فصلنامه
آموزش مهندسی ایران
فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

گروه علوم مهندسی

شماره ۱۰۲ ■ سال بیست و ششم ■ تابستان ۱۴۰۳

۱۰۲

- **ارتقای کارآمدی برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک با ترکیب نگاه جهانی، بومی و آینده محور**/ جعفر غضنفریان
- **شناسایی و رتبه‌بندی پیشران‌های پیاده‌سازی نظام آموزش نسل چهارم**/ محمد صابر شهرستانی، حسین وحیدی و افشین علیپور
- **مؤلفه‌های کیفیت بازخورد استادان به دانشجویان دانشکدگان فنی و مهندسی: مطالعه‌ای پدیدارشناختی**/ سپیده خلیلی، کیوان صالحی، ابراهیم خدائی، بلال ایزانلو و مرضیه دهقانی
- **بازشناسی معنا و مراتب آموزشِ پایدارِ معماری با تکیه بر خوانش آموزش سنتی معماری**/ احمد پورمختار، سید محمدحسین آیت‌اللهی و حمید ندیمی
- **جایگاه کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی**/ صادق مطهر
- **بررسی نقش بازی ذهنی در جلب توجه و ارتقای کیفیت آموزش مهندسی، به ویژه در دوره‌های الکترونیکی**/ رقیه گوگ‌ساز قوچانی
- **پاسخگویی به نیازهای صنعت امروز از طریق بروز رسانی برنامه درسی مهندسی مکانیک با استفاده از استقرار تابع کیفیت دو مرحله‌ای (یادداشت پژوهشی)**/ حمید حق شناس گرگانی و علیرضا جهانتیغ پاک
- **معرفی کتاب**
- **چکیده انگلیسی مقالات**

فصلنامه آموزش مهندسی ایران ■ سال بیست و ششم ■ تابستان ۱۴۰۳ گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

E-ISSN: ۲۶۷۶-۴۸۸۱
ISSN: ۱۶۰۷-۲۲۱۶
DOI: ۱۰.۲۲۰۴۷/ijee
DOR: ۲۰.۱۰۰۱.۱.۱۶۰۷۲۲۱۶

بسم الله الرحمن الرحیم

گروه علوم مهندسی

فصلنامه
آموزش مهندسی ایران

سال بیست و ششم، شماره ۱۰۲، تابستان 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
سال ۲۶، شمارهٔ ۱۰۲، تابستان ۱۴۰۳

ارتقای کارآمدی برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک با ترکیب نگاه جهانی، بومی و آینده محور ۱
جعفر غضنفریان

شناسایی و رتبه‌بندی پیشران‌های پیاده‌سازی نظام آموزش نسل چهارم ۲۱
محمدصابر شهرستانی، حسین وحیدی و افشین علیپور[۳]

مؤلفه‌های کیفیت بازخورد استادان به دانشجویان دانشکدگان فنی و مهندسی: مطالعه‌ای پدیدارشناختی ۴۳
سپیده خلیلی، کیوان صالحی، ابراهیم خدائی، بلال ایزانلو و مرضیه دهقانی

بازشناسیِ معنا و مراتبِ آموزشِ پایدارِ معماری باتکیه‌بر خوانش آموزش سنتی معماری ۷۳
احمد پورمختار، سید محمدحسین آیت‌اللهی و حمید ندیمی

جایگاه کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی ۱۰۳
صادق مطهر

بررسی نقش بازی ذهنی در جلب توجه و ارتقای کیفیت آموزش مهندسی، به ویژه در دوره‌های الکترونیکی ۱۱۹
رقیه گوگ‌ساز قوچانی

پاسخگویی به نیازهای صنعت امروز از طریق بروزرسانی برنامه درسی مهندسی مکانیک با استفاده از استقرار تابع کیفیت دومرحله‌ای (یادداشت پژوهشی) ۱۴۷
حمید حق‌شناس گرگانی و علیرضا جهانتیغ پاک

معرفی کتاب ۱۵۷

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 ۱۰۲، تابستان ۱۴۰۳، صص.۱۹-۱

ارتقای کارآمدی برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک با ترکیب نگاه جهانی، بومی و آینده محور

جعفر غضنفریان[۱]

تاریخ دریافت:۱۴۰۳/۲/۱۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۴/۱۰

DOI: 10.22047/ijee.2024.456100.2078

DOR: 1-20.1001.1.16072316.1403.26.102.1.8

چکیده: برنامه درسی جدید رشته مهندسی مکانیک در مقاطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی در ده سال اخیر، دو بار مورد بازنگری قرار گرفته است اما شالوده اصلی این برنامه، همچنان بر اساس برنامه‌های درسی قدیمی است، به طوری که تنها تعداد معدودی درس حذف یا افزوده شده است و در قیاس با تحولات سریع جهانی، تغییرات ناچیزی ایجاد شده است. در این مقاله، برنامه درسی جدید رشته مهندسی مکانیک، در قیاس با روندنمای چهار دانشگاه خارجی بررسی شده است و نواقص و ایرادات آن، در قیاس با نیازهای امروز جامعه مهندسی کشور و تحولات آینده بیان خواهد شد. در انتها، پیشنهادهای کاربردی و عملیاتی با هدف ارتقای کارآمدی و مدرن‌سازی برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک در محورهای: کلی، تغییر در اسامی، بهبود برنامه درسی فعلی و کمبودهای آن ارائه می‌شوند. همچنین مدل فعلی برای تصویب برنامه درسی رشته‌های مختلف، نقد شده و مدلی نوین و کارآمد پیشنهاد شده است. حلقه اصلی مفقوده در برنامه درسی مهندسی مکانیک، توجه به مفهوم طراحی و مبانی و اصول مهندسی است. موارد بیان‌شده، تا حد زیادی قابل تعمیم به برنامه درسی سایر رشته‌های مهندسی نیز هست.

واژگان کلیدی: برنامه درسی، مهندسی مکانیک، طراحی، توسعه پایدار، ارتباط با صنعت و جامعه

۱- دانشیار، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده مهندسی، دانشگاه زنجان، عضو پیوسته انجمن آموزش مهندسی ایران.
j.ghazanfarian@znu.ac.ir

۱. مقدمه

ساختار برنامه درسی رشته‌های تحصیلی، مهم‌ترین ابزار سیاست‌گذاری در زمینه پیاده‌سازی اصولی کلی، همچون توجه به توسعه پایدار، مهارت‌محوری، بین‌رشته‌ای بودن و آینده‌پژوهی است. روند تحولات در علم و فناوری در جهان بسیار سریع است. از این رو لازم است برنامه درسی رشته‌های مختلف، هر ساله و بنا به شرایط بومی کشور و نیازهای جامعه و صنعتِ منطقه‌ای و تحولات جهانی، به‌روزرسانی شود. اما روال به‌روزرسانی برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک در نظام آموزش عالی ایران بسیار کند بوده است. برای مثال، برنامه درسی برای مقطع کارشناسی ارشد، به ترتیب در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۴۰۰، با فاصله هشت‌ساله ابلاغ شده است یا برنامه درسی مقطع کارشناسی بین سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۹، بدون تغییر باقی ماند. با گذشت سه سال از آخرین برنامه ابلاغی، لازم است برنامه جدید در چند سال پیش رو برای کلیه مقاطع تحصیلی با نگاهی مدرن همراه با تحولی اساسی، بازنگری شود.

علاوه بر تأخیر در به‌روزرسانی برنامه درسی مهندسی مکانیک، تحول چندانی نیز از نظر محتوا و ساختار درس‌ها، در آن مشاهده نمی‌شود. در این مقاله، پس از نقد برنامه درسی فعلی و مروری بر برنامه درسی چند دانشگاه جهان، چهارچوبی مدرن و بومی همراه با نگاه به آینده و روش‌های نوین آموزش، برای رشته مهندسی مکانیک ارائه خواهد شد که تا حد زیادی قابل تعمیم برای سایر رشته‌های مهندسی نیز هست.

تدوین برنامه درسی رشته‌های دانشگاهی در دنیای امروز با یک تناقض روبه‌روست. از یک طرف، مدت‌زمان تحصیل در دوره کارشناسی یا کارشناسی ارشد محدود است. از طرف دیگر، لازم است مطالب نوین و بین‌رشته‌ای جدید به سرفصل درس‌ها افزود شود. در این صورت، یا باید تراکم درس‌ها را افزایش داد یا به ناچار برخی مطالب بنیادین و پایه‌ای را حذف کرد. قطعاً هر دو روش محکوم به شکست هستند زیرا مفاهیم بنیادین، نقش عمده‌ای در ایجاد درک مهندسی دارند و بدون بسط مبانی، آموزش مفاهیم مهندسی ممکن نیست. همچنین به علت دشواری مطالب درسی رشته‌های مهندسی، امکان فشرده‌تر کردن محتوای درسی آنها وجود ندارد.

