آب در کشور مورد اشاره قرار گرفته است و در پایان، پیشنهاداتی برای ارتقای نظام آموزش عالی کشور برای تربیت متخصصان T-شکل با توانمندی‌های مورد نیاز ارائه شده است.

۲. روش‌شناسی

این مقاله از نوع مروری نظام‌مند است که در آن سوابق تحقیقاتی مورد بررسی قرار می‌گیرد تا ترکیب بهترین شواهد موجود در رابطه با پرسش ویژه پژوهش ارائه شود (Dickson et al., 2017). در واقع مرور نظام‌مند، مبتنی بر چکیده‌ای از ادبیات پژوهش است که بر یک یا چند پرسش مشخص متمرکز شده است. این روش تحقیق از سه مرحله برنامه‌ریزی، بررسی سوابق و تهیه گزارش نتایج ارزیابی تشکیل شده است (Torres-Carrión et al., 2018). مرحله اول، شامل تبیین نیاز به انجام بررسی و تدوین نظام جستجوست. در این مرحله، آخرین وضعیت تحقیقات انجام‌شده مرتبط با مسئله مورد نظر،

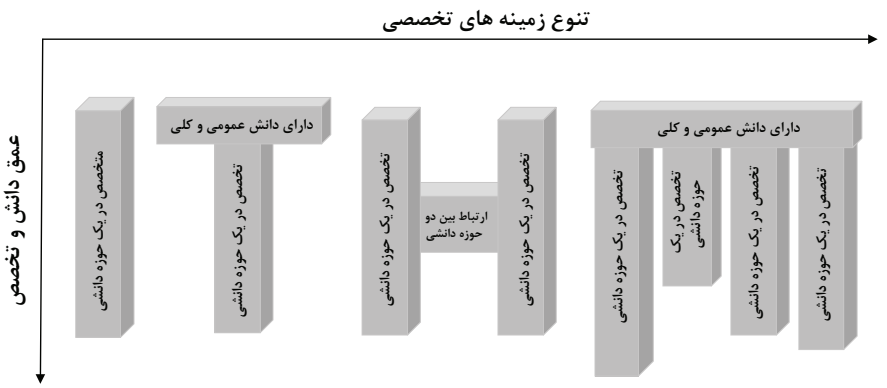
مورد بررسی قرار می‌گیرد و به استناد این بررسی، سؤال (های) پژوهش مشخص می‌شود. سپس برای جستجو در تحقیقات منتشرشده قبلی، معیارهای انتخاب و عدم انتخاب منابع مشخص می‌گردند و بعضاً منابع مورد نظر، برای جستجو غربالگری می‌شوند. در مرحله دوم، برای بررسی تحقیقات قبلی، لازم است تحقیقات اصلی مرتبط شناسایی شوند و همچنین منابع مختلف، قبل از بررسی مورد ارزیابی از منظر کیفیت قرار گیرند. در گام آخر، محتوای منابع منتخب در ارتباط با موضوع تحقیق تحلیل می‌شوند و نتیجه‌گیری بر اساس ترکیب بهترین شواهد و ایده‌های مطرح‌شده در منابع بر اساس تجربه و دانش محقق صورت می‌گیرد (Khan et al., 2011; Rezaei 2023).

سؤال‌های اصلی این پژوهش عبارتند از اینکه که اجزای دانشی شخصیت حرفه‌ای T-شکل برای مهندسان آبی که قادر به مواجهه با چالش‌های روز آب و محیط زیست کشور باشند، چیست؟ و برنامه‌های آموزشی برای تربیت چنین متخصصانی باید چه خصوصیاتی داشته باشند؟

۳. دسته‌بندی متخصصان بر اساس حوزه‌های معلومات و توانمندی‌های حرفه‌ای

(Demirkan & Spohrer, 2015) به استناد مطالعات پیشین، متخصصان را بر اساس محدوده اطلاعات، مهارت‌ها و توانایی‌ها، به شکل‌های مختلف از جمله I، Dash، H، Comb و T تشبیه و دسته‌بندی کردند. به طور مثال، متخصصانی که در دستهٔ I-شکل قرار می‌گیرند، دارای دانش عمیق در یک زمینه خاص هستند و در آن موضوع خاص، متخصص محسوب می‌شوند (Bierema, 2019). اکثر نظام‌های آموزشی در دانشگاه‌ها، از گذشته برای تربیت متخصصان گروه I طراحی شده‌اند (Demirkan & Spohrer, 2018). به طور خاص، مهندسان گروه I در شرایط در حال تغییر جهان کنونی و فناوری‌هایی که در حال پیشرفت و توسعهٔ مداوم هستند، از کارایی کمتری نسبت به گذشته برخوردارند و همین امر باعث شده است که کارایی دانشگاه‌ها در تربیت متخصصان مورد نیاز در بازار کار، مکرراً مورد نقد قرار گیرد (Bierema, 2019). نقطه مقابل متخصصان دستهٔ I، افرادی هستند که به آنها Dash-شکل گفته می‌شود. این نوع از متخصصان در زمینه‌های متنوعی دارای اطلاعات محدود هستند و قادر به همکاری با متخصصان زمینه‌های مختلف هستند و به همین دلیل، در موضوعاتی که نیاز به همکاری گروهی بین متخصصان رشته‌های مختلف وجود دارد، می‌توانند نقش‌آفرینی کنند. البته بررسی سوابق تحقیقاتی نشان می‌دهد، برخی نظیر (Babatope, 2020) معتقدند که متخصصان Dash-شکل ممکن است، در نهایت کارایی محدودی داشته باشند چون در هیچ زمینه‌ای، اطلاعات عمیق در حد کافی ندارند. متخصصان H-شکل دارای تخصص عمیق در دو زمینه هستند و می‌توانند زمینه ارتباط متخصصان دو حوزه را با هم فراهم کنند. متخصصان Comb-شکل دارای تخصص‌های مختلف با عمق‌های متفاوت در زمینه‌های متنوع هستند. متخصصان T-شکل، ترکیبی از خصوصیات دو دسته I و Dash را دارند، به این معنی که در یک زمینه تخصصی دانش عمیق دارند ولی در زمینه‌های مرتبط دیگر، دانش سطحی

دارند که می‌تواند به آنها در برقراری ارتباط با متخصصان مختلف و کار در گروه‌های متشکل از رشته‌های مختلف کمک کند (Ninan et al., 2022). شکل ۱ به صورت شماتیک، دسته‌بندی متخصصان بر اساس حوزه‌های دانشی را نشان می‌دهد.



شکل ۱. دسته‌بندی متخصصان بر اساس تنوع حوزه‌های تخصصی (از چپ به راست: نمای شماتیک متخصصان با اشکال I، T، H و Comb)

۴. خصوصیات متخصصان T-شکل در حوزهٔ مهندسی آب

اصطلاح متخصصان T-شکل، اولین‌بار در سرمقاله روزنامه لندن که توسط David Guest در سال ۱۹۹۱ منتشر شد، مطرح گردید. این اصطلاح اولین‌بار، در متون دانشگاهی توسط (Hansen & von Oetinger, 2001) مطرح شد. آن‌ها تأکید کردند که متخصصان T-شکل، برای حل مشکلات و مدیریت تغییرات، عمداً ورای مرزهای واحدهای کاری و سازمانی را مورد توجه و تمرکز قرار می‌دهند. دانش عمیق آنها در زمینه تخصصی خودشان، به آنها فرصت طراحی راه‌حل‌های کارآمد را می‌دهد ولی در عین حال، توانمندی‌های آنها در زمینه‌های دیگر، نظیر فنون ارتباط با سایر متخصصان و مهارت‌های فنی، به آنها کمک می‌کند که در گروه‌های کاری، متشکل از تخصص‌های مختلف، فعال‌تر و مفیدتر از متخصصان I-شکل واقع شوند (Harris, 2009). نینان و همکاران توانمندی‌های متخصصان T-شکل را به صورت زیر دسته‌بندی کرده‌اند (Ninan et al., 2022):

- دانش تخصصی عمیق در یک حوزهٔ مشخص
- توانمندی درک زمینه‌های تخصصی مختلف و کار و تعامل با گروه‌های کاری متنوع و متخصصان مختلف
- توانمندی تصمیم‌گیری
- انعطاف‌پذیری در برابر تغییرات و توانمندی سازگاری با تحولات

- علاقه‌مندی به یادگیری مادام‌العمر

این ویژگی‌ها به دلایلی که توضیح داده خواهد شد، به طور خاص برای حوزهٔ مهندسی آب مهم هستند. بسیاری از متخصصان و محققان، مسائل آب را از جنس مسائل بدخیم[1] می‌دانند. این گونه مسائل تعریف مشخصی ندارند و افراد مختلف متناسب با دیدگاه خود نسبت به مسئله، می‌توانند تعاریف و راه‌حل‌های مختلفی برای آن ارائه کنند. مهم‌ترین ویژگی در برخورد با چنین مسائلی، آن است که به حدی گسترده‌اند که مرزهای مشخصی برای پرداختن به آنها وجود ندارد و بدون مشارکت متخصصان از رشته‌های مختلف (Ledford, 2015) و همه گروداران نمی‌توان این مسائل را تعدیل کرد (Mdee et al., 2022). محققان مختلفی تأکید کرده‌اند که پرداختن به مسائل بدخیم، نیازمند جامع‌نگری عمیق فراتر از مرزهای حوزه‌های خاص دانشی ((Harris et al., 2010; Irwin et al., 2018 و بهره‌مندی از تفکر نظام‌مندنظام‌مند است (Bazilian et al., 2011; Garcia & You, 2016). برخی از پیچیدگی‌هایی که مسائل آب را به مسائل بدخیم تبدیل می‌کنند و خصوصیات مورد نیاز برای پرداختن به آنها، به شرح زیر هستند (Reed & Kasprzyk, 2009; Balint et al., 2011):

- فرایندها به‌هم‌پیوسته هستند و تحولات فناورانه و تغییر شرایط اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی باعث دگرگونی مداوم فرایندها و راه‌حل‌های مناسب می‌شود. بنابراین سازگارشونده و یادگیرنده بودن، از خصوصیات مهم مورد نیاز برای مهندسان آب هستند.
- عدم قطعیت‌ها، پیش‌بینی شرایط آتی را دشوار می‌کنند و توانمندی تصمیم‌گیری در شرایط عدم قطعیت ضروری است.
- گروداران متعددی با منافع متضاد حضور دارند که بدون تعامل سازنده با آنها، نمی‌توان راه‌حل‌ها را تعریف و عملیاتی کرد. بنابراین توانمندی کار و تعامل با متخصصان مختلف، یک قابلیت کلیدی است.
- راه‌حل بهینه برای اکثر مسائل آب وجود ندارد و راه‌حل‌ها معمولاً خود بستری برای ایجاد معضلات جدید هستند. نیاز به راه‌حل‌های مرحله‌ای وجود دارد و به دلیل ایجاد معضلات جدید پس از اجرای هر مرحله، حل مسئله به یک فرایند بی‌پایان تبدیل می‌شود در این شرایط، انعطاف‌پذیر بودن و توانمندی سازگاری با شرایط در حال تغییر، اهمیت قابل توجهی پیدا می‌کند.

در ایران، بحران آب سابقه‌ای چند ده‌ساله دارد و سیطره همه‌جانبه مهندسان بر حوزه‌های مختلف مطالعه، اجرا و مدیریت آب قابل انکار نیست. این در حالی است که در این مدت، نظام

1- Wicked problems

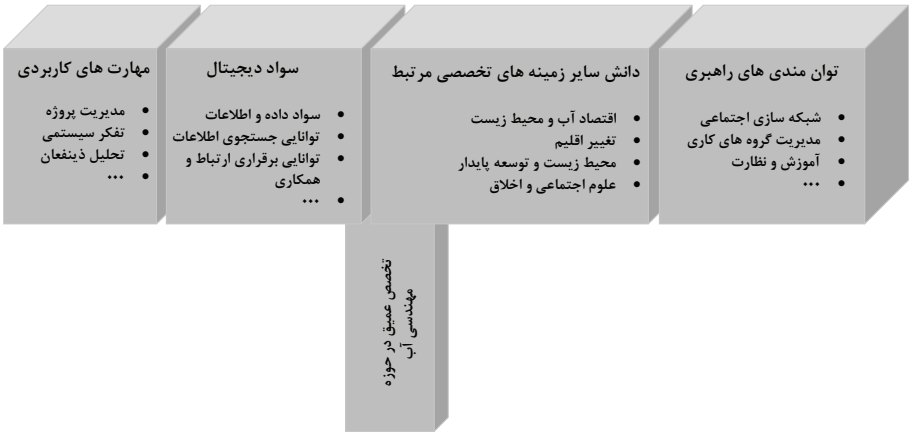
آموزش عالی کشور، رشد کمّی بسیار قابل‌ت وجهی را در ظرفیت پذیرش دانشجو در مقاطع تحصیلات تکمیلی در گرایش‌های مرتبط با مهندسی آب تجربه کرده است. بنابراین، ناکارآمدی برنامه‌های آموزشی گرایش‌های مرتبط با مهندسی آب، در تربیت نیروهای متخصصی که بتوانند زمینه‌ساز کاهش چالش‌های حوزهٔ آب کشور شوند، مسئله‌ای است که بعضاً مطرح شده (Karami et al, 2020; Davari & Esfandiari, 2024) و نیازمند بررسی دقیق است.

به طور خلاصه، برخی از مهم‌ترین دلایل عدم توفیق در راهکارهایی که تا کنون برای حل بحران آب کشور به عنوان یک مسئله بدخیم دنبال شده (و نقاط ضعف محتمل متخصصان که زمینه‌ساز این ناکارآمدی‌ها شده است) را می‌توان در موارد زیر دسته‌بندی کرد:

- بخشی‌نگری در طراحی راهکارهای مواجهه با بحران آب و ضعف در جلب مشارکت گروداران در طراحی و پیاده‌سازی راه‌حل‌ها (خلع جامع‌نگری و تعامل با گروداران)
- عدم تناسب راهکارها با واقعیت‌های میدانی در زمینه‌های محیط زیستی و اجتماعی - اقتصادی (ناسازگاری با تحولات، خلع نگرش نظام‌مند، عدم تناسب دانش تخصصی مهندسان با شرایط روز و تمرکز بر راهکارهای مهندسی بدون اشراف به جنبه‌های غیرمهندسی)
- عدم توجه به درهم‌تنیدگی سامانه‌های اقلیم، آب، غذا و انرژی و اثرات متقابل این سامانه‌ها بر یکدیگر (خلع نگرش نظام‌مند)
- تمرکز بر راهکارهای فناورانه و عدم توجه به ساختارهای نهادی و سازمانی و راهکارهای معطوف به این ظرفیت‌ها (خلع نگرش نظام‌مند و ناتوانی در تعامل با گروداران)
- کم‌توجهی به عدم قطعیت‌ها و نبود سازوکارهای درازمدت برای اصلاح راه‌حل‌ها با توجه تغییرات محیط و شرایط (ضعف در تصمیم‌گیری و ضعیف بودن توان سازگاری با تحولات)

با توجه به موارد فوق، به نظر می‌رسد تقویت توانمندی‌های ذکرشده برای متخصصان T-شکل در برنامه‌های تحصیلات تکمیلی مهندسی آب کشور ضروری باشد. سؤالی که در این مسیر مطرح می‌شود این است که زمینه‌های دانشی مرتبط که مهندسان آب باید با اطلاع از آنها بتوانند با متخصصان سایر رشته‌ها و زمینه‌های تخصصی ارتباط برقرار کنند، چه مواردی هستند؟ به این سؤال در بخش بعدی پاسخ داده خواهد شد.

با توجه به موارد ذکرشده، ساختار T-شکل مهندسان آب می‌تواند مطابق شکل (۲) طراحی شود. در این شکل دانش عمیق در حوزه مهندسی آب، در کنار ۴ دسته دانش با عمق کمتر نشان داده شده است. این ترکیب دانشی، امکان دید جامع نگرانه‌تر به جنبه‌های مختلف توسعه پایدار را نیز فراهم می‌کند.



شکل ۲. ساختار T-شکل برای توانمندی‌های مهندسان آب

دسته اول از چهار دسته دانش غیرعمیق نشان‌داده‌شده در شکل (۲) مرتبط با «دانش سایر زمینه‌های تخصصی مرتبط» است که دلایل انتخاب زمینه‌های تخصصی ذکرشده، در بخش بعدی ارائه شده است.

۴-۱. زمینه‌های تخصصی مرتبط برای مهندسان آب T-شکل

بررسی سوابق تحقیقاتی نشان می‌دهد که حوزه‌های تخصصی زیر، از جمله مواردی هستند که با اکثر راه‌حل‌های مهندسی آب دارای درهم‌تنیدگی هستند:

- محیط زیست و توسعه پایدار (Vehmaa et al., 2018)
- علوم اجتماعی و اخلاق (Rezaei, 2023; Lund, 2015)
- اقتصاد آب و محیط زیست (Abdul-Talib et al., 2014)
- تغییر اقلیم (Vehmaa et al., 2018)

با توجه به نقش کلیدی که مهندسان در شکل‌گیری فرایند توسعه جوامع مختلف دارند، آموزش مهندسی برای دستیابی به اهداف توسعهٔ پایدار، از اهمیت زیادی برخوردار است. با این حال، آموزش مهندسی به طور سنتی، بیشتر بر مهارت‌های محاسباتی و حل مشکلات فنی تمرکز کرده است (Vehmaa et al., 2018) و به همین دلیل بسیاری از دانش‌آموختگان دوره‌های مهندسی از درک عمیق نسبت به جوانب مختلف توسعه پایدار برخوردار نیستند. ناپایداری منابع آب، شاید یکی از مخرب‌ترین جلوه‌های توسعهٔ ناپایدار، به خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک، نظیر بخش بزرگی از کشور ایران باشد. اگر چه مهندسان به طور کلی و مهندسان آب به طور خاص، پایدار بودن و توسعه پایدار را به عنوان مفاهیم مهم و مثبت در نظر می‌گیرند اما به نظر می‌رسد، نگاه جامع‌نگرانه‌ای به آن ندارند.

دانشجویان اغلب توسعه پایدار را در چهارچوب مباحث محیط زیستی در نظر می‌گیرند و به جنبه‌های اجتماعی آن بی‌توجهی می‌کنند (Vehmaa et al., 2018). تحول در نظام‌های آموزشی، برای ترکیب دانش و مهارت‌های مرتبط با جنبه‌های مختلف توسعه پایدار فراتر از صرف محیط زیست، از اهمیت قابل توجهی برخوردار است و پیش‌نیاز آن، انتقال دانش (نه در حد دانش عمیق تخصصی) در زمینه‌های مختلفی است که در این بخش به آن پرداخته شده است.

آینده آموزش مهندسی در گروی تغییر نظام‌های آموزشی به سمت حل مسائل پیچیده انسانی است. به عبارت دیگر، توجه به بعد انسانی-فرهنگی مسائل مهندسی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و فرهنگ مردم و تعاملات آنها باید بخشی از تعریف، راه‌حل و ارزیابی مسائل پیچیدهٔ انسانی باشد که مهندسان به دنبال راه‌حل برای آنها هستند (Habbal et al., 2024). نحوه تعامل انسان و فناوری‌های مختلف ابداع‌شده توسط مهندسان و دانشمندان در زمان‌ها و مکان‌های مختلف بسیار متفاوت است و تا حد زیادی تابع هنجارهای اخلاقی حاکم بر جوامع محلی است. بنابراین حل مسائل پیچیده‌ای، نظیر ناپایداری توسعه، بدون آموزش مهندسان به در نظر گرفتن ابعاد اجتماعی و اخلاقی میسر نیست (Habbal et al., 2024). مدیریت آب، شامل هزاران یا حتی میلیون‌ها تصمیم ناظر بر فرایندهای عملیاتی، مالی، برنامه‌ریزی، سیاست‌گذاری و مصرف است که در مقیاس‌های مختلف ساعتی تا چند ساله انجام می‌شود. اکثر تصمیمات توسط مصرف‌کنندگان آب و بهره‌برداران گرفته می‌شود و تعداد نسبتاً کمی، توسط مدیران نظام اتخاذ می‌شود. هماهنگی این تعداد زیاد از تصمیمات در یک سامانه آبی پیچیده با اجزای کاملاً وابسته به یکدیگر، نیاز به یک چهارچوب اجتماعی و اقتصادی مؤثر و یک نظام اجتماعی و اقتصادی بزرگ‌تر برای حمایت از آن دارد. در واقع این جامعه است که باید برای حفظ منابع آب و پایداری سامانه‌های آبی اقدام کند (Lund, 2015).

فرایندهای اجتماعی، سه جنبه اصلی مدیریت آب را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند: مصرف آب، روش‌های مدیریت آب و مؤسسات مدیریت‌کنندهٔ آب. ایده‌های اقتصادی، به‌ویژه در این زمینه‌ها کاربردهای گسترده‌ای یافتند، شاید به این دلیل که منابع آب عمدتاً برای اهداف اقتصادی نظیر تولید صنعتی، تولید غذا و انرژی و حمل و نقل مورد استفاده قرار می‌گیرند (Hanemann, 2006). مهندسان آبی که قادر نباشند از مبانی علوم اجتماعی و اقتصادی برای تحلیل درهم‌تنیدگی‌های ذکرشده استفاده کنند، نمی‌توانند مسیر رسیدن به هدف غایی توسعه پایدار را هموار کنند.

آثار منفی تغییر اقلیم، دهه‌هاست که مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته است و امروز مهندسان، دانشمندان و حتی عامه مردم، کم‌وبیش از تبعات منفی پدیده تغییر اقلیم بر سلامت و فعالیت‌های اقتصادی خود آگاه هستند. بشر امروز با دو چالش اصلی مواجه است: ۱) تغییر سامانه‌های انرژی به سامانه‌های کم‌کربن و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و ۲) کاهش آثار منفی این پدیده بر جوامع مختلف، به خصوص اقشار آسیب‌پذیر. توانمندسازی مهندسان برای مواجهه با این چالش‌ها نیازمند

تحول در در هر دو وجه چهارچوب‌های فناورانه و فلسفی آموزش مهندسی است. به طور خاص مهندسان باید: ۱) درک کنند تا چه حد اقلیم و پایداری به طرح‌های مهندسی مرتبط هستند، ۲) قادر به لحاظ کردن علوم مختلف در طرح‌های مهندسی خود باشند، ۳) اخلاق و عدالت در طرح‌های مهندسی را درک کنند و ۴) قادر به تعامل و همکاری با جوامع محلی از فرهنگ‌ها و نژادهای مختلف باشند (Martin et al., 2022). آثار منفی تغییر اقلیم بر سامانه‌های آبی بسیار متنوع است و بازه وسیعی از تحولات کمی و کیفی در منابع و مصارف آب و عملکرد زیرساخت‌های آبی را شامل می‌شود. مهندسان آب به طور خاص باید برای چهار مورد ذکرشده آموزش ببینند و قادر باشند، اهداف کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و کاهش اثرات منفی تغییر اقلیم را بر طرح‌های مهندسی خود و جوامع ذی‌نفع در این طرح‌ها، درک و برای حصول آنها برنامه‌ریزی کنند.

بنابراین به نظر می‌رسد متخصصان حوزهٔ مهندسی و مدیریت منابع آب، علاوه بر دانش عمیق در حوزهٔ مهندسی آب باید از حداقل دانش تخصصی در چهار زمینهٔ ذکرشده برخوردار باشند تا بتوانند پیچیدگی‌ها، عدم قطعیت‌ها و ابهامات را در تحلیل‌های خود لحاظ کنند و بتوانند در گروه‌های متخصصان از زمینه‌های مختلف، به‌راحتی کار کنند و با گروداران، به شکل مؤثری ارتباط برقرار کنند. دانش سطحی از این علوم، این امکان را برای مهندسان آب فراهم می‌کند که بتوانند با متخصصان این زمینه‌ها ارتباط برقرار کنند و پیشنهادها و نظرات آنها را درک کنند. اینکه بتوانند دانش عمیق خود را در یک زمینه علمی با زمینه‌های علمی دیگر ترکیب کنند، به آنها کمک می‌کند تا در طراحی راه‌حل‌های مهندسی در شرایط متغیر از انعطاف‌پذیری و ذهن باز برخوردار باشند و توان تحلیل نقادانه راه‌حل‌ها را داشته باشند. همچنین بتوانند سامانه‌های پیچیده و به‌هم‌پیوستهٔ آب، غذا، انرژی، اقلیم و محیط زیست را بهتر تحلیل کنند. در اختیار داشتن سطحی از اطلاعات و دانش در چهار زمینه ذکرشده همچنین این فرصت را فراهم می‌کند که مهندس بتواند به عنوان نوعی مترجم[1] بین متخصصان I-شکل از رشته‌های ذکرشده ایفای نقش کند و زمینه همکاری‌ها در گروه‌های کاری متشکل از متخصصان رشته‌های مختلف را فراهم کند (Schwarz, 2023).

۴-۲. سایر توانمندی‌ها و مهارت‌های پیشنهادی برای مهندسان آب T-شکل

در شکل ۲، دسته دوم مهارت‌های پیشنهادی برای مهندس آب T-شکل "سواد دیجیتال[2] و ارتباطات" است که به توانایی درک و استفاده از اطلاعات در قالب‌های مختلف از منابع مختلف، وقتی که از طریق رایانه ارائه می‌شود و همچنین استفاده از توانمندی‌های کار با رایانه و ابزارهای دیجیتال برای برقراری ارتباط و همکاری با سایرین اشاره دارد. سواد داده[3] که ذیل این دسته در شکل ۲ مورد اشاره قرار گرفته

1- Translator
2- Digital literacy
3- Data literacy

است، ناظر بر توانایی خواندن، درک، ایجاد و انتقال داده‌ها به عنوان اطلاعات قابل استفاده در تحلیل مسائل و تصمیم‌گیری‌هاست (Martínez-Bravo et al., 2022). همانند سواد به عنوان یک مفهوم کلی، سواد داده بر شایستگی‌های مورد نیاز برای کار با داده‌ها تمرکز دارد.

با توجه به اینکه مسائل حوزهٔ آب معمولاً با طیف وسیعی از سامانه‌های مختلف و گستره‌های بزرگی از زمان و مکان مرتبط هستند، معمولاً حجم زیادی از داده‌های مختلف، در حل این مسائل مورد استفاده قرار می‌گیرد. این در حالی است که در طی برنامه‌های آموزشی مرتبط با مهندسی آب در نظام آموزش عالی کشور، دانشجویان کمتر با بانک‌های داده و اطلاعات متنوع موجود در سطح ملی و بین‌المللی آشنا می‌شوند و معمولاً صرفاً در چارچوب انجام پروژه‌های مقطع کارشناسی، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد یا رساله دکتری و در حیطهٔ تخصصی آن، از داده‌ها و اطلاعات استفاده می‌کنند. تقویت این توانمندی در دانشجویان در برنامه‌های درسی، که به ضرورت تقویت این توانمندی توجه داشته‌اند، معمولاً از طریق انجام پروژه‌های درسی و استفاده از بانک‌های اطلاعاتی و نرم‌افزارهای مدیریت و تحلیل داده‌ها انجام شده است. عمدهٔ توانمندی‌های این دسته باید در مقطع کارشناسی به دانشجویان مهندسی منتقل شود ولی در شکل فعلی برنامه‌های مهندسی به طور عام و مهندسی عمران به طور خاص، کمتر به این زمینه‌ها پرداخته شده و بنابراین استفاده از فرصت مقاطع تحصیلات تکمیلی برای تقویت این زمینه‌ها توصیه می‌شود.

دسته سوم یعنی مهارت‌های کاربردی، شامل ترکیبی از مهارت‌های مدیریتی و معلوماتی است که برای نوآوری در حل مشکلات و کار گروهی ضروری است. این مهارت‌ها حتی می‌تواند تابع شرایط و حوزه‌های کاری مهندسان باشد ولی مواردی که با توجه به توضیحات ارائه‌شده در بخش‌های قبلی برای مهندسان آب مستقل از زمینه کاری به طور کلی مورد نیاز هستند، شامل مدیریت پروژه، تفکر نظام‌مند و تحلیل گرودارن[1] است (McIntosh & Taylor, 2014). از این میان، مدیریت پروژه و تفکر نظام‌مند، دو حوزه‌ای هستند که معمولاً از طریق ارائه دروس مرتبط در برنامه‌های آموزشی به دانشجویان آموزش داده می‌شوند. در برنامه‌های آموزشی مرتبط با مهندسی آب در ایران، مدیریت پروژه معمولاً در مقطع کارشناسی آموزش داده می‌شود و به ندرت در برنامه‌های درسی مقاطع تحصیلات تکمیلی مورد توجه قرار گرفته است. به نظر می‌رسد استفاده از ظرفیت دروس به شکل مرسوم آن، برای انتقال مفاهیم و آموزش فرایند مدیریت پروژه مناسب باشد ولی در مورد تفکر نظام‌مند، صِرف استفاده از ظرفیت کلاس‌های درس کافی نیست و بهره‌مندی از ظرفیت درگیر شدن دانشجو در پیدا کردن راه‌حل برای مسائل پیچیدهٔ آب در دنیای واقعی ضرورت داشته باشد.

از دیگر توانمندی‌هایی که در شکل ۲ مورد اشاره قرار گرفته، تحلیل گرودارن است. همان طور که پیش‌تر گفته شد، یکی از خصوصیاتی که منجر به بدخیم شدن مسائل حوضه آب می‌شود، تنوع

1- Stakeholder analysis

گروداران با خصوصیات و سطوح قدرت متفاوت است که در ایجاد و حل مشکلات حوزهٔ آب نقش‌آفرینی می‌کنند. تحلیل گروداران یکی از موضوعات بسیار مهمی است که تقریباً در برنامه‌های آموزشیِ در حال اجرا در دانشگاه‌های کشور مغفول مانده است و لازم است با بازنگری در برنامه‌های آموزشی، فضای کافی برای ارتقای دانش و تخصص دانشجویان در این زمینه فراهم شود.

دستهٔ دیگری از توانمندی‌ها که در شکل ۲ مورد اشاره قرار گرفته، توانمندی‌های راهبری است که یکی از اجزای کلیدی یک مهندس آب T-شکل است. اهمیت این توانمندی ریشه در سه دلیل زیر دارد (McIntosh & Taylor, 2014): اول اینکه آغاز تغییرات و تحقق نوآوری برای دستیابی به پایداری سامانه‌های منابع آب، نیازمند راهبری برای ایجاد تعهد نسبت به موفقیت جمعی است. دوم، شکل‌های خاصی از راهبری برای مواجهه با چالش‌های پیچیدهٔ آب که حتی از مرزهای کشورها عبور می‌کنند و تنوع بسیار گسترده‌ای از گروداران را درگیر می‌کنند، لازم است. سوم، تحقیقات اجتماعی در حوزهٔ آب، نشان داده است که تنوعی از راهبران و یا شبکه‌هایی از راهبران برای تحول از روش‌های سنتی مهندسی و مدیریت آب به روش‌های پایدارتر مدیریت آب مورد نیاز است (Meijerink & Huitema 2010). رهبر گروه شرایطی را فراهم می‌کند که منجر به تولید ایده‌های جدید و راه‌حل‌های خلاقانه می‌شود. پل‌هایی را بین افراد و سازمان‌ها برای تبادل اطلاعات، اندیشه‌ها و افکار ایجاد می‌کند و تولید خلاقیت و نوآوری را هدف قرار می‌دهد.

شبکه‌سازی اجتماعی و مدیریت گروه‌های کاری با تخصص‌های مختلف نیازمند خصوصیات فردی و توانمندی‌های متنوعی است که از آن جمله می‌توان به بردباری، اعتماد به نفس، کنجکاوی، مدیریت تنش، طبع موشکافانه، حساسیت، خودآگاهی، امیدواری به تغییر در کنار واقع‌بینی و تاب‌آوری اشاره کرد. کسب این توانمندی‌ها البته نیازمند فرایندی درازمدت است که از بدو تولد در خانواده آغاز می‌شود و در حین تحصیل و کار و تجربه‌اندوزی، ادامه پیدا می‌کند. مهم‌ترین نقش آموزش عالی در کمک به دانشجویان برای کسب این توانمندی‌ها، آگاهی‌بخشی به آنها در مورد ضرورت نهادینه کردن این خصوصیات در شخصیت یک مهندس آب است. علاوه بر موارد ذکرشده، در تحقیقات پیشین تأکید زیادی بر توانمندی‌های «تفکر انتقادی[1]»، «برقراری ارتباط[2]»، «همکاری[3]» و «خلاقیت[4]» برای توفیق حرفه‌ای در محیط‌های کاری پیشرفته شده است (Thornhill-Miller et al., 2023). توانمندی‌های برقراری ارتباط و همکاری البته همان طور که پیش‌تر ذکر شد و در شکل ۲ نشان داده شده است، سواد دیجیتال می‌تواند زمینه مناسبی برای تقویت دو توانمندی «برقراری ارتباط» و «همکاری» فراهم کند.

اگر چه که تقویت تمام توانمندی‌های ذکرشده و انتقال دانش‌های عمیق و غیرعمیق در یک برنامه آموزشی تحصیلات تکمیلی ممکن است میسر نباشد ولی مهم است که مشخص شود، کدام یک

1- Critical thinking
2- Communication
3- Collaboration
4- Creativity

از این جنبه‌ها در برنامه‌های آموزشی دانشگاه‌ها و در چه مقطعی پوشش داده می‌شود تا برنامه‌ریزی برای پوشش دادن به خلع‌ها در سایر مقاطع تحصیلی یا آموزش حین خدمت فراهم شود.

۵. کارکردها و بسترهای تربیت متخصصان مهندسی آب در ایران

در بسیاری از کشورهای درحال‌توسعه و کشورهای منطقه خاورمیانه، مدیریت آب عمدتاً توسط مهندسان آب صورت می‌گیرد (Dehnavi & Al-Saidi, 2020) که متمرکز بر مسائل فنی و جنبه‌های مرتبط با توسعهٔ زیرساخت‌های تنظیم، توزیع و تصفیه آب و مدیریت فاضلاب هستند (Grigg, 2016). ایران هم از این قاعده مستثنی نبوده است و بدنهٔ کارشناسی بخش آب دولت و شرکت‌های مهندسی مشاور فعال در حوزهٔ آب، عمدتاً تحت سیطره مهندسان آب و در حد محدودتری فارغ‌التحصیلان رشته‌های زمین‌شناسی، مهندسی محیط زیست و مهندسی کشاورزی است.

در نظام آموزش عالی ایران، تربیت متخصصان حوزهٔ مهندسی آب عمدتاً در دانشکده‌های مهندسی عمران و محیط زیست و کشاورزی صورت گرفته است. گرایش سازه‌های هیدرولیکی که بعداً به مهندسی آب و سازه‌های هیدرولیکی تغییر نام داد، از دهه شصت در برخی از دانشگاه‌های کشور اجرا شده و در مقاطع کارشناسی‌ارشد و دکتری، فارغ‌التحصیلان زیادی به بازار کار کشور ارائه کرده است. عمدهٔ تمرکز مباحث این گرایش بر اندرکنش بین آب و سازه‌های هیدرولیکی، اصول طراحی این سازه‌ها و مهندسی رودخانه و رسوب است. برنامهٔ درسی این گرایش در مقطع کارشناسی ارشد حاوی ۱۲ واحد دروس اجباری و ۱۲ واحد دروس اختیاری است که تماماً بر جنبه‌های فنی حوزه‌های هدف این گرایش متمرکز هستند.

مهندسی و مدیریت منابع آب یکی از گرایش‌های رشتهٔ مهندسی عمران در مقطع کارشناسی ارشد و دکتری است که به دلیل داشتن سابقهٔ نسبتاً طولانی، بستر تربیت بسیاری از متخصصان حوزهٔ مدیریت منابع آب در کشور بوده است. هدف این گرایش تربیت افرادی است که با شناخت کافی از جنبه‌های مختلف مهندسی، مدیریتی و محیط زیستی، قادر باشند زیرساخت‌های موجود برای بهره‌برداری از منابع آب را مدیریت کنند، از منابع آب موجود حفاظت کنند و برای توسعهٔ بهره‌برداری از منابع آب با رعایت اصول توسعه پایدار برنامه‌ریزی کنند. تاریخچهٔ تأسیس این گرایش به راه‌اندازی گروه‌های مهندسی آب در برخی از دانشگاه‌های کشور در اوایل دههٔ ۷۰ باز می‌گردد. بعدها این گرایش در اوایل دههٔ ۹۰ بر اساس مصوبه وزارت علوم، تحقیقات و فناوری به گرایش مهندسی و مدیریت منابع آب تغییر عنوان داد و در ترکیب دروس آن نیز بازنگری شد. در برنامه مصوب این گرایش، ۱۲ واحد دروس اجباری و ۱۲ واحد دروس اختیاری در سه خوشهٔ "مبانی ریاضی و هیدرولیک"، "مهندسی منابع آب" و "برنامه‌ریزی و مدیریت منابع آب" در نظر گرفته شده است. دروس تخصصی گرایش مهندسی آب و پس از آن گرایش مهندسی و مدیریت منابع آب، تماماً مرتبط با حوزه‌های فنی مهندسی آب بوده

است و عمدتاً محصول نگاه فن‌سالارانه به حوزهٔ مهندسی آب است. رویکرد نظام‌مند در قالب یکی از دروس اجباری این گرایش تا حدی مورد توجه قرار می‌گیرد ولی به نظر می‌رسد، این سطح از آموزش تفکر نظام‌مند، با انتظارات مطرح‌شده از مهندسان T-شکل مناسب مسائل روز آب که در بخش‌های قبل تشریح شد، تناسبی ندارد. ضمن اینکه به نظر می‌رسد استفاده بیشتر از متخصصان مهندسی سامانه‌ها برای تدریس در این گرایش لازم باشد.

برای رفع معضل نگاه فن‌سالارانه در طراحی برنامه‌های درسی مهندسی آب و با هدف تقویت نگاه بین‌رشته‌ای به برنامه مهندسی آب، رشته علوم و مهندسی آب توسط شاخه مهندسی کشاورزی، تدوین و از سال ۱۳۹۳ جایگزین رشته مهندسی کشاورزی- آب در دانشگاه‌ها شد. این تحول البته فقط یک تغییر عنوان نبود بلکه برنامه درسی این رشته، به طور کامل مورد بازنگری اساسی قرار گرفت و در بهمن‌ماه ۱۳۹۱ به تصویب شورای برنامه‌ریزی آموزش عالی رسید. در برنامه درسی رشته علوم و مهندسی آب، ۱۳ خوشه تخصصی تعریف شده و در هر خوشه بین ۲۲ تا ۲۴ واحد درسی پیش‌بینی شده است که دانشجو می‌تواند بنا به علاقه خود و شرایط دانشگاهی که در آن تحصیل می‌کند، یکی از این خوشه‌ها را انتخاب کند. خوشه‌های درنظرگرفته‌شده در این رشته، عبارتند از آبیاری و زهکشی، سازه‌های آبی، مدیریت منابع آب، هواشناسی کشاورزی، آب و فناوری اطلاعات، آب و مهندسی محیط زیست، آب و کشاورزی، آب و توسعه، آب و اقتصاد، آب و حکمرانی، آب و حقوق، آب و مهندسی سامانه و همچنین مهندسی آثار و سازه‌های تاریخی آبی. در مقطع کارشناسی ارشد نیز گرایش‌های متناظر این خوشه‌ها مصوب شده است و دانشجویان می‌توانند پس از اتمام مقطع کارشناسی، حسب زمینهٔ مورد علاقه خود، در این خوشه‌ها ادامه تحصیل دهند. البته ذکر این نکته ضروری است که تعداد محدودی از این خوشه‌ها، در اکثر دانشگاه‌های کشور فعال شده است که عمده‌ترین دلیل آن، مشکل در تأمین استاد برای ارائه دروس و هدایت فعالیت‌های تحقیقاتی بوده است.

به نظر می‌رسد در حوزهٔ برنامه‌ریزی برای توسعهٔ آموزش عالی در حوزه مهندسی آب، توجه کمتری به ظرفیت‌سازی در تأمین استاد و شیوه‌های متنوع آموزش در حوزه‌های بین‌رشته‌ای شده است و عمدتاً به بازنگری در ترکیب دروس و تعریف خوشه‌ها اکتفا شده است. این در حالی است که در بسیاری از دانشگاه‌های پیش‌رو در سایر کشورها، با جذب دانشجو و استاد از رشته‌های مختلف و حتی کشورهای مختلف و تعریف پروژه‌هایی مبتنی بر مسائل واقعی که دانشجویان به صورت گروهی روی آنها کار می‌کنند، تفکر نظام‌مند، کار گروهی، توجه به نقاط تمایز فرهنگی و اجتماعی و نگاه بین‌رشته‌ای به صورت ضمنی در دانشجویان تقویت می‌شود (Dehnavi & Al-Saidi, 2020). به روز بودن برنامه‌های آموزشی مهندسی آب، متناسب با تحولات فناورانه و شرایط محیطی، نیازمند ایجاد انعطاف‌پذیری برای تحول مداوم در برنامه‌های آموزشی است. یکی از ضرورت‌ها در این مسیر، ارتباط مستمر دانشگاه‌ها با گرودارن مهم، دانشجویان و دانش‌آموختگان است (Uhlenbrook & de Jong, 2012) تا تحولات در بازار

کار و توانمندی‌های مورد نیاز برای رفع چالش‌های آبی شناسایی شود.

بررسی ترکیب دروس در گرایش‌های مختلفی که مورد اشاره قرار گرفت، نشان می‌دهد که به جز رشتهٔ علوم و مهندسی آب که تا حدی از نظر آموزش‌های تخصصی به اهداف تربیت شخصیت حرفه‌ای T-شکل نزدیک می‌شود، سایر گرایش‌های مرتبط با مهندسی آب، علی‌رغم اینکه بعضاً تلاش شده است تا در قالب درس‌های اختیاری، تنوع موضوعات اشاره‌شده و حوزه‌های هم‌بستی در آنها در نظر گرفته شود ولی به دلایل مختلف، خصوصاً فراهم نبودن استاد برای تدریس دروس بین‌رشته‌ای، عمدتاً تمرکز بر زمینه‌های مهندسی در یک‌رشته خاص صورت گرفته است و بنابراین خروجی گرایش‌های ذکرشده، بیشتر از نوع I-شکل هستند. حوزه‌های توانمندی‌های مدیریتی و راهبری و سواد دیجیتال هم به طور مستقیم در برنامه‌های آموزشی فعلی مرتبط با مهندسی آب مورد توجه قرار نگرفته‌اند و بعضاً ممکن است در قالب انجام پروژه‌های درسی یا پایان‌نامه/رساله، برخی از این توانمندی‌ها کسب شود.

۶. سواد دیجیتال و سواد داده و اطلاعات در برنامه‌های آموزشی

همان طور که قبلاً اشاره شد، سواد داده و اطلاعات ناظر به توانمندی درک، استفاده و مدیریت داده و اطلاعات است. آموزش دانشجویان در این حوزه باید هر دو حوزهٔ استفاده از داده و اطلاعات و مدیریت آن را پوشش بدهد. اگر چه، سواد دیجیتال هم تا حد زیادی به سواد داده و اطلاعات مرتبط است ولی این دو، وجوه افتراقی نیز با هم دارند که باعث شده است در طراحی ساختار T-شکل مستقل از یکدیگر مورد توجه قرار گیرند. در طراحی برنامه‌های آموزشی تفاوت‌های زیر بین این دو حوزه باید مورد توجه قرار گیرد:

- مهارت‌ها و توانمندی‌های حوزهٔ سواد داده و اطلاعات: یافتن، تحلیل، ارزیابی، استفاده و مدیریت داده و اطلاعات
- مهارت‌ها و توانمندی‌های حوزهٔ سواد دیجیتال: یافتن، سازمان‌دهی، درک، ارزیابی و تولید اطلاعات با استفاده از فناوری‌های دیجیتال

اگر چه در رشته‌های مهندسی عمران و محیط زیست، در بسیاری از دانشگاه‌ها هنوز به شکل سنتی از ظرفیت پروژه‌های مقاطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی برای ارتقای سواد داده و اطلاعات و سواد دیجیتال استفاده می‌شود ولی برخی از دانشگاه‌های سایر کشور، این موارد را به طور خاص در قالب درس‌های مشخص به برنامه‌های درسی اضافه کرده‌اند. به طور مثال دانشگاه ملی سنگاپور[1]، که جزو ۱۰ دانشگاه برتر جهان در حوزهٔ مهندسی است، در سال ۲۰۲۱ برنامه آموزشی مقطع کارشناسی رشته مهندسی محیط زیست را مورد بازنگری قرار داده و دروس «سواد داده و اطلاعات» و «سواد

1- National University of Singapore

دیجیتال» را به دروس اصلی این رشته اضافه کرده است و با در نظر گرفتن دو درس مستقل برای این دو مبحث، تفکیک مباحث تخصصی دو حوزه نیز مورد توجه قرار گرفته است. به نظر می‌رسد در ایران نیز، اضافه‌کردن این مباحث به دروس اجباری مقاطع کارشناسی در رشته‌های مهندسی عمران و سایر رشته‌های مرتبط با آب، مثل مهندسی محیط زیست، ضروری باشد.

۷. انتقال توانمندی‌های مدیریت و راهبری و جامع‌نگری در برنامه‌های آموزشی مهندسی آب

بر خلاف سایر زمینه‌های مطرح‌شده، به نظر می‌رسد در برنامه‌های آموزشی مرتبط با مهندسی آب در ایران، کمترین توجه به انتقال توانمندی‌های مدیریت و راهبری به دانشجویان شده است. به جز مدیریت پروژه که در بعضی برنامه‌های آموزشی در درسی مشخص تا حدی پوشش داده می‌شود، در اکثر برنامه‌های آموزشی ارائه‌شده در کشور، برنامه مدونی برای انتقال سایر توانمندی‌های ذکرشده در این دو حوزه که در شکل (۲) نشان داده شده است، وجود ندارد.

بررسی تحقیقات انجام‌شده در سطح بین‌المللی نشان می‌دهد در برنامه‌های آموزشی مهندسی آب، روش‌های مختلفی برای انتقال این توانمندی‌ها مورد استفاده قرار گرفته است که به طور خلاصه، به شکل زیر قابل دسته‌بندی هستند (Dehnavi & Al-Saidi, 2020):

- استفاده از مدرسان با حوزه‌های تحصیلی مختلف و تا حد امکان از کشورها و فرهنگ‌های گوناگون
- استفاده از مثال‌های دنیای واقعی
- استفاده از آموزش پژوهش‌محور[1]
- استفاده از مدرسان مدعو از صنعت
- بازدیدهای میدانی
- پروژه‌هایی که کار گروهی برای انجام آنها ضروری باشد

استفاده از مثال‌های دنیای واقعی باعث ایجاد درک بهتری از مبانی نظری و کاربردهای آن در دنیای واقعی می‌شود. استفاده از مثال‌های دنیای واقعی، پیچیدگی‌های مسائل آب و راه‌حل‌های آنها و وابستگی‌شان به سایر سامانه‌های غذا، انرژی، اقلیم و محیط زیست را بهتر نشان می‌دهد و دانشجویان را برای کنجکاوی در شناخت این به‌هم‌پیوستگی‌ها و اثرات متقابل ترغیب می‌کند. محیط‌های آموزشی که افراد از فرهنگ‌های مختلف اعم از دانشجو و استاد در آن حضور دارند و پروژه‌های درسی به صورت گروهی انجام می‌شوند، زمینه تقویت توانمندی‌های برقراری ارتباط، درک متقابل و همکاری را فراهم می‌کنند. استفاده از آموزش پژوهش‌محور و بازدیدهای میدانی، کمک زیادی به تمرین تفکر نظام‌مند و انتقادی می‌کنند.

1- Inquiry Based Learning (IBL)

سابقه تحقیقات گسترده‌ای در مورد نحوه تقویت خصوصیات راهبردی در مهندسان وجود دارد که لازم است مورد واکاوی دقیق‌تر قرار بگیرد و با بررسی تطبیقی با شرایط مقاطع مختلف آموزشی مهندسی آب در کشور، خلع‌های موجود شناسایی شود و زمینه‌های ارتقای این توانمندی‌ها مورد واکاوی قرار گیرد.

۸. تجربیات بین‌المللی در طراحی برنامه‌های آموزشی برای تربیت متخصصان T-شکل

در این بخش صرفاً به عنوان نمونه، مشخصات چند دوره آموزشی تحصیلات تکمیلی مرتبط با مهندسی آب که با هدف تربیت متخصصان T-شکل در دانشگاه‌های سایر کشورها طراحی و اجرا شده‌اند، معرفی می‌گردند. بررسی جزئیات این دوره‌ها می‌تواند درس‌آموخته‌های مفیدی برای بازنگری در برنامه‌های آموزشی موجود در کشور داشته باشد.

۸-۱. دوره کارشناسی ارشد مدیریت به‌هم‌پیوسته منابع آب در دانشگاه Griffith استرالیا

در توضیحات این برنامه آموزشی در تارنمای دانشگاه Griffith، به اهداف برشمرده در بخش‌های پیشین این مقاله از جمله تربیت متخصصان T-شکل و تقویت توانمندی‌های مربوط به راهبردی و کار در گروه‌های کاری چندتخصصه اشاره شده است. فهرست دروس اجباری این دوره که در جدول (۱) آورده شده است، به طور مشخص، ارتقای توانمندی‌های مدیریتی و راهبردی و تقویت دانش غیرعمیق در زمینه‌های تغییر اقلیم، اقتصاد و تعامل با گروداران را هدف قرار داده است. همچنین در توضیحات این دوره ذکر شده است که در ارائه دروس، از ترکیبی از اساتید دانشگاه، متخصصان صنعت و فعالان در سازمان‌های مردم‌نهاد استفاده می‌شود.

جدول ۱. ترکیب دروس اجباری و اختیاری دوره کارشناسی ارشد مدیریت به‌هم‌پیوسته منابع آب در دانشگاه Griffith استرالیا

دروس اجباری	دروس اختیاری در خوشه خدمات آب و فاضلاب	دروس اختیاری در خوشه مدیریت به‌هم‌پیوسته منابع آب	دروس اختیاری در خوشه نوآوری و سازگاری در آب
Project management	WASH: Water supply, sanitation and hygiene	Water accounting	Innovation for impact
Catchment ecology	Urban futures: Delivering water sensitive cities	Water, agricultural landscapes and food security	یک درس اختیاری از سایر خوشه
Water governance and policy	Community, livelihoods, levelopment and water	Community, livelihoods, development and water	
Public involvement and community development			
Climate adaptation theory and practice			
Economics for water resource management			

۸-۲. دوره کارشناسی ارشد آب و توسعه پایدار در دانشگاه IHE-Delft هلند

دانشگاه IHE-Delft بزرگ‌ترین دانشگاه تخصصی حوزه آب است. در توضیحات ارائه‌شده در تارنمای این دانشگاه، تأکید شده است که در تربیت دانشجویان در مقاطع تحصیلات تکمیلی، اهمیت زیادی به توانایی‌های راهبردی، مهارت‌ها و سواد دیجیتال و کار در حوزه‌های بین‌رشته‌ای داده شده است. دوره کارشناسی ارشد آب و توسعه پایدار در این دانشگاه در قالب چهار خوشه تخصصی سازمان‌دهی شده است:

- آب، غذا و انرژی
- مخاطرات آبی، خطرها و اقلیم
- آب و سلامتی
- سلامتی و ایمنی منابع آب و بوم‌سازگان‌ها

همان طور که از عناوین خوشه‌ها مشخص است، اهمیت خاصی به حوزهٔ هم‌بست آب، غذا و انرژی داده شده است و همچنین موضوع اقلیم و خطرهای مرتبط به تغییر اقلیم، در خوشه دوم مورد تأکید قرار گرفته است. جزئیات دروس ارائه‌شده در این خوشه‌ها، از حوصله این مقاله خارج است ولی بررسی ترکیب این دروس، نشان می‌دهد که دروس، به پنج دسته مختلف "علوم مهندسی"، "حکمرانی و مدیریت"، "محیط زیست"، "نوآوری دیجیتال و هیدروانفورماتیک" و "بهداشت" تقسیم‌بندی شده‌اند. در این تقسیم‌بندی، ضرورت پرداختن به جنبه‌های مدیریتی و محیط زیستی و همچنین سواد دیجیتال در طراحی دوره‌های کارشناسی ارشد مهندسی آب مورد توجه قرار گرفته است. این دانشگاه همچنین تأکید زیادی بر یادگیری مادام‌العمر دارد و تعداد زیادی درس را به صورت برخط و حضوری برای تقویت یادگیری مستمر در دانش‌آموختگان رشته‌های مهندسی آب ارائه می‌کند.

۹. جمع‌بندی و پیشنهادات

به نظر می‌رسد که دانشگاه‌های کشور برای دستیابی به خصوصیات دانشگاه نسل سوم و چهارم در حال تلاش هستند. در دنیای امروز دانشگاه‌های نسل اول و دوم، دیگر نمی‌توانند حرف چندانی برای گفتن داشته باشند و به‌رغم حفظ ماهیت اصلی دانشگاه، تغییر پارادایم و تحولات بنیادی برای حرکت به سمت دانشگاه کارآفرین و تربیت دانش‌آموختهٔ ماهر که بتواند در محیط در حال تغییر کنونی، جایگاه خود را به عنوان یک متخصص حرفه‌ای حفظ کند، ضروری است. دانشگاهی که بتواند بر فرایند توسعه و بخش‌های اقتصادی کشور اثرگذار باشد، نمی‌تواند بر برنامه‌های آموزشی صلب و شیوه‌های آموزشی سنتی و قدیمی متکی باشد.

در شرایطی که آب، به عنوان یک چالش مهم در کشور مطرح شده است و توسعه پایدار تا حد

زیادی به اصلاح روش‌های مدیریت و بهره‌برداری از منابع آب کشور گره خورده است، برنامه‌های آموزشی رشته‌های مرتبط با مهندسی آب در دانشگاه‌های کشور نیازمند تحولات بنیادی هستند. یکی از قدم‌های اساسی در طراحی رشته‌های مهندسی مرتبط با آب، شناخت خصوصیات مورد انتظارِ دانشی و شخصیت حرفه‌ای فردی است که از این رشته‌ها فارغ‌التحصیل می‌شود. در این مقاله ضمن بررسی الگوهای مختلف دانشی و توانمندی‌های مورد انتظار از دانش‌آموختگان رشته‌های مرتبط با مهندسی آب، الگوی T-شکل به عنوان الگوی مناسب انتخاب شده و زمینه‌های مورد انتظار برای کسب دانش عمیق و دانش غیر عمیق پیشنهاد شده است. این در حالی است که اکثر برنامه‌های آموزشی کشور در حوزه‌های مهندسی آب، شخصیت I-شکل تربیت می‌کنند. توجه به ارتقای توانمندی‌های مدیریت و راهبری و سواد داده و اطلاعات و سواد دیجیتال و ساماندهی دانش و مهارت‌های قابل انتقال به دانشجویان در قالب درس‌ها و پروژه‌های موجود در برنامه درسی، نیاز به برنامه‌ریزی و هماهنگی دارد (Weissbrodt et al., 2020). بازنگری در برنامه‌های آموزشی کشور برای تربیت مهندسان آبی که بتوانند با متخصصان محیط زیست، توسعه پایدار، تغییر اقلیم، اقتصاد، علوم اجتماعی و اخلاق مهندسی ارتباط برقرار کنند و در گروه‌های کاری متشکل از این تخصص‌ها نقش همکاری و راهبری ایفا کند، ضروری است.

علاوه بر محتوای آموزشی، شیوه‌های آموزش نیز نیاز به بازنگری دارند. تقویت ارتباط با صنعت و استفاده از ظرفیت کارشناسان خبرهٔ صنعت و انجام بازدیدهای میدانی، علاوه بر فراهم‌کردن زمینه آشنایی با مسائل دنیای واقعی، دیدگاه‌های گرورداران و ذی‌مدخلان را نیز به دانشجویان منتقل و در آموزش توانمندی‌های ارتباطی نیز مؤثر است. استفاده از مدرسان مدعو از صنعت نیز دانشجویان را با تعبیرهای مختلف از مسائل و راه‌حل‌هایی که گرورداران گوناگون مطرح می‌کنند، آشنا می‌کند و فرصتی فراهم می‌کند تا دانشجویان بتوانند برقرار ارتباط با گرورداران حوزهٔ آب را در عمل تجربه کنند (Uhlen-brook & de Jong, 2012). استفاده از رویکرد آموزش پژوهش‌محور با بهره‌گیری از مسائل واقعی متنوع، به‌کرات برای آموزش دانشجویان در موضوعاتی نظیر مدیریت به‌هم‌پیوسته منابع آب[1] توصیه شده است چراکه این شیوه از آموزش، کنجکاوی دانشجویان را برای یادگیری مباحث جدید تحریک می‌کند و توفیق در هدایت دانش‌آموختگان در مسیر یادگیرنده‌های مادام‌العمر را افزایش می‌دهد.

بدون ارتقای سبک و محتوای برنامه‌های آموزشی مهندسی آب نمی‌توان انتظار داشت، فضای مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب در کشور و به‌تبع آن روند توسعه ناپایدار از منظر بهره‌برداری از منابع طبیعی تغییر چندانی بکند. در واقع نظام آموزش عالی کشور باید متوجه ضرورت این تغییر و اهمیت اقدام سریع در این مورد باشد. اولین قدم در این مسیر، حذف نظام متمرکز طراحی و تصویب برنامه‌های آموزشی و ایجاد انعطاف در طراحی برنامه‌های درسی دوره‌های کارشناسی و تحصیلات تکمیلی است.

1- Integrated water resources management

References

- Abdul-Talib, S., Tay, C.-C., Zakaria, N.A., Ab-Ghani, A., Mohd-Sidek, L., and Chan, N.W. (2014). Water and environmental engineering: embracing multi-disciplinary approach through advanced and integrated technologies for sustainability. *Journal of Asian Scientific Research*, 4(4), 194-206. Retrieved from https://archive.aessweb.com/index.php/5003/article/view/3625.
- Babatope A. (2020). Competence-driven engineering education: a case for T-shaped engineers and teachers, *Int. J. Eval. Res. Educ.*, 9 (1), pp. 32-38.
- Balint, P. J., R. E. Stewart, A. Desai and L. C. Walters (2011). Wicked environmental problems: Managing uncertainty and conflict. Washington, DC: Island Press.
- Bazilian, M., Rogner, H., Howells, M., Hermann, S., Arent, D., Gielen, D., Steduto, P., Mueller, A., Komor, P., Tol, R.S.J. and Yumkella, K.K. (2011). Considering the energy, water, and food nexus: Towards an integrated modelling approach. *Energy Policy* 39(12): 7896-7906. DOI: https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.039.
- Bierema, L. L. (2019). Enhancing employability through developing T-shaped professionals, Fostering employability in adult and higher education: An International Perspective, 2019(163), pp. 67-81, https://doi.org/10.1002/ace.20342.
- Cheetham, G. and Chivers, G. (1996). Towards a holistic model of professional competence. *Journal of European Industrial Training*, Vol. 20 No. 5, pp. 20-30. https://doi.org/10.1108/03090599610119692.
- Davari, K. and A. Esfandiari (2024). Water scarcity and sustainability. *Journal of Water and Sustainable Development*, 10(4), 30 [In Persian].
- Dehnavi, S., and M. Al-Saidi (2020). Educating water professionals for the Arab world: Archetypes, change agents and complex realities, *Energy Reports*, Volume 6, Supplement 8, pp. 106-113.
- Demirkan, H. & J. Spohrer (2015). T-shaped innovators: identifying the right talent to support service innovation, *Research-Technology Management*, 58:5, 12-15, DOI: 10.5437/08956308X5805007.
- Dickson, R., M. G. Cherry, and A. Boland (2017). Carrying out a systematic review as a Master's thesis. In Book: Doing a systematic review: A student's guide. 2nd edition. Sage Publication, London, UK.
- Garcia, D.J. and You, F. (2016). The water-energy-food nexus and process systems engineering: A new focus. *Comput Chem Eng*, 91: 49-67. DOI: https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2016.03.003.
- Grigg NS. (2016). Capacity-building for IWRM: Education, training, and research. In: Grigg NS, editor. Integrated water resource management: An interdisciplinary approach. London: Palgrave Macmillan UK, p. 395-408. http://dx.doi.org/10.1057/978-1-137-57615-6_21.
- Habbal, F., A. Kolmos, R. G. Hadgraft, J. E. Holgaard, K. Reda, (2024). Reshaping engineering education: addressing complex human challenges. Springer Nature Singapore Pte Ltd., Singapore.
- Hanemann, M. (2006). The economic conception of water, in water crisis: myth or reality?. edited by P. P. Rogers, M. R. Llamas, and L. Martinez-Cortina, pp. 61-92, Taylor and Francis, London, U. K.
- Hansen, M. T., B. Von Oetinger (2001). Introducing T-shaped managers. Knowledge management's next generation. *Harv. Bus. Rev.*, 79 (3), pp. 106-116.
- Harris, P. (2009). Help Wanted: "T-shaped" skills to meet 21st Century needs. *TD Magazine*, 63 (9) (2009), pp. 42-47.
- Harris, J, Brown, VA and Russell, J. (2010). Tackling wicked problems: Through the transdisciplinary imagination. Taylor & Francis. Available at https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19390459.2011.604553. https://doi.org/10.4324/9781849776530.
- Irwin, E.G., Culligan, P.J., Fischer-Kowalski, M., Law, K.L., Murtugudde, R. and Pfirman, S. (2018). Bridging barriers to advance global sustainability. *Nature Sustainability* 1(7): 324-326. https://doi.org/10.1038/s41893-018-0085-1.
- Karami, Sh., K. Fathi Vajargah, A. A. Khosravi Babadi, M. Farajzadeh Asl (2020). Green curriculum in the higher education of Iran: Water crisis, climate change, sources of knowledge. *Quarterly Journal of Environmental*

Education and Sustainable Development, 9(1), 81-94.

- Khan, Kh. S., R. Kunz, J. Kleijnen, G. Antes (2003). Systematic reviews to support evidence-based medicine: How to review and apply findings of healthcare research. Royal Society of Medicine Press, London.
- Kiani, A. K. and M. Shaker (2019). An analyses of the problems and barriers to development pressurized irrigation systems. *Water Management in Agriculture*, 6(1), 65-74 [In Persian].
- Ledford, H. (2015). How to solve the world's biggest problems. *Nature* 525(7569), 308-311. https://doi.org/10.1038/525308a.
- Lund, J. R. (2015). Integrating social and physical sciences in water management. *Water Resources Research*, 51(8), 5905-5918.
- Martin, M. J., Diem, S. J., Karwat, D. M. A., Krieger, E. M., Rittschof, C. C., Bayon, B., Aghazadeh, M., Asensio, O., Zeilkova, T. J., Garcia-Cazarin, M., Alvelo Maurosa, J. G., & Mahmoud, H. (2022). The climate is changing. Engineering education needs to change as well. *Journal of Engineering Education*, 111(4), 740-746. https://doi.org/10.1002/jee.20485.
- Martínez-Bravo, M. C., Ch. S. Chalezquer, and J. Serrano-Puche (2022). Dimensions of digital literacy in the 21st Century competency frameworks. *Sustainability*, 14(3), 1867. https://doi.org/10.3390/su14031867.
- Mbah, M.F., Shingruf, A. & Molthan-Hill, P. (2022). Policies and practices of climate change education in South Asia: towards a support framework for an impactful climate change adaptation. *Climate Action*, 1 (28), https://doi.org/10.1007/s44168-022-00028-z.
- McIntosh, B. S., and A. Taylor (2014). Developing T-shaped water professionals: building capacity in collaboration, learning, and leadership to drive innovation, *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 150(1), pp. 6-17, https://doi.org/10.1111/j.1936-704X.2013.03143.x.
- Mdee, Anna, Alesia Ofori, Gabriela Lopez-Gonzalez, Lindsay Stringer, Julia Martin-Ortega, Sara Ahrari, Andrew Dougill, Barbara Evans, Joseph Holden, Paul Kay, Victor Kongo, Pedi Obani, Martin Tillotson, Miller Alonso Camargo-Valero, The top 100 global water questions: Results of a scoping exercise, *One Earth*, 5 (5), pp. 563-573.
- Meijerink, S. and D. Huitema (2010). Policy entrepreneurs and change strategies: Lessons from sixteen case studies of water transitions around the globe. *Ecology and Society* 15(2): 1-21.
- Ninan, J., M. and Hertogh, Y. Liu (2022).Educating engineers of the future: T-shaped professionals for managing infrastructure projects, Project Leadership and Society, Volume 3, 100071, https://doi.org/10.1016/j.plas.2022.100071.
- Oskam, I. F. (2009). T-shaped engineers for interdisciplinary innovation: an attractive perspective for 30 young people as well as a must for innovative organizations. *37th Annual Conference on Attracting students in Engineering*, Rotterdam, The Netherlands, 1-4 July 2009.
- Ravar, Z., B. Zahraie, A. Sharifinejad, H. Gozini, S. Jafari (2020). System dynamics modeling for assessment of water-food-energy resources security and nexus in Gavkhuni basin in Iran. *Ecological Indicators*, 108, 105682, https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105682.
- Reed, P. M., J. Kasprzyk (2009). Water resources management: The myth, the wicked, and the future, ASCE *Journal of Water Resources Planning and Management*, 135 (6), 411-413.
- Rezaei, M. (2022). Water ethics, *Journal of Water and Sustainable Development*, 9(4), 59-76 [In Persian].
- Salemi Sarmast, S., Zahraie, B. (2021). Assessment of water security in Iran at provincial level using a hybrid index. *Water and Irrigation Management*, 11(3), pp. 617-632. doi: 10.22059/jwim.2021.327554.903.
- Schwarz, J. (2023). Climate change, human displacement, and STEM education: Toward a more transdisciplinary and inclusive culture of science. In: Murray, B., Brill-Carlat, M., Höhn, M. (eds) Migration, displacement, and higher education. Political Pedagogies. Palgrave Macmillan, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-12350-4_18.
- Srinivasan, V., M. Konar, M. Sivapalan (2017). A dynamic framework for water security, Water Security, Volume 1, pp. 12-20, https://doi.org/10.1016/j.wasec.2017.03.001.
- The World Economic Forum Water Initiative, (2011). Water security: The water-food-energy-climate nexus, 14

U. Denv. Water L. Rev. 418.

- Thornhill-Miller, Branden, Anaëlle Camarda, Maxence Mercier, Jean-Marie Burkhardt, Tiffany Morisseau, Samira Bourgeois-Bougrine, Florent Vinchon, Stephanie El Hayek, Myriam Augereau-Landais, Florence Mourey, Cyrille Feybesse, Daniel Sundquist, and Todd Lubart (2023). Creativity, critical thinking, communication, and collaboration: Assessment, certification, and promotion of 21st Century skills for the future of work and education, *Journal of Intelligence* 11, no. 3: 54. https://doi.org/10.3390/jintelligence11030054.
- Torres-Carrión, P. V., C. S. González-González, S. Aciar and G. Rodríguez-Morales (2018). Methodology for systematic literature review applied to engineering and education, (2018) *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, Santa Cruz de Tenerife, Spain, pp. 1364-1373, doi: 10.1109/EDUCON.2018.8363388.
- Uhlenbrook, S. and de Jong, E. (2012). T-shaped competency profile for water professionals of the future. *Hydrol. Earth Syst. Sci.,* 16, 3475-3483, https://doi.org/10.5194/hess-16-3475-2012.
- United Nations (2015). Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development. https://www.unfpa.org/sites/default/files/resource-pdf/Resolution_A_RES_70_1_EN.pdf (last accessed April 1st, 2024).
- UN-Water (2016). Monitoring water and sanitation in the 2030 agenda for sustainable development: An executive briefing. https://www.unwater.org/sites/default/files/app/uploads/2017/05/1_Monitoring-Water-and-Sanitation-in-the-2030-Agenda-An-executive-briefing_2016-06-24.pdf (last assessed April 1st, 2024).
- Vehmaa, Anu, Meeri Karvinen, and Marko Keskinen. 2018. Building a more sustainable society? A case study on the role of sustainable development in the education and early career of water and environmental engineers. Sustainability, 10(8), 2605. https://doi.org/10.3390/su10082605.
- Wade, A. A., A. Grant, S. Karasaki, R. Smoak, D. Cwiertny, A. C. Wilcox, L. Yung, K. Sleeper and A. Anandhi (2020). Developing leaders to tackle wicked problems at the nexus of food, energy, and water systems. *Elementa Science of Anthropocene*, 8:11. DOI: https://doi.org/10.1525/elementa.407.
- Weissbrodt, D. G., M. K. H. Winkler and G. F. Wells (2020). Responsible science, engineering and education for water resource recovery and circularity, *Environ. Sci.: Water Res. Technol.*, 6, 1952-1966, https://doi.org/10.1039/D0EW00402B.
- Yazdani, H., M. Yaghoubi (2019). Engineering education for sustainable development: Futures, literature review, and holistic framework proposal. *Iranian Journal of Engineering Education*, 24(96), 69-91 [In Persian].
- Zohoor, H., J. Towfighi, P. Jabehdar Maralani, P. Davami, A. Kaveh, H. Nadimi, M. Yaghoubi (2019). Status analysis of engineering sciences in the country for future consideration: A summary of studies of specific groups, The IR Iran Academy of Sciences. *Iranian Journal of Engineering Education*, 21(84), 85-101 [In Persian].

بنفشه زهرایی: دارای مدرک دکترای مهندسی عمران در زمینه مدیریت و برنامه‌ریزی منابع آب و هیئت‌علمی دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تهران است. وی علاوه بر آموزش و تحقیقات در زمینه‌های تخصصی مرتبط با مهندسی آب، در زمینه ارتقای سواد آبی فعالیت داشته و مسئول کارگروه ارتقای سواد آبی انجمن آموزش مهندسی ایران نیز هست. ایشان همچنین در فاصله سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۳ دبیر کارگروه ملی سازگاری با کم‌آبی کشور بوده است. علایق پژوهشی وی در زمینه‌های مدلسازی بیلان آب، مدلسازی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب و سازگاری با کم‌آبی و تغییر اقلیم است.

فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و ششم، شماره ۱۰۱، بهار ۱۴۰۳، صص.۴۵-۲۵

بررسی کاربرد متاورس در حوزه آموزش در دانشگاه‌ها

رضا محمدحسنی[۱] و حورا حامدی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۷/۱۹، تاریخ پذیرش ۱۴۰۲/۱۲/۲۷

DOI: 10.22047/ijee.2024.419999.2016

چکیده: این مقاله به بررسی کاربرد متاورس[۳] در زمینه آموزش عالی می‌پردازد. متاورس به دنیای واقعیت مجازی اشاره می‌کند که در آن کاربران قادرند به کمک تصاویر سه‌بعدی با سایر کاربران ارتباط برقرار کنند، همچنین به بررسی مزایا و چالش‌های بالقوه ادغام متاورس در محیط‌های دانشگاهی پرداخته می‌شود و انواع متاورس از جمله واقعیت افزوده[۴]، لایف لاگینگ[۵]، دنیای آینه‌ای[۶] و واقعیت مجازی[۷] و کاربردهای آنها مورد بحث قرار می‌گیرد. مزایای استفاده از متاورس در آموزش عالی، فرصت‌های جدیدی برای ارتباطات اجتماعی ارائه می‌کند، خلاقیت را ارتقا می‌دهد و تجربیات یادگیری جدید از طریق مجازی‌سازی ارائه می‌کند. با این حال، این تحقیق محدودیت‌هایی مانند اشکالات احتمالی در ارتباطات اجتماعی، نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی و چالش ادغام تجربیات متاورس با دنیای واقعی ارائه می‌دهد. برای پیاده‌سازی متاورس در محیط‌های آموزشی، اساتید می‌بایست درک دانشجویان از متاورس را تجزیه و تحلیل کنند و پلتفرم‌هایی توسعه دهند که امنیت داده‌ها را در اولویت قرار دهد. در نتیجه، متاورس با ارائه محیط مجازی منحصربه‌فرد برای یادگیری، امکاناتی برای تغییر آموزش عالی ارائه می‌دهد. البته، بررسی دقیق مزایا و محدودیت‌های آن برای ادغام موفقیت‌آمیز در برنامه‌های درسی ضروری است.

واژگان کلیدی: متاورس، آموزش عالی، واقعیت مجازی، واقعیت افزوده، برنامه‌های آموزشی

۱- استادیار دانشکده مهندسی راه‌آهن، دانشگاه علم و صنعت ایران، ایران. (نویسنده مسئول). rmhasany@iust.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، کارآفرینی کسب و کارهای جدید، دانشگاه تهران، ایران. hamedi.hoora@gmail.com

3- Metaverse
4- Augmented reality
5- Lifelogging
6- Mirror worlds
7- Virtual worlds

۱. مقدمه

متاورس به یک فضای واقعیت مجازی یا فضای اشتراکی مجازی اشاره می‌کند که اغلب به عنوان یک محیط کاملاً فراگیر و تعاملی توصیف می‌شود که فراتر از صفحات نمایش دوبعدی سنتی می‌رود و تجربهٔ مجازی و فیزیکی را به طور هم‌زمان ممکن می‌سازد. این مفهوم ریشه در داستان‌های علمی-تخیلی دارد و به دلیل پیشرفت فناوری‌های واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و بازی‌های برخط‌برخط، طرفداران بسیاری را به خود اختصاص داده است. متاورس همچنین یکی از مفاهیم مهم و کاربردی در حوزه آموزش است که در دانشگاه‌ها و محیط‌های آموزشی مورد توجه قرار گرفته است. با پیشرفت فناوری و نوآوری‌های جدید، متاورس، به عنوان رویکردی مؤثر برای بهبود کیفیت و اثربخشی آموزش، در فرایند آموزش و یادگیری مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای استفاده از متاورس چالش‌های متعددی وجود دارد که از جمله آن، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

توانایی شبیه‌سازی محیط‌های مهندسی: یکی از چالش‌های اصلی استفاده از متاورس در آموزش رشته‌های مهندسی، توانایی شبیه‌سازی محیط‌های مهندسی و ارائه تجربه‌های تعاملی و واقعی است. این شامل استفاده از فناوری‌های واقعیت مجازی، واقعیت افزوده و سامانه‌های تعاملی است که به دانشجوها امکان می‌دهد در محیط‌های مهندسی مختلف فعالیت کنند و مهارت‌های عملی را تمرین کنند.

مدیریت تعامل اجتماعی: در متاورس، دانشجوها با استفاده از شخصیت‌های مجازی در محیط‌های چندنفره تعامل می‌کنند. چالش اینجاست که باید محیطی را فراهم کنیم که دانشجوها بتوانند به طور مؤثر با همکلاسی‌ها و اساتید در این جهان مجازی ارتباط برقرار کنند و بتوانند به صورت همکارانه در پروژه‌ها و تمرین‌ها مشارکت کنند.

انتقال دانش و مفاهیم: چالش دیگر استفاده از متاورس در آموزش مهندسی، انتقال دانش و مفاهیم به دانشجوها است. لازم است سامانه‌های مناسبی برای انتقال مفاهیم و دانش فنی از طریق محیط‌های مجازی و تعامل با اجسام و مفاهیم مجازی ایجاد شود تا دانشجوها بتوانند به طور کامل به مفاهیم مهندسی واقف شوند.

در این تحقیق، به بررسی کاربرد متاورس در حوزه آموزش در دانشگاه‌ها خواهیم پرداخت. این تحقیق به دانشگاه‌ها و مسئولین آموزشی کمک خواهد کرد تا از مزایا و فواید استفاده از متاورس در آموزش بهره‌برداری کنند و با چالش‌ها و موانع احتمالی در راه پیاده‌سازی آن مواجه شوند.

۲. پیشینه پژوهش

۲-۱. مفهوم متاورس

مفهوم متاورس به یک فضای واقعیت مجازی یا یک جهان مجازی جمعی اشاره دارد که در آن افراد می‌توانند با یکدیگر و موجودات دیجیتال در زمان واقعی، تعامل داشته باشند. اغلب به عنوان یک دنیای مجازی کاملاً فراگیر و تعاملی توصیف می‌شود که می‌توان از طریق دستگاه‌های مختلف، مانند هدست

واقعیت مجازی، رایانه یا دستگاه‌های تلفن همراه به آن دسترسی داشت(Contreras et al., 2022). متاورس با مخفف متا، به معنای ماورا و روی دیگری از جهان هستی است. این جهان دیجیتال است که در نتیجه ترکیب فناوری‌های مختلف پدیدار می‌شود. هدف، ادغام کامل این جهان دیجیتال با واقعیت است، به طوری که تمام فعالیت‌ها و عوامل دنیای فیزیکی ما می‌تواند به این فضای مجازی منتقل شود(Pino-Yancovic et al., 2020).

گو و همکاران (Go et al., 2021) متاورس را این گونه تعریف کرده‌اند: «واقعیت مجازی، مبتنی بر سه‌بعدی که در آن فعالیت‌های روزانه و زندگی اقتصادی از طریق آواتار[1]هایی انجام می‌شود که خود واقعی را نشان می‌دهند». در اینجا فعالیت‌های روزمره و زندگی اقتصادی امتداد واقعیت است و مشاهده می‌شود که دنیای واقعی با فضای مجازی ترکیب می‌شود و واقعیت به فضای مجازی گسترش می‌یابد. به عبارت دیگر، آواتار در متاورس، با خود واقعی فرد شناسایی می‌شود. آواتار در دنیای متاورس به فعالیت‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی می‌پردازد. علاوه بر این، لی بیان کرد که «متاورس به معنای جهانی است که در آن مجاز و واقعیت با هم تعامل و تکامل می‌یابند و فعالیت‌های اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی در آن برای ایجاد ارزش انجام می‌شود» (Lee). این یک ترکیب ساده از جهان و واقعیت مجازی نیست، بلکه یک تعامل است. علاوه بر این، متاورس می‌تواند بیانگر جهانی باشد که در آن، زندگی روزمره و فعالیت‌های اقتصادی به صورت یکپارچه انجام می‌شود.

در متاورس، کاربران می‌توانند در طیف وسیعی از فعالیت‌ها، از جمله معاشرت، کاوش در محیط‌های مجازی، شرکت در بازی‌ها و رویدادها، انجام معاملات تجاری، ایجاد و تجارت دارایی‌های دیجیتال و موارد دیگر شرکت کنند. هدف آن ارائه یک فضای مجازی یکپارچه و پایدار است که فراتر از پلتفرم‌ها یا برنامه‌های کاربردی خاص است. متاورس به عنوان یک فضای مشترک و به‌هم‌پیوسته تصور می‌شود که عناصر واقعیت افزوده (AR)[2]، واقعیت مجازی (VR)[3]، هوش مصنوعی (AI)[4]، فناوری بلاک‌چین[5] و سایر فناوری‌های نوظهور را ترکیب می‌کند. این نشان‌دهنده همگرایی دنیای فیزیکی و دیجیتالی است که مرزهای بین آنها را محو می‌کند. در حالی که مفهوم متاورس توسط ادبیات علمی تخیلی و فیلم‌های سینمایی رایج شده است، توسعه آن به طور فعال توسط شرکت‌ها و جوامع فناوری دنبال می‌شود. چشم‌انداز متاورس ایجاد یک قلمرو دیجیتالی گسترده و فراگیر است که امکانات جدیدی برای ارتباط، همکاری، سرگرمی و تجارت ارائه می‌دهد.

۲-۲. پیشینه متاورس

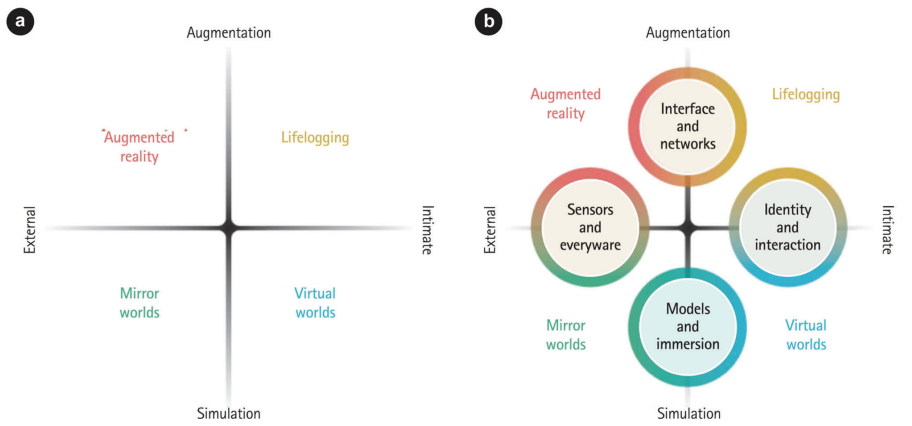
مفهوم متاورس برای اولین بار در سال ۱۹۹۲ در رمان علمی تخیلی تصادف برف نوشته رمان نویس آمریکایی

1- Avatar
2- Augmented reality
3- Virtual reality
4- Artificial intelligence
5- Blockchain

نیل استفنسون ظاهر شد. شخصیت‌های Snow Crash تبدیل به آواتار می‌شوند و در یک واقعیت مجازی سه‌بعدی (۳ بعدی) کار می‌کنند و به این واقعیت مجازی سه‌بعدی، متاورس می‌گویند (Contreras et al., 2022). این اصطلاح به زمین دیجیتالی‌شده به عنوان یک دنیای جدید اشاره دارد که از طریق رسانه‌های دیجیتالی، مانند گوشی‌های هوشمند و اینترنت بیان می‌شود(Kim, 2020). پس از ظهور مفهوم متاورس، تلاش‌ها و تحقیقات گسترده‌ای برای تحقق آن انجام شد. بنیاد مطالعات شتاب (ASF)[1]، یک سازمان پژوهشی متاورس‌محور، نقشه راه متاورس را در سال ۲۰۰۶ اعلام کرد. مفهوم متاورس و ۴ نوع آن را ارائه و تفکر در مورد متاورس را به عنوان نقطه اتصال یا ترکیبی از جهان واقعی و واقعیت مجازی پیشنهاد کرد.

۲-۳. انواع متاورس

در نقشه راه متاورس ASF، دو محور برای توضیح انواع متاورس ارائه شد.(Smart et al., 2007) یکی "افزوده[2]" در مقابل شبیه‌سازی[3]" و دیگری "درونی[4] در مقابل بیرونی[5]" است (شکل ۱). فناوری افزوده به فناوری‌ای اشاره دارد که عملکرد جدیدی را به یک سامانه واقعی موجود اضافه می‌کند. فناوری افزوده، اطلاعات بیشتری را نسبت به محیط فیزیکی که ما درک می‌کنیم، در متاورس قرار می‌دهد. فناوری شبیه‌سازی که در تضاد با فناوری افزوده است، به فناوری‌ای اطلاق می‌شود که با مدل‌سازی واقعیت، محیطی منحصربه‌فرد را فراهم می‌کند. شبیه‌سازی در متاورس شامل فنون مختلفی برای تحقق دنیای شبیه‌سازی‌شده به عنوان مکانی برای تعامل است. به طور خلاصه، فناوری افزوده و شبیه‌سازی را می‌توان بر اساس این که آیا اطلاعات در واقعیت فیزیکی یا واقعیت مجازی پیاده‌سازی می‌شوند، تقسیم‌بندی می‌شوند.



شکل ۱. انواع متاورس(Smart et al., 2007)

1- Acceleration studies foundation
2- Augmentation
3- Simulation
4- Intimate
5- External

در این میان متاورس به دو دنیای درونی و بیرونی تقسیم می‌شود. دنیای درون بر هویت و رفتار یک فرد یا شیء متمرکز است. فناوری برای دستیابی به تکمیل دنیای درونی در متاورس استفاده می‌شود. افراد یا چیزها، یا با استفاده از یک آواتار یا نمایه‌های دیجیتال عمل می‌کنند یا مستقیماً در سامانه عمل می‌کنند که به موجب آن، کاربر در آن محیط دارای نمایندگی است. در مقابل، دنیای بیرونی معمولاً بر جنبه‌هایی از واقعیت خارجی متمرکز بر کاربر، موضوع متاورس، تمرکز می‌کند. بنابراین، شامل فناوری مربوط به نمایش اطلاعات در مورد دنیای اطراف کاربر و نحوه واپایش آن است. این چارچوب‌های داخلی و خارجی، بر اساس این که فناوری متاورس بر دنیای درونی کاربر متمرکز است یا دنیای اطراف، به محور دیگری برای تقسیم برنامه‌ها تبدیل می‌شوند.

نقشه راه، بر اساس این ۲ محور، متاورس را به ۴ نوع واقعیت افزوده، لایف لاگینگ، دنیای آینه‌ای و واقعیت مجازی دسته‌بندی می‌کند. جدول ۱ تعاریف، ویژگی‌ها، فیلدهای کاربردی و موارد استفاده از هر نوع را خلاصه می‌کند.

۲-۳-۱. واقعیت افزوده

واقعیت افزوده نوعی گسترش دنیای بیرونی است. این به یک شکل از فناوری اشاره دارد که با استفاده از یک سامانه واسط مبتنی بر موقعیت و افزودن و لایه‌برداری اطلاعات شبکه‌ای در فضاهایی که روزمره با آنها روبه‌رو می‌شویم، جهان فیزیکی واقعی را بیرون از فرد گسترش می‌دهد (Smart et al., 2007). رابط‌هایی که جهان را تقویت می‌کنند، به سامانه موقعیت‌یابی جهانی (GPS)[1]، مبتنی بر نشانگر و نیز مبتنی بر دید، از طریق (S. Han & Lim, 2020; Jung & Kim, 2021) تقسیم می‌شوند.

جدول ۱. چهار نوع متاورس

	واقعیت افزوده	لایف لاگینگ	دنیای آینه‌ای	واقعیت مجازی
مفهوم	ایجاد یک محیط هوشمند با استفاده از فناوری‌ها و شبکه‌های مبتنی بر مکان	فناوری برای ضبط، ذخیره و اشتراک‌گذاری تجربیات و اطلاعات روزمره در مورد اشیا و افراد	دنیای واقعی را همان‌طور که هست منعکس می‌کند، اما اطلاعات محیط خارجی را یکپارچه می‌کند و ارائه می‌دهد	دنیای مجازی که با داده‌های دیجیتال ساخته شده است
ویژگی	ساخت یک محیط هوشمند با استفاده از فناوری و شبکه‌های مبتنی بر مکان	ثبت اطلاعات در مورد اشیا و افراد با استفاده از فناوری افزوده	نقشه‌های مجازی و مدل‌سازی با استفاده از فناوری GPS	بر اساس فعالیت‌های تعاملی بین آواتارها که منعکس‌کننده نفس کاربر است
کاربرد	گوشی‌های هوشمند هشداردهنده اتومبیل	دستگاه‌های پوشیدنی، جعبه سیاه	خدمات مبتنی بر نقشه	بازی‌های چندنفره برخط‌برخط
موارد استفاده	کتاب درسی دیجیتال، محتوای واقعی	فیس‌بوک، اینستاگرام، اپل‌واچ، سامسونگ هلث، نایک پلاس	Google Earth, Google Maps, Airbnb	Second Life، Minecraft، Roblox، Zepeto

1- Global positioning system

واقعیت افزوده با استفاده از GPS و Wi-Fi داخلی در یک دستگاه تلفن همراه، اطلاعات پیوندی مناسب برای اطلاعات موقعیت مکانی کاربر را فراهم می‌کند یا نشانگری را در یک کد QR[1] تشخیص می‌دهد تا اطلاعات موجود را تقویت کند. علاوه بر این، دنیای واقعی و گرافیک مجازی را می‌توان با عینک یا لنز، در زمان واقعی با هم ترکیب و مشاهده کرد. واقعیت افزوده در یادگیری مطالبی که مشاهده مستقیم یا توضیح آنها در متن دشوار است و نیز زمینه‌هایی که نیاز به تمرین و تجربه مستمر دارند یا هزینه‌های بالا و خطر بالایی دارند، مؤثر ارزیابی شده است (Han & Lim, 2020). به عنوان مثال، تی‌شرت Virtuali-Tee Cruscope یک تی‌شرت واقعیت افزوده است که به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد داخل بدن انسان را به گونه ای بررسی کنند که گویی یک آزمایشگاه اندام‌شناسی است.[2]

محتوای شبیه‌سازی واقعیت افزوده به عنوان یک نمونه آموزشی مرتبط به واقعیت افزوده است. شبیه‌سازی در اتصال تصاویر انتزاعی به اشیاء ملموس با اتصال زمینه جهان واقعی و اشیاء مجازی ایفای نقش می‌کند. در حوزه پزشکی، انواعی از فناوری واقعیت افزوده در حال ظهور هستند. اخیراً، یک گروه تحقیقاتی در یک بیمارستان در سئول، یک پلتفرم جراحی فیوژن نخاعی[3] را توسعه دادند که با همکاری آزمایشگاه‌های دانشگاه، از فناوری واقعیت افزوده استفاده می‌کند. این پلتفرم از تصویری در زمان واقعی از پیچ پدیکل[4] که برای ثابت‌سازی نخاع استفاده می‌شود، روی ساختار بدن انسان به عنوان یک گرافیک پوششی بر مبنای واقعیت افزوده استفاده می‌کند(Park). علاوه بر این، بر اساس این فناوری، یک برنامه آموزشی جراحی فیوژن نخاعی توسعه داده خواهد شد تا یک سامانه آموزشی کارآمد برای استفاده در جراحی واقعی پیاده‌سازی شود.

۲-۳-۲. ثبت رویدادها[5]

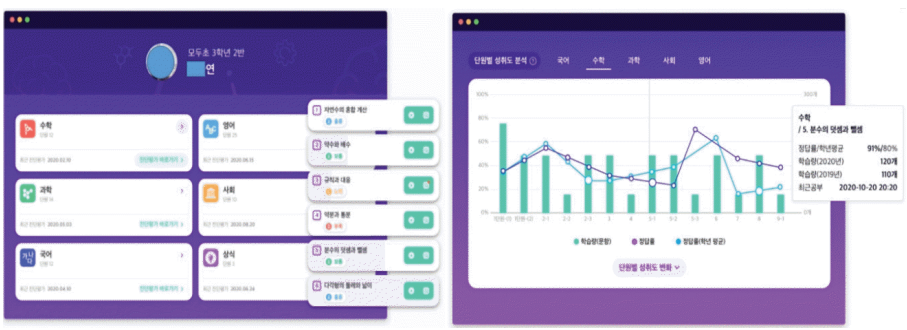
لایف لاگینگ یک نوع افزودنی از دنیای درونی است. در دنیای لایف لاگینگ، افراد از دستگاه‌های هوشمند برای ثبت زندگی روزمره خود در اینترنت یا تلفن همراه استفاده می‌کنند. مثال‌های معمول از لایف لاگینگ شامل توییتر، فیس‌بوک و اینستاگرام است. اخیراً، خدماتی در حوزه پزشکی وجود دارند که از اطلاعات بیومتریکی ذخیره‌شده از طریق دستگاه‌های قابل پوشیدن استفاده می‌کنند. برخی از دستگاه‌ها، سنسورهایی مانند Nike Plus را به یکدیگر متصل می‌کنند تا مقدار ورزش یا مکان را ثبت کنند. این همچنین یک نوع لایف لاگینگ است. (Classiting, 2021)

۲-۳-۳. دنیای آینه‌ای

دنیای آینه‌ای یک نوع شبیه‌سازی از جهان خارجی است که به یک مدل مجازی یا "تابلو" افزایش یافته

1- Quick response
2- https://www.curiscope.com
3- Spinal surgery
4- Pedicle screw
5- Lifelogging

از جهان واقعی ارجاع دارد(Smart et al., 2007). دنیای آینه‌ای یک متاورس است که ظاهر، اطلاعات و ساختار جهان واقعی را به صورتی که در یک آینه بازتاب می‌شود، به واقعیت مجازی منتقل می‌کند. با این حال، بیان "گسترش اثربخش"[1] برای توصیف این سامانه‌ها مناسب‌تر است تا بازآفرینی جهان واقعی(Kim, 2020). تمام فعالیت‌ها در جهان واقعی از طریق اینترنت یا برنامه‌های تلفن همراه قابل انجام است و دنیای آینه‌ای یک متاورس است که زندگی در جهان واقعی را راحت و کارآمد می‌کند. مثال‌هایی از دنیاهای آینه‌ای نمونه مورد استفاده در آموزش شامل "آزمایشگاه‌های دیجیتال" و "فضاهای آموزشی مجازی" ساخته‌شده در دنیاهای آینه‌ای مختلف است که در شکل ۲ آورده شده است. به عنوان نمونه‌ای معرف، سامانه هوش مصنوعی طبقه‌بندی (AI) در کره جنوبی یک برنامه اجتماعی کلاس برخط به نام خدمات شبکه اجتماعی آموزشی است. به طور خاص، Classting AI دستاوردهای یادگیری دانش‌آموزان را تجزیه و تحلیل می‌کند و یادگیری سفارشی‌شده را بر اساس سطح در همه موضوعات ارائه می‌دهد (شکل ۲) (Kim, 2020).



شکل ۲. صفحه تحلیل هوش مصنوعی برای همه دروس و جدول توزیع تغییرات دستاوردها (Classiting, 2021)

۲-۳-۴. واقعیت مجازی

واقعیت مجازی یکی از انواع متاورس است که دنیای درونی را شبیه‌سازی می‌کند. فناوری واقعیت مجازی شامل گرافیک سه‌بعدی پیشرفته، آواتارها و ابزارهای ارتباطی فوری است. این دنیا به گونه‌ای است که کاربران حس می‌کنند کاملاً در یک واقعیت مجازی قرار دارند. واقعیت مجازی اغلب به عنوان سرآغازی دیگر طیفی که شامل واقعیت ترکیبی و واقعیت افزوده است، توصیف می‌شود (Milgram & Kishino, 1994). با این حال، واقعیت مجازی به ما با توجه به اصل کارکرد چشم‌هایمان تصویری صاف در سه بعد نشان می‌دهد(Jung & Kim, 2021). این همچنین به عنوان یک فضای سه‌بعدی مبتنی

1- Efficient expansion

بر اینترنت شناخته می‌شود که کاربران متعددی به صورت هم‌زمان می‌توانند به آن دسترسی داشته باشند و با ایجاد یک آواتار که نمایه‌ای از کاربر است، در آن شرکت کنند(H.-W. Han, 2008).

در این واقعیت مجازی متاورس، فضا، پیش‌زمینه فرهنگی، شخصیت‌ها و نهادها به طرز متفاوتی نسبت به واقعیت طراحی می‌شوند. آواتار که به نمایندگی از کاربر عمل می‌کند، یک فضای مجازی را با شخصیت‌های هوش مصنوعی بررسی می‌کند، با سایر بازیکنان ارتباط برقرار می‌کند و به هدف دست می‌یابد. واقعیت مجازی در معنایی دیگر به عنوان متاورس نیز شناخته می‌شود زیرا بدن واقعی حرکت می‌کند، چیزی را لمس می‌کند و فعالیت‌های روزمره و اقتصادی در فضای مجازی صورت می‌گیرد. Zepeto و Roblox نمونه‌هایی از واقعیت مجازی هستند (R. Corp; S. Corp). Zepeto یک سرویس تعاملی مبتنی بر آواتار سه‌بعدی است که به تازگی ظاهر شده است. Roblox یک پلتفرم است که در آن هر کسی می‌تواند واقعیت مجازی ایجاد کند و بازی بسازد تا با دوستان خود لذت ببرد و در تجربه‌های خلاقانه مختلف شرکت کند(Long, 2019).

Roblox یک پلتفرم واقعیت مجازی است که در سال ۲۰۰۶ راه‌اندازی شد، جایی که می‌توان فضای خود را ایجاد کرد و از بازی‌کردن در زمان واقعی لذت برد. لی و هان(Lee S) توضیح می‌دهند که Ro-blox یک "دنیای واقعی دوم" است که در آن از ارز مجازی "Robux[۱]" استفاده می‌شود و بوم‌سازگان[۲] اقتصادی تکمیل می‌شود. این پلتفرم برجستگی خود را در امکان ایجاد بازی توسط کاربران در واقعیت مجازی با استفاده از آواتار یا لذت بردن از بازی‌های ساخته‌شده توسط دیگران دارد (R. Corp).

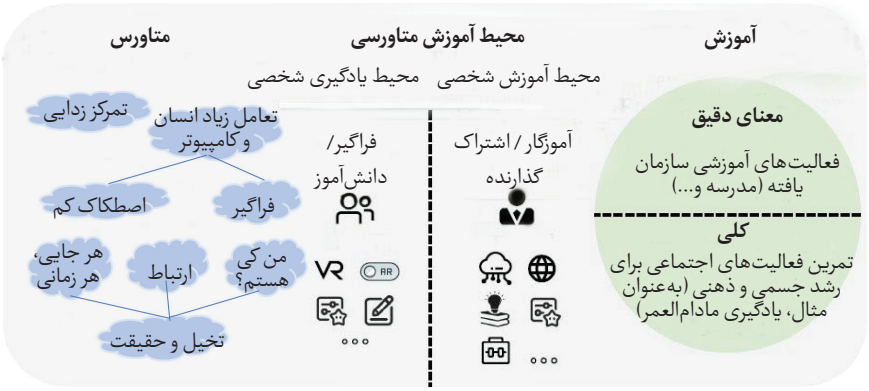
۳. متاورس و آموزش عالی

۳-۱. ویژگی‌های متاورس در آموزش

یکی از ویژگی‌های مهم متاورس، تمرکززدایی است. به این معنی که آموزش را از حالت محوری و شخصی‌سازی‌شده دگرگون می‌سازد و آن را فراگیر می‌کند و از آن جایی که تنها راه تعامل انسان با رایانه است، از اصطکاک و حواس‌پرتی‌هایی کلاس کم خواهد کرد. ویژگی دیگر آن نیز توانایی نزدیک ساختن تخیل و رؤیا به واقعیت است که می‌تواند در هر زمان و مکانی، به وسیله ابزار و فناوری‌های متفاوت اتفاق بیفتد. مشخصه آموزش سنتی به معنای دقیق، این است که افراد برای آموزش، حتماً باید از محیطی که در آن ساکن هستند، خارج و وارد محیطی سازمان‌یافته برای آموزش بشوند که از دیدگاه کلی تمرینی برای فعالیت‌های گروهی و دسته‌جمعی خواهد شد. برخی از ویژگی‌های مهم متاورس، آموزش سنتی و ترکیب آنها (محیط آموزشی مجازی) را که در شکل ۳ نشان داده شده است، معرفی می‌کند. در بخش‌های بعدی به بررسی مفصل این مشخصه خواهیم پرداخت.

۱- Robux به شما این امکان را می دهد که ارتقاء آواتار خود را خریداری کنید یا توانایی های ویژه ای را در تجارب خریداری کنید

۲- بوم‌سازگان برابرنهاده فرهنگستان برای اکوسیستم است



شکل ۳. ویژگی‌های متاورس و آموزش(Lin et al., 2022)

۳-۲. ویژگی‌های آموزش سنتی

توجه داشته باشید که فعالیت‌های آموزشی قبلاً با انقلاب علمی و فناوری تغییر کرده است. در یک مفهوم محدود، آموزش را می‌توان به عنوان مربیان (مانند معلمان) که فعالیت‌های آموزشی خاصی را در مکان‌های خاص (مثلاً مدارس) انجام می‌دهند، تعریف کرد. در یک مفهوم تعمیم‌یافته، آموزش فعالیت یادگیری مادام‌العمر هر فرد است (به عنوان‌مثال، آموزش حرفه‌ای، آموزش مهارت‌ها، و تقویت افکار او). در طول دهه گذشته، با رواج اینترنت، آموزش سنتی در وب ۲٫۰ ادغام شده است. به عنوان مثال، دوره‌های برخط بازگسترده (MOOCs[1]) می‌توانند به‌اشتراک‌گذاری برخط منابع آموزشی را تحقق بخشند. با این حال، روش‌های اصلی را تغییر نمی‌دهد زیرا همچنان بر تحویل محتوا، کلاس‌های درس و کتاب‌های درسی متکی است(Friesen, 2017). امروزه ما بسیاری از محدودیت‌ها را حل‌نشده تصور می‌کنیم، از جمله فقدان محتوای آموزشی جذاب، اشتیاق پایین دانش‌آموز برای مشارکت، کمبود فضا و زمان، و دشواری ملموس کردن دانش انتزاعی.

۳-۳. ویژگی‌های آموزش مجازی

در محیط آموزش مجازی، طبق تحقیقات اخیر (Paik et al., 2015)، فرایند آموزش سازماندهی می‌شود و به یک فضای ارتباطی شبکه‌ای جدید می‌انجامد. تعامل آموزشی بین دانش‌آموزان و معلمان توسط یک سامانه مدیریت جامع حمایت می‌شود. در مطالعه یاویچ و استاریچنکو[2] (Yavich & Starichenko, 2017) فرض می‌شود که محیط آموزش مجازی، به طور خاموش به دو نوع قابل تقسیم است: محیط آموزش

1- Https://www.mooc.org

2- Yavich & Starichenko

شخصی (PTE)[1] و محیط یادگیری شخصی (PLE)[2]. هسته اصلی PTE معلمان (یا اشتراک‌گذاران دانش) است. با کمک خدمات و ابزارهای شبکه‌ای لازم، آنها برخی از دانش‌های خاص رشته را در پلتفرم‌هایی، مانند وبلاگ‌ها، انجمن‌ها و جوامع برخط به اشتراک می‌گذارند. هر بازدیدکننده می‌تواند با استفاده از ابزارهای ابری، نظرات خود را به آزادی ارائه کند و مواد آموزشی را (اگر معلم آنها را بارگذاری کرده باشد) دانلود کند. PLE به وقوع پیوسته و در حال رشد است. بسیاری از فعالیت‌ها و عملکردهای برخط (مانند ایجاد فضای مجازی، جمع‌آوری اطلاعات و تسهیل ارتباطات) بر اساس سخت‌افزارهای دقیق مبتنی است. سازماندهی یک فضای آموزش مجازی از طریق فناوری ابری (Starichenko, 2015) و سایر خدمات وب در اینترنت به سادگی امکان‌پذیر است. بنابراین، PLE باید توسط خود دانش‌آموز ساخته و حفظ شود، شامل تمام اجزای برنامه‌های آموزشی، مانند ترمینال‌ها، ارتباط و غیره. در این نوع محیط، یادگیری پیوسته (یا یادگیری مداوم) برای همه قابل انجام است (Noguchi et al.,2015; Singh, 2015).

ظهور فناوری‌های نوین اطلاعاتی و ارتباطی باعث می‌شود که فضاهای آموزشی از برون‌خط[3] به برخط تبدیل شود و این تغییر جدید روش‌های آموزشی و سامانه‌های آموزشی را نیز به‌روز می‌کند. تغییرات را می‌توان به طور کلی به دو بخش تقسیم کرد. اولین مورد، تعامل بدیع بین معلمان و دانش‌آموزان است. با کمک محیط‌های آموزشی مجازی و ابزارهای ارتباطی، معلمان می‌توانند فعالیت‌های آموزشی را سازماندهی کنند و اطلاعات آموزشی را راحت‌تر و دقیق‌تر از قبل جمع‌آوری کنند. فناوری‌های کلان‌داده می‌توانند درک و حفظ دانش‌آموزان را تقویت کنند و سامانه آموزشی متاورس می‌تواند نیازهای دانش‌آموزان را به‌موقع به معلمان بازگرداند. مهم‌تر از آن، در مقایسه با مدل تدریس سنتی، محیط مجازی باعث کاهش جدیت معلمان می‌شود و بنابراین دانش‌آموزان به طور فعال به تعامل با معلمان علاقه نشان می‌دهند. دوم، اقدامات آموزشی جدید است. در محیط آموزشی مجازی، قالب‌ها و ابزارهای عظیمی برای انتقال اطلاعات آموزشی به معلمان ارائه می‌شود. آنها می‌توانند تحلیل دقیقی از موقعیت‌های روانی و آموزشی هر دانش‌آموز به دست آورند. این امر آموزش دانش‌آموزان را برای معلمان آسان‌تر می‌کند. بر اساس ابزارهای محیط آموزشی مجازی، روش استفاده از محیط آموزشی مجازی توسط دانش‌آموز در یادگیری برای حل تکالیف شناختی و آموزشی انجام می‌شود.

۳-۴. متاورس چگونه آموزش را تغییر می‌دهد

سامانه آموزشی طی قرن‌ها توسعه‌یافته و پیوسته با فنون موجود سازگار شده است. ما یک مقایسه ساده از سه مدل آموزشی انجام می‌دهیم (جدول ۲). انقلاب جدیدی در الگوهای آموزشی در راه است و

1- Personal teaching environment

2- Personal learning environment

۳- برون‌خط برابرنهاده فرهنگستان برای واژه آفلاین است.

ما (نه تنها دانش پژوهان و مربیان) باید آن را در آغوش بگیریم و برای آن آماده شویم. امروزه، نسل Z به پذیرش آموزش برخط عادت کرده است. در زندگی طولانی آنها، دنیای دیجیتال به اندازه دنیای واقعی مهم است. رایانه‌ها، گوشی‌های هوشمند و اینترنت از بدو تولد آنها را احاطه کرده است. نسل Z بومی دیجیتال هستند و آموزش آنها باید یک چالش باشد (شامل کارایی و مشارکت).

جدول ۲. مقایسه سه نوع آموزش (Lin et al., 2022)

	آموزش سنتی	آموزش برخط	آموزش متاورسی
مکان	مدرسه	خانه، مدرسه	خانه، مدرسه
تجهیزات	کتاب، مداد، تخته‌سیاه	رایانه، گوشی همراه، تبلت	رابط ذهن و رایانه
شکل آموزش	یک به چند	یک به چند، یک به یک	یک به چند، یک‌به‌یک
آموزش‌دهنده	معلم	اشتراک‌گذارنده دانش	اشتراک‌گذارنده دانش
تحصیل‌کرده	دانش‌آموز	یادگیرنده	یادگیرنده
محتوای آموزش	علوم اجتماعی و طبیعی	علایق، علوم اجتماعی و طبیعی	سفارشی‌سازی
هدف آموزش	آموزش خصوصی	آموزش خصوصی، زندگی غنی	آموزش سه‌بعدی
فناوری پشتیبان	-	۲٫۰ Web	۳٫۰ Web

متاورس یک چارچوب عظیم است که دارای بسیاری از ویژگی‌های دیجیتالی آینده است. در دنیای متاورس فواید متعددی، مانند تعامل، اصالت و قابلیت حمل وجود دارد. در نتیجه، سامانه آموزشی جدید باید برای حفظ دسترسی و طولانی‌تر شدن حیات خود مورد بازنگری قرار گیرد. همان‌طور که در شکل‌ها نشان داده شده است، در شکل ۴ ما برخی از کاربردهای پیاده‌سازی متاورس را در صنعت آموزش فهرست می‌کنیم و در شکل ۵ هفت راه را که متاورس می‌تواند تأثیر مثبتی داشته باشد، مورد بحث قرار می‌دهیم. همچنین در حوزه آموزش مهندسی متاورس اخیراً تبدیل به یک روند شده است و در دانشگاه‌های برجسته دنیا، متاورس یکی از ابزارهای مهم است که در آموزش حوزه مهندسی استفاده می‌شود. به عنوان مثال، در دانشگاه MIT، دانشجویان در رشته مهندسی برق با استفاده از متاورس، مفاهیم پیچیده‌ای را مانند طراحی سامانه‌های الکتریکی و الکترونیکی یاد می‌گیرند. این ابزار به آنها کمک می‌کند تا مدارهای الکتریکی را به صورت سه‌بعدی طراحی و شبیه‌سازی کنند و نتایج آن را تحلیل کنند. این روش آموزشی به دانشجویان کمک می‌کند تا مهارت‌های عملی و تجربی لازم برای موفقیت در زمینه مهندسی الکتریکی را پیدا کنند.

همچنین گفتنی است دانشگاه علم و صنعت ایران نیز به منظور ارتقای کیفیت آموزش و تحقیقات در حوزه‌های مختلف، از ابزارهای پیشرفته، مانند متاورس بهره می‌برد. این دانشگاه با اضافه کردن سایت متاورس r، فرصتی برای دانشجویان و اساتید خود فراهم کرده است تا با استفاده از این ابزار، به تحلیل و شبیه‌سازی مسائل پیچیده در حوزه مهندسی و علوم کاربردی بپردازند. این اقدام نشان از

تمرکز دانشگاه علم و صنعت بر ارتقای سطح تحصیلات و تحقیقات در حوزه‌های مختلف است و نشان از تعهد این دانشگاه به ارائه آموزش باکیفیت و تجربه‌های عملی به دانشجویان خود دارد.

شکل ۴. تغییراتی که متاورس در آموزش به ارمغان می آورد.(Lin et al., 2022)

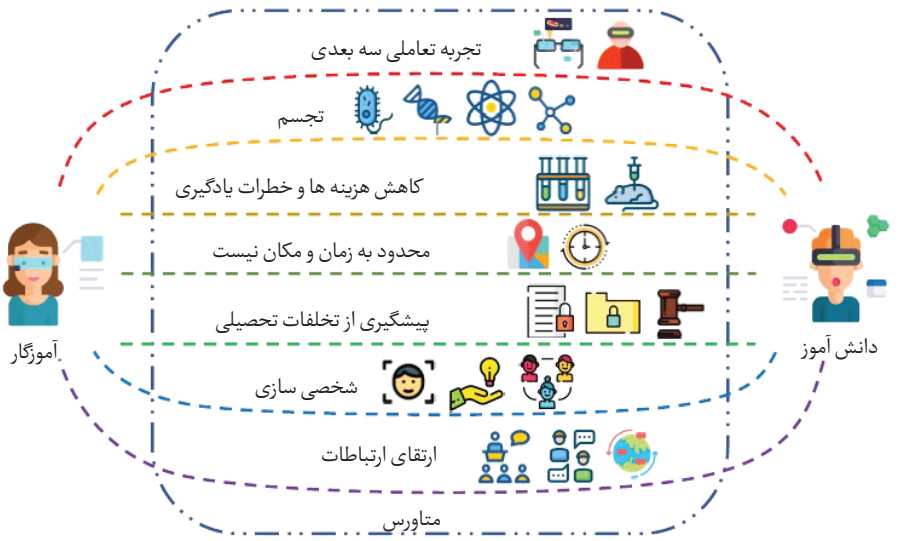
از سوی دیگر همان طور که در شکل ۵ نشان داده شده است، هفت راه می‌تواند در آموزش تاثیر مثبت ایجاد کند که این راه‌ها عبارتنداز:

- تجربه تعاملی همه‌جانبه: آموزش متاورس محدودیت‌های آموزش مبتنی بر وب در وب ۲٫۰ را می‌شکند. مطالعات (Lehikko, 2021; Parong & Mayer, 2021) نشان می‌دهد که فراگیران در کلاس آموزشی لذت بیشتری خواهند داشت و بنابراین در یک محیط تجربه واقع‌بینانه (شامل مشاهده و تمرین)، به طور مؤثرتری یاد می‌گیرند.
- تجسم: با توجه به فناوری‌های دیجیتال، متاورس می‌تواند به یادگیرندگان کمک کند تا چیزهایی را ببینند که قبلاً در دنیای واقعی به سختی به چشم‌شان می‌خورد، مانند مولکول‌ها یا سلول‌های زیست‌شناختی (Thompson et al., 2021) در یک نمای میکروسکوپی. علاوه بر این، می‌تواند شرایط ایده‌آل را در فیزیک شبیه‌سازی کند و نظریه‌های انتزاعی را عینی کند، به عنوان مثال، نظریه نسبیت اینشتین (Georgiou et al., 2021).

- کاهش هزینه‌ها و خطرات یادگیری: به طور کلی، برخی از کلاس‌ها، مانند شیمی و فیزیک نیاز به انجام آزمایش دارند. با این حال، همه این آزمایش‌ها را می‌توان از طریق دیجیتالی کردن شبیه‌سازی کرد که بخشی از آموزش متاورس است. این می‌تواند در مصرف منابع صرفه‌جویی کند. به طور مشابه، اگر فراگیران در طول آزمایش‌های پرخطر (مثلاً با مواد شیمیایی قابل اشتعال و انفجاری یا تمرین‌های شبیه‌سازی سقوط هوایی) تمرین کنند، خطر عملیاتی یادگیرنده کم خواهد بود.
- محدود به زمان و مکان نیست: از یک سو، استفاده از آموزش متاورس می‌تواند عاری از محدودیت زمانی باشد. به عنوان مثال، وقایع تاریخی را می‌توان بازآفرینی و تجربه کرد و دانش‌آموزان را از تصور یا تماشای کتاب‌ها یا فیلم‌ها بی‌نیاز کرد. از سوی دیگر محدودیت‌های جغرافیایی را می‌شکند. به عنوان مثال، دانش‌آموزانی که در مناطق معتدل زندگی می‌کنند، می‌خواهند محیط مناطق گرمسیری در خط استوا را بررسی کنند. اگر شبیه‌سازی دیجیتالی مناطق استوایی انجام شده باشد، دانش‌آموزان می‌توانند از متاورس برای رسیدن به این هدف استفاده کنند.
- پیشگیری از تخلفات تحصیلی: متاورس از طریق فناوری بلاک چین سوءرفتار تحصیلی را تعقیب می‌کند (Mohan, 2019). به عنوان مثال، بلاک چین مستلزم آن است که هر نسل، انتشار و جریان اطلاعات در یک دفترچه زمانی مطابق با مهر زمانی ثبت شود. این عملکرد را می‌توان برای حفاظت از حق چاپ اعمال کرد، به طوری که انتشار، توزیع، و انتشار آثار دانشگاهی به راحتی قابل ردیابی و نظارت است (Sharples & Domingue, 2016). علاوه بر این، قراردادهای هوشمند تنها زمانی کار می‌کنند که تعهدات طرفین قرارداد برآورده شوند. هنگامی که یک نویسنده یک دست‌نوشته را در این سامانه ارسال می‌کند، یک بلوک جدید می‌تواند ایجاد شود و اطلاعات تراکنش در همان بلوک سطح توزیع و ذخیره می‌شود. این مورد منحصربه‌فرد بودن نسخه ارسالی نویسنده را تضمین می‌کند و تخلفات تحصیلی (به عنوان مثال، ارسال‌های متعدد و انتشار چندگانه) را تا حدی از بین می‌برد.
- شخصی‌سازی: از طریق ژنراتورها یا شبیه‌سازهای دیجیتالی دوقلو، درست مانند دانش‌آموزان Metahkust[1]، فراگیران می‌توانند آواتارهای شخصی را با توجه به ترجیحات خود طراحی کنند که باعث می‌شود اعتمادبه‌نفس بیشتری داشته باشند و در فرایند یادگیری مشارکت کنند. علاوه بر این، پس از موافقت کاربران با مجوز دادن به داده‌های شخصی آنها، سامانه آموزشی می‌تواند محتوای آموزشی را تدوین کند و دوره‌هایی را در حدود قانون برنامه‌ریزی کند.
- ارتقای ارتباطات: به دلیل فاصله فیزیکی، کلاس برخط فعلی فاقد تعامل و ارتباط مؤثر است. یادگیرندگان نمی‌توانند از حواس‌پرتی اجتناب کنند و معلمان نمی‌توانند اثر آموزشی را با توجه به واکنش یادگیرندگان (مانند حالات صورت و حرکات بدن) به موقع به دست آورند. متاورس به

1- https://nftevening.com/metahkust-hong-kong-university-metaverse-campus/

معلمان اجازه می‌دهد تا اتاق‌های مجازی ایجاد کنند تا بتوانند جلسات داخلی را در آنجا برگزار کنند. در عین حال، فراگیران می‌توانند اتاق‌های مطالعه ایجاد کنند که در آن بتوانند به طور مشترک کار کنند، مطالعه کنند و آزادانه معاشرت کنند. با توجه به آواتارهای خود، همه می‌توانند یکدیگر را ببینند، به راحتی فایل‌ها را به اشتراک بگذارند یا بازی کنند. این ویژگی‌ها روابط بین یادگیرندگان و معلمان (از جمله دوستی هم‌کلاسی‌ها) را تقویت می‌کند.



شکل ۵. هفت راهی که متاورس، آموزش را تغییر می‌دهد.(Lin et al., 2022)

۴. نتیجه‌گیری و چالش‌ها

اگر چه ما تمام تلاش خود را می‌کنیم تا انقلاب متاورس در آموزش را به طور جامع مورد بحث قرار دهیم، اما ممکن است هنوز برخی از فناوری‌ها یا ایده‌هایی وجود داشته باشد که در این تحقیق معرفی نکنیم. ما امیدواریم که این تحقیق به محققان و متخصصان کمک کند تا در حین کاوش متاورس در آموزش، در مورد جهت‌های پژوهشی بالقوه برای دنبال‌کردن فکر کنند. در این تحقیق مروری به بررسی کاربرد متاورس در حوزه آموزش در دانشگاه‌ها پرداخته شد. تحقیقات و موارد گسترده نشان می‌دهد که ترکیب با متاورس روشی امکان‌پذیر برای دستیابی به برابری نسبی در فرصت‌های آموزشی است (Choe & Lee, 2023; Kye et al., 2021). فناوری‌های نوظهور بسیاری از موانع (مانند فضا، زمان و هزینه) را از بین می‌برند و در نتیجه مسائلی را حل می‌کنند که پرداختن به آنها در زندگی واقعی دشوار است. متاورس تجسم برجسته ای را ارائه می‌دهد که در یک کلاس درس سنتی نمی‌توان به دست آورد.

با تکامل سریع فناوری، تلاش‌های تحقیقاتی بیشتری برای غنی‌سازی مدل آموزشی جدید با فناوری‌های مختلفی، مانند فناوری تعاملی فراگیر، محاسبات شبکه، هوش مصنوعی، دوقلوهای دیجیتال و زنجیره بلوکی مورد نیاز است. این یک محیط آموزشی جدید است. بنابراین ما معیارهای جدید ارزیابی آموزشی، سازوکارهای حاکمیتی و روش‌های آزمون در سطح مطالعه را برجسته کردیم. علاوه بر این، شایان ذکر است که این پژوهش، به این نکته نیز توجه دارد که مسائل اخلاقی جدید نیاز به مطالعه بیشتر دارد. با ایستادن در لحظه‌ای که متاورس در حال توسعه است، می‌توانیم ببینیم که متاورس و آموزش چیزهای متقابلی هستند. به خصوص در مراحل اولیه توسعه متاورس فعلی، به توانایی‌های بیشتری نیاز دارد. آموزش می‌تواند به طور مداوم استعدادها را برای متاورس توسعه دهد، پرورش دهد و انتقال دهد. بنابراین، به نظر ما، متاورس و آموزش ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر دارند. در آینده، کاربرد متاورس، در حوزه آموزش چگونه توسعه خواهد یافت و حوزه آموزش به چه تغییرات بالقوه‌ای از متاورس نیاز خواهد داشت؟ باگذشت زمان، می‌توانیم به آینده آموزش در عصر متاورس نگاه کنیم.

در بررسی چالش‌ها و مسائل، پنج بخش خطرات حریم خصوصی، فراگیر بودن، پیاده‌سازی فناوری، اعتیاد و چالش‌های حاکمیتی به عنوان چالش‌های اصلی مشخص شدند. همان طور که گفته شد، با افزایش رجوع مردم به اینترنت شرکت‌های متاورسی نیز مجبور به جمع‌آوری حجم عظیمی از اطلاعات خواهند شد. در نتیجه مسئله حفاظت از اطلاعات آنها نیز به‌مراتب پررنگ‌تر می‌شود و آموزش متاورسی باید ویژگی‌های اساسی امنیت اطلاعات، از جمله محرمانگی، یکپارچگی و در دسترس بودن را پیاده‌سازی کند و سه ویژگی محرمانه بودن، صداقت و در دسترس بودن را دارا باشد. همچنین با توجه به این که هدف متاورس و آموزش تشویق افراد به فراگیری می‌باشد، لازم است تا حد امکان نیازهای شرکت‌کنندگان مختلف را در نظر گرفت و احترام به نیازهای یادگیرندگان خاص، مانند افراد ناتوان یا مذهبی، اغلب مهم‌تر از ارائه آموزش باکیفیت بالا است. از سوی دیگر با بالارفتن دسترسی برای کاربران خطر سندروم سایبری نیز بالاتر خواهد رفت. بنابراین، چگونگی توسعه یک بازی که به یادگیرندگان اجازه می‌دهد تا به اثرات یادگیری دست یابند و در عین حال از اعتیاد یادگیرندگان به آنها جلوگیری کند، موضوع مهمی برای آموزش متاورسی است. نهایتاً ترویج معیارهای اخلاقی توسط حکومت و عدم قانون‌گذار بودن یک شرکت، به عنوان یک کل می‌تواند برای حفظ تعادل میان منافع شرکت‌ها و کاربران تعیین‌کننده باشد. ادراک کم از خود، عدم حضور فیزیکی، عدم فعالیت و نامناسب‌بودن محیط برای درک احساسات نیز ازجمله محدودیت‌های متاورس است.

۵. پیشنهادها

از این پژوهش تعداد پیشنهادی برای توسعه حوزه متاورس در آموزش مهندسی در آموزش عالی پیشنهاد می‌شود که به شرح زیر است.

۵-۱. پیشنهاد ایجاد یک دانشگاه متاورس:

این مطالعه برخی حوزه‌های آموزشی را پیشنهاد می‌کند که در آنها تحقیقات آینده می‌تواند به طور مفیدی در هنگام استفاده از فناوری متاورس متمرکز شود. ما باید مطالعه‌ای طراحی کنیم که به نظریه‌ها و سازوکارهای یادگیری که ممکن است به طور منحصربه‌فردی یک تجربه یادگیری متاورسی را توجیه کنند، بپردازیم. برای انجام این کار، ما باید نه تنها با اساتید، بلکه با دانشجویان آنها در دانشگاه‌ها همکاری کنیم، زیرا توسعه اعتمادبه‌نفس و مهارت اساتید در استفاده از متاورس تنها اولین قدم در استفاده از متاورس برای تقویت یادگیری است. بسیاری از دانشگاه‌ها میزبان کارگاه‌های آموزشی در مورد عملیات کلاس غیرحضوری هستند، مانند استفاده بلادرنگ از پلتفرم، طراحی کلاس آموزش از راه دور، مشاوره کلاس آموزش از راه دور و غیره. با این حال، به دلیل شیوع غیرمنتظره کرونا، می‌توانستیم یک رسانه جدید را به صورت نیمه‌داوطلبانه بپذیریم و توانایی مربی برای استفاده از رسانه بهبود یافت. زمان آن فرا رسیده است که نحوه استفاده از متاورس را به دانشجویان آموزش دهیم. در شکل ۶، نمایی شماتیک از یک دانشگاه متاورس آورده شده است.

شکل ۶. نمای شماتیک از محیط دانشگاه متاورس

۵-۲. هدفگذاری و تعیین راهبرد: نقطه شروع برای ایجاد یک دانشگاه متاورس انجام تحقیقات و تحلیل جامع خواهد بود. در اینجا چند مرحله کلیدی وجود دارد که باید در نظر گرفت:

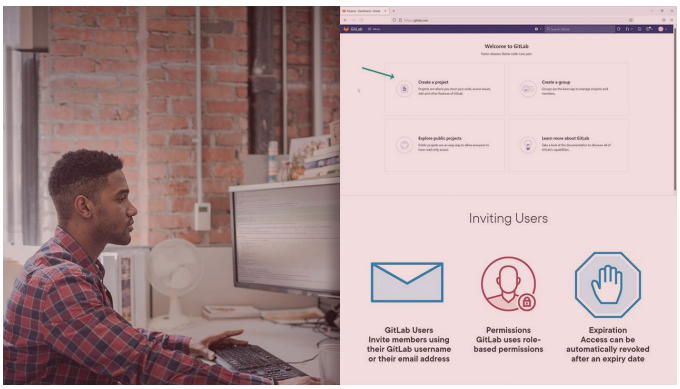
۵-۲-۱. چشم‌انداز و ماموریت را تعریف کنید: هدف، اهداف و ارزش های دانشگاه متاورس را به وضوح بیان کنید. مخاطبان هدف و پیشنهادهای آموزشی خاصی که باید ارائه شود را تعیین کنید.

۵-۲-۲. ایجاد یک گروه اصلی: گروهی از متخصصان را در زمینه های مختلف مرتبط مانند آموزش، فناوری، واقعیت مجازی، توسعه بازی و مدیریت جمع‌آوری کنید. این گروه برنامه ریزی و اجرای کلی

دانشگاه متاورس را هدایت خواهد کرد.

۵-۲-۳. طراحی زیرساخت فنی: الزامات فناورانه برای ایجاد دانشگاه متاورس را تعیین کنید. این شامل انتخاب پلتفرم‌های واقعیت مجازی مناسب، ایجاد یک تجربه کاربری روان، توسعه ابزارهای ارتباطی و تضمین امنیت سایبری است.

۵-۲-۴. تطبیق برنامه درسی و دستورالعمل: برنامه درسی را توسعه دهید که دانش سنتی دانشگاهی و مهارت‌های فناورانه پیشرفته را ادغام کند. رویکردهای یادگیری تجربی و مبتنی بر پروژه را که از مزایای متاورس استفاده می‌کنند، کاوش کنید. برای طراحی دوره‌ها، همکاری با موسسات آموزشی موجود و متخصصان صنعت را در نظر بگیرید.



شکل ۷. برنامه درسی متاورس

۵-۲-۵. محیط‌های مجازی ایجاد کنید: فضاهای مجازی فراگیر و تعاملی طراحی کنید که پردیس‌های دانشگاهی در دنیای واقعی را تقلید کنند. این فضاها باید شامل کلاس‌های درس، کتابخانه‌ها، آزمایشگاه‌ها، مناطق تفریحی و فضاهای اجتماعی باشد که دانش‌آموزان بتوانند در آنها یاد بگیرند، همکاری کنند و در فعالیت‌ها شرکت کنند.

۵-۲-۶. آزمایش و اصلاح: برنامه‌های آزمایشی را برای آزمایش اثربخشی پیشنهادهای آموزشی و جمع‌آوری بازخورد از دانشجویان و اساتید راه‌اندازی کنید. بر اساس این بازخورد، دانشگاه متاورس را به طور مداوم تکرار و اصلاح کنید.

۵-۲-۷. بازاریابی و توسعه: یک راهبرد بازاریابی جامع برای افزایش آگاهی در مورد دانشگاه متاورس و جذب فراگیران از زمینه‌های مختلف ایجاد کنید. از رسانه‌های اجتماعی، پلتفرم‌های برخط و مشارکت‌ها برای دستیابی مؤثر به مخاطبان هدف استفاده کنید.

۵-۳. منبع‌یابی و ایجاد زیرساخت: ذکر این نکته ضروری است که ساخت دانشگاه متاورس یک تلاش

پیچیده و نیازمند منابع است. بنابراین، تامین بودجه مناسب و توسعه مشارکت‌های راهبردی برای حمایت از این ابتکار بسیار مهم است. اولین ایده‌ها و پروژه‌ها در یک دانشگاه متاورسی می‌توانند بر ایجاد یک پایه قوی، ایجاد اعتبار و ارائه فرصت‌های یادگیری نوآورانه تمرکز کنند.

۵-۳-۱. پذیرش و جهت‌یابی: یک فرایند تعاملی ایجاد کنید که دانشجویان را از طریق پردیس مجازی دانشگاه متاورس راهنمایی می‌کند. این می‌تواند شامل معرفی آنها با ویژگی‌ها و عملکردهای مختلف پلتفرم، کمک به آنها در تنظیم آواتارهای خود و ارائه منابع برای آشنایی با محیط یادگیری مجازی باشد (Hwang et al., 2023).

۵-۳-۲. کلاس‌های مجازی و سخنرانی‌ها: کلاس‌های درس مجازی را با ویژگی‌های همه‌جانبه مانند اشیاء مجازی سه‌بعدی، تخته‌های سفید تعاملی و ابزارهای همکاری بلادرنگ طراحی کنید. سخنرانی‌های زنده را اجرا کنید، که در آن اساتید می‌توانند ارائه دهند. با دانشجویان از طریق چت‌های ویدیویی درگیر شوند، و با استفاده از ویژگی‌های چت یا ارتباط صوتی، بحث‌ها را تسهیل کنند (Akour et al., 2022).

۵-۳-۳. آزمایشگاه‌ها و شبیه‌سازی‌های مجازی: آزمایشگاه‌های مجازی ایجاد کنید که به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد آزمایش‌ها را انجام دهند، مفاهیم علمی را کشف کنند و دانش نظری را در یک محیط شبیه‌سازی‌شده به کار ببرند. شبیه‌سازی‌ها را می‌توان برای رشته‌های دیگر مانند تجارت، مهندسی، یا مراقبت‌های بهداشتی نیز توسعه داد و به دانشجویان تجربیات عملی و فرصت‌های یادگیری عملی را ارائه داد.

شکل ۸. آزمایشگاه متاورس

۵-۳-۴. پروژه‌های مشارکتی و کار گروهی: با ترکیب پروژه‌ها و تکالیف گروهی که کار گروهی را تشویق می‌کند، یک محیط یادگیری مشترک را تقویت کنید. دانشگاه متاورس می‌تواند فضاهای تعیین‌شده‌ای را فراهم کند که دانشجویان بتوانند با یکدیگر ملاقات، همکاری و کار کنند و از ابزارهای تعاملی برای طوفان فکری، تجزیه و تحلیل داده‌ها و ایجاد محتوا استفاده کنند (Almarzouqi et al., 2022).

۵-۳-۵. سخنرانی‌های مهمان و مشارکت‌های صنعتی: از کارشناسان موضوعی، متخصصان و رهبران صنعت به عنوان سخنرانان مهمان دعوت کنید تا سخنرانی‌های مجازی ارائه کنند یا در بحث‌های میزگرد شرکت کنند. با شرکت‌ها، سازمان‌ها یا مؤسسات تحقیقاتی مشارکت ایجاد کنید تا به دانش‌آموزان، بینش‌های دنیای واقعی و تجربیات مرتبط با صنعت ارائه دهید.

۵-۳-۶. رویدادهای فرهنگی و اجتماعی: رویدادهای فرهنگی مجازی، کنفرانس‌ها و فعالیت‌های اجتماعی را ترتیب دهید تا حس اجتماعی و مشارکت در بین دانش‌آموزان ایجاد شود. این می‌تواند شامل نمایشگاه های هنری مجازی، اجرای موسیقی زنده، باشگاه‌ها و سازمان‌های دانشجویی، و رویدادهای شبکه‌ای برای تشویق تعامل و ارتباط باشد.

۵-۳-۷.کتابخانه‌ها و منابع مجازی: یک کتابخانه مجازی جامع ایجاد کنید که منابع دیجیتال، کتاب‌های الکترونیکی، مقالات تحقیقاتی و مواد چندرسانه‌ای را برای دسترسی دانش‌آموزان در خود جای دهد. قابلیت‌های جستجو، ابزارهای مدیریت استناد را پیاده‌سازی کنید و از یکپارچگی با پایگاه‌های اطلاعاتی دانشگاهی، اطمینان حاصل کنید(Chua & Yu, 2023).

۵-۳-۸. یادگیری زبان همه‌جانبه: از محیط مجازی برای ایجاد تجربیات فراگیر زبان استفاده کنید. این می‌تواند شامل طراحی آزمایشگاه‌های زبان مجازی، شبیه‌سازهای مکالمه یا محیط های غنی از نظر فرهنگی باشد که در آن دانش‌آموزان می‌توانند مهارت‌های زبانی را تمرین کنند و در زمان واقعی، با سخنرانان بومی درگیر شوند.

۵-۳-۹. پروژه‌های تحقیق و نوآوری: راه‌اندازی پروژه‌ها یا چالش‌هایی که به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد ایده‌های جدید را کشف کنند، نمونه‌های اولیه را توسعه دهند یا راه‌حل‌هایی برای مشکلات دنیای واقعی پیشنهاد دهند. تحقیق و نوآوری را تشویق کنید از نظر مربیگری، منابع و امکانات تحقیقات مجازی، ارائه پشتیبانی کنید.

۵-۳-۱۰. مسیرهای یادگیری قابل برنامه‌ریزی: مسیرهای یادگیری شخصی‌سازی‌شده‌ای را ارائه دهید که با نیازها، علایق و سطوح مهارت فردی دانش‌آموزان سازگار است. از هوش مصنوعی و تجزیه و تحلیل برای پیگیری پیشرفت دانش‌آموز، ارائه توصیه‌های مناسب و ارائه تجربیات یادگیری تطبیقی، استفاده کنید.

در نهایت همان طور که دانشگاه متاورسی بالغ می‌شود، می‌تواند پیشنهادات خود را گسترش دهد، رشته‌های اضافی را معرفی کند و به طور مداوم، از فناوری‌های نوظهور برای ارتقای تجربه آموزشی کلی استقبال کند.

References

- Akour, I. A., Al-Maroof, R. S., Alfaisal, R., & Salloum, S. A. (2002). A conceptual framework for determining metaverse adoption in higher institutions of gulf area: An empirical study using hybrid SEM-ANN approach. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 3*, 100052.
- Almarzouqi, A., Aburayya, A., & Salloum, S. A. (2022). Prediction of user's intention to use metaverse system in medical education: A hybrid SEM-ML learning approach. *IEEE Access, 10*, 43421-43434.
- Choe, H., & Lee, S. (2023). Which English to Teach?: A target variety as perceived by Korean EFL teachers. *English Today*, 1-6.
- Chua, H. W., & Yu, Z. (2023). A systematic literature review of the acceptability of the use of metaverse in education over 16 years. *Journal of Computers in Education*, 1-51.
- Classiting. (2021). Artificial intelligence analysis screen for all subjects and distribution table of achievement change by unit [Internet]. Retrieved from https://www.classting.ai
- Contreras, G. S., González, A. H., Fernández, M. I. S., Cepa, C. B. M., & Escobar, J. C. Z. (2022). The importance of the application of the metaverse in education. *Modern Applied Science, 16*(3), 34. doi:10.5539/mas.v16n3p34
- Corp, R. Roblox [Internet]. Retrieved from www.roblox.com.
- Corp, R. Roblox [Internet]. Retrieved from https://www.roblox.com
- Corp, S. Zepeto [Internet]. Seongnam: Snow Corp. Retrieved from https://zepeto.me/
- Friesen, N. 2017. *The textbook and the lecture: Education in the age of new media*: JHU Press.
- Georgiou, Y., Tsivitanidou, O., & Ioannou, A. (2021). Learning experience design with immersive virtual reality in physics education. *Educational Technology Research and Development, 69*(6), 3051-3080.
- Go, S. Y., Jeong, H. G., Kim, J. I., & Sin, Y. T. (2021). Concept and developmental direction of metaverse. *Korea Inf Process Soc Rev, 28*, 7-16.
- Han, H.-W. (2008). A study on typology of virtual world and its development in metaverse. *Journal of Digital Contents Society, 9*(2), 317-323.
- Han, S., & Lim, C. I. (2020). Research trends on augmented reality education in Korea from 2008 to 2019. *Journal of Educational Technology, 36*(3), 505-528.
- Hwang, G.-J., Tu, Y.-F., & Chu, H.-C. (2023). Conceptions of the metaverse in higher education: A draw-a-picture analysis and surveys to investigate the perceptions of students with different motivation levels. *Computers & Education, 203*, 104868.
- Jung, E. J., & Kim, N. H. (2021). Virtual and augmented reality for vocational education: a review of major Issues. *J Educ Inf Media, 27*(27), 79-109.
- Kanematsu, H., Fukumura, Y., Barry, D. M., Sohn, S. Y., & Taguchi, R. (2010). *Multilingual discussion in metaverse among students from the USA, Korea and Japan*.
- Kim, S. 2020. Metaverse: digital world, world of emerging items. *Hwaseong: PlanB Design, 376*.
- Kye, B., Han, N., Kim, E., Park, Y., & Jo, S. (2021). Educational applications of metaverse: possibilities and limitations. *Journal of Educational Evaluation for Health Professions, 18*.
- Lee, S. Log in Metaverse: revolution of human× space× time (IS-115)[Internet]. Seongnam: Software Policy & Research Institute; (2021) [cited 2021 Nov 29].
- Lee S, H. S. Metaverse begins: five issues and perspectives (IS-116) [Internet]. Retrieved from https://spri.kr/posts/view/23197?code=issue_reports.
- Lehikko, A. (2021). Measuring self-efficacy in immersive virtual learning environments: a systematic literature review. *Journal of Interactive Learning Research, 32*(2), 125-146.
- Lin, H., Wan, S., Gan, W., Chen, J., & Chao, H.-C. (2022). Metaverse in education: Vision, Opportunities, and Challenges. doi:10.48550/arxiv.2211.14951.
- Long, R. U. (2019). Roblox and effect on education. *Springfield (MO): Drury University*.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems, 77*(12), 1321-1329.
- Mohan, V. (2019). On the use of blockchain-based mechanisms to tackle academic misconduct. *Research Policy,*

48(9), 103805.

- Noguchi, F., Guevara, J. R., & Yorozu, R. (2015). *Communities in Action: Lifelong learning for sustainable development*: ERIC.
- Paik, W., Lee, J. Y., & McMahon, E. (2004). *Facilitating collaborative learning in virtual (and sometimes mobile) environments*.
- Park, M. S. Seoul National University Bundang Hospital, development of AR technology-based spine surgery platform. Etoday [Internet]. (2021) Jan 11 [cited 2021 Nov 29].
- Parong, J., & Mayer, R. E. (2021). Cognitive and affective processes for learning science in immersive virtual reality. *Journal of Computer Assisted Learning, 37*(1), 226-241.
- Pino-Yancovic, M., Gonzalez Parrao, C., Ahumada, L., & Gonzalez, A. (2020). Promoting collaboration in a competitive context: school improvement networks in Chile. *Journal of educational administration, 58*(2), 208-226. doi:10.1108/JEA-11-2018-0213.
- Sharples, M., & Domingue, J. (2016). *The blockchain and kudos: A distributed system for educational record, reputation and reward*.
- Singh, M. (2015). *Global perspectives on recognising non-formal and informal learning: Why recognition matters*: Springer Nature.
- Smart, J., Cascio, J., & Paffendorf, J. (2007). Metaverse roadmap: pathway to the 3D web [Internet]. *Ann Arbor (MI): Acceleration Studies Foundation*.
- Starichenko, B. E. (2015). Professional standards and ICT teacher competency. *Teacher Education in Russia, 7*, 6-15.
- Starichenko, B. E., Slepukhin, A. V., & Sardak, L. V. (2015). On interaction of educational environments of different levels. *Mediterranean Journal of Social Sciences, 6*(5 S4), 486.
- Thompson, M., Uz-Bilgin, C., Tutwiler, M. S., Anteneh, M., Meija, J. C., Wang, A., . . . Perry, J. (2021). Immersion positively affects learning in virtual reality games compared to equally interactive 2d games. *Information and Learning Sciences, 122*(7/8), 442-463.
- Yavich, R., & Starichenko, B. (2017). Design of education methods in a virtual environment. *Journal of Education and Training Studies, 5*(9), 176-186.

دکتر رضا محمدحسنی استادیار: دانشکده مهندسی راه‌آهن دانشگاه علم و صنعت ایران هستند. ایشان تحصیلات خود را در مقاطع کارشناسی، کارشناسی ارشد، و دکتری در رشته مهندسی عمران در دانشگاه صنعتی شریف به پایان رساندند. در حال حاضر ایشان در حوزه‌های آموزش برخط مهندسی به فعالیت می‌پردازند. وب‌سایت آموزشی بهینه‌یاب از کارهای ایشان است.

حورا حامدی: دانشجوی کارشناسی ارشد کارآفرینی گرایش کسب‌وکار جدید در دانشگاه تهران هستند. ایشان تحصیلات خود را در مقطع کارشناسی رشته حمل‌ونقل ریلی در دانشکده مهندسی راه‌آهن در سال ۱۳۹۸ اغاز کردند و در سال ۱۴۰۲ از این دانشکده فارغ‌التحصیل شدند. حوزه فعالیت ایشان کسب‌وکارهای نوین است.