نکته دیگر، رابطه بین محتوای درسی رشته مهندسی مکانیک و میزان اشتغال به کار مهندسین فارغ‌التحصیل در داخل و خارج از کشور است. آمار بالای خروج نخبگان و اشتغال به کار ایشان در صنایع و شرکت‌های بین‌المللی یا ادامه تحصیل فارغ‌التحصیلان در مقاطع بالاتر باکیفیت جهانی، نشان از استاندارد بودن محتوای ارائه‌شده در کلاس‌های درس در قیاس با دانشگاه‌های خارج از کشور است. از طرف دیگر، با استناد به گزارش رسمی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (Iran's Ministry of Science, Research and Technology, 2021) در آذرماه سال ۱۴۰۱، درصد اشتغال فارغ‌التحصیلان مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک، به ترتیب ۶۲ درصد و ۹۱ درصد هستند. در نتیجه، لازم است برای افزایش درصد اشتغال و نیز حفظ کیفیت بین‌المللی محتوای

درسی رشته مهندسی مکانیک، برنامه درسی این رشته با نگاهی مدرن، بین‌المللی و روبه‌آینده (American Society of Mechanical Engineers, 2008; American Society of Mechanical Engineers, 2011). و نیز با توجه به نیازهای بومی کشور، به‌روزرسانی شود.

نکته مهم، انعطاف‌پذیری پایین قوانین و روال‌های اداری وزارت علوم، تحقیقات و فناوری (عتف) در جهت تغییر و بومی‌سازی برنامه درسی رشته‌ها است. مدل فعلی بدین شکل است که برنامه درسی، توسط کمیته‌ای در یک دانشگاه نوشته می‌شود و پس از ارسال به وزارت عتف، برای اجرا به سایر دانشگاه‌ها ابلاغ می‌گردد. چنین نگاه تمرکزگرایانه‌ای در برخی از دانشگاه‌ها، امکان ایجاد خلاقیت و انعطاف در برنامه درسی با نگاه به نیازهای بومی را از بین می‌برد. اولین شرط در امکان ایجاد خلاقیت و نوآوری در برنامه درسی، از بین بردن تمرکزگرایی و نگاه بالا به پایین و ایجاد اعتمادبه‌نفس، همراه با میدان دادن به اعضای هیئت علمی جهت ایجاد تحول است.

مدل کارآمد نوین در طراحی و اجرای برنامه درسی بدین صورت است که اختیارات کامل جهت تغییر در برنامه‌ریزی درسی، به کمیته‌های تخصصی در دانشگاه‌های معین هر استان داده شود، تا بتوانند در کمترین زمان ممکن بدون بروکراسی طولانی، ایده‌های خود را پیاده کنند. اما در ادامه با توجه به معیارهای کمی مشخص و کاملاً شفاف، بروندادهای آموزش در دانشگاه‌های مختلف، توسط یک مرجع مستقل غیردولتی ارزیابی و امتیازدهی شوند تا کارآمدی برنامه درسی دانشگاه‌های مختلف با توجه به ایده‌های اعضای هیئت علمی هر دانشگاه مشخص شود.

مشابه این ارزشیابی توسط مؤسسه غیردولتی اِبِت (ABET, 2024) بر اساس استاندارد ایزو ۹۰۰۱ جهت سنجش کیفیت کالج‌ها و دانشگاه‌های مختلف در کشور ایالات متحده و چند کشور دیگر جهان در زمینه‌های مهندسی و فناوری، محاسبات و علوم طبیعی به انجام می‌رسد. به طوری که هر چند سال یکبار ارزشیابی سیستم آموزشی شامل سرفصل درس‌ها، برگه‌های امتحانی، برنامه‌های درسی، تجهیزات آزمایشگاهی و سایر موارد به درخواست مؤسسه انجام می‌شود. دریافت تأییدیه از اِبِت، تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی اعتبار دانشگاه و امکان جذب دانشجویان داخلی و بین‌المللی دارد.

جنبه دیگر طراحی یک برنامه درسی کارآمد، توجه به مأموریت‌های هر دانشگاه است. مهم‌ترین حلقه مفقوده در ارتقای دانشگاه‌ها به نسل چهارم، توجه به مأموریت‌گرایی است. برای هر دانشگاه با توجه به شرایط محیطی و صنعتی جامعه پیرامونی، تعدادی مأموریت تعریف می‌شود. برای مثال، آلودگی هوا و ریزگردها، مشکلات احتمالی پس از وقوع زلزله احتمالی، ترافیک شهری، کمبود آب و خشکسالی، مدیریت و بازیافت پسماندها، فقر، طلاق، کمبود انرژی، تورم، نشست زمین و افزایش نرخ بیماری‌ها، همچون سرطان، از جمله مشکلات جامعه امروز هستند که هر یک یا مجموعه‌ای از چند مورد آنها می‌توانند مأموریت یک دانشگاه باشند. طراحی درس‌های جدید، تأسیس رشته‌های نوین، نگارش کتاب‌های درسی و تغییر در محتوای برخی از درس‌های موجود در راستای اجرای مأموریت

دانشگاه‌ها، از جمله مواردی هستند که باید به آنها توجه ویژه شود.

مورد بعدی، محتوای آیین‌نامه ارتقای اعضای هیئت علمی و میزان توجه جدی آن به مقوله آموزش است. با وجود اینکه امتیازات آموزشی، در بند اول آیین‌نامه ارتقا مورد توجه بوده است ولی این میزان امتیازات، آن هم به صورت کمّی، تأثیر مهمی در ایجاد تحول در حیطه آموزش نخواهد داشت. آموزش به عنوان موضوع‌محوری در دانشگاه‌های نسل اول، فدای توجه ناموزون به ارتباط با صنعت و جامعه شده است و نتیجه مستقیم چنین سیاستی، گسترش نامتوازن آموزش عالی در کشور است. بدیهی است که پیش‌شرط ایجاد بلوغ در ارتباط با صنعت و جامعه، رشد کافی در زمینه‌های آموزش و پژوهش است.

جدول ۱ امتیازات دو دانشگاه صنعتی امیرکبیر و دانشگاه تهران را با امتیاز دو دانشگاه آکسفورد و هاروارد بر اساس رتبه‌بندی تایمز سال ۲۰۲۴ مقایسه می‌کند (Times Higher Education, 2024). اعداد گزارش‌شده در جدول، برای آموزش (با وزن ۲۹/۵ درصد)، محیط پژوهش (با وزن ۲۹ درصد) و صنعت (تنها با وزن ۴ درصد شامل ۲ درصد درآمدهای صنعتی و ۲ درصد ثبت اختراع)، نشانگر این نکته است که سیاست اصلی در آیین‌نامه ارتقا، باید روی افزایش کیفیت آموزش و پژوهش و سپس ارتباط با صنعت و جامعه باشد. سایر موارد مهم در این رتبه‌بندی، شامل معروفیت بین‌المللی (با وزن ۷/۵ درصد) و کیفیت پژوهش (با وزن ۳۰ درصد) است. الزامی کردن برخی از بندهای مرتبط با ارتباط با جامعه و صنعت در کنار پیچیدگی و زمان‌بر بودن مقوله آموزش برای به‌روزرسانی و ایجاد تحول در محتوای درسی رشته‌ها، سبب خواهند شد وضعیت نامناسب موجود بر اساس داده‌های جدول ۱ برای آموزش و پژوهش، در آینده افت بیشتری را تجربه کند.

جدول ۱. مقایسه امتیازات دو دانشگاه از ایران و دو دانشگاه خارج از ایران بر اساس داده‌های رتبه‌بندی تایمز سال ۲۰۲۴

	رتبه جهانی	امتیاز در آموزش	امتیاز در محیط پژوهش	امتیاز در صنعت
دانشگاه آکسفورد	۱	۹۶/۶	۱۰۰	۹۸/۷
دانشگاه هاروارد	۴	۹۷/۷	۹۹/۹	۸۴/۲
دانشگاه صنعتی امیرکبیر	۴۰۰-۳۵۱	۳۴/۸	۳۳/۷	۸۵/۱
دانشگاه تهران	۵۰۰-۴۰۱	۳۷/۷	۲۸/۴	۶۰/۵

معماریان (Memarian, 2013; Memarian, 2011) کاستی‌های برنامه آموزش مهندسی در ایران و بازنگری آموزش مهندسی در ایران را مورد بررسی قرار داد. در این مطالعه، تفاوت بین آموزش مهندسی در ایران با خارج از ایران مقایسه شده است و لزوم وجود یک سازمان مستقل برای ارزیابی، بیان شده است. مهم‌ترین ملاک‌ها برای ارزشیابی، وضعیت دانشجویان و آموزشگران، هدف‌ها و دستاوردها، محتوای برنامه درسی، بهبود کیفیت برنامه، امکانات و حمایت‌ها ذکر شده است (Memarian, 2011). بازنگری برنامه آموزشی مهندسی به دو شکل متمرکز (به صورت مقطعی و با توجه به مسائل کلان

آموزشی) و نامتمرکز (به صورت دائمی با معیارهای درونی) صورت می‌گیرد. در ایران نوع بازنگری از نوع متمرکز بوده است (Memarian, 2013).

غفاری و ظهور (Ghaffari & Zohor, 2014) چالش‌های آموزش و پژوهش مهندسی را از نقطه‌نظر توسعه پایدار با چشم‌انداز جهانی بررسی کردند. پیرو دعوت سازمان ملل، لازم است دانشگاه‌های مهندسی کشورهای صنعتی با نگاهی بر بنیان‌های توسعه پایدار، برنامه‌های درسی را با هدف کاهش اثرهای منفی ناشی از فعالیت‌های مهندسی بر محیط زیست بازبینی کنند. همچنین کشورهای در حال توسعه نیز تلاش خود را برای ایجاد زیرساخت‌های مورد نیاز برای بهبود و ارتقای شرایط زندگی مردم و آموزش مهندسان در زمینه‌های علمی و کسب مهارت‌های حرفه‌ای انجام دهند.

دوامی (Davami, 2016) آن چه دانشکده‌های مهندسی در تقابل با رشد بی‌امان دانش و تحولات سریع در فناوری و بازار، در دوره تحصیل دانشجویان از آن غافل بوده‌اند را مورد بحث و بررسی قرار داده است. لازمه ایفای وظایف مهندسی و برخورد مسئولانه با حرفه مهندسی، وجود آموزش‌های مادام‌العمر است. از طرف دیگر تفاوت‌های بین دو محیط دانشگاهی و کاری باید مورد توجه قرار بگیرد. همچنین آموزه‌های لازم برای مهندسان جوان در آغاز ورود به حرفه مهندسی و ادامهٔ این مسیر بیان شده‌اند.

فیاض (Fayyaz, 2023) چالش‌های آموزش عالی در رشته‌های مهندسی از جمله کاهش متقاضیان رشته‌های مهندسی و افزایش تعداد دانشکده‌های مهندسی را بیان کرده و اثر درازمدت آن یعنی کمبود نیروهای متخصص کارآمد در صنایع کشور را مطرح نموده است. همچنین راهکارهایی برای ایجاد تمایل در دانش‌آموزان برای انتخاب رشته‌های مهندسی ارائه شده است. عدم آگاهی دانش‌آموزان از محتوای رشته‌های مهندسی و نیز عواملی که منجر به انتخاب رشته‌های دیگر می‌شود، نیز بیان شده‌اند.

بحری گمیجی و همکاران (Bahri et al., 2018) چالش‌های برنامه درسی رشته مهندسی برق را به منظور بازنگری و نوسازی بررسی نمودند. مقدس و همکاران (Moghaddas et al., 2019) برنامه درسی و شیوه آموزش رشته مهندسی شیمی را در ایران با دانشگاه‌های آمریکا مقایسه نموده‌اند. شیوه‌های جدید تدریس رشته‌های مهندسی شیمی، در چند دانشگاه برگزیده آمریکا مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌اند و سپس، دروس اصلی ارائه‌شده در دانشگاه‌های مورد مطالعه و دروس مختص به گرایش‌های رایج موجود در این رشته، بررسی شده‌اند.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، بازنگری برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک نیازمند تحول جدی در شکل، محتوا، روح و ساختار است. چنین مطالعه‌ای تا به حال برای برنامه درسی مهندسی مکانیک در ایران انجام نشده است. در این مقاله سعی شده است با نگاهی بومی و با در نظر گرفتن تحولات آتی در روند گسترش علم در جهان، پس از مقایسه برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک در ایران با چند دانشگاه برگزیده خارجی، در نهایت چهارچوب روشنی برای بازنگری در برنامه درسی رشته

مهندسی مکانیک ارائه شود.

در بخش ۲، نمودار درسی فعلی رشته مهندسی مکانیک بررسی و نواقص و ایرادات آن بیان خواهد شد. سپس در بخش ۳، برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک در چند دانشگاه جهان بررسی می‌شود و در بخش ۴، پیشنهادها و راهکارهای مناسب با هدف ارتقای کیفیت برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک ارائه خواهد شد. بخش ۵ مربوط به نتیجه‌گیری مقاله است.

۲. نقدی بر نمودار درسی موجود

در چند سال اخیر، چند برنامه درسی توسط دانشگاه‌های متفاوت ارائه شده‌اند و در سامانه آموزش عالی (هس) وزارت علوم، تحقیقات و فناوری بارگذاری شده‌اند. از بین این موارد، برنامه درسی جدید رشته مهندسی مکانیک در مقطع کارشناسی (پیشنهادی دانشگاه شهید بهشتی) و کارشناسی ارشد (پیشنهادی دانشگاه صنعتی اصفهان) به ترتیب مصوب شده در تاریخ‌های ۱۳۹۹/۰۷/۲۹ و ۱۴۰۰/۱۰/۰۵، بررسی می‌شوند. پیش از این، برنامه درسی مقاطع کارشناسی ارشد و دکتری به شکل یکسان ابلاغ می‌شد. در برنامه جدیدِ تصویب‌شده، تنها مقطع کارشناسی ارشد لحاظ شده است و برای اولین بار و برخلاف سایر رشته‌های مهندسی، برنامه درسی مقطع کارشناسی ارشد جدای از دوره دکتری ارائه می‌شود. در نتیجه برنامه درسی دوره دکتری، بلاتکلیف باقی مانده است که مشکلاتی در زمینه اجرایی‌سازی برنامه، به همراه خواهد داشت.

ایرادات فرمی، همچون اشتباهات تایپی، در برنامه درسی کارشناسی و ایرادات محتوایی، مثل ترجمه ناقص عنوان "ساخت و تولید" در برنامه درسی کارشناسی ارشد که ساخت و تولید، هر دو به Manufacturing (صفحه عنوان برنامه درسی کارشناسی ارشد) ترجمه شده است، نیاز به اصلاح دارند. ساخت و تولید دو دنیای متفاوت هستند. نکاتی در تولید باید در نظر گرفته شود که در ساخت وجود ندارد و بالعکس. مهم‌ترین مشکل این برنامه درسی، عدم وجود تغییرات مدرن کافی متناسب با دنیای امروز است. قسمت اعظم برنامه‌درسی جدید، مشابه با برنامه پیشین است و تنها تغییرات محدودی که گهگاه چندان مطلوب یا ضروری هم نیستند، اعمال شده است. طراحی، نوآوری، خلاقیت و حل مسئله در این برنامه مغفول مانده‌اند.

ترکیب کمیته بازنگری برنامه درسی مقطع کارشناسی متشکل از ۳۶ نفر، شامل ۱ استاد، ۴ دانشیار، ۲۹ استادیار و ۲ مربی است که ۴ نفر از اعضای گروه، با مدرک مهندسی مواد و متالورژی و مابقی از رشته مهندسی مکانیک هستند (صفحات ۳ تا ۴ برنامه درسی کارشناسی). برای تدوین برنامه‌های بعدی، لازم است کمیته‌ای متشکل از افراد شاخص و شناخته‌شده در حوزه آموزش از کل ایران با سلایق و ایده‌های متنوع، با مدرک مهندسی مکانیک و با درجه استادی و دانشیاری انتخاب شوند. کمیته تهیه‌کنندگان برنامه درسی کارشناسی ارشد برای طراحی کاربردی شامل ۱ نفر با همکاری ۳ نفر

و برای گرایش‌های ساخت و تولید و تبدیل انرژی تنها ۱ نفر هستند (صفحات ۱، ۱۲۱، ۱۷۰ برنامه درسی کارشناسی ارشد). با توجه به پیچیدگی برنامه درسی کارشناسی ارشد لازم است کمیته تدوین برنامه درسی از تعداد بسیار بیشتری با تجارب مختلف بهره ببرد.

از طرف دیگر طبق روندهای استاندارد علمی، کلیه اسناد علمی تا پیش از آنکه توسط چندین همکار با تخصص مرتبط داوری شوند، اعتبار ندارند. برنامه درسی پیشنهادی توسط اعضای کمیته نیز پس از داوری دقیق، باید توسط شورای گروه دانشگاه‌های مختلف، مورد تصویب قرار بگیرند تا نظر شخصی افراد دخیل نشود و مسائل بومی مورد توجه قرار بگیرد.

از جمله توانمندی‌های دانشجویان و دانش‌آموختگان، کار در گروه‌های دارای عملکردهای متفاوت، درک مسئولیت‌های حرفه‌ای و اخلاقی، آگاهی از مسائل معاصر و... بیان شده اما مشخص نیست، به واسطه کدام واحد درسی باید چنین قابلیت‌هایی ایجاد شوند. حذف الزام درس دینامیک سیالات محاسباتی وسامانه‌های هیدرولیک و نیوماتیک و اجباری شدن درس‌های سامانه‌های اندازه‌گیری همراه با افزایش واحد آن از ۲ به ۳ و نیز اجباری شدن درس روش‌های تولید و کارگاه (صفحات ۱۲ و ۱۳ برنامه درسی کارشناسی)، سبب شده است تخصص دانش‌آموختگان در گرایش‌های متمایل به حرارت، سیالات و انرژی تضعیف شود. در نتیجه، ایجاد محدودیت در درس‌های لازم برای صدور پروانه اشتغال به کار حرفه‌ای در سازمان نظام‌مهندسی ساختمان کشور در اثر ایجاد محدودیت در زمینه حرارت و سیالات، نیز جزو موارد نگران‌کننده برای صنعت ساختمان است. درس بسیار کلیدی و مهم آزمایشگاه علم مواد حذف شده است. الزام اخذ درس آزمایشگاه فیزیک ۲ حذف شده است (صفحه ۱۱ برنامه درسی کارشناسی) که با وجود آزمایشگاه مبانی مهندسی برق، روند پیوسته آموزش را دچار اختلال خواهد کرد.