بررسی نظام‌مند دستاوردهای تفکر نقادانه در آموزش مهندسی

زهرا اکبری پردنجانی[۱] و کیوان صالحی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۷/۲۸ ، تاریخ پذیرش ۱۴۰۲/۱۲/۱۴

DOI: 10.22047/ijee.2024.421392.2017

چکیده: شناسایی، پرورش و توسعه شایستگی‌های تفکر نقادانه (Critical thinking)، از مهم‌ترین عوامل موفقیت مهندسان در مسئله‌یابی، مسئله‌محوری، مسئله‌آفرینی، تشخیص راه‌حل‌های نوآورانه و حل مسائل پیچیده است. در مطالعه حاضر تلاش شد تا جایگاه تفکر نقادانه در آموزش مهندسی از طریق شناسایی دستاوردهای آن، مورد واکاوی قرار گیرد. از این رو در یک بررسی نظام‌مند، بر اساس دستورالعمل پریزما، مقالات نمایه‌شده در پایگاه‌های داده‌های اسکوپوس (Scopus)، گوگل‌اسکولار (Google Scholar) و ساینس‌دایرکت (ScienceDirect) در بازه زمانی۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳، با استفاده از ترکیب کلیدواژه‌های ""Critical Thinking" OR "Engineering Education" OR "Critical Thinking in Engineering Education" AND "Outcomes OR results" AND "Engineering Education" OR "Engineering" AND Benefits, AND Limitations OR Critical Thinking شناسایی و بازیابی شد. نهایتاً ۲۱ مقاله پس از بررسی ملاک‌های ورود و خروج، برای تحلیل نهایی انتخاب شد. مقاله‌ها باید شرایط چهارگانه مرتبط بودن با موضوع پژوهش، انتشار در بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳، چاپ نسخه نهایی و برخورداری از عبارات «تفکر نقادانه» و «آموزش مهندسی» را داشته باشند. یافته‌ها به شناسایی نُه دستاورد، استفاده از تفکر نقادانه در آموزش مهندسی منجر گردید. نتایج نشان می‌دهد که برای آموزش مؤثر تفکر نقادانه و ورود آن در برنامه‌های درسی مهندسی، به رویکرد منسجم‌تری نیاز است تا در سراسر برنامه درسی، به‌گونه‌ای مفید و اثربخش، بستر رسمی برای ارتقای دانش، بینش، ارزش‌ها و مهارت‌های مورد نیاز دانشجویان در نظر گرفته شود. بنابراین، نیاز است شیوه‌های آموزش تفکر نقادانه را به استادان مهندسی ارائه داد و زمینه ملموس، عملی و قابل درک برای پرورش این شایستگی در دانشجویان آموزش مهندسی را فراهم نمود. پرواضح است که با توجه به دستاوردهای حیاتی تفکر نقادانه، بررسی و آماده‌سازی الزامات و شرایط مورد نیاز برای بازنگری و به‌روزرسانی سیاستگذاری‌های آموزشی و دستورالعمل‌های خُرد و کلان توانمندسازی استادان مهندسی در پرورش تفکر نقادانه در دانشجویان مهندسی نه‌تنها ضرورت دارد که انکارناپذیر است؛ به نظر می‌رسد تاکنون نه تنها این الزامات مورد توجه قرار نگرفته، بلکه حتی در عمل، مورد کم‌توجهی قرار گرفته و به همین دلیل هم این شایستگی اصیل، پرورش نیافته‌است.

واژگان کلیدی: تفکر نقادانه، تفکر انتقادی، آموزش مهندسی، مرور نظام‌مند، سنجش دستاوردها

۱- دانشجوی کارشناسی‌ارشد رشته آموزش مهندسی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه تهران، ایران. zahra.akbari.7193@ut.ac.ir
۲- دانشیار دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه تهران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) keyvansalehi@ut.ac.ir

۱. مقدمه

تفکر نقادانه (CT)، نوعی تفکر منطقی است که در یک فرایند چندسطحی و چندبُعدی (Tobin & Bittner, 1998) ضمن درک ارتباط بین ایده‌ها (Adair & Jaeger, 2016)، مبتنی بر ارزیابی معقول و بی‌طرفانه واقعیت‌ها و شواهد، نتیجه‌گیری‌هایی خلاقانه‌ای حاصل می‌شود (Facione,1990). گرچه تعاریف مختلفی درباره تفکر نقادانه ارائه شده‌است، اما آن چه بیشتر مورد اجماع قرار دارد، شایستگی‌هایی است که می‌تواند در شکل‌گیری و تقویت آن مؤثر باشد. برخی از نظریه‌پردازان، تفکر نقادانه را شامل مهارت‌های تحلیل، ارزشیابی و استنباط دانسته‌اند (Duchscher, 1999). به‌رغم مباحث جدیدی که در حوزه مهارت‌های مورد نیاز برای تقویت آن مطرح شده است، اهمیت تفکر و ضرورت تقویت قابلیت اندیشه‌ورزی قدمتی به اندازه تاریخ بشری دارد. تفکر نقادانه از زمان فیلسوفان اولیه یونان، مثل افلاطون و سقراط، تا امروز وجود داشته و دارد. تفکر خودراهبر، تفکر خودانضباط، تفکر خودنظارتی و تفکر خوداصلاحی، از ویژگی‌های تفکر نقادانه است (Adair &Jaeger, 2016). در دهه اخیر، مطالعات گسترده‌ای در زمینه‌های حل مسئله (Mina et al., 2003; Papadopoulos et al., 2006; Bruno et al., 2005)، طراحی تفکر نقادانه (Gurmen et al., 2003) کاربست تفکر نقادانه در موضوعات مهندسی، مانند تصمیم‌گیری اخلاقی و اخلاق حرفه‌ای، تأثیرات اجتماعی فناوری و تأثیر فناوری بر جامعه (Nelson, 2001)، و تعیین موقعیت دانشجویان و مهندسان از موضع و جایگاه اجتماعی و همچنین عدالت اجتماعی (Baillie, 2013) انجام شده است؛ یکی از مباحث عمده در این حوزه، جایگاه و اهمیت توسعه مهارت‌های تفکر نقادانه است.

توسعه مهارت‌های تفکر نقادانه در دانشجویان برای درجه بالایی از آموزش و یادگیری، حیاتی و انکارناپذیر است. به عبارت دیگر، امروزه به دلیل این که بهبود فرایند اندیشیدن، در قلب تفکر نقادانه جای دارد (Paul, 1993)، پرورش تفکر نقاد به یکی از اهداف اصلی آموزش تبدیل شده است. اهمیت این مهارت، به اندازه‌ای است که از آن به عنوان یکی از مهم‌ترین توانایی‌های فردی مورد نیاز و انتظار از عملکرد یک مهندس، در حل مسائل محیط تحصیل و کار یاد می‌شود. (Nainwal et al., 2019) مهندسان اکنون بیش از هر زمان دیگری به مهارت‌های تفکر نقادانه برای مقابله با دنیایی با تغییرات سریع و پیچیدگی نیاز دارند (Fleming, 1995) . متخصصان حوزه آموزش مهندسی بر ضرورت آموزش و توسعه مهارت‌های تفکر نقادانه در دانشجویان مهندسی برای زمینه‌سازی موفقیت در رقابت‌پذیری خود و اقتصاد جهانی تأکید دارند (Godfrey & Parker, 2010). هیئت اعتباربخشی فنی و فناوری، بر نیاز به ترکیب آموزش تفکر نقادانه (CT) با سایر قابلیت‌های مهندسی اساسی در برنامه‌های درسی مهندسی (ABET) تأکید دارد (Nainwal et al., 2019). به‌رغم اجماع درباره اهمیت این مهارت برای دانشجویان، به ویژه دانشجویان مهندسی، چگونگی توسعه مهارت‌های تفکر نقاد، یکی از مباحث عمده‌ای است که در حال حاضر موضوع بسیاری از مطالعات است. پرواضح است که برای زمینه‌سازی تحقق آموزش مؤثر مهارت‌های تفکر نقادانه

در دانشجویان مهندسی، ضرورت دارد تا با بهره‌گیری از تجارب موجود و آگاهی نسبت به دستاوردهای تفکر نقادانه، نسبت طرح‌ریزی و اجرایی‌سازی دوره‌های توانمندساز آن اقدام نمود.

۲. بیان مسئله

فرایند حل مسئله یک نیاز ضروری برای هر مهندس است (Rosales-Vera, 2023; Kirn & Benson, 2018; Nazzal, 2015; Michaluk et al., 2016; Ismail et al., 2019). مک‌نیل و همکاران در مطالعه خود از حل مسئله به عنوان یک فعالیت اصلی در عمل مهندسی[1] یاد کرده‌اند (McNeill et al., 2016). در چشم‌انداز فناوری به سرعت در حال تحول امروز، متخصصان مهندسی برای حل مشکلات پیچیده، تصمیم‌گیری آگاهانه و هدایت نوآوری، بیش از این که به تخصص فنی نیاز داشته باشند، باید به مهارت‌های تفکر نقادانه و مهارت‌های تحلیلی مسلح باشند. به عبارت دیگر، با تکامل مهندسی، توانایی تفکر نقادانه و تحلیلی اهمیت فزاینده‌ای پیدا کرده است. به گفته هالپرن[2]، برای برآوردن نیازهای یک دنیای دائماً درحال‌تغییر و به شدت رقابتی، ضروری است که به دانشجویان مهارت‌های تفکر نقادانه آموزش داده شود (Halpern,1998). به گفته ون گلدر[3]، تفکر نقادانه یک گرایش طبیعی نیست بلکه باید آن را آموخت (Gelder, 2005). به گفته مهدیه و همکاران، دانشجویان مهندسی، متفکرانی هستند که بیشتر از دانشجویان رشته‌های علوم اجتماعی، علوم پایه و دروس انسانی به تفکر نقادانه نیاز دارند. نیاز به تفکر نقادانه و مهارت‌های حل مسئله در سال‌های آینده، با توجه به نیاز مبرم به بینش‌های جدید در مورد روش‌های مدیریت پیچیدگی و عدم قطعیت توسط افراد افزایش خواهد یافت .(Mahdyeh et al., 2014)

یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های متولیان آموزش مهندسی، زمینه‌سازی برای ارتقای مهارت‌های تفکر نقادانه در دانشجویان است. در این فرایند، چگونگی شکل‌گیری و تقویت آن با ابهامات و نظرات متفاوتی همراه است. هالپرن معتقد است که مهارت‌های تفکر نقادانه را می‌توان از طریق آموزش آموخت (Halpern, 1999). توصیه‌های مکرر نهادهای آموزشی بین‌المللی، مانند هیئت اعتباربخشی مهندسی و فناوری (ABET) به اهمیت تعبیه آموزش تفکر نقادانه همراه با سایر شایستگی‌های مهندسی عمومی (که به عنوان مهارت‌های نرم شناخته می‌شوند) در برنامه‌های درسی مهندسی اشاره دارد. مطالعات پژوهشی نشان می‌دهد که مربیان می‌توانند با ادغام تفکر نقادانه در برنامه درسی مهندسی، از طریق یادگیری مبتنی بر مسئله، مطالعات موردی، شبیه‌سازی‌ها و بحث‌های کلاسی، مهارت‌های تحلیلی لازم برای موفقیت در صنعت را پرورش دهند. درگیرکردن دانشجویان در این شیوه‌ها، آنها را برای تبدیل‌شدن به مهندسان مبتکر و حل‌کننده‌های مشکل آماده می‌کند که می‌توانند با چشم‌انداز

1- Central activity of engineering practice
2- Halpern
3- Van Gelder

دائمی درحال‌تغییر فناوری سازگار شوند (Kirn & Benson, 2018). به عبارت دیگر، تفکر نقادانه به عنوان یکی از مهارت‌های نرم مهندسی شناخته شده است و باید در برنامه‌های درسی مهندسی به عنوان یکی از مهارت‌های اساسی آموزش داده شود. ABET به عنوان یکی از نهادهای مهم در اعتباربخشی برنامه‌های درسی مهندسی، به طور مکرر تأکید کرده است که برنامه‌های درسی مهندسی باید شامل آموزش تفکر نقادانه باشند. این آموزش به دانشجویان کمک می‌کند تا بتوانند بهترین تصمیمات را در مورد مسائل پیچیده مهندسی بگیرند و به طور کلی، بهبود کیفیت کار و افزایش بازدهی در صنعت مهندسی را به همراه داشته باشند (Naimpally et al., 2012).

کیفیت تفکر دانشجویان و مهندسان و نحوه تفکر آنها، تعیین‌کننده کیفیت چیزی است که آنها طراحی یا تولید می‌کنند (Claris & Riley, 2012). مهندسان اکنون بیش از هر زمان دیگری به مهارت‌های تفکر نقادانه قوی برای مقابله با دنیایی با تغییرات سریع و پیچیدگی نیاز دارند. اهمیت پرورش تفکر نقادانه در دانشجویان، بارها از طریق مدیران مهندسی و دانشگاهیان به عنوان یک ویژگی حیاتی مورد تأکید قرار گرفته است (Ahern et al., 2019). نتیجه مطالعه (Dominguez et al., 2018) نشان داد که دانشجویان و دانش‌آموختگان مهندسی، به رغم برخورداری از مهارت‌های فنی قوی، مهارت‌های تفکر نقادانه کافی ندارند. همچنین مطالعه نشان داد که دانشجویان رشته‌های مهندسی نسبت به دانشجویان رشته‌های غیرمهندسی از نحوه تعریف تفکر نقادانه اطمینان کمتری دارند و تعاریف و نظراتی که در مورد تفکر نقادانه داشتند، کمتر مشخص و انتزاعی‌تر بوده است. بررسی‌های میدانی نشان می‌دهد که دانشجویان و دانش‌آموختگان در رشته‌ها و دانشکده‌های مهندسی، به سختی منظورشان را از تفکر نقادانه درک می‌کردند و می‌دانستند. به همین دلیل، ضرورت دارد تا درک کنیم که دانشگاه‌ها برای پرورش تفکر نقادانه به دانشجویان، چه اقدامی انجام می‌دهند و تشخیص دهیم که آیا دانشکده‌های مهندسی راهبردهای آموزشی مقدماتی برای تفکر نقادانه را در نظر گرفته‌اند یا خیر؛ بررسی مطالعات منتشرشده و شواهد میدانی نشان می‌دهد که به رغم تلاش‌های مختلفی که توسط اساتید در دوره چهارساله کارشناسی انجام شده بود، نگرش و توانایی ایده‌پردازی‌های دانشجویان مهندسی برای حل مسائل در سطوح پایینی قرار دارد. به رغم مستندات گسترده درباره اهمیت تفکر نقادانه در آموزش مهندسی (Kirn & Benson , 2018)، تحقیقات اندکی وجود دارد که دستاوردهای برآمده از آموزش تفکر نقادانه را تجمیع و تبیین کرده باشد. این مطالعه تلاش می‌کند تا دستاوردهای مبتنی بر تفکر نقادانه در آموزش مهندسی را از طریق بررسی نظام‌مند مبانی نظری، بررسی کند و به این سؤال پاسخ دهد که دستاوردهای تفکر نقادانه در آموزش مهندسی چیست؟

۳. روش کار

در این مطالعه، مقاله‌های مرتبط با موضوع در مجله‌های بین‌المللی که به زبان لاتین نگارش شده

است، به صورت نظام‌مند و با الهام‌گیری از مراحل مورد استفاده (Baniasadi et al., 2023) انجام شد و مورد مطالعه قرار گرفت. بررسی مبانی نظری، زمینه‌ای را برای انباشت دانش، کشف شکاف‌های موجود در تحقیق و تشخیص مسیر سایر پژوهش‌ها فراهم نموده (Marangunić& Granić,2015) و مرحله مهمی قبل از انجام هر مطالعه تحقیقاتی است (Emran et al., 2019). در این مطالعه، دستورالعمل‌های (Kitchenham & Charters., 2007) برای انجام یک بازبینی منظم مورد استفاده قرار گرفت (Costa et al., 2016; Zahedi et al., 2016). اجرای این بررسی نظام‌مند، در چهار مرحله شناسایی ملاک‌های ورود و خروج، منابع داده و راهبرد جستجو، ارزیابی کیفیت و کدگذاری و تحلیل داده‌ها انجام شد. جزئیات این مراحل در زیربخش‌های زیر نشان داده شده است.

۳-۱. ملاک‌های ورود و خروج

در جدول ۱، ملاک‌های ورود و خروج مقالاتی که در این مطالعه مورد تحلیل نقادانه قرار گرفت، شرح داده شده است. بنابراین مقاله‌هایی که ملاک‌های ورودی جدول یک را داشتند و از ملاک‌های خروج به دور بودند، مورد مطالعه دقیق قرار گرفت.

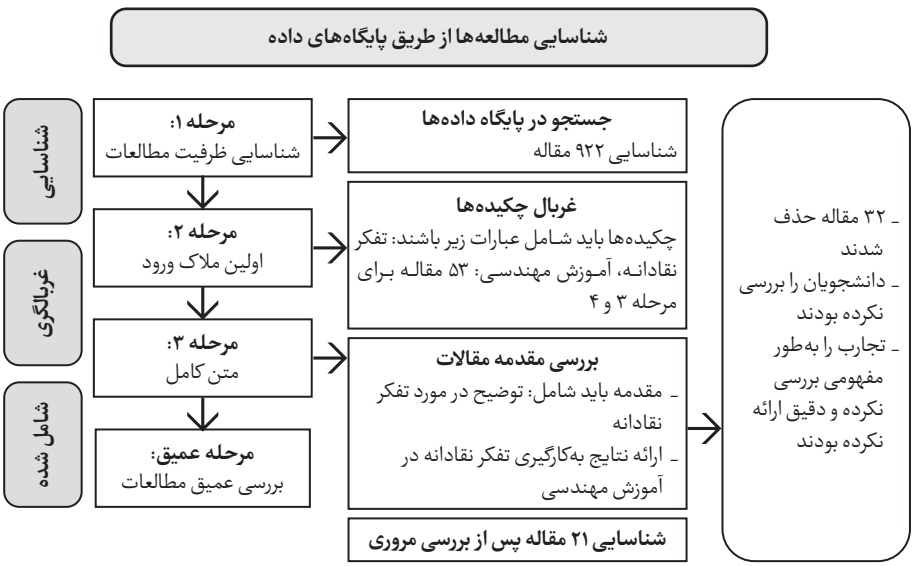
جدول ۱. ملاک‌های ورود و خروج

ملاک‌های ورود	ملاک‌های خروج
• باید شامل تفکر نقادانه/ تفکر انتقادی، آموزش مهندسی باشد • باید به انگلیسی نوشته شده باشد • باید شامل دسترسی به تمام متن مقاله باشد	• در حیطه آموزش مهندسی نباشد و مطالب و یافته‌ها خارج از موضوع مورد بررسی باشد • به زبانی غیر از زبان انگلیسی نوشته شده باشد • فقط چکیده آنها در دسترس باشد

۳-۲. منابع داده و راهبرد جستجو

بر اساس دستورالعمل PRISMA مقالات نمایه‌شده در پایگاه‌های داده بین‌المللی Scopus، Google Scholar و ScienceDirect در بازه زمانی ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۳، با استفاده از ترکیب کلیدواژه‌های"Critical Thinking" OR "Engineering Education" OR "Critical Thinking in Engineering Education" AND "Outcomes OR results" AND "Engineering Education" OR "Engineering" AND "Benefits "AND "Advantages" OR "Critical Thinking"" شناسایی، بازیابی و مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج اولیه جستجو، به شناسایی ۹۲۲ مقاله انجامید. با اعمال محدودیت‌ها و استفاده از ملاک‌های خروج، این تعداد به ۵۳ مقاله دارای شرایط ورود و خروج کاهش یافت که پس از بررسی‌های عمیق‌تر، تعداد ۱۲ مقاله که از کیفیت بالا برخوردار بودند، در فرایند تحلیل قرار گرفتند. مراحل جستجو و اصلاح در این مطالعه مروری بر اساس موارد گزارشگری ترجیحی برای مرورهای نظام‌مند فراتحلیل (PRISMA) انجام شد (Moher et al., 2009). شکل ۱ نمودار جریان PRISMA را نشان می‌دهد. این مطالعه شامل یک

بررسی منظم و ترکیبی از مقالات تحقیقاتی بررسی‌شده و منتشرشده بین سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۳ بود که ابتدا از طریق جستجو در پایگاه‌های داده‌های، گوگل‌اسکولار، اسکوپوس، ساینس دایرکت شناسایی شدند. سپس بر اساس یک ملاک تعریف‌شده برای گنجاندن انتخاب شدند. رویکرد ما استفاده از عناصر پروتکل ارائه‌شده توسط (Khan et al., 2003)، شامل شناسایی کار مرتبط، ارزیابی کیفیت مطالعات، جمع‌بندی شواهد و تفسیر یافته‌ها بود. مقاله‌ها باید از شرایط چهارگانه برخوردار باشند: ۱. مرتبط با موضوع پژوهش باشند؛ ۲. بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۳ منتشرشده باشند؛ ۳. مقالات به چاپ نهایی رسیده باشند؛ ۴. مقالات باید از کلمات تفکر نقادانه، آموزش مهندسی.



شکل ۱. نمودار روش کار (PRISMA)

۳-۳. ارزیابی کیفیت اسناد مورد مطالعه

یکی از مراحل اساسی که در کنار ملاک‌های ورود و خروج باید رعایت شود، ارزیابی کیفیت اسناد بازیابی شده است (Baniasadi et al., 2023). در پژوهش حاضر، پس از بررسی‌های اولیه و مشخص‌شدن مقالات اصلی توسط نویسنده اول، ارزیابی کیفیت اسناد انجام شد. در فرایند ارزیابی، پنج سؤال مورد بررسی قرار گرفت: ۱- آیا اهداف پژوهش به وضوح مشخص شده است؟ ۲-آیا روش‌های جمع‌آوری داده‌ها به اندازه کافی دقیق هستند؟ ۳-آیا مطالعه، قابلیت اطمینان و اعتبار ملاک‌ها را توضیح می‌دهد؟ ۴- آیا نتایج به وضوح مشخص شده‌اند؟ ۵- آیا مطالعه به دانش و درک مخاطبان می‌افزاید؟ هر سؤال بر اساس مقیاس سه‌درجه‌ای، امتیازدهی شد که "بله" ۱ امتیاز، "نه" ۰ امتیاز و "تا حدی" ۰٫۵ امتیاز است. از این رو، هر

مطالعه می‌تواند بین ۰ تا ۵ امتیاز داشته باشد. هر چه نمره کل یک مطالعه بالاتر باشد، از کیفیت بالاتری برخوردار است. جدول ۲ نتایج ارزیابی اسناد را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که همه اسناد از کیفیت لازم برای ورود به بخش تحلیل نهایی برخوردار بوده‌اند. ارزیابی کیفیت توسط سه ارزیاب انجام شده است و سپس ضریب کاپا برای آنها محاسبه گردید که نشان از وضعیت قابل قبول است.

جدول ۲. ارزیابی کیفیت اسناد مورد مطالعه

کد مقاله	نویسنده/ سال	عنوان مقاله	مجله	جامعه/نمونه آماری	کشور	سؤال۱	سؤال۲	سؤال۳	سؤال۴	سؤال۵	کل	درصد
۱	Pereira & Krippahl 2007	On teaching critical thinking to engineering students	International Conference on Thinking Norrköping	۰۴۰۴	پرتغال	۱	۱	۱	۵/۰	۱	۵/۴	٪۹۰
۲	Nor &Sihes, 2021	Critical thinking skills in education: a systematic literature review	Thinking skills and creativity	۰۴۰۴	مالزی	۱	۱	۱	۵/۰	۱	۵/۴	٪۹۰
۳	Barry,2013	Developing critical thinking, creativity and innovation skills of undergraduate students (invited paper)	In Education and Training in Optics and Photonics	۰۴۰۴	آمریکا	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۴	Bastías et al., 2021	Evaluation of critical thinking in online software engineering teaching: a systematic mapping study	IEEE	۰۴۰۴	شیلی	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۵	Witarsa &Rizki, 2022	Critical thinking as a necessity for social science students capacity development: how it can be strengthened through project based learning at university	Frontiers in Education	۰۴۰۴	گرجستان	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۶	Magrabi et al., 2018	Classroom teaching to enhance critical thinking and problem-solving skills for developing iotapplications	Engineering Education Transformations	۰۴۰۴	هند	۱	۱	۵/۰	۱	۱	۵/۴	٪۹۰

ادامه جدول ۲

۷	Putra et al., 2021	Exploring students' critical thinking skills using the engineering design process in a physics classroom	Asia-Pacific Education Researcher	م.م.م.	اندونزی	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۸	Ahern et al., 2019	A literature review of critical thinking in engineeringjd education	Studies in Higher Education	م.م.م.	ایرلند	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۹	Ismail et al., 2019	The essential of engineering education involving critical thinking and problems solving skills among mechanical engineer employees	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	د.م.م.	مالزی	۱	۱	۱	۵/۰	۱	۵/۴	٪۹۰
۱۰	Ivleva, 2016	Teaching critical thinking to engineering students through reading profession-oriented texts	Materials Science and Engineering	د.م	روسیه	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۱۱	Gray et al., 2012	Analysis of critical thinking skills of international masters students in engineering for a crossinstitutional group	4th International Symposium for Engineering Education	د.آ.م.	انگلستان	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۱۲	Qamar et al., 2022	Assessment of critical thinking skills in engineering education	2022 ASEE Annual Conference & Exposition	م.م.م.	آمریکا	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۱۳	Douglas 2012	Defining and measuring critical thinking in engineering	Department of Materials Science and Engineering	د.م	مالزی/ امریکا	۱	۵/۰	۰	۵/۰	۱	۵/۲	٪۵۰
۱۴	Husband, 2006	An analysis of critical thinking skills in computer information technology using the california critical thinking skills test	The Graduate School University of Wisconsin-Stout Menomonie, WI	د.م	امریکا	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰

ادامه جدول ۲

۱۵	Schneider et al.,2012	Mapping the development of applied critical thinking skills in engineering, technology & computing majors	Rochester Institute of Technology Rochester, New York	د.م	امریکا	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۱۶	Malekjafarian 2018	Integrating critical thinking in a civil engineering module	Conference Paper · University College Dublin	د.م	ایرلند	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۱۷	Tahmasebzadeh et al, 2022	The role of critical thinking and entrepreneurial spirit in predicting burnout and academic procrastination of engineering students	Iranian Journal of Engineering Education	د.م	ایران	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۱۸	Amini et al., 2014	A study of engineering students' critical thinking skills	Iranian Journal of Engineering Education	د.م	ایران	۱	۱	۱	۱	۱	۵	٪۱۰۰
۱۹	Shannon, Bennett 2012	A case study: applying critical thinking skills to computer science and technology	Information Systems Education Journal (ISEDJ)	د.م	امریکا	۱	۰	۵/۰	۱	۵/۲	۱	٪۵۰
۲۰	Adair & Jaeger 2016	Incorporating critical thinking into an engineering undergraduate learning environment	International Journal of Higher Education	د.م	کانادا	۱	۵/۰	۰	۱	۵/۳	۱	٪۷۰
۲۱	Welch et al., 2015	A systematic approach to teaching critical thinking skills to electrical and computer engineering undergraduates	American Journal of Engineering Education – December 2015	د.م	امریکا	۱	۱	۵/۰	۱	۵/۴	۱	٪۹۰

د. م. = دانشجویان مهندسی د. آ. م. = دانشجویان آموزش مهندسی م. م= مطالعات مروری

۳-۴. کدگذاری و تحلیل داده‌ها

پس از مطالعه مقالات انتخاب‌شده و دسته‌بندی مطالب مربوط، مطالب مطابق با موضوع مورد مطالعه استخراج و کدگذاری می‌شوند و دستاوردهای تفکر نقادانه در آموزش مهندسی توسط محقق دسته‌بندی و در قالب جداول ارائه گردید.

۴. یافته‌های تحقیق

دانشجویان با وجود آمادگی در رشته تحصیلی خود، در زندگی روزمره و تصمیم‌های آن مردد هستند و در نقد ادعاهای غیرعلمی مشکل دارند. پس از بررسی موضوع پژوهش در پایگاه‌های داده معتبر و استفاده از نمودار موجود در شکل ۱ تعداد ۲۱ مقاله برای بررسی نهایی انتخاب گردیدند که در جدول شماره ۳ اطلاعات مربوط به مقالات گزارش شده است.

جدول ۳. مروری بر مقاله‌های منتخب مورد مطالعه

کد مطالعه	روش	جامعه / نمونه	ابزار	خلاصه نتایج
۱	م. م.	مقالات	فهرست وارسی	ـ درک سریع جنبه‌های مهم تفکر نقادانه ـ بهبود ظرفیت‌های ذهنی برای تحلیل موضوعات مختلف ـ افزایش توانایی در تحلیل مسائل و مشکلات به صورت منطقی و دقیق
۲	م. م.	مقالات ۱۹۴۴ تا ۲۰۲۰	فهرست وارسی	ـ معرفی مهارت‌های تفکر نقادانه ـ تبیین مهارت‌های تفکر نقادانه مورد نیاز برای فعالیت در حوزه‌های آموزش
۳	م. م.	دانشجویان دوره کارشناسی	مصاحبه و نظرسنجی	ـ ضرورت وجود عضو هیئت علمی باتجربه به دلیل گسترگی و تنوع مباحث ـ ضرورت استفاده از عضو هیئت علمی مسلط در انواع کاربردهای مهندسی و علوم ـ ارتقای توانایی در ارزیابی و انتخاب گزینه‌های بهتر و مناسب‌تر
۴	م. ن	مقالات ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱	فهرست وارسی	ـ گزارش نحوه اجرای یک مطالعه نقشه‌برداری نظام‌مند ـ شناسایی، سازمان‌دهی و مشخص‌کردن ابعاد خاص در آموزش-یادگیری برخط تفکر نقادانه برای مهندسی نرم‌افزار ـ پیش‌نیازهای توسعه توانایی در ارتباط با دیگران و همکاری در گروه‌های کاری ـ افزایش توانایی در پذیرش و تحمل نظرات و دیدگاه‌های مختلف ـ توسعه توانایی در حل مسائل به صورت خلاقانه و نوآورانه
۵	م. م.	دانشجویان علوم اجتماعی	فهرست وارسی	ـ توسعه توانایی در ارتباط با دیگران و همکاری در گروه‌های کاری ـ افزایش توانایی در پذیرش و تحمل نظرات و دیدگاه‌های مختلف ـ ارتقای توانایی در ارزیابی و انتخاب گزینه‌های بهتر و مناسب‌تر ـ بهبود معنادار افزایش توانایی تفکر نقادانه دانشجویان گروه تجربی در مقایسه با کلاس گواه
۶	م. م.	دانشجویان و اساتید آموزش مهندسی	پرسش‌نامه‌ای و نظرسنجی	ـ امکان ارتقای مهارت‌های تفکر نقادانه دانشجو با استفاده صحیح استادان از راهبردهای آموزشی متناسب ـ تأثیر معنادار استفاده از راهبردهای یادگیری فعال به صورت فرایند بر ارتقای مهارت‌های نقادانه دانشجویان ـ نقش بازدارنده رویکردهای غالب سخنرانی‌محور و تأکیدکننده بر به‌خاطرسپاری مطالب

ادامه جدول ۳

				ـ تأکید بر ضرورت تمرکز آموزش بر فرایند یادگیری به جای رویکرد غالب صرفاً تمرکز و تأکید بر محتوای نظریه ـ اهمیت استفاده از فنون ارزیابی چالش‌برانگیز در فراهم‌سازی امکان ایجاد یک نمونه اولیه به جای تقویت یادآوری حافظه ـ زمینه‌ساز بودن آموزش تفکر نقاد در توسعه توانایی در ارائه دلایل و استدلال‌های قوی و متقن ـ افزایش توانایی در تحلیل و بررسی مسائل و مشکلات به صورت منطقی و دقیق
۷	م. ن.	دانشجویان	مصاحبه‌ای	ـ اهمیت آموزش مهارت‌های تفکر نقادانه به دانشجویان در محیط یادگیری به منظور موفقیت در پاسخ به چالش‌های قرن ۲۱ ـ ضرورت اجرای رویکردهای خاص آموزشی در محیط یادگیری به منظور تقویت مهارت‌های تفکر نقادانه
۸	م. م.	مقالات منتخب	فهرست وارسی	ـ تأکید بر ضعف برنامه‌های درسی مهندسی در ارتقای مهارت‌های تفکر نقادانه ـ ارائه شواهد مناسب لزوم آموزش تفکر نقادانه در زمینه مهندسی و به ویژه آموزش و یادگیری ادبیات دانشگاهی ـ ارائه چارچوب‌های نظری و مفهومی مناسب برای آموزش تفکر نقادانه در زمینه مهندسی
۹	م. م.	دانشجویان مهندسی مکانیک	پرسش‌نامه	ـ ارائه شواهد ضروری برای نیاز مبرم به عناصر تفکر نقادانه و مهارت‌های حل مسئله برای پرورش مهندسان رقابتی در صنایع ـ تأثیر آموزش تفکر نقاد بر افزایش توانایی در پذیرش و تحمل نظرات و دیدگاه‌های مختلف ـ توسعه توانایی در حل مسائل به صورت خلاقانه و نوآورانه ـ افزایش توانایی در تصمیم‌گیری‌های مؤثر و متقن ـ توسعه توانایی در ارتباط با دیگران و همکاری در گروه‌های کاری
۱۰	م. آ	مقالات	فهرست وارسی	ـ لزوم استفاده و گنجاندن تفکر نقادانه به عنوان یک پیامد یادگیری ضروری در برنامه‌های درسی آموزش مهندسی ـ اهمیت و امکان استفاده از آموزش تفکر نقادانه برای تعمیم و توسعه کاربرد آن در زندگی ـ حیاتی بودن کسب مهارت‌های تفکر نقاد از طریق تحصیل در مدرسه و دانشگاه
۱۱	م. م. ک.	دانشجویان آموزشی مهندسی	پرسش‌نامه و نظرسنجی	ـ بررسی مفهوم‌سازی تفکر نقادانه دانشجویان ـ وجود تنوع در بین گروه‌های فرهنگی به عنوان شاهدی برای پرداختن به تفاوت‌ها در درک دانشجویان از تفکر نقادانه ـ تأکید بر ضرورت گنجاندن و آموزش تفکر نقادانه در برنامه‌های درسی مهندسی یا در طول دوره مقدماتی
۱۲	م. ن.	مقالات	فهرست وارسی	ـ ارائه مسائل مختلف مربوط به آموزش مهارت‌های تفکر نقادانه در آموزش مهندسی ـ ارائه مسائل مختلف مربوط به ارزیابی مهارت‌های تفکر نقادانه در آموزش مهندسی

ادامه جدول ۳

۱۳	م.آ	دانشجویان کارشناسی و کارشناسی ارشد مهندسی	آزمون و مصاحبه	ـ تأکید بر اهمیت آموزش مهندسی در توسعه مهارت‌های تفکر نقادانه ـ تأکید بر پرورش و توسعه تفکر نقادانه در مهندسان ـ ضرورت آموزش مهندسان برای شناسایی و تشخیص راه‌حل‌ها از تجربیات و مفاهیم آموخته‌شده ـ ضرورت استفاده از تمرین تفکر خاص داشتن برای شناسایی و تشخیص راه‌حل‌ها از تجربیات و مفاهیم آموخته‌شده
۱۴	م.ع	دانشجویان کالج فنی Northcentral ((NTC	آزمون ارزیابی تفکر نقادانه واتسون/ کرنل آزمون هوشیاری تورستون، آزمون تفکر نقادانه کالیفرنیا	ـ ایجاد شواهد چگونگی ارزیابی مهارت‌های تفکر نقادانه افراد در حوزه خاص ـ بررسی رابطه بین نمرات کل در CCTST و زمان صرف‌شده برای تکمیل آزمون ـ CCTST (تحلیل مهارت‌های تفکر نقادانه در فناوری اطلاعات رایانه‌ای) ـ ارائه شواهدی برای درک چگونگی ارتباط بین زمان صرف‌شده برای تکمیل تکالیف و عملکرد در آزمون ـ ارتقای توانایی در ارزیابی و انتخاب گزینه‌های بهتر و مناسب‌تر
۱۵	م.آ	دانشجویان سال اول تا چهارم دانشگاه روچستر	آزمون	ـ ضرورت تخصیص زمان و تمرین برای توسعه توانایی تفکر نقادانه ـ ضرورت آموزش تفکر نقادانه به عنوان بخشی طبیعی و بی‌درنگ از آموزش ـ ضرورت ارتقای درک و نیاز دانشجویان برای توسعه تفکر نقاد در خویش ـ افزایش توانایی در تصمیم‌گیری‌های مؤثر و متقن به‌عنوان ره‌آورد آموزش تفکر نقادانه
۱۶	م.م.ک	دانشجویان مهندسی عمران سال سوم در کالج دوبلین	آزمون	ـ ارائه مهارت‌های خاص مورد نیاز در یک ماژول مهندسی عمران به منظور ارتقای مهارت‌های تفکر نقادانه ـ تأثیر پرورش تفکر نقاد در ارتقای توانایی تحلیل و ارزیابی اطلاعات و داده‌های مختلف ـ تأثیر پرورش تفکر نقاد در ارتقای توانایی تفکر نظام‌مند و دیدگاه گسترده ـ تأثیر پرورش تفکر نقاد در ارتقای توانایی تفکر خلاق و نوآورانه ـ تأثیر پرورش تفکر نقاد در ارتقای توانایی تفکر منطقی و تحلیلی ـ تأثیر پرورش تفکر نقاد در ارتقای توانایی تفکر نقادانه، توانایی حل مسئله و تصمیم‌گیری بهتر ـ تأثیر پرورش تفکر نقاد در ارتقای توانایی ارتباط برقرارکردن و همکاری با دیگران ـ تأثیر پرورش تفکر نقاد در ارتقای توانایی در ارزیابی و انتخاب گزینه‌های بهتر و مناسب‌تر
۱۷	م.م	دانشجویان کارشناسی فنی و مهندسی دانشگاه تبریز	پرسش‌نامه تفکر نقادانه ریتکس	ـ تأیید تأثیر مثبت پرورش تفکر نقاد در ارتقای روحیه کارآفرینی ـ استفاده از تفکر نقاد برای پیش‌بینی فرسودگی و اهمال‌کاری تحصیلی دانشجویان فنی و مهندسی

ادامه جدول ۳

				ـ تأیید تأثیر مثبت پرورش تفکر نقاد در کاهش فرسودگی و اهمال‌کاری تحصیلی دانشجویان فنی و مهندسی ـ تأیید تأثیر مثبت پرورش تفکر نقاد در افزایش توانایی در پذیرش و تحمل نظرات و دیدگاه‌های مختلف ـ تأیید تأثیر مثبت پرورش تفکر نقاد در توسعه توانایی در حل مسائل به صورت خلاقانه و نوآورانه
۱۸	م.م	جامعه: دانشجویان دانشگاه کاشان در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۳ نمونه: تصادفی طبقه‌ای	آزمون مهارت‌های تفکر نقادانه کالیفرنیا	ـ عدم تأیید فرضیه بالاتر بودن تفکر نقاد در دانشجویان نیمسال‌های بالاتر نسبت به دانشجویان نیمسال‌های پایین ـ عدم تأیید فرضیه بالاتر بودن تفکر نقاد در دانشجویان دوره کارشناسی‌ارشد نسبت به دانشجویان دوره کارشناسی ـ تأیید تأثیر مثبت پرورش تفکر نقاد در توسعه توانایی در حل مسائل به صورت خلاقانه و نوآورانه ـ تأیید تأثیر مثبت پرورش تفکر نقاد در افزایش توانایی در تصمیم‌گیری‌های مؤثر و متقن ـ تأیید تأثیر مثبت پرورش تفکر نقاد در توسعه توانایی در ارتباط با دیگران و همکاری در گروه‌های کاری
۱۹	م.م	جامعه آماری: دانشجویان درس مقدماتی کامپیوتر نمونه: ۱۱۷ دانشجوی	آزمون ارزیابی تفکر نقادانه (CAT)	ـ تأیید کمبود معنادار مهارت‌های تفکر نقادانه در دانشجویان مهندسی ـ تأیید ضعف عملی دانشجویان مهندسی در مهارت‌های تفکر نقادانه، به ویژه در ارائه استدلال معتبر در هنگام تصمیم‌گیری بر اساس سناریوهای مورد مطالعه ـ مهارت‌های تفکر نقادانه در دانشجویان مهندسی ـ تأیید تأثیر آموزش تفکر نقاد در توسعه توانایی در حل مسائل به صورت خلاقانه و نوآورانه ـ تأیید تأثیر آموزش تفکر نقاد در افزایش توانایی در تصمیم‌گیری‌های مؤثر و متقن
۲۰	م.م	دانشجویان مهندسی	آزمون	ـ تأیید تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد بر بهبود مهارت‌های تفکر نقادانه دانشجویان مهندسی ـ تأیید تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد بر توسعه توانایی در ارائه دلایل و استدلال‌های قوی و متقن
۲۱	م.م مطالعه طولی	دانشجویان مهندسی برق و کامپیوتر (ECE)	آزمون	ـ ارائه الگوی ادغام آموزش و ارزیابی تفکر نقادانه در آموزش مهندسی برق و کامپیوتر ـ تأیید تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد بر ارتقای توانایی در ارزیابی و انتخاب گزینه‌های بهتر و مناسب‌تر ـ تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد در افزایش توانایی تحلیل و بررسی مسائل به صورت منطقی و دقیق ـ تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد در توسعه توانایی در ارائه دلایل و استدلال‌های قوی و متقن ـ تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد در افزایش توانایی در پذیرش و تحمل نظرات و دیدگاه‌های مختلف

ادامه جدول ۳

				ـ تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد در افزایش توسعه توانایی در حل مسائل به صورت خلاقانه و نوآورانه ـ تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد در افزایش توانایی تصمیم‌گیری‌های مؤثر و متقن ـ تأثیر مثبت آموزشی تفکر نقاد در توسعه توانایی در ارتباط با دیگران و همکاری در گروه‌های کاری

م. م. ک = مطالعه موردی اکتشافی

م.م= مروری

ع.م=علی مقایسه‌ای

م. آ= مطالعه آزمایشگاهی

م. ن = مرور نظام‌مند

۵. دستاوردهای تفکر نقادانه در آموزش مهندسی

مرور مطالعات پیرامون دستاوردهای تفکر نقادانه در آموزش مهندسی نشان داد که اکثر محققان در این زمینه، تحقیقاتی را به صورت مروری اکتفا کرده‌اند و درصد اندکی از آنها به صورت موردی و کمّی و شبیه‌سازی، نتایجی را ارائه داده‌اند. هر چند تحقیقات در این زمینه اندک است و هنوز منابع اطلاعاتی قوی و مکفی در دسترس نیست، با اکتفا به مقالات مذکور در مقاله به یافته‌ها رسیده‌ایم.

بررسی نظام‌مند دستاوردها، به شناسایی و دسته‌بندی نُه دسته از دستاوردهای ناشی از آموزش و تقویت تفکر نقادانه در فارغ‌التحصیلان آموزش مهندسی، شامل زمینه‌سازی برای «شفافیت در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه»، «تفکّر عملی در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه»، «تفکّر خلّاق در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه»، «دقت در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه»، «وفاداری حرفه‌ای در انجام و وظایف درسی و شغلی»، «تصمیم‌گیری نظام‌مند در انجام وظایف شغلی و تحصیلی»، «توجه مستمر در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه»، «تسهیل فرایند رشد و ترقی فارغ‌التحصیلان با تقویت شایستگی‌های مرتبط با انجام بهترین ارزشیابی و مناسب‌ترین انتخاب‌ها»، و «نوآوری و کشف راه‌حل‌های جدید» منجر گردید. در ادامه ابتدا برخی از مفاهیمی که رویه عقلانی‌سازی تفکر نقادانه، مستلزم آن موارد است، تعریف می‌شود و پس از آن، دستاوردهای شناسایی‌شده معرفی می‌گردد.

برای مواجهه هوشمندانه با موقعیت‌های زندگی واقعی، توانایی‌های تفکر نقادانه ضروری است. پرورش سطوح عالی تفکر نقادانه، به فرد کمک می‌کند تا اندیشه‌های خود را به بهترین شکل و با شفافیت تمام، به ایده و ایده را به مرحله اجرا و عمل درآورد. یکی از اهداف اساسی و عالی آموزش عالی همواره این بوده است که همچنان عادت به تفکر نقادانه در دانش‌پژوهان، آموزش آماده‌سازی

آنها برای افرادی مسئولیت‌پذیر و ارزشیاب باشد. شکل‌گیری، پرورش و توسعه تفکر نقادانه، یک رویه عقلانی و مستلزم خودراهبری، خوداصلاحی، خودنظارتی و خودانضباطی (خودنظم‌دهی) است (Barry,2013; Putra et al., 2023; Qamar et al., 2022; Nor & Sihes, 2021, 2022). در ادامه به اختصار به هر یک پرداخته می‌شود.

خودراهبری: خودراهبری فرایند واپایش هدف‌دار رفتار به منظور نیل به شکوفایی فردی است (Haisten, 2008). خودراهبری فرایندی است که افراد را قادر می‌سازد تا خود یا زندگی حرفه‌ای و شخصی خود را به واسطه به‌کارگیری راهبردهای رفتاری، انگیزشی و شناختی تنظیم و هدایت کنند (James, 2009). سازمان‌های مدرن امروزی در شرایط متغیر و سرعت بالا، وجود فناوری‌های پیشرفته و محیط رقابتی مبتنی بر اطلاعات، با چالش‌های بی‌سابقه‌ای مواجه هستند. بر این اساس، تمام اعضا و کارکنان سازمان (از مدیران سطوح بالا تا کارکنان سطوح پایین) باید مسئولیت بیشتری نسبت به وظایف و نقش‌های خود تقبل نمایند. بنابراین، خودراهبری، نقش حیاتی و اجتناب‌ناپذیری دریافت می‌کند (Yoho & Houghton, 2005). اجزای خودراهبری، شامل خودپرورشی، مدیریت زمان، مهارت‌های ارتباطی، مدیریت اسناد، برنامه‌ریزی رشد حرفه‌ای، حفظ سلامت جسمی و روانی است. مفهوم خودراهبری تفکر را مورد تأکید قرار می‌دهد و برای آن اهمیت بیشتری قائل است. با توجه به این نظریه، انسان‌ها بیشتر به عنوان خودسازمان‌دهنده، پیش‌نگر (پیش‌فعال)، خوداندیش و خودتنظیم‌شونده مورد مشاهده قرار می‌گیرند. بر اساس این رویکرد، فرد خودراهبر به دنبال توسعه و گسترش تفکرات مثبت و متعالی در درون خود است و به این ترتیب توسعه و هدایت رفتار و عملکرد فردی خود را دنبال می‌کند (Reyes et al., 2007). ریشه این مفهوم به نظریه‌های مربوط به تأثیر بر خود برمی‌گردد که در آن تأکید بر خوداهیابی و واپایش خود است. بنابراین خودراهبری مجموعه مهارت‌های درونی و فردی است که افراد به واسطه آن رفتار، اعمال و عملکرد خود را در راستای اهداف و مقاصد فردی، اجتماعی و کاری و شغلی هدایت و جهت‌دهی می‌نمایند. افراد برخوردار از این قابلیت‌ها، قادر به رشد و توسعه سایر مهارت‌ها و قابلیت‌های خود نیز هستند و به این ترتیب، در سایر عرصه‌های زندگی و کاری موفق و توانمندند. خودراهبری به معنای توانایی فرد در مدیریت و واپایش خودش و تصمیم‌گیری در مورد زندگی و شغل خود است. این ویژگی شامل توانایی‌هایی، مانند تصمیم‌گیری نظام‌مند، تفکر عملی، تفکر خلاق، دقت، شفافیت اعمال، توجه و وفاداری است. فردی که دارای خودراهبری است، می‌تواند بهترین تصمیم‌ها را در مورد زندگی و شغل خود بگیرد و به رشد و پیشرفت خود برسد.

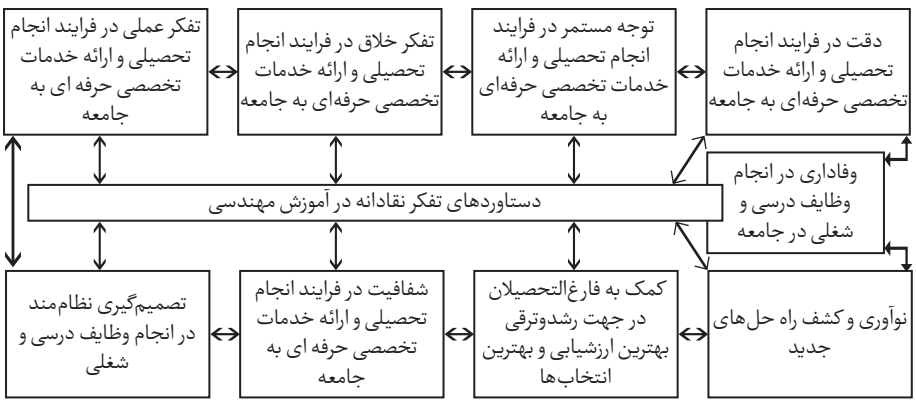
خودانضباطی (خودنظم‌دهی): پرورش فراگیران خودنظم‌ده، از مهم‌ترین اهداف عالی در تمامی نظام‌های آموزشی به شمار می‌رود که می‌تواند زمینه لازم برای تحول و توسعه پایدار در هر جامعه‌ای را فراهم آورد (Ashrafian & Salehi, 2021). خودانضباطی «توانایی وادارکردن خود به انجام

کارهایی است که می‌دانید باید انجام دهید، حتی زمانی که نمی‌خواهید» (Oxford Dictionaries Online, 2016). در یک مطالعه اکتشافی مبتنی بر روش پژوهش نظریه برخاسته از داده‌ها (Ashrafian & Salehi, 2021) با ارائه نظریه‌ای میانی، به معرفی فرایند پرورش فراگیران خودنظم‌ده پرداختند. در پرورش فراگیران خودمُنضبط، بر شکل‌دهی و توسعه «توانایی واپایش احساسات و غلبه بر نقاط ضعف خود» تأکید می‌شود که «انضباط نفس به اشکال مختلف، مانند استقامت، خویشتن‌داری، استقامت، فکر کردن قبل از اقدام، پایان دادن به کاری که شروع به انجام می‌دهی، و به عنوان توانایی انجام تصمیم‌ها و برنامه‌ها، با وجود ناراحتی‌ها، سختی‌ها یا موانع ظاهر می‌شود. خودانضباطی همچنین به معنای خودواپایشی، توانایی اجتناب از افراط و تفریط ناسالم از هر چیزی است که می‌تواند منجر به عواقب منفی شود» (Sasson, 2016). سطح پایین خودانضباطی فردی (خودواپایشی به عنوان شکل خودانضباطی) منجر به مشکلات متفاوتی در زندگی اجتماعی و شخصی می‌شود (Duckworth& Seligman, 2005) و بالعکس، اعتمادبه‌نفس قوی و سطح بالای خودانضباطی موفقیت، دستاوردهای بهتر و رسیدن به اهداف را تسهیل می‌کند (De Ridder et al., 2012) که به نوبه خود خلق‌وخو را بهبود می‌بخشد و افراد را شادتر می‌کند. (Hofmann et al., 2013) افراد با نظم و انضباط بالا بسیار بهتر می‌توانند فعالیت‌های روزمره خود را واپایش کنند و در نتیجه معمولاً از مشکلات اجتناب می‌کنند، از عهده وظایف بر می‌آیند و بر مشکلات احتمالی غلبه می‌کنند. چنین افرادی همیشه سعی می‌کنند مناسب‌ترین راه‌حل را برای حل یک مشکل بیابند و میل مقاومت آنها در شرایط نامطلوب طولانی‌تر از افرادی است که خودواپایشی ندارند (Hofmann et al., 2012) خودمنضبطی می‌تواند به عنوان یکی از ویژگی‌های مهم در موفقیت شخصی و حرفه‌ای مطرح شود. این ویژگی به توانایی فرد در واپایش و مدیریت خودش، انجام وظایف و تصمیم‌گیری‌های مؤثر برای رسیدن به اهدافش اشاره دارد. در تفکر نقادانه، خودمنضبطی می‌تواند به عنوان یکی از ویژگی‌های مهم برای ارزیابی و بررسی مؤثر حقایق و شواهد موجود در مورد یک موضوع مطرح شود. به عنوان مثال، فردی که دارای خودمنضبطی است، می‌تواند بهترین تصمیم‌ها را در مورد یک موضوع بگیرد و به رشد و پیشرفت خود برسد.

خودنظارتی: یک ویژگی شخصیتی است که شامل توانایی نظارت و تنظیم خودنمایی‌ها، احساسات و رفتارها در پاسخ به محیط‌ها و موقعیت‌های اجتماعی است. این شامل آگاهی از رفتار و تأثیر آن بر محیط است. همچنین به توانایی شما در اصلاح رفتارهایتان در پاسخ به متغیرهای محیطی، موقعیتی یا اجتماعی اشاره دارد. افرادی که خودنظارتی بالایی دارند، به احتمال زیاد رفتار خود را تغییر می‌دهند تا خود را با شرایط وفق دهند یا منطبق کنند. کسانی که از نظر خودنظارتی پایین هستند، بر اساس نیازها و احساسات درونی خود رفتار می‌کنند. نظریه خودتنظیمی بیان می‌کند که خودنظارتی مقدم بر ارزیابی خود از پیشرفت به‌سوی هدف و تقویت خود برای پیشرفت انجام شده است. (Kanfer& Gaelick-Buys, 1991) بنابراین، فرایند تغییر عادات نیازمند مهارت‌های خودتنظیمی توسعه یافته

است .(Kanfer, 1971,1970) نظارت بر خود در این فرایند نقش اساسی دارد و شامل توجه عمدی به جنبه‌ای از رفتار فرد و ثبت برخی جزئیات آن رفتار است. برای تغییر رفتار، افراد باید به اعمال خود و همچنین شرایطی که تحت آن رخ می‌دهند و اثرات آنی و بلندمدت آن توجه کافی داشته باشند. بنابراین، خودتنظیمی موفق تا حدی به صداقت، ثبات و به موقع بودن خودنظارتی دررابطه‌با عملکرد رفتار هدف، به عنوان مثال، خوردن بستگی دارد (Bandura, 1998).

خوداصلاحی: به گفته (Nation, 2008)، خوداصلاحی فنی است که در آن افراد باید با بررسی دقیق کار خود، اشتباهات خود را اصلاح کنند (Andrade & Du , 2007)، توضیح می‌دهند که فن خود اصلاحی فرایندی است که در آن افراد کیفیت کار و یادگیری خود را بررسی و ارزیابی می‌کنند، اهداف یا معیارهای صریح بیان‌شده را می‌شناسند، کار خود را از نظر نقاط قوت و نقص ارزیابی می‌کنند و آن را به‌روز می‌کنند. این بدان معنی است که فن خودتصحیح دانش افراد را بر اساس برگه راهنمای فن خوداصلاحی افزایش می‌دهد. علاوه بر این (Harmer, 2004) بیان می‌کند که اصلاح یک فرایند جذاب در رابطه معلم و فراگیر در کلاس درس است. (Maftoon et al., 2010) استدلال می‌کنند که فن خوداصلاحی یک بازخورد غیرمستقیم است که در آن یاددهنده، گزینه‌هایی را در اختیار یادگیرندگان قرار می‌دهد تا بتوانند شکل صحیح را به تنهایی تعیین کنند. فن خوداصلاحی دو فعالیت اساسی نظارت و ارزیابی کیفیت افکار و رفتار در طول یادگیری، و شناسایی راه‌هایی برای افزایش درک و توانایی‌های فراگیران (Mcmillan & Hearn, 2008). را در برمی‌گیرد.



شکل ۲. دستاوردهای تفکر نقادانه حیاتی برای دانشجویان آموزش مهندسی

الف) شفافیت در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه: مشاهده شده است که یک محیط کاری شفاف، تأثیر مهمی در مؤثرتر، شادتر و خلاق‌تر کردن گروه‌ها دارد (Lencion, 2016) این مهم، به توسعه ارتباطات منسجم کمک می‌کند تا اعضای آن احساس

امنیت کرده و ایده‌هایی را برای افزایش خلاقیت پیشنهاد کنند (Lencion, 2016). هر کارمند یا دانش‌پژوه باید شایستگی‌های لازم را برای کار مؤثر با دیگران داشته باشد. به عبارت دیگر، افراد در هر گروه در مجموعه‌ای از وظایف مرتبط که برای دستیابی به یک نوع هدف برنامه‌ریزی شده است، همکاری می‌کنند. از این رو، هر یک از اعضا در قبال کمک به بهترین دستاوردهای گروه، مسئولیت و تعهد مشخصی دارند. به نظر می‌رسد شفافیت یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌هایی است که می‌تواند به طور قابل توجهی بر موفقیت و دستیابی گروه در هر محل کار تأثیر بگذارد (Salem& Fouda, 2021). برخی از محققان در این زمینه استدلال می‌کنند که شفافیت سنگ بنای موفقیت گروه‌ها با عملکرد بالا است. (Schein & Gray, 2018) برخی از آنها معتقدند که ارائه یک نمای کلی از پروژه با جزئیات کافی به اعضای گروه از طریق نوشتار، توجیه شفاهی در نوعی آموزش حضوری و یا از طریق هیئت مدیره پروژه مشترک آنها، امری ضروری است (Ahuja et al.,2017). باید یک محیط کاری شفاف ایجاد شود تا بهره‌وری عملیاتی به وقوع بپیوندد (Schein &Gray, 2018). شفافیت می‌تواند به افزایش سطح مطلوب اعتماد بین اعضای گروه کمک کند (Salem & Fouda, 2021). به گفته برخی از محققان، ایجاد ارزش‌های مشترک، اعتماد متقابل، چشم‌انداز الهام‌بخش، مهارت‌های قابل اعتماد و خلاقیت پاداش‌دهنده در گروهی که غمگین است و از کمبود یک محیط کاری شفاف رنج می‌برد، بسیار دشوار است (Lee, 2006; Posner, 2009). از سوی دیگر، هنگامی‌که شفافیت اضافه شود، کارکنان و دانش‌پژوهان به چشم‌انداز و مأموریت سازمان، درگیر و متعهدتر خواهند بود (Schein&Gray, 2018).

ب) تفکّر عملی[1] در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه: این نوع تفکر، تفکری است که در مسائل ساده روزانه به وقوع می‌پیوندد، مانند تفکر درباره این که چگونه فعالیت یک روز خود را تنظیم کنیم یا عمل خاصی را به‌طور عادی انجام دهیم. برای حفظ توانایی‌های خود می‌توان مهارت تفکر عملی را از طریق تصمیم‌گیری مؤثر در زندگی روزمره، که به طور غیرمستقیم به شکوفایی جامعه کمک کند را تقویت نمود (Sternberg et al., 2016; Newman et al., 2016)، از این رو، برنامه آموزشی باید شامل فعالیت‌های حل مسئله برای توسعه و حفظ تفکر تحلیلی، خلاق و عملی در بین دانشجویان باشد.

پ) تفکّر خلّاق[2] در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه: تفکّر خلّاق به آن نوع فعالیت فکری گفته می‌شود که به حل مشکلات و مسائل سخت و حل‌نشده می‌پردازد یا برای مسائل حل‌نشده گذشته، راه‌حل‌های جدیدی کشف می‌کند. این گونه تفکّر، معمولاً به ابداع و اختراع منجر می‌شود. خلاقیت‌های علمی، هنری، صنعتی، کشاورزی و داشتن بینش‌های نو در مسائل سیاسی، اقتصادی و اجتماعی، همگی نتیجه این نوع تفکر است (Hosseini, 2023). خلاقیت

1- Practical thinking
2- Creative thinking

شامل تولید چیزی است که هم اصیل و هم ارزشمند باشد و نشأت گرفته از فرایندهای خودآگاه و ناخودآگاه انسان است. از نظر یک دیدگاه علمی، محصولات تفکر خلاق گاهی به تفکر واگرا ارجاع داده می‌شود. همانند دیگر پدیده‌ها، در علم یک دیدگاه یا تعریف یگانه از خلاقیت وجود ندارد و به طور متنوع به موارد زیر منسوب شده است: فرایند شناختی، محیطی اجتماعی، ویژگی فردی، شانس و همچنین مواردی مانند نبوغ، بیماری‌های روانی و شوخ‌طبعی پیوند داده شده‌است. تعریف مناسب دیگر فرایند فرضیه‌ها شکسته‌است. تفکرات خلاق زمانی تولید می‌شوند که شخص، پیش‌فرض‌ها را کنار گذارد و دیدگاه جدیدی را جستجو کند که دیگران به آن نپرداخته‌اند. خلاقیت نیاز به حضور هم‌زمان تعدادی از ویژگی‌ها، از قبیل هوش، پشتکار، غیرمتعارف بودن و توانایی تفکر به سبکی خاص دارد.

ت) دقت در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه: تفکر نقادانه یک مهارت تحلیلی است که موضوع را می‌شکافد، اجزای آن را دانه‌دانه می‌سنجد و در ادامه، شیوهٔ ترکیب آنها را وارسی می‌کند. فردی تفکر نقادانه دارد که قادر است با قصد محک زدن مسئله یا مبحثی، در مورد آن مسئله یا مبحث، پرسش‌های مناسب بپرسد و اطّلاعات مربوط به آن را جمع‌آوری کند. سپس آن داده‌ها را دسته‌بندی کند و با استفاده از منطق و استدلال، به نتیجه‌گیری برسد. دقت در تفکر نقادانه، به معنای توجه به جزئیات و اطلاعات دقیق و دسترسی به منابع معتبر است. همچنین، برای تفکر نقادانه، باید از تصمیمات منظم استفاده شود و موانعی مانند سوگیری و تبعیض برطرف شوند. پرورش شایستگی‌های مرتبط با تفکر نقادانه در مهندسی، زمینه مناسب برای بازسازی الگوی باورهای فرد بر پایه تجارب گسترده‌تر، ارائه قضاوت‌های دقیق درباره کیفیت‌ها و چیزهای خاص در زندگی روزمره و مهارت و تمایل برای شرکت در یک فعالیت همراه با تردید فکری را فراهم می‌نماید.

ث) وفاداری حرفه‌ای در انجام و وظایف درسی و شغلی: وفاداری در تفکر نقادانه به معنای پایبندی به استدلال‌های منطقی و شواهد قابل اثبات است. به عبارت دیگر، در تفکر نقادانه، فرد باید برای دستیابی به حقیقت امور، با استدلال‌های منطقی و شواهد معتبر و قابل اتکاء، به دنبال بررسی تأیید یا رد فرضیه‌ها خود باشد. وفاداری در تفکر نقادانه به معنای عدم تعصب و پیش‌داوری نسبت به یک موضوع یا دیدگاه خاص است. به عبارتی به معنای بررسی و ارزیابی منطقی و دقیق ادعاها، مفاهیم و اطلاعات می باشد . در این نوع تفکر، فرد به دنبال یافتن حقیقت و رسیدن به نتایجی منطقی و قابل قبول است. وفاداری در تفکر نقادانه به معنای پایبندی به معیارهای منطقی و عدم تحریف و تغییر در ارزیابی و بررسی ادعاها و اطلاعات است. به عبارت دیگر، وفاداری به معنای عدم تحریف و تغییر در نتایج تحلیل و بررسی‌های منطقی و دقیق است. معنای وفاداری به معیارهای منطقی ذهنی است. در واقع، به معنای این است که فرد باید به‌صورت وفادار به استدلال‌های منطقی و معیارهای منطقی عمل کند و صرفاً به منافع شخصی و گروهی خود توجه نکند. وفاداری به معیارهای منطقی و استدلال‌های منطقی، یکی از مهارت‌های اساسی تفکر نقادانه است.

ج) تصمیم‌گیری نظام‌مند در انجام وظایف شغلی و تحصیلی: فرایندی است که با شناسایی یک تصمیم، جمع‌آوری داده‌ها و تحلیل و ارزیابی راه‌حل‌های جایگزین، تصمیم‌گیری را انجام می‌دهد. این فرایند تصمیم‌گیری، با چندین فرایند ممکن متفاوت، به ساختار تصمیم‌گیری منجر می‌شود. برای تعیین واقعیت فرایند تصمیم‌گیری، باید به دانش فراتر از ساختار تصمیم‌گیری توجه شود. باورها، شخصیت‌ها و نحوه تفکر شرکت‌کنندگان، تأثیر مستقیمی بر فرایند تصمیم‌گیری دارند. علاوه بر این، نیروهای خارجی نیز بر دیدگاه شرکت‌کنندگان تأثیر خواهند داشت. در این فرایند، معیارهای مختلفی برای انتخاب بهترین گزینه مورد استفاده قرار می‌گیرند و عوامل مختلفی، مانند عواقب احتمالی گزینه‌ها و منابع لازم برای اجرایی‌کردن تصمیم در نظر گرفته می‌شوند. هدف این روش، به دست آوردن بهترین راه‌حل برای مسئله مورد نظر است (Rosati, 1981).

چ) توجه مستمر در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی حرفه‌ای به جامعه: توجه در تفکر نقاد به معنای تمرکز بر جزئیات ارزش‌آفرین موضوع مورد بررسی است. این به معنای توجه به جزئیات و اطلاعات دقیق، بررسی موضوع از زوایای مختلف و تحلیل دقیق آن است. توجه به جزئیات و دقت در تحلیل موضوعات، به فرد کمک می‌کند تا مناسب‌ترین تصمیم را در مواجهه با چالش‌های روزانه خود بگیرد. همچنین، توجه به جزئیات و دقت در تحلیل موضوعات، به فرد کمک می‌کند تا از طریق ارزیابی منطقی و استدلال قوی، از نقاط ضعف و نقص‌های موجود در اطلاعات و استدلال‌ها مطلع شود و بدین ترتیب از تصمیمات نادرست جلوگیری کند. بر اساس مطالعات، مهندسانی که از توانایی‌های تفکر نقادانه استفاده می‌کنند، هم در سطح شخصی و هم در سطح حرفه‌ای عملکرد بهتری دارند. رشته‌های خاص مهندسی به چنین توانایی‌هایی از دانشجویان نیاز دارند.

ح) تسهیل فرایند رشد و ترقی فارغ‌التحصیلان با تقویت شایستگی‌های مرتبط با انجام بهترین ارزشیابی و مناسب‌ترین انتخاب‌ها: بر اساس مطالعات، مهندسانی که تفکر نقادانه دارند، هم در زندگی حرفه‌ای و هم در زندگی شخصی بهتر عمل می‌کنند. در دانشکده مهندسی، ما بر اهمیت یادگیری و تمرین توانایی‌های تفکر نقادانه توسط دانشجویان تأکید می‌کنیم. این آنها را قادر می‌سازد تا داده‌ها را به اطلاعات عملی تبدیل کنند که برای دستیابی به نتایج مطلوب به راحتی قابل‌درک باشد. علاوه بر این، توانایی‌های تفکر نقادانه در طول زمان افزایش می‌یابد زیرا یادگیری، یک فرایند مستمر و مادام‌العمر است. (Putra et al., 2023; Bastías et al., 2021; Gray et al., 2012) در صورتی فارغ‌التحصیلان می‌توانند در جهت رشد و ترقی بهترین ارزشیابی و مناسب‌ترین انتخاب را داشته باشند که در فرایند انجام فعالیت‌های تحصیلی و ارائه خدمات تخصصی و حرفه‌ای خود، با توجه مستمر به جامعه، با دقت به تفکر خلاق و تفکر عملی بپردازد و متناسب با شرایط، به تصمیم‌گیری نظام‌مندی دست بزنند.

خ) نوآوری و کشف راه‌حل‌های جدید: خلاقیت، مفهومی است که تعریف آن در طول زمان، با تغییر و دگرگونی‌های بسیاری همراه شده است، به گونه‌ای که به‌رغم وجود اشتراک معنایی، پژوهشگران

مختلف تعاریف متعددی برای آن ارائه کرده‌اند. «خلاقیت، به عنوان یک فرایند ذهنی تعریف شده‌است که افراد را قادر می‌سازد تا درباره ایده‌های نوین و کاربردی فکر کنند (Gaspersz, 2007). خلاقیت معمولاً به عنوان کلید اثربخشی سازمان و یک الزام برای موفقیت طولانی‌مدت تعریف شده است (Amabile & Conti , 1999; Porter, 1990). خلاقیت شامل ایجاد تمایزات فکری است که ممکن است هم به صورت انفرادی و هم به صورت اجتماعی رخ دهد (Florida, 2002). خلاقیت یک مهارت ذهنی (پایا) یا یک فرایند (پویا) است که ما را برای ایجاد هر گونه ایده جدید در هر زمینه تجهیز می‌کند. پس خلاقیت اساساً شاخه دانش یا علم نیست. در عوض، این مهارتی است که ممکن است از طریق روش‌های مختلف بهبود یابد. از آن جایی‌که خلاقیت به یک مزیت رقابتی تبدیل شده است که می‌تواند پایه و اساس مفاهیم را در «عصر مفهومی» متمایز نماید، سازمان‌ها راه‌های متنوعی را برای به دست آوردن خلاقیت و نوآوری اتخاذ کرده‌اند (Isaksen & Treffinger , 1985), (CPS)[1] (حل خلاقانه مسئله) و (آموزش نیروی کار خلاق و ایجاد خلاقیت و ایجاد قابلیت‌های نوآورانه در افراد) (Burroughs et al., 2011). مهندسان در فرایند طراحی محصولات خود، از مهندسی مکانیکی، الکترونیکی و کلاسیک استفاده می‌کنند اما تعداد رو به افزایشی از مدیران، متخصصان و معلمان در طراحی مهندسی، از طریق ادغام اندیشیدن طراحی برای تحریک نوآوری استفاده می‌کنند. این رویکرد طراحی به نام "تفکر طراحی[2]" است که به صورت مرکزی بر روی نیازهای افراد تمرکز دارد و به صورت ایجادی و خلاقانه به حل مسائل می‌پردازد. این رویکرد به طور گسترده‌ای در فرایند طراحی محصولات و خدمات مورد استفاده قرار می‌گیرد و به عنوان یک مهارت ضروری در حوزه‌های مختلف شغلی شناخته شده‌است. (Brown & Katz , 2011; Dym et al., 2005).

خلاقیت به تولید ایده‌های اصیل و قابل اجرا به حل یک مسئله اشاره می‌کند (Selig & Preacher , 2012;Verganti, 2012). تفکر خلاق، دنباله‌ای از افکار و اقداماتی است که به تولید نوآورانه و سازگار منجر شده و توانایی‌های فکری مختلفی در مراحل چهارگانه آماده‌سازی، کمون یا رمزگذاری، الهام‌بخشی و ارزیابی و بازنگری را در فارغ‌التحصیلان تقویت می‌کند. در مرحله آماده‌سازی، فرد مسئله را شناسایی و تعریف می‌کند و اطلاعات مربوطه را جمع‌آوری می‌نماید تا زمینه‌ای برای تفکر خلاق فراهم شود. در مرحله کمون یا رمز گذاری، فرد به صورت ناخودآگاه به پردازش اطلاعات می‌پردازد و ایده‌های جدید در ذهن او شکل می‌گیرد؛ در ادامه و در مرحله الهام‌بخشی، ایده‌های جدید به صورت ناگهانی به ذهن فرد خطور می‌کند و او را به حل مسئله ترغیب می‌نماید در انتها و در مرحله ارزیابی و بازنگری، فرد ایده‌های جدید را ارزیابی و بازنگری می‌کند تا مطمئن شود که به راه‌حل مناسبی دست یافته است (Lubart &Mouchiroud, 2003). تلاش خلاقانه، به تلاشی مداوم نیازمند است. این تلاش‌ها در برخی

1- Creative problem solving
2- Design thinking

موارد، ممکن است به نتایج نامعلوم و ناامیدکننده‌ای منجر شود (Bandura, 1998). منابع برای فرایند خلاق شامل ترکیبی از جنبه‌های خاص هوش، دانش، سبک‌های شناختی، شخصیت، انگیزه، اثر و زمینه‌های محیطی فیزیکی و اجتماعی فرهنگی است (Mouchiroud et al., 2015; Lubart et al., 2013). خودکارآیی، که از آن به عنوان "اعتقاد به داشتن توانایی تولید نتایج خلاقانه" (Tierney et al., 2002) یاد می‌شود، از سازوکارهایی است که ممکن است خلاقیت را ترویج دهند. خودکارآمدی خلاقیت یک پیش‌بین مهم برای تولید ایده و عملکرد خلاق و بهترین شکل از آموزش راهبردهای شناختی برای اندیشیدن خلاق است که می‌تواند از طریق آموزش اثربخشی شناختی، تلاش‌های خلاقانه را تحریک کند (Mathisen et al., 2009; Scott et al., 2004).