کاهش ۴ واحد درس دینامیک به ۳ واحد (صفحه ۱۲ برنامه درسی کارشناسی)، جزو تغییرات نادرستی است که با وجود حجم بالای مطالب موجود در سرفصل درس مهم دینامیک، کیفیت دانش‌آموختگان را تحت تأثیر قرار خواهد داد. دلیل تصمیم‌گیری سلیقه‌ای در مورد ارزشیابی مستمر در برخی از درس‌ها و نحوه اعمال وزن‌دهی‌های متغیر برای تمرین، میان نیمسال، پایان نیمسال و ارزشیابی مستمر در درس‌های مختلف نیز نامشخص است.

تغییر عنوان درس "محاسبات عددی پیشرفته" به "روش‌های محاسبات عددی پیشرفته" برای گرایش طراحی کاربردی و به "روش‌های عددی پیشرفته" برای گرایش تبدیل انرژی و طراحی کاربردی نیاز به اصلاح دارد (بند ۱۹ صفحه ۱۵ و بند ۱۸ صفحه ۱۷۸ برنامه درسی کارشناسی ارشد). آن چه به عنوان روش‌های عددی آموزش داده می‌شوند، مربوط به سرفصل دوره کارشناسی است. عنوان کامل این درس باید "تحلیل (آنالیز) عددی پیشرفته" باشد. آن چه در درس پیشرفته محاسبات عددی باید آموزش داده شود، قدرت تحلیل و درک چرایی الگوریتم‌های عددی است و نه صرفاً یادگیری روش‌های عددی.

تغییر عنوان درس "مکانیک سیالات پیشرفته" به "سیالات غیرلزج" نیز نیازمند اصلاح است (بند ۴ صفحه ۱۷۶ برنامه درسی کارشناسی ارشد). لفظ "سیال غیرلزج" به لحاظ علمی صحیح نیست. تمامی سیالات، کم یا بیش دارای لزجت هستند (به جز سوپرفلویدها که در شرایط خاصی نزدیک صفر کلوین می‌توانند لزجت نزدیک به صفر داشته باشند). "جریان غیرلزج" از نظر فیزیکی عبارت درستی است. از طرف دیگر، درس مکانیک سیالات پیشرفته حاوی مطالبی است که شامل جریان‌های لزج هم می‌شود. قرار دادن مبحث پایداری جریان آرام در درس لایه مرزی در حالی که این مبحث لزوماً محدود به لایه مرزی نیست، نیز نیازمند بررسی مجدد است.

حذف درس‌های رفتار مکانیکی مواد، مهندسی ابزار دقیق، خزش خستگی و شکست و مباحث منتخب نیز جزو تصمیمات چالشی است که نیازمند تصحیح است. درس "مباحث منتخب" امکان ایجاد انعطاف در ارائه مطالب بروز و مدرنی را که در برنامه درسی پیش‌بینی‌نشده بود، ایجاد می‌کرد.

یکی از مزیت‌های برنامه درسی جدید، افزوده شدن درس اقتصاد مهندسی به صورت اجباری (صفحه ۱۳ برنامه درسی کارشناسی) و مقدمه‌ای بر کارآفرینی، مخاطرات محیطی و کلیات حقوق شهروندی، مازاد بر سقف تعداد واحدهای دوره با تأثیر در معدل به صورت درس اختیاری است (صفحه ۱۴ برنامه درسی کارشناسی). اصلاح دیگر برنامه درسی جدید کارشناسی ارشد، تغییر عنوان "ریاضیات پیشرفته" به "ریاضیات مهندسی پیشرفته" (صفحه ۱۰ برنامه درسی کارشناسی ارشد) است که چندان ضروری به نظر نمی‌رسند.

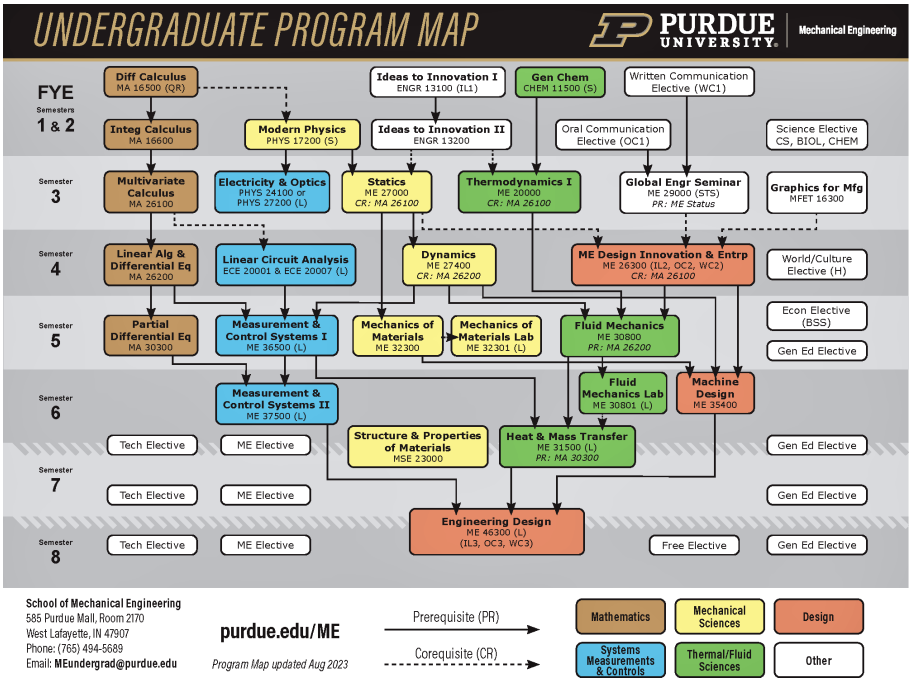
۳. نگاهی به برنامه درسی چند دانشگاه جهان

در این بخش، نمودار درسی مهندسی مکانیک در چهار دانشگاه جهان، بررسی شده است و نقاط اشتراک و تمایز آنها با برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک در ایران، بیان می‌شود. چهار دانشگاه انتخاب‌شده جایگاه‌های متنوعی در رتبه‌بندی‌های بین‌المللی دارند تا برنامه درسی در دانشگاه‌های مختلف با شرایط متفاوت، بررسی شده باشند.

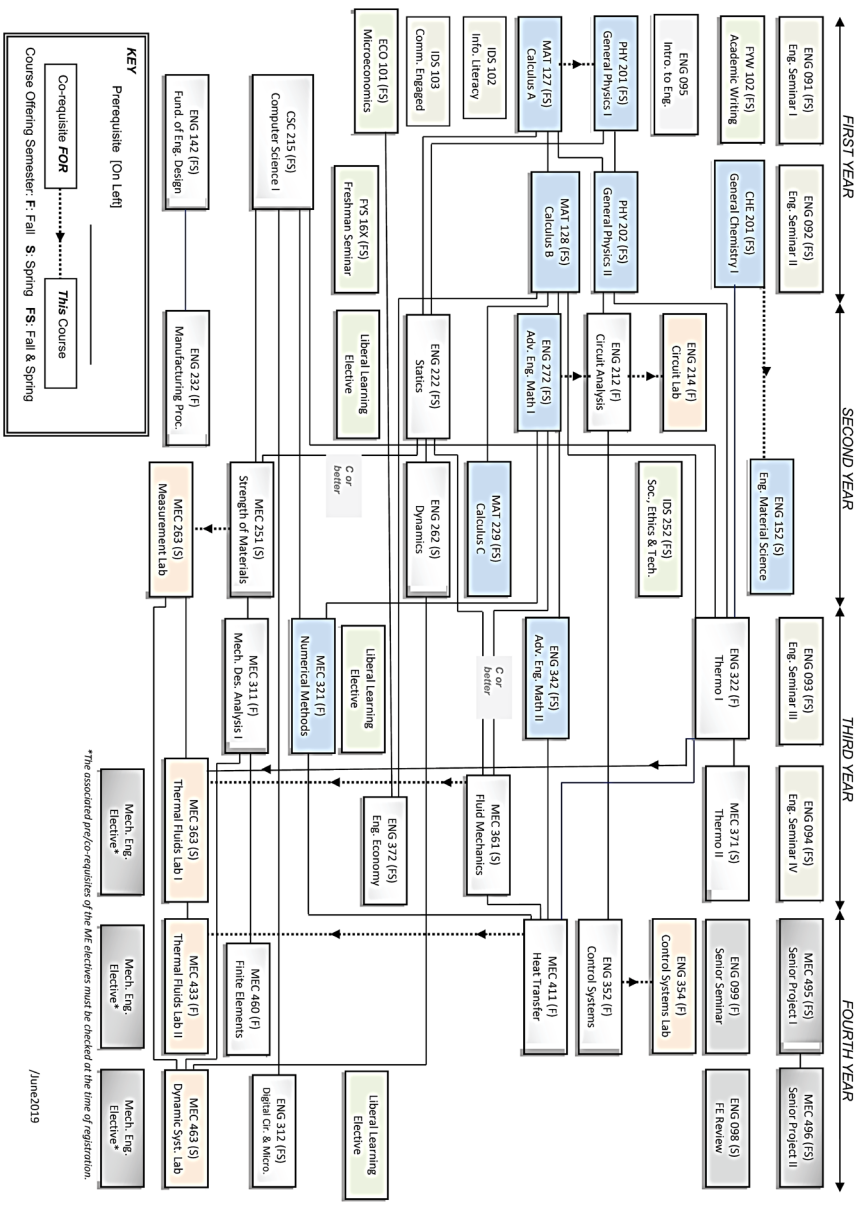
شکل ۱ روندنمای درس‌های دانشگاه پردو برای مقطع کارشناسی را نمایش می‌دهد. برنامه درسی در ۸ نیمسال تنظیم شده است و شامل شش بخش ریاضیات (قهوه‌ای)، علوم مکانیکی (زرد)، طراحی (قرمز)، اندازه‌گیری و واپایش (آبی)، علوم حرارتی و سیالات (سبز) و سایر درس‌ها (سفید) است. برخلاف رویه رایج در ایران، درس‌های مربوط به شاخه ریاضیات در طول ۵ نیمسال ابتدایی پخش شده است تا دانشجو فرصت کافی برای انطباق با آنها را داشته باشد. دانشجویان مهندسی در ایران در دو نیمسال ابتدایی با تعداد زیادی درس ریاضی مواجه می‌شوند. جبر خطی در بخشی از عنوان یک درس آورده شده است. استاتیک، دینامیک و مکانیک مواد (مقاومت مصالح)، به ترتیب در نیمال‌های ۳، ۴، ۵ ارائه می‌شوند.