مهندسان آینده با چنین توانایی‌های خارق‌العاده‌ای نسبت به همکاران و همتایان خود، در سطح حرفه‌ای و شخصی مزیت رقابتی خواهند داشت. علاوه بر این، توانایی‌های تفکر نقادانه را نمی‌توان یک‌شبه به دست آورد یا بر آن مسلط شد زیرا این وظیفه سازمان‌های آموزشی پیشرفته است که فضای ایده‌آلی را برای رشد و گنجاندن چنین استعدادهایی برای دانش‌آموزان فراهم کنند (Gray et al., 2012; Putra et al., 2023). متفکران نقادانه برای به دست آوردن کیفیات فکری، مرتباً ارزش‌های هوشمندانه را برای بخش‌هایی از منطق به کار می‌گیرند. ضرورت دارد در تشخیص دانشجوی مهندسی، ملاک‌هایی نظیر وضوح، دقت، مرتبط بودن، منطق، دقت و گستردگی، مورد استفاده قرار گیرد.

۶. بحث

آماده‌سازی دانشجویان مهندسی برای حل مسائل پیچیده مهندسی[1]، یک فرانیاز در آموزش مهندسی است (Jonassen, 2010; Beckmann & Guthke, 2014). در اوایل دهه ۱۹۶۰ تحولی در مؤسسات آموزش عالی رخ داد و مهارت‌های تفکر نقادانه به عنوان مهارت‌های بسیار مهمی که دانشجویان باید در یک رشته تحصیلی توسعه دهند و برای پیشرفت دانش اهمیت دارند، مرکز توجه قرار گرفتند (Gellin,2003) از آن زمان به بعد، یک یکپارچه‌سازی سریع از مهارت‌های تفکر نقادانه در آموزش عالی انجام شد که بیشتر در دانشگاه‌های غربی انجام شد .(Clarke et al., 2004; Halx & Reybold, 2005) به گفته کلارک و گابرت (۲۰۰۴)، اگر چه اعضای هیئت علمی و دانشگاه‌ها کاملاً از این تغییر حمایت کردند، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد به دلیل فقدان امکانات و پشتیبانی لازم از سوی مدیران، امکانات ناکافی، در نظر نگرفتن زمان و محتوای لازم در دوره‌های تحصیلی یا آموزش‌های ضمن خدمت، بخش قابل توجهی از مدرسان از آموزش و مهارت‌های لازم برای ایجاد فرصت در تقویت مهارت‌های نقادانه دانشجویان برخوردار نیستند (Lane, 2019) و این کاستی به کاهش قدرت تصمیم‌گیری، طراحی و تولید ایده‌ها و

1- Complex engineering problems

محصولات نوآورانه دامن زده است (Clarke et al., 2004; McGowan et al., 2020) . این نقص در اجرای منظم و هدفمند آموزش‌های مورد نیاز مهندسان، به ویژه در دوره‌های کارشناسی، در حالی که شرایطی دنیای کار و مسائل مرتبط با آن به صورت دم‌افزون پیچیده‌تر، چندسطحی و پویاتر شده است، مخاطرات دوچندانی را به همراه داشته است. ادعا شده است که این رویه در سال‌های اخیر در اکثر دانشگاه‌ها ادامه داشته و به تبع آن، توان دانشجویان در مهارت‌های تفکر نقادانه تحت تأثیر قرار گرفته است.

اهمیت حیاتی پرورش شایستگی‌های تفکر نقادانه و ظرفیت شگرف آموزش آن از یک‌سو و وجود ضعف‌های متعدد در حوزه پرورش اندیشه‌ورزی و به‌ویژه تفکر نقاد در نظام آموزشی کشورمان از سویی دیگر، ضرورت آسیب‌شناسی فرایندها و رویه‌های موجود، برای طراحی اقدامات عاجل مورد نیاز را در قالب فرانیازی انکارناپذیر برجسته ساخته است. تحقق این مهم در گروه برنامه‌ریزی کلان، پشتیبانی، هماهنگی و نظارت مستمر در سطوح وزارتی و دانشگاهی است. زمینه‌سازی برای پرورش تفکر نقاد در دانشجویان، نه تنها یک فعالیت غیرضرور یا تجملی نیست، بلکه از ضروریات امروز و اقتضائات آینده است. پرواضح است کم‌توجهی به آن و تداوم رویکردهای انفعالی موجود، می‌تواند تبعات پردامنه‌ای را برای نسل‌های آینده و شکست ناشی از آن به همراه داشته باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد تناسب اولیه مورد انتظار بین روش‌های تدریس، کیفیت تکالیف، شیوه‌های سنجش عملکرد و امکانات با اقتضائات رشته‌ای و تعداد دانشجویان دانشگاه‌ها وجود نداشته و تبعات این ناترازی، باعث شده است تا در بسیاری از دانشجویان نگرش، دانش و مهارت‌های مورد نیاز به ویژه در سطوح مورد انتظار تفکر نقادانه برای مبارزه با این تهدید روبه‌رشد، شکل نگیرد.

با توجه به اهمیت دائمی تفکر نقادانه، در کشورهایی نظیر انگلیس، مهارت‌های تفکر نقادانه، به عنوان یکی از مهم‌ترین اهداف آموزشی مطرح و اخیراً نیز توسط بسیاری از کشورهای دیگر جهان پذیرفته شده است (Tan, 2017). بنابراین، مهارت‌های تفکر نقادانه باید در طراحی برنامه درسی و آموزش کلاس‌های تدریس مرکزی باشند تا این مهارت‌ها در میان دانش‌آموزان ترویج و توسعه یابند (Smith,2002, 2003; Elder, 2005; Hammersley-Fletcher& Hanley, 2016).

برای حل مشکلات پیچیده و چندبعدی در جامعه امروزی، به ویژه زمانی که مربوط به فناوری هستند، به مهندسان خلاق نیاز است (Felder, 1987). تربیت مهندسین خلاق، نه تنها مزایای چندگانه‌ای را در سطح مؤسسات آموزشگاهی به همراه دارد، بلکه به ایجاد زمینه برای حل مسائل پیچیده در جامعه کمک می‌نماید. در پرورش تفکر نقاد در فضای دانشگاهی، مشکلات متعددی وجود دارد که بررسی میدانی این مشکلات و تعیین سطح و میزان و فرایند بروز و تشدید آن، از مهم‌ترین پیشنهادهای این پژوهش است. به نظر می‌رسد، بخشی از این مشکلات، به دلیل کم‌توجهی و آموزش ندادن شایستگی‌های مرتبط با تفکر نقادانه، تفکر خلاق و عملی به دانشجویان در دوره کارشناسی است. شواهد میدانی و بررسی برنامه‌های درسی مصوب و اجراشده نشان می‌دهد که به جای تمرکز

بر آموزش و توسعه این شایستگی اصیل و ارزش‌آفرین به دانشجویان، با جای دادن و تمرکز بر دروس نظری در برنامه درسی، نه تنها زمینه مورد نیاز برای توسعه دانشجویان شکل نمی‌گیرد، بلکه به گسترش تفکر قالبی دامن زده شده است. پرواضح است که این رویه می‌تواند دانشجویان و جامعه را از پرورش تفکر نقادانه، تفکر خلاق و تفکر عملی محروم سازند. یکی از پیشنهادهای نویسندگان در این حوزه، زمینه‌سازی برای توسعه مهارت‌های روش‌شناسی پژوهش مبتنی بر استدلال ابداعی[1] و پرورش راهبردهای مفهوم‌پردازی و نظریه‌پردازی در دانشجویان مهندسی است.

شواهد موجود در جهتی عکس، نشان می‌دهد که در حال حاضر بخش عمده و اصلی تلاش‌های آموزشی در دانشگاه‌ها، بر استفاده از شیوه‌های غیرفعال آموزشی و انتقال اطلاعات علمی به دانشجویان استوار است. سؤالی مطرح می‌شود که آیا تداوم این رویه می‌تواند به پرورش دانشجویان و دانش‌آموختگان تراز مهندسی و توسعه راهبردهای فراشناختی مورد نیاز برای حل مسئله و مسئله‌آفرینی و حرکت در راستای مرجعیت علمی در حوزه مهندسی بیانجامد؟ در این حوزه، بررسی‌های تکمیلی پیشنهاد می‌شود. شواهد میدانی و برخی از اسناد پژوهشی در سایر حوزه‌های علمی، نظیر مطالعه (Mohammadzadeh & Salehi, 2015, 2016, 2023)، نشان می‌دهد که به‌دلیل استیلای پارادایم اثبات‌گرایی و نگاه‌های مبتنی بر آن در آموزش، پژوهش و فرهنگ سازمانی در دانشگاه‌ها، نه تنها شرایط لازم برای خلق دانش، حرکت در راستای مرجعیت علمی و توسعه نظام شایستگی‌های مرتبط در دانشجویان وجود ندارد (Ghorbankhani & Salehi, 2022,2021)، بلکه در نقطه عکس آن زمینه افت نشاط و پویایی فراهم شده‌است (Mohammadzadeh & Salehi, 2015, 2016, 2023). این امر ضرورت بازاندیشی جامع در سیاست‌گذاری‌های کلان آموزشی و پژوهشی را دوچندان می‌سازد. بررسی (Felder, 1984) نیز نشان داد که در غالب فضاهای دانشگاهی، به دلایلی متعددی، نگاه‌های یکسان وجود دارد و اعضای هیات علمی برای تدریس نوآورانه و فعالیت‌های پژوهشی ارزش‌آفرین فراتر از هنجارهای موجود گروهی، حتی در همان سطح تحقیق نیز پاداشی متناسب را دریافت نمی‌کنند. این شرایط، به زمینه‌ای دامن می‌زند که استادان مجرب انگیزه اندکی برای آموزش به شیوه‌های نوآورانه و فعال داشته باشند و هر استاد جز بر اساس رضایت، رغبت و میل شخصی به این نوع آموزش، به آموزش این تفکرات نمی‌پردازد. این مهم، ضرورت بازاندیشی و تجدیدنظر در راهبردها و رویه‌های ارزشیابی و تشویقی در آیین‌نامه‌های درون و برون‌دانشگاهی و فاصله گرفتن از نگاه‌های غالب یکسان‌نگر به فعالیت‌ها، رشته‌ها و موضوعات تخصصی را انکارناپذیر می‌نماید. پیشنهاد می‌شود در پژوهشی جامع و با رویکردی آسیب‌شناسانه، مفاهیم و رویه‌های تحول‌زُدا و مُوجد یا مشوق تفکرات قالبی و نگاه‌های یکسان‌نگر در حوزه‌های متنوع و به‌ویژه در آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌ها، شناسایی گردد و در کارگروه‌های تخصصی

1- Abductive

برای برطرف‌سازی آن، تصمیم و اقدام عاجلی انجام شود. اجرای مطالعات تطبیقی و برگزاری همایش‌ها و نشست‌های تخصصی انتقال تجارب موفق ملی و بین‌المللی و به‌ویژه برخی تجارب در دانشگاه‌ها که با اخذ تصمیم‌هایی به پویایی و بهره‌وری فعالیت‌های آموزشی، پژوهشی و فرهنگی متناسب با کمّیت و کیفیت فعالیت‌های دانشجویی و اعضای هیات علمی منجر شده، از دیگر پیشنهادها در این حوزه به شمار می‌رود.

در حالی که ایده‌ها و گرایش‌های نوآورانه زیادی در تدریس امروزی وجود دارد (Ghafoori & Salehi, 2023; Adair et al., 2014; Seymour, 2002)، همچنین تمایل بیش از حدی به انجام تکالیف غیراصیل در قالب آزمون سنتی مداد کاغذی و روش تدریس سخنرانی دیده می‌شود (Norozidaeni et al., 2023). گرچه تلاش برای آموزش، زمینه‌سازی و عاملیت‌بخشی به این نوع تفکرات در دوره کارشناسی، روشی کارآمد برای ارائه دانش و مهارت دانشجویان را فراهم می‌آورد اما مطالعات تجربی کافی، نشان داده نشده است که این شیوه در تولید مهارت‌های تفکر نقاد و نوآورانه مورد نیاز برای حل مسائل دشوار فناورانه، مؤثر باشد؛ به همین دلیل پیشنهاد می‌شود که درسی با عنوان «تفکر نقادانه» در برنامه درسی کارشناسی رشته‌های مهندسی گنجانده شود.

برگزاری کارگاه پرورش تفکر نقادانه در دوره‌های کارشناسی مهندسی از ضرورت دوچندانی برخوردار است. همچنین حمایت اعضای هیئت علمی، به تداوم این کارگاه‌های آموزشی کمک می‌کند زیرا آنها، این قدرت را دارند که کارگاه‌های تفکر نقادانه و تفکر عملی و خلاق را در قسمت اصلی بحث خود بگنجانند و نیز سمینارها یا جلسات مباحثه برای دانشجویان یک دانشکده و نیز جلسات مباحثه بین دانشکده‌ای در مورد گنجاندن تفکر نقاد در کلاس درس در ابتدای سال تحصیلی و چندین بار در طول یک نیمسال در نظر گرفته شود. پیشنهاد می‌شود این کارگاه‌ها، مطابق با پنج مؤلفه حیاتی در نظریه ارائه‌شده توسط (Glaser, 1942) برگزار شود؛ در بین مولفه‌های پنجگانه تقویت تفکر نقادانه، اولین مؤلفه به ضرورت برخورداری از دانش خاص در حوزه مورد بررسی اختصاص دارد، بدین‌منظور ضرورت دارد تا زمینه لازم فراهم شده تا مهندسان از دانش پایه‌ای مورد نیاز برخوردار شوند؛ رعایت این پیش‌نیاز کمک می‌کند تا برنامه‌های درنظر گرفته‌شده برای تقویت شایستگی‌های مرتبط با تفکر نقادانه در دانشجویان، با موفقیت همراه شود.

تقویت و جاری‌سازی پرورش تفکر نقادانه در برنامه‌های مهندسی به رویکرد منسجم‌تری نیاز دارد، به‌گونه‌ای که مهارت‌ها در سراسر برنامه آموزش داده می‌شود و در آن پیوندها و روابطی وجود دارد که در ماژول‌ها و مراحل شکل می‌گیرد (Rizki & Witarsa, 2022). بیشتر استادان مهندسی فکر می‌کنند که ذاتاً تفکر منطقی و نقادانه را به دانشجویان خود آموزش می‌دهند. پرواضح است استدلال دقیق و منطقی یکی از نشانه‌های حرفه آنهاست و آنها بر این عقیده هستند. دانشجویانی که فرمول‌ها را به خاطر بسپارند و در امتحانات درون‌کلاسی موفق نیستند، اغلب فاقد مهارت تحلیل دقیق یک مسئله،

شناسایی نیازها و محدودیت‌های کلیدی در مشکلات دنیای واقعی هستند.

طبق برخی از مقالات و عملکرد دانشجویان مهندسی در حین تحصیل و انجام پروژه‌های درسی و انجام کارآموزی خود، دانشجویان بدون تفکر نقادانه یاد می‌گیرند که چگونه مسائل را حفظ و توصیف و ارائه کنند. این در حالی است که با داشتن مهارت تفکر نقادانه می‌توانند با دقت و توجه بیشتری به حل مسائل درسی خود بپردازند و با به‌کارگیری تفکر خلاق و تفکر عملی، ایده‌های مهندسی خود را با تصمیمات نظام‌مند به مرحله انتخاب و بعد از انتخاب به مرحله اجرا برسانند و با شفافیت بیشتری به انجام وظایف درسی خود بپردازند. همچنین در آینده شغلی خود می‌توانند با به‌کارگیری مهارت تفکر نقادانه، با وفاداری بیشتر به کارفرما و حس مسئولیت‌پذیری بیشتری به انجام کارها در کارهای گروهی و انفرادی بپردازند. این در حالی است که در عین حال بر مغالطات و باورهای نادرست از طریق تفکر نقادانه غلبه می‌کنند. در واقع دانشجویان مهندسی با وجود تفکر نقادانه به یک مهارت فراشناختی در حل مسئله و حل وظایف و انجام کارهای خود می‌رسند. به عبارتی اساتید با گنجاندن تفکر نقادانه در الگوی عناصر برنامه درسی می‌توانند مهارتی را به دانشجویان مهندسی آموزش دهند که در واقع به فکرکردن خودشان بیندیشند و یک‌لایه بالاتر از اندیشه فردی خویش قرار می‌گیرند. برای این کار باید اصول استدلال را به‌خوبی به دانشجویان آموزش دهند و در مورد استدلال‌های فردی، به نوعی یک خودارزیابی انجام داد. در نتیجه نیازمند این هستند که تلاشی آگاهانه را در جهت بهبود افکار شخصی، مقابله با سوگیری‌های ذهنی و حفظ بی‌طرفی و واقع‌گرایی در موقعیت‌های مختلف به انجام برسانند.

همچنین تفکر نقادانه در الگوی عناصر برنامه درسی به‌خوبی گنجانده نشده است و به نظر می‌رسد تعداد محدودی از دانشگاه‌های مهندسی و دانشکده مهندسی، اصول و قواعد تفکر نقادانه را به صورت اصولی به دانشجویان آموزش می‌دهند و یا آموزش تفکر نقادانه در آموزش مهندسی به کل نادیده گرفته شده است، به طوری که طبق گلایه‌های کارفرمایان و طبق عملکرد دانش‌آموختگان در رشته صنایع و همچنین در فعالیت‌های شغلی خودشان، آنها نگاه خلاقانه‌ای بر انجام وظایف شغلی خود ندارند و از تفکر خلاقانه و تفکر عملی استفاده نمی‌کنند و در انجام وظایف خود به روش سنتی و روش‌های معمول و مرسوم عمل می‌کنند. این در حالی است که اگر آنها از تفکر نقادانه بهره‌مند بودند، با به‌کارگیری تفکر خلاق و تفکر عملی در حل مشکلات و مسائل خود، به ایده‌های جدید و نوآوری‌های تازه‌ای می‌رسیدند و با تصمیمات نظام‌مند منجر به انتخاب بهترین راه‌حل ممکن می‌شدند. تفکر نقادانه کمک می‌کند که بتوان ایرادها، شکاف‌ها و فرضیه‌های بی‌اساس و پوچ در استدلال‌های دیگران را درک کنیم. این در صورتی است که شرکت‌ها، به ویژه در گرایش رشته‌های مهندسی، شاهد کاهش این توانایی فارغ‌التحصیلان و دانش‌آموختگان هستند که منجر به افت عملکرد آنها در شرکت‌ها شده است. بسیاری از مدیران مهندسی معتقدند که دارندگان مدرک و مدارج مهندسی، فاقد توانایی‌های تفکر نقادانه هستند چراکه به تفکر نقادانه در برنامه‌های درسی مهندسی، توجهی نشده است و این،

به رویکرد سازمان‌یافته‌تری نیاز دارد، جایی که شایستگی‌ها در سراسر برنامه درسی آموخته می‌شوند و کلیه راه‌های منتهی به موفقیت‌های علمی، از ابتدا تا انتها آموزش داده می‌شوند و نهال بی‌ثمر تفکرات علمی عملاً به درخت تنومند و پرارزش علم و دانش منتهی می‌شود. شایسته است که در این راه بتوان اصول و قواعد تفکر نقادانه را در عناصر برنامه درسی جای داد تا بتوان در این راستا، این نهال را با دقت و توجه بیشتر در انجام وظایف و پروراندن تفکر خلاق و تفکر عملی و آموزش تصمیم‌گیری نظام‌مند به انتخاب‌های مهمی منتهی کرد و با شفافیتی کامل انجام وظایف را برایش توجیه نمود تا موفقیتش در این راستا، به وفاداری او، چه در گروه و چه به صورت انفرادی، منتهی شود.

طراحی محصول، به طبع، یک فرایند بسیار خلاقانه است و مشکلات در رویکرد طراحی مربوط به انتخاب، استفاده و سازماندهی ابزارهای مختلف است. برای مواجهه با انواع مختلف پروژه‌های نوآوری، معمولاً به مهندسان روش‌های اساسی آموزش داده می‌شود تا فرایند طراحی و توسعه محصول را سفارشی و بهینه کنند. موفقیت در پرورش خلاقیت و تقویت نگرش‌های خلاقانه در دانشجویان مهندسی به نگرشی هوشمندانه و اقداماتی طولانی‌مدت نیازمند بوده و همچنان به عنوان موضوع و دغدغه‌ای اساسی مطرح است (Daly et al., 2014). رویکرد اولیه که در برنامه‌های درسی مهندسی اتخاذ شد، شامل تمرینات خلاقیتی مانند ایده‌پردازی، تحلیل ریخت‌شناختی یا شبیه‌سازی تصادفی بود (Felder, 1987, 1988). یادگیری مبتنی بر پروژه، به ویژه مطالعات موردی، نیز به طور گسترده‌ای برای افزایش تفکر نقادانه و نگرش‌های خلاقانه ترویج می‌شود (Stouffer et al., 2004; Zhou et al., 2012). محیط آموزشی که از طریق نگرش اساتید آغاز می‌شود، باید برای تقویت خلاقیت نیز مؤثر باشد. این شامل پذیرش ابهام و پذیرش خطر، دیدن شکست به عنوان فرصتی برای یادگیری، یا عادت به جستجوی پاسخ‌های چندگانه، فراتر از یک پاسخ صحیح است (Cropley, 2015; Kazerounian & Foley, 2007). چنین نگرش خلاقانه‌ای می‌تواند توسط زبان‌های برنامه‌نویسی ماژولار و پلتفرم‌های ساخت ماژولار مانند LEGO (Klemeš et al., 2013) یا ابزارهای چندرسانه‌ای (Danahy et al., 2014) پشتیبانی شود.

اگر چه طی مطالعات، دلایل جالب و ارزشمندی برای حمایت از تفکر نقادانه آمده است اما تأثیر آنها بر مهارت‌های دانشجو، محدود به نظر می‌رسد چرا که هنوز به آموزش آن در دانشجویان مهندسی توجه گسترده‌ای نشده است. بنابراین لازم است که به آموزش تفکر نقادانه، به عنوان بخشی از یک رویکرد بزرگ‌تر توجه نمود و با توجه به اهمیت آن پیشنهاد می‌شود که به‌عنوان درسی دو واحدی با رویکرد عملی در برنامه درسی دانشجویان مهندسی گنجانده شود. به دلیل جهانی شدن اقتصاد و پیشرفت در علم و فناوری، کارفرمایان در زمان‌های اخیر به دنبال فارغ‌التحصیلانی هستند که نه تنها در حیطه علمی و کار و موضوع مورد نظر خود کارآمد باشند، بلکه ویژگی‌های فکری، مانند مهارت‌های تفکر نقادانه برای یک کارمند کارآمد با مهارت‌های خوب تفکر مستقل، حل مسئله، تصمیم‌گیری و

دیگر مهارت‌ها را نیز داشته باشند (Behar-Horenstein& Niu , 2011; Kirn & Benson, 2018) و بتوانند با دقت و توجه بیشتری مسائل را مورد بررسی قرار دهند و با تصمیم‌گیری نظام‌مند بتوانند راه‌حل مورد نظر را انتخاب کنند و با به‌کارگیری تفکر خلاق ایده خود را به تفکر عملی تبدیل نمایند و با شفافیت راه‌حل مورد نظر را بیان نمایند و با این کار وفاداری خود را به کارفرما اثبات نماید.

بررسی بخشی از یافته‌های مقالات مجلاتی نظیر تایم و فوربس نشان می‌دهد که کارفرمایان از کمبود مهارت‌های خلاقیت و حل مسئله فارغ‌التحصیلان جدید دانشگاه‌ها و فقدان توانمندی لازم برای مواجهه با مسائل و چالش‌های متنوع محیط کسب و کار گلایه دارند. این مطالعات نشان می‌دهد که اساتید و والدین با یکدیگر موافقند که ضرروت دارد خلاقیت و شیوه‌های تقویت آن به طور عمیق‌تری در برنامه‌های درسی گنجانده شود؛ به رغم اینکه اساتید ادعا می‌کنند که ارزش و اهمیت خلاقیت و لزوم پرروش آن را تأیید می‌کنند، اما استفاده از رویه‌های یکسان و کم‌توجهی به تنوع بخشی به شیوه‌های نوین تدریس و سنجش عملکرد، موید آن است که در عمل آن را در اولویت قرار نمی‌دهند؛ بر اساس یک مطالعه جدید، آزمون‌های عینی و تکالیف غیراصیل، دستورالعمل‌ها و کمبود منابع، مانع پرورش خلاقیت در کلاس‌های درس هستند. به گفته (Cropley, 2015) اساتید، اغلب تبعیض‌ها و سوگیری‌هایی علیه دانشجویان خلاق دارند و از آن می‌ترسند که خلاقیت ایشان در کلاس مزاحمت ایجاد کند. آنها ویژگی‌های شخصیتی خلاقیت، مانند جسارت، تنبلی و استقلال را کم‌ارزش می‌دانند و خلاقیت را با تمرکز بر تکرار دانش و اطاعت در کلاس محدود می‌کنند. موانع مختلفی برای بروز و تقویت خلاقیت در کلاس‌ها نقش دارد. گاهی اوقات، در ملاک‌ها و رویه‌های کلاسی نگاه یکسانی حکم‌فرما می‌شود و فرصت لازم برای انجام و تحویل پروژه‌های خلاقانه تخصیص داده نمی‌شود. گاهی از فعالیت‌های خلاقانه، به عنوان یک ملاک اصلی در انجام و ارزشیابی پروژه‌ها نام برده می‌شود اما گاهی اوقات، به عنوان یک موضوع فرعی، بدون در نظر گرفتن شرایط مورد نیاز، دیده می‌شود. اگر چه در کلام و همچنین مطالعات بسیاری بر ارزشمندی خلاقیت تأکید می‌شود اما در عمل، این اولویت مورد توجه قرار نگرفته است و اقتضائات مورد نیاز آن در نظر گرفته نمی‌شود. این تعارض در خواست، تنوع و سیلقه‌گرایی در نوع نگاه و رویه‌های اجرایی نشان می‌دهد که به تغییرات اساسی در ملاک‌های سنجش، رویه‌های ارزشیابی و آموزش نیاز است (Alizadeh et al., 2017) تا زمینه شکل‌گیری، ترویج و ارزش‌گذاری خلاقیت در کلاس‌ها فراهم شود. پرواضح است که آموزش تفکر نقاد و زمینه‌سازی برای تقویت تفکر نقادانه، می‌تواند بستر لازم برای بروز، تکامل و تجلی خلاقیت در فضای آموزشی و محیط کاری و شغلی و درسی را فراهم نماید.

۷. نتیجه‌گیری

۱. در این مطالعه دستاوردهای ناشی از پرورش تفکر نقادانه در آموزش مهندسی بازشناسی

و دسته‌بندی شده است و با ارائه راهکارهایی، زمینه ارتقای شایستگی‌های تفکر نقادانه فارغ‌التحصیلان در دوره‌های مهندسی فراهم شد. یافته‌ها نشان داد که شکل‌گیری، پرورش و توسعه تفکر نقادانه، یک‌رویه عقلانی و مستلزم توجه به راهبردهای خودراهبری، خوداصلاحی، خودنظارتی، خودانضباطی و خودنظم‌دهی است.

۲. بسیاری از تحقیقات در تفکر نقادانه مبتنی بر مفاهیم نظری و چارچوب‌های مفهومی است که به طور گسترده توسط محققان در این حوزه مطالعاتی توصیف شده است. با این حال، این بررسی نشان می‌دهد که از دیدگاه مربی، به لحاظ ظرفیت موضوعی، بین مبانی نظری تفکر نقادانه و ماهیت آموزش تفکر نقادانه در مهندسی رابطه وجود دارد اما در عمل شرایط، امکانات، و مهارت‌های لازم برای برقراری این ارتباط و توسعه مهارت‌های مرتبط با تفکر نقادانه وجود نداشته است و این مهارت‌ها، به گونه‌ای که نیاز است و انتظار می‌رود، شکل نمی‌گیرند.

۳. در مهندسی، به نظر می‌رسد بخش اندکی از مفاهیم تفکر نقادانه در گروهی از اعضای هیئت علمی رشته‌های مهندسی شکل گرفته است. این کاستی‌های نظری نشانگر آن است که آگاهی محدودی از نظریه‌های تفکر نقادانه بین آنها وجود دارد، به گونه‌ای که تفکر نقادانه توصیف‌شده در بسیاری از مطالعات، ذهنی است و دیدگاه‌های ارائه‌شده، از طریق مبانی نظری تفکر نقادانه پشتیبانی نمی‌شوند. بنابراین، ضرورت دارد تا بعد از آسیب‌شناسی وضعیت موجود، با استفاده از دوره‌های آموزشی شایسته‌پرور[1] و پرهیز از دوره‌های رایج صرفاً دانش‌افزا یا مهارت‌افزا، فرصت لازم برای تغییر نگرش، اصلاح بینش، افزایش و تقویت توانمندی و درونی‌سازی مفاهیم نظری مرتبط با تفکر نقادانه به اعضای هیئت علمی و دست‌اندرکاران مهندسی فراهم شود و علاوه بر این که ضرورت دارد دوره‌های توان‌افزایی، به گونه‌ای ملموس، منسجم، مستمر، عملی و قابل درک اجرایی شود، لازم است شرایط و امکانات لازم برای پیاده‌سازی آموزش‌های ارائه‌شده فراهم شود و در نظام سنجش عملکرد استادان، به موفقیت در فرصت‌سازی پرورش تفکر نقاد در دانشجویان مهندسی توجه ویژه‌ای گردد.

۸. پیشنهادها

۱. به توجه به اهمیت شفاف بودن اهداف دوره‌های آموزشی و ابهاماتی که در اهداف موجود در برنامه‌های درسی و طرح‌درس‌های مدرسان وجود داشته و در نتیجه هنگام تدریس چندان کمکی به ایشان در اجرای برنامه‌های درسی نمی‌کند، پیشنهاد می‌شود تمهیداتی در نظر گرفته شود که شیوه هدف‌نویسی در برنامه‌های در حال بازنگری و طرح درس‌ها، به گونه‌ای شفاف، عملکردی

1- Competency based training

و عملیاتی تدوین‌شده و از محوریت و تمرکز افراطی بر اهداف حوزه شناختی امروز، به محوریت شایسته‌نگری و تمرکز به حوزه‌های نگرشی و مهارتی تغییر یابد. این تمهیدات می‌توانند مواردی نظیر برگزاری دوره آموزشی یا کارگاه‌های توانمندسازی یا تدوین راهنما و دستورالعمل اجرا باشد.

۲. به دلیل تبعات ناشی از ابهام اهداف کلی و در نتیجه برخورد سلیقه‌ای یا تقلیل‌گرایانه با ابعاد و مولفه‌های آن، لازم است که اهداف موجود در برنامه‌های درسی، طرح‌های درس و دستورالعمل‌های آموزشی، پژوهشی و فرهنگی، به‌گونه‌ای به اجزای کوچک‌تری تقسیم شوند تا صراحت و قابلیت طرح‌ریزی، تحقق و پایش بیشتری داشته باشند؛ لذا پیشنهاد می‌شود با به‌کارگیری تفکر نقادانه، خلاق و عملی، زمینه‌ای فراهم شود تا از افعال عملکردی کامل (اهداف رفتاری کامل) در تدوین اهداف جزئی استفاده شود تا حالتی روشن، صریح، قابل اجرا و رصد پیدا نماید. لازم به ذکر است که یک هدف رفتاری کامل، دارای سه جزء اساسی رفتار، شرایط و معیار است. منظور از رفتار، عمل، فعالیت یا توانایی است که بروز آن را از فراگیر انتظار داریم. مراد از شرایط، موقعیتی است که رفتار مورد نظر در آن بروز می‌کند و معیار به حداقل میزان قابل قبول بروز رفتار مورد نظر (Porter, 2005) اشاره دارد. بنابراین ضرورت دارد تا با تمهیداتی، نظیر ایجاد شرایط لازم برای آموزش هدف رفتاری کامل به استادان و دیگر افراد مرتبط که در طراحی طرح‌های درس کلاسی و بازنگری برنامه‌های درسی نقش دارند، زمینه‌ای برای تدوین هدف رفتاری با شفافیتی که در اجرای فعالیت‌ها بدان نیاز است فراهم گردد.

۳. انتخاب راهبردهای یاددهی- یادگیری نوین نظیر تدریس فعال[1]، تدریس معکوس[2]، روش‌های گفتگومحور دیالکتیکی[3]، از مهم‌ترین عناصر برنامه‌ریزی درسی محسوب و پیشنهاد می‌شود مبتنی بر الزامات و ویژگی‌های تفکر نقادانه، تصمیمات جامع و مرتبط برای تهیه و تولید مواد آموزشی مورد نیاز، آموزش شیوه‌های تدوین، به‌کارگیری و ارزیابی تکالیف اصیل[4]، (Norozidaeni et al., 2023) طراحی دستورالعمل شیوه‌های نوین اجرا و ارزیابی تدریس اعضای هیئت علمی و سنجش عملکرد فراگیران با محوریت رویکرد سنجش به مثابه یادگیری[5] (Alizadeh et al., 2017) در نظر گرفته شود.

۴. با توجه به تبعات ناشی از بیش‌باری (اضافه‌بار) در برنامه درسی[6] در کاهش فرصت و امکان مورد نیاز برای تقویت تفکر نقادانه در دانشجویان (Askary et al., 2023)، پیشنهاد می‌شود زمینه‌ای فراهم شود تا ضمن شناسایی و حذف مطالب زائد در برنامه‌های درسی، به برقراری توالی فعالیت‌ها، متناسب‌سازی حجم مطالب و سازماندهی آنها و اجرای راهبردهای مورد نیاز در تحقق شایستگی‌های تفکر نقادانه کمک شود. توجه عملی به این راهبرد، بستری را فراهم می‌کند تا دانشجویان با شفافیت‌های رویه‌ای و فرصت‌های اقتضایی بیشتری در تدریس و انجام وظایف

1- Active teaching
2- Flipped classroom
3- Dialectic method is also known as "Socratic Method"
4- Athentic task
5- Assessment as learning
6- Curriculum overload

درسی همراه شوند، زمینه لازم برای ارتقای آینده شغلی خویش را مهیا ببینند و در نهایت با احساس مسئولیت و وفاداری بیشتری به انجام وظایف خود بپردازند.

۵. به نظر می‌رسد بخشی اصلی مطالعاتی که در این مقاله مورد بررسی قرار گرفت، بودجه خارجی نداشته و عمدتاً از تلاش‌های مربیان فردی یا گروهی از مربیان برای توسعه مهارت‌های تفکر نقادانه در دانشجویانی که آموزش می‌دهند، نتیجه گرفته شده است. برای جبران عقب‌افتادگی در این حوزه و اطمینان بیشتر از اینکه تفکر نقادانه، به وضوح در برنامه‌های درسی دانشگاه تعبیه شده‌است، ضرورت دارد برنامه‌های تحقیقاتی با بودجه مناسبی وجود داشته باشد که امکان توسعه و آزمایش روش‌های مختلف را در دوره‌های طولانی در برنامه‌های مهندسی آموزش عالی فراهم کند.

۶. یکی از محصولات نهایی هر طرح برنامهٔ درسی، تولید انواع گوناگون مواد آموزشی است که پیشنهاد می‌شود اساتید با به‌کارگیری تفکر نقادانه، عملی و خلاق شخصاً به تدوین و به‌روزرسانی مستمر طرح درس خود و مشارکت در بازنگری برنامهٔ درسی و تدوین برنامه توسعه فردی خویش بپردازند. به نظر می‌رسد تدوین برنامه‌های مورد نیاز و استفاده از این راهبردها، می‌تواند ظرفیت و زمینه لازم برای استفاده بهینه از انواع مواد آموزشی در دسترس را فراهم کند و در نهایت بستری مناسب برای ارتقای توانمندی دانشجویان در یادگیری دروس و دستیابی به سطوح اهداف عالی و فرایندهای شناختی‌ـ‌تربیتی را به دست دهد.

۷. پیشنهاد می‌شود با ایجاد سازوکارهایی، شرایط فراهم شود تا اعضای هیئت علمی گروه‌های مهندسی با به کارگیری و تمرکز بیشتر بر ویژگی‌های تفکر نقادانه، با دقت، فرصت، حساسیت و مسئولیت بیشتری محتوای برنامهٔ درسی را پیاده‌سازی کنند و در آموزش ایده‌های نو به دانشجویان، با توفیق بیشتری همراه شوند.

۸. پیشنهاد می‌شود شرایطی فراهم شود تا اعضای هیئت علمی، با استفاده از راهبردهای مناسب، تسلط بر محتوای آموزشی را به گونه‌ای از دانشجویان مهندسی درخواست کنند که لازم شود دانشجویان با به‌کارگیری تفکر خلاق، ایده‌های خود را محک بزنند و در عمل، آن را به مرحله اجرا برساند. پرواضح است که استفاده از این راهبردها می‌تواند شرایطی را مهیا سازد که دانشجویان به دانش‌آموختگانی تبدیل شوند که با تفکر نقادانه در حیطه درسی و شغلی خود با وفاداری بیشتری به انجام وظایف حرفه‌ای خویش بپردازند و بتوانند در هر مرحله‌ای از کار خود، با تفکرات نظام‌مند وظایف شغلی و تصمیمات حرفه‌ای خود را انتخاب و به مرحله اجرا برسانند.

۹. در یک رساله دکتری، مبتنی بر روش نظریه برخاسته از داده‌ها[1]، فرایند پرورش تفکر نقادانه در دانشجویان مهندسی شناسایی و بازنمایی گردد. بدین‌منظور می‌توان با استفاده از طرح سازاگرا یا

1- Grounded theory

تحلیل ابعاد این فرایند را شناسایی و بازنمایی کرد.

۱۰. مبتنی بر مدل توسعه ابزار، ابزارهای بومی و میزان‌شده‌ای[1] برای سنجش تفکر نقادانه برای تعیین میزان و کیفیت پرورش تفکر نقادانه در دانش‌آموختگان مهندسی، طراحی و توسعه داده شود.

۱۱. پیشنهاد می‌شود در نشانگرهای ارزشیابی عملکرد اعضای هیئت علمی، مهم‌ترین نشانگرهای معرف در پرورش روحیه تفکر نقادانه در دانشجویان لحاظ شود و از رویکرد موجود ارزشیابی که اشکالات متعددی بر آن وارد است، فاصله گرفته شود.

۱۲. روبریکی برای سنجش کیفیت فرایند یاددهی- یادگیری اعضای هیئت علمی، در پرورش روحیه تفکر نقادانه در دانشجویان تدوین شود.

References

- Adair, D., & Jaeger, M. (2016). Incorporating critical thinking into an engineering undergraduate learning environment. *International Journal of Engineering Education*, *5*(2), 23-39.
- Adair, D., Bakenov, Z., & Jaeger, M. (2014). Building on a traditional chemical engineering curriculum using computational fluid dynamics. *Education for Chemical Engineers*, *9*(4), e85-e93.
- Ahern, A., Dominguez, C., Mcnally, C., O'Sullivan, J., & Pedrosa, D. (2019). A Literature review of critical thinking in engineering education. *Studies in Higher Education*, 44(5), 816-828.
- Ahuja, C. S., Wilson, J. R., Nori, S., Kotter, M., Druschel, C., Curt, A., & Fehlings, M. G. (2017). Traumatic spinal cord injury. *Nature Reviews Disease Primers*, *3*(1), 1-21.
- Alizadeh, S., Salehi, K., & Moghadamzadeh, A. (2017). Examining the quality of teachers' classroom assessment: a mixed methods research. *Research in School and Virtual Learning*, *5*(1), 63-84 [In Persian].
- Amabile, T. M., & Conti, R. (1999). Changes in the work environment for creativity during downsizing. *Academy of Management Journal*, *42*(6), 630-640.
- Amini, M., Madani, A., & Asgarzadeh, Z. (2014). A Study of engineering students' critical thinking skills. *Iranian Journal of Engineering Education*, *16*(63), 39-59. doi: 10.22047/ijee.2014.7716 [In Persian].
- Andrade, H., & Du, Y. (2007). Student responses to criteria-referenced self-assessment. *Asessment & Evaluation in Higher Education*, *32*(2), 159-181.
- Ashrafian, N., & Salehi, K. (2021). Using grounded theory to explain the process of developing self-regulated students in elementary schools with emphasis on the role of teachers. *Journal of Educational Research* (JER), *9 (43), 51-104, URL:* http://erj.khu.ac.ir/article-1-908-fa.html [In Persian].
- Askary, F., javadipour, M., Hakimzadeh, R., & Salehi, K. (2023). Identifying the Dimensions and Characteristics of Overloaded Curriculum in the Primary Education. *Journal of Research in Educational Systems*, *17*(63), 34-48. https://doi/10.22034/jiera.2024.420665.3058 [In Persian].
- Baillie, C. A. (2013). Reimagining engineering and its education. *Reimagining Engineering and its Education* (p. 8pp). European Society for Engineering Education.
- Bandura, A. (1998). Personal and collective efficacy in human adaptation and change. In Adair, J. G., Belanger, D., & Dion, K. L. (Eds.), Advances in psychological science, Vol. 1: Personal, Social and Cultural Aspects (pp. 51-71). Hove, UK: Psychology Press.
- Baniasadi, A., Salehi, K., Khodaie, E., Bagheri Noaparast, K., & Izanloo, B. (2023). Fairness in classroom assessment: a systematic review. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 32, 91-109.
- Barry, A. (2013). *Material politics: disputes along the pipeline*. John Wiley & Sons.

1- Standardized tool

- Bastías, O. A., Díaz, J., & Rodríguez, C. O. (2021). Evaluation of critical thinking in online software engineering teaching: a systematic mapping study. *IEEE Access*, *9*, 167015-167026.
- Beckmann, J. F., & Guthke, J. (2014). Complex problem solving, intelligence, and learning ability. In *Complex Problem Solving* (pp. 177-200). Psychology Press.
- Behar-Horenstein, L. S., & Niu, L. (2011). Teaching critical thinking skills in higher education: a review of the literature. *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, *8*(2), 25-41.
- Bittner, N. P., & Tobin, E. (1998). Critical thinking: strategies for clinical practice. *Journal for Nurses in Professional Development*, *14*(6), 267-272.
- Brown, T., & Katz, B. (2011). Change by design. *Journal of Product Innovation Management*, *28*(3), 381-383.
- Bruno, B. A., & Anderson, A. M. (2005, January). Using objective-driven heat transfer lab experiences to simultaneously teach critical thinking skills and technical content. *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, 42320, 177-189.
- Burroughs, J. E., Dahl, D. W., Moreau, C. P., Chattopadhyay, A., & Gorn, G. J. (2011). Facilitating and rewarding creativity during new product development. *Journal of Marketing*, 75(4), 53-67.
- Claris, L., & Riley, D. (2012). Situation critical: critical theory and critical thinking in engineering education. *Engineering Studies*, *4*(2), 101-120. https://doi.org/10.1080/19378629.2011.649920
- Clarke, L. E., & Gabert, T. E. (2004). Faculty issues related to adult degree programs. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 103, 31-40. https://doi.org/10.1002/ace.146.
- Cropley, D. H. (2015). Promoting creativity and innovation in engineering education. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, *9*(2), 161-171. https://doi.org/10.1037/aca0000008
- Daly, S. R., Mosyjowski, E. A., & Seifert, C. M. (2014). Teaching creativity in engineering courses. *Journal of Engineering Education*, *103*(3), 417-449.
- Danahy, E., Wang, E., Brockman, J., Carberry, A., Shapiro, B., & Rogers, C. (2014). Lego-based robotics in higher education: 15 years of student creativity. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, *11*(2), 27-39.
- De Ridder, D. T., Lensvelt-Mulders, G., Finkenauer, C., Stok, F. M., & Baumeister, R. F. (2012). Taking stock of self-control: a meta-analysis of how trait self-control relates to a wide range of behaviors. *Personality and Social Psychology Review*, *16*(1), 76-99.
- Dominguez, C. E., Dumitru, D., Bigu, D., Elen, J., Jiang, L., Railiene, A., ... & Palaigeorgiou, G. (2018). A european collection of the critical thinking skills and dispositions needed in different professional fields for the 21st century. CRTHINKEDU. Critical Thinking Acroos the European Higher Education Currcula.
- Douglas, E. P. (2012). Defining and measuring critical thinking in engineering. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *56*, 153-159. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.642.
- Duchscher, J. E. B. (1999). Catching the wave: understanding the concept of critical thinking. *Journal of Advanced Nursing*, *29*(3), 577-583. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10210453/.
- Duckworth, A. L., & Seligman, M. E. (2005). Self-discipline outdoes iq in predicting academic performance of adolescents. *Psychological Science*, *16*(12), 939-944. https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2005.01641.x.
- Elder, L. (2005) Critical thinking as the key to the learning college: a professional development model. *New Directions for Community Colleges*, 130, 39-48. https://doi.org/10.1002/cc.194.
- Emran, M., Mezhuyev, V., & Kamaludin, A. (2019). PLS-sem in information systems research: A comprehensive methodological reference. *Proceedings of the International Conference on Advanced Intelligent Systems and Informatics 2018 4* (pp. 644-653). Springer International Publishing.
- Facione P. A. (1990). *Critical thinking: a statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. Research findings and recommendations.* Newark, DE: American Philosophical Association. (ERIC Document Reproduction Service No. ED315423).
- Felder, R. M. (1984). Does engineering education have anything to do with either one? Reynolds Industries Award Distinguished Lecture Series, *North Carolina State University, Oct.*
- Felder, R. M. (1987). On creating creative engineers. *Engineering Education*, 77(4), 222-227.

- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, *78*(7), 674-681.
- Fleming, J., Garcia, N., & Morning, C. (1995). The critical thinking skills of minority engineering students: an exploratory study. *The Journal of Negro Education*, *64*(4), 437-453. https://doi.org/10.2307/2967266.
- Florida, R. (2002). *The rise of the creative class* (Vol. 9). New York: Basic Books.
- Gaspersz, J. B. (2007). *Compete with creativity: Prepared for the innovation lecture 'Compete with Creativity' 2005, organized by the Dutch Ministry of Economic Affairs* (No. 07-05). Nyenrode Business Universiteit.
- Gelder, T. (2005). Teaching critical thinking: some lessons from cognitive science. *College Teaching*, *53*(1), 41-48.
- Gellin, A. (2003). The effect of undergraduate student involvement on critical thinking: a meta-analysis of the literature 1991-2000. *Journal of College Student Development*, *44*(6), 746-762.
- Ghafoori, A., & Salehi, K. (2023). Dimensional analysis of increasing students' interest in work and technology courses from the perspective of students and teachers: A study of the grounded theory and Schatzman dimensional analysis. *The Journal of New Thoughts on Education*, *19*(4), 45-7. https://doi.org/10.22051/jontoe.2021.33776.3186 [In Persian].
- Ghorbankhani, M., & Salehi, K. (2021). A Phenomenological approach to the study of obstacles of creation of knowledge in humanities based on the perception and lived experience of the university elites and scholars., *Strategy for Culture, 13*(52), 75-110. https://doi.org/10.22034/jsfc.2021.126583[In Persian].
- Ghorbankhani, M., & Salehi, K. (2022). Explanation the deterrent dysfunctions of scientific authority in the humanities. *Iranian Pattern of Progress*, *10*(3), 35-70. https:// dorl.net/dor/20.1001.1.23295599.1401.10.3.6.4 [In Persian].
- Glaser, E. M. (1942). An experiment in development of critical thinking. *Teachers College Record*, *43*(5), 1-18.
- Godfrey, E., & Parker, L. (2010). Mapping the cultural landscape in engineering education. *Journal of Engineering Education*, *99*(1), 5-22.
- Gray, L., Bramhall, M. D., Corker, C., & Garnett, K. (2012, August). Analysis of critical thinking skills of international master's students in engineering for a crossinstitutional group. In *4th International Symposium for Engineering Education*. https://doi.org/10.5367/ihe.2012.0109
- Gurmen, N. M., Lucas, J. J., Malmgren, R. D. & Folger, H. S. (2003). Improving critical thinking and creative problem solving skills by interactive troubleshooting. *Proc. 108th ASEE Ann. Conf., Nashville, TN.*
- Haisten J.M. (2008). Self-Leadership skills in academically underprepared students in a Florida community college setting, dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy education, Walden University.
- Halpern, D. F. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains: dispositions, skills, structure training, and metacognitive monitoring. *American Psychologist*, 53(4), 449-455.
- Halpern, D. F. (1999). Teaching for critical thinking: helping college students develop the skills and dispositions of a critical thinker. *New Directions for Teaching and Learning*, 80(4), 69-74.
- Halx, M.D. & Reybold, L. (2005) A pedagogy of force: faculty perspectives of critical thinking capacity in undergraduate students. *The Journal of General Education*, 54 (4), 293-315.
- Hammersley-Fletcher, L., & Hanley, C. (2016). The use of critical thinking in higher education in relation to the international student: shifting policy and practice. *British Educational Research Journal*, 42(6), 978-992.
- Harmer, J. (2004). *How to Teach Writing. Harlow*: Pearson Education Ltd.
- Hofmann, W., Baumeister, R. F., Förster, G., & Vohs, K. D. (2012). Everyday temptations: an experience sampling study of desire, conflict, and self-control. *Journal of Personality and Social Psychology*, 102, 1318-1335.
- Hofmann, W., Luhmann, M., Fisher, R.R., Vohs, K.D., & Baumeister, R.F. (2013). Yes, but are they happy? effects of trait self-control on affective well-being and life satisfaction. *Journal of Personality*, 82 (4), 265-277. DOI: 10.1111/jopy.12050.
- Hosseini, S.H (2023). Analyzing the relationship between critical thinking and creative thinking with the evolution

of human sciences, *Journal of Sociological Cultural Studies,* 13(4), 1-16[In Persian].

- Houghton, J. D., & Yoho, S. K. (2005). Toward a contingency model of leadership and psychological empowerment: when should self-leadership be encouraged. *Journal of Leadership & Organizational Studies*, *11*(4), 65-83. https://doi.org/10.1177/107179190501100406.
- Husband, G. (2006). An analysis of critical thinking skills in computer information technology using the california critical thinking skills test. Ms thesis, University of Wisconsin, Stout. http://www2.uwstout.edu/content/lib/thesis/2006/2006husbandg.pdf
- Isaksen, S. G., & Treffinger, D. J. (1985). *Creative problem solving. the basic course.* New York: Bearly.
- Ismail, W. O. A. S. W., Hamzah, N., Fatah, I. Y. A., & Muhammad, A. K. (2019). The essential of engineering education involving critical thinking and problems solving skills among mechanical engineer employees. *IOP Conference Series: Naterials Science and Engineering* (697 (1)012017). IOP Publishing.
- Ivleva, N. V. (2016). Teaching critical thinking to engineering students through reading profession-oriented texts. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* Vol. 155, No. 1, p. 012022. IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1757-899X/155/1/012022.
- James, A. M. (2009). *Self-leadership and self-regulated learning: an investigation of theoretical relationships* (Doctoral dissertation, Capella University).
- Jonassen, D. H. (2010). Learning to solve problems: a handbook for designing problem-solving learning environments. *Routledge*.
- Kanfer, F. H. (1970). Self-Monitoring: methodological limitations and clinical applications. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 35(2), 148-152. https://doi.org/10.1037/h0029874.
- Kanfer, F. H. (1971). The maintenance of behavior by self-generated stimuli and reinforcement. *The Psychology of Private Events*, 39-59. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-379650-9.50009-5.
- Kanfer, F. H., & Gaelick-Buys, L. (1991). Self-management method. In F. H. Kanfer & A. P. Goldstein. (Eds.). *Helping people to change: Textbook of methods* (4th ed., pp 305-360). The United States of America: Pergamon Press.
- Kazerounian, K., & Foley, S. (2007). Barriers to creativity in engineering education: a study of instructors and students perceptions. *ASME. J. Mech.* Des. July 2007; 129(7), 761-768. Https://doi.org/10.1115/1.2739569.
- Khan, K. S., Kunz, R., Kleijnen, J., & Antes, G. (2003). Five steps to conducting a systematic review. *Journal of the Royal Society of Medicine*, *96*(3), 118-121.
- Kirn, A., & Benson, L. (2018). Engineering students' perceptions of problem solving and their future. *Journal of Engineering Education*, *107*(1), 87-112.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. software engineering group, school of computer science and mathematics, Keele University1–57. Https://doi. Org/10. 1145/1134285. 1134500.
- Klemeš, J. J., Kravanja, Z., Varbanov, P. S., & Lam, H. L. (2013). Advanced multimedia engineering education in energy, process integration and optimisation. *Applied Energy*, *101*, 33-40.
- Lane, J. I. (2019). *Understanding the educational and career pathways of engineers.*The National Academies Press.
- Lee, Y. C. (2006). An empirical investigation into factors influencing the adoption of an e-learning system. *Online Information Review*, 30(5), 517-541.
- Lencion, P. M. (2016). *The ideal team player: how to recognize and cultivate the three essential virtues.* John Wiley & Sons.
- Lubart, T. I., & Mouchiroud, C. (2003). Creativity: A source of difficulty in problem solving. *The Psychology of Problem Solving*, 127-148.
- Lubart, T., Zenasni, F., & Barbot, B. (2013). Creative potential and its measurement. *International Journal for Talent Development and Creativity*, *1*(2), 41-51.
- Maftoon, P., Shirazi, M. A., & Daftarifard, P. (2010). The effect of recast vs. self-correction on writing accuracy: the role of awareness. Brain. *Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 2(1), 17-28.

- Magrabi, S. A. R., Pasha, M. I., & Pasha, M. (2018). Classroom teaching to enhance critical thinking and problem-solving skills for developing iot applications. *Journal of Engineering Education Transformations,* 31(3), 152-157.
- Mahdyeh, N., & Arefi, M. (2014). A comparison of critical thinking, self-efficacy and academic performance among students of faculty of humanities and engineering. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*, *4*(1), 153-162.
- Malekjafarian, A. (2018). Integrating critical thinking in a civil engineering module, conference. *Civil Engineering Research in Ireland* [In Persian].
- Marangunić, N., & Granić, A. (2015). Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal Access in the Information Society*, 14(1), 81–95. Https://doi.org/10. 1007/s10209-014-0348-1.
- Mathisen, G. E., & Bronnick, K. S. (2009). Creative self-efficacy: an intervention study. *International Journal of Educational Research*, *48*(1), 21-29.
- McGowan, V. C., & Bell, P. (2020). Engineering education as the development of critical sociotechnical literacy. *Science & Education*, *29*(4), 981-1005.
- McMillan, J. H., & Hearn, J. (2008). Student self-assessment: the key to stronger student motivation and higher achievement. *Educational Horizons*, *87*(1), 40-49. https://www.jstor.org/stable/42923742.
- McNeill, N. J., Douglas, E. P., Koro-Ljungberg, M., Therriault, D. J., & Krause, I. (2016). Undergraduate students' beliefs about engineering problem solving. *Journal of Engineering Education*, *105*(4), 560-584.
- Michaluk, L. M., Martens, J., Damron, R. L., & High, K. A. (2016). Developing a methodology for teaching and evaluating critical thinking skills in first-year engineering students. *International Journal of Engineering Education*, *32*(1), 84-99.
- Mina, M., Omidvar, I., & Knott, K. (2003). *Learning to think critically to solve engineering problems: revisiting john dewey's ideas for evaluating engineering education.* Paper presented at the *American Society for Engineering Education National Conference and Exhibition*, Nashville, TN.
- Mohammadzadeh, Z., & Salehi, K. (2015). Pathology of scientific vitality and dynamism in scientific and academic centers: a study according to "phenomenology". *Quarterly Journal of the Macro and Strategic Policies*, *3*(Vol 3- No 11), 1-25. https://www.jmsp.ir/article_11013.html?lang=en [In Persian].
- Mohammadzadeh, Z., & Salehi, K. (2016). Explanation of the phenomenon of scientific vitality and dynamism in scientific centers from perspective of academic elites: a study according to "phenomenology". *Strategy*, *25*(2), 227-258. https://rahbord.csr.ir/article_124595.html?lang=en [In Persian].
- Mohammadzadeh, Z., & Salehi, K. (2023). Using grounded theory to explain the process of formation of scientific vitality and dynamism in scientific and academic centers. *Strategic Management Thought*, *17*(1), -. https://doi.org/10.30497/Smt.2023.244096.3445 [In Persian].
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., & PRISMA Group*. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA Statement. *Annals of Internal Medicine*, *151*(4),264-269.
- Naimpally, A., Ramachandran, H., & Smith, C. (2012). *Lifelong learning for engineers and scientists in the information age. Amsterdam: Elsevier.*
- Nainwal, N., Jawla, S., Singh, R., & Saharan, V. A. (2019). Transdermal applications of ethosomes–a detailed review. *Journal of Liposome Research*, 29(2), 103-113.
- Nation, I.S.P. (2008). Teaching esl efl reading and writing (Esl & Applied linguistics professional). New York: *Routledge 270 Madison Ave.*
- Nazzal, L. J. (2015). Engineering creativity: differences in creative problem solving stages across domains (Unpublished doctoral dissertation). University of Connecticut, Storrs, CT. http://digitalcommons.uconn.edu/dissertations/753.
- Nelson, S. (2001). Impact of technology on individuals and society: a critical thinking and lifelong learning class for engineering students. *Proc. 31 Ann. Frontiers Education Conf., Reno, NV.*
- Nor, H. M., & Sihes, A. J. (2021). Critical thinking skills in education: a systematic literature review. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 11(11), 198-201.

- Nor, H. M., & Sihes, A. J. (2022). The evolution of critical thinking in the classroom: a bibliometric analysis. *Journal of Positive School Psychology*, *6*(3), 540-550.
- Norozidaeni, M., Salehi, K., & Dehghani, M. (2023). Criteria and indicators for assessing authentic task in elementary school: a qualitative study. *Journal of Curriculum Studies*, *18*(69), 157-194 [In Persian].
- Oxford Dictionaries. (2016). Definition of "self-discipline" in english. Oxford: Oxford University Press. Retrieved 10 March, 2016 from http://www.Oxforddictionaries.Com/Definition/English/Self-Discipline.
- Papadopoulos, C., Rahman, A., & Bostwick, J. (2006). Assessing critical thinking in mechanics in engineering education. *2006 Annual Conference & Exposition* (pp. 11-235).
- Paul, R. W. (1993). *Critical thinking: how to prepare students for a rapidly changing world.*Santa Rosa, CA: Foundation for Critical Thinking.
- Pereira, L. M., & Krippahl, L. (2007). On teaching critical thinking to engineering students. *In the 13th International Conference on Thinking Norrköping*; Sweden June 17-21; 2007 (No. 021, pp. 153-158). Linköping University Electronic Press.
- Porter, C. O. (2005). Goal orientation: effects on backing up behavior, performance, efficacy, and commitment in teams. *Journal of Applied Psychology*, *90*(4), 811-818.
- Porter, M.E. (1990) The competitive advantage of nations. *Harvard Business Review*, 68(2), 73-93.
- Posner, R. A. (2009). *The Problematics of Moral and Legal Theory*. Harvard University Press.
- Preacher, K. J., & Selig, J. P. (2012). Advantages of monte carlo confidence intervals for indirect effects. *Communication Methods and Measures*, *6*(2), 77-98.
- Putra, P.D.A., Sulaeman, N.F., Supeno ., & Wahyuni, S. (2023). Exploring students' critical thinking skills using the engineering design process in a physics classroom. *Asia-Pacific Edu Res 32*, 141-149. https://doi.org/10.1007/s40299-021-00640-3.
- Qamar, S. Z., Qamar, S., & Al-Hinai, N. (2022). Assessment of critical thinking skills in engineering education. *ASEE 2022 Annual Conference & Exposition, 26-29-Jun-2022,* Minneapolis, Minnesota*, USA.*
- Rosales-Vera, M. (2023). How to solve engineering problems involving turbulent drag: exact, asymptotic analytical and numerical techniques. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, https://doi.org/10.1177/03064190231202931.
- Rosati, J. A. (1981). Developing a systematic decision-making framework: bureaucratic politics in perspective. *World Politics*, 33(2), 234-252.
- Salem, S. S., & Fouda, A. (2021). Green synthesis of metallic nanoparticles and their prospective biotechnological applications: an overview. *Biological Trace Element Research*, 199, 344-370.
- Sasson, R. (2016). What is self-discipline? definitions. Retrieved 1 March, 2016 from http://www.successconsciousness.com/blog/innerstrength/what-is-self-discipline-definitions/.
- Schein, C., & Gray, K. (2018). The theory of dyadic morality: reinventing moral judgment by redefining harm. *Personality and Social Psychology Review*, *22*(1), 32-70.
- Schneider, J., Wahl, A., & Long, M (2012). Mapping the development of applied critical thinking skills in engineering, Technology & Computing Majors. https://www.rit.edu/provost/sites/rit.edu.provost/files/images/Mapping-crtical-thinking-Schneider.pdf.
- Scott, G., Leritz, L. E., & Mumford, M. D. (2004). The effectiveness of creativity training: a quantitative review. *Creativity Research Journal*, *16*(4), 361-388.
- Seymour, E. (2002). Tracking the processes of change in us undergraduate education in science, mathematics, engineering and technology. *Science Education*, 86(1), 79-105. Http://dx.doi.org/10.1002/sce.1044.
- Shannon, L. J. Y., & Bennett, J. (2012). A case study: applying critical thinking skills to computer science and technology. *Information Systems Education Journal*, *10*(4), 41-48.
- Smith, G.F. (2002) Thinking skills: the question of generality. *Journal of Curriculum Studies*, 34(6), 659-678.
- Smith, G.F. (2003) Beyond critical thinking and decision thinking and decision-making: teaching business students how to think. *Journal of Management Education*, 27 (1), 24-51.

- Sternberg RJ, Lipka J, Newman T, Wildfeuer S &Grigorenko EL (2016). Triarchically-based instruction and assessment of sixth-grade mathematics in a yup'ik cultural setting, *Alaska.Gifted and Talented International*, 21(2), 9–19. https://doi.org/10.1080/15332276.2006.11673471.
- Stouffer, B., & Russell, J. (2004, June). Making the strange familiar: creativity and the future of engineering education. *2004 Annual Conference* (pp. 9-883).
- Tahmasebzadeh Sheikhlar, D., Pashaeifakhr, A. S., & Kashi, F. (2021). The role of critical thinking and entrepreneurial spirit in predicting burnout and academic procrastination of engineering students. *Iranian Journal of Engineering Education*, *23*(91), 75-94 [In Persian].
- Tan, C. (2017) Teaching critical thinking: cultural challenges and strategies in singapore. *British Educational Research Journal*, 43 (5), 988-1002.
- Tierney, P., & Farmer, S. M. (2002). Creative self-efficacy: its potential antecedents and relationship to creative performance. *Academy of Management Journal*, *45*(6), 1137-1148.
- Welch, K.C.W.C., Hieb, J., & Graham, J. (2015). A Systematic approach to teaching critical thinking skills to electrical and computer engineering undergraduates. *American Journal of Engineering Education (AJEE)*, *6*(2), 113-124.
- Witarsa, R. W., & Rizki, L. M. (2022). An analysis of student pedagogical skills in applying mathematics learning in elementary schools. *Al-Ishlah: Jurnal Pendidikan*, *14*(2), 1777-1784.
- Zahedi, M., Shahin, M., & Babar, M. A. (2016). A systematic review of knowledge sharing challenges and practices in global software development. *International Journal of Information Management*, 36(6), 995-1019.
- Zhou, C., Kolmos, A., & Dalsgaard Nielsen, J. (2012). A problem and project-based learning (pbl)approach to motivate group creativity in engineering education.*International Journal of Engineering Education*,*28*(1), 3-16.

◀ **دکتر کیوان صالحی:** دانشیار بخش تخصصی پژوهش و سنجش در دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه تهران است. ایشان دارای دکترای تخصصی سنجش آموزش (Educational Assessment) است. علاقه‌مندی مطالعاتی و پژوهشی‌شان در زمینه‌هایی نظیر رویکردهای نو در سنجش آموزش، ساخت و میزان‌کردن ابزارها و فنون گردآوری داده‌ها، مفهوم‌پردازی و نظریه‌پردازی در علوم رفتاری، مطالعات حوزه مراکز سنجش و توسعه، کاربست هوش مصنوعی در سنجش آموزش، رویکردهای پژوهش پساکیفی، کیفی، کمّی و آمیخته در علوم رفتاری و ارزشیابی، اعتبارسنجی و تضمین کیفیت در نظام آموزشی است.

◀ **زهرا اکبری پردنجانی:** دانشجوی کارشناسی‌ارشد آموزش مهندسی دانشگاه تهران و دانش‌آموخته رشته علوم کامپیوتر دانشگاه شهرکرد هستند. علایق پژوهشی در حوزه‌هایی نظیر ریاضیات و هوش مصنوعی، یادگیری ماشین، یادگیری عمیق و داده‌کاوی است.

اثربخشی تلفیق راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت بر یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی دانشجویان رشته مهندسی مکانیک[۱]

رحیم مرادی[۲]، مجتبی ذوالفقاری[۳]، اسماعیل قادری‌فر[۴] و ناصر میقانی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۲/۱۷

DOI: 10.22047/ijee.2024.434861.2049

چکیده: هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر تلفیق راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت (برگرفته از طرح دانشگاه امیدآفرین و پیشران اقتصاد دانش‌بنیان) بر یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی دانشجویان رشته مهندسی مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه اراک بوده است. روش پژوهش، نیمه‌آزمایشی از نوع پیش‌آزمون- پس‌آزمون با گروه شاهد بوده است. جامعه آماری پژوهش، شامل کلیه دانشجویان رشته مهندسی مکانیک دانشگاه اراک در سال تحصیلی ۱۴۰۲-۱۴۰۱ بود. تعداد ۲۸ نفر از دانشجویانی که درس مخازن تحت فشار را در نیمسال دوم سال تحصیلی اخذ کرده بودند، به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و سپس نمونه منتخب، به صورت تصادفی در قالب گروه‌های آزمایش (۱۴ نفر) و شاهد قرار (۱۴ نفر) قرار گرفتند. برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسش‌نامه یادگیری خود راهبر فیشر و همکاران و پرسش‌نامه اشتیاق تحصیلی گونیوس و کوزو استفاده شد. گروه آزمایش طی ۲۶ جلسه با استفاده از راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت درس مخازن تحت فشار را با تلفیق راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت آموزش دیدند و گروه شاهد، به شیوه معمول و حضور در کلاس‌های حضوری دانشگاه، آموزش دیدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از روش تحلیل کواریانس چندمتغیری استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که پس از تعدیل نمرات پیش‌آزمون، تفاوت معناداری بین گروه آزمایش و شاهد در متغیرهای یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی وجود دارد. بنابراین نتایج این پژوهش، بیانگر این نکته است که با توجه روش‌های یادگیری فراگیران نسل جدید، در صورتی که از راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت برای این افراد استفاده شود، نقش مهمی در افزایش یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی دانشجویان خواهد داشت و این امر، انتقال یادگیری را در سایر موقعیت‌ها فراهم می‌سازد.

واژگان کلیدی: تدریس مبتنی بر واقعیت، دانشگاه امیدبخش، یادگیری خودراهبر، اشتیاق تحصیلی، مهندسی مکانیک

۱- این مقاله برگرفته از طرح دانشگاه امید آفرین و پیشران اقتصاد دانش بنیان وزارت علوم، تحقیقات و فناوری انجام شده است.

۲- استادیار گروه تکنولوژی آموزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه اراک، اراک، ایران. r-moradi@araku.ac.ir

۳- دانشیار گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه اراک، اراک، ایران. (نویسنده مسئول). m-zolfaghari@araku.ac.ir

۴- مشاور معاون علمی و فناوری رئیس جمهور و رئیس مرکز توسعه فناوری های راهبردی، معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری، تهران، ایران. Ghaderifar@isti.ir

۵-کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه صنعتی اراک، اراک، ایران. Naser.meighani@gmail.com

۱. مقدمه

با شکل‌گیری سازمان‌های اعتبارسنجی در دهه‌های گذشته، ارزیابی برنامه‌های آموزشی و یادگیری به عنوان عنصر مهمی در آموزش مهندسی مورد توجه قرار گرفته است (Memarian, 2011). از این رو در سال‌های اخیر، معیارهای متفاوتی جهت ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی توسط سازمان‌ها و نهادهای معتبر بین‌المللی فعال در زمینه آموزش مهندسی ارائه شده است. معروف‌ترین سازمان‌های بین‌المللی که در این خصوص مشغول فعالیت هستند، عبارت‌اند از: شورای ارزشیابی مهندسی و فناوری آمریکا[1] (ABET, 2021)؛ انجمن اروپایی تضمین کیفیت در آموزش عالی[2] (ENQA, 2021) شورای ارزشیابی مهندسی کانادا[3] (CEAB, 2020) و نظام مدیریت ارزشیابی مهندسین استرالیا[4] (AMS, 2019). ملاک‌هایی که این سازمان‌ها اخیراً به آنها توجه داشته‌اند، بیشتر بر توانمندی‌های کسب‌شده توسط دانشجویان در طی برنامه آموزشی تأکید دارند که باید در محیط‌های یادگیری نوین اتفاق بیفتد.

به عبارت دیگر با ظهور قرن ۲۱، ماهیت محیط‌های یادگیری دچار تغییر و تحولات اساسی شده است. به گونه‌ای که علاوه بر ورود فناوری‌ها، بحران کرونا نیز سبب بروز تغییرات در محیط‌های یادگیری شده است و محیط‌های یادگیری سنتی کم‌کم جای خود را به محیط‌های یادگیری نوین داده و باعث شده است تا فراگیران تجارب یادگیری جدیدی را کسب کنند(Moradi et al., 2021).