در انتها، همه دروس به مفهومی به نام طراحی مهندسی ختم می‌شوند. درسی با عنوان اپتیک وجود دارد. سایر درس‌ها شامل ایده‌هایی برای خلاقیت ۱ و ۲، مهارت‌های نوشتاری و گفتاری، فرهنگ جهان در نیمسال‌های ابتدایی قرار داده شده‌اند. دروس مربوط به تحصیلات تکمیلی بسیار کلی هستند و صرفاً، شامل عناوین درس‌ها با تنوع بسیار بیشتر، حداقل نیازها و چهارچوب‌های کلی لازم برای دوره کارشناسی ارشد هستند. روندنمای محدودکننده‌ای مشابه با شکل ۱ برای دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری ارائه نشده است.

شکل ۲ روندنمای برنامه درسی کارشناسی را برای کالج نیوجرسی در چهار سال متوالی نمایش می‌دهد. دو درس سمینار مهندسی برای سال اول در کنار درس‌های معرفی مهندسی، مبانی طراحی مهندسی و نگارش فنی زمینه مناسبی برای آشنایی دانشجویان با کلیات رشته مهندسی مکانیک هستند. دروس ریاضی تا نیمسال چهارم ادامه پیدا کرده است و استاتیک و دینامیک در نیمسال‌های ۳ و ۴ ارائه شده‌اند. سمینارهای مهندسی و پروژه کارشناسی در دو سال آخر ادامه پیدا کرده‌اند. درس‌های مکانیک سیالات و محاسبات عددی، در سال سوم ارائه شده‌اند. در این برنامه نیز تأکید خاصی روی آموزش مبانی مهندسی و طراحی قرار داده شده است.



شکل ۱. برنامه درسی مقطع کارشناسی دانشگاه پردو (Perdue university, 2024)

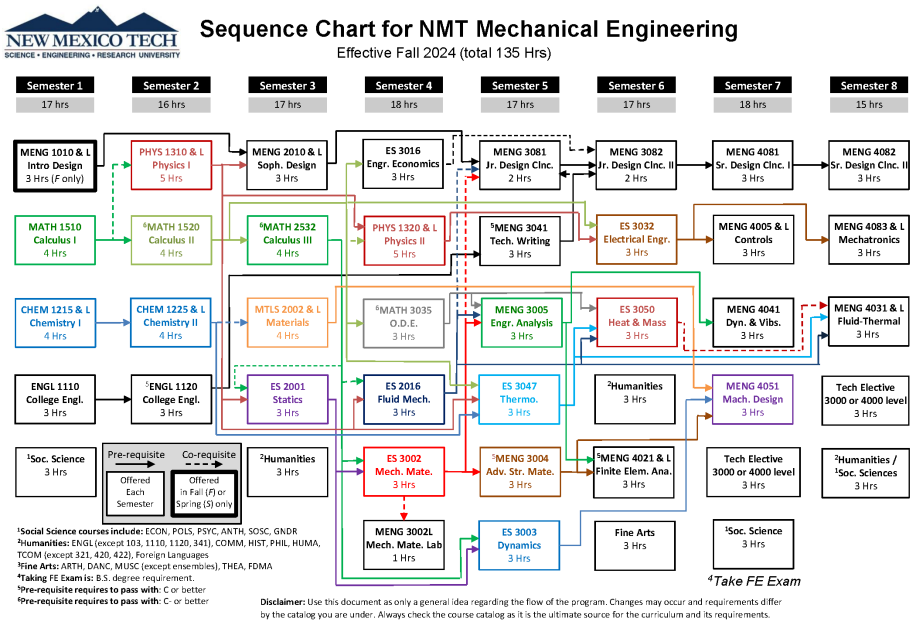


شکل ۲. برنامه درسی مقطع کارشناسی مهندسی مکانیک کالج نیوجرسی (College of New Jersey, 2024)

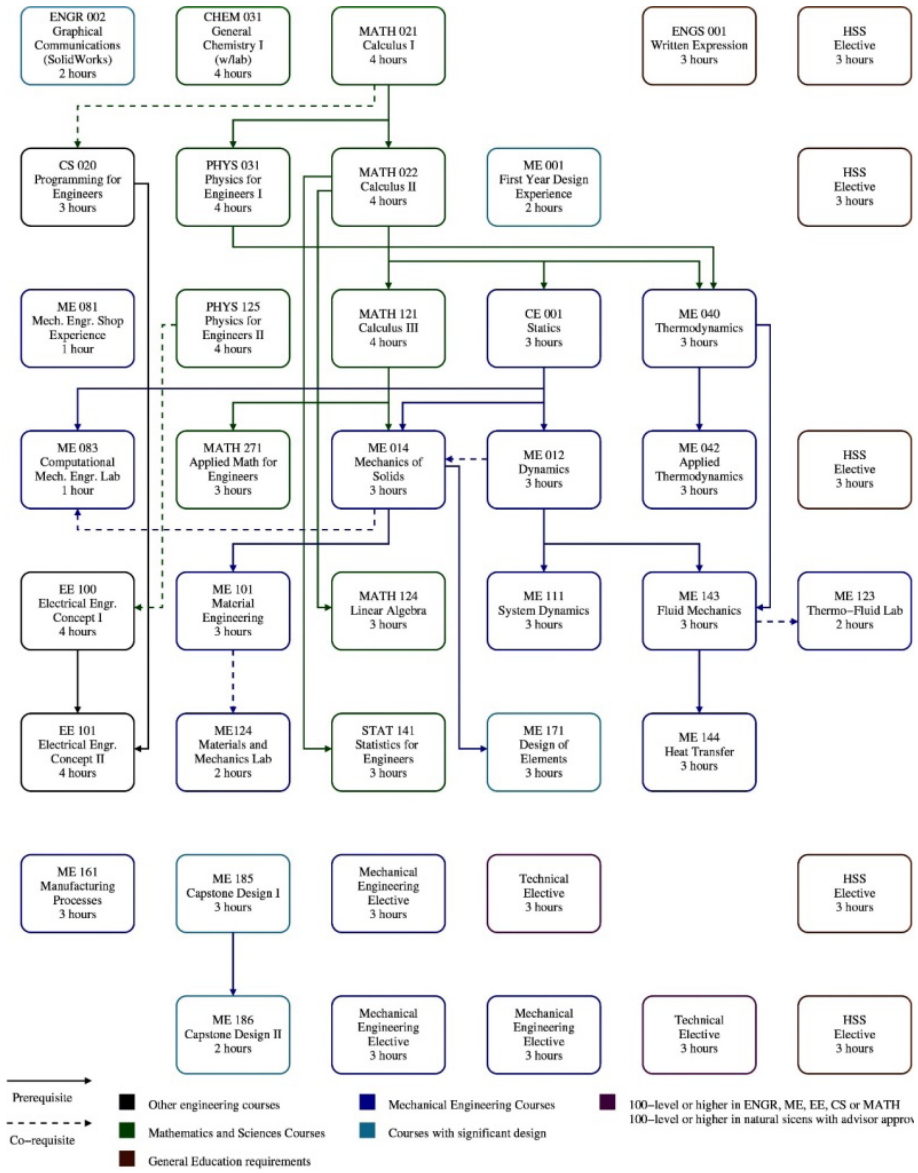
در شکل ۳ برنامه درسی مقطع کارشناسی در دانشگاه صنعتی نیومکزیکو در طول هشت نیمسال مشاهده می‌شود. در این برنامه، دو واحد درسی شیمی ۱ و ۲ موجود است. مشابه دو برنامه قبلی، تأکید اصلی برنامه در سال ابتدایی ورود دانشجو به دانشگاه روی معرفی مفاهیم اولیه همچون طراحی است

که تا نیمسال هشتم تحصیل، به شکل ممتد ادامه پیدا می‌کند. درس‌های ریاضی تا چهار نیمسال حضور دارند، درس استاتیک و دینامیک، به ترتیب در نیمسال‌های ۳ و ۵ ارائه شده‌اند و تأکید ویژه‌ای بیش از سایر دانشگاه‌ها روی علوم اجتماعی و انسانی و هنرهای زیبا به چشم می‌خورد.

روندنمای برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک در دانشگاه ورمونت در شکل ۴ نمایش داده شده است. هر سطر از این نمودار، نشانگر درس‌های یک نیمسال تحصیلی است. نقاط متمایزکننده این برنامه، امتداد درس‌های ریاضیات تا ۶ نیمسال و ارائه درس‌های استاتیک و دینامیک به ترتیب در نیمسال‌های ۳ و ۴ است. درس‌های مختلف در زیربخش‌های آموزش‌های کلی (قهوه‌ای)، درس‌های مرتبط با طراحی (آبی روشن)، درس‌های مهندسی مکانیک (آبی تیره)، درس‌های ریاضیات و علوم (سبز)، درس‌های نیمسال‌های بالاتر (بنفش) و سایر درس‌های مهندسی (سیاه) ارائه شده‌اند. در سال اول تحصیلی، تأکید روی توانایی نوشتاری، آموزش نرم‌افزارهایی، مثل سالیدورکز، تجربه طراحی و دروس علوم پایه است. درس آمار و احتمال در نیمسال ششم ارائه شده و در انتها با دو درس طراحی، دوره به اتمام رسیده است.



شکل ۳. برنامه درسی مقطع کارشناسی مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی نیومکزیکو (New Mexico Tech, 2024).



شکل ۴. برنامه درسی مقطع کارشناسی مهندسی مکانیک دانشگاه ورمونت .(University of Vermont, 2024)

۴. پیشنهادهایی برای ارتقای کارآمدی و مدرن‌سازی برنامه

در ادامه بخش‌های قبل که معایب برنامه درسی موجود و نیز کلیاتی از برنامه درسی چهار دانشگاه خارجی بیان شدند، در این بخش، تغییرات مورد نیاز برای برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک با نگاه

بومی و آینده‌محور ارائه می‌شوند. اصلاحات مورد نظر در پنج بخش محورهای کلی، تغییر در اسامی درس‌ها، درس‌هایی که باید افزوده شوند، تغییر در محتوای درس‌ها و نگاهی به آینده ارائه شده‌اند. تغییرات پیشنهادی برای برنامه درسی در دانشگاه‌های مختلف، می‌تواند در زمان انتقالی دانشجویان بین دانشگاه‌های مختلف مشکلاتی به همراه داشته باشد. با فراگیر شدن اجرای این برنامه‌ها و نیز با انعطاف‌پذیری دانشگاه‌های مختلف این مشکلات رفع خواهند شد.

محورهای کلی

- توجه به توسعه پایدار، مهارت‌آموزی (به اندازه کافی و نه بیش از اندازه)، کارآفرینی، تفکر بین‌رشته‌ای، طراحی، مبانی و اصول مهندسی، تفکر خلاق، نوآوری و مهارت‌های نرم. در توجه به مهارت‌افزایی باید دقت نمود تا مأموریت دانشگاه‌های جامع و صنعتی با اهداف دانشگاه‌های فنی حرفه‌ای تداخل پیدا نکند. وجود کارگاه‌ها و آزمایشگاه‌های مدرن و مجهز، در کنار دوره‌های کارآموزی و بازدیدهای متعدد، شرایط را برای آشنایی دانشجویان با فضای کاری مهیا خواهد کرد. افزوده شدن کارگاه ریخته‌گری می‌تواند در راستای ارتقای مهارت دانشجویان مناسب باشد.
- ایجاد درس‌های ۰/۵ یا ۱ واحدی که یک جلسه در هفته یا هر دو هفته یک بار ارائه شوند. می‌توان از پتانسیل درس‌های ۰/۵ واحدی استفاده کرد تا مباحثی مثل آمار و احتمال را در حد نیاز به دانشجویان آموزش داد. نکته مهم اینکه این درس‌های پایه باید توسط اساتید گروه مهندسی مکانیک ارائه شوند، تا نگاه کاربردی و نیازمحور در مطالب بیان‌شده وجود داشته باشد.
- توجه به روش‌های نوین آموزش و روش‌های مختلف آموزش فعال، مانند نظام کلاس‌معکوس و آموزش مسئله‌محور، پروژه‌محور یا طراحی‌محور جهت ایجاد جذابیت و قدرت تفکر خلاق همراه با ارزشیابی مستمر در طول نیمسال
- توجه به آزادکاری (فریلنسرینگ)، به عنوان یکی از روش‌های درآمدزایی بین‌المللی و یکی از زمینه‌های شغلی محتمل برای فارغ‌التحصیلان در آینده
- برگزاری جلسه دفاع از پروژه کارشناسی و ارزیابی توانایی اعضای هیئت‌علمی برای درگیرکردن دانشجویان کارشناسی در امر پژوهش.
- افزودن بازدید مصوب برای اکثریت درس‌ها تا دانشجو از همان ابتدا با جنبه‌های کاربردی مطالب و محیط کارگاه آشنا شود
- استفاده از امکانات دنیای مجازی و فضای دیجیتال، مانند فیلم‌های موجود در بستر یوتیوب یا فناوری‌های واقعیت مجازی/ افزوده و هوش مصنوعی
- توجه به آینده فارغ‌التحصیلان و دورنمای ۱۰ سال آتی رشته مهندسی مکانیک
- یکی از مشکلات دانشجویان در مقاطع بالاتر و در زمان نگارش پروژه کارشناسی یا پایان‌نامه ارشد

و رساله دکتری، عدم توانایی نگارش درست به زبان مادری‌شان است. از این رو، در درس فارسی عمومی، مطالعه متون ادب فارسی با آموزش نحوه نوشتن فارسی سلیس و عاری از اشتباهات نگارشی، جایگزین شود.

- اجباری شدن درس انتقال حرارت ۲، به علت وجود سرفصل‌های مهمی، همچون جوشش، میعان و انتقال حرارت تشعشع
- اجباری شدن درس مکانیک محیط پیوسته برای گرایش تبدیل انرژی با سرفصل‌های مخصوصِ علوم حرارتی و سیالاتی. الفبای ریاضی و جبر تانسوری که به طور مکرر در مقالات استفاده می‌شوند و اصول ابتدایی درک معادلات حاکم، در این درس آموزش داده می‌شوند. اگر مطالب مرتبط با علوم حرارتی، انرژی و سیالات در این درس آموزش داده نشوند، دانشجویان حتی در مطالعه مقالات و توان درک معادلات اصلی، دچار مشکل خواهند شد.

تغییر در اسامی درس‌ها

- "مقاومت مصالح" به "مکانیک مواد"
- گرایش "طراحی کاربردی" به "مکانیک جامدات"
- گرایش "تبدیل انرژی" به "حرارت و سیالات"
- "سیال غیرلزج" به " جریان لزج" یا حفظ عنوان "مکانیک سیالات پیشرفته"
- درس‌هایی که باید افزوده شوند
- "مقدمه‌ای بر مهندسی مکانیک"، شامل مواردی همچون تاریخ مهندسی مکانیک، فلسفه علم، فلسفه مهندسی، مبانی و اصول مهندسی، بیان جایگاه مهندسی مکانیک بین علوم مختلف، ضرورت گذراندن درس‌های نیمسال‌های بعدی با بیان کاربردها و تبیین ارتباط بین درس‌های مختلف، پیش‌نیازهای مهندسی مکانیک، خصوصیات یک مهندس کاربلد، نیازها و توانمندی‌های لازم برای ورود به بازار کار، از جمله اخلاق مهندس و حقوق مهندسی در قالب چند درس ۰/۵، ۱ یا ۲ واحدی
- ارائه یک یا چند درس با عناوین مرتبط با طراحی، شامل تبین مفهوم طراحی، الگوهای مهندسی، تقریب، خطا و انواع آن، اعتبارسنجی، دقت‌سنجی، کالیبراسیون، مکانیزاسیون، اتوماسیون، تولید انبوه، الگوریتم طراحی، چک‌لیست‌های طراحی، استانداردها، کدها و مقررات، تلرانس‌گذاری، عدم قطعیت، قابلیت اطمینان، ضریب ایمنی، طراحی مقاوم، مهندسی معکوس و مهندسی منفی.
- علاوه بر توجه خاص به درس شیمی عمومی، یک درس جدید مرتبط با مبانی زیست‌شناسی (بیومکانیک) نیز افزوده شود. هر دوی این درس‌ها باید توسط اساتید آشنا با مهندسی مکانیک

ارائه شوند تا ارائه دروس، کاربردی‌تر گردد و دانشجو با جایگاه این مباحث در مهندسی مکانیک، در کنار سایر درس‌ها آشنا شود.