متأسفانه هر یادگیری‌ای منجر به عملکرد نمی‌شود چون افراد، بسیاری از مطالب را می‌آموزند ولی امکان به‌کار گرفتن این آموخته‌ها برایشان پیش نمی‌آید و این امر در قالب آموزش‌های کلاسیک امروز هم نمود بیشتری دارد. لذا ضروری است از انواع روش‌ها و الگوهاییادگیری برای ارائه آموزش‌های هدفمند به دانشجویان بهره برد. از طرفی در دهه‌های گذشته که حجم اطلاعات محدودتر بود، روش‌های مورد استفاده به راحتی می‌توانست به یادآوری و پیوند دادن اطلاعات به یکدیگر و ایجاد یافته‌های جدید کمک کند. اما اکنون که مقدار اطلاعات از مرزهای محدود قبلی فراتر رفته است، روش‌های یادگیری سنتی نمی‌توانند برای انبوه اطلاعات فعلی مؤثر باشند (Banks et al., 2022). بنابراین بدیهی است که به تدریج، محیط یادگیری به شکل دانشگاه آینده و به عنوان مراکز یادگیری مادام‌العمر توسعه پیدا خواهند کرد (OECD, 2021). از طرفی می‌توان گفت که یادگیری فرایندی مستمر و فعال است که در نتیجه تعامل بین افراد و محیطی است که در آن فعال هستند و زمانی این فرایند پویاتری می‌شود که در سراسر زندگی رخ دهد. محیطی که یادگیری در آن اتفاق می‌افتد، ممکن است به عنوان ترکیبی از شرایط طبیعی، موقعیت‌ها، تأثیرات، بسترهای اجتماعی و فرهنگی باشد که فرد در آن قرار دارد. بنابراین می‌توان گفت که محیط یادگیری اثربخش، همان محیطی است که افراد برای غنی‌سازی تجارب خود، در حال تعامل با دیگران هستند که منجر به یادگیری می‌شود (Barana et al., 2021).

1- Accreditation Board for Engineering and Technology
2- European Association for quality Assurance
3- Canadian Engineering Accreditation Board
4- Engineers Australia Accreditation Management System

از آنجا که خدمات و آموزش‌های ارائه‌شده توسط دانشگاه‌ها منجر به پرورش علمی افراد می‌شود، نقش مؤثری در پیشرفت و توسعه دارد. بنابراین بررسی وضعیت ارائه خدمات آموزشی، خصوصاً در رشته‌های مهندسی، مهم است و لازم است محیط‌های یادگیری همسو با تغییرات فناورانه انطباق پیدا کند (Shahraki et al., 2022). یکی از محیط‌های یادگیری که در رشته‌های مهندسی ضروری به نظر می‌رسد، محیط‌های یادگیری مبتنی بر واقعیت است. این طرح از طرف وزارت علوم، تحقیقات و فناوری با هدف تحول در آموزش عالی کشور و با عنوان طرح دانشگاه امیدآفرین و پیشران اقتصاد دانش‌بنیان برای اجرای آزمایشی به دانشگاه اراک واگذار شده است. در این طرح که با عنوان بورسیه طرح فردای روشن آموزش (فرا) نام‌گذاری شده است، با همکاری شرکت گداختار، دانشجویان دوره درسی خود را با رویکردی متفاوت و در تعامل تنگاتنگ با صنعت طی می‌کنند و برای اولین‌بار در کشور، امسال در قالب این طرح در دو رشته مهندسی مکانیک و مهندسی مواد، تعداد ۵۰ دانشجو جذب دانشگاه اراک خواهند شد. در این طرح، دانشجو در بدو ورود به دانشگاه، کلاس درس را نمی‌بیند بلکه ابتدا از طریق واقعیت و در تعامل با صنعت، چالش‌های محیط واقعی را از نزدیک بررسی و سپس بر اساس سرفصل‌های مورد نیاز جامعه، تحصیلات خود را طی خواهد نمود. در طرح "فرا»، هم کلیت درس‌ها و آموزش سنتی حفظ می‌شود و هم فرد بلافاصله بعد از تحصیل، توانایی اشتغال در صنایع را دارد چرا که آموزش دانش‌محور را فرا می‌گیرد تا مهارت دانش‌محور کسب کند. امروزه اهمیت ارتباط دانشگاه و صنعت بر کسی پوشیده نیست، به طوری که در جامعه، اقبال وسیع و فزاینده‌ای به ارزش همکاری صنعت و دانشگاه‌ها وجود دارد (Pinto et al., 2021) و توسعه سریع فناوری مبتنی بر اقتصادهای دانش‌بنیان، توجه مؤسسات دانشگاهی و صنایع خصوصی را جلب کرده است (Seng et al., 2020). به عبارت دیگر همکاری بین دانشگاه‌ها و صنایع، در حال حاضر در کانون توجه جهانی قرار دارد. دولت‌ها، دانشگاه‌ها و صنایع به همکاری خوب و مؤثر با یکدیگر علاقه‌مند هستند و این علاقه‌مندی برای همه مفید خواهد بود (Mosayebi et al., 2020).

در تدریس مبتنی بر واقعیت، دانشجویان در جلسات اول شروع نیمسال در محیط‌های واقعی حضور خواهند داشت و از نزدیک با چالش‌ها و مسائل واقعی روبه‌رو خواهند شد و تدریس از حالت انتزاعی خارج می‌شود. این طرح معتقد است که بخش اعظمی از آموزش باید در محیط واقعی انجام شود چرا که دانشجویان رشته‌های مهندسی، نیازمند کسب تجربه در محیط کار واقعی هستند و برای تحقق این امر باید از ظرفیت‌های صنایع، بنگاه‌های اقتصادی و صنعتی در این مورد استفاده کرد. از طرفی این راهبرد برای صنایع، بنگاه‌ها، کسب و کارها و سازمان‌ها جذاب است. آنها می‌توانند افرادی را استخدام کنند که مهارت‌ها یا دانش اولیه مورد نیاز را در هنگام ورود به شرکت دارند و در بخش آموزشی، زمان و هزینه بیشتری را صرفه‌جویی کنند. در محیط‌های یادگیری مبتنی بر واقعیت، یادگیری از طریق درگیر کردن فراگیران در زمینه‌های مرتبط با جوامع اتفاق می‌افتد (Caroca et al., 2016).

در این شیوه آموزشی، نحوه استفاده از دانش و مهارت‌ها در موقعیت‌های زندگی واقعی مورد تأکید است (Bosman et al., 2018). زمانی فراگیران انگیزه بیشتری برای یادگیری دارند که نه تنها بر نحوه یادگیری خود بلکه بر آنچه که می‌آموزند، نیز کنترل داشته باشند. یادگیری فعال یکی از ویژگی‌های کلیدی یادگیری دانشجو محور است. برعکس، یادگیری غیرفعال و آموزش مستقیم، از ویژگی‌های یادگیری استادمحور (آموزش سنتی) هستند. بر اساس نظریه شناخت موقعیتی، دانش محصول فعالیت، زمینه و فرهنگی است که در آن رخ می‌دهد. بنابراین بر اساس تئوری یادگیری موقعیتی، یادگیری اگر در کنار فراگیران ماهر، کارشناسان باتجربه یا تسهیلگران آموزشی انجام شود، ممکن است مؤثرتر باشد. از طرف دیگر یکی از مفاهیم کلیدی در نظریهٔ ویگوتسکی، منطقهٔ تقریبی رشد (ZPD) است. منطقهٔ تقریبی رشد به این صورت توصیف می‌شود: «فاصلهٔ بین سطح رشد واقعی که از طریق حل مسئله به صورت مستقل و سطح رشد بالقوه که از طریق حل مسئله تحت راهنمایی بزرگسال یا همکاری با هم‌سالان تواناتر تعیین می‌شود». این منطقه، مقدار یادگیری ممکن یادگیرنده را در شرایط آموزشی مناسب نشان می‌دهد که از طریق راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت و توسط استادکار ماهر و باتجربه در صنعت اتفاق می‌افتد (Caroca et al., 2016). دانشجویان از طریق این راهبرد، در ترکیب آموزش عملی و علمی در دوران تحصیل قرار می‌گیرند و آنها را برای ورود به بازار کار آماده می‌کنند در این صورت یادگیری مهارت، یک تجربه تعالی‌بخش است. در واقع خروجی این راهبرد آموزشی این است که فراگیران با داشتن دانش و مهارت لازم، با خودآگاهی به دنیای حرفه‌ای وارد شوند و تصمیم‌گیری‌های بهتری درباره آینده شغلی خود داشته باشند.

با توجه به اینکه این رویکرد برای اولین‌بار در نظام آموزش عالی ایران و جهان مطرح شده است، دارای پیشینه و سابقه نیست اما به پژوهش‌های مرتبط، می‌توان اشاره کرد:

برای نمونه (Čubela et al., 2023) پژوهشی تحت عنوان پتانسیل ترکیب یادگیری مبتنی بر مسئله موقعیتی و گیمیفیکیشن بر بهبود تعامل فراگیران در آموزش مهندسی مبتنی بر داده انجام دادند. در این مطالعه، از رویکرد PBL با استفاده از مسائل دنیای واقعی برای درگیرکردن فراگیران در تجزیه و تحلیل داده و ژئومکانیک استفاده شد. نتایج نشان داد که این رویکرد باعث افزایش تعامل و فراگیران دانش‌آموزان، درک عمیق‌تر از تجزیه و تحلیل داده و فناوری‌های ژئومکانیک و توسعه مهارت‌های عملی در زمینه مدیریت و تجزیه و تحلیل داده می‌شود.

(Liyanawatta et al., 2022) پژوهشی تحت عنوان «مشارکت فراگیران در فعالیت‌های یادگیری دیجیتالی مبتنی بر نمایشنامه برای یادگیری موقعیتی در کلاس درس» انجام دادند. نتایج نشان داد برای بهبود اثربخشی یادگیری فراگیران، مشارکت آنها در فرایند یادگیری می‌تواند از طریق فعالیت‌های یادگیری موقعیتی و با استفاده از فناوری‌های آموزشی که با سازوکارهای یادگیری مشارکتی برای یادگیری کلاس درس ترکیب می‌شوند، ارتقا یابد.

(Hu et al., 2021) پژوهشی تحت عنوان "تأثیر یادگیری موقعیتی با واقعیت افزوده بر یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی: مطالعه موردی دانشجویان مهندسی مکانیک" انجام دادند. نتایج نشان داد که این راهبرد باعث افزایش یادگیری خودراهبر و ارتقای اشتیاق تحصیلی فراگیران می‌شود.

همچنین (Chen et al., 2021) پژوهشی تحت عنوان «تأثیر یادگیری موقعیتی بر انتقال یادگیری دانشجویان پرستاری در عمل بالینی» انجام دادند. نتایج نشان داد دانشجویانی که در دوره یادگیری موقعیتی شرکت کرده بودند، در نمرات قضاوت بالینی و کارآموزی، به طور قابل توجهی از دانشجویانی که آموزش سنتی دریافت کردند، عملکرد بهتری از خود نشان دادند.

بنابراین به نظر می‌رسد راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت می‌تواند مهارت‌های خودراهبری یادگیری[1] را تقویت کند. این مهارت، یک شایستگی حیاتی برای زندگی و فعالیت در دنیای پیچیده و پیش‌بینی‌نشده است (Morris et al., 2020). در این صورت می‌توان آن را به عنوان یک فراشایستگی در رشته‌های مهندسی در نظر گرفت که امکان آموختن دانش، مهارت‌ها و شایستگی‌های جدید را به طور پیوسته و مادام‌العمر به افراد می‌دهد (Morris et al., 2020).

در حال حاضر، چالش صنایع این موضوع است که جذب و ماندگاری مهندسان کارآمد و خودراهبر دشوار است و شاید در سال‌های آینده، یافتن مهندسان خبره تقریباً غیرممکن شود. با آن که ما در دوره فناوری محور زندگی می‌کنیم، تصور بیشتر دانش‌آموزان از مهندسی همان دیدگاه ۴۰ سال قبل است. در آینده این کمبود مهندسان خبره، تأثیر منفی بر اقتصاد کشور خواهد گذاشت. مهندسی حرفه‌ای با آفرینندگی همراه است. راه‌حل‌های هر مسئله ابتدا تصور می‌شود، سپس مدل می‌شوند و سرانجام ساخته می‌شوند و مورد آزمایش قرار می‌گیرند و این، نیاز به کسب مهارت خودراهبری دارد (Faiz, 2022). در واقع یادگیری خودراهبر به معنای برعهده گرفتن مسئولیت فردی ،به منظور شناسایی نیازمندی‌های فرایند یادگیری، تدوین اهداف یادگیری فردی و جستجوی منابع یادگیری به منظور درگیری در فعالیت‌های خودآموزی و خودارزشیابی مداوم یادگیری است (Yasmin et al., 2019). مهندسان دارای سطوح بالای یادگیری خود راهبر، یادگیرندگان فعالی هستند که علاقه زیادی به یادگیری دارند، از مهارت‌های حل مسئله استفاده می‌کنند، ظرفیت درگیر شدن در فعالیت‌های یادگیری مستقل را دارند و یادگیری خود را،به طور مستقل مدیریت می‌کنند (Schweder et al., 2021).

این سازه فرایندی فعال، ساختارمند و پردازشی است که با کمک آن، فراگیران اهداف آموزشی، شناخت، انگیزه و رفتارهای خود را تنظیم می‌نمایند و باعث می‌شود که یادگیرندگان، آنچه را که نیازمند یادگیری است، از طریق خودپیگیری، خودسازماندهی و خودانضباطی یاد بگیرند و خود را مسئول یادگیری خویش بدانند (Pacanowski et al., 2020; Kumar et al., 2021). لذا برای کمک به یادگیرندگان

1- Self-directed learning skills

در رشد مهارت یادگیری خود راهبر، استادان باید توانایی حل مسئله و نگرش‌های یادگیری دانشجویان را نظارت و حمایت کافی کنند و به آنها اجازه دهند تا بر اساس علایق یادگیری و کارآمدی فردی خود یاد بگیرند (Wong et al., 2021). یکی دیگر از سازه‌های تأثیرگذار در طرح "فرا"، اشتیاق تحصیلی[1] است که از عوامل مثبت در موفقیت تحصیلی دانشجویان به شمار می‌رود (Casuso-Holgado et al., 2013). اشتیاق تحصیلی، میزان انرژی است که یک دانشجو برای انجام فعالیت‌های تحصیلی خود صرف می‌نماید و در واقع، میزان اثربخشی و کارایی به‌دست‌آمده را نشان می‌دهد (Verner-Filion et al., 2020).

در واقع اشتیاق تحصیلی، یکی از مؤثرترین عوامل اثرگذار بر پیشرفت تحصیلی دانشجویان است (Verner-Filion et al., 2016; Lee et al., 2018; Rahimi et al., 2021; Halperin et al., 2021). این اصطلاح، سازه‌ای چندبعدی است که متشکل از مؤلفه‌های مختلف رفتاری، شناختی و انگیزشی است و نقش مهمی در پیشرفت و تعهد تحصیلی دانشجویان دارد و بیانگر نیرومندی رفتار و کیفیت هیجانی در درگیری فعال فرد در طی یک فعالیت است (Gremmen et al., 2018; Eriksen & Bru., 2023).

مطالعات نشان داده است مهندسانی که از لحاظ شناختی و هیجانی، اشتیاق بیشتری در یادگیری دارند، نسبت به مهندسانی که سطوح پایین‌تری از اشتیاق را دارند، رغبت بیشتری برای صرف وقت و تلاش کافی در تکالیف و فعالیت‌ها از خود نشان می‌دهند (Hamilton et al., 2022). همچنین، توجه و تمرکز بر افزایش احساسات مثبت، در نهایت از طریق سرمایه‌های روان‌شناختی و اشتیاق تحصیلی منجر به عملکرد تحصیلی بهتر خواهد شد و برای آن دسته از فراگیرانی که سطح علمی پایین‌تری داشتند، سرمایه روان‌شناختی ممکن است برای آنها پشتیبانی بیشتری در مدیریت زمان و بعداً پیشرفت تحصیلی آنها فراهم کند (Saman et al., 2021). افرادی که با اشتیاق برای ادامه تحصیل وارد دانشگاه می‌شوند، دانشگاه را به عنوان بخشی لذت‌بخش، معنادار و ارزشمند از زندگی خود، تجربه می‌کنند. این دانشجویان، ممکن است این اشتیاق اولیه را در تمام مدت تحصیلشان در دانشگاه حفظ کنند یا این اشتیاق ممکن است تغییر کند و تجارب و فرصت‌های جدیدی که دانشگاه به آنها می‌دهد، می‌تواند به علاقه آنها به تحصیل بیافزاید (Bélanger, 2020).

با توجه به اهمیت و نقش سرمایه‌های دانشی در پیاده‌سازی و توسعه اقتصاد دانش‌بنیان، به ویژه دانشجویان مهندسی و با توجه به تعداد زیاد دانشجویان در مقاطع مختلف، به ویژه تحصیلات تکمیلی، کاربست راهبردهای نوین در آموزش مهندسی، از جمله راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت، به عنوان فرصتی مهم در هدایت این سرمایه‌ها برای نقش‌آفرینی در اقتصاد دانشی کشور جهت دستیابی به اهداف ترسیم‌شده در اسناد بالادستی و تحقق شعارهای ملی از یک سو و تأکید پیوسته در سال‌های اخیر بر تولیدات داخلی با افزایش تحریم‌های ناعادلانه جهانی از سوی دیگر می‌تواند به مثابه راه‌حلی

1- Academic aspiration

کلیدی باشد. از طرفی، با توجه به اینکه تا کنون مطالعه‌ای در این زمینه برای دانشجویان، به ویژه دانشجویان رشته‌های مهندسی و در ادبیات پژوهشی داخل، به رشته تحریر درنیامده است، ضرورت چنین پژوهش‌هایی بیش از پیش احساس می‌شود. از این رو این پژوهش با هدف بررسی تأثیر تلفیق راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت بر یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی دانشجویان رشته مهندسی مکانیک دانشگاه اراک در درس مخازن تحت‌فشار انجام شده است که برای دستیابی این هدف فرضیه‌های پژوهش به شکل زیر تدوین شدند:

۱. تلفیق راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت باعث افزایش یادگیری خودراهبر دانشجویان رشته مهندسی مکانیک در درس مخازن تحتفشار می‌شود.
۲. تلفیق راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت باعث افزایش اشتیاق تحصیلی دانشجویان رشته مهندسی مکانیک در درس مخازن تحتفشار می‌شود.

۲. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از روش نیمه‌آزمایشی با طرح پیش‌آزمون و پس‌آزمون با گروه شاهد[1] استفاده شد. جامعه آماری شامل کلیه دانشجویان رشته مهندسی مکانیک دانشگاه اراک در سال تحصیلی ۴۰۲-۱۴۰۱ مشغول به تحصیل بودند، است. تعداد ۲۸ نفر از دانشجویانی که درس مخازن تحت‌فشار را در نیمسال دوم سال تحصیلی اخذ کرده بودند، به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند و سپس نمونه منتخب، به صورت تصادفی در قالب گروه‌های آزمایش (۱۴ نفر) و شاهد قرار (۱۴ نفر) قرار گرفتند. گروه آزمایش طی بیست‌وهشت جلسه، با استفاده از تلفیق راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت درس مخازن تحت‌فشار را در صنعت ماشین‌سازی آموزش دیدند و گروه شاهد به شیوه معمول (کلاس‌های سنتی دانشگاه) آموزش دیدند برای جمع‌آوری داده‌ها از پرسش‌نامه یادگیری خودراهبر (Fisher et al., 2013) و پرسش‌نامه اشتیاق تحصیلی (Gunuc & Kuzu., 2015) استفاده شد.

الف) پرسش‌نامه یادگیری خودراهبر فیشر و همکاران (Fishr et al., 2013)

برای سنجش یادگیری خودراهبر از پرسش‌نامه (Fishr et al., 2013)، ترجمه (Nadi et al., 2011) استفاده شد. این پرسش‌نامه دارای ۴۱ سؤال بود و بر اساس مقیاس پنج‌درجه‌ای لیکرت: ۱: کاملاً مخالفم تا ۵: کاملاً موافقم، تنظیم شد و دارای مؤلفه‌های یادگیری خودراهبر (خودمدیریتی، خودکنترلی، انگیزش در یادگیری) است. (Fishr et al., 2001)، ضریب پایایی پرسش‌نامه را به روش آلفای کرونباخ، برای کل مقیاس ۹۲/. به دست آوردند و این ضریب برای خرده‌مقیاس‌های خودمدیریتی، رغبت برای یادگیری و

1- Pretest-posttest design with control group

خودکنترلی به ترتیب ۰/۸۵، ۰/۸۴ و ۰/۸۳ گزارش شده است. همچنین در پژوهش (Behrouzi et al., 2013)، برای محاسبهٔ ضرایب پایایی، با استفاده از روش آلفای کرونباخ، به ترتیب برای مولفه‌های خودمدیریتی (۰/۷۶)، انگیزش در یادگیری (۰/۸۴)، خودکنترلی (۰/۳۱) و برای کل مقیاس (۰/۸۵) گزارش شده است. (Hosseinitabaghdehi et al., 2018) روایی صوری این پرسش‌نامه را با نظر متخصصان و صاحب‌نظران تأیید و پایایی آن را با روش آلفای کرونباخ ۰/۸۵ گزارش کردند. همچنین (Nadi et al., 2011) این پرسش‌نامه را اعتباریابی کردند و پایایی کل آزمون به روش آلفای کرونباخ را، ۰/۸۲ گزارش کردند.

ب) پرسش‌نامه اشتیاق تحصیلی گونیوس و کوزو (Gunuc et al., 2015)

پرسش‌نامه اشتیاق تحصیلی دانشجویان گونیوس و کوزو (Gunuc et al., 2015) دارای ۴۸ سؤال و ۶ مؤلفه ارزش‌گذاری (اشتیاق روان‌شناختی)، احساس تعلق (اشتیاق اجتماعی روان‌شناختی)، اشتیاق شناختی، روابط با هم‌سالان (اشتیاق عاطفی)، روابط با اعضای هیئت علمی (اشتیاق عاطفی) و اشتیاق رفتاری است و بر اساس مقیاس پنج‌درجه‌ای لیکرت: ۱: کاملاً مخالفم تا ۵: کاملاً موافقم، تنظیم شده است. دامنه امتیاز این پرسش‌نامه بین ۴۸ تا ۲۴۰ خواهد بود. هر چه امتیاز حاصل‌شده از این پرسش‌نامه بیشتر باشد، نشان‌دهنده میزان بیشتر اشتیاق تحصیلی خواهد بود و بالعکس. در پژوهش برقی ایرانی و همکاران (Barghi., 2020) روایی محتوایی و صوری و ملاکی این پرسش‌نامه، مناسب ارزیابی شده است و برای محاسبه پایایی، با استفاده از ضریب آلفای کرانباخ ضریب ۰/۷ برآورد شد. در این پژوهش با برای محاسبه پایایی از روش آلفای کرانباخ استفاده شد و ضریب ۰/۸۹ به دست آمد که نشان‌دهنده پایایی مناسب این ابزار است.

جدول ۱. پروتکل آموزش بر مبنای واقعیت: کسب مهارت طراحی مخازن تحت‌فشار با نگاه طراحی برای تجاری‌سازی

جلسه	هدف	مبانی/فناوری
جلسه اول و دوم (۴ ساعت)	اجرای پیش‌آزمون یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی محوریت با افراد مختلف با صنعت است: مشاهده بدون واسطه محصول در محیط واقعی، درک بهره‌برداری نهایی از محصول و در نهایت دریافت شهودی از محصول و فرایند طراحی و ساخت آن	فرایند جداسازی یادگیرنده از مفاهیم انتزاعی و روبه‌رو کردن یادگیرنده با محصول نهایی و کاربرد نهایی آن و از بین بردن هر گونه ترس و ابهام یادگیرنده در یادگیری مبانی نظری مربوط. بر این اساس، یادگیری برخی جزئیات پیچیده و برخی فرضیات ساده‌کننده برای یادگیرنده، کاملاً قابل هضم است. باید دقت کرد، این اقدام به معنی تقدم تجربه بر تعلیم نیست. اگر چه بحث اینکه ابتدا آشنایی با مبانی تئوری مهم است و سپس تجربه محیط واقعی یا بالعکس، به خصوص در حوزه‌های فنی، قابل بحث است، اما در اینجا فرد قبل از مواجه با تعلیم نوشتاری و مفاهیم صرف در محیط واقعی آن در داخل کشور، با امکانات کشور و با مجریان کشور روبه‌رو می‌شود و آموزش از آنجا با زبان قابل فهم و اجرا انجام می‌شود و به عبارتی، یک روش به روش‌های آموزش اضافه می‌شود نه آنکه اقدام بر آموزش پیشی گیرد.

ادامه جدول ۱

جلسه سوم و چهارم (۴ ساعت) یک جلسه در کلاس و یک جلسه در محیط واقعی	آماده‌سازی دانشجویان برای حضور مستمر در صنعت: آموزش چگونگی استفاده از منابعی چون کتاب‌درسی، معیارها، فیلم‌ها و رسانه‌های موجود در اینترنت، (ویدئو، کتاب و عکس و...)، محیط کارگاه و افراد تجربی موجود در محیط واقعی طراحی مخزن	مدرس درس خود را به عنوان راهبر یادگیری و مدیریت دانش جهت رسیدن به هدف مطالعه درس معرفی می‌کند و الزامات این راهبری و مدیریت را به عنوان قواعد برگزاری کلاس‌ها معرفی می‌نماید. این در حالی است که در روش سنتی، استاد صرفاً نقش یک مدرس را برعهده داشته است و مدیریت از درون، جایگزین مدیریت از بیرون می‌شود که به همراهی دانشجویان و ایجاد انگیزه می‌انجامد. این راهبر، مسئولیت توانمندسازی دانشجویان در حل مسئله واقعی را برعهده دارد. البته با توجه به واقعیت نظام آموزشی، این فرایند به صورت کاملاً تدریجی وارد نظام آموزشی می‌شود. این بدان معنی است که استاد، به صلاح‌دید خود، هر مقدار از درس را که علاقه دارد یا هر فصلی را که علاقه دارد، به این سبک اجرا می‌نماید. بالطبع در این فرایند، وزن آموزشی فصول و مسائل فصول یکسان نیست و فصل مورد نظر، وزن بیشتر و مسائل انتزاعی آن، با مسائل واقعی جایگزین می‌شوند. تشریح استفاده از روش‌های آموزشی جدید و مؤثر، مانند فیلم‌های آموزشی، هوش مصنوعی، استفاده از تلفن همراه و... نه تنها در کلاس ممنوع نیست بلکه چون به فرایند یادگیری کمک می‌کند، کاملاً به رسمیت شناخته می‌شود.
جلسه پنجم و ششم	درک حضوری از فرایند طراحی و ساخت مخازن تحت‌فشار و روش‌های حل مسئله	تأکید فراگیری مبانی و مباحث طراحی و ساخت مخزن از منظر عملی در شرکت طراحی و ساخت مخازن به منظور ایجاد دانش طراحی مخازن در دانشجویان با هدف توانمندسازی دانشجویان در طراحی مخازن حضور دانشجویان در محیط واقعی طراحی و ساخت مخازن ضمن بهره‌مندی از مزایای دو روش SituatedLearning و Flipped Learning هیچ‌یک از آنها نبوده چراکه خود مبانی جدیدی در آموزش دارد که توانمندی‌های نرم‌افزاری ضروری، مانند خلاقیت، نوآوری، برقرار ارتباط، کارگروهی را در آموزش فراهم می‌نماید. بر این اساس مزیت این روش بر Situated Learning آن است که آموزش در یک شرکت تخصصی و با هدف اینکه دانشجویان بتوانند مسئله تجاری آن مجموعه را حل نمایند، تشکیل می‌شود و صرفاً در محیط قرار گرفتن نیست و علاوه بر این Flipped Learning نیست، زیرا کار از صرف مسئله آغاز نمی‌شود بلکه از آموزشی خاص شروع می‌شود که با زبان مهارت و حرفه‌ای و کاملاً متمرکز و قابل لمس است. لازم به ذکر است که از آنجاکه زبان، زبان مهارت و فرد با هدف بهره‌مندی از توان دانشجو توضیح می‌دهد مزیت عمیق روش Flipped Learning را دارا است.
جلسه هفتم و هشتم	تشکیل کلاس در دانشگاه	آشنایی کلی با مبانی طراحی بر اساس Part۴ استاندارد ASME-SECVIII-DIVII : مروری کلی بر تئوری‌های حاکم بر روابط استفاده‌شده در استخراج فرمول‌های Part۴ استاندارد.

ادامه جدول ۱

		در این مرحله استاندارد به عنوان ابزاری است که به محتوای منابع درسی، جهتی مشخص داده و در حقیقت جای‌گرفتن محتوی قاعده‌مند صنعتی در محتوای درسی یا به عبارتی، روابط تجاری‌سازی‌شده تئوری‌های کلی حاکم بر روابط طراحی مخازن تحت‌فشار است.
جلسه نهم	تشریح روند طراحی مخازن تحت‌فشار در واحد صنعتی توسط پرسنل واحد صنعتی	روند طراحی مخازن توسط پرسنل فنی واحد صنعتی تشریح می‌گردد و استاد مربوط، پیشرفت کلاس را از طرف کارکنان واحد فنی و دانشجویان مدیریت و راهبری می‌نماید تا از مسیر اصلی خارج نگردد.
جلسه دهم و یازدهم	تشکیل کلاس در دانشگاه	اصول کلی طراحی مخازن تحت‌فشار و ارائه مباحث ریشه‌ای و عمیق مبانی فرمول‌هایی که در استاندارد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این خصوص باید چند نکته را مد نظر قرار داد: وجه تمایز یک یادگیرنده دانشگاهی که قرار است هم بتواند مشکلاتی را که تاکنون حل نشده است، حل نماید و هم در صورت نیاز، با نوآوری علمی تولید علم نماید با یک کارگر یا کاردانی حرفه‌ای در تحلیل و استفاده، با تکیه بر مبانی روابط است. تا با حفظ محدودیت‌ها در زمان مقتضی، تغییر در روند طراحی دهد. در این خصوص لازم است ضمن تسلط بر مبانی مورد استفاده در استخراج روابط استاندارد با تمرکز بر مبانی مورد نیاز موضوع دوره آنها را فرا بگیرد. در این خصوص هم باید مبانی مهم از قلم نیفتد و هم از بازگو نمودن و مهم‌تر حل هر مسئله غیر نیاز خودداری نمود.
جلسه دوازدهم	طرح مسئله مرتبط با سرفصل دروس از طرف واحد صنعتی	مسئله طراحی مخزن و یا توسعه طراحی مخازن تحت‌فشار توسط پرسنل فنی واحد صنعتی مطرح می‌گردد و عوامل مورد نیاز طراحی تعیین می‌شود و در عمل، دانشجویان برای حل مسئله اصلی آماده می‌شوند. استاد درس پس از ارائه مسائل از واحد صنعتی، مسائل مرتبط با سرفصل درس را انتخاب کرده و مسیر، منابع، نرم‌افزارها و سایر ابزارهای لازم جهت حل مسئله صنعتی را به دانشجویان ارائه می‌کند
جلسه سیزدهم و چهاردهم	تشکیل کلاس در دانشگاه	اکنون زمان کنار هم چیدن مبانی نظری مخازن تحت‌فشار و نیز تجاری‌سازی‌شده این مبانی در کنار یکدیگر جهت حل اصولی مسئله‌ای است که شرکت مورد نظر به صورت واقعی با آن روبه‌روست و باید با کنار هم قرار دادن مبانی تئوری و استفاده از استاندارد تمرین، یادگیری، تحقیق (هم با معنای سنتی آن که تحقیق است و هم تحقیقات میدانی از افراد تجربی)، دانشجویان را در زمینه طراحی مخزن به موفقیت رساند. استاد درس به تدریس سنتی و معمول در تدریس طراحی مخازن تحت‌فشار می‌پردازد اما در تمامی مراحل طراحی مسئله‌ای با مجهولات جدید که در برخی موارد جدید بودن برای خود

ادامه جدول ۱

		مجموعه و گروه طراحی نیز جدید است، می‌رسد. به عبارتی تا کنون مباحثی مطرح می‌گردید که برای استاد درس و یا استاد تجربی کاملاً مشخص بود اما من‌بعد، مباحثی مطرح می‌شود که در برخی موارد هم برای استاد درس و هم برای استاد تجربی و هم برای دانشجو جدید است. البته که در این وضعیت، با سه سطح کاملاً متفاوت از آگاهی روبه‌رو هستیم. به عبارتی قطعاً توان پاسخگویی استاد درس و نیز استاد صنعتی به مراتب بیشتر از دانشجو است، اما مشخص است که برای حل مسئله جدید صرفاً دانش این دو گروه کافی نیست و قطعاً زاویه دید متفاوت دانشجو نسبت به موضوع برای حل مسئله و چالش مفید خواهد بود. در این میان ارتباط هدفمند دانشجو، استاد و استاد صنعتی آموزش‌های صنعتی زیادی را فرا می‌گیرد.
جلسه پانزدهم	ادامه آموزش نرم‌افزار PV-Elite و استاندارد ASME SEC VIII DIV۱	آموزش به روش مسئله‌محور حل یک مسئله واقعی طراحی مخزن مطابق با دیتاشیت و مدارک فنی ارائه‌شده از طرف یک واحد صنعتی و مرتبط با سرفصل درس مراجعه به استاندارد لازم در حین طراحی با نرم‌افزار
جلسه شانزدهم	تشکیل کلاس در دانشگاه	مروری بر روابط طراحی قسمت‌های مختلف مخازن تحت‌فشار مشخص شود
جلسه هفدهم و هجدهم	تکمیل و تدقیق فرایند طراحی بر اساس استاندارد ASME SEC VIII DIV ۲	نرم‌افزارهای تخصصی جز لاینفک در طراحی‌های امروز است، به‌گونه‌ای که اجرای پروژه واقعی بدون استفاده از آنها مقدور نیست. در این خصوص لازم است، نرم‌افزار در زمان مناسب و در جایگاه صحیح خود مورد استفاده قرار گیرد. در این درس، استفاده از ASME SEC VIII DIV ۲ عملاً رسمیت دادن به آموزش و استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی موضوع به صورت مسئله‌محور و بر اساس پرتکل‌های استاندارد است. عملاً بر این اساس سرفصل و یادگیری نرم‌افزارها در خدمت توانمندسازی دانشجویان در کسب قابلیت طراحی است. در روند معمول دانشجویان نرم‌افزارها را بر اساس سرفصل‌های عمومی ازپیش‌تعیین‌شده و نه برای توانمندی مشخص در حوزه تخصصی یاد می‌گیرند. مشاهده واقعیت قبل از شبیه‌سازی در شبیه‌سازی واقعی و به دنبال کشیدن شبیه‌سازی برای طراحی بسیار مؤثرتر از آن است که ابتدا دانشجویان با اشکال شماتیک در نرم‌افزار آشنا شده و مجدداً، مانند روش سنتی ابتدا یک آموزش انتزاعی ببینند و سپس با واقعیت آشنا شوند.
جلسه نوزدهم	تشکیل کلاس در دانشگاه	مروری بر روابط طراحی قسمت‌های مختلف مخازن تحت‌فشار مشخص شود
جلسه بیستم و بیست و یکم	تشکیل کلاس در محل واحد صنعتی	بررسی روند پیشرفت مسئله و تجزیه و تحلیل آنها توسط استاد، کارکنان فنی واحد صنعتی و دانشجویان

ادامه جدول ۱

		بررسی روند پیشرفت پروژه‌های محول‌شده به دانشجویان بازدید از پروژه‌های اجراشده توسط واحد صنعتی
جلسه بیست و دو و بیست و سوم	تشکیل کلاس در دانشگاه	از آنجا که یکی از محصولات شرکت مورد نظر مخازن مکعبی غیر دایروی است، موضوع طراحی مخازن مکعبی مورد توجه قرار می‌گیرد
جلسه بیست و چهارم	تشکیل کلاس در دانشگاه	تشریح منظر طراحی بر اساس شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای. رویکرد اخیر رویکردی جدید در طراحی است. تاکنون استفاده از شبیه‌سازی عددی در طراحی نظام‌بخشی صحیح نمی‌گردید. به این معنی که دقیقاً شبیه‌سازی عددی در کجای طراحی قرار دارد. علاوه بر این رسمیت‌بخشی به شبیه‌سازی‌های عددی توسط استاندارد یک مسئله مهم است تا اولاً قابلیت طراحی ارتقا یابد و ثانیاً شبیه‌سازی عددی فرایندی مورد قبول استاندارد وجه قانونی می‌یابد. در حقیقت این فصل از درس، به‌کارگیری صحیح دروسی چون روش اجزای محدود استفاده می‌نماید.
جلسه بیست و پنجم	تشکیل کلاس در دانشگاه	تشریح منظر طراحی بر اساس شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای. رویکرد اخیر رویکردی جدید در طراحی است. تاکنون استفاده از شبیه‌سازی عددی در طراحی نظام‌بخشی صحیح نمی‌گردید. به این معنی که دقیقاً شبیه‌سازی عددی، در کجای طراحی قرار دارد. علاوه بر این رسمیت‌بخشی به شبیه‌سازی‌های عددی توسط استاندارد یک مسئله مهم است تا اولاً قابلیت طراحی ارتقا یابد و ثانیاً شبیه‌سازی عددی فرایندی مورد قبول استاندارد وجه قانونی می‌یابد. در حقیقت این فصل از درس به‌کارگیری صحیح دروسی چون روش اجزای محدود استفاده می‌نماید. (جلسه دوم)
جلسه بیست و ششم	حضور در واحد صنعتی و ارائه گزارش کامل پروژه اجرای پیش‌آزمون یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی	ایجاد تجربه برخورد با پروژه‌های صنعتی و واقعی و همچنین فرهنگ غالب بر آن و تحلیل و بررسی و ارزیابی دقیق آن بدون تعارف و با ایجاد حس مسئولیت برای پروژه‌های انجام‌شده

۳. یافته‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها در دو سطح توصیفی و استنباطی انجام شد. در سطح توصیفی از روش‌های آمار توصیفی شامل جدول فراوانی، نمودارها، شاخص‌های مرکزی (میانگین)، شاخص‌های پراکندگی (انحراف معیار) و در سطح استنباطی از تحلیل کوواریانس استفاده گردید. در این بخش ابتدا اطلاعات مربوط به آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار متغیرهای وابسته پژوهش) و بعد اطلاعات مربوط به آمار استنباطی در مورد متغیرها ارائه شده است.

جدول ۲. میانگین و انحراف معیار متغیرهای یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون دو گروه مورد مطالعه (n =۱۴)

متغیر	گروه	پیش‌آزمون		پس‌آزمون			آزمون تی همبسته	
		میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	میانگین تعدیل شده	اختلاف میانگین	T
یادگیری خودراهبر	مبتنی بر واقعیت	۱۰۸/۷۸	۱۵/۰۱	۱۱۷/۰۰	۱۴/۷۵	۱۱۶/۹۰	-۸/۲۱	-۱۳/۸۱**
	سنتی	۱۰۸/۵۷	۸/۲۷	۱۱۰/۷۱	۷/۹۸	۱۱۰/۸۱	-۲/۱۴	-۳/۲۰**
اشتیاق تحصیلی	مبتنی بر واقعیت	۱۶۰/۹۲	۲۴/۰۹	۱۷۲/۴۲	۲۷/۷۶	۱۷۱/۳۰	-۱۱/۵۰	-۷/۴۰**
	سنتی	۱۵۹/۰۰	۱۲/۸۷	۱۶۱/۸۵	۱۴/۰۵	۱۶۲/۹۸	-۲/۸۵	-۴/۲۶**

داده‌های جدول ۲، میانگین و انحراف معیار متغیرهای یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی را در ۲ گروه مورد مطالعه در ۲ مرحلهٔ پیش‌آزمون و پس‌آزمون را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج آزمون تی همبسته اختلاف میانگین بین دو مرحلهٔ اندازه گیری در هر دو گروه در هر دو متغیر با سطح معناداری ۰/۰۰۱ معنادار بود (p<۰/۰۱). با توجه به اینکه میانگین مرحلهٔ پس‌آزمون در هر دو گروه، بیشتر از مرحلهٔ پیش‌آزمون است، نتیجه گرفته می‌شود که هر دو روش آموزشی یادگیری مبتنی بر واقعیت و سنتی، در افزایش مهارت یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی دانشجویان رشته مهندسی مکانیک تأثیر مثبتی داشته است. برای تعیین اینکه تأثیر کدام راهبرد بیشتر بوده، لازم است از آزمون تحلیل کوواریانس استفاده شود که نتایج آن در جدول (۳) گزارش شده است.

با توجه به اینکه حجم نمونه در دو گروه مورد مطالعه برابر است، نیازی به بررسی مفروضه‌های طبیعی بودن و همگنی واریانس نیست چون تحلیل کوواریانس، زمانی که حجم نمونه در دو گروه مساوی باشد، در برابر این مفروضه‌ها مقاوم است (استدلال آماری در علوم رفتاری، شیولسون، ترجمهٔ کیامنش، ۱۳۹۷). مفروضهٔ همگنی شیب رگرسیون با استفاده از آزمون واریانس بررسی شد و برای متغیر یادگیری خودراهبر با (p =۰/۶۱، $F_{2,22}$ =۰/۵۱) و برای متغیر اشتیاق تحصیلی با (p =۰/۳۶، $F_{2,22}$ =۱/۰۷) تأیید شد. نتایج آزمون باکس برای بررسی ماتریس کوواریانس متغیرهای وابسته در بین گروه آزمایش و شاهد نیز نشان داد که ماتریس کوواریانس متغیرهای وابسته در دو گروه برابر نیست. (Box M= 10.16, F=3.10, P≤ 0.025). در نتیجه برای مقایسهٔ ترکیب خطی متغیرهای وابسته در دو گروه مورد مطالعه از آزمون اثر پیلایی استفاده شد. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری نشان داد که بین دو گروه مورد مطالعه در ترکیب خطی یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی تفاوت معناداری وجود دارد (Pillai's Trace = ۰/۷۶، F= ۳۶/۸۱، p= ۰/۰۰۱).

جدول ۳. نتایج تحلیل کوواریانس چندمتغیری برای بررسی تأثیر یادگیری مبتنی بر واقعیت بر یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی

شاخص متغیر	منابع تغییر	مجموع مجذورات	درجه آزادی	میانگین مجذورات	F	سطح معناداری	مجذور ایتا (اندازه اثر)
یادگیری خودراهبر	اثر پیش‌آزمون	۳۲۰۸/۱۶	۱	۳۲۰۸/۱۶	۵۵۲/۷۴	۰/۰۰۳	۰/۳۲
	اثر گروه	۲۵۹/۳۴	۱	۲۵۹/۳۴	۴۴/۶۸	۰/۰۰۱	۰/۶۵
	خطا	۱۳۹/۳۰	۲۴	۵/۸۰	۹۵۶/۲۵	۰/۰۰۱	۰/۹۷
اشتیاق تحصیلی	اثر پیش‌آزمون	۱۱۷۶۸/۲۰	۱	۱۱۷۶۸/۲۰	۳۹/۲۷	۰/۰۰۱	۰/۶۲
	اثر گروه	۴۸۳/۲۵	۱	۴۸۳/۲۵			
	خطا	۲۹۵/۳۶	۲۴	۱۲/۳۱			

بر اساس نتایج جدول ۳، می‌توان گفت که تفاوت بین دو گروه مورد مطالعه در متغیر یادگیری خودراهبر با (F=۴۴/۶۸ و P<۰/۰۰۱) و اشتیاق تحصیلی با (F=۳۹/۲۷ و P<۰/۰۰۱) معنادار است. بر اساس میانگین‌های تعدیل‌شده (جدول ۳) میانگین تعدیل‌شدهٔ گروه تحت آموزش قرارگرفته با راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت در هر دو متغیر به نسبت روش سنتی بیشتر بود. بنابراین می‌توان گفت که فرضیه پژوهش تأیید شده است. به عبارت دیگر اختلاف تأثیر راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت نسبت به روش سنتی بر یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی دانشجویان رشته مهندسی مکانیک معنادار بود. تأثیر راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت بر متغیرهای یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی به ترتیب ۶۵ و ۶۲ درصد بود.

۴. بحث

در عصر حاضر انتقال از اقتصاد مبتنی بر تولید به اقتصاد دانش‌بنیان، به ویژه در کشورهای در حال توسعه اهمیت زیادی پیدا کرده است (Rehman et al, 2021). یکی از مولفه‌های کلیدی برای تحقق اقتصاد دانش‌بنیان، نیروی انسانی، به ویژه سرمایه‌های انسانی دانشگاهی هستند. پژوهش‌های زیادی، تأثیر سرمایه انسانی دانشی را بر رشد اقتصادی بررسی کرده‌اند که نشان‌دهنده نقش سرمایه‌های دانشگاهی بر رشد اقتصادی است (Ngepah et al, 2021). در این میان، یکی از این سرمایه‌های کلیدی، دانشجویان، به ویژه در دانشجویان رشته‌های مهندسی هستند. در طول ۲۰ سال گذشته نیز حفظ و موفقیت علمی دانشجویان مهندسی، به عنوان موضوعی مهمی در میان متخصصان حوزه آموزش مهندسی مطرح بوده است چراکه این افراد می‌توانند تأثیر عمیقی بر اقتصاد دانشی و نهایتاً ارتقای رفاه کشورها داشته باشد (President's Council of Advisors on Science and Technology, 2012). این در حالی است که در کشور ما، برخی شواهد حاکی از این امر است که آموزش مهندسی بیشتر معطوف به تربیت مهندسانی است که با علم به مبانی نظری، برای کار در حیطه‌های تئوری آمادگی داشته است و لزوماً پاسخگویی

به نیازهای فنی و مدیریتی صنعت ملی نیستند (Razavi, 2012) تا جایی که رتبه ایران در رتبه‌بندیهای معتبر بین‌المللی در تربیت مهندس به جایگاه سوم تا پنجم ارزیابی می‌شود! به گزارش مجمع جهانی اقتصاد در فهرست نام‌های ۱۰ کشوری را که بیشترین فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی را در سال ۲۰۱۵ میلادی داشته‌اند، جمهوری اسلامی ایران در رتبه سوم دیده می‌شود. بر اساس این آمار که منبع آن «مجمع جهانی اقتصاد ۲۰۱۵» و «یونسکو» ذکر شده است، روسیه با ۴۵۴۴۳۶ فارغ‌التحصیل در رتبه نخست قرار دارد. پس از آن ایالات متحده آمریکا با ۲۳۷۸۲۶ فارغ‌التحصیل قرار دارد و سپس ایران با ۲۳۳۶۹۵ نفر در رتبه سوم است. ژاپن با ۱۶۸۲۱۴ نفر در رتبه چهارم قرار دارد.

از این رو لازم است زمینه‌های لازم برای برقراری تعامل دانشگاهیان با واحدهای فعال اقتصادی فراهم شود زیرا این تعامل می‌تواند زمینه‌ساز آموزش مهارت‌های مورد نیاز در فضاهای شغلی و همچنین فراهم آوردن زمینه‌های نوآوری در مسیرهای شغلی باشد. از طرفی یکی از چالش‌های نظام آموزش عالی، اشتغال‌زایی در سال‌های آینده است که سهم فارغ‌التحصیلان دانشگاهی از جمعیت بیکار کشور رو به افزایش است. در این بین یکی از آسیب‌پذیرترین بخش‌های نظام آموزش عالی، آموزش عالی مهندسی است که با مشکل هماهنگ نبودن تعداد دانش‌آموختگان با بازار کار مواجه است (Zarghami et al., 2022).

از این رو این پژوهش با هدف بررسی تأثیر راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت (برگرفته از طرح آموزش برای آینده) بر یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی دانشجویان رشته مهندسی مکانیک دانشگاه اراک انجام شد. در راستای این هدف، فرضیه زیر تدوین شد:

راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت باعث افزایش یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی دانشجویان رشته مهندسی مکانیک در درس مخازن تحت‌فشار می‌شود.

نتایج جدول ۲، نشان داد تفاوت بین دو گروه مورد مطالعه در متغیر یادگیری خودراهبر با (F=۵۸/۰۸ و P<۰/۰۰۱) و اشتیاق تحصیلی با (F=۵۹/۸۲ و P<۰/۰۰۱) معنادار است. بنابراین می‌توان گفت که فرضیه پژوهش تأیید شده است. به عبارت دیگر اختلاف تأثیر راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت نسبت به روش سنتی، بر یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی دانشجویان رشته مهندسی مکانیک معنادار بود. تأثیر راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت بر متغیرهای یادگیری خودراهبر و اشتیاق تحصیلی به ترتیب ۶۲ و ۶۳ درصد بود. یافته اول پژوهش نشان داد که راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت باعث افزایش اشتیاق تحصیلی دانشجویان رشته مهندسی مکانیک شده است.

در تبیین این یافته می‌توان گفت که یکی از دلایل افزایش اشتیاق تحصیلی دانشجویان برای حضور در محیط‌های یادگیری مبتنی بر واقعیت، این است که در این محیط‌ها، زمینه لازم برای دانشجویان با هدف یکپارچه‌سازی دانش، مهارت و نگرش فراهم می‌شود و از این طریق به شایستگی‌های لازم برای حضوری فعال در محیط‌های شغلی واقعی مجهز می‌گردد. از این رو دانشجویان قادر خواهند بود تا در

این محیط‌ها (که یک فرصت آماده‌سازی شغلی است)، دانش و مهارت‌های مورد نیاز را به محیط کاری خود انتقال دهند که این امر به نوبه خود، باعث افزایش اعتمادبه‌نفس و اشتیاق تحصیلی آنها می‌شود و به آنان در برنامه‌ریزی برای آینده کاری، توسعه اهداف حرفه‌ای دانشجویان، ارزیابی نقاط ضعف و قوت فرد در محیط کار، بروز دانش اختصاصی مختص آن شغل و مهارت، ارتباط بین الزامات شغلی و مهارت‌های علمی و ارتقای شایستگی‌های آنها کمک می‌کند (Karami et al., 2021).

در تبیین این یافته می‌توان گفت که راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت، به دانشجویان اجازه می‌دهد دانش را از طریق تجربه، درک واقعیت‌ها به شکل ملموس و تعامل و مشارکت با دیگران کسب کنند (Liyanawatta et al., 2022). به عبارت دیگر این راهبرد بر این نکته تأکید دارد که دانشجویان از طریق درگیر شدن در فعالیت‌های واقعی و عملی، انگیزه پیدا می‌کنند (Jones et al., 2021). بنابراین نقش مهمی در اشتیاق تحصیلی دانشجویان دارد، به‌گونه‌ای که بعد از مصاحبه با دانشجویان، به این نکته اشاره داشتند از طریق این راهبرد، آنها توانستند دانش نظری خود را در زندگی واقعی به کار ببرند و موقعیت‌های واقعی را از طریق غوطه‌وری معنادار در عمل تجربه کنند.

یافته دیگر پژوهش نشان داد که راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت، بر یادگیری خودراهبر دانشجویان رشته مهندسی مکانیک تأثیرگذار است. در تبیین این یافته نیز می‌توان گفت که راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت دارای ویژگی‌هایی است که به خودراهبر بودن دانشجویان در یادگیری کمک می‌کند. برای مثال، بعد از اینکه دانشجو در محیط واقعی حضور پیدا کرد و با چالش‌ها و مسائل واقعی مواجه شد، معرفی منابع اطلاعاتی از سوی استاد و ارائه مطالب آموزشی، به صورت دقیق‌تر برای حل مسائل شروع خواهد شد و پشتیبانی از دانشجو از طریق روش داربست‌زنی و ارائه بازخورد اثربخش، تحقق اطلاعات مکمل را موجب می‌گردد. همچنین می‌توان گفت، آن چه که لازمه یک محیط مسئله‌محور است، در یک محیط یادگیری مبتنی بر واقعیت به طور کامل و واقعی برای دانشجویان فراهم می‌شود و دانشجویان در طی دوره حضور در صنعت، امکان دستکاری بر این محیط واقعی را دارند، به طوری که با مسائل واقعی، به طور کاملاً آگاهانه درگیر می‌شوند و محیط مشارکت و همکاری میان دانشجویان، فرصت شکل‌گیری استدلال و تفکر خلاق را فراهم می‌سازد تا از انعطاف‌پذیری یک محیط یادگیری واقعی، یادگیری معنادار را برای خود رقم بزنند و این موضوع، خود تحقق اصل کاربست را در سلسله‌مراتب هدف‌های آموزشی بلوم، نشان خواهد داد.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در جمع‌بندی یافته‌های پژوهش می‌توان گفت، چالشی که در نظام آموزشی وجود دارد این است که از یک طرف دانشگاه‌ها در نحوه تعامل با صنعت مسئله دارند که چگونه و بر چه اساسی تعاملات با صنعت را شکل دهند تا جریان‌های مستمر انتقال دانش حفظ شود و دغدغه دانشگاه در تأثیرگذاری خود

حفظ شود و از طرف دیگر، صنعت از پاسخگو نبودن دانشگاه به نیازهای علمی خود گله‌مند و گاهی در خصوص توانمندی یا تمایل دانشگاه برای حل مسائل خود مردد است. این در حالی است که دانشگاه از همکاری نکردن صنعت در قالب فعالیت‌های علمی و حمایت از پژوهش‌ها، رضایت کافی ندارد (Farahi et al., 2020). بنابراین می‌توان گفت که طرح دانشگاه آینده (راهبرد تدریس مبتنی بر واقعیت) با هدف برقراری ارتباط اثربخش بین دانشگاه و صنعت می‌تواند تا حدودی شکاف ناشی از فقدان ارتباط مطلوب بین این دو نهاد را از بین ببرد زیرا یکی از بهترین محیط‌هایی که می‌توان دانشجویان را با تکالیف اصیل و واقعی مواجه ساخت، تلفیق محیط‌های مبتنی بر واقعیت در آموزش مهندسی است. در این محیط‌ها با طراحی یادگیری‌های مبتنی بر یک مسئله و یا پروژه عملی، دانشجویان نه تنها به طور واقعی با مسائل دنیای واقعی مواجهه می‌شوند بلکه با تفکر انتقادی و استدلال، دست به خلاقیت و حل مسئله می‌زنند. دانشجویان در این محیط، با مسائل و موضوعاتی روبه‌رو هستند که پاسخ‌های نامشخص دارد و مهارت لازم و پیش‌نیاز را برای تفکر می‌آموزند. از طرفی می‌توان گفت که احساس تملک دانشجو نسبت به مسئله و هدف یادگیری در محیط‌های یادگیری مبتنی بر واقعیت، به نوعی باعث ایجاد یادگیری معنادار می‌شود و انگیزه و اشتیاق آنان را برای حل مسئله افزایش می‌دهد. این محیط‌های مبتنی بر واقعیت، افراد را با چالش‌های شناختی روبه‌رو می‌سازد که با آن چه در یک محیط واقعی وجود دارد، همسان است و برای حل این چالش‌های شناختی علاوه بر استاد درس، استادکار صنعت نیز حضور دارد و می‌تواند به صورت عملی در حل این تعارض‌ها به دانشجو کمک نماید. بنابراین در این طرح، هم‌زمان علم و عمل مورد تأکید قرار می‌گیرد تا دانشجویان رشته‌های مهندسی بتوانند شایستگی‌های مورد نیاز برای کارکردن در صنعت را کسب نمایند و به انتقال یادگیری دست پیدا نمایند.

از جمله محدودیت‌های این پژوهش این بود که چون این راهبرد برای اولین‌بار در ایران مطرح شده است، هیچ گونه پیشینه پژوهشی مرتبطی در این زمینه وجود نداشت. همچنین فرهنگ‌سازی و توجیه اعضای هیئت علمی دانشکده فنی و مهندسی برای استفاده هدفمند از طرح دانشگاه آینده، زمان‌بر بود و در ابتدا با مقاومت برخی از استادان مواجه بود که در جلسات مختلف، گفتمان‌سازی به خوبی انجام شد. پیشنهاد می‌شود در قالب پژوهشی کیفی و در قالب روش پدیدارشناسی، بازنمایی ادراک و تجارب زیسته دانشجویان دانشگاه اراک از تدریس مبتنی بر واقعیت، مورد بررسی قرار گیرد چرا که انجام چنین پژوهشی می‌تواند مکمل این پژوهش باشد. همچنین در ادامه، پیشنهادهای کاربردی و سیاستی برای نظام آموزش عالی در حوزه مهندسی، ارائه شده است:

۱. با توجه به یافته اول پژوهش، در خصوص تأثیر تدریس مبتنی بر واقعیت بر اشتیاق تحصیلی و یادگیری خودراهبر در دانشجویان رشته مهندسی مکانیک، پیشنهاد می‌گردد که این طرح، در سایر رشته‌های مهندسی نیز، اجرا گردد و اثربخشی آن مورد بررسی قرار گیرد و در صورت افزایش کیفیت

یادگیری، معاونت آموزشی برای کاربست این روش توسط استادان، مشوق‌های مالی و غیرمالی جهت برانگیختن اعضای هیئت علمی و دانشجویان برای مشارکت منظم در جلسات تدریس مبتنی بر واقعیت را در دستور شورای آموزشی قرار دهد.

۲. همچنین یافته دوم پژوهش نشان داد که این روش، باعث توسعه یادگیری خودراهبر دانشجویان می‌شود. در این زمینه پیشنهاد می‌شود با توجه به تغییر در روش‌های یادگیری دانشجویان نسل جدید، تغییر در رویه‌های ارزشیابی استادان توسط دفتر نظارت، ارزیابی و تضمین کیفیت دانشگاه صورت گیرد، به گونه‌ای که به جای تأکید بر سنجش کیفیت ورودهای آموزشی، به ارزشیابی خروجی‌محور و پیامدمحور توسط اعضای هیئت علمی و گروه‌های آموزشی تأکید شود.

۳. با توجه به یافته اول پژوهش، مبنی بر تأثیر مثبت روش تدریس مبتنی بر واقعیت بر اشتیاق تحصیلی دانشجویان، پیشنهاد می‌شود یکی از مولفه‌های اساسی در ارزیابی عملکرد سالانه مدیران گروه‌های آموزشی و اعضای هیئت علمی، تأکید بر میزان جذب دانشجویان در پروژه‌های صنعتی از طریق کاربست رویکردهای نوین آموزشی، از جمله تدریس مبتنی بر واقعیت در نظر گرفته شود.

۴. با توجه به یافته اول و دوم پژوهش، پیشنهاد می‌شود شاخص تدریس مبتنی بر واقعیت، به عنوان یکی از شاخص‌های مهم در انتخاب استاد سرآمد آموزشی، در دستور کار معاونت آموزشی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری قرار گیرد.

References

- Banks, L., & Kay, R. (2022). Exploring flipped classrooms in undergraduate nursing and health science: a systematic review. *Nurse Education in Practice*, 103417.
- Barana, A., Marchisio, M., & Sacchet, M. (2021). Interactive feedback for learning mathematics in a digital learning environment. *Education Sciences*, *11*(6), 279.
- Barghi Irani, Z., Begian Koole Marzi, M. J., Moradi, A., & Nejati, N. (2020). Confirmatory factor structure and psychometric characteristics of multidimensional student engagement scale (SES). *Educational and Scholastic Studies*, *8*(2), 113-142. [in Persian].
- Behrouzi, N., Shogabi, M., Mehrabizadeh honarmand, M., & Maktabi, G. (2013). A study of the relationship of self directed learning with life satisfaction and academic performance of female students. *Journal of Educational Scinces*, *20*(1), 155-170. [in Persian].
- Bélanger, C., & Ratelle, C. F. (2021). Passion in university: The role of the dualistic model of passion in explaining students' academic functioning. *Journal of Happiness Studies*, 22, 2031-2050.
- Bosman, L., & Fernhaber, S. (2018). Applying authentic learning through cultivation of the entrepreneurial mindset in the engineering classroom. *Education Sciences*, *9*(1), 7.
- Caroca, J., Bruno, M., & Aldunate, R. (2016). Situated learning based on virtual environment for improving disaster risk reduction. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, *12*(4).
- Casuso-Holgado, M. J., Cuesta-Vargas, A. I., Moreno-Morales, N., Labajos-Manzanares, M. T., Barón-López, F. J., & Vega-Cuesta, M. (2013). The association between academic engagement and achievement in health sciences students. *BMC Medical Education,* 13(1), 1-7.
- Chen, H. M., Liu, H. Y., & Chao, S. Y. (2021). The effects of web-based situational learning on nursing students'

transfer of learning in clinical practice. *Nurse Education Today*, 105, 105052.

- Čubela, D., Rossner, A., & Neis, P. (2023). Using problem-based learning and gamification as a catalyst for student engagement in data-driven engineering education: A report. *Education Sciences*, *13*(12), 1223.
- Eriksen, E. V., & Bru, E. (2023). Investigating the links of social-emotional competencies: emotional well-being and academic engagement among adolescents. *Scandinavian Journal of Educational Research,* 67(3), 391-405.
- Faiz, J. (2023). Challenges of higher education in engineerning fields. *Iranian Journal of Engineering Education,* 25(100), 129-143[in Persian].
- Farahi, M. M.., & Bige Nasr Abadi, F. (2020). University and industry: From contracting relationships to strategic partnerships; Provide a model of strategic roles in university-community relations. *Quarterly Journal of Research and Planning in Higher Education* , Twenty-sixth Year No. 1 (95, Spring 2020), p. 97 [in Persian].
- Gremmen, M. C., Van den Berg, Y. H., Steglich, C., Veenstra, R., & Dijkstra, J. K. (2018). The importance of near-seated peers for elementary students' academic engagement and achievement. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 57, 42-52.
- Gunuc, S., & Kuzu, A. (2015). Student engagement scale: development, reliability and validity. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *40*(4), 587-610.
- Halperin, O., & Regev, O. E. (2021). Predicting academic success based on perseverance and passion for long-term goals (grit) among nursing students: Is there a cultural context? *Nurse Education Today*, 100, 104844.
- Hamilton, K., Ng, H. T. H., Zhang, C. Q., Phipps, D. J., & Zhang, R. (2021). Social psychological predictors of sleep hygiene behaviors in Australian and Hong Kong university students. *International Journal of Behavioral Medicine*, *28*, 214-226.
- Hosseinitabaghdehi, L., & Salehi, M. (2018). Relationship between self-directed learning and self-efficacy of students with the mediator role of information literacy. *Information and Communication Technology in Educational Sciences*, *8*(8(31)), 21-45. [in Persian].
- Hu, X., Goh, Y. M., & Lin, A. (2021). Educational impact of an augmented reality application for teaching structural systems to non-engineering students. *Advanced Engineering Informatics*, *50*, 101436.
- Jones, O., Meckel, P., & Taylor, D. (2021). Situated learning in a business incubator: Encouraging students to become real entrepreneurs. *Industry and Higher Education*, *35*(4), 367-383.
- Karami, M., Mohamadzadeh, A., & Jafari Sani, H. (2021). Analysis of the current situation and identification of alternative approaches to internship learning environments in engineering curricula of Ferdowsi University of Mashhad. *Iranian Journal of Engineering Education*, *23*(91), 55-72. doi: 10.22047/ijee.2021.252421.1786. [in Persian].
- Kumar, J., Singh, A. K., & Buyya, R. (2021). Self directed learning based workload forecasting model for cloud resource management. *Information Sciences*, 543, 345-366.
- Lee, J., & Durksen, T. L. (2018). Dimensions of academic interest among undergraduate students: passion, confidence, aspiration and self-expression. *Educational Psychology*, 38(2), 120-138.
- Liyanawatta, M., Yang, S. H., Liu, Y. T., Zhuang, Y., & Chen, G. D. (2022). Audience participation digital drama-based learning activities for situational learning in the classroom. *British Journal of Educational Technology*, *53*(1), 189-206.
- Memarian, H. (2011). Accreditation process of Iran's engineering education programs. *Iranian Journal of Engineering Education*, 13)50(, 31-61 [In Persian]
- Moradi, R., Fazeli, M., & Hosseini, M. (2021). *Analyzing and identifying the components of future learning environments and presenting a proposed framework for optimizing mobile learning in the post-corona era. The Second National Mobile Learning Conference in the Age of Corona and Post-corona*, Allameh Tabatabai University. [In Persian]
- Morris, T. H., & Rohs, M. (2021). Digitization bolstering self-directed learning for information literate adults–A systematic review. *Computers and Education Open*, 2, 100048.
- Morris, T. H., & Rohs, M. (2023). The potential for digital technology to support self-directed learning in formal

education of children: A scoping review. *Interactive learning Environments*, *31*(4), 1974-1987.

- Mosayebi, A., Ghorbani, S. , & Masoomi, B. (2020). Applying fuzzy delphi and best-worst method for identifying and prioritizing key factors affecting on university-industry collaboration. *Decision Science Letters*, 9)1(, 107-118. [in Persian].
- Nadi M A, Sadjadian I. (2011).Validation of a Self- directed learning readiness scale for medical and dentistry students. *Iranian Journal of Medical Education*; 11 (2) :174-182. [in Persian].
- Ngepah, N., Saba, C. S., & Mabindisa, N. G. (2021). Human capital and economic growth in South Africa: A cross-municipality panel data analysis. *South African Journal of Economic and Management Sciences*, *24*(1), 1-11.
- Pacanowski, C. R., & Levitsky, D. A. (2020). Self-weighing and visual feedback facilitates self-directed learning in adults who are overweight and obese. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 52(4), 369-376.
- Pinto, E. B., & Fernandes, G. (2021). Collaborative R&D the key cooperation domain for university-industry partnerships sustainability–position paper. *Procedia Computer Science*, *181*, 102-109.
- Rahimi, S., & Vallerand, R. J. (2021). The role of passion and emotions in academic procrastination during a pandemic (COVID-19). *Personality and Individual Differences*, 179, 110852.
- Razavi, S A .(2012). Designing effective environments for learning comple topics: Expert discussion on the application of educational design in engineering education, *The Second Conference on Engineering Education With a View to the Future* . [in Persian].
- Rehman, W. U., Degirmen, S., & Waseem, F. (2021). Propensity for and quality of intellectual capital divulgence across the BRICS banking sector: A knowledge-based perspective from emerging economies. *Journal of the Knowledge Economy*, 1-28.
- Resident's council of advisors on science and technology (PCAST). (2012). *Engage to excel: Producing one million additional college graduates with degrees in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: Autho.
- Saman, A., & Wirawan, H. (2021). Examining the impact of psychological capital on academic achievement and work performance: The roles of procrastination and conscientiousness. *Cogent Psychology*, 8(1), 1938853.
- Schweder, S., & Raufelder, D. (2021). Needs satisfaction and motivation among adolescent boys and girls during self-directed learning intervention. *Journal of Adolescence*, 88, 1-13.
- Shahraki, M. R., & Haghani, F. (2022). Determining the effective factors in engineering education and predicting the increase of academic years with multi-criteria decision making and data mining approach (Artificial Neural Network). *Iranian Journal of Engineering Education*, *24*(93), 51-66. doi: 10.22047/ijee.2022.265728.1812. [in Persian].
- Tseng, F. C., Huang, M. H., & Chen, D. Z. (2020). Factors of university–industry collaboration affecting university innovation performance. *The Journal of Technology Transfer*, *45*, 560-577.
- Verner-Filion, J., & Vallerand, R. J. (2016). On the differential relationships involving perfectionism and academic adjustment: The mediating role of passion and affect. *Learning and Individual Differences*, 50, 103-113.
- Verner-Filion, J., Schellenberg, B. J., Holding, A. C., & Koestner, R. (2020). Passion and grit in the pursuit of long-term personal goals in college students. *Learning and Individual Differences*, 83, 101939.
- Wong, F. M. F., Tang, A. C. Y., & Cheng, W. L. S. (2021). Factors associated with self-directed learning among undergraduate nursing students: A systematic review. *Nurse Education Today*, 104, 104998.
- Yasmin, M., Naseem, F., & Masso, I. C. (2019). Teacher-directed learning to self-directed learning transition barriers in Pakistan. *Studies in Educational Evaluation*, 61, 34-40.
- Zarghami, H. R., Jafari, M., & IzadKhah, S. (2022). Identifying, prioritizing and evaluating the degree of adaptability of the skills required by industrial engineering graduates to enter the labor market. *Majallah-i Amuzih-i Muhandisi-i Iran*, *23*(92), 7-162.

دکتر رحیم مرادی: دکتری تخصصی فناوری آموزشی از دانشگاه علامه طباطبائی و استادیار گروه علوم تربیتی در دانشکده علوم انسانی دانشگاه اراك و دارای بیش از ۴۰ مقاله در نشریات داخلی و خارجی و همچنین تألیف و ترجمه بیش از ۴ جلد کتاب هستند. از افتخارات ایشان می‌توان به استاد سرآمد آموزشی دانشگاه، دانشجوی نمونه کشوری، استادیار جوان طرح کاظمی آشتیانی بنیاد نخبگان، پژوهشگر برتر کشوری و عضویت در بنیاد ملی نخبگان اشاره کرد.

دکتر مجتبی ذوالفقاری: دانشیار گروه مهندسی مکانیک دانشگاه اراک هستند. ایشان طراح، سازنده و توسعه‌دهنده بزرگ‌ترین دستگاه فریز دراپر دارویی کشور و نخبه علمی و بنیان‌گذار شرکت دانش‌بنیان تکوین آزمایش پارسه در دانشگاه اراک است. همچنین ایشان از طرف وزیر علوم، تحقیقات و فناوری، به عنوان مجری طرح دانشگاه امیدآفرین و پیشران اقتصاد دانش‌بنیان انتخاب شده است. هم اکنون ریاست دانشگاه اراک را برعهده دارند.

دکتر اسماعیل قادری‌فر: دارای کارشناسی مهندسی مکانیک ساخت و تولید از دانشگاه صنعتی مالک اشتر، کارشناسی ارشد MBA گرایش بازاریابی بین‌الملل از دانشگاه گیلان و دکتری مدیریت فناوری از دانشگاه علامه طباطبائی هستند. رئیس مرکز توسعه فناوری‌های راهبردی معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری؛ مدیرکل حمایت و پشتیبانی امور پژوهش و فناوری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و مدیرکل تجاری‌سازی فناوری معاونت علمی و فناوری از افتخارات ایشان است.

ناصر میقانی: دانشجوی رتبه برتر دکتری رشته مکانیک در دانشگاه صنعتی اراک و فارغ‌التحصیل از همان دانشگاه در مقطع کارشناسی ارشد. ایشان مدیر تحقیق و توسعه شرکت دانش‌بنیان فراتوسعه کیاسا و دارای ۱۸ سال تجربه در زمینه طراحی مخازن تحت‌فشار، درب‌های سریع‌بازشو و انواع شیرآلات صنعتی در حوزه نفت و گاز، طراحی و ساخت و تجاری‌سازی بیش از ۱۵ محصول تحریمی و راهبردی در کشور و مشاور فنی شرکت‌های دانش‌بنیان صنعتی هستند.

فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و ششم، شماره ۱۰۱، بهار ۱۴۰۳، صص.۱۲۸-۱۰۷

شناسایی مؤلفه‌های محیط یادگیری شخصی شده در آموزش مهندسی با فناوری هیبریدموک

فاطمه شرزه‌ئی[۱]، نازیلا خطیب زنجانی[۲]، مرجان معصومی‌فرد[۳]، محمدرضا سرمدی[۴] و نصیبه پوراصغر[۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۸/۲۱ ، تاریخ پذیرش ۱۴۰۲/۱۱/۳۰

DOI: 10.22047/ijee.2024.424972.2026

چکیده: سرعت رشد و تغییر دانش در رشته های مهندسی، منجر به احساس نیاز به رویکردهای جدید شده است. نظریه ارتباط‌گرایی با قرار دادن یادگیرنده در مرکز یادگیری و ارائه تعریف جدیدی از یادگیری، این مشکل را مرتفع کرده است. موک‌ها، براساس این نظریه، تجربه موفقی بوده‌اند. اخیراً پژوهشگران، هیبریدموک‌ها را با ترکیب خاصیت توزیع پذیری ایکسموک‌ها و خاصیت شبکه‌ای سیموک‌ها، برای کسب مهارت‌های آزاد معرفی و نتایج مثبتی را ارائه داده‌اند. برای دستیابی به هدف پژوهش که شناسایی مؤلفه‌های محیط یادگیری شخصی شده در آموزش مهندسی با فناوری هیبرید موک می‌باشد، با روش تحلیل محتوای کیفی، مؤلفه‌ها در سیموک‌ها و ایکسموک‌ها، بررسی گردید. بدین منظور از جامعه آماری پژوهش‌های الکترونیکی مرتبط، ۴۱ پژوهش داخلی و خارجی به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شد. سپس داده‌ها، با مصاحبه با ۷ نفر از صاحبنظران این حوزه، به اشباع نظری رسید. پس از آن داده‌ها تحلیل کیفی و مضامین مرتبط کدبندی و مقوله‌های خودآموزی، خودانگیزشی، خودراهبری، شخصی‌سازی، ارزش‌سنجی ارتباط، ایجاد تقویت و حذف ارتباط و بسترشبکه اجتماعی در دو گروه استقلال فردی و شبکه‌سازی بدست آمدند.

واژگان کلیدی: هیبریدموک، یادگیری تطبیقی، یادگیری شخصی شده، ارتباط‌گرایی، آموزش مهندسی

۱- دکترای برنامه‌ریزی آموزش از دور، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) sharzehee49@yahoo.com
۲- دکترای برنامه‌ریزی آموزش از دور، دانشیار دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. n.khatibzanjani@pnu.ac.ir
۳- دکترای برنامه‌ریزی آموزش از دور، دانشیار دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. massoumifard@pnu.ac.ir
۴- دکترای فلسفه تعلیم و تربیت، استاد دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. sarmadi@pnu.ac.ir
۵- دکترای برنامه ریزی آموزش از دور، استادیار دانشگاه پیام نور، تهران، ایران . npourasghar1@pnu.ac.ir

۱. مقدمه

درعصر حاضرکه توسعه اطلاعات به سهولت انجام گرفته و دسترسی عمومی به آنها با سرعت و دقت بیشتری امکان پذیر شده، توجه به شیوه‌های بدیع و فناورانه یاددهی-یادگیری از ضروریات زندگی در جوامع صنعتی می‌باشد. با توجه به اهمیت شغل‌های حوزه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات برای ایجاد قدرت اقتصادی و توانایی هرکشور در سازگاری با تغییرات فناوری، توجه به این رشته‌ها در سطح جهان بسیار ضروری است (Nazarzadeh Zare, 2023). یادگیری سنتی دیگر به تنهایی پاسخگوی نیازهای یادگیرندگان امروزی نیست چراکه نمی‌تواند همسو و همگام با تحولات عمل کند و اصلاحات لازم را بر روش‌های یادگیری اعمال نماید. باید دید چه تغییراتی در روش‌های سنتی لازم است تا بستر مناسب، برای یادگیری در عصر دیجیتال و فنآوری فراهم شود (Taghavi Nasab et al., 2016). این امر در رشته‌های مهندسی که یادگیرندگان از سطح هوش نسبتاً بالاتری برخوردار هستند و معمولاً با تکنولوژی‌های روز آشنایی بیشتری دارند، اهمیت بیشتری دارد. برای سازگاری مناسب با این تغییر، باید استراتژی‌های جدید و رویکردهایی را ترسیم و اجرا کرد که یادگیرنده را در مرکز قرار داده و از دانشجویان برای توسعه مهارت‌ها حمایت کرد (Casiraghi et al., 2021). دانشجویان تا چند دهه قبل، تحصیلات عمومی را به پایان می‌رساندند و وارد حرفه‌ای می‌شدند. این روند اغلب یک عمر طول می‌کشید زیرا توسعه اطلاعات کند بود. امروزه دانش به طور تصاعدی در حال رشد است. عمر دانش اکنون با ماه و سال سنجیده می‌شود. دانشمندان یکی ازچالش‌های امروزه راکاهش سریع نیمه عمر دانش یعنی زمانی که دانش به دست می‌آید تا زمانی که منسوخ می‌شود، می‌داند. نیمی از آنچه امروز شناخته شده است ۱۰ سال پیش شناخته شده نبود. میزان دانش در جهان در ۱۰ سال گذشته دو برابر شده است و طبق گزارش انجمن آموزش و اسناد آمریکا هر ۱۸ ماه دو برابر می‌شود. برای مبارزه با کاهش نیمه عمر دانش، سازمان‌ها مجبور شده‌اند روش‌های جدیدی را برای به کارگیری آموزش توسعه دهند (Siemens, 2017). در جوامع امروزی با پیشرفت فناوری در زمینه‌های مختلف، سرعت دانش، بنا به نظر زیمنس، پاشنهٔ آشیل نظریه‌های یادگیری موجود است. در یادگیری متناسب با متن و زمینه، محیط یادگیری نسبت به عملکرد کلاس، کل‌نگرانه و سیستمی عمل می‌کند، به نحوی که همه اجزا وعناصر موجود با هم در نظر گرفته می‌شوند و به شبکه‌های مختلف ارتباطی و یادگیری توجه می‌گردد. کنترل محیط از حالت متمرکز و سلسله مراتبی به سمت شبکه‌ای بودن هدایت می‌شود ونظارت کنندگان و برنامه‌ریزان هم خود جزئی از این شبکه واقع می‌گردند. در ساختارشکنی حالت جدید، محیط یادگیری تنها به دنبال حذف وضعیت موجود نیست؛ بلکه درصدد تغییرات منعطف و به روز است. محیط یادگیری با حذف حواشی و زواید اضافی غیرمرتبط به یادگیری از محتوانگری صرف، دور می‌شود و به سمت استفاده از ابزارها و سایر محیط‌های غنی و متنوع یادگیری خواهد رفت. دیگر یادگیری تنها در درون یادگیرنده رخ نمی‌دهد بلکه به سمت فرایندهای تبادل اطلاعات کشیده می‌شود

و یادگیرنده دارای توانایی مشارکتی می‌گردد. در این جا یادگیری به نتایج توجه نخواهد کرد بلکه به صورت امری مداوم و مستمر در طول زمان شکل خواهد گرفت که هر قسمت از این فرایند می‌تواند نتیجه یادگیری باشد. ابزار کنترل درونی اهمیت می‌یابد و تلاش می‌شود که یادگیرنده به این مهارت مجهز شود (Taghavi Nasab, 2016). یک چالش واقعی برای هر نظریه یادگیری، فعال کردن دانش شناخته شده در نقطه کاربرد است. همانطور که دانش به رشد و تکامل خود ادامه می‌دهد، دسترسی به آنچه که مورد نیاز است، مهمتر از چیزی است که یادگیرنده در حال حاضر دارد. زیرا توانایی ما برای یادگیری آنچه برای فردا نیاز داریم و اتصال به منابع برای برآوردن نیازها به یک مهارت ضروری تبدیل می‌شود. یادگیری بر اتصال مجموعه‌های اطلاعاتی تخصصی متمرکز است. همانطور که نحوه کار و عملکرد افراد با استفاده از ابزارهای جدید تغییر می‌کند، حوزه آموزش مهندسی هم تحت تأثیر ابزارهای جدید یادگیری و هم تغییرات محیطی در معنای یادگیری می‌باشد. نظریه ارتباط‌گرایی، بینشی در مورد مهارت‌های یادگیری و وظایف مورد نیاز برای شکوفایی دانشجویان در عصر دیجیتال فراهم می‌کند (Siemens, 2017). ارتباط‌گرایی به عنوان پاسخی نه به دیجیتالی شدن، بلکه به کمبود نظریه آموزشی در عصر حاضر مطرح شد. در این راستا، ارتباط‌گرایی با تعریف مجدد اینکه چگونه به دانش فکر می‌کنیم؛ چگونه یادگیری رخ می‌دهد؛ زمانی که می خواهیم یاد بگیریم چه کاری انجام دهیم و چگونه یادگیری ارائه و ارزیابی می شود؛ یک مبنای تجربی برای درک آموزش و یادگیری، ارائه می‌کند (Downes, 2022). طبق نظریه ارتباط‌گرایی، یادگیرنده به صورت یک گره از شبکه و یادگیری به صورت فرایند شکل‌دهی به شبکه‌ها انجام می‌گردد. به بیان دیگر «دانش و شناخت در میان شبکه‌ای از افراد و فناوری توزیع شده و یادگیری فرایند مرتبط کردن، رشد دادن و هدایت این شبکه‌ها با یکدیگر است.» نظریه ارتباط‌گرایی معتقد است که محیط‌های یادگیری، محیط‌های پیچیده و آشوب وار هستند که هرگز نمی‌توان آنها را به یک مدل مکانیکی تقلیل داد (Rezaei et al., 2016). بر مبنای این نظریه، در طول سال‌های اخیر، شبکه‌های اجتماعی برخط رشد فوق العاده‌ای داشتند که به انقلاب محیط یادگیری آموزش عالی کمک کرده است. دوره‌های برخط باز و انبوه (موک‌ها) اکنون در آموزش برخط، شبکه‌های باز یادگیری خودگردان را فراهم می‌کنند. آنها یک روند مداوم در نوآوری دارند که با یادگیری از دور و برخط آغاز شده و با هدف ارائه آموزش با کیفیت برای فراگیران در حال پیشرفت هستند (Mohamad et al., 2021). براساس تعریف دیکشنری آکسفورد، موک به «دوره تحصیلی رایگان ارائه شده از طریق اینترنت به تعداد زیادی از افراد» گفته می‌شود (Parry, 2013). همچنین (Gaebel, 2014) دوره‌های برخط باز انبوه را به صورت «دوره‌های برخط بدون الزامات رسمی ورود، محدودیت مشارکت و رایگان» تعریف می‌کند (Rezaei et al., 2016). موک، یکی از فنآوی‌هایی است که می‌تواند به خوبی امکانات تعاملی را درآموزش از دور فراهم کند. (Jimoyiannis et al., 2021) مطالعه‌ای در مورد طراحی و اجرای سریع موک برای حمایت از معلمان آموزش ابتدایی و متوسطه در یونان برای استفاده از

ابزارهای برخط در آموزش از دور در طول همه گیری کرونا انجام داده است. او نشان داد که معلمان با توجه به نتایج و دستاوردهای خود، از نظر توانایی اعمال شیوه‌های آموزشی برخط در کلاس‌های از راه دور خود رضایت دارند. اکثر شرکت کنندگان معتقد بودند که موک محیطی کارآمد برای افزایش دانش پداگوژی و مهارت‌های طراحی آموزش الکترونیکی لازم برای ارائه آموزش از راه دور در طول همه گیری کرونا است. در دوره گذشته، دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی نشان دادند که می‌توانند نقش مهمی را در ایجاد رویکردهای نوین ایفا کرده و از امکانات موک‌ها استفاده کنند زیرا که ثابت شده وسیله انعطاف پذیر مهمی بوده‌اند (Casiraghi et al., 2021). داونز نخستین و رایج ترین طبقه‌بندی را به منظور تمایز بین موک‌های ارتباط‌گرا و آنچه پلتفرم‌های رایج مانند ادکس و کورسرا ارائه می‌دادند، آنها را به دو دسته کلی تقسیم می‌کند. یک دسته موک‌هایی هستند که در آنها یادگیری به‌صورت شبکه‌ای بوده و یادگیرندگان در آن تشویق می‌شوند تا با شرکت فعالانه در رسانه‌های اجتماعی، ویکی‌ها و وبلاگ‌ها با دیگر اعضا ارتباط برقرار کنند و درنتیجه دانش را خودشان بسازند. این دسته موک‌ها که بر مبنای نظریه یادگیری ارتباط‌گرایی ارائه می‌شوند اصطلاحاً سیموک[1] نامیده می‌شوند و دسته دیگر ایکسموک‌ها[2] هستند که بیشتر شبیه کلاس‌های متداول اما به صورت مجازی است، در این نوع از موک یادگیری معمولاً به‌صورت فردی بوده و برای افرادی مفید است که نیازی به مدرک ندارد و صرفاً از روی علاقه و نیاز خاص در این دوره‌های رایگان و مقرون به صرفه شرکت می‌کند. داونز برای تمایزِ این دو نوع موک از یکدیگر حروف c و x را به نام موک افزود (Rezaei et al., 2016). نسل اول سیموک‌ها و نسل دوم ایکسموک‌ها اکنون توسط نسل سوم اچ موک‌ها[3] یا موک‌های هیبریدی دنبال می‌شوند (Bozkurt et al., 2018). یکی از امکاناتی که این فناوری‌های نوین یادگیری الکترونیکی فراهم نموده‌اند، امکان بهره‌گیری از ابزارهای تعامل چندگانه و پویا برای تدریس و یادگیری بوده که در راستای بازنمایی، ارتباط، مشارکت، خلاقیت و مواردی مانند آن قابل استفاده هستند. هیبریدموک‌ها دارای فضای مجازی گفتگو هستند که در آن فراگیران می‌توانند بحث‌ها و پرسش‌های خود را طرح و با دیگر فراگیران بحث کنند و بدین صورت امکان تعامل بین فراگیران فراهم می‌شود. چنین است که یادگیری درهیبریدموک‌ها برخلاف نسل‌های پیشین یادگیری الکترونیکی، سبب درگیری فعال فراگیر می‌شود (Jemni et al., 2017). در بررسی انواع موک‌ها در پژوهش‌های ایرانی در قیاس با مطالعات جهانی به مبحث موک‌های ترکیبی و هیبرید موک‌ها بسیار محدود و ناچیز پرداخته شده است. از آنجا که هیبریدموک‌ها، فناوری‌های نوینی هستند که در پژوهش‌های خارجی مؤثر شناخته شده‌اند؛ لازم است که استفاده از آنها در ایران نیز مورد بررسی قرار گیرد (Sharzehee et al., 2023).

در هیبریدموک‌ها که بر اساس نظریه ارتباط‌گرایی طراحی شده‌اند، یادگیرنده باید یک عنصر فعال

1- cMOOC 2- xMOOC 3- hMOOC

بوده و خود شبکه یادگیری را بر مبنای خصوصیات و نیازهای خودش طراحی و شخصی‌سازی کند. علاوه بر نظریه ارتباط‌گرایی، نظریات یادگیری دیگری نیز بر یادگیری شخصی شده تأکید کرده‌اند که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود.

زیمنس که از پایه‌گذاران نظریه ارتباط‌گرایی است، در کتاب «فهم دانش» الگویی را با عنوان AEASI به منظور طراحی محیط‌های یادگیری ارتباط‌گرا در سطح کلان، برای سازمان‌ها و مؤسسات آموزشی، ارائه می‌دهد. وی معتقد است: «هرچند که بخش اعظم دانش ما را یادگیری‌های غیررسمی شکل می‌دهند، ولی با این حال نظریه و الگوی خاصی به‌منظور طراحی چنین محیط‌هایی وجود ندارد». بنابراین، او الگوی AEASI را به منظور طراحی محیط‌های یادگیری غیررسمی ارائه کرده و بیان می‌کند که جزئیات هر مرحله باید با توجه به موقعیت بررسی و تعیین شود. این الگو شامل پنج حیطة طراحی است که نام این الگو نیز از حروف ابتدایی این پنج حوزه گرفته شده و عبارت‌اند از:

۱. تحلیل و اعتباریابی[1]؛
۲. طراحی و پرورش زیست بوم و شبکه[2]؛
۳. چرخه دانش ویادگیری تطبیقی[3]؛
۴. بازبینی و ارزشیابی سیستم[4]؛
۵. عوامل تأثیرگذار[5].

در این الگو نیز همانطور که دیده می‌شود، بعد از آنکه منابع دانش، زیست‌بوم‌ها و شبکه‌ها توسعه یافتندو شکل گرفتند، هر یادگیرنده در زیست‌بوم باید یک برنامة دانش شخصی را متناسب با نیازهای خود ایجاد کند تا ماهیت دانش را برجسته کند. سازمان یادگیری باید محیطی را فراهم آورد که در آن فعالیت‌های شکل‌دهی به شبکه و زیست‌بوم برای هر فرد بتواند پرورش یابد. همچنین، این سازمان باید مهارت‌های (سواد دیجیتالی، شبکه‌ای و زیست‌بومی) کارکنان، مدیران و یادگیرندگان را به‌منظور عمل کردن در محیط جدید ارتقا دهد. در اصل می‌توان گفت که سازمان وظیفه دارد سلامت زیست‌بوم را با آماده کردن گره‌های موجود برای مشارکت سازنده تضمین کند و گامی در جهت سازگار کردن یادگیرندگان با دانش زیست‌بوم بردارد (Rezaei et al., 2022). بنابراین در الگوی زیمنس نیز یادگیری شخصی شده یکی از ارکان اصلی الگو می باشد که مؤلفه‌های آن باید مشخص و تبیین گردد.

۲. تعریف مسئله

در آموزش مهندسی، دوره‌هایی آزاد وجود دارد که در کنار دروس دانشگاهی، بیشتر مهارت و کاربردهای علوم دانشگاهی، آموزش داده می‌شود که امروزه به علت سرعت رشد دانش، شرکت در این دوره‌ها جزء

1- Analysis and validation
2- Ecology and network design and fostering
3- Adaptive learning and knowledge cycle
4- System review and evaluation
5- Impact factors

ضروریات کسب دانش برای دانشجویان مهندسی می‌باشد. برخی از این دوره‌ها به صورت الکترونیکی نیز برگزار می‌شود و دانشجویان مهندسی به علل مختلف از جمله کمبود وقت و تسلط بالا به فضای مجازی، این فرم از یاددهی- یادگیری را ترجیح می‌دهند. در این دوره‌ها که به ایکسموک معروف است نیاز است که امکاناتی فراهم گردد تا سطح تعاملات و در نتیجه سطح یادگیری بالا رود. به این منظور در پژوهش‌های جهانی از سیموک‌ها که دارای امکانات شبکه‌ای می باشد در کنار ایکسموک‌ها که دارای خاصیت توزیع پذیری هستند استفاده کرده و این موک ترکیبی را هیبرید موک نامیده و در اجرای آن به نتایج مثبتی دست یافتند. اما برای استفاده از هیبریدموک‌ها نیاز است این محیط‌های یادگیری طراحی شده که به اصطلاح زیست بوم یادگیری نامیده می‌شود؛ دارای خصوصیاتی باشد. مثلاً یادگیرنده برای یادگیری شخصی و شبکه‌سازی، ابتدا باید توانایی‌های فردی را جهت حفظ استقلال فردی در یادگیری کسب کرده، سپس امکان ایجاد ارتباط در شبکه‌های مختلف برایش میسر می‌گردد. این امر به مفاهیم موجود در سیموک که ساخت شبکه یادگیری است مرتبط می‌باشد. زیرا در نظریه ارتباط‌گرایی نیز، یادگیرنده باید پس از کسب توانایی‌های لازم، ارتباط‌های لازم را ایجاد کرده و آنها را ارزش‌سنجی کند و در صورت مفید بودن، آن ارتباط را حفظ کرده یا توسعه دهد. در غیر اینصورت آن گره یا عنصر و در نتیجه ارتباط ایجاد شده، از شبکه ارتباطی شخصی فرد خارج سازد. به عنوان یک نمونه کاربردی، در هر زیست بوم یادگیری، به یادگیرنده امکان جستجو و تعامل، برای یافتن منابع بیشتر داده می‌شود اما این شخص یادگیرنده است که باید از میان منابع مختلف، مقالات، بانک‌های اطلاعاتی، اشخاص و منابع مفید را انتخاب کند و در پوشه کاری خود به عنوان شبکه دانش شخصی خود ذخیره نماید و از آن به عنوان محتوای دانش برای یادگیری عمیق و خودشکوفایی بهره ببرد. طبق نظریه ارتباط گرایی او باید این منابع را مرتب ارزش‌سنجی‌کند و محتواهای قدیمی و غیرقابل استفاده را از دایره شبکه یادگیری خود خارج کند و همیشه به دنبال منابع جدید و مفید باشد. بنابراین برای اخذ بهترین نتیجه در آموزش مهندسی با فناوری هیبریدموک، به این سؤال می‌رسیم که محیط‌های یادگیری شخصی شده در آموزش مهندسی با استفاده از فناوری هیبریدموک، باید دارای چه مؤلفه‌هایی باشند؟

۳. پیشینه پژوهش

در زمان حاضر که ایکسموک‌ها به صورت گسترده مورد استفاده قرار گرفته‌اند، نیاز به تعامل در این نوع از موک‌ها به شدت احساس می‌شود و پژوهشگران به دنبال یافتن راه حل جدیدی برای این مشکل هستند. در این رابطه، (McMeans, 2021) بررسی کرد که چگونه طراحان آموزشی موک، رسانه‌های اجتماعی مناسب را به عنوان استراتژی‌های طراحی انتخاب می‌کنند؟ وی بیان کرد که انتخاب شبکه‌های اجتماعی به عنوان پلتفرم‌های ارتباطی با موک و نیاز به فضای مشارکتی برای تسهیل تعامل بین خود دانشجویان و با اساتید بدون هیچ هزینه‌ای برای دانشجو یا دانشگاه انجام می‌گیرد. در

زمینه فعالیت‌های کاربران در موک‌ها نیز پژوهش‌هایی انجام شده به عنوان مثال، (Huesman, 2019) تعامل همتایان در موک‌ها را برای پیشرفت حرفه‌ای مورد ارزیابی قرار داده و رابطه معناداری بین تعامل و نمره دوره و همچنین بین تکمیل ماژول و تکمیل دوره و همچنین پشتیبانی از هر سه قسمت در چارچوب یادگیری اجتماعی پیدا کرد. همچنین (Ponce et al., 2021) در پژوهش ادغام جامعه آموزشی در موک‌ها بیان کردند که دستیاران نقش مهمی در تجربه در دسترس بودن در موک‌ها دارند. هرروز سؤالات فراگیران را پاسخ داده و آماده گزارش‌دهی به کارکنان هستند. در ارتباط با معرفی و بکارگیری و تأثیر هیبریدموک‌ها نیز پژوهش‌هایی انجام گرفته است. از جمله، (García-Peñalvo et al., 2017) که در پژوهش خود با عنوان «مدل موک هیبریدی: برهم زدن مفهوم موک در تحصیلات تکمیلی» عناصر دو نسل از موک‌ها را به منظور ارائه مدل جدیدی که نیاز به راه حل‌های پیچیده تکنولوژی ندارد تحلیل کرده و بیان کردند هیبرید موک‌ها مزایای اجتماعی سی‌موک‌ها را با مزایای سازمانی ایکس‌موک‌ها ادغام می‌کنند. همچنین (Koskinen et al., 2021) در پژوهشی با طراحی یک هیبریدموک عنوان کردند که هیبریدموک‌ها ممکن است همکاری جهانی را در یک جامعه یادگیری حتی فراتر از آن دوره تقویت کند. این پژوهش، یک اقدام پژوهی بود که شامل چهار هفته یادگیری مستقل با ایکس‌موک، برای کمک به ایجاد یک مبنای دانش مشترک و دو هفته آموزش مشارکتی با یک سی‌موک بوده است. همچنین (Koutsakas et al., 2020) پیرامون یک هیبریدموک برنامه نویسی کامپیوتر در یونان در مقطع متوسطه، پژوهشی را انجام داده و دریافتند که نگرش دانش آموزان نسبت به موضوع، پس از مشارکت آنها دراین موک مثبت و استفاده از موک در آموزش متوسطه و برای آماده‌سازی آنها برای آموزش عالی، در موضوعات مرتبط با برنامه نویسی کامپیوتر مفید می‌باشد.

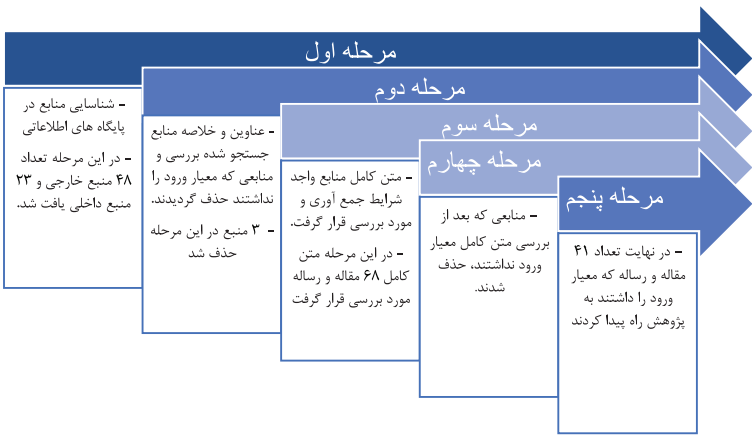
(Tomkins et al. 2019) نیز درک اثربخشی هیبریدموک با الگوی اجتماعی-رفتاری جمعی را بررسی کرده و اثربخشی مثبت یک هیبریدموک طراحی شده برای دانش آموزان متوسطه را نشان دادند. پژوهش‌هایی نیز در ارتباط با ارتقاء توانمندی‌های یادگیرندگان انجام گرفته است. به عنوان نمونه (Zhu, 2019) طراحی موک‌ها برای تسهیل یادگیری خودراهبر فراگیران را انجام داده و نشان داد که مربیان موک برای تسهیل خود نظارتی دانشجویان، از خودارزیابی، اجتماع یادگیری و خود اندیشی برای کمک به شناخت و فراشناخت آنها استفاده کردند و برای تسهیل خود مدیریتی، راهبردهایی مانند تعیین اهداف یادگیری و مدیریت زمان و منابع ارائه شد. (Bozkurt et al., 2018) در پژوهش «ربات معلم در هیبریدموک‌ها: تجربه ای پسا انسان گرایانه» نشان دادند که استفاده از ربات معلمان در افزایش تعامل در یک اجتماع یادگیری مؤثر است و می‌توان از آن به عنوان یک دستیار در فرایند یاددهی یادگیری استفاده کرد.

در پژوهش‌های داخلی، قریب به اتفاق پژوهش‌ها موک را به صورت کلی و یا به صورت ایکسموک مطرح کرده و در زمینه هیبریدموک، فقط موارد کمی یافت شد. اما تأثیر مثبت هیبریدموک‌ها در

پژوهش‌های خارجی تأیید شده و برخی از نیازهای یادگیرندگان مانند نیاز به تعامل توسط برخی از پژوهش‌ها مطرح گردیده، اما بطورکلی اینکه چه مواردی باید در یک محیط یادگیری وجود داشته باشد تا یادگیرندگان بتوانند در یک هیبرید موک یادگیری فردی و شخصی شده‌ای را برای خود داشته باشند، در هیچ یک از پژوهش‌ها دیده نشد.

۴. روش شناسی

برای نیل به اهداف این پژوهش، از تحلیل محتوای کیفی استفاده گردید. جامعه آماری، کلیه رساله‌های دکتری و مقالات علمی پژوهشی داخلی و خارجی در حوزه موک بودند که در سایت‌های ایرانداک، گیگالیب، مگیران، اس آی دی، اسپرینگر و ساینس دارکت در بین سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۲ میلادی و یا ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰هجری شمسی نمایه شده بودند و یا از طریق موتور جستجوی گوگل اسکالر دسترسی به آنها فراهم می‌شد. نمونه آماری، ابتدا شامل ۶ رساله دکتری و ۴۲ مقاله خارجی به زبان انگلیسی و ۵ رساله دکتری و ۱۸ مقاله داخلی، در مجموع ۷۱ پژوهش داخلی و خارجی بودند که به روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. نحوه انتخاب نمونه‌های آماری بدین صورت بود که پس از شناسایی منابع مورد نظر در پایگاه‌های اطلاعاتی تعداد ۴۸ منبع خارجی و ۲۳ منبع داخلی یافت شد. سپس عناوین و خلاصه منابع جستجو شده بررسی و منابعی که معیار ورود را نداشتند حذف گردیدند که در این مرحله نیز ۳ منبع حذف شد. در مرحله سوم متن کامل منابع واجد شرایط جمع آوری و مورد بررسی قرار گرفت که در این مرحله متن کامل ۶۸ مقاله و رساله مورد بررسی قرار گرفت و در مرحله بعد منابعی که بعد از بررسی متن کامل معیار ورود را نداشتند، حذف شدند. در پایان تعداد ۴۱ مقاله و رساله به تحقیق راه پیدا کردند. مراحل مختلف انتخاب هدفمند منابع را در شکل۱ می‌توان دید.



شکل۱. مراحل نمونه‌گیری هدفمند اسناد الکترونیکی

معیار ورودی پژوهش‌ها همان‌طورکه در جدول شماره ۱ نشان داده شده است؛ انتشار در پنج سال اخیر (۲۰۱۷ تا ۲۰۲۲ میلادی و یا ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰هجری شمسی)، انتشار به‌صورت الکترونیکی، مرتبط بودن با حوزه موک و انتشار در بانک‌های اطلاعاتی و مجلات معتبر است و معیار خروجی پژوهش‌ها نیز غیرآموزشی بودن؛ مثلاً بررسی پیاده‌سازی موک از دیدگاه فنی، نداشتن اعتبارعلمی کافی و یا عدم دسترسی به متن کامل آنها بود. بنابراین پژوهش‌هایی که دارای هر یک از این خصوصیات بودند از نمونه آماری خارج شدند.

جدول ۱.معیارهای انتخاب اسناد

نوع معیار	معیار
معیارهای ورودی	انتشار در پنج سال اخیر (۲۰۱۷ تا ۲۰۲۲ میلادی و یا ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰هجری شمسی)
	انتشار الکترونیکی
	مرتبط بودن با موضوع
	انتشار در بانک‌های اطلاعاتی و مجلات معتبر
معیارهای خروجی	غیرآموزشی بودن مثلاً بررسی پیاده‌سازی موک از دیدگاه فنی
	نداشتن اعتبارعلمی کافی
	عدم دسترسی به متن کامل پژوهش

بخش دوم جامعه آماری، متن مصاحبه‌های اخذ شده از متخصصان برنامه‌ریزی آموزش از دور و تکنولوژی آموزشی بود. برای انتخاب نمونه‌های آماری پژوهش از روش نمونه‌گیری هدفمند متوالی تا رسیدن به اشباع نظری استفاده شد.

جهت مصاحبه، از میان متخصصان آموزش از دور و تکنولوژی آموزشی افرادی به روش هدفمند انتخاب شدند که معیار ورود به پژوهش برای این افراد داشتن مدرک دکتری یا شغل مرتبط و معیار خروج از پژوهش عدم تمایل آنها به همکاری بود. از بین خبرگان، انتخاب نمونه به روش هدفمند انجام گرفت. از آنجا که هدف از مصاحبه، اکتشاف و توصیف عقاید و نگرش‌های مصاحبه شوندگان بود، با توجه به جدید بودن موضوع، مطالب و چارچوب اصلی از اسناد و مقالات الکترونیکی جمع آوری شد و برای تکمیل شدن کار، با انجام ۷ مصاحبه، داده‌ها به اشباع نظری رسیدند. برای تحلیل داده‌ها، ابتدا مقالات انتخاب شده، به نرم‌افزار مکس کیودا وارد و کدگذاری باز شده و داده‌های آنها استخراج و به وسیله ابزار جدول ارائه گردید. جهت بهره‌گیری از تجارب اساتید این حوزه، از ابزار مصاحبه نیمه‌ساختاریافته استفاده شد. متن مصاحبه‌ها به نرم‌افزار مکس کیودا وارد و در کنار اسناد و مقالات آنالیز و کدگذاری شده سپس مصاحبه بعدی انجام می‌شد. این روند تا زمانی که مصاحبه‌ها داده‌های جدیدی به پژوهش اضافه نکردند، تکرار شد. بنابراین برای تعیین تعداد مصاحبه‌ها، از روش گلوله برفی تا رسیدن به اشباع نظری استفاده شد زیرا تا جایی مصاحبه‌ها ادامه پیدا کرد که داده‌های جدیدی به

داده‌های پژوهش اضافه نمی‌شد و داده‌های کسب شده تکراری بودند. برای حصول اطمینان از روایی ابزار در بخش کیفی پژوهش و به‌منظور اطمینان خاطر از دقیق بودن یافته‌ها از نظرات اساتید آشنا با حوزه موک استفاده شد. همچنین برای حفظ صحت و اعتبار مصاحبه‌ها نکاتی در هنگام مصاحبه مورد توجه قرار گرفت. از جمله اینکه شرایط محیطی مناسب جهت تمرکز مصاحبه شوندگان تدارک دیده شد. مثلاً زمان و مکان مصاحبه از قبل با آنها هماهنگ شد تا عوامل منفی از جمله فشارها و مراجعات کاری در آن زمان به حداقل برسد. همچنین قبل از انجام مصاحبه، موضوع پژوهش نیز برای آنها تشریح شد تا پیش زمینه ذهنی برای پاسخ به سؤالات داشته باشند. برای اطمینان از دقت در انتقال مفاهیم، مصاحبه‌ها ضبط و درکوتاه‌ترین زمان ممکن فایل‌های ضبط شده، پیاده‌سازی و یا همزمان با مصاحبه، یادداشت برداری انجام شد. برای اطمینان از درک صحیح سؤالات، توضیحات لازم درخصوص نظریه ارتباط‌گرایی و الگوی زیمنس به صورت شفاهی ارائه شد. در صورتی که پاسخ مصاحبه‌شوندگان بیانگر عدم درک صحیح سؤال بود، توضیحات بیشتر به آنها ارائه شد. از آنجا که پایایی به سازگاری یافته‌های تحقیق اطلاق می‌گردد؛ برای سنجش پایایی از روش بازآزمایی برای ارزیابی ثبات کدگذاری پژوهشگر استفاده شد. بدین منظور از میان متن مصاحبه‌های انجام شده و اسناد چند مصاحبه به عنوان نمونه انتخاب و دوباره کدگذاری شدند. سپس کدهای مشخص شده در دو فاصله زمانی برای هر کدام از مصاحبه‌ها با هم مقایسه شدند که میزان تطابق آنها قابل قبول بود.

روش پژوهش، تحلیل محتوای کیفی مصاحبه متخصصان و مقالات و اسناد الکترونیکی بود و به این صورت انجام گرفت که ابتدا تمام متن مصاحبه‌ها و مقالات مرتبط گردآوری و به نرم‌افزار مکس کیودا منتقل شد. پس از آن تمام متون به دقت بررسی شده و مضامین مهم در حوزه‌های مختلف مشخص و برچسب گذاری شدند. پس از این کدگذاری باز، مضامین مشابه حول یک موضوع دسته بندی و کدگذاری محوری شدند و پس از آن نیز محورهای کدگذاری شده مشابه، انتخاب، دسته بندی و کدگذاری انتخابی شدند و بدین صورت مؤلفه‌های اصلی مشخص گردید. فرایند کدگذاری داده‌ها در جریان گردآوری داده‌ها به اجرا در آمد تا مشخص شود چه داده‌هایی در مرحله بعد باید گردآوری شود.

۵. نتایج تحقیق

به روش استقرایی کدهای باز جمع‌آوری شده، مشابهت یابی و دسته بندی شده و یک کد محوری به هر دسته از آنها اختصاص یافت. این عناوین عبارت بودند از: خودآموزی، خودانگیزشی، خودراهبری، شخصی‌سازی، ارزش‌سنجی ارتباط، ایجاد تقویت و حذف ارتباط و انتخاب بسترشبکه اجتماعی. پس از آن عناوین مشابه انتخاب و با برچسب مناسب کدگذاری انتخابی شدند که مقوله های اصلی با عناوین استقلال فردی و شبکه‌سازی را تشکیل دادند.

۱. استقلال فردی

در نظریه ارتباط‌گرایی یادگیرنده در مرکز یادگیری است و بنابراین باید از توانایی‌های خاصی برای برنامه‌ریزی یادگیری خود برخوردار باشد. این توانایی‌ها که بیانگر استقلال یادگیرنده است می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

الف-خودآموزی

یادگیرنده باید توانایی استفاده از منابع خودخوان را داشته باشد تا بتواند بدون تدریس معلم به یادگیری بپردازد. طراحی موک باید به گونه‌ای باشد که این خودآموزی را برای یادگیرنده تسهیل نماید. (Sargsyan, 2019) بر مؤثر ساختن آموزش، تنظیم محتوا و استراتژی تدریس با نیازها و ترجیحات فردی یادگیرنده تأکید کرده و تولید دروس تطبیقی یک دوره متناسب با نیازهای دانشجویان را بر اساس یک مدل ثابت قبل از مواجهه با آن توصیه می‌کند، سیستم‌هایی با تولید دروس پویا، یک دوره را مطابق با پیشرفت دانشجویان مشاهده و به صورت پویا بازسازی می‌کنند.

ب- خودانگیزشی

همچنین یادگیرنده باید از فنون انگیزشی نیز مطلع باشد تا در جریان یادگیری بتواند انگیزه خود را حفظ کند. طبق نظر (Zhu, 2019) انگیزه که شامل انگیزه ورود و انگیزه انجام تکالیف است، می‌تواند تلاش را از یادگیری و تحقق اهداف شناختی آغازکرده و در ادامه آن را حفظ کند. فراگیران باید خودانگیخته و خودراهبر باشند تا بتوانند سطح مشارکت خود را تعیین کنند.

ج- خودراهبری

یادگیرنده باید به مهارت خودراهبری آشنا باشد تا بتواند راهبردهای یادگیری را با توجه به سلیقه و علاقه خود انتخاب کرده و انجام دهد. مطابق نظر (Zhu, 2019) مهارت‌ها و توانایی‌های یادگیری خودراهبری (SDL) برای موفقیت دانشجویان در موک مهم هستند. برای تسهیل مدیریت خود دانشجویان، باید استراتژی‌هایی برای کمک به آنها در تعیین اهداف یادگیری و ارائه پشتیبانی برای مدیریت زمان و منابع توسط یادگیرندگان انجام شود. یادگیری خودراهبر به عنوان فرآیندی که فراگیران برای شناسایی خود آغاز می‌کنند شامل نیازهای یادگیری، تعیین اهداف یادگیری، شناسایی منابع یادگیری، انتخاب راهبردهای یادگیری مناسب و ارزیابی نتایج یادگیری می باشد. یک یادگیرنده خودراهبرکسی است که قادر به انضباط نفس و دارای درجه بالایی از کنجکاوی است. کسی که میل شدید به یادگیری یا تغییر و اعتماد به نفس دارد. کسی که می‌تواند از مهارت‌های اولیه مطالعه استفاده کند، زمان خود را سازماندهی کند، سرعت مناسبی برای یادگیری تعیین کند و برنامه‌ای برای تکمیل کار ایجاد کند. کسی

که از یادگیری لذت می‌برد و تمایل به هدف گرایی دارد. سه مرحله برای تقویت مهارت‌های خودراهبر وجود دارد که عبارتند از: ارائه آمادگی برای تجربه؛ توسعه سیستم‌های پشتیبانی از مشاوران برای کمک به شرکت کنندگان؛ واطمینان از قابل دسترس بودن وظایف خودراهبر.

د- شخصی سازی

پس از کسب فنون و مهارت‌های لازم، یادگیرنده باید نحوه یادگیری خود را تعیین کرده و تنظیمات سیستمی را به منظور استفاده، و برحسب ترجیحات و سلایق شخصی خود، معین کند. مثلاً برای خود تعیین کند که برای ارتباط با دیگر یادگیرندگان، اتاق‌های گفتگوی آنلاین را ترجیح می‌دهد یا گروه‌های مرتبط با موضوع موجود در شبکه‌های اجتماعی و یا وبلاگ‌ها و یا هر اجتماع برخط دیگر. او باید گزینه دلخواه خود را انتخاب و تنظیم کند. سیستم باید طوری طراحی شود که در این خصوص یادگیرنده را یاری کرده و امکان این انتخاب و تنظیمات آن را فراهم کند. مثلاً سیستم را می‌توان طوری طراحی کرد که با استفاده از هوش مصنوعی، مطابق عملکردهای قبلی هر یادگیرنده، سبک‌های یادگیری، علایق و سلیقه‌های هر شخص را یافته و محتواهای مناسب به او پیشنهاد دهد؛ مانند صفحات اینستاگرام که برحسب مشاهدات قبلی هر کاربر، پست‌ها و صفحات جدید به او معرفی می‌نماید. به عقیده (Sargsyan, 2019) اگر زمینه و ویژگی‌های فرد یعنی ساختارهای دانش، نیازهای ترجیحی و سبک‌های یادگیری او نادیده گرفته شود، ممکن است اصلاً یادگیری صورت نگیرد. (Rezaei et al., 2016) عقیده دارند که دوره‌های موک شخصی‌سازی شده، بر مبنای مفاهیمی همچون تفاوت‌های فردی بنا نهاده شده‌اند. استدلال آنها این است که دوره باید بر ویژگی‌های هر یک از یادگیرندگان منطبق باشد. این دوره‌ها معمولاً بر اساس سنجش پیوسته و جمع‌آوری داده‌های مختلف، از الگوریتم تطبیقی برای ارائه تجارب یادگیری شخصی استفاده می‌کنند.

۲. شبکه سازی

پس از کسب مهارت‌های استقلال فردی و شخصی‌سازی یادگیری، یادگیرنده باید به ساخت شبکه یادگیری خود اقدام کند. مثلاً اگر تصمیم به شرکت در اتاق‌های گفتگوی برخط را دارد. اتاق و گروه مورد نظر خود را انتخاب و در آن شرکت کند و مطالب مفید آن را و مشخصات افراد و اطلاعات لازم را در پوشه شخصی خود نگهداری کند.

الف- ارزش سنجی

پس از شرکت در اتاق‌های گفتگوی مختلف و شبکه‌سازی، باید به رشد و پرورش شبکه بپردازد. به این صورت که منابع اطلاعاتی را ارزش‌سنجی کرده و در صورت مفید بودن آن را تقویت کند و یا در صورت

مفید نبودن حذف نماید. همانطور که (Rezaei et al., 2016) می‌گویند طبق نظریه ارتباط‌گرایی تمامی گره‌های موجود در یک شبکه، ارزش صرف وقت و انرژی را ندارند و باید صرفاً گره‌های باارزش برای برقراری ارتباط گزینش شوند. مرتبط بودن به معنای درجه پیوندی است که یک منبع یا فعالیت، با نیازهای فرد دارد. هر چه این پیوند قوی‌تر باشد، به طور بالقوه با ارزش‌تر است. (Downes, 2022) بیان می‌دارد که در شبکه‌های اجتماعی می‌توان به بی‌واسطه‌گری مثل حذف سردبیران و ناشران، و هر مانعی ما بین گوینده و شنونده اشاره کرد. البته بی واسطه‌گری مستلزم حذف کامل همه موانع بین منبع و گیرنده نیست. تعدیل و کنترل جریان همیشه در شبکه‌ها مورد نیاز است. بدون نوعی میانجیگری، ما غرق در اطلاعات بیش از حد خواهیم شد. انتخاب بین کند کردن همه ارتباطات است، که ممکن است به ناکارآمدی منجر شود ویا فیلتر کردن ارتباطات، که مکانیسم‌هایی را برای تفسیر و دیدگاه ایجاد می‌کند. (Anders, 2015) عقیده دارد فعالیت واقعی سیموک‌ها در پست‌ها و نظرات ارائه شده در وبلاگ‌های مشارکتی، بحث‌های رسانه‌ای اجتماعی، چت‌های ویدیویی و سایر رویدادهای برخط صورت می‌گیرد. جزء کلیدی اکثر سیموک‌ها، اشتراک یک هشتگ است که فعالیت‌ها را در یک جریان مشترک در دسترس همه شرکت کنندگان جمع می‌کند. یاددهنده انتخاب مسیر و فرآیند یادگیری را به یادگیرنده واگذارده است. او در مورد یادگیری مذاکره می‌کند و تعیین می‌کند که چه چیزی و چگونه آموخته شود.

ب- ایجاد تقویت یا حذف ارتباط

در صورت مثبت بودن ارزش‌سنجی ارتباط‌ها توسط یادگیرنده، ارتباط حفظ و تقویت می‌شود اما در صورتی که ارتباط، منفی ارزشیابی شود، آن عنصر و ارتباطات حاصل از آن، از شبکه یادگیری خارج می‌گردد. (Farzan et al., 2019) عقیده دارند سه عملکرد شامل: جستجو در دوره، طبقه‌بندی دوره، دوره‌های من و اضافه کردن دوره آینده، باید در صفحه اصلی نمایش داده شود و شبکه‌های کوچک و بزرگی که در آن افراد در حال گفتگو هستند تعیین شوند. (Sargsyan, 2019) بیان می‌کند؛ در سیموک باید مسیرهایی را برای یادگیرندگان بزرگسال ایجاد کرد تا برای یادگیری از منابع مختلف اعتبار کسب کنند. سیستم‌های تطبیقی تلاش می‌کنند تا دانشجویان را زیر نظر بگیرند تا مراحل بعدی یادگیری را انتخاب کنند. مفهوم «پایان» توسط هر دانش‌آموز با توجه به تحصیلات و اهداف شغلی او متفاوت است. (Koskinen et al., 2021) نیز معتقدند برای اینکه شرکت کنندگان بتوانند یک جامعه یادگیری تشکیل دهند، باید احساس کنند که به یکدیگر دسترسی داشته و با دیگر فراگیران رابطه‌ای مانند احساس تعلق، وابستگی متقابل، اعتماد و ایمان به هدف جامعه را دارند. (Downes, 2022) اظهار می‌دارد رشد واقعی شبکه به طور کامل توسط فرد از طریق تمرین و مکانیزمی حاصل می‌شود که به دلیل آن عمل، آن شبکه را اصلاح می‌کند. (Anders, 2015) سیموک‌ها را تسهیل الگوهای نوظهور و خودسازماندهی

یادگیری مشارکتی می‌داند. یادگیری که از تعامل تعدادی افراد و منابع تشکیل می‌شود را تسهیل می‌کند، که در آن یادگیرندگان هم فرآیند و هم تا حدی مقصدهای یادگیری را سازماندهی و تعیین می‌کنند، که هر دو غیرقابل پیش بینی هستند. او سیموک‌ها را به عنوان ارائه دهنده سبکی از «یادگیری اضطراری» توصیف کرده که خود سازماندهی شده و معمولاً مشارکتی و باز بوده و توسط خود فراگیران ایجاد و توزیع می‌شود و حوزه‌های پیچیده، غیرقابل پیش‌بینی و در حال تکامل را درگیر می‌کند که منجر به کشف بی‌نظیر راه‌حل‌های انطباقی برای مشکلات موجود می‌شود که با ارتباط‌گرایی و سیموک‌ها، به ویژه با تأکید بر استفاده از اتصالات شبکه برای حل مشکلات و افزایش ظرفیت‌ها برای یادگیری خودگردان، ارتباط زیادی دارد. در سیموک‌ها منابع آموزشی در دسترس فراگیران قرار می‌گیرند، آنها هستند که دوره را برای خود می‌سازند، کنترل می‌کنند و از طریق تعامل با سایر فراگیران یادگیری را می‌سازند.

ج- انتخاب بسترشبکه اجتماعی

به جهت استفاده گسترده عموم مردم از شبکه‌های اجتماعی و آشنا بودن آنها با طرز استفاده و کاربرد آنها، انتخاب این شبکه‌ها در کنار ایکسموک می‌تواند بستر خوبی برای سیموک و گروه‌های مباحثه باشند. (McMeans, 2021) اظهار می‌دارند که طراحان آموزشی موک دانشگاهی، رسانه‌های اجتماعی مناسب را به عنوان رویکردهای طراحی انتخاب می‌کنند. انتخاب شبکه‌های اجتماعی به عنوان پلتفرم‌های ارتباطی با محتوای موک و نیاز به فضای مشارکتی برای تسهیل تعامل بین خود دانشجویان و دانشجویان با اساتید بدون هیچ هزینه‌ای برای دانشجو یا دانشگاه انجام می‌گیرد. (Koutsakas et al., 2020) در طراحی هیبریدموک، یک شبکه اجتماعی را برای آموزش غیررسمی (سیموک) در نظر گرفتند. (Koskinen et al., 2021) عقیده دارند جامعه یادگیرنده باید مکانی باشد که افراد در آن احساس راحتی، اعتماد و ارزش داشته باشند. بنابراین، یک اجتماع یادگیری به تقویت همکاری کمک می‌کند و فناوری‌های ارتباطی، مانند شبکه‌های اجتماعی، امکان‌های همکاری جهانی جدید فراتر از یادگیری تسهیل‌شده را فراهم می‌کنند. (Farzan et al., 2019) اظهار می‌دارند که ایجاد بحث و گفتگو با رسانه اجتماعی باعث افزایش محتوا می‌شود زیرا هر کدام از افراد صحبت‌ها و دانش خود را به اشتراک می‌گذارند. رسانه‌های اجتماعی به جامعه یادگیرنده اجازه بحث و یادگیری می‌دهد. (Rezaei et al., 2016) نیز معتقدند که شبکه‌های اجتماعی منبع تشکیل گروه و ایجاد مشارکت همتایان بادوام هستند. تقسیم یادگیرندگان به گروه‌های کوچکتر و استفاده از شرکت‌کنندگان پیشکسوت، به عنوان رهبر همتایان زیر مجموعه‌ها، یعنی تشکیل انجمن خبرگی می‌تواند برخی از مشکلات مرتبط بر مقیاس پذیری را حل نماید. برای کمک به ایجاد یک گروه اجتماعی در دوره‌های موک از یک الگوی تکرار منظم ارتباطات و برای کمک به تعامل ناهمزمان در انجمن مباحثه، از سؤالات برانگیزنده می‌توان استفاده کرد.

(Jung, 2019) بیان می‌دارد که استفاده آزادانه از رسانه‌های شبکه اجتماعی (پشتیبانی از تعاملات و بازبودن) و محتوای مشارکت محور مناسب برای یادگیری مستقل شرکت کنندگان (ارتباطات توزیع شده) برای یک سیستم باز و تعاملی و با افراد متنوع مناسب است. رسانه‌های اجتماعی علیرغم برخی گزارش‌ها مبنی براحساس ناامیدی و سرخوردگی، ازطریق تشویق و افزایش ارتباطات و تعاملات همتایان، به اشتراک‌گذاری منابع، و اطلاعات و حضور اجتماعی به تقویت تجربیات یادگیری کمک می‌کنند. (Zhu, 2019) معتقد است که موک‌ها شبکه‌های اجتماعی را با منابع برخط یکپارچه می‌کنند. (Anders, 2015) بیان می‌کند که به منظور پیاده‌سازی اصول شبکه‌سازی، سیموک‌ها را به گونه‌ای طراحی کرده‌اند که به راحتی قابل دسترسی باشند. تا فراگیران با استفاده از وبلاگ‌ها و اکانت‌های رسانه‌های اجتماعی خود در آن شرکت کنند. در جدول۲ داده‌های گردآوری شده و کدگذاری‌های انجام شده نشان داده شده است.

جدول شماره۲. کدهای استخراج شده در یادگیری شخصی‌سازی شده

مؤلفه‌های اصلی	کدهای محوری	کدهای باز	منابع
استقلال فردی	خودآموزی	• می‌توان راهبردهای آموزشی را بر حسب مشخصه‌های شناختی یادگیرنده که از عملکرد فرد به وسیله هوش مصنوعی بدست آمده برای او تعیین و یا پیشنهاد کرد تا موجب افزایش انگیزه و تسریع یادگیری گردد. • دوره باید خود آموز باشد یعنی شامل خودآزمایی‌هایی باشد که با راهنمایی سیستمی بتواند دوره را تکمیل کند. • مؤثرساختن آموزش، یعنی تنظیم محتوا و استراتژی تدریس با نیازها و ترجیحات فردی فراگیرنده.	مصاحبه های ۳ و ۷ (Sargsyan, 2019)
	خودانگیزشی	• محتوا می‌توانند برحسب علاقه و بر اساس سابقه انتخاب‌های قبلی فرد که در سیستم ثبت شده است توسط هوش مصنوعی تعیین و به او پیشنهاد داده شود که در اینصورت چون منطبق با سلیقه فرد است موجب بالا رفتن انگیزه یادگیرنده در استفاده از دوره خواهد شد.	مصاحبه شماره ۷
	خودراهبری	• بایدخودگام باشند. به معنی اینکه هرشخص برحسب علایق خود زمان و نوع گام‌های آموزشی خود را تعیین کند. • تعداد متنوعی از آموزش‌های دروس وجود دارند و دانشجویان حق انتخاب و استفاده را دارند. • آنها می‌توانند دانش، خلاقیت و استقلال خود را بسازند وسرعت خود را دنبال کنند. • سفر یادگیری خود را به صورت آغاز، وسط و پایان علامت گذاری کنید تا یادگیرندگان را در ساخت مسیر یادگیری از طریق دوره یاری رسانید.	مصاحبه های ۳ و ۴ (Koutsakas et al., 2020) (Rezaei et al., 2022)

ادامه جدول ۲

	شخصی سازی	• امکان ثبت نام در دوره های موک وجود دارد. • یک موک باید آموزش پودمانی (modular education) باشد یعنی برای هر شخص برنامه جداگانه‌ای داشته باشد. در نقطه شروع، پیش آزمون داشته باشد و برحسب کمبودها، دوره‌های مکمل را برایش معرفی کند. • اولین کار ایجاد یک صفحه شخصی با یوزد و پسورد شخصی است که در این صفحه بتوان فعالیت‌های انجام شده خویش را بررسی نمود و حتی از این صفحه نحوه ارتباط با تیم‌ها، ارتباط با فراگیران دیگر فراهم گردد. در این صفحه شخصی می‌توان به دوره‌های آموزش دیده و تست‌ها و تعیین سطح ها و بازخوردها دست یافت و نسبت به نقاط قوت و ضعف خویش آگاه شد.	مصاحبه های ۱، ۳ و ۴ (Sargsyan, 2019) (Rezaei et al., 2022)
شبکه سازی	ارزش سنجی ارتباط	• افراد باید بتوانند روندها را تشخیص دهند و همبستگی‌ها را در کار روزانه خود یا موضوعاتی که روی آنها کار می‌کنند شناسایی کنند. • سه عملکرد باید در صفحه اصلی شامل: جستجو در دوره، طبقه بندی دوره، و دوره‌های من،اضافه کردن دوره آینده، باید در صفحه، نمایش داده شود. • مرتبط بودن به معنای درجه پیوندی که یک منبع یا فعالیت با نیازهای فرد دارد. هر چه این پیوند قوی تر باشد، به طور بالفوه با ارزش تر است. • انتخاب مسیر و فرآیند یادگیری را به یادگیرنده واگذار است. او در مورد یادگیری مذاکره می‌کند و تعیین می‌کند که چه چیزی و چگونه آموخته شود.	(Sargsyan, 2019) (Farzan et al., 2019) (Rezaei et al., 2022) (Downes, 2022) (Anders, 2015)
	ایجاد، تقویت یا حذف ارتباط	• مسیرهایی را برای یادگیرندگان بزرگسال ایجاد می کند تا برای یادگیری از منابع مختلف اعتبار کسب کنند. • معنای «پایان» توسط هر دانش آموز با توجه به تحصیلات و اهداف شغلی او متفاوت است. • سیستم‌های تطبیقی تلاش می‌کنند تا دانشجویان را زیر نظر بگیرند تا مراحل بعدی یادگیری را انتخاب کنند. • رشد واقعی شبکه به طور کامل توسط فرد از طر یق تمرین و مکانیزمی حاصل می‌شود که به دلیل آن عمل، آن شبکه را اصلاح می‌کند.	(Sargsyan, 2019) (Koskinen et al., 2021) (Farzan et al., 2019) (Downes, 2022) (Anders, 2015)
	انتخاب بستر شبکه اجتماعی	• به علت توانمندی اکثر مردم از جمله دانشجویان نسل جوان با شبکه‌های اجتماعی، قاعدتاً استفاده از موک و یادگیری به وسیله ی آن به سرعت انجام می‌شود و مورد استقبال قرار خواهد گرفت.	مصاحبه های ۱، ۴ و ۶, (McMeans, 2021) (Wang, 2016) (Koutsakas et al., 2020) (Koskinen et al., 2021)

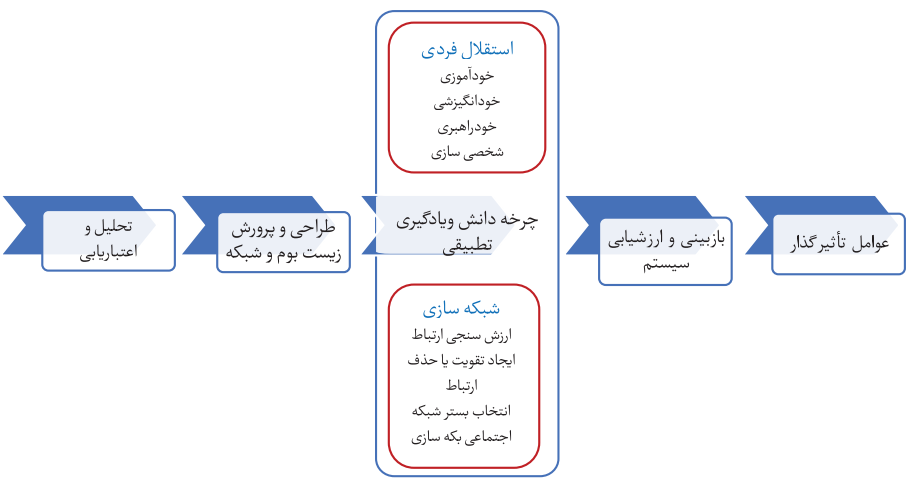
ادامه جدول ۲

		• ایجاد شبکه‌های امن اجتماعی با هدف لینک دهی و همچنین ایجاد گره‌های ارتباطی می‌تواند مفید واقع شود. • فناوری‌های ارتباطی، مانند شبکه‌های اجتماعی، امکان‌های همکاری جهانی جدید فراتر از یادگیری تسهیل‌شده را فراهم می‌کنند. • شبکه‌های اجتماعی منبع تشکیل گروه و ایجاد مشارکت همتایان بادوام هستند. • به منظور پیاده‌سازی این اصول، سیموک‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که به راحتی در دسترس باشند. تا فراگیران با استفاده از وبلاگ ها و اکانت های رسانه های اجتماعی خود در آن شرکت کنند.	(Farzan et al., 2019) (Jung, 2019) (Anders, 2015) (Rezaei et al., 2022)

۶. نتیجه‌گیری

همانطور که بیان شد؛ در عصر حاضر، با توجه به حجم و سرعت تغییر و به روزرسانی اطلاعات، بخصوص در علوم مهندسی و فنی، یادگیری شخصی شده یا یادگیری انطباقی، طبق نظریات بیان شده، راه حل مناسبی برای دوره‌های آموزشی در رشته‌های مهندسی خواهد بود. محیط های یادگیری شخصی شده را می‌توان به عنوان "مجموعه‌ای از برنامه‌های کاربردی متقابل" توصیف کرد که به فراگیران امکان دسترسی فردی، تجمیع، ترتیب، پیکربندی، دستکاری، استفاده مجدد و ترکیب مجدد تولیدات دیجیتال را در یک تجربه یادگیری مداوم می‌دهد. به این ترتیب محیط های یادگیری شخصی شده، از یادگیرندگان در جمع آوری تکه‌های کوچک محتوا، مانند فیدها و ویجت‌ها، با انتخاب محتوای خارجی، ترکیب واحدهای مختلف محتوا و توزیع نتیجه در برنامه‌های مختلف، در یک «مرکز یادگیری شخصی» پشتیبانی می‌کنند. ریزمحتوای ایجاد شده و استفاده شده در یک محیط یادگیری شخصی را می‌توان به راحتی سفارشی، جمع‌آوری و از طریق مرزهای نفوذپذیر آن توزیع کرد. این امر اجازه می‌دهد تا یادگیرندگان درجه بالایی از کنترل را بر یادگیری خود داشته و به آنها قدرت می‌دهد تا مسئولیت شکل دادن به یادگیری مادام العمر خود را بر عهده بگیرند (Buchem et al, 2021). همانطور که در شکل ۲ دیده می‌شود، یافته‌های این پژوهش مؤلفه‌های این نوع یادگیری را در فناوری هیبریدموک شناسایی کرد که عبارت بودند از: خودآموزی، خودانگیزشی، خودراهبری و شخصی‌سازی در بعد استقلال فردی و ارزش‌سنجی ارتباط، ایجاد تقویت و حذف ارتباط و انتخاب بسترشبکه اجتماعی در بعد شبکه سازی. در یادگیری تطبیقی وشخصی‌سازی شده، یادگیرنده ابتدا توانایی‌های خود را جهت حفظ استقلال فردی بالا می‌برد و پس از آن، امکان ایجاد ارتباط در شبکه‌های مختلف برایش میسر می‌گردد. بنابراین او باید از فنون خودآموزی و خودانگیزشی آگاه بوده و در برنامه‌ریزی برای این امر خودراهبر نیز باشد.

پس بهتر است ابتدا برنامه یادگیری خود را بر حسب زمان و شرایط خود، تنظیم و شخصی‌سازی کند، سپس با انتخاب شبکه اجتماعی مناسب این فنون را بکار گرفته و با منابع مختلف ارتباط برقرار کند. پس از ایجاد ارتباط، یادگیرنده باید گره‌ها یا عناصر مشاهده شده در شبکه‌ها را ارزش‌سنجی کرده و در صورت مفید بودن، ارتباط را حفظ و در صورت لزوم تقویت کند و در غیر اینصورت آن گره یا عنصر را از شبکه ارتباطی خود خارج کند. به عنوان مثال در طراحی زیست بوم به یادگیرنده امکان جستجو و تعامل، برای یافتن منابع بیشتر مرتبط با موضوع قرار داده می‌شود، اما این شخص یادگیرنده است که باید از میان تمام منابع، گره‌ها و عناصر مفید را انتخاب و در پوشه کاری خود به عنوان شبکه دانش شخصی خود ذخیره نماید و از آن به عنوان محتوای دانش برای یادگیری عمیق و خودشکوفایی بهره ببرد. این عملیات‌ها، از جمله مواردی است که در خصوصیات شبکه‌ای سیموک‌ها وجود دارد و وجه تمایز هیبریدموک‌ها با موک‌های رایج است که در واقع ایکسموک هستند. در شکل شماره ۲، جایگاه مؤلفه‌های محیط یادگیری شخصی شده در دوره‌های برخط مهندسی در الگوی زیمنس نشان داده شده است.



شکل ۲. جایگاه مؤلفه‌های محیط یادگیری شخصی شده در دوره‌های برخط آموزشی مهندسی در الگوی زیمنس

محدودیت این پژوهش در حوزه جامعه آماری، استفاده از مقالات به زبان‌های فارسی و انگلیسی و در محدوده زمانی سال‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۲ میلادی و ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۰بود و پژوهش‌های حوزه موک به دیگر زبان‌های زنده دنیا و در خارج از محدوده زمانی مورد نظر، بررسی نشده‌است. همچنین فقط منابع الکترونیکی موجود در بانک‌های اطلاعاتی نام برده شده بررسی شدند؛ بنابراین مطالب موجود در سایرمنابع الکترونیکی یا اسنادی که فقط نسخه کاغذی داشتند مورد بررسی قرار نگرفتند. درخصوص مصاحبه شوندگان نیز در بخش کیفی از اساتید و دکترای آموزش از دور و تکنولوژی آموزشی

استفاده شد و از دیگر شاخه‌های علوم تربیتی و معلمان استفاده نشد. از آنجا که در کشور ما به ندرت به هیبریدموک‌ها و موک‌های ترکیبی پرداخته شده، استفاده از مؤلفه‌های شناسایی شده توسط این پژوهش در طراحی هیبریدموک‌ها و بررسی تأثیر آنها بر یادگیری پیشنهاد می‌گردد. همچنین پیشنهاد می‌گردد که مؤلفه‌های یادگیری شخصی شده در سایر فناوری‌های آموزش از دور نیز شناسایی گردد.

در مقایسه با پیشینه پژوهش باید گفت بیشتر پژوهش‌های داخلی فقط درباره موک به صورت کلی تحقیق کردند اما در پژوهش‌های خارجی، (Huesman, 2019)نقش تعامل و (Ponce et al., 2021) نقش دستیاران و (Bozkurt et al., 2018) نقش ربات معلمان را در افزایش تعامل به عنوان یک دستیار در یک اجتماع یادگیری و (García-Peñalvo et al., 2017) تأثیر مزایای اجتماعی را در هیبریدموک‌ها بررسی کرده و اثر آنها را مثبت ارزیابی کردند که تمام این موارد در مؤلفه‌های یافت شده در این پژوهش نیز می‌باشد. همچنین (McMeans, 2021) مؤلفه انتخاب شبکه‌های اجتماعی را به عنوان بستر ارتباطی با موک و نیاز به فضای مشارکتی برای تسهیل تعامل معرفی کرد که مطابق با نتایج پژوهش حاضر نیز می‌باشد. (Zhu, 2019) خودارزیابی، اجتماع یادگیری و خود اندیشی را برای کمک به شناخت و فراشناخت معرفی کرده و برای تسهیل خود مدیریتی، راهبردهایی مانند تعیین اهداف یادگیری و مدیریت زمان و منابع ارائه کرد که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. اما در مجموع هیچ‌یک پژوهش‌های قبلی مؤلفه‌های محیط‌های یادگیری شخصی شده در هیبریدموک‌ها را به صورت یکپارچه جمع‌آوری نکرده بودند که در این پژوهش انجام شد.

تعارض منافع

نویسندگان هیچ گونه تعارض منافعی ندارند.

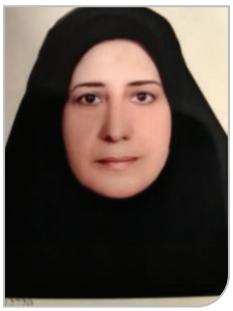
References

- Anders, A. (2015) *Theories and applications of massive online open courses (MOOCs):* the Case for hybrid design, International Review of Research in Open and Distributed Learning Volume 16, Number 6. Minnesota duluth: United States.
- Bozkurt, A.; Kilgore, W; Crosslin, M (2018) *Bot-teachers in hybrid massive open online courses (MOOCs)*: a post-humanist experience, *Australasian Journal of Educational Technology*, 2018, 34(3).
- Buchem, I.; Okatan, E. (2021) *Using the addie model to produce MOOCs experiences from the oberred Project* , Germany: EMOOCS Conference, University Potsdam.
- Casiraghi, D.; Sancassani, S.; Brambilla. F. (2021) The Role of MOOCs in the new educational scenario an integrated strategy for faculty development, Germany: EMOOCS Conference, University Potsdam.
- Downes, S. (2022). *Connectivism. Asian Journal of Distance Education.* Retrieved from http://www.asianjde.com/ojs/index.php/AsianJDE/article/view/623.
- Farzan, N.; Shams, G.; Rezai zadeh, M. and Ghahrani, M. (2019). Identification of effective indicators in the design of mobile MOOC system for virtual training of employees. *Bi-monthly scientific-research journal of new approach in educational management*, 11th year, number 4, October and November, consecutive 4. [in Persian].
- Gaebel, M. (2014) *MOOCs:* Massive open online courses. *EUA*. Gregori, E. B., Zhang, J., Galván-Fernández, C.,

& de Asís FernándezNavarro, F. (2018). Learner support in MOOCs: Identifying variables linked to completion. *Computers & Education*, 122, 153-168.

- García-Peñalvo, F.J., Fidalgo-Blanco, A., Sein-Echaluce, M.L. (2017). An adaptive hybrid MOOC model: disrupting the MOOC concept in higher education, Telematics and Informatics, doi: https://doi.org/ 10.1016/j.tele.2017.09.012.
- Huesman, D. A. (2019). *Peer interaction in MOOCs for professional development,* the University of Pennsylvania.
- Jemni, M., K. & Khribi, M. K. (2017). *Open education: From OERs to MOOCs (Eds*). Berlin: Springer-Verlag.
- Jimoyiannis A., Koukis N., Tsiotakis P. (2021) Rapid design and implementation of a teacher development MOOC about emergency remote teaching during the pandemic. In: Reis A., Barroso J., Lopes J.B., Mikropoulos T., Fan CW. (eds) Technology and Innovation in Learning, Teaching and Education. TECH-EDU 2020. *Communications in Computer and Information Science*, vol 1384. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-73988-1_26
- Jung I,. (2019) *Open and distance education theory revisited implications for the digital era*, springerBriefs in Open and Distance Education.
- Koskinen, J., Kairikko, A., Suonpää, M. (2021) Hybrid MOOCs enabling global collaboration between learners, Germany: EMOOCS Conference, University Potsdam.
- Koutsakas, P., Karagiannidis, C., Politis, P., Karasavvidis, I. (2020) A computer programming hybrid MOOC for greek secondary education, Smart learning environments 7:7.
- McMeans, M. (2021) *How academic MOOC instructional designers select appropriate social media as design strategies*, Capella University.
- Mohamad, N., Othman, A., Ying, T. S., Rajah, N. (2021) *The relationship between massive online open courses (MOOCs) content design and students' Performance,* University Teknikal Malaysia Melaka.
- Nazarzadeh Zare, M. (2023) The crisis of decreasing demand in the fields of science, technology, engineering and mathematics in Iran's university system: identification of solutions. *Iranian Journal of Engineering Education*, Volume 25, Number 99 - Serial Number 99, pp. 43-63. [in Persian].
- Parry, M. A. (2013). "Star MOOC professor defects-at last for now". *Chronicle of Higher Education Subscribe Today,* 65(1), 15-18.
- Ponce, E.; Srinath, S.; Allegue, L. (2021) Integrating community teaching in MOOCs, Germany: EMOOCS conference, University Potsdam.
- Rezaei, I. and Nasri, S. (2022). A model for designing interactive electronic content and educational simulations, a goal-based scenario. Farnaz Babazadeh (Editor), Educational Design 2 (Types), Publications and Educational Technology Office of the Ministry of Education. [in Persian].
- Rezaei, I., Zareie Z., Hatami, J., Aliabadi, K. and Delavar, A. (2016). Compilation of the educational design model of massive open online courses based on communication learning theory. *Journal of Yazd Center for Studies and Development of Medical Sciences Education*, No. 2 and 1, twelfth period. [in Persian].
- Sargsyan, Kristina (2019) *knowledge management in adaptive learning systems, French University in Armenia.* https://www.researchgate.net/publication/338819628.
- Sharzehee, F., Khatib Zanjani, N., Masoumi F., M., Sarmadi, M. R. and Pourasghar, N. (2023) The appearance of MOOC field researches in Iran and the world, *Scientific Journal of Education Technology*, Volume 17, Number 2. [in Persian].
- Siemens, G. (2017). Connectivism. foundations of learning and instructional design technology.
- Taghavi Nasab, S N., Fouladchang, M. and Karimi, M. H. (2016). The philosophy of education and the deconstructive approach to traditional learning against the relational learning theory. *The 7th National Conference of the Philosophy of Education Association of Iran*, Shiraz University. [in Persian].
- Wang, M., owsiany, N. (2016) *Design principles for massive open online courses (MOOCs).* doi:10.3233/978-1-61499-690-3-169
- Tomkins, S., Getoor, L (2019) Understanding hybrid-MOOC effectiveness with a collective socio-behavioral

model. *Journal of Educational Data Mining*, 11(3), pp.42-77.
- Zhu, M. (2019*) Designing MOOCs to facilitate participants' self-directed learning*, Doctor of Philosophy in the School of Education, Indiana University.



فاطمه شرزه‌ئی: کارشناس کامپیوتر از دانشگاه امیرکبیر و کارشناس ارشد تکنولوژی آموزشی و دکترای آموزش از دور از دانشگاه پیام نور بوده و به تکنولوژی آموزشی و آموزش الکترونیکی در شبکه‌های اجتماعی علاقمند است. ایشان چندین مقاله در نشریات علمی و همایش‌های داخلی و خارجی داشته و ویراستاری علمی و ترجمه چند کتاب درسی دانشگاهی را نیز برعهده داشته‌است.

نازیلا خطیب زنجانی: عضو هیأت علمی و دانشیارگروه علوم تربیتی دانشگاه پیام نور بوده و حوزه‌های تخصصی مورد علاقه ایشان یادگیری ترکیبی، فناوری‌های آموزشی و آموزش از دور است.

مرجان معصومی فرد: عضو هیأت علمی و استادیارگروه علوم تربیتی دانشگاه پیام نور بوده و از حوزه های تخصصی مورد علاقه ایشان یادگیری الکترونیکی، آموزش از دور و کیفیت در نظام های آموزش از دور می باشد.

- **محمدرضا سرمدی:** استاد و عضو هیأت علمی گروه علوم تربیتی دانشگاه پیام نور بوده و علاقمندی ایشان فلسفه تعلیم و تربیت و مدیریت آموزشی و آموزش از دور می باشد..

- **نصیبه پوراصغر:** استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه پیام نور بوده و حوزه‌های مورد علاقه ایشان عملکرد تحصیلی، یادگیری الکترونیکی و روانشناسی می‌باشد.

فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و ششم، شماره ۱۰۱، بهار ۱۴۰۳، صص.۱۴۹-۱۲۹

گزارش پژوهشی

ظرف پاتیل مسی قلم‌زنی قرن هشتم (هـ. ق) و ژئومتری فرکتال

محمدحسین حلیمی[۱] و مریم دهنادی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۲۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۲۷

DOI:10.22047/ijee.2024.457677.2082

چکیده: افکار و اندیشه‌ها و باورهای هنرمندان و صنعتگران، با توجه به نحوه دریافتشان از جلوه‌های عالم، به صورت هنرهای تجسمی، معماری، آثار تزیینی و کاربردی به معرض نمایش درمی‌آید و به صورت خاطره‌های فرهنگ بشری محفوظ می‌گردد. علم زیبایی‌شناسی به معرفی این آثار می‌پردازد و با توجّه به تغییر و تحول تجربه‌های انسانی، و دقت و ظرافت و (خلاقیت) هنرمندان در مسیر تاریخ، قدر و منزلت فرهنگی و اعتبار آثار هنری را سنجیده و آن را مشخص می‌نماید. و اکنون نیز با توجه به ابعاد تازه‌ای که با پیشرفت‌های فناوری و تولید ابزارهای فنی جدید فراهم شده است، زمینه رویت و فهم جلوه‌های عالم دگرگون گردیده و در نتیجه موجب خلق آثار هنری دقیق‌تر و جامع‌تر شده که عملاً توجّه بیشتری به (فضا) و خلق ابعاد تازه هنری دقیق و جامع‌تر گردیده است.

ویژگی‌های طراحی و شکل‌آفرینی، با آن که در همه اعصار هنرمند را به خود مشغول داشته است، موجب دقّت نگاه به عالم و رویت بهتر نظم اعجاب‌انگیز هستی گردیده است، سپس آثار هنری خود را نیکوتر خلق نموده است، به خصوص هنگامی که از هندسه و ریاضیات بهره گرفته است، میان عالم محسوسات و معقولات دقیق‌تر سیر و سیاحت کرده است. اخیراً نیز برخی هنرمندان مدرن، توجه ویژه‌ای به شاخه جدید مشترک بین ریاضیات و هندسه و هنر* با عنوان هندسه فرکتال (Fractal Geometry) نموده‌اند که از رازورمز پنهان مشترک و هماهنگ عالم خبر می‌دهد، ازجمله معماران مدرن و هنرمندان هنرهای تجسّمی آثار قابل توجهی در این‌رابطه به وجود آورده‌اند. ذکر نام برخی هنرمندان و اشاره به اثری از آنها در نوشته زیر، تنها برای تبیین ایده ارتباط تنگاتنگ علم و هنر* و خلاقیت هنری است. با اندکی توجّه به آثار هنری که در طی قرون در تمام فرهنگ‌ها به وجود آمده است، ملاحظه می‌شود که هنرمندان نکته‌سنج از آن غافل نبوده‌اند و پیوسته در هنرهای کوچک دستی و تجسمی تا آثار بزرگ معماری، پیوند بین علم و هنر و خلاقیت هنری را برقرار کرده‌اند. در این رابطه یک اثر هنری کاربردی تزیینی ایرانی (پاتیل مسی قلم‌زنی) از قرن هشتم هجری را انتخاب نموده، مشخصات مختصر تاریخی آن را بیان و با ارائه تصاویر و تحلیل‌های متعدد نقوش هندسی و استخراج نقش‌مایه‌هایی که هرکدام دارای بیان تصویری و مفهوم مستقلی هستند، مفهوم خلاقیت را در هنر قدیم و جلوه‌های کارایی آن را برای زمان معاصر ارائه داده‌ایم، نیم‌نگاهی به نظریه ژئومتری فرکتال کرده‌ایم و نشانه‌های آن را در شکل آفرینی عوالم هندسی هنرهای ایرانی، به خصوص در معماری و صنایع تزیینی دیده‌ایم.

واژگان کلیدی: هندسه، تئوری فرکتال، هنر ایرانی، خلاقیت، نوآوری

۱- عضو پیوسته فرهنگستان علوم. (نویسنده مسئول). mhhalimi24@yahoo.com.

۲- کارشناس ارشد، هنرمند طرّاح گرافیک.

* این اثر هنری قرن هشتم هجری، نمایشی است عالمانه از پیوند بین ریاضیات، هندسه و هنر. به همین جهت برای ترسیم وسعت نگاه و جامعیت آموزش مهندسی ارائه گردیده است. تنوع تصاویر و طراحی و تحلیل‌های متعدد هندسی و نقش‌مایه‌های گرافیکی مستخرج از نقوش هندسی پاتیل قلم‌زنی، به منظور تبیین غنای علمی هنری یک اثر هنری منتخب از دوره‌های طلایی هنر ایران است.

۱. مقدمه (مبانی نگرش)

مفاهیم زیبایی‌شناسی را غالباً در ارتباط با انسان‌گرایی باستانی، باورهای اسطوره‌ای و اندیشه‌های دینی مطرح می‌نمایند که با تأکید بر آثار هنری هنرمندان و دنیای ذهنی و تخیّلی آنها، با جلوه‌های بصری متنوّع شناخته می‌شوند. همواره تجربه‌های عملی هنرمندان و مهارت‌های آنان، وسیله‌ای برای شکل دادن به علائق روحی و نیازهای مادّی جوامع به شکل‌های هنری مختلف بوده است. این همه آثار متنوّع هنری که به صورت هنرهای تجسّمی، تزیینی و کاربردی در معماری، کاخ‌ها، کلیساها و مساجد به صورت حجّاری‌ها و تزیینات نمادین و انتزاعی به وجود آمده‌اند، خاطره‌ها و نحوه اعتقادات گذشتگان را با خود به همراه دارند که مجموعاً حافظه تاریخ و تمدّن بشری را محفوظ نگه داشته اند. با نگاهی جامع به این آثار متنوع هنری به‌جامانده، ملاحظه می‌کنیم که در شکل‌گیری اغلب آنها، «احساسات، ذهنیات و جهان نامرئی» غلبه داشته است. اندیشمندان و پژوهشگران نیز مفاهیم زیبایی‌شناسی هنر را با توجه به همین احوال، با تکیه بر این آثار تهیّه و تدوین کرده‌اند و به خوبی توانسته‌اند محدوده متنوّع و گسترده، از «مفاهیم کلّی جهان هنر» را معرّفی و درباره‌اش بحث و فحص کنند. در این بین بخش مهمّی از تحوّلات جدید علمی و دستاوردهای فنّی و ابداعات پی‌درپی مادّی دنیا که بیشتر از قرن نوزدهم و بیستم میلادی، ابتدا در اروپا آغاز گردید و از آنجا به همه جا گسترش یافت، اکنون هم در قرن معاصر به دلیل وجود امکانات بسیار ارتباطات جهانی، به صورتی عالمگیر ادامه دارد. علوم مختلف مرتبط با یکدیگر عمل می‌کنند و همگی به نحوی با هم در ارتباطند. ریاضیات، هندسه، فیزیک، دینامیک، انرژی، امواج، الکتریسیته، مخابرات و ارتباطات، انفورماتیک، فعل و انفعالاتت اجتماعی، سیاسی، مدنی و دینی، سلامت و بهداشت، محیط زیست، آموزش و پرورش، تعلیم و تعلم و به طور کلی پژوهش‌های علمی، همگی به هم وابسته و مرتبطند. فعّالیت‌های هنری نیز که بسیار متنوع هستند، بر معیارهای علمی و فنّی و اصول و موازینی تجربه‌شده استوارند و پیوسته در ارتباط با زمینه‌های مختلف علوم و فنون که به صورت مادّی و معنوی در زندگی بشر تأثیرگذارند، حضور دارند و نقش مؤثر خود را برای تأثیرگذاری مفید و تلطیف جلوه‌های مادّی برای بهبود زندگی و محیط زیست ایفا می‌کنند. اکنون «زیبایی‌شناسی علمی هنر» با توجه به ابعاد تازه و پیشرفت‌های فناوری و ابزارهای جدید و فنّی که به وجود آمده است، زمینه درک و رویت پدیده‌های مادّی را دقیق‌تر و بسیار گسترده‌تر فراهم کرده است و ابعاد و اندازه‌های تازه برای طرّاحان و مبتکران هنری ایجاد نموده است، به نحوی که آنها می‌توانند علاوه بر تعریف و تحلیل دقیق بصری طبیعت، اندیشه‌های علمی و هنری خارق‌العاده خود را ممکن سازند و جلوه‌های بصری حیرت‌انگیز را عملی کنند، آثار فضایی چندبعدی را به هر شکل و اندازه، بی‌نهایت کوچک یا بسیار بزرگ، به وجود آورند و عملاً درک تازه‌ای از فضا را که در پیدایش آن، مواد مختلف و نور و رنگ دخالت دارند، مطرح نمایند. در این شرایط، هنر نیز برای خود وظایف و مسئولیت دیگری دارد و آن سیر و سلوک در عوالم خلّاقه مختص هنر است که فارغ از جنبه

کاربردی، هنرمند را به خود مشغول می‌نماید تا او بتواند تکلیف اصلی‌اش را که تلاش در عوالم معنوی و کوشش در آزمودن «خلاقیت» (Creation) است و خداوند به صورت ودیعه‌ای به همهٔ انسان‌ها سپرده است، پیگیری نماید. نکته‌ای که معمولاً نسبت به آن کوتاهی و غفلت می‌شود و به علّت علاقه بی‌حد به جنبه‌های کاربردی هنر و تعبیر غلط از هنرهای خلّاقه که با فرمایشات افراد سودجو و خودخواهی مستبدان اقتصادی و سیاسی، بلکه فرهنگی شکل می‌گیرد، سکّان اختیار را به دست گرفته، صرفاً هنر را کاربردی کرده است و زندگی بشر معاصر را به سمت و سویی می‌برند که در نهایت، از اصل خلاقیت هنری که از الطاف الهی است، بی‌بهره گردند.

۲. اصل مسئله

اعتبار بخشیدن به جنبه خلاقیت، اندیشه را وسعت می‌دهد و دقّت در چگونگی پیدایش آثار هنری مُلهم از طبیعت که جلوه‌های پر رمز و راز عالم خلقت را به نمایش در می‌آورد، عملاً تعریف و تجسّم دیگری از فضا و ابعاد را مطرح می‌کند که البته برای درک بهترش باید از علوم مختلف بهره گرفت. آن وقت علم و هنر پیوند برقرار می‌کند و فکر و ذکر با جلوه‌ها و حقایق هستی و هنر آشنا می‌گردد. برای تبیین این مطلب، مثال‌های هنری بسیار است.

در این رابطه یک اثر هنری ایرانی معرفی می‌شود که تا به حال کمتر به آن توجه شده است. «ظرف پاتیل مسی» که به صورت قلم‌زنی نقش‌اندازی شده است، در موزه ملّی ایران نظرمان را جلب می‌کند (شکل ۱). طبق معمول برای یادآوری، عکسی از آن گرفته شد. بعد از مدّتی مجدّداً به دیدار اثر مذکور رفتیم و با دقّت بیشتر مشاهده و بررسی کردیم. طرّاحی و نقش‌اندازی آن که به صورت قلم‌زنی با ظرافت و مهارتی حیرت‌انگیز انجام شده است، بیشتر خودنمایی کرد. این اثر بی‌نظیر و فنّی در نظر اوّل بسیار ساده و معمولی به نظر می‌آید و به ظاهر، اهمیّت چندانی ندارد امّا حاوی نکته‌های علمی و فنّی و هنری بسیار است که نظر ما را به عمق مطلب « خلّاقیت» جلب می‌کند. نشان می‌دهد طرّاحان و هنرمندان ایرانی در قرن هشتم هجری در چه مقام و مرتبه‌ای از فهم هنری و فنّی بوده‌اند و در چه عوالم معنوی و هنری سیر می‌کرده‌اند و حالا در دوران معاصر که معیارها و ضوابط هنر مدرن معلوم و مطرح شده است، ما می‌توانیم ارزش‌های هنر ایرانی را از اعماق تاریخ خود، بازشناسی کنیم و به آن افتخار کنیم. این اثر قلم‌زنی در محلّی نامعلوم کشف شده است و به شماره ۳۳۰۹ در موزه ملّی ایران ثبت گردیده است. اندازه قطر دهانه ۶۷/۵ سانتی‌متر و ارتفاع آن ۳۵ سانتی‌متر است. پاتیل مسی با بدنه محدّب و کف تخت، با چکش‌کاری شکل گرفته، و ساخته و پرداخته شده است. سپس در قسمت خارجی با ظرافت خارق‌العاده نقش‌اندازی‌گردیده است و با قلم‌زنی بسیار ظریف، ترکیب‌های هندسی حیرت‌انگیز و تزیینی را شکل داده، اثر قلمزنی را ایجاد کرده است.

در زیر لبه ظرف، سه باند موازی پوشیده از نقوش تزیینی، کشیده شده است که در فواصل معیّنی

از هم دوایر کوچکی قرار گرفته است. میان دو نوار موازی، باندی تشکیل‌یافته از مستطیل که دوایری یک‌درمیان وجود دارد، این نقش در انتهای بدنه نیز تکرار گردیده است. در قسمت میانی بدنه، نواری شامل دوایر متداخل و بیضی‌ها که با نقوش تزیینی لبه کنگره‌ای پر گردیده‌اند به صورت یک‌درمیان وجود دارد. داخل سه بیضی، کتیبه‌ای به خط ثلث نوشته شده است:

(محل عمل برسم خزانه السلطان الاعظم الایلخانی المعظم اللخاقان الاعدل الاکرم مالک رقاب الامم معز الدنیا و الدین شیخ اویسی بهادرخان خلد ملکه)[1]. در حاشیه لبه فوقانی، به پهنای ۳ سانتی‌متر ۲۰ لوح کشیده و ۲۰ لوح مدوّر هشت‌بر، به صورت یک‌درمیان به هم گره خورده است. درمیان لوح‌های کشیده و مدوّر، برخی با نقشمایه‌های‌گیاهی استیلیزه‌شده به صورت مکرّر پر شده است و یا با گلبرگ‌های ساده، به شکل منظّم تکرار گردیده است.

شکل ۱. ظرف پاتیل مسی

در قسمت میانی بدنه دورتادور پاتیل به پهنای ۱۲ سانتی‌متر، لوح‌های کشیده بزرگ بیضی‌شکل، و لوح‌های مدوّر به صورتی متناوب به هم پیوند خورده‌اند. چهار لوح کشیده حدوداً به ابعاد هرکدام ۱۲×۲۴ سانتی‌متر برای متن کتیبه که به چهار بخش تقسیم گردیده، اختصاص داده شده است. سایر لوح‌های بیضی و مدوّر با ترکیب‌های هندسی خارق‌العاده که حاوی نکات هنری مورد بحث ماست نقش‌اندازی شده است. متن کتیبه اصلی به چهار قسمت تقسیم شده است و در چهار لوح به خط "نسخ / ثلث" بدون نقطه، نوشته شده است. بدین ترتیب خوانده شد: (مماعمل برسم خزانه السلطان الاعظم)، فکروذکر (الایلخان المعظم الخافان)، (الاعدل الاکرم مالک رقاب الامم)، (المعزالدنیا والدین شیخ اویس بهادرخان خلدملکه). (شکل‌های زیر به ترتیب ۵،۴،۳،۲)

۱- اطلاعات موجود دربارهٔ پاتیل در موزه ملّی ایران، عیناً ذکر گردید. با تشکر از همکاری آقای کرم میرزایی، رئیس بخش هنر اسلامی موزه

شکل های ۵،۴،۳،۲ چهار کتیبه قلم‌زنی به ترتیب با مطالبی که درمتن نوشته شده، پیرامون بدنه پاتیل تنظیم و قلم‌زنی شده است

ضمناً نوشته‌های دیگری به همان شیوه با ظرافتی کمتر، در ۱۰ لوح کشیده کوچک در دو حاشیه فوقانی نوشته شده است. متن این نوشته‌ها کلماتی تکراری است که از همان چهار لوح کتیبه اصلی انتخاب شده. بدین شرح: (الخاقان‌الاعدل ظل‌الله فی‌العالم)، (الاکرم مالک رقاب‌الامم ظل)، (الاعظم الایلخان المعظم)، (فی‌البریره ذکره و شأنه)، (معزالدنیا والدین شیخ)، (ظل‌الاکبر فی‌العالم)، (شیخ اویس بهادر)، (وعظم شأنه واعلی)، (مما عمل رسم السلطان)، (الخافان الاعدل). نوشته "مما عمل رسم السلطان" قابل توجه و تأمّل است زیرا می‌توان آن را در رابطه با نام طرّاح و هنرمند دانست یا صرفاً آن را لقب تشریفاتی سلطان به حساب آورد. در ضمن کنجکاوی خود را برای یافتن نام پنهان هنرمند، بلکه در لابه‌لای نقش‌ها که به صورتی نمادین نوشته شده است، محفوظ نگه می‌داریم (شکل‌های ۶ تا ۱۴).

متن کتیبه که با القاب توصیفی و تشریفاتی به رسم زمانه نوشته شده است، دارای نام شیخ اویس بهادرخان (۷۴۳-۷۷۷ هـ. ق) است که سلطان یا حاکم مناطق وسیعی از نیمه غربی ایران بوده است و هیچ نام و نشانی از طرّاح و امضای هنرمند در آن (ظاهراً) دیده نمی‌شود. از خود می‌پرسیم، این ظرف پاتیل مسی که صرفاً دارای ارزش کاربردی است، چگونه و به چه منظور با این دقّت و ظرافت، با نقوش حیرت‌انگیز و ترکیبی بحث‌انگیز قلم‌زنی شده است و چه مفاهیمی را در خود نهفته دارد؟ مناسب است ابتدا فضای زمانه را به خاطر آوریم و به اختصار نام کسانی را که در متن کتیبه نوشته شده است،

بشناسیم. «شیخ حسن بزرگ، پدر اویس، از امرای برجسته ایلخانان، پس از مرگ ابوسعید بهادرخان»[۱] در ۷۳۶ هـ. ق، آخرین ایلخان مقتدر ایران، سلسله جلایریان را در عراق عرب بنیاد نهاد. مادر اویس، دلشاد خاتون، که با امیرچوپان نسبت داشت، بیوه سلطان ابوسعید بهادرخان بود، به ازدواج شیخ حسن بزرگ درآمد و اویس از او زاده شد. به روزگار شیخ اویس وسعت قلمرو جلایریان به اوج خود رسید و حکومت او بزرگ‌ترین خطر برای فرمانروایان نواحی مرکزی و شرقی ایران به شمار می‌رفت. سکّه‌هایی که به نام شیخ اویس بهادرخان در شهرهای بغداد، تبریز، نخجوان، ساوه، شیراز و... ضرب شده است و برای خلفای راشدین به خط عربی و اویغوری[۲] دیده می‌شود، بیانگر گستردگی قلمرو حکومت آنها است. در ضمن ویژگی‌های هنری و ارزش این ظرف مسی، به صورت نمادین بیان می‌کند که این فرمانروایان و مدیران صاحب قدرت و شوکت، علاوه بر بهره‌مندی از نعمات به‌دست‌آورده زمانه، در ششصد سال پیش فهم و شعور کافی برای درک آثار هنری داشته اند و به رونق و آبادانی هنری نیز پرداخته‌اند. از آن جمله، به فرمان اویس عمارت‌های عالی در عراق و آذربایجان ساخته شده است.

«سفیر اسپانیا، کلاویخو (Clavijo)[۳] که حدود ۳۰ سال پس از مرگ اویس، در ۸۰۷ هـ. ق (۱۴۰۳ م) از تبریز دیدار کرده است، به توصیف قصر زیبا و عظیمی پرداخته است که به فرمان اویس ساخته شده بود و بیش از ۲۰ هزار اتاق داشته است. همچنان والیان بغداد به روزگار فرمانروایی اویس در تأسیس مدارس، مساجد، بیمارستان‌ها و بازارها می‌کوشیدند که از آن میان، دارالشفا و مدرسه‌ای که خواجه مرجان در بغداد ساخت، شهرت بسیار یافت. دربار اویس مجمع شعرا، سخن‌دانان و هنرمندان بود که آثاری به نام او نوشتند. اویس خود نیز در نقاشی و موسیقی و به ویژه شعر ماهر بود و با شاه شعاع مظفری که او نیز شاعری خوش‌ذوق بود، مکاتبه داشت.» (نقل به اختصار از: پارسه ایرانیان) (Abbre-viated from: Parseh Iranian)

«سلطان ابوسعید بهادرخان (۷۰۴ اوجان تبریز- ۷۳۶ هـ. ق قره باغ) پسر و جانشین سلطان محمد

۱- ابوسعید بهادرخان: سلطان اَبوسَعید بهادرخان پسر و جانشین سلطان محمد خدابنده اولجایتو و آخرین فرمانروای ایلخانیان مغول در ایران که از ۷۱۶ تا ۷۳۶ هـ. ق بر ایران حکمرانی کرد. او در ۱۳۰۵ م در اوجان متولد شد و در دوازده‌سالگی بر تخت ایلخانی تکیه زد. تاریخ تولد: ۱۳۰۵ م، تبریز فوت: ۱۳۳۵ م، قره‌باغ. همسر: بغداد خاتون، دلشاد خاتون. سلطنت: ۷۱۶-۷۳۶ هـ. ق: ۱۳۱۶-۱۳۳۵ م.

۲- اویغور Uyghur، زبان اویغوری، زبان مردم اویغور است که در ترکستان شرقی واقع در غرب جمهوری خلق چین در ناحیه خودمختار سین‌کیانگ زندگی می‌کنند. اصطلاح تاریخی اویغور که به ساکنان ترک‌زبان سین‌کیانگ و زبانشان گفته می‌شود، در دهه ۱۳۰۰ هـ. ش (۱۹۲۰ م) در پی ملی‌گرایی نوین به وجود آمد. قبل از آن، اصطلاح «ترکی» متداول بود که نزدیکی این زبان را با ازبکی (که آن اصطلاح نیز نوظهور است و امروزه جای اصطلاح «ترکی» را در ازبکستان گرفته است) بهتر بیان می‌کرد. بعد از انقراض زبان جغتایی، زبان اویغوری و زبان ازبکی در مناطقی که زبان جغتایی صحبت می‌شد، توسعه پیدا کردند. امروزه زبان اویغوری، در نتیجه ریشه گرفتن از زبان جغتایی، شامل وام‌واژه‌های فراوانی از زبان فارسی است. (به اختصار از: ویکی‌پدیا، دانشنامه آزاد)

۳- روی‌گونزالس‌کلاویخو (۱۴۱۲ م)، Ruy González de Clavijo، فرستاده مخصوص هانری سوم پادشاه کاستیل* به نزد تیمور گورکانی که شرح مسافرت خویش را که بین سال‌های ۱۴۰۳ تا ۱۴۰۶ م از اسپانیا تا سمرقند نوشته است و از کشورها و شهرها و شاهان و حاکمان و اوضاع و احوال مردم آن عصر، خصوصاً ایران عصر تیموری بازدید کرده است، در سفرنامه خود نوشته است. (سفرنامه کلاویخو)، ترجمه: مسعود رجب‌نیا، شرکت انتشارات علمی فرهنگی، چاپ سوم، تهران ۱۳۷۴.

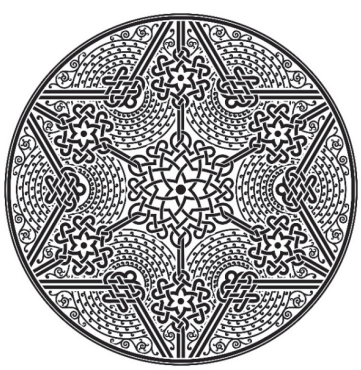
* پادشاه کاستیل - Reino de Castilla، پادشاهی کاستیل را یکی از پادشاهی‌های قرون‌وسطی در شبه‌جزیره ایبری بود. این پادشاهی به عنوان یک واحد مستقل در قرن نهم میلادی پدیدار شد و بیش از یک‌چهارم وسعت شبه‌جزیره ایبری را در برمی‌گرفت. نام کاستیل به معنای سرزمین قلعه‌ها آمده است. در متون اسلامی، این نام را به صورت قشتاله می‌نوشتند.

خدابنده اولجاتیو و آخرین فرمانروای مغول در ایران بود. در سن ۹ سالگی به ولیعهدی خراسان رسید و در ۱۲ سالگی بر تخت ایلخانی تکیه زد و از ۷۱۶ تا ۷۳۶ هـ. ق بر ایران حکمرانی کرد. ظاهراً وی نخستین ایلخانی بود که از بدو تولد، نام اسلامی داشته است. خواجه عبداللطیف، پدر خواجه رشیدالدین فضل الله همدانی را در مقام صاحب دیوان به همراه ابوسعید به خراسان فرستاد. سلطان محمد خدابنده در رمضان سال ۷۱۶ هـ. ق درگذشت و ابوسعید که در مازندران به سر می‌برد، به سلطانیه آمد و در سال ۷۱۷ هـ. ق بر تخت سلطنت نشست. خواجه رشیدالدین فضل الله، وزیر و مورخ نامی در دوران ابوسعید عزلت‌نشین شد. سپس امیر چوپان امیرالامرای لشکر ایلخانی مجدداً از رشیدالدین دعوت به عمل آورد اما اقبال رشیدالدین دیری نپایید. او توسط رقیبان به مسموم کردن سلطان فقید متهم شد و همراه پسر جوانش، عزّالدین ابراهیم که شربت‌دار سلطان پیشین بود، به قتل رسید.» ۳ (Azad Encyclopedia - Wikipedia.com)

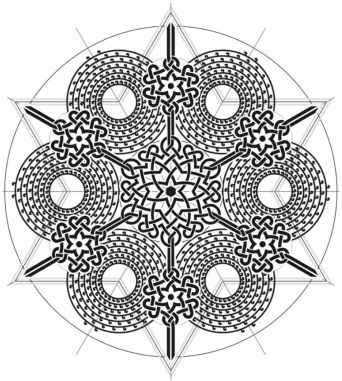
شکل‌های. ۶ تا ۱۴ تعداد ۹ کتیبه کوچک به خط نسخ/ ثلث ساده، با کلماتی تکراری که از همان چهارلوح کتیبه اصلی انتخاب شده، به صورت حاشیه تزئینی لبه فوقانی پاتیل را شکل داده است

حالا که مختصری پیرامون ظرف پاتیل مسی و تاریخ و شرایط مرتبط با آن آورده شد، پاتیل را فراموش می‌کنیم و حواسمان را به ویژگی‌های طرّاحی و نقش‌آفرینی هندسی که توسط هنرمندان ایرانی در ۶۰۰ سال پیش انجام شده است، جلب می‌نماییم و به نکته اساسی و اصل مطلب علمی هنری که جنبه « خلّاقیت هنری مجرد « با بهره‌مندی از هندسه است، می‌پردازیم. مطلبی که زمان و مکان را نمی‌شناسد و برای همیشه معتبر خواهد بود. در اینجا با مشاهده نقش‌های هندسی که ظرف پاتیل مسی را به صورت قلم‌زنی شکل داده است، به زیبایی و خلاقیت هنری که هندسه به عنوان واسطه شکل‌آفرینی نقش بازی کرده است، پی می‌بریم.

شکل ۱۵. یکی از لوح‌های بدنه پاتیل که با پیوند سه ترکیب بزرگ هندسی مرتبط، و چهارده نقشمایه کوچک‌تر دو به دو متقارن، بر فضایی مرکب از ترکیب دوایر متحدالمرکز منطبق شده است، جلوه فضایی چندلایه را به وجود آورده است که به تعبیر نگارنده می‌تواند (Art de l'Espace Geometrique Multidimetional) خوانده شود.

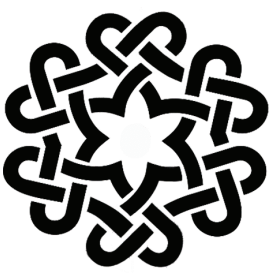


شکل ۱۶. ترکیب هندسی مستخرج از پاتیل قلم‌زنی قرن هشتم هجری. اجرای رایانه‌ای نقش هندسی مریم دهنادی

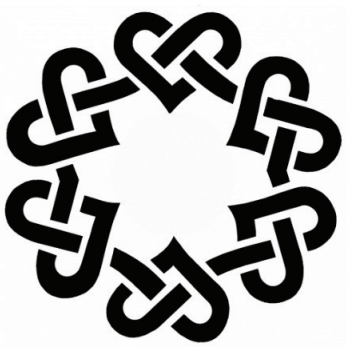


شکل ۱۷. ترکیب هندسی مستخرج از پاتیل قلم‌زنی قرن هشتم هجری. اجرای رایانه‌ای نقش هندسی مریم دهنادی

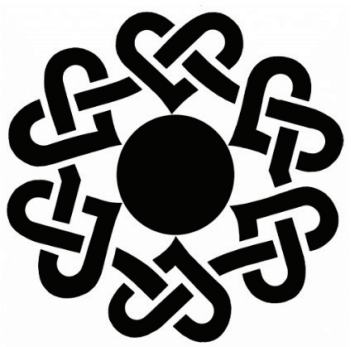
شکل ۱۸. ترکیب هندسی ملهم از نقش هندسی پاتیل قلم‌زنی



شکل ۱۹. ترکیب هندسی مستخرج از پاتیل قلم‌زنی

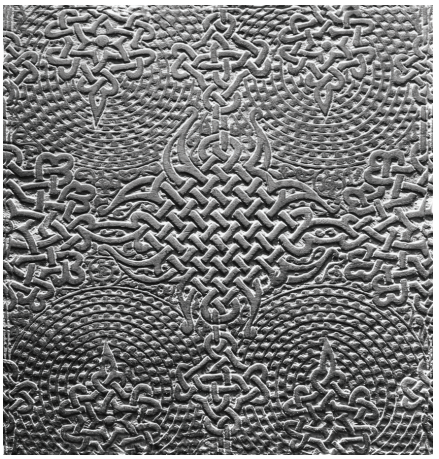


شکل ۲۰. ترکیب هندسی ملهم از نقش هندسی پاتیل قلم‌زنی



شکل ۲۱. ترکیب هندسی ملهم از نقش هندسی پاتیل قلم‌زنی

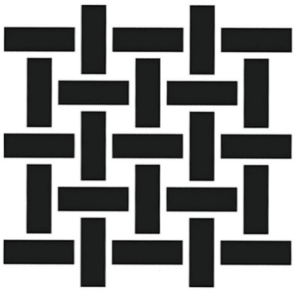
شکل ۲۲. ترکیب هندسی فضایی با لایه های متعدد، جزیی از نقوش پاتیل قلم‌زنی



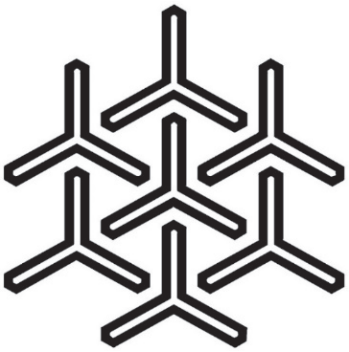
شکل ۲. ترکیب فضایی نقوش هندسی در ارتباط با هم و پیوند آن با زمینه

شکل‌های. ۲۴،۲۵،۲۶، ترکیب‌های هندسی استیلیزه شده مدرن، ملهم از نقوش پاتیل قلم‌زنی

شکل ۲۷، ترکیب هندسی مستخرج از پاتیل قلم‌زنی (اجرای رایانه‌ای توسط خانم مریم دهنادی)

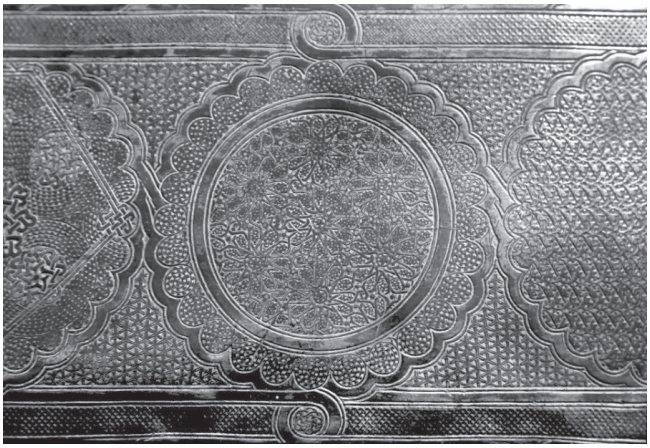


شکل ۲۸. ترکیب هندسی مستخرج از پاتیل قلم‌زنی



شکل ۲۹ و ۳۰

شکل‌های. ۳۲،۳۱، ۳۳. ترکیب‌های هندسی استیلیزه‌شده مدرن، ملهم از نقوش هندسی پاتیل قلم‌زنی



شکل ۳۴، تصویر دیگری از ترکیب هندسی مدوّر نقش در نقش که به‌صورت قلم‌زنی، بین لوح‌های‌کتیبه‌ای بدنه پاتیل اجرا شده است و متشکل از نقش هندسی: "هشت‌دوازده شمسه ته‌بریده" است، در مجموع نبوغ هندسی هنرمندان صنایع دستی ایران را در شکل‌آفرینی و طراحی اکتشافی با خط‌کش و پرگار نشان می‌دهد.

۳. مفاهیم نمادین در بیان ابعاد علمی هنری نقوش هندسی پاتیل قلم‌زنی

اشاره: ویژگی‌های هندسه در طراحی نقوش

هندسه، پدیده‌ای چندبعدی است. ابتدایی‌ترین بُعد آن جنبهٔ بصری و کاربردی هندسه است که در معماری و هنرهای کاربردی جلوه پیدا می‌کند. جنبهٔ دیگر، بعد معنوی آن است که مانند نردبانی میان عالم محسوسات و معقولات قرار دارد و کمیت و کیفیت را معلوم می‌کند که به عالم، نظم و سامان داده است. هندسه، روح را به‌سوی حقیقت سوق می‌دهد و با ایجاد شعوری فلسفی، استعدادهای آدمی را متوجّه عوالم بالا می‌نماید. پس هندسه یک امر اساسی و بنیادین در عالم است و اصولاً عالم و هستی بر اساس نظم و منطبق بر هندسه که آن هم زاییدهٔ ریاضیات است بنا گردیده است. در واقع هر چه هست در عالم از خُرد و کلان و از زنده و بی‌جان، به نحوی در ظاهر یا در پنهان، با ویژگی‌های هندسه و ریاضیات برقرار شده است.

در طبیعت گیاهان، گل‌ها، درختان و شاخه‌های آنها، میوه‌ها اعم از شکل ظاهری یا درونی‌شان، حیوانات و بالاخص انسان، جلوه مطلق آفرینش، نمونه‌های عالم طبیعی هستند که موجودیّت شکلی آنها منطبق بر نظم ریاضی و هندسی است و همگی نشانه‌هایی دارند از حیرت‌انگیز پنهان‌های در عالم خلقت که ریاضیات و هندسه بر آن مسلّط است و هماهنگی عالم امکان را که هنرمندانه آفریده شده است، تعریف می‌کند و حکمت آفریدگاری مطلق پروردگار را بیان می‌دارد. چه نیکو سلطان سخن فرموده:

عقل حیران شود از خوشه زرّین عِنَبْ فهم عاجز شود از حُقّه یاقوت انار

یا اینکه:

علاوه بر جنبه‌های بصری، در عالم صوت نیز همین راز و رمز پنهان و آشکار، خود دنیای دیگری

از جلوه‌های نظم و انضباط را نشان می‌دهد که در صوت پرندگان و سایر موجودات به صورت اعجاب‌انگیزی شنیده می‌شود که انسان قادر به فهم همه آنها نیست و در عالم موجود است. همگی جلوه‌هایی متعالی از نظم و انضباط و نسبت‌ها و اندازه‌های هندسی و ریاضی نهفته در خلقت عالم است. امّا خداوند در خلقت انسان، استعدادهایی نهفته است تا با بهره‌مندی از آن، بلکه در حد توان خودش، اسرار عالم را بفهمد.

این همه نقش عجب بر در و دیوار وجود　　هر که فکرت نکند نقش بود بر دیوار

بیهوده نیست که هنرمندان کوشیده‌اند با استفاده از ریاضیات و هندسه، که وسیله نظم‌آفرینی و دانشی برای ایجاد هماهنگی است، از آن بهره ببرند و در عوالم مجرّد و زیبایی‌شناسی مورد علاقهٔ خود نقش‌آفرینی کنند. پس نباید به آثاری مثل ظرف پاتیل مسی قلم‌زنی، صرفاً به صورت یک وسیله کاربردی و با تحقیر به آن نگاه کنیم زیرا هنرمندان خواسته‌اند، از این وسیله برای ارتباط و گفتگوی فرهنگی و معنوی استفاده کنند.

بحث نسبت‌های طلایی[1] و راز و رمز اعداد هم بحثی اساسی و ضروری در خلق آثار هنری است. به همین جهت هنرمندان اندیشمند و آفریننده آثار هنری، در همه دوره‌ها، به خصوص در دنیای مدرن، به آن توجّه خاص کرده‌اند. برخی اشیا و پدیده‌ها در طبیعت دارای جلوه‌هایی ظاهر و واضح‌تر از نظم هندسی و ریاضی دارند. بلورها و کانی‌ها که به سهولت قابل تشخیص هستند و انسان نیز از قدیم آنها را شناخته است و به صورت ارمغانی ارزشمند، چه از نظر ظاهر و چه به خاطر چگونگی شکل‌گیری و پیدایش طبیعی‌شان، با کنجکاوی از آنها الهام گرفته است.

پس هر چیز در عالم و در نظام خلقت، منطبق با انضباط و مرتّب با ریاضیات و اندازه است. در نتیجه انسان فرهیخته و صاحب‌اندیشه که خود نیز نمونه‌ای کامل و در اوج جمال، از نظر نسبت و اندازه است، هرگاه به ابعاد و اندازه و ارتباطات اجزای وجودی خود بیندیشد، از راز و رمزهای حیرت‌انگیز خلقت خود، می‌تواند در حد توان مطلّع شود و خلوص و کمال نسبت‌ها و اندازه‌ها را ببیند و به خود بیندیشد و اندازه‌ها را با ریاضیات و هندسه بسنجد و در صورت داشتن نکته‌سنجی هنرمندانه، خود دست به آفرینش و سازندگی بزند. در صورتی که فرهیخته باشد، اثرش را با الهام از معیارهای آموخته از طبیعت انطباق می‌دهد و آنچه را از مدرّس مطلق خلقت درس گرفته است، به کار ببندند. نتیجه این گونه نگاه آن چنان شده است که هنرمندانی مانند لئوناردو داوینچی[2]، میکل‌آنژ[3]، آلبرتی لئون باتیستا[4]، در دوران رنسانس از مکاشفه‌های خود از نظام طبیعت آموخته‌اند یا مانند لوکور بوزیه[5]، پی‌یت موندریان[6]، پل کِله[7]، ویکتور وازارلی[8]... در دنیای مدرن، آثار هنری خود را با الهام از رازهای نهفته در

1- Golden section /nombre d'or
2- Léonardo di ser Piero da Vinci 1452 -1519
3- Miguel Ángel Buonarroti, en italiano Michelangelo Italia, 1475 -1564
4- Leon Battista Alberti, Italia 1404-1472
5- Le Corbusier, 1887-1965
6- Pieter Cornelis Mondriaan (Netherlands 1872 - 1944 New York)
7- Paul Klee (German 1879 -1940)
8- Victor Vasarely (Hungarian 1906 -1997 French)

طبیعت به وجود آورده‌اند. آثاری که بدین صورت، با نظم و انضباط ابداع می‌شوند، نتیجه‌اش به هر شکل، به صورت معماری یا نقاشی، خوشنویسی یا قلم‌زنی، با ایجاد هماهنگی و همراهی با نظم، آرامش و رفاه روح و جسم را برقرار می‌کند.

اینک به یاد آوریم، اشکال هندسی چه هستند و چه قابلیتی دارند. یک دایره، یک مربّع، یک مثلّث که به اشکال افلاطونی معروف هستند، با مفاهیم نمادین خود، واسطه عالم مادّه و معنی محسوب می‌شوند. دایره دارای ویژگی شکلی است که بسیاری نقش‌های هندسی از آن ساطع می‌گردد که آنها هم هر کدام، دارای معنی و مفهوم خاص خود هستند. مربّع، دو جوهر هستی شکل، یعنی دو خط افقی و دو خط عمودی، همدیگر را قطع می‌کنند که طول و عرض آن برابر است. مربّع نماد مادّیت، سنگینی و سختی است و سکون و آرامش را نشان می‌دهد، و در خط هیروگلیف مصری، برای نمایش آن، زمین به کار می‌رود. مربّع دارای خصوصیاتی است که می‌توان آن را با رنگ قرمز موافق دانست. مثلّث نیز با تقاطع سه خط مورّب به وجود می‌آید. مفهوم آن با رنگ زرد برابری می‌کند و جنگجویی و تعرض را نشان می‌دهد. دایره نیز با حرکتی پایدار و دورانی، نماد روح و روان و ابدیت است و مفهوم آن، با رنگ آبی انطباق دارد.

آیا دایره، زاییده ذهن بشر است یا قبلاً وجود داشته است؟ قطعاً دایره مقدّم است چرا که جلوه‌های آن، قبل از خلقت آدم، در آفرینش عالم تحقّق پذیرفته است. پس مهندس دایره بشر نیست امّا کاشف آن است. بشر در اثر تجربه با دو انگشت خود دانسته است، یکی را ثابت نگهدارد و انگشت دیگر را در حول دیگری بچرخاند و بر روی شن، خط خطی کند. سپس دایره را ترسیم نماید و آن را ببیند و به خاطر بسپارد. آنگاه مشابهش را در آسمان، به شکل قرص ماه و در زمین، در نقش گل و گیاه بشناسد.

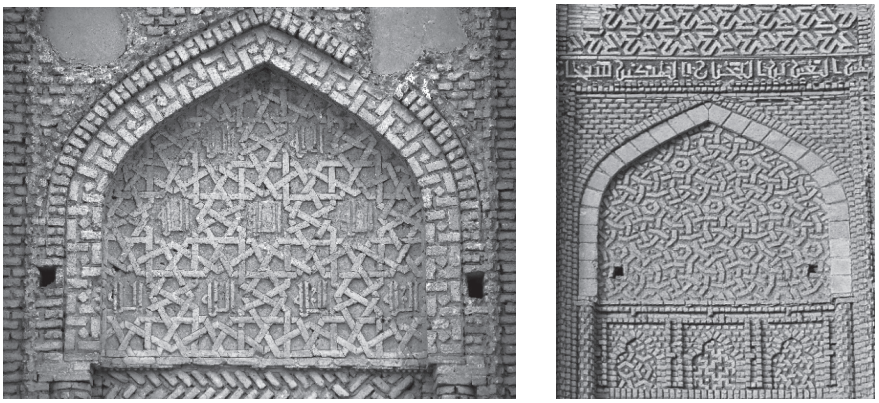
باید سؤال کرد این شکل مدوّر منظّم، که درونش پر از جلوه‌های شکلی با نظم است، چگونه پیدا شده و از کجا آمده است؟. در این جا افکار و اندیشه‌های مشابه علوم دیگر می‌توانند به کمک هنرمند بیایند و با سنجش دقیق‌تر، ویژگی‌های شکلی و فضایی دایره و اشکال و احجام دیگر را جامع‌تر بشناسند. هر گاه علم و هنر دست‌به‌دست داده‌اند، خاطره‌های درخشان فرهنگی و هنری را ثبت کرده‌اند. از این جهت هنرمندان و صنعتگران ایرانی از گذشته‌های دور به این هم‌فکری و همکاری نتیجه‌بخش علاقه‌مند بوده‌اند و در نتیجه، شاهکارهای هنر ایرانی را به وجود آورده‌اند. با استفاده از آجر، تنها واحد شکلی و ماده ساختمانی (در معماری و تزیین)، یکباره دو عملکرد را انجام داده‌اند. آثار معماری به‌جامانده از قرن چهارم هجری (عهد سلجوقی) و سپس پیوسته در دوره‌های تیموری و صفوی حتی بعد، دقّت و علو نظر هنری و توقع علمی هنرمندان را در این رابطه نشان می‌دهد. برج‌های دوقلوی خرقان[1]، مربوط به قرن چهارم هجری، با توجه به چیدمان شکلی آجر، ترکیب‌هایی

۱- برج‌های دوگانه خَرَقان، دو برج آجری دوره سلجوقی هستند که بلافاصله در ۲۹ متری از یکدیگر و در فاصله یک‌کیلومتری روستای حصار از توابع دهستان خرقان غربی، به فاصله ۳۲ کیلومتری غرب شهرستان آبگرم در مسیر جاده همدان قزوین قرار دارد. این بنا به شماره ۱۳۹۵ در آثار ملی ایران به ثبت رسیده است. برج هشت‌ضلعی شرقی از برج غربی قدیمی‌تر، ۱۵ متر ارتفاع و ۱۱ متر قطر دارد. ◄

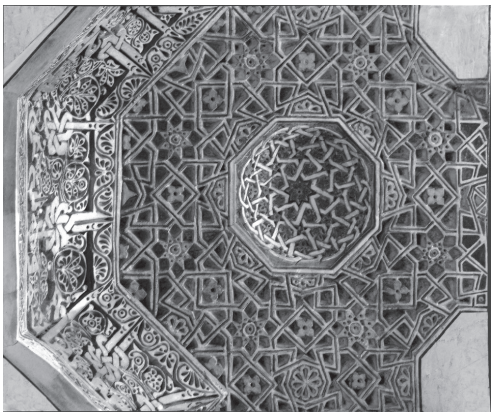
هندسی حیرت‌انگیزش، اثری منحصربه‌فرد و اعجاب‌انگیز در همهٔ ادوار به شمار می‌رود. آجرکاری و نقوش هندسی در قسمت‌های مختلف مسجد جامع اصفهان، در بدنه ساختمان و سقف‌ها و گنبدها، به ویژه در تزئینات و پوشش بنا، به صورتی مکرّر و متنوع، پر از مفهوم و فریبنده هستند. نقش تجسمی هندسه در شکل‌آفرینی مقرنس، و مهندسی فضایی آن نکته‌های تازه و کامل‌تری را در رابطه با تعدّد ابعاد مطرح می‌کند، خصوصاً اگر با مواد متنوع مات و براق و رنگین به کار رود، نظرها را جلب می‌کند و بحث‌های علمی هنری جدید و مدرن را می‌طلبد.

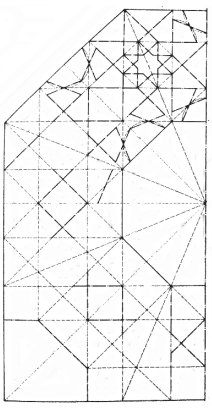
◀ آجرکاری این برج‌ها خارق‌العاده و شگفت‌انگیز است و تسلط طرّاحان و معماران قرن پنجم هجری ایرانی را نشان می‌دهد که توانسته‌اند با تنها ماده واحد ساختمانی آجر، با تسلط به دانش هندسه و مهارت در استفاده از آن برای شکل‌آفرینی جلوه‌های بی‌نظیر هنر گره چینی با نقوش هندسی بهره ببرند که با گذشت هزار سال، هنوز هم معتبر و مدرن محسوب می‌گردد و برای هنرمندان هنرهای تجسّمی معاصر، بالاخص معماران، الهام‌بخش است. بسیاری نقش‌های هندسی متنوّع آجرکاری تزیینی که در سطوح متعدد هر دو برج به‌کار رفته است، شامل گره مربّع، سرمه‌دان حصیری، جناغی، خفته راسته، مربع پا باریک و چهار ترنجی و... از آن جمله هستند. نخستین نمونه گنبدهای نار (پیازی و نیمکره) و گنبدهای دوپوسته گسسته (میان‌تهی) در این برج‌ها دیده می‌شود و از پوسته خارجی گنبد برج قدیمی، چیزی باقی نمانده است اما پوسته داخلی آن سالم است و با انحنا به کمک طاق‌نماها و کاربندی شانزده‌گانهٔ بالای هشت‌ضلعی بنا قرار گرفته است. در کتیبه سردر ورودی برج‌ها و در بالای ساقه گنبد، اطلاعاتی در مورد سال ساخت و معمار نوشته شده است، و در کتیبه دوخطی برج قدیمی چنین نوشته شده است: به تاریخ سنه ستین و اربعمائه عمل محمد بن مکی الزنجانی القبه؛ نشان از ساخت بنا در سال ۴۶۰ (قمری) توسط محمد بن مکی زنجانی دارد. کتیبه برج جدید سال ساخت ۴۸۶ معماری ابوالمعالی بن مکی زنجانی را نشان می‌دهد. احتمالاً معمار هر دو برج یک نفر بوده است. معمار برج شرقی، فرد فوق‌الاشاره بوده است ولی معمار برج غربی ابوالمعالی بن محمد مکی الزنجانی القبه بوده است. برج غربی در سال ۴۸۶ هجری توسط برادر یا پسر معمار برج شرقی ساخته شده است و برج قدیمی، در زمان سلطان عضدالدین آلپ ارسلان سلجوقی و برج غربی در دوره سلطنت ابوالمظفر برکیارق سلجوقی احداث شده است.

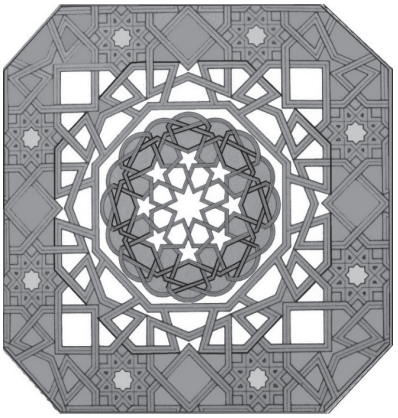
این بنا بارها مرمت شده است. در سال ۱۳۴۷ روستاییان محلی قسمتی از بنا را که بر اثر سیلاب در زیر رسوبات سست قرار گرفته بود، به شکل ابتدایی تعمیر کردند. برج‌ها در سال‌های ۱۳۵۳، ۱۳۶۹، ۱۳۷۰ و ۱۳۷۳-۱۳۷۱ مورد مرمت قرار گرفتند. در زلزله بوئین‌زهرا در سال ۱۳۸۱، هر دو برج آسیب قابل‌توجهی دیدند. با توجه به وضعیت مناسبی که دو برج تا پیش از این داشتند، می‌توان گفت که این زلزله با بزرگی ۶/۵ درجه ریشتر، یکی از قوی‌ترین زلزله‌های این منطقه در ۹۰۰ سال اخیر بوده است. (به‌اختصار: ویکی‌پدیا).



شکل‌های. ۳۵، ۳۶، ۳۷ برج‌های دوقلو، خرقان







شکل‌های. ۳۸، ۳۹، ۴۰ مسجد جامع اصفهان، ایوان شمالی، سقف صَفه درویش[1]

۱- فرشته‌نژاد -مرتضی، (گره سازی و گره چینی در هنر معماری ایران)، انتشارات انجمن آثار ملی، شماره ۱۳۸ سال ۱۳۵۶

به نظر می‌آید در قرن هشتم هجری، همین شرایط مهیّا بوده است که هنرمندی با وجود مصائب زمانه، قلم و چکش به دست گرفته است و در ظرف پاتیل مسی با قلم‌زنی، نقش‌اندازی کرده است و در عوالم مورد علاقه‌اش، که بسیار بلندپروازانه بوده، با مهارت و دقتش، به تقاضای فکر و ذکرش، سیر و سلوک معنوی نماید. نتیجه همان می‌شود که ما می‌توانیم جلوه‌هایش را با طرّاحی‌ها و تحلیل‌های شکلی که از نقوش قلم‌زنی پاتیل مسی مذکور انجام داده‌ایم، بهتر ببینیم و سنّت نقش‌آفرینی متنوّع هنرمندان ایرانی را که تنها از خطکش و پرگار بهره می‌گرفته‌اند، زیر نظر داشته باشیم.

اینک با کمک امکانات برنامه‌های طراحی گرافیکی رایانه‌ای، نقش‌های هندسی پاتیل را با دقت بازشناسی کرده‌اند و ظرافت نقش‌های هندسی را طرح اندازی نموده‌اند، عصاره مطلب هنری را که توسط نیاکان هنرمند، با مکاشفه به دست آمده است، مشاهده و به اتفاق همراهان اندرز گرفته، برای استفاده علاقه‌مندان ارائه می‌دهیم.

به هنگام کار، پیوسته به هندسه اقلیدسی و معیارهایش فکر کرده‌ایم امّا در ضمن، جلوه‌های دیگری از نظم و روابطی هماهنگ از شکل و نقش و ترکیب‌های هندسی را در خیال بسط و توسعه داده‌ایم. حالا عوالم عجیب و حیرت‌انگیز هندسی به خصوص که قبلاً به سهولت از کنارش گذشته‌ایم، با اعتبار بیشتری خودنمایی می‌کند و ارزش علمی و هنری و معنوی خود را برای ما بیان می‌دارد. ما نیز پیوسته عوالم مشترک و اعجاب‌انگیز هنر و طبیعت را متحیّرانه نظاره می‌کنیم و در این رابطه به تحقیق نشسته‌ایم.

ملاحظه نمودیم که ریاضی‌دانان نکته‌سنج و هنردوست نیز به آن پرداخته‌اند و از نظم بنیادی دیگری، متفاوت و فراتر از نظم هندسی اقلیدسی بحث کرده‌اند که قبلاً هنرمندان نیز به شکل‌های مختلف با آن مشغول بوده‌اند. بحث درباره هندسه‌ای است که در مورد اشکال هندسی به ظاهر نامنظّم طبیعت، صدق می‌کند و به عنوان «هندسه غیراقلیدسی»[1] نام برده می‌شود که در دهه‌های اخیر، موضوع بحث ریاضی‌دانان و فعّالیت برخی هنرمندان معاصر بوده است. عنوان علم «هندسه فراکتالی»[2] را که ریاضی‌دانان آن را هندسه غیراقلیدسی نامیده‌اند، برای اولین‌بار در دهه ۱۹۶۰ میلادی توسط ریاضیدان فرانسوی‌تبار آمریکایی «بِنواُ. ب. مانْدل بروُت»[3] مطرح گردید. سپس در سال ۱۹۷۵

1- Géométrie non euclidienne

2- Géométrie fractale

۳- بِنواُ. ب. مانْدل بروُت، (۱۹۲۴-۲۰۱۰ م) Benoit. B. Mandelbrot. در سال ۱۹۳۶، در سن ۱۱ سالگی، ماندلبرو و خانواده‌اش از ورشو لهستان، به عنوان پناهنده سیاسی به فرانسه مهاجرت کردند. پس از پایان جنگ جهانی دوم، در رشته ریاضیات تحصیل کرد و از دانشگاه‌های پاریس و ایالات متحده فارغ‌التحصیل شد و مدرک کارشناسی ارشد خود را در رشته هوانوردی از مؤسسه فناوری کالیفرنیا دریافت کرد. او بیشتر دوران حرفه‌ای خود را در ایالات متحده و فرانسه با داشتن تابعیت دوگانه فرانسوی و آمریکایی گذراند. مدرک دکتری خود را در رشته علوم ریاضی از دانشگاه پاریس، در سال ۱۹۵۲ م اخذ کرد و در سال ۱۹۵۸ م، کار خود را در IBM آغاز نمود و به طور دوره‌ای در دانشگاه هاروارد تدریس می‌کرد. در آنجا به دلیل دسترسی به رایانه‌های IBM یکی از اوّلین کسانی بود که از گرافیک رایانه‌ای برای ایجاد و نمایش تصاویر هندسی فراکتال استفاده کرد که منجر به کشف مجموعه ماندلبروت در سال ۱۹۸۰ شد. او نشان داد که چگونه می‌توان از قوانین ساده، پیچیدگی بصری ایجاد کرد. او گفت چیزهایی که معمولاً «خشن»، «به‌هم‌ریخته» یا «آشوبناک» تلقی می‌شوند، مانند ابرها یا خطوط ساحلی، در واقع «درجه‌ای از نظم» دارند. تحقیقات ریاضی و هندسه‌محور او شامل مشارکت در زمینه‌هایی مانند◀

م مورد توجه و تجلیل دانشمندان و سپس هنرمندان قرار گرفت. امّا به زودی پژوهشگران دریافتند که این پدیدهٔ علمی و زیبایی‌شناسی، بسیار پیش‌تر مورد توجه هنرمندان و طرّاحان هنرهای تجّسمی و معماران بوده است، به خصوص در معماری کشورهای اسلامی به آن توجّه داشته‌اند. در منابع پژوهشی غربی، هر گاه سخنی در باب ژئومتری فرکتال در معماری به میان آمده است، جلوه‌های هندسی فرکتالی که در تزیینات معماری برخی از کشورهای اسلامی، از جمله ایران، ترکیه، مراکش، مصر اشاره شده است. تصاویر هندسی در مساجد ترکیه، در مسجد سلیمانیه در استانبول یا سلیمیه در اَدِرنه، در نقش‌های هندسی گنبدها در قاهره و آثار متعدّد اسلامی در شهر فاس مراکش، مثل مدرسهٔ عطّارین یا جامع القرویّین و آثار دیگر در شهر رباط در مراکش یا آثار معماری مساجد ایران به وفور دیده می‌شود.

از جمله به شکلی متهورّانه و حیرت‌انگیز در آثار معماری ایران، مانند سقف گنبد مسجد شیخ لطف‌الله اصفهان یا بسیاری مدارس و مساجد عهد تیموری، صفویه تا قاجار در ایران، به صورتی اعجاب‌آور در محراب اعظم مسجد گوهرشاد، در سقف‌های تزیینی مدرسه غیاثیه خواف، در سقف گنبدی مقبرهٔ سید رکن‌الدین یزد، در گنبد مسجد آقابزرگ کاشان به وجود آمده است.

۴. ژئومتری فراکتال

هنوز پژوهشگری، هنرمندی جلوه‌های ژئومتری فراکتال را در تذهیب و نگارگری ایران، زیر ذره‌بین دقّت نبرده است! یا چیدمان فرم‌های هندسی و آرایش فضایی اسلیمی‌ها و گل‌وبته‌ها و ترنج‌ها در انواع فرش‌های ایرانی، توسّط کدام یک از پژوهشگران و هنرمندان، استخراج و در طرح‌اندازی‌های جدید، مورد توجه قرار گرفته است؟

جلوه‌های فضایی چندبعدی[1]: آینه‌کاری‌های ایرانی که به‌صورت مقرنس در سقف‌ها و به شکل مسطّح در فضاهای معماری اجرا شده که توأمان با ترکیب مواد ساختمانی مات و برّاق از گچ و کاشی و موزائیک است، چگونه باید شناخته شود؟ پس ببینیم زیبایی‌شناسی نوین ژئومتری فراکتال، چه کمکی خواهد کرد و امکانات رایانه‌ای که قابلیّت طرّاحی و اجرای جلوه‌های تصویری واقعی و تجسّمی را بسط و توسعه داده و اجرای هر گونه ایده پیچیده را ممکن ساخته است، چگونه هنرمند را در طرح مسائل فضایی جدید همراهی خواهد کرد.

شاید مطالب زیر، نظر را جلب کند و برای پژوهش‌های بعدی مفید واقع شود و در این میان معماران خلّاق و بلندپرواز که نظریه فراکتال را به صورت یک فرمول طرّاحی برای ابداعات هنری در

◀ فیزیک آماری، هواشناسی، هیدرولوژی، ژئومورفولوژی، آناتومی، طبقه‌بندی، عصب‌شناسی، زبان‌شناسی، فناوری اطلاعات، گرافیک رایانه‌ای، اقتصاد، زمین‌شناسی، پزشکی، کیهان‌شناسی فیزیکی، مهندسی، نظریه آشوب، اقتصاد فیزیک، متالورژی و علوم اجتماعی بود. (به اختصار: دانشنامه ویکی‌پدیا)

1- Multidimensional spatial effects

آثار خود به کار گرفته یا می‌گیرند، بتوانند نظرشان را جلب کند و برای آنها راهگشا باشد. از جمله معمار انگلیسی کانادایی «فرانک گِری»[۱] را انتخاب کرده‌ایم که شاخص‌ترین اثر او، موزه جدید «گوگنهایم» است که در سال ۱۹۹۷ م در شهر «بیلبائو» در اسپانیا ساخته شده است. سبک معماری آن، به علوم معاصر توجه دارد و به صورتی طبیعی شکل گرفته، با شکوفایی و رهایی در فضا و تداوم در گستره زمین، هماهنگ طرّاحی و ساخته شده است و با جلوه‌های طبیعت و زیبایی‌های هندسی عالم، به صورتی هماهنگ پیوند برقرار کرده است. به همین جهت این اثر را در زمرهٔ «سبک پرش کیهانی» که سبک جدید و معاصر است نام می‌برند (ویکی‌پدیا). اثر معماری قابل توجّه دیگری که دارای جلوهٔ فراکتالی است، «تئاتر سیدنی»[۲] متعلّق به طرّاح دانمارکی «یوران اوتزان» است که در کنار ساحل دریا ساخته شده است. مجموعه تئاتر سیدنی در یک مسابقه بین‌المللی معماری انتخاب شده است. اثر او ترکیب هندسی فراکتالی است که از تکرار آهنگین سطوحی هماهنگ، ترکیب شده است و در مجموع شامل حجم‌های هندسی مرتبط و منضبط در فضا است که الهام‌گرفته از کشتی‌های بزرگ بادبانی اقیانوس‌پیمای قدیمی و باله‌های نهنگ است.

هنرمندان مدرن هنرهای تجسمی نیز خود را از این امر بی‌نصیب نگذاشته‌اند. نقاش آبستره «جکسون پولاک»[۳] نیز آثاری به وجود آورده است که «لیور شامور»، فیزیکدان دانشگاه فناوری لورانس، در اواخر ۱۹۹۰ م، با بهره‌گیری از تجهیزات نانوالکتریک، تحقیقاتی در مورد برخی آثار «پالاک» به عمل آورد، مشخّص نمود. او نکاتی را که پیچیدگی الگوهای فراکتالی را بیان می‌کند، در طول سال‌های تلاش نقاشی و تکامل سبک خود، یک ربع قرن پیش از معرّفی هندسه فراکتالی، در آثارش تحت نظر داشته و به جهانیان عرضه داشته است (بلکه او خواسته برای نوآوری و همراهی با علم زمانه توجیهی برای به کرسی نشاندن علمی سبک آبسترهٔ ابداعی خود داشته باشد). همچنین درسال ۲۰۲۰ م در عالم گرافیک، طرّاح آرشیتکت ژاپنی، «آسائوتوکولو»[۴]، لوگوی المپیک توکیو را با الهام از نقش‌مایه‌های قدیمی آن سرزمین، که دارای نمودی فراکتالی است، عرضه کرد.

اکنون مناسب است دوباره به هنرهای ایرانی، از جمله معماری و تجسّمی اشاره کنیم و برخی آثار را به خاطر آوریم و به تقدّم هنرنمایی آنان در رابطه با بحث ژئومتری فراکتال تأمل کنیم. نقش عظیم

۱- فرانک اوون گری (Frank Owen Gehry)، معمار معاصر متولّد ۱۹۲۹ م تورنتو، در رشته‌های معماری درکالیفرنیا و رشته برنامه‌ریزی شهری، در دانشگاه هاروارد تحصیل نمود. متأثر از معمار فرانسوی لوکوبوزیه است و معروف‌ترین اثر او: موزه «گوگنهایم» (Guggenheim) در بیلبائو (Bilbao) اسپانیاست.

۲- تئاتر سیدنی (Sydney Opera House)، اثر: یورن اوتزان (Jorn Utzon)، یکی از مشهورتری آثار معماری مدرن اواخر قرن بیستم است. این اثر معماری با جلوه‌های فضایی هندسی و هیبت مجسمه‌سازی مدرن، از کشتی‌های قدیمی بادبانی و حرکت موّاج باله‌های نهنگ در امواج اقیانوس الهام گرفته شده که از لحاظ نظم شکلی نیز دارای جلوه هندسه فرکتالی است و به عنوان یک اثر معماری بدیع تغزّلی شناخته می‌شود.

۳- جکسون پولاک (Jackson Polloock 1912-1959)، نقاش مدرن آبستره اکسپرسونیسم آمریکایی

۴- Asao Tocolo، معمار و طراح گرافیک لوگوی المپیک توکیو ۲۰۲۰.

نیم‌کره‌ای گنبد مسجد شیخ لطف‌الله اصفهان، که شاهکاری تکرارناپذیر است، با نظم حیرت‌انگیز فراکتالی، در چهار قرن پیش خلق شده است. تزیینات نگارگری شاهنامه بایسنقری عهد تیموری و شاهنامه طهماسبی عهد صفوی دارای نقش‌مایه‌های هندسی و ترکیب‌بندی‌هایی است که یادآور زیبایی‌شناسی و نظم فراکتالی است. نقوش گچ‌بری محراب نائین، محراب بایزید بسطامی، آژده‌کاری و نقوش هندسی محراب علویان و اردستان، با توجه به تاریخ و قدمتشان در شکل‌آفرینی، دارای جلوه‌های متعدّد هندسه فراکتالی است. ظرف پاتیل مسی قلم‌زنی موزه ملّی ایران نیز که در این مختصر نوشته شد و حدوداً معرفی گردید، به دست هنرمندان گمنام قرن هشتم هجری انجام شده است که در اوج ظرافت و دقت، با جلوه‌های هندسه فراکتالی، نقش‌اندازی و قلم‌زنی شده است و با نگاه دقیق، بیننده را میخکوب می‌کند.

بدین صورت ما سعی کردیم به دقت، جزئیّات اثر و مهارت در قلم‌زنی را از فاصله نزدیک ببینیم و با انجام عکاسی و سپس تجزیه و تفکیک نقوش هندسی از ظرف، ویژگی‌های ترکیب‌بندی و فضاسازی تجسّمی آن را بفهمیم. همچنین با دقت مثال‌زدنی خانم مریم دهنادی در طراحی رایانه‌ای، توانستیم ظرائف هنری و نکات خلّاقه یک اثر هنری ناب ایرانی را که در زمان خود بسیار آگاهانه و مسلّط اجرا شده و اکنون نیز تازه است، درست ببینیم و شور و شعف نگاه هنری را که موجب پیدایش این اثر هنری گردیده، حس کنیم و آن را بفهمیم تا برای کارهای نوین هنری متهوّرانه در آینده، اندیشه کنیم.

اشاره کردیم که هنرمندان با الهام‌گرفتن از جلوه‌های طبیعت، گل و گیاه و کانی‌ها، به منظور شناخت بُن‌مایه‌های شکلی و نظام هستی، به همان موارد پرداخته‌اند که فیلسوفان و ریاضی‌دانان بیشتر علاقه‌مندند و دربارهٔ وحدت نامرئی که منشأ تنوّع جلوه‌های بصری عالم است، بحث نموده و نظرها داده و محاسبه‌ها کرده‌اند. هنرمندان نیز به نوبه خود، در همین محدوده کنجکاوی کرده‌اند و با الهام از طبیعت و بلندپروازی‌های خیالی خود در عوالم ناشناخته، جلوه‌های بصری ساخته اند. البته شعرا نیز با ظرائف دیگری، به مسئله پرداخته‌اند. همان طور که عطّار توصیف کرده است:

گر نگشتی نقش پر او عیان　　این همه غوغا نبودی در جهان
این همه آثار صنع از فرّ اوست　　جمله اِنمودار نقش پر اوست

در این رابطه هنرمندان چیره‌دست سرزمین‌های اسلامی نیز از شرق تا غرب، حرف‌های گفتنی بسیار داشته‌اند و در آثار متنوّع خود در نگارگری و تذهیب، در انواع صنایع‌دستی و به خصوص در معماری، با استفاده از مواد مختلف، نقش‌مایه‌های شگفت‌انگیز هندسی را به وجود آورده‌اند. از قُرطبه (کوردوا) تا رباط، از فاس تا قاهره، از استانبول تا اَدِرنه، از بغداد تا نَجف، از تبریز و مراغه و همدان تا ساوه، از اصفهان و یزد و شیراز تا کرمان، از قزوین و تهران و بسطام تا خراسان و هرات و تاشکند، بی‌شمار نقش‌مایه‌های شگفت‌انگیز هندسی را به وجود آورده‌اند. در کشورهای غربی اسلامی، به خصوص در مراکش، با استفاده از نقوش هندسی تراشیده‌شده از کاشی‌های رنگارنگ، که به هنر

زلیج شهرت یافته است و در گسترهٔ ایران بزرگ، هنر گره‌سازی و گره چینی را ایجاد نموده است. نقوش هندسی در هنرهای ایرانی، شگفت‌انگیزی طراحی آن را در برج‌های خرقان (قرن چهارم هجری) دیده می‌شود و تنوّعش را در مسجد جامع اصفهان بررسی نموده‌ایم. آنجا که نقوش هندسی با اسلیمی‌ها و ختایی‌های مدوّر و پیچ‌درپیچ پیوند خورده، در ترکیبی حیرت‌انگیز با ابعاد متنوّع به هم آمیخته، بحث فضای تجسّمی را وسعت داده، ابعاد زمان را به همه‌ریخته و تعریفی دیگر از فضا داده است.

۵. سخن آخر

اینک بحث را ساده کنیم و به نقش‌های هندسی ساده: مثلّث، مربّع، دایره بپردازیم.

ایجاد فضای هندسی که پایهٔ آن مثلث متساوی‌الاضلاع، یا مربّع، یا دایره باشد، باهم بسیار متفاوت هستند. هر کسی با کمترین تجربه می‌تواند دست به کار شود و آن را بفهمد. با انتخاب مثلّث متساوی‌الاضلاع یا مربّع یا دایره، به عنوان پایه، هر کدام را به «همهٔ اطراف» در ترکیب‌ها و نظم‌های متنوّع، بسط و گسترش دهیم، دنیایی از نقوش به وجود می‌آید و تا آنجا پیش می‌رود که پایانی ندارد. امّا فضای هندسی که پایه آن دایره باشد، ابعاد دیگری را مطرح می‌کند که بسیار فراتر از ابعاد فضای هندسی مثلث و مربع است. فضای هندسی بر پایه دایره، سیر در عوالم ابعاد را به تصویر می‌کشد و مفهوم فضای عالم را که در همهٔ ابعاد بیکرانه است، قابل ادراک می‌نماید.

آغاز این تجربه بسیار ساده است اما هنگامی‌که ترکیبی کامل ایجاد می‌شود، سنجش ابعاد پیچیده می‌گردد. در این شرایط است که تجربهٔ ساده طرّاحی، طرّاح را به چالش می‌کشد و تجسّم فضایی او از ابعاد، وی را به حیرت وامی‌دارد که دست‌بردارش نیست و در نتیجه، پیوسته به دقت و نظم، چکش می‌زند، چکش می‌زند تا با صدای موزون قلم‌زنی در پاتیل که برایش به منزلهٔ پیاله است، بلکه نقش رُخ یار را می‌بیند و چیزی دستگیرش می‌شود! در اینجا باز هم به یاد گفته سلطان سخن می‌افتیم که به دقت فرموده:

این‌همه نقش عجب بر در و دیوار وجود هر که فکرت نکند نقش بود بر دیوار

بدین شکل باتوجه‌به ویژگی‌های تصاویر و نقش‌مایه‌های هندسی قلم‌زنی پاتیل قرن هشتم هجری، دقیق‌تر می‌توان ابعاد هنری و فنی هنرمند ایرانی را دید و آن را شناخت.

فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و ششم، شماره ۱۰۱، بهار ۱۴۰۳، صص.۱۶۴-۱۵۱

گزارش پژوهشی

یک دهه پژوهش، با کرسی یونسکو در آموزش مهندسی

حسین معماریان[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۱۰ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۳

DOI: 10.22047/ijee.2024.186827

چکیده: نزدیک به نود سال از آغاز آموزش نوین دانشگاهی در ایران می‌گذرد. در این مدت، آموزش مهندسی در کشور، در کنار گسترش کمّی زیاد، فراز و فرودهای چندی را پشت سر گذارده است. اعتلای آموزش مهندسی در گرو شناسایی چالش‌های آن و ارائه راهکارهایی برای غلبه بر آنهاست و این امری است که تنها با پژوهش‌های سامان‌یافته، امکان‌پذیر است. یکی از اقدامات متصور در این زمینه، ایجاد مرکزی برای ارتباط بین فعالیت‌های صورت‌گرفته در آموزش مهندسی کشور و مراکز آموزشی دیگر کشورها و سازمان‌های بین‌المللی است. دراین‌ارتباط، به دنبال تصویب سازمان علمی، تربیتی و فرهنگی ملل متحد (یونسکو)، کرسی یونسکو در آموزش مهندسی در سال ۱۳۹۳ دانشگاه تهران تأسیس گردید. کرسی یونسکو، به عنوان یک اتاق فکر، پژوهش و آینده‌پژوهشی در زمینه‌های مختلف آموزش مهندسی را سرلوحهٔ اهداف خود قرار داده است. در این مقاله، ضمن معرفی اهداف و دامنه فعالیت‌های کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، دستاوردهای یک دهه فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی این کرسی، مرور شده است.

واژگان کلیدی: آموزش مهندسی، کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، دانشکدگان فنی، دانشگاه تهران، ایران

۱- استاد، دانشکدگان فنی دانشگاه تهران، تهران . ایران. memarian@ut.ac.ir
رئیس کرسی یونسکو در آموزش مهندسی ucee.ut.ac.ir

۱. مقدمه

آموزش نوین مهندسی در ایران برای اولین‌بار از سال ۱۳۱۳ در دانشکده فنی دانشگاه تهران آغاز شد. در طی این سال‌ها، آموزش مهندسی کشور فراز و نشیب‌های فراوانی را پشت سر گذارده است. تا پیش از انقلاب تعداد مراکز عرضه‌کننده آموزش مهندسی محدود بود و اغلب برنامه‌ریزی‌های آموزشی صورت‌گرفته در دانشکده فنی دانشگاه تهران، در سطح ملی به کار گرفته می‌شد. پس از انقلاب، برنامه‌ریزی آموزش مهندسی به صورت متمرکز و توسط کارگروه‌های برنامه‌ریزی وزارت علوم انجام گردید (Memarian, 2012). اقبال دانشجویان به تحصیلات دانشگاهی و به ویژه مهندسی، رقابت سختی را برای چند دهه در بین متقاضیان ورود به آموزش عالی ایجاد کرد. برای پاسخ‌گویی به این تقاضا، آموزش مهندسی نیز گسترش زیادی پیدا کرد، تا حدی که در فاصله یک دهه (۱۳۸۱ تا ۱۳۹۱)، میزان نام‌نویسی دانشجویان در رشته‌های مهندسی کشور متوسط نرخ رشدی برابر با ۱۳/۴٪ داشته است. بر طبق آمار موجود، در سال تحصیلی ۹۲-۹۱ تعداد ۴۳۶۸۰۰۰ دانشجو در مراکز آموزش عالی ایران ثبت‌نام کرده بودند که حدود یک‌سوم این تعداد، یعنی ۱۴۳۵۰۰۰ نفر، در گروه فنی و مهندسی به تحصیل اشتغال داشته‌اند. این دانشجویان در ۷۴۷ برنامه آموزشی و در ۱۵۲۲۴ رشته/ محل تحصیل می‌کرده‌اند. تعداد اعضای هیئت علمی مراکز آموزش مهندسی در این سال ۱۴۴۰۰ نفر بوده است. در سال تحصیلی ۹۲-۹۱ حدود ۶۰٪ دانشجویان مهندسی کشور در مؤسسات غیردولتی تحصیل می‌کرده‌اند (Toufigi, 2014).

در چند سال اخیر و به دنبال گذر از چند دهه گسترش کمّی آموزش مهندسی، به تدریج تعادلی بین تعداد متقاضیان ورود به آموزش عالی و ظرفیت پذیرش دانشگاه‌ها، شکل گرفت. در شرایط جدید متقاضیان آموزش مهندسی در پی انتخاب مراکزی هستند که آموزش‌های بهتری را عرضه کنند. بدین‌گونه است که ارتقای کیفیت آموزش، به تدریج می‌رود تا جایگزین گسترش کمّی آن شود.

در یکی دو دهه اخیر، اقدامات چندی برای ایجاد زیرساخت‌های لازم جهت گسترش پژوهش در آموزش مهندسی در کشور صورت گرفته است. از مهم‌ترین این اقدامات می‌توان انتشار فصلنامهٔ آموزش مهندسی توسط فرهنگستان علوم و به دنبال آن تأسیس انجمن آموزش مهندسی ایران را نام برد. در جدول ۱ برخی از مهم‌ترین نهادهایی که در سال‌های اخیر، برای کمک به ارتقای آموزش مهندسی کشور تأسیس گردیده، فهرست شده‌اند. یکی از این اقدامات که برای گسترش پژوهش در زمینهٔ آموزش مهندسی و انجام فعالیت‌های سامان‌یافته برای بالا بردن کیفیت آموزش ارائه شده است، ایجاد مرکزی برای ارتباط بین فعالیت‌های صورت‌گرفته در آموزش مهندسی کشور و مراکز آموزشی دیگر کشورها و سازمان‌های بین‌المللی و در رأس آن، سازمان علمی، تربیتی و فرهنگی ملل متحد (یونسکو) است. در این مقاله فرایند تأسیس، ساختار، هدف‌ها و دامنه فعالیت‌های کرسی تازه‌تأسیس یونسکو در آموزش مهندسی تشریح شده است.

جدول ۱. زیرساخت‌های پژوهش در آموزش مهندسی در ایران

• انتشار فصلنامه آموزش مهندسی ایران، توسط گروه مهندسی فرهنگستان علوم از سال ۱۳۷۸
• تأسیس انجمن آموزش مهندسی ایران با همکاری گروه مهندسی فرهنگستان علوم در سال ۱۳۸۸
• برگزاری کنفرانس‌های دوسالانهٔ آموزش مهندسی از سال ۱۳۸۸
• تأسیس مؤسسه ارزشیابی آموزش مهندسی ایران در سال ۱۳۹۰
• تأسیس کرسی یونسکو در آموزش مهندسی در سال ۱۳۹۰
• راه‌اندازی دوره جدید کارشناسی ارشد آموزش مهندسی از سال ۱۳۹۸

۲. یونسکو

سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی ملل متحد (یونسکو) در چهارم نوامبر ۱۹۴۶ تأسیس شد و در شانزدهم نوامبر همان سال چهل‌وشش کشور، از جمله ایران، اساسنامه آن را امضا کردند. یونسکو در بند اول اساسنامه خود، هدف از تشکیل این سازمان را چنین بیان می‌دارد:

> «کمک به استقرار صلح و امنیت از طریق همکاری میان ملت‌ها در زمینه‌های آموزش، علوم و فرهنگ، به منظور افزایش احترام همگان به عدالت، حاکمیت قانون، حقوق بشر و آزادی‌های اساسی برای همه، بدون توجه به تفاوت‌های نژادی، جنسیت، زبان و مذهب، مطابق با منشور ملل متحد» (UNESCO, 2022).

یونسکو برای اینکه بتواند اهداف خود را در قرن بیست‌ویکم تحقق بخشد، می‌کوشد چالش‌ها و پیامدهای جهانی شدن را با همه پیچیدگی‌هایش درک کند و به تعیین راهبردها و خط مشی‌هایی از مواضع فرارشته‌ای، میان‌رشته‌ای و بین فرهنگی بپردازد، به‌گونه‌ای که همگان از دستاوردهای آن بهره‌مند شوند.

۲-۱. کمیسیون ملی یونسکو

کمیسیون‌های ملی، نهادهای رابط کشورها با یونسکو در اجرای طرح‌ها و برنامه‌های تصویب‌شده و پیشبرد اهداف و تعهدات بین‌المللی در خصوص اجرای توصیه‌نامه‌ها و کنوانسیون‌ها هستند. کمیسیون ملی یونسکو ایران پس از پذیرش عضویت ایران در یونسکو با تصویب مجلس شورای ملی وقت، در سال ۱۳۲۷ تشکیل شد (IRUNESCO, 2020). رسالت اصلی کمیسیون ملی در کشور، تعیین کمبودها، تمرکز نیروها بر حوزه‌های اولویت‌دار و بحران‌زای ملی، و جهانی و اجتناب از تلاش‌های

حاشیه‌ای است. کانون اصلی فعالیت‌ها، مطالعه و بررسی اندیشه‌ها و تبادل اطلاعات و توسعه توان و ظرفیت کشور در زمینه آموزش، علوم، فرهنگ و ارتباطات، با توجه به معیارهای بین‌المللی است.

۲-۲. کرسی‌های یونسکو

سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی ملل متحد (یونسکو) دارای شبکه‌های تخصصی متعدد است. از جملهٔ این شبکه‌ها، کرسی‌های یونسکو[1] و شبکه‌های دانشگاه‌های همزاد[2] است. این بخش، شامل نهادها و شبکه‌هایی است که تحقیق، تعلیم و توسعه را در آموزش عالی پیرامون یک موضوع خاص در جهان، تشویق و ترویج می‌کند.

برنامهٔ دانشگاه‌های همزاد در سال ۱۹۹۲ آغاز شد. هدف از تشکیل این برنامه، مقابله با پدیده فرار مغزها در کشورهای جنوب از طریق توسعه همکاری بین دانشگاهی و به اشتراک گذاردن دانش در بین کشورها، بر اساس همبستگی فکری و تفاهم علمی است. برنامه دانشگاه‌های همزاد شامل آموزش، تحقیق و مبادله اطلاعات در بین دانشگاه‌هاست و چارچوبی را برای مبادله اطلاعات در زمینه‌های فعالیت یونسکو، یعنی آموزش، علوم طبیعی، علوم اجتماعی و انسانی، فرهنگ، ارتباطات و اطلاعات فراهم می‌کند. شرکت‌کنندگان اصلی در این برنامه دانشگاه‌ها، مراکز پژوهشی، انجمن‌های علمی، بنیادها و سازمان‌های دولتی و غیردولتی، بخش‌های خصوصی و عمومی فعال در حوزه آموزش عالی است. نوع کار دانشگاه‌های همزاد گسترده و متنوع است که از آن میان می‌توان فعالیت‌های پژوهشی، برگزاری جلسات سخنرانی، گردهمایی و کنفرانس در سطوح ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی، اعزام دانشجو و استاد و تشکیل دوره‌ها و کارگاه‌های آموزشی را نام برد. در حال حاضر یونسکو دارای بیش از ۱۸۰ شبکه دانشگاهی در ۱۲۰ کشور جهان است (IRUNESCO, 2020 و UNESCO Chairs, 2022).

کرسی‌های یونسکو ارگان‌هایی ملی یا منطقه‌ای است که پیرامون یک موضوع خاص علمی فعالیت می‌کند. یک کرسی یونسکو می‌تواند به عنوان واحد جدید آموزشی یا پژوهشی در یک دانشگاه یا نهاد تحقیقاتی در حوزه آموزش عالی، برای دوره‌ای چهارساله تشکیل شود. این واحد باید دارای سرپرست و مدیر علمی برجسته در آن حوزه تخصصی، تعدادی پژوهشگر و اعضای هیئت علمی متخصص و دانشجو و محقق باشد که به انجام تحقیقات در سطوح عالی آموزشی و پژوهشی بر اساس زمینه فعالیت کرسی بپردازند. تا پایان سال ۲۰۲۲ میلادی، یونسکو دارای ۹۱۴ کرسی دانشگاهی در ۱۰۴ کشور جهان است. تا همین تاریخ ۱۷ کرسی زیر در ایران تشکیل شده است (جدول ۲) (UNESCO Chairs, 2022).

1- UNESCO Chairs
2- University Twinning and Networking Program (UNITWIN)

جدول ۲. کرسی‌های یونسکو در ایران تا سال ۱۴۰۲ (IRUNESCO, 2020)

۱. کرسی یونسکو در مطالعات اخلاق زیستی
۲. کرسی یونسکو در مخاطرات زمین شناختی ساحلی (۱۴۰۰)
۳. کرسی یونسکو در زمینه ترویج علم (۱۳۹۸)
۴. کرسی یونسکو در زمینه ارتباطات در علم و فناوری (۱۳۹۳)
۵. کرسی یونسکو در زمینه تاریخ طب سنتی (۱۳۹۶)
۶. کرسی یونسکو در زمینه آموزش محیط زیست (۱۳۹۶)
۷. کرسی یونسکو در زمینه سلامت اجتماعی و توسعه (۱۳۹۵)
۸. کرسی یونسکو در زمینه آموزش و یادگیری الکترونیکی (۱۳۹۵)
۹. کرسی یونسکو در زمینه حقوق بشر، صلح و دموکراسی (۱۳۹۵)
۱۰. کرسی یونسکو در فضای مجازی و فرهنگ: دو فضایی شدن جهان (۱۳۹۴)
۱۱. کرسی یونسکو با عنوان : معلمان به عنوان یادگیرندگان مادام‌العمر (۱۳۹۳)
۱۲. کرسی یونسکو در زمینه مدیریت بلایای طبیعی (۱۳۹۳)
۱۳. کرسی یونسکو در بازیافت آب (۱۳۹۳)
۱۴. کرسی یونسکو در زمینه بیوفیزیک دیابت (۱۳۹۳)
۱۵. کرسی یونسکو در آموزش مهندسی (۱۳۹۳)
۱۶. کرسی یونسکو در زمینه کارآفرینی (۱۳۸۸)
۱۷. کرسی یونسکو در مدیریت، برنامه‌ریزی و تضمین کیفیت در آموزش عالی (۱۳۸۶)

۳. کرسی یونسکو در آموزش مهندسی

در چند دهه اخیر و به دنبال عرضه روش‌ها، فرایندها و ابزارهای جدید آموزشی در سطح جهان، آموزش مهندسی نیز به سرعت متحول شده و پژوهش‌های مرتبط با آن، به طور وسیعی گسترش یافته است. در چنین شرایطی، آگاهی از تازه‌ترین دستاوردها در زمینه آموزش مهندسی و بومی کردن آنها، با توجه به شرایط ملی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در همین راستا، دانشکده فنی دانشگاه تهران، پیشنهاد تأسیس کرسی آموزش مهندسی را در تاریخ ۱۳۸۹/۲/۱۴ به سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی ملل متحد (یونسکو) ارائه داد. نامه تاییدیه تصویب «کرسی یونسکو در آموزش مهندسی» در تاریخ ۱۳۹۰/۹/۱۶ دریافت گردید. در تاریخ بیستم فروردین ۱۳۹۱، دکتر حسین معماریان، استاد دانشکده فنی دانشگاه تهران، به ریاست این کرسی منصوب شد. کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، در تاریخ ششم اردیبهشت ماه ۱۳۹۳ طی مراسمی با حضور سرکار خانم ایرینا بوکوا، مدیر کل سازمان جهانی یونسکو و ریاست دانشگاه تهران، به طور رسمی افتتاح گردید (UCEE, 2023). یونسکو، در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۴۰۱، ضمن تأیید و تقدیر از اقدامات صورت‌گرفته، موافقتنامهٔ فعالیت این کرسی را، برای دو دورهٔ چهار

سالهٔ دیگر (تا سال ۱۴۰۵)، تمدید کرد (شکل ۱). اهداف، چشم‌انداز و چکیده فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی، صورت‌گرفته در کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، در ادامه آمده است. اطلاعات جامع‌تر در مورد فعالیت‌های کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، از طریق وبگاه دوزبانه آن، قابل دستیابی است (ucee.ut.ac.ir).

شکل ۱. نماد مصوب کرسی یونسکوو در آموزش مهندسی

۳-۱. اهداف

هدف کرسی یونسکو در آموزش مهندسی ایجاد نظامی منسجم برای پژوهش، آموزش و بازآموزی، اطلاع‌رسانی، مستندسازی در زمینه آموزش مهندسی و تسهیل همکاری بین مراکز علمی و پژوهشگران طراز اول جهانی با اعضای هیئت علمی پردیس دانشکده‌های فنی، دانشگاه تهران و دیگر مراکز آموزش عالی کشور و همچنین مراکز آموزش مهندسی در کشورهای منطقه و فراتر از آن است. هدف‌های جزئی‌تر این کرسی را نیز به نحو زیر می‌توان خلاصه کرد:

۱. انجام پژوهش‌های مشترک درباره وجوه مختلف آموزش مهندسی در کشور، شناسایی چالش‌ها و پیشنهاد راهکارها
۲. راه‌اندازی دوره‌های تحصیلات تکمیلی در زمینه آموزش مهندسی
۳. گردآوری و نشر داده‌ها و اطلاعات در زمینه پیشرفت‌های جهانی در زمینه آموزش مهندسی
۴. کمک به تقویت ارتباط بین صنایع و دانشگاه‌ها
۵. مشارکت در طراحی یک نظام ملی ارزشیابی آموزش مهندسی
۶. همکاری نزدیک با یونسکو در زمینه برنامه‌ها و فعالیت‌های مرتبط

هدف‌های کرسی یونسکو در آموزش مهندسی بیش از همه، بر آرمان شماره چهار (SDG4) از آرمان‌های هفده‌گانه یونسکو برای توسعه پایدار، متمرکز است.

۳-۲. دامنهٔ فعالیت‌ها

برای رسیدن به اهداف فوق، کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، فعالیت‌های خود را به طور عمده در

سه زمینهٔ آینده‌پژوهی، ارزشیابی و همکاری‌های ملی و بین‌المللی، متمرکز کرده است.

- **آینده‌پژوهی**: پیگیری تحولات جهانی آموزش مهندسی، شناسایی چالش‌های آموزش مهندسی کشور، ارائه راهکار برای بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی، پیشنهاد برنامه‌ها و درس‌های جدید، ارائه روش‌هایی برای ارتقای فرایند آموزش، گسترش پژوهش در آموزش مهندسی، نشر یافته‌ها در سطح ملی و بین‌المللی، ارتقای رتبه جهانی آموزش مهندسی کشور
- **ارزشیابی**: ارتقای فرهنگ ارزشیابی و تضمین کیفیت آموزش مهندسی، تدوین شاخص‌ها و ملاک‌های ارزشیابی، پیشنهاد روش‌های تحلیل شاخص‌های ارزشیابی، ارائه راهکار برای رصد کردن بهبود مداوم کیفیت آموزش، پیشنهاد روش‌هایی برای ارتقای روش‌های تدریس و یادگیری، پیشنهاد روش‌هایی برای بهبود فرایند سنجش میزان یادگیری
- **همکاری‌ها**: همکاری فعال با مراکز مرتبط در سطح ملی، ایجاد ارتباط مؤثر با مراکز منطقه‌ای و بین‌المللی مرتبط، ایجاد مرکز منطقه‌ای آموزش مهندسی، پیوستن به پیمان‌های جهانی مرتبط، ارتقای نقش صنعت در آموزش مهندسی، ارائهٔ خدمات آموزشی و مشاوره‌ای در راستای اهداف کرسی، مشارکت در برگزاری کارگاه‌ها، همایش‌ها، گردهمایی‌ها

ساختار کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، متشکل از دو بازوی شورای راهبردی و هیئت مشاوران است. نقش «شورای راهبردی»، سیاست‌گذاری و نظارت بر خط‌مشی کلان کرسی است. اکثر اعضای این شورا را اساتید برجسته و باتجربه رشته‌های مختلف مهندسی دانشکدگان فنی دانشگاه تهران تشکیل می‌دهند. هدف از تشکیل «هیئت مشاوران»، کسب راهنمایی در زمینهٔ مسائل کلان آموزش مهندسی و همچنین ایجاد ارتباط بین کرسی آموزش مهندسی و دیگر مراکز مرتبط است. اعضای هیئت مشاوران از بین اساتید پیش‌کسوت مهندسی شاغل یا بازنشسته مراکز آموزش مهندسی کشور، استادان صاحب‌نظر در زمینهٔ یاددهی یادگیری و نمایندگانی از صنعت هستند. فهرست اعضای شورای راهبردی و هیئت مشاوران کرسی از تارنمای زیر قابل دستیابی است[1]. امور اجرایی کرسی توسط «دفتر کرسی» پیگیری می‌شود.

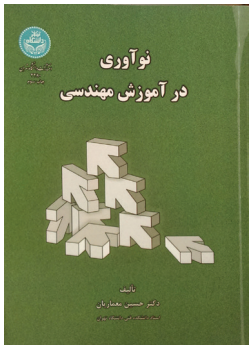
۳-۳. دستاوردها

در طول یک دهه فعالیت کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، اقدامات متعددی به منظور دستیابی به اهداف کرسی، صورت گرفته است. در جدول ۳ چکیدهٔ فعالیت‌ها و دستاوردهای حاصل از این فعالیت‌ها، فراهم آمده است.

1- http://ucee.ut.ac.ir/cms/32214

جدول ۳. گزیده یک دهه فعالیت و دستاوردهای کرسی یونسکو در آموزش مهندسی (UCEE, 2023).

پژوهش‌ها: انجام بیش از ۹۰ پژوهش بزرگ و کوچک در زمینهٔ آموزش مهندسی، همراه با انجام چند پژوهش آموزشی برای فرهنگستان علوم، دانشگاه‌ها، سازمان‌ها و وزارتخانه‌ها و انتشار نتایج آن به صورت گزارش، مقاله و کتاب
انتشارات: تألیف شش جلد کتاب در زمینه آموزش مهندسی (حرفه مهندسی، نوآوری در آموزش مهندسی، طراحی مهندسی، یاددهی و یادگیری، آموزش فنی و مهندسی در ایران و کارنامه یک دهه آموزش علوم مهندسی (زیر چاپ) (شکل ۲)، مشارکت در تألیف کتاب آموزشی نگاهی به تجربه‌های ارزیابی کیفیت در آموزش عالی ایران، نگارش بیش از ۴۰ مقاله پژوهشی در زمینهٔ نوآوری‌های آموزشی و چالش‌های آموزش مهندسی کشور و انتشار آنها در ژورنال‌ها و پیامد کنفرانس‌های آموزش مهندسی (جدول ۴)
ارزشیابی: طراحی ساختار و تهیهٔ استانداردهای لازم برای ارزشیابی درونی و برونی برنامه‌های آموزش مهندسی کشور، پیشنهاد تشکیل و تهیه ساختار مؤسسه ارزشیابی آموزش مهندسی ایران، به عنوان عضو مؤسس، مدیریت اجرای موفقیت‌آمیز طرح ارزیابی درونی در چند دانشگاه کشور
طراحی آموزشی: طراحی، تصویب و اجرای دوره جدید «کارشناسی ارشد آموزش مهندسی»، طراحی، تصویب و اجرای درس تحصیلات تکمیلی جدید «آموزش مهندسی»، طراحی ۲۳ کارگاه آموزشی در زمینه‌های مختلف آموزش مهندسی، بازنگری چند برنامهٔ آموزش مهندسی موجود کشور
آموزش: برگزاری کارگاه‌های آموزشی متعدد، در مراکز آموزش مهندسی، در تهران و شهرستان‌ها به منظور ارتقای حرفه‌ای اعضای هیئت علمی و مهارت‌های یاددهی- یادگیری دستیاران آموزشی مهندسی، اجرای دوره‌های آموزشی چندروزه برای توسعهٔ مهارت‌های یاددهی- یادگیری اعضای هیئت علمی (از جمله یک دوره برای گروهی از اساتید دانشگاه‌های افغانستان)، شرکت در میزگردهای آموزشی و برگزاری جلسات بحث و سخنرانی در فرهنگستان علوم، دانشگاه‌ها و مراکز مختلف در زمینه‌های گوناگون آموزش مهندسی
مشارکت: همکاری با مراکز، مؤسسات و انجمن‌های مرتبط جهت ارتقای آموزش مهندسی کشور، از جمله همکاری فعال در تأسیس و تهیه ساختار انجمن آموزش مهندسی ایران، مؤسسه ارزشیابی آموزش مهندسی ایران، دفتر ارزیابی کیفیت آموزش دانشکدگان فنی دانشگاه تهران و شاخه انجمن آموزش مهندسی در دانشگاه تهران
همکاری‌ها: انعقاد تفاهم‌نامه همکاری با دانشگاه‌ها، انجمن‌ها، مؤسسات و سازمان‌های مرتبط. شرکت در همایش‌ها و فعالیت‌های بین‌المللی یونسکو در کشورهای سوئیس، مالزی و اندونزی، همکاری و شرکت در فعالیت‌های کمیسیون ملی یونسکو، ارائهٔ مشاوره به دانشگاه‌ها در زمینهٔ ارتقای کیفیت آموزش مهندسی.
ترویج دستاوردها: طراحی و به‌روزرسانی وبگاه دوزبانه کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، انتشار خبرنامه کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، ارائه سخنرانی و شرکت در میزگردهای متعدد در دانشگاه‌ها و همایش‌های مهندسی



شکل ۲. کتاب‌های منتشرشده در زمینهٔ آموزش مهندسی، توسط کرسی یونسکو در آموزش مهندسی
(Memarian, 2009, 2012, 2014, 2019, 2020)

جدول ۴. پژوهش‌های منتشرشده کرسی یونسکو در آموزش مهندسی۱ (UCEE, 2023).

۱. مقالات منتشرشده در نشریات پژوهشی
۲. بررسی علل بی‌انگیزگی دانشجویان مهندسی، ۱۳۹۹
۳. طراحی و اجرای برنامه کارشناسی ارشد آموزش مهندسی، ۱۳۹۹
۴. آموزش برخط مهندسی، ۱۳۹۸
۵. واکاوی یک تجربه در آموزش از راه دور، دانشگاه آزاد ایران (سابق)، ۱۳۹۸
۶. کارایی سنجش علمی بر اساس شاخص مقاله در نظام آموزش فنی.مهندسی ایران، ۱۳۹۶
۷. توسعهٔ مهارت‌های آموزشی استادان مهندسی ایران، ۱۳۹۶
۸. توسعهٔ مهارت‌های یاددهی- یادگیری در دستیاران آموزشی برنامه‌های مهندسی، ۱۳۹۴
۹. سازوکار ارزیابی بیرونی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، ۱۳۹۳
۱۰. جایگاه تفکر خلاق در آموزش مهندسی ایران، ۱۳۹۳
۱۱. بازنگری در پروژه‌های کارشناسی مهندسی ایران، ۱۳۹۲
۱۲. بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی، ۱۳۹۱
۱۳. روش‌های نوین دانشجومحور در آموزش مهندسی، ۱۳۹۰
۱۴. بازنگری آموزش مهندسی برای قرن ۲۱، ۱۳۹۰
۱۵. سازوکار ارزیابی درونی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، ۱۳۹۰
۱۶. کاستی‌های برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، ۱۳۹۰
۱۷. دستاوردهای دیروز مهندسی و چالش‌های فردا، ۱۳۹۰
۱۸. بایدها و نبایدهای سخنرانی به کمک نرم‌افزار پاورپوینت، ۱۳۹۰

۱- کلیه مقالات از طریق وبگاه کرسی قابل دسترسی و دانلود هستند (https://ucee.ut.ac.ir/cms/102826).

۱۹. نهضت جهانی آموزش مهندسی، ۱۳۹۰
۲۰. فرایند ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، ۱۳۹۰
۲۱. تدارک هدف‌ها و دستاوردهای آموزش مهندسی، ۱۳۹۰
۲۲. مهندس و مهندسی، ۱۳۹۰
۲۳. طراحی درس جدید «حرفه مهندسی» برای دوره‌های کارشناسی مهندسی ایران، ۱۳۸۸
۲۴. کارشناسی علوم مهندسی، نگاهی نو در آموزش مهندس، ۱۳۸۸
۲۵. بازنگری برنامه درسی کارشناسی مهندسی اکتشاف معدن، ۱۳۸۸
۲۶. ارزیابی داخلی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، ۱۳۸۸
۲۷. مقالات ارائه‌شده در همایش‌ها و کنفرانس‌ها
۲۸. تشکیل دفتر دادوری در مراکز دانشگاهی: گامی به سوی بهبود کیفیت آموزش عالی، ۱۳۹۸
۲۹. ده توانایی آینده‌ساز برای دانشجویان مهندسی، ۱۳۹۸
۳۰. مروری بر چالش‌های ارتباط دانشگاه و صنعت در ایران، ۱۳۹۷
۳۱. ساختارسازی برای ارزیابی کیفیت در آموزش مهندسی ایران، ۱۳۹۷
۳۲. آینده‌نگری و بازاندیشی در آموزش مهندسی، ۱۳۹۴
۳۳. ارتقای جایگاه طراحی در آموزش مهندسی ایران، ۱۳۹۴
۳۴. کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، ۱۳۹۴
۳۵. وضعیت فرایند ارزیابی برونی آموزش مهندسی در مؤسسات آموزشی کشور، ۱۳۹۳
۳۶. ارزیابی برونی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، ۱۳۹۳
۳۷. نقش کم‌رنگ تفکر خلاق در آموزش مهندسی، ۱۳۹۲
۳۸. آموزش مهندسی برای فردا، ۱۳۹۰
۳۹. تلفیق سخنرانی سنتی و روش‌های یادگیری فعال برای تدریس مهندسی، ۱۳۹۰
۴۰. سازوکار ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، از آرمان تا واقعیت، ۱۳۹۰
۴۱. پیشنهاد درس جدید حرفه مهندسی برای دوره‌های کارشناسی مهندسی ایران، ۱۳۸۸

۴. پژوهش در آموزش مهندسی

در طلیعهٔ هزارهٔ سوم، بسیاری از کشورهای جهان آموزش‌های عرضه‌شده خود را مورد بازنگری قرار دادند. این بازنگری‌ها دستاوردهای باارزشی را برای آموزش مهندسی به همراه داشته است (Crawley et al. 2007, Heywood, 2005, NAE, 2004). از اهداف کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، رصد یافته‌ها و نوآوری‌ها، در وجوه مختلف آموزش مهندسی و به اشتراک گذاردن آنها با همکاران دانشگاهی و دیگر طرف‌های ذی‌نفع در سطح کشور است. این اقدام هم‌راستا با یکی از زمینه‌های اصلی پژوهش

در کرسی یونسکو، یعنی شناسایی چالش‌های جاری آموزش مهندسی کشور و پیشنهاد راه‌حل‌های مناسب، چه در زمینهٔ محتوای آموزش و چه در مورد نحوهٔ اجرای آن است. به همراه هر پیشنهاد آموزشی، مستندات لازم، از جمله گزارش پژوهش که اغلب به صورت مقالاتی به چاپ رسیده است، نیز عرضه می‌شود. حاصل پژوهش‌های کرسی در زمینهٔ آموزشی مهندسی، به صورت مجموعه‌ای از «نوآوری‌ها و یا پیشنهادهای آموزشی»، در معرض داوری همکاران دانشگاهی و مدیران آموزش عالی قرار گرفته است. تاکنون بیش از ۹۰ عنوان از این مجموعه تهیه و منتشر شده است (جدول ۵). جزئیات این نوآوری‌ها و پیشنهادهای آموزشی، در وبگاه کرسی یونسکو، تشریح شده است[1]. عناوین گزیده‌ای از این دستاوردها در ادامه آمده است:

۱. طراحی سازوکار و تهیه مستندات برای «ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران» (Memarian, 2011c)
۲. تدوین پیشنهاد تأسیس، تهیه اساسنامه و آئین‌نامه‌ها و مشارکت فعال در راهبری «مؤسسه ارزیابی آموزش مهندسی ایران» (Memarian, 2009b)
۳. طراحی، راه‌اندازی و مدیریت «کارشناسی ارشد آموزش مهندسی»، برای اولین‌بار در ایران (Memarian, 2020).
۴. طراحی، تألیف کتاب و اجرای درس جدید «یاددهی و یادگیری در مهندسی»، برای دوره جدید کارشناسی ارشد آموزش مهندسی (Memarian, 2019)
۵. طراحی، تألیف کتاب و اجرای درس جدید «درآمدی بر مهندسی»، برای سال اول کلیه دوره‌های کارشناسی مهندسی ایران (Memarian, 2009)
۶. طراحی، تألیف کتاب و اجرای درس جدید «طراحی مهندسی»، برای کمک به ارتقای کیفیت درس پروژه کارشناسی مهندسی (Memarian, 2014)
۷. طراحی و اجرای دوره آموزشی «توسعه حرفه‌ای اعضای هیئت علمی مهندسی»، برای اولین‌بار در ایران و تألیف کتاب درسی آن «نوآوری در آموزش مهندسی» (Memarian, 2012)
۸. طراحی و تشکیل اولین «دفتر دادوری» در دانشگاه‌های ایران، به عنوان مرکزی برای دادخواهی ذی‌نفعان آموزش عالی
۹. انتخاب سالیانه دانشجویان برجسته، با راه‌اندازی فرایند «فهرست تشویق دانشکده[2]»، برای اولین‌بار در ایران
۱۰. طراحی و اجرای کارگاه آموزشی «ساماندهی کلاس‌های حل تمرین»، ویژه دستیاران آموزشی مهند سی

۱- نوآوری‌ها و پیشنهادهای آموزشی (https://ucee.ut.ac.ir/cms/113022)

2- Dean's List

۱۱. طراحی الگو، انجام پژوهش و تألیف کتاب در مورد «وضعیت آموزش مهندسی در ایران» (Memar-ian, 2020)

۱۲.طراحی الگو و تألیف کتاب، برای «مستندسازی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران»، در بستر پژوهش و بررسی یک دهه آموزش کارشناسی علوم مهندسی در دانشکدگان فنی دانشگاه تهران (Memarian, 2024)

جدول ۵. فهرست الفبایی پیشنهادها و نوآوری‌های آموزشی

۱. الگوهای طراحی آموزشی	۲. ارتباط صنعت و دانشگاه
۳. ارتقا جایگاه تفکر خلاق در آموزش مهندسی	۴. ارتقای انگیزهٔ دانشجویان مهندسی
۵. ارتقای کیفیت آموزش مهندسی	۶. ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی
۷. ارزیابی اثربخشی برنامه آموزشی	۸. ارزیابی برونی برنامه‌های آموزش مهندسی
۹. ارزیابی درونی برنامه‌های آموزش مهندسی	۱۰. آرمان‌های یونسکو برای یادگیری
۱۱. آرمان‌های یونسکو برای آموزش	۱۲. اصلاح گزارش عملکرد دانشجویان
۱۳. اصول یادگیری مؤثر	۱۴. آموزش اخلاق حرفه‌ای
۱۵. آموزش توسعهٔ پایدار	۱۶. آموزش طراحی مهندسی
۱۷. آموزش کار گروهی	۱۸. آموزش مهندسی استاندارد
۱۹. آموزش مهندسی در ایران	۲۰. آموزش مهندسی در شرایط بحران
۲۱. آموزش نشر یافته‌های پژوهش	۲۲.آموزش نگارش پیراسته
۲۳.آموزش مهارت‌های ارتباطی	۲۴.انتخاب دانشجویان برجسته با «فهرست تشویق دانشکده»
۲۵. ایستگاه نوآوری	۲۶. بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی
۲۷. بازنگری پروژه کارشناسی مهندسی	۲۸. بازنگری تقویم آموزشی
۲۹. بازنگری دستورالعمل برگزاری امتحانات	۳۰. بازنگری نظرسنجی برخط از دانشجویان
۳۱. بررسی علل بی‌انگیزگی دانشجویان مهندسی	۳۲.پرسش و پاسخ و یادگیری
۳۳.پی‌اچ‌دی چیست؟	۳۴.پیمان‌های جهانی هم‌ارزی آموزش مهندسی
۳۵. تدارک کار گروهی	۳۶.تدریس با پاورپوینت
۳۷.تشکیل دفتر دادوری در مراکز آموزش عالی	۳۸. تشکیل گروه بررسی‌های آموزشی
۳۹.تعیین سبک یادگیری	۴۰. تهیهٔ هدف‌ها و دستاوردهای آموزش مهندسی
۴۱. توسعه مهارت‌های آموزشی اعضای هیئت علمی	۴۲.توسعه همکاری‌های بین‌المللی در آموزش مهندسی
۴۳.توسعهٔ توانایی‌های آینده‌ساز در دانشجویان مهندسی	۴۴.توسعهٔ مهارت‌های یاددهی- یادگیری دستیاران آموزشی
۴۵. توسعه هویت دانشجویان و یادگیری	۴۶. چرا، چطور و چگونه؟
۴۷.چالش‌های آموزش برخط مهندسی	۴۸. چالش‌های جهانی مهندسی
۴۹. چالش‌های ارزیابی عملکرد هیئت علمی	۵۰. خودارزیابی اعضای هیئت علمی

۵۱. درس جدید «درآمدی بر مهندسی»	۵۲. ده اقدام برجسته، برای ارتقای آموزش مهندسی ایران (۱۳۹۸-۱۳۸۸)
۵۳. دوره آموزشی توسعه مهارت‌های یاددهی- یادگیری اعضای هیئت علمی	۵۴. دویست ابزار برتر یادگیری در وب
۵۵. دیروز، امروز و فردای آموزش مهندسی	۵۶. دیروز، امروز و فردای باسوادی
۵۷. سازوکار یاددهی و یادگیری	۵۸. سازوکار حضور و غیاب دانشجویان
۵۹. سازکار طراحی درس	۶۰. ساماندهی راهنمای درس
۶۱. سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی اسلامی (آیسسکو)	۶۲. سبک‌های یاددهی- یادگیری
۶۳. سنجش میزان یادگیری دانشجویان	۶۴. شناخت، فراشناخت و یادگیری
۶۵. ضرورت آینده‌پژوهی در آموزش مهندسی	۶۶. ضرورت پژوهش در آموزش مهندسی
۶۷. ضرورت نوآوری در آموزش مهندسی	۶۸. طراحی درس جدید یا بازنگری درس موجود
۶۹. طراحی درس جدید تحصیلات تکمیلی «آموزش مهندسی»	۷۰. طراحی دورهٔ کارشناسی ارشد آموزش مهندسی
۷۱. طراحی فراگیر برای یادگیری (UDL)	۷۲. طرز فکر و یادگیری
۷۳. عُسرت آموزش در آموزش مهندسی	۷۴. کاستی‌های برنامه‌های آموزش مهندسی ایران
۷۵. کاهش اقبال دانش‌آموزان به رشته‌های فنی مهندسی	۷۶. کسب «توانایی جانبی» در دورهٔ کارشناسی مهندسی
۷۷. مدیریت دانش در مؤسسات آموزش عالی	۷۸. مرکز منطقه‌ای اطلاع‌رسانی علوم و فناوری
۷۹. مقابله با پژوهش‌نمایی در آموزش عالی	۸۰. مؤسسه ارزشیابی آموزش مهندسی ایران
۸۱. مهارت‌های نرم و اشتغال	۸۲. مهندس و مهندسی
۸۳. نظرسنجی کاغذی تکمیلی از دانشجویان	۸۴. هفت اصل تدریس خوب در آموزش کارشناسی
۸۵. هم‌ترازی درس	۸۶. هوش‌های چندگانه و یادگیری
۸۷. یادگیری خودتنظیم	۸۸. یادگیری فعال
۸۹. یادگیری معکوس	۹۰. یونسکو، کووید ۱۹ و آموزش برخط
۹۱. یک دهه با کرسی یونسکو در آموزش مهندسی	

۵. پی‌نوشت

کرسی یونسکو در آموزش مهندسی که در سال‌های ابتدای دهه نود شمسی آغاز به کار کرد، می‌رود تا فعالیت خود را در دهه دوم ادامه دهد. از همکاران دانشگاهی، کارشناسان صنعت و دیگر علاقه‌مندان به آموزش مهندسی تقاضا می‌شود که ضمن بازدید از وبگاه کرسی و آشنایی با فعالیت‌ها و دستاوردهای آن، ما را در ترویج و معرفی آن به دیگر علاقه‌مندان به آموزش علوم و مهندسی، یاری نمایند.

پست الکترونی: ucee@ut.ac.ir

وبگاه: www.ucee.ut.ac.ir

در لینکدین: https://www.linkedin.com/in/unescochaironengineeringeducation/

References

- Crawley E. F., Malmqvist J, Östlund S, Brodeur D.R. 2007. Rethinking engineering education; The CDIO Approach. Springer, 258 pp.
- Heywood J. 2005. Engineering education research and development in curriculum and instruction. IEEE Press, 493 pp.
- IRUNESCO, 2020. UNESCO national commission, http://irunesco.org/ (accessed Sept. 2020).
- Memarian H. 2009a. Engineering profession. 2nd ed., Tehran University Press, Tehran. 534 pp. (1st ed. 2009).
- Memarian H. 2009b. Internal accreditation of engineering education programs of Iran. *Iranian Journal of Engineering Education*. Academy of Science of Iran. Vol 11, No 42, pp. 1-18.
- Memarian H. 2011a. Compilation of validation indicators and periodical evaluation of engineering education programs in Iran. Presidency of the Islamic Republic of Iran, Vice Presidency for Science, Technology and Knowledge-Based Economy (research report).
- Memarian H. 2011b. Mechanism of Iran engineering education accreditation. Research Project for the Academy of Sciences of Iran.
- Memarian H. 2011c. Accreditation process of Iran's engineering education programs, *Iranian Journal of Engineering Education*, The Academy of Science of Iran, Vol.13 No 50, Summer 2011, Pp 33-61.
- Memarian H. 2012. Innovation in engineering education, Tehran University Press, 439 pp.
- Memarian H. 2014. Engineering design, Tehran University Press, 478 pp.
- Memarian H. 2019. Teaching and learning: 50 Ways to improve the quality of engineering education. 2nd ed., Tehran University Press, Tehran. 325 pp.
- Memarian H. 2020. Designing and implementing a master's degree program in engineering education. *Iranian Journal of Engineering Education*, Academy of Science of Iran, No. 85. Pp1-21.
- Memarian H. 2020. Status report of engineering education in Iran. *Iranian society of engineering education* (ISEE) publication, Tehran. 216 pp.
- Memarian 2024. A Decade review of "Engineering Science", A model for documenting educational activities, Tehran University Press.
- NAE, 2004. The engineer of 2020: Visions of engineering in the new century. National Academy of Engineering, National Academies Press. 118 pp.
- Toufigi J, 2014. Pathology of quantitative development of engineering education and quality assurance challenges. Roundtable, from quantitative development to qualitative development in higher education, University of Tehran, College of Engineering (June 13, 2014).
- UCEE 2023. UNESCO Chair on engineering education, http://ucee.ut.ac.ir.
- UNESCO Chairs, 2022. https://en.unesco.org/unitwin-unesco-chairs-programme (accessed June 2022)
- UNESCO, 2022. UNITED Nation educational, Scientific and cultural organization http://en.unesco.org (accessed June 2022).

❐ اهداف انتشار فصلنامه

هدف از چاپ و انتشار «فصلنامه آموزش مهندسی ایران» کمک به ارتقا و توسعه کمّی و کیفی آموزش مهندسی در کشور است. نقش سازنده و مؤثرتر جامعه مهندسی کشور در توسعه ملیّ، شکوفایی، نوآوری، خلاّقیت، افزایش کارایی و اثربخشی مهندسان، با تحلیل، تغییر و به روز ساختن آموزش مهندسی می‌تواند حاصل شود. برای دستیابی به رشد و توسعه علمی و فناوری در جامعه مهندسی کشور راه‌های گوناگونی وجود دارد که یکی از آنها نشر مقاله‌های پژوهشی، تحقیقی، تحلیلی و ارائه دیدگاه‌های پژوهشگران و صنعتگران درباره گذشته، حال و آینده مهندسی، ارتباط آموزش مهندسی با صنعت و دانشگاه، پژوهش، فناوری و نوآوری در مهندسی، نقد و بررسی آموزش مهندسی در داخل و خارج و ارزیابی، برنامه‌ریزی و توسعه آموزش مهندسی در کشور است. امید است فصلنامه آموزش مهندسی ایران زمینه لازم را برای طرح نظرات و برقراری ارتباط مؤثر میان اعضای هیئت علمی دانشکده‌های فنی و مهندسی و مهندسان شاغل در صنعت کشور به منظور تحقق اهداف یاد شده فراهم سازد. از زمینه‌های مورد توجه در آموزش مهندسی می‌توان موارد زیر را بر شمرد:

الف- توسعه آموزش مهندسی

- مرزهای نو در آموزش مهندسی
- طراحی دروس و برنامه های جدید
- آینده آموزش مهندسی در ایران و جهان
- استاندارد آموزش و آموزش استاندارد در مهندسی
- آموزش بر خط (الکترونیک) مهندسی
- آموزش مهندسی در جهت توسعه پایدار
- آموزش‌های بین رشته‌ای مهندسی
- توسعه علمی و فناوری
- تنوع در آموزش مهندسی

ب ارزشیابی، کیفیت و نوآوری

- شناخت شناسی و تعیین عوامل مؤثر در تفکر و دانش مهندسی
- ارزشیابی برنامه ها و دروس مهندسی
- روش‌های نوین یاددهی و یادگیری در آموزش مهندسی
- چگونگی استفاده از روش‌ها، ابزارها و معیارهای ارزیابی در توسعه مهندسی
- کیفیت تدریس اعضا هیأت علمی در ارتقا آموزش مهندسی

پ- پژوهش

- توسعه جایگاه تحقیق و پژوهش در آموزش مهندسی
- روش‌های پژوهش در آموزش مهندسی
- تاریخ علوم و فناوری در مهندسی
- تجربیات بومی مهندسی در آموزش و مستند سازی

ت- ارتقای فرهنگ علوم انسانی در آموزش مهندسی

- نوآوری، خلاقیت و کارآفرینی در آموزش مهندسی
- نقش علوم انسانی در آموزش مهندسی
- اخلاق مهندسی
- اخلاق آموزش
- اخلاق پژوهش

ث- آموزش در سایر رشته های علوم (ریاضی، فیزیک، شیمی و روانشناسی و علوم تربیتی)

- مقالات علمی و پژهشی مرتبط با آموزش علوم در زمینه‌های فوق

❐ رهنمودهای تهیه مقاله

ارائه مقاله

مؤلفان محترم ضروری است به آدرس تارنما: http://ijee.ias.ac.ir مراجعه و ثبت نام نمایند و نام کاربری و رمز عبور را دریافت کنند، سپس، مقاله خود را برای سردبیر فصلنامه با ذکر آن که مقاله برای چاپ به مرجع دیگری ارسال نشده و قبلاً نیز به چاپ نرسیده است و تکمیل فرم‌های تعهد اخلاقی و عدم تعارض منافع از طریق این تارنما ارسال کنند. این نشریه از قوانین CC در اصول انتشار و اخلاق انتشار تبعیت می‌کند.

زبان

فصلنامه آموزش مهندسی ایران به زبان فارسی منتشر می‌شود. همچنین عنوان، مراجع و چکیده، مقاله‌ها به زبان انگلیسی نیز منتشر می‌شود.

نحوه ارائه مطالب در مقاله

ساختار مقاله باید به شرح زیر باشد: عنوان، نویسنده (نویسندگان) و آدرس محل اشتغال، چکیده (حداکثر ۲۰۰ واژه)، کلیدواژه‌ها (۵-۳ کلیدواژه مناسب)، پیکره اصلی مقاله، تقدیر و تشکر، مراجع، پیوست‌ها (در صورت لزوم)، عنوان، چکیده و کلید واژه‌های انگلیسی. برای جزییات بیشتر به http://ijee.ias.ac.ir/journal/authors.note مراجعه شود.

مراجع

مراجع منتشر شده که از آنها در تهیه مقاله استفاده شده است باید بر اساس شیوه مرجع نویسی APA تنظیم شود به این شکل که داخل متن مقاله در قسمت ارجاع، داخل پرانتز به نام خانوادگی نویسنده و تاریخ انتشار آن به انگلیسی اشاره شود و در انتهای مقاله مراجع انگلیسی الفبایی شده، قرار گیرد.

عنوان مقالات فارسی باید به انگلیسی ترجمه و به ترتیب با سایر مقالات قرار گیرند. همچنین در انتهای این مقالات عبارت [in Persian] نوشته شود.

Research Report
A DECADE OF RESEARCH WITH "UNESCO CHAIR ON ENGINEERING EDUCATION"

H. Memarian[1]

Received: 10 November 2023; Accepted: 3 January 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.186827

Abstract: Nearly ninety years have passed since the beginning of modern higher education in Iran. During this period, engineering education in the country, along with a large quantitative expansion, has gone through many ups and downs. Improving engineering education depends on identifying its challenges and providing solutions to overcome them. And this is possible only with organized research. One of the envisaged measures in this field is to create a center for communication between the activities carried out in the engineering education of the country and the educational centers of other countries and international organizations. In this connection, following the approval of the United Nations Scientific, Educational and Cultural Organization (UNESCO), the UNESCO Chair on Engineering Education was established at the University of Tehran. The UNESCO chair, as a think tank, has put research and futures studies in various fields of engineering education, at the top of its goals. In this paper, while introducing the objectives and scope of activities of the UNESCO Chair on Engineering Education, the achievements of a decade of its activities have been reviewed.

Keywords: Engineering education, UNESCO chair on engineering education, College of Engineerings, University of Tehran, Iran.

1- Professor of Geo-Engineering, &UNESCO Chairholder for Engineering Education, College of Engineering, University of Tehran. Iran. E-mail: memarian@ut.ac.ir , ucee.ut.ac.ir

Research report
METAL WORK "PATIL MESSI KALAMZANI" 14.S. AND FARACTAL GEOMETRY

M. H. Halimi[1] and M. Dehnadi[2]

Received:15 May 2024 ; Accepted: 16 June 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.457677.2082

Abstract: The thoughts and ideas of artists and craftsmen, according to the way they perceive the manifestations of the world, are preserved in the form of works of visual arts, architecture and decorative crafts which are exhibited, as souvenirs of culture human. Aesthetics and art sciences introduce these works according to the change and transformation of human experiences, thus the precision and elegance "creativity" of artists throughout history, cultural value, dignity and validity of works of art are measured and determined. Today, given the new dimensions that have changed with technological progress and the production of new technical tools, the way of seeing the world and material effects has transformed and led to the creation of works of art more detailed and more complete. Paying more attention to (space) and creating new precise and comprehensive artistic dimensions is considered one of the modern achievements. The characteristics of design and creation of forms, which occupied the artist's mind throughout the ages to see the world better and create better especially when he used "geometry", he went through the exact terms of the world of senses and reason. Recently, some artists have paid special attention to the new common branch between mathematics, geometry and art called fractal geometry, which provides information about the common secret and harmony of the universe. Among them, modern architects and visual arts have created significant works in this regard.

Keywords: Aesthetics, geometry, fractal geometry, Iranian art, calligraphy, artistic creativity, innovation

1- Fellow of Academy of Sciences. Tehran. Iran. (Corresponding author). E-mail: mhhalimi24mh@gmail.com
2- Senior Expert, Computer Graphic Designer. Tehran. Iran. Email: mhhalimi24@yahoo.com

IDENTIFY THE COMPONENTS OF PERSONALIZED LEARNING IN ENGINEERING EDUCATION WITH HYBRID MOOC TECHNOLOGY

F. Sharzehee[1], K. Khatib Zanjani[2], M. Masoumi Fard[3], M. R. Sarmadi[4] and N. Pourasghar[5]

Received: 28 May 2023; Accepted: 27 November 2023

DOI: 10.22047/ijee.2023.399415.1982

Abstract: The speed of growth and change of knowledge in engineering fields, has led to the need for new approaches. Connectivism theory has solved this problem by placing the learner at the center of learning and providing a new definition of learning. MOOCs have been a successful experience based on this theory. Recently, researchers have introduced hybrid MOOCs by combining the distributive property of xMOOCs and the network property of cMOOCs to earn diverse skills and presented positive results. In order to achieve the goal of the research, which is to identify the components of the personalized learning environment in engineering education with hybrid MOOC technology, the components in cMOOCs and xMOOCs were investigated with the method of qualitative content analysis. For this purpose, 41 domestic and foreign researches were selected from the statistical population of related electronic researches by purposeful sampling method. Then, the data reached theoretical saturation by interviewing 7 experts in this field. Then, the data were qualitatively analyzed and the related themes of coding and the categories of self-learning, self-motivation, self-leadership, personalization, evaluation of communication, creation of strengthening and elimination of communication and social network platform were obtained in two groups of individual independence and networking.

Keywords: Hybrid MOOC, adaptive learning, personalized learning, connectivism, engineering education

1- PhD in Distance Education, Tehran, Iran. (Corresponding Author). Email: sharzehee49@yahoo.com

2- Associate Professor, Educational Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Payame Noor University, Tehran, Iran. E-mail: n.khatibzanjani@pnu.ac.ir

3- Associate Professor, Educational Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Payame Noor University, Tehran, Iran. E-mail: massoumifard@pnu.ac.ir

4- Professor, Educational Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Payame Noor University, Tehran, Iran. E-mail: sarmadi@pnu.ac.ir

5- Assistant Professor, Educational Sciences, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Payame Noor University, Tehran, Iran. E-mail: npourasghar1@pnu.ac.ir

EFFECTIVENESS OF INTEGRATING REALITY-BASED TEACHING STRATEGIES ON SELF-DIRECTED LEARNING AND ACADEMIC MOTIVATION OF MECHANICAL ENGINEERING STUDENTS

R. Moradi[1] , M. Zolfaghari[2] , I. Ghaderifar[3] and N. Miqani[4]

Received: 9 Aguest 2023 ; Accepted: 30 September 2023

DOI: 10.22047/ijee.2023.410920.2002

Abstract: The present study aimed to investigate the effect of integrating reality-based instructional strategy (based on the Education for the Future project) on self-directed learning and academic motivation of mechanical engineering students at the Faculty of Engineering and Technology of Arak University. The research method was a quasi-experimental pre-test-post-test design with a control group. The statistical population of the study included all mechanical engineering students of Arak University in the academic year 2023-2024. 28 students who had taken the Pressure Vessels course in the second semester of the academic year were selected using the available sampling method and then the selected sample was randomly divided into experimental (14 people) and control (14 people) groups. To collect data, the Self-Directed Learning Questionnaire of Fisher and the Academic Motivation Questionnaire of Gunuc & Kuzu were used. The experimental group was trained in the Pressure Vessels course using a reality-based instructional strategy integrated with a reality-based instructional strategy for 26 sessions, and the control group was trained in the usual way and by attending university classes. To analyze the data, multivariate analysis of covariance (MANCOVA) was used. The findings showed that after adjusting the pre-test scores, there was a significant difference between the experimental and control groups in the variables of self-directed learning and academic motivation. Therefore, the results of this research indicate that considering the learning styles of new generation learners, if a reality-based instructional strategy is used for these people, it will play an important role in increasing self-directed learning and academic motivation of students and will facilitate the transfer of learning to other situations.

Keywords: Reality-based teaching, promising university, self-directed learning, academic enthusiasm, mechanical engineering

1- Assistant Professor, Department of Educational Sciences, Arak University, Arak, Iran. E-mail: r-oradi@araku.ac.ir
2- Associate Professor, Department of Mechanical Engineering, Arak University, Arak, Iran. (Corresponding author). E-mail: m- zolfaghari@araku.ac.ir
3- Adviser to the President's Scientific and Technological Vice President and Head of Strategic Technologies Development Center, Scientific and Technological Vice President, Tehran, Iran. E-mail: Ghaderifar@isti.ir
4- Master of Mechanical Engineering, Arak University of Technology, Arak, Iran. E-mail: Naser.meighani@gmail.com

OUTCOMES OF CRITICAL THINKING IN ENGINEERING EDUCATION: A SYSTEMATIC REVIEW

Z. Akbari Pordanjani[1] and .K. Salehi[2]

Received: 20 October 2023 ; Accepted: 4 March 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.421392.2017

Abstract: Identifying, cultivating, and developing critical thinking competencies is one of the most important success factors of engineers in problem-finding, problem-oriented, problematizing and recognizing innovative solutions and solving complex problems. For this purpose, in the present study, an attempt was made to analyze the place of critical thinking in engineering education by identifying its outcomes. For this purpose, in a systematic review based on the guidelines of PRISMA, the articles indexed in Scopus, Google Scholar and Science-Direct databases in the period from 2010 to 2023, using the combination of keywords "Critical Thinking" OR "Engineering Education" OR "Critical Thinking in Engineering Education" AND "Outcomes OR results" AND "Engineering Education" OR "Engineering" and Benefits, AND "Limitations OR Critical Thinking" were identified and retrieved. Finally, 21 articles were selected for the final analysis after checking the entry and exit criteria. The articles must meet the four conditions including 1. Be related to the research topic; 2. Be published between 2010 and 2023; 3. The articles have reached the final publication; 4. The articles must have the words critical thinking, engineering education. The findings identify nine outcomes, use of critical thinking in engineering education. The results show that for effective teaching of critical thinking and its inclusion in engineering curricula, a more coherent approach is needed to provide a useful and effective formal platform for promoting knowledge, insight, values and skills throughout the curriculum. The needs of students should be considered; therefore, it is necessary to present the methods of teaching critical thinking to engineering professors and provide a concrete, practical and understandable context for cultivating this competence in engineering students. It is clear that considering the vital achievements of critical thinking, the examination and preparation of the requirements and conditions needed to review and update educational policies and micro and macro guidelines to empower engineering professors in cultivating critical thinking in engineering students is not only necessary but undeniable; It seems that not only these requirements have not been paid attention to, but even in practice, they have been neglected, and for this reason, this authentic competence has not been cultivated.

Keywords: Critical thinking, engineering education, outcome assessment, systematic review

1- MS in Engineering Education, Faculty of Engineering Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran .E-mail: zahra.akbari.7193@ut.ac.ir

2- Associate Professor, Faculty of Psychology and Education, University of Tehran, Tehran, Iran. (Corresponding Author). E-mail: keyvansalehi@ut.ac.ir

INVESTIGATING THE USE OF METAVERSE IN THE FIELD OF EDUCATION IN UNIVERSITIES

R. Mohammad Hasany[1] and H. Hamedi[2]

Received: 11 October 2023; Accepted: 17 March 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.419999.2016

Abstract: This paper discusses the application of Metameres in the field of higher education. Metaverse refers to a virtual reality world where users can interact with others using three-dimensional images. It also examines the potential benefits and challenges of integrating Metaverse into academic environments, discussing various types of Metaverse such as augmented reality, lifelogging, mirror world, virtual reality, and their applications. The advantages of using Metaverse in higher education provide new opportunities for social interactions, enhance creativity, and offer new learning experiences through virtualization. However, this research presents limitations such as potential issues in social interactions, concerns about privacy, and the challenge of integrating Metaverse experiences with the real world. To implement Metaverse in educational environments, instructors should analyze students' understanding of Metaverse and develop platforms that prioritize data security. As a result, Metaverse provides a unique virtual environment for learning, offering facilities for higher educational transformation. It should be noted that a thorough examination of Metaverse advantages and limitations for successful integration into educational programs is essential.

Keywords: Metaverse, higher education, virtual reality, augmented reality, educational programs

1- Assistant Professor of School of Railway Engineering, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran. (Corresponding author).E-mail: rmhasany@iust.ac.ir

2- M.A. Student of Entrepreneurship, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: hamedi.hoora@gmail.com

ABSTRACTS

TRAINING T-SHAPED ENGINEERS FOR WATER RESOURCES UTILIZATION AND CONSERVATION

Z. Banafsheh[1]

Received: 17 August 2023 ; Accepted: 13 May 2024

DOI: 10.22047/IJEE.2024.412154.2005

Abstract: Expert manpower is the most important capacity needed to face crises. Qualitative and quantitative unsustainability of water resources and growing water scarcity has become one of the country's biggest environmental challenges and has endangered the livability of parts of the country. Some experts consider the technocratic approach by the graduates of water engineering related fields as one of the factors influencing the formation and continuation of the water crisis in the country. In this article, the abilities that a water engineer must have to face today's challenges are examined and the weaknesses of the existing educational system in the country in strengthening these abilities are examined. Based on the surveys, water engineering education programs in many leading universities in other countries have been modified to train T-shaped specialists. This type of specialists have deep knowledge in the specific field of water engineering and in other related technical fields, they have a limited level of information to work in teams with different specializations, as well as to understand the interrelationships between water, food, energy, environment and climate systems. Furthermore, T-shaped professionals have better understanding of nexus relationships between water, food, energy, environment, and climate systems and have been empowered for management and leadership. In this research, while explaining the knowledge components of the T-shaped professional personality, the way to design educational programs for the training of such engineers are explained. The findings of this research can be used for improvement of water engineering education programs in universities in Iran.

Key words: Water engineering, T-shaped specialist, graduate studies, multi-disciplinary education

1- Associate Professor, School of Civil Engineering, College of Engineerings, University of Tehran. Tehran. E-mail: bzahraie@ut.ac.ir

Contents

Iranian Journal of
Engineering Education

Volume 26, No. 101, Spring 2024

- *Training T-shaped engineers for water resources utilization and conservation* / Z. Banafsheh
- *Investigating the use of Metaverse in the field of education in universities* / R. Mohammad Hasany and H. Hamedi
- *Outcomes of critical thinking in engineering education: A systematic review* / Z. Akbari Pordanjani and K. Salehi
- *Effectiveness of integrating reality-based teaching strategies on self-directed learning and academic motivation of mechanical engineering students* / R. Moradi, M. Zolfaghari, I. Ghaderifar and N. Miqani
- *Identify the components of personalized learning in engineering education with hybrid MOOC technology* / F. Sharzehee, , M. Masoumifard, N. Khatib Zanjani, M. R. Sarmadi and N. Pourasghar
- *Metal work "patil messi kalamzani" 14.S. and geometry of fractal* / M. H. Halimi and M. Dehnadi
- *A decade of research with "UNESCO chair on engineering education"*/ H. Memarian
- *English Abstracts of the Articles*

Editorial Board:

Prof. Khodayar Abili / University of Tehran
Prof. Godarz Ahmadi/Professor of Robert Hill University, USA
Prof. Mehdi Bahadori Nezhad / Fellow, Academy of Sciences
Prof. Parviz Davami / Fellow, Academy of Sciences
Prof. Mohammad Reza Eslami/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Javad Faiz / Fellow, Academy of Sciences
Prof. Mohammad Hossein Halimi / Fellow, Academy of Sciences
Prof. Rezvan Hakimzadeh / University of Tehran
Prof. Jalal Hejazi / Associate member, Academy of Sciences
Prof. Parviz Jabbehdar Maralani/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Gholamali Mansouri / Professor, University of Illinois, Chicago, USA
Prof. Mohammad Modares Yazdi/ Associate member, Academy of Sciences
Prof. Ezatolah Naderi/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Rahbar Rahimi/ University of Sistan and Balochestan
Prof. Mohammad Shahidepour / Professor and Head of Wlectrical and Computer Engineering Department at Illinois Institute of Technology-USA
Prof. Ebrahim Shirani/ Associate member, Academy of Sciences
Prof. Mehdi Sohrabi/ Associate member, Academy of Sciences
Prof. Saeed Sohrabpour/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Jafar Towfighi/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Hassan Zohoor/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Mahmood Yaghoubi/ Fellow, Academy of Sciences

Editorial Advisory Board:

Prof. Abbas Afshar/ Iran University of Science and Technology
Prof. Faramarz Afshar Taremi/ Amirkabir University of Technology
Prof. Ali Ashrafizadeh/ K. N. Toosi University of Technology
Prof. Ali Haerian Ardakani/ Ferdowsi University of Mashhad
Prof. Mohammad Reza Aref/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Tahereh Kaghazchi/ Amirkabir University of Technology
Prof. Naser Kanani/ Technische Universität Berlin
Prof. Ali Kaveh/ Fellow, Academy of Sciences
Prof. Ali Khaki Sediq/ K. N. Toosi University of Technology
Prof. Mojtaba Mahzon/ Shiraz University
Prof. Ali Meghdari/ Sharif University of Technology
Prof. Hossein Memarian/ Associate member, Academy of Sciences
Prof. Ali Movaghar Rahim Abadi/ Sharif University of Technology
Prof. Masomeh Nasrin Kenari/ Sharif University of Technology
Prof. Mohamnad Hassan Panjeshahi/ University of Tehran
Prof. Jalali Agha Rashed Mohassel/ University of Tehran
Prof. Mahmoud Shakeri/ Amirkabir University of Technology
Prof. Abbas Shoja Sadati/ Tarbiat Modares University
Prof. Mohammad M. Shokrieh/ Iran University of Science and Technology
Prof. Naser Taleb Bidokhti/ Shiraz University
Prof. Naser Towhidi/ University of Tehran
Prof. Manochehr Vosoghi/ Sharif University of Technology

This Journal Appreciate the Collaboration of Iranian Society of Engineering Education

Index by:

DOAJ
Islamic World Science Citation Center (ISC)
ProQuest
Civilica
Google Scholar
Magiran
EBESCO
Pearson
World Book
BRITANNICA
VIRA SCIENCE
Scientific Indexing Services (SIS)
J-Gate
Science Explore
Research bib (Academic Resource Index)
Advanced Sciences Index (ASI)
GANJINE-YE ASNAD
SID (Scientific Information Database)
ROAD

IN THE NAME OF GOD

IRANIAN JOURNAL OF
ENGINEERING EDUCATION
The Academy of Sciences
I. R. Iran

Department of Engineering Sciences

Iranian Journal of Engineering Education

Vol. 26 No. 101 Spring 2024

Proprietor: The Academy of Sciences of IR Iran
Managing Director: Prof. Mahmood Yaghoubi
Editor-in-Chif: Prof. Mahmood Yaghoubi
Office Manager: Dr. Mitra Molaee Parvarei
Persian Editor: Miss. Atefeh Ghanbari
Page Layout: Mr. Majid Mirabzadeh
Research and artistic design: Dr. Mohammad Hossein Halimi
Computer design of geometric patterns: Miss. Maryam Dehnadi
Cover design and layout: Mr. Khairullah Asghari

This Journal is Open Access

Mailing Address: Academies & National Library Exit,
Shahid Haghani Exp., Tehran, 1537633111, IR Iran
P. O. Box: 19395-5318
Tel: +98 21 88190433
Fax: +98 21 88656216
E-Mail: ijee78@ias.ac.ir
Website: http://ijee.ias.ac.ir
ISSN: 1607-2316
E-ISSN: 2676-4881
DOI: 10.22047/ijee
DOR: 20.1001.1.16072316