- توجه ویژه به مهارت‌های نرم، از جمله ایجاد ارتباط مؤثر، نوع لباس پوشیدن، ظاهر آراسته، توانایی‌های کلامی، فن بیان، قدرت صحبت به چند زبان، مهارت‌های مذاکره، توان قانع کردن طرف مقابل، خوب گوش دادن، تواضع و فروتنی، ارائه جذاب، کاهش ترس از صحبت در بین جمع، گزارش‌نویسیِ صحیح و نگارش فنی، تسلط به نوشتار به زبان فارسی یا انگلیسی، درک زبان بدن، مهارت‌های مرتبط با مصاحبه علمی و کاری، تفکر خلاق، تصمیم‌گیری، قدرت حل مشکل، مدیریت بحران، انعطاف‌پذیری و تطبیق‌پذیری با شرایط دشوار، علاقه به تحقیق و یادگیری، نوآوری و خلاقیت، نگاه متفاوت به امور روزمره، تفکر منطقی، ایجاد انگیزه و اشتیاق درونی، کار گروهی، پایش پیشرفت در نیل به هدف مشترک اعضای گروه، دریافت و پردازش بازخوردها، همکاری، ازخودگذشتگی، سازش با افراد با شخصیت‌های پیچیده، مدیریت شرایط دشوار، همدردی با سایر اعضای گروه، درک فرهنگ‌های متفاوت بین‌المللی، دوری از سوءتفاهم، اعتماد متقابل، شبکه‌سازی، گروه‌سازی، کمک به هم‌گروهی‌ها، مسئولیت‌پذیری، پوشش وظایف همکاران در شرایط حساس، مدیریت اختلافات و تعارضات، شفافیت، پذیرش اشتباهات خود و دیگران، صبر و سکوت، مدیریت خشم، عزت‌نفس و همدلی، روحیه مثبت، اعتمادبه‌نفس بالا، تمایل به تقویت همکاری، رعایت احترام متقابل، تفکرات روبه‌جلو و باانگیزه، روحیه پرشورونشاط، صداقت، ایجاد روابط دوستانه، مدیریت احساسات، مدیریت استرس، مثبت‌اندیشی و خوش‌بینی و تشویق دیگران، رهبری، شناخت اصول مدیریت خطر، مدیریت بحران، مدیریت عمل‌گرایانه، مدیریت راهبردی، مدیریت کلان، حل اختلافات، الهام‌بخش بودن برای اعضای گروه، توانایی حل مشکل، هدایت افراد، ایجاد انگیزه، مدیریت پروژه، دوری از روزمرگی و توجه به دورنمای توسعهٔ مجموعه، مدیریت استعدادها، شایسته‌سالاری و دوری از مدیریت سلیقه‌ای
- افزودن درس آمار و احتمال مهندسی که یکی از موارد پرکاربرد در گرایش‌های مختلف مهندسی مکانیک است. برای نمونه تحلیل آماری در جریان آشفته یا استفاده از مفاهیم آماری برای طراحی آزمایش و بهینه‌سازی.
- اضافه شدن مباحث هندسه و جبر خطی به دروس ریاضیات پایه. همان‌گونه که از عنوان مهندسی مشخص است، هندسه بخش مهمی از پیش‌نیازهای مهندسی است.
- اضافه شدن درس یادگیری ماشین به عنوان یک درس اختیاری با پیش‌نیاز محاسبات عددی
- اضافه شدن درس ساخت افزایشی به عنوان یک درس اختیاری
- اضافه شدن کاربردهای واقعیت مجازی/افزوده و متاورس در مهندسی مکانیک به عنوان یک

درس اختیاری

- اضافه‌شدن درس مهندسی مکانیک و توسعه پایدار، شامل مواردی همچون آب، خاک، انرژی‌های تجدیدپذیر، مدیریت پسماندها، آلودگی‌های هوا، محیط‌زیست، تغییر اقلیم، خشکسالی و کیفیت زندگی.

تغییر در محتوا و تعداد واحد درس‌های موجود

- محاسبات عددی و برنامه‌نویسی رایانه‌ای: کاهش مجموع واحدهای این دو درس از ۵ واحد به یک درس ۴ واحدی به صورت مسئله‌محور. کدنویسی به شکل عملی در کنار الگوریتم‌های محاسبات عددی آموزش داده می‌شود تا دانشجویان توانایی عملی برای کدنویسی در کاربردهای محاسباتی را داشته باشند. زبان‌های برنامه‌نویسی قابل قبول، شامل فورترن، سی‌پلاس‌پلاس یا پایتون هستند. مناسب است این درس برای نیمسال‌های ۳ به بعد ارائه شود. کار با لینوکس و سامانه‌های پردازش موازی و کدهای منبع‌باز نیز می‌تواند در صورت نیاز، به صورت یک درس ۰/۵ یا ۱ واحدی مجزا در دستور کار قرار بگیرد.
- زبان انگلیسی عمومی و تخصصی: کاهش تعداد واحدهای این دو درس از مجموع ۵ واحد به ۸ درس نیم‌واحدی که به صورت مستمر در ایام تحصیل اخذ شوند. آموزش متمرکز زبان انگلیسی ناکارآمد است، جهت افزایش راندمان آموزش زبان انگلیسی، فرایند آموزش باید به صورت مستمر، در ایام تحصیل جریان داشته باشد.
- توجه ویژه به کارآموزی و کارآفرینی در طول چهار سال تحصیل
- کارگاه نوآوری و خلاقیت، شامل حل یک مسئله در طول نیمسال و در قالب گروه‌های چندنفره، آشنایی با تجربه‌های موفق مرتبط با مهندسی و شکست‌ها و فجایع مهندسی در صنایع مختلف در طول تاریخ مهندسی
- کاهش مجموع واحدهای درس‌های مبانی مهندسی برق ۱ و ۲ از ۶ واحد به ۵ یا ۴ واحد
- دو واحد در نظر گرفته‌شده برای درس سمینار ارشد، به چهار درس نیم‌واحدی شکسته شود که به واسطه این چهار درس در طول تحصیل، به ترتیب مواردی همچون زبان انگلیسی لازم برای مطالعه مقالات، پایگاه‌داده، مقاله‌نویسی و مقاله‌خوانی، ارائه جذاب، نگارش فنی، به شکل مستمر آموزش داده شوند.
- به موارد مرتبط با اچ-اس-ای (سلامت، ایمنی و محیط‌زیست) در قالب یک درس نیم‌واحدی توجه شود.
- هم‌پوشانی درس دینامیک سیالات محاسباتی در دوره تحصیلات تکمیلی و کارشناسی حذف گردد و مباحث مدرن‌تری، مثل روش‌های حل معادله بولتزمن، روش‌های اتمیستیک و لاگرانژی

به درس کارشناسی ارشد افزوده شوند.

- طراحی و ساخت در ابعاد نانو، کدنویسی منبع‌باز، چاپگرهای سه‌بعدی و اتوماسیون نیز می‌توانند به عنوان برخی از درس‌های اختیاری در نظر گرفته شوند.
- درس‌هایی مثل مکانیک سیالات یا دینامیک و ارتعاشات و ... که همراه با آزمایشگاه هستند، با درس آزمایشگاه ادغام و به صورت درس‌های ۳/۵ واحدی ارائه شوند (برای مثال، درس‌های مکانیک سیالات ۱ و مکانیک سیالات ۲، هر دو ۳/۵ واحد باشند). آزمایش‌های موجود در سرفصل درس آزمایشگاه، به طور هم‌زمان با تدریس در کلاس، درس داخل کلاس یا در محل آزمایشگاه اجرا می‌شوند. جهت اجرای این مورد، لازم است امکانات سخت‌افزاری لازم نیز فراهم شود. این نوع ارائه درس‌ها، سبب می‌شود که محتوای درس‌ها به سمت مسئله‌محور شدن حرکت کنند و کیفیت ارائه درس‌های آزمایشگاه و جذابیت و اثرگذاری دروس تئوری افزایش قابل ملاحظه‌ای بیابد. همچنین هم‌پوشانی مطالب دروس تئوری با دروس آزمایشگاه از بین برود.

توجه به آینده

میزان خوشبینی نسبت به آینده رشته‌های مهندسی، پیش‌بینی تغییرات احتمالی در جهان و عکس‌العمل مهندسان داخلی نسبت به این تغییرات، زمینه‌های جدید مورد علاقه صنعت و جامعه، ابزارهای جدید، وضعیت پرستیژ مهندسی در جامعه، مهارت‌های شخصی و حرفه‌ای جدید و مهارت‌های کلاسیکی که در آینده نیز مهم خواهند بود، جز محورهای اصلی دورنمای رشته مهندسی مکانیک هستند. برخی از پیشنهادها درباره تحولات آتی رشته‌های مهندسی مکانیک به شرح زیر است:

- ایجاد آموزش‌های بین‌رشته‌ای مابین رشته‌های مهندسی و غیرمهندسی و یا شاخه‌های مختلف رشته‌های مهندسی، از جمله انرژی‌های تجدیدپذیر، علوم زیستی، نانوفناوری، آب، علوم داده، رباتیک، الکترونیک، مکاترونیک و هوش مصنوعی
- توجه به روش‌های مدرن و خودآموز آموزشی، مثل پادکست، وبینار و دوره‌های برخط
- آشنایی با امور مالی، پولی، تجاری و اقتصادی
- توانایی برخورد با وقایع غیرمنتظره
- درک مسئولیت اجتماعی
- توجه به بحران‌های بشری، از جمله سلامت، انرژی، آب، غذا، محیط‌زیست، سیل و زلزله

۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله، برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به دورنمای رشته‌های مهندسی و نیز با در نظر گرفتن نگاه بومی، پیشنهاداتی در راستای بهبود کارآمدی و ارتقای

کیفیت برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک با نگاهی به برنامه درسی این رشته در کشورهای دیگر ارائه شد که می‌توانند تا حدودی برای سایر رشته‌های مهندسی نیز مفید باشند. مهم‌ترین خصوصیات برنامه درسیِ مرور شده از چهار دانشگاه خارجی که کمابیش بین همگی مشترک هستند، در موارد زیر خلاصه می‌شوند:

- عدم تمرکز درس‌های ریاضیات در نیمسال‌های ابتدایی و امتداد آنها تا نیمسال‌های بالاتر
- تمرکز ویژه روی معرفی مفاهیم بنیادین مهندسی و درگیر نگه داشتن دانشجو با مقوله طراحی از ابتدا تا انتهای دوران تحصیل
- انتقال درس‌های استاتیک و دینامیک، به ترتیب به نیمسال‌های ۳ و ۴
- توجه ویژه به مهارت‌های نرم، درس سمینار، نوشتار فنی، هنر و علوم اجتماعی
- عدم ارائه نموداری دقیق همراه با جزئیات محدودکننده برای مقاطع تحصیلات تکمیلی و اکتفا به تعیین چهارچوب‌های کلی
- وجود شباهت کلی بین عناوین درس‌های تئوری دوره کارشناسی در خارج از کشور با درس‌های تدریس‌شده در ایران، همچون مکانیک سیالات، ترمودینامیک، استاتیک، دینامیک، کنترل، انتقال حرارت، طراحی اجزا و سایر موارد

مهم‌ترین اصلاحات پیشنهادی برای برنامه درسی مهندسی مکانیک در ایران، شامل موارد زیر است:

- توجه ویژه به مفهوم طراحی، مهندسی، خلاقیت، نوآوری و حل مسئله
- تأکید خاص روی مهارت‌های نرم
- اضافه شدن مباحث هندسه، جبر خطی و آمار و احتمال مهندسی به ریاضیات
- کاهش تعداد واحدهای برخی از درس‌ها و افزودن برخی عناوین جدید
- توجه به روش‌های مدرن آموزش و ارزشیابی
- توجه به‌اندازه به مهارت‌آموزی، توسعه پایدار، کارآفرینی، تفکر بین‌رشته‌ای، اخلاق مهندسی، مسئولیت اجتماعی
- توجه ویژه به آموزش مسئله‌محور

References

- ABET, 2024. Retrieved from https://www.abet.org/.
- American Society of Mechanical Engineers (ASME), 2008. 2028 Vision for Mechanical Engineering.
- American Society of Mechanical Engineers (ASME), 2011. Mechanical Engineering- the state of mechanical engineering: today and beyond.

- Bahri, K., Sameri, M., & Abdolisoltanahmadi, J. (2018). A study of the challenges of electrical engineering curriculum for its revision and modernization. *Iranian Journal of Engineering Education*, 79, 1-25 [in Persian].
- College of New Jersey, 2024. Retrieved from https://mechanicalengineering.tcnj.edu/.
- Davami, P. (2016). What subjects are missing in engineering universities? *Iranian Journal of Engineering Education*, 72, 1-21 [in Persian].
- Fayyaz, J. (2023). Challenges of higher education in engineering fields. *Iranian Journal of Engineering Education*, 100, 129-143 [in Persian].
- Ghaffari, MM., & Zohor H. (2014). The global perspective of challenges of engineering research and education for sustainable development. *Iranian Journal of Engineering Education*, 63, 11-24 [in Persian].
- Iran's Ministry of Science, Research and Technology, 2021. Monitoring the employment status of university graduates [in Persian].
- Memarian, H. (2011). Deficiencies of Iran's engineering education programs. *Iranian Journal of Engineering Education*, 51, 53-74 [in Persian].
- Memarian, H. (2013). Revaluation of engineering education. *Iranian Journal of Engineering Education*, 57, 1-18 [in Persian].
- Moghaddas, J.S., Yasrebi, N., Shojaossadati, A., & Taghavi, M. (2019). Study and comparison of curriculum and methodology of chemical engineering in American and Iranian universities. *Iranian Journal of Engineering Education*, 81, 25-45 [in Persian].
- New Mexico Tech, 2024. Retrieved from https://www.nmt.edu/.
- Perdue university, 2024. Retrieved from https://www.purdue.edu/.
- Times Higher Education, 2024. Retrieved from https://www.timeshighereducation.com/.
- University of Vermont, 2024. Retrieved from https://www.uvm.edu/.

جعفر غضنفریان: او هم اکنون دانشیار گروه مهندسی مکانیک دانشگاه زنجان و عضو پیوسته انجمن آموزش مهندسی ایران است. عضو بنیاد ملی نخبگان بوده و جایزه دکتر کاظمی آشتیانی را دریافت کرده است. زمینه‌های تحقیقاتی او، علوم مرتبط با انرژی، مکانیک سیالات و انتقال حرارت است.

شناسایی و رتبه‌بندی پیشران‌های پیاده‌سازی نظام آموزش نسل چهارم

محمدصابر شهرستانی[۱]، حسین وحیدی[۲] و افشین علیپور[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۲/۲۲، تاریخ پذیرش ۱۴۰۳/۴/۳۱

DOI: 10.22047/ijee.2024.456763.2080

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.102.2.9

چکیده: جهان اطراف ما همواره در حال تغییر است. روند این تغییرات بر انقلاب صنعتی چهارم (صنعت ۴/۰) متمرکز است. این تغییرات قطعاً بر کل جامعه نیز تأثیر خواهد گذاشت و در نتیجه، نیازهای آموزشی و روش‌های یاددهی/ یادگیری نیز با تغییر مواجه خواهد شد. هدف از این مقاله شناسایی و رتبه‌بندی الزامات پیاده‌سازی آموزش نسل چهارم است که با به‌کارگیری روش تحقیق آمیخته (کیفی- کمی) انجام شد. پژوهش از نظر هدف توسعه‌ای و کاربردی، از نظر ماهیت توصیفی- پیمایشی، روش نمونه‌گیری هدفمند و شیوه گردآوری داده‌ها، کتابخانه‌ای و میدانی است. جامعه آماری تحقیق، شامل خبرگان حوزه مدیریت و مهندسی صنایع و مدیریت آموزشی و برنامه‌ریزی درسی است. ابتدا با تجزیه و تحلیل متون در خصوص آموزش نسل چهارم ۴۲ مضمون پایه شناسایی و در ۷ مضمون سازمان‌دهنده و ۲ مضمون فراگیر دسته‌بندی شد. سپس بر اساس مضامین پایه استخراج‌شده، پرسش‌نامه‌ای شامل ۴۲ سؤال را تدوین و در اختیار خبرگان قرار دادیم که پس از پاسخ ۲۱ خبره، نتایج در نرم‌افزار SPSS25 به وسیله آزمون فریدمن رتبه‌بندی شد که نشان می‌دهد سه مضمون پایه تأخیر کم و نرخ داده بالا، پذیرش نرم‌افزار آموزشی به ترتیب الزامی‌ترین مضامین پایه، جهت پیاده‌سازی آموزش ۴/۰ هستند.

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

۱- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد رشته مدیریت کسب‌وکار، گرایش استراتژی، دانشکده مدیریت و مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). Mohammadsaber.shahrestani@yahoo.com

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

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

۱. مقدمه

به دلیل انقلاب صنعتی چهارم، معروف به صنعت ۴/۰، که صنایع در سراسر جهان را تغییر می‌دهد، نیازهای نظام‌های آموزشی نیز در حال تغییر است (Goldin et al., 2022). صنایع در سراسر جهان در مرحله‌ای از تحول قرار دارند که متخصصان، آن را انقلاب صنعتی چهارم، معروف به صنعت ۴/۰ یا دیجیتالی‌سازی تولید صنعتی نامیده‌اند. ادبیات در مورد واقعیتی که آموزش ۴/۰ نمایانگر تجلی صنعت ۴/۰ در حوزه آموزش است، به توافق رسیده است. این نوع آموزش، به عنوان یک اصلاح آموزشی شناخته می‌شود که باید به مطالبات صنعت ۴/۰، به ویژه نیازهای نیروی کار آن، پاسخ دهد (Anggraeni, 2018). به دلیل این تغییرات، نیاز به نیروی کار ماهرتر و متخصص‌تر در حال افزایش است. در نتیجه، نیاز به یک پروفایل شایستگی کارکنان آینده برای مقابله با چالش‌های پیش رو احساس می‌شود. آنها باید دانش گسترده و چندرشته‌ای در زمینه‌های فناوری‌های نو و نوآوری و توانایی اجرای تحول دیجیتال در شرکت‌ها را داشته باشند (Dombrowski & Tobias, 2014). آموزش یکی از مهم‌ترین ابزارها در فراهم کردن مهارت‌های انسانی مورد نیاز، به عنوان نتیجه‌ای از تحولات اقتصادی، اجتماعی و فناوری قرن ۲۱ است. مهارت‌های قرن ۲۱، شامل فهم متقاطع فرهنگی، مهارت‌های یادگیری و نوآوری مانند تفکر انتقادی، حل مسائل، تفکر خلاق و غیره، مهارت‌های دیجیتالی مانند دانش رسانه‌ها و اطلاعات و مهارت‌های شغلی و زندگی مانند انعطاف‌پذیری، مسئولیت‌پذیری، ابتکار و انعطاف‌پذیری است (Puncreobutr, 2016). این مهارت‌ها، مهارت‌های نرمی هستند که فراتر از داشتن دانش در مورد یک موضوع هستند. آنها پردازش شناختی، تولید دانش و انعطاف‌پذیری را می‌طلبند زیرا مغز اصلی دوره صنعت ۴/۰، تغییر است (Himmetoglu et al., 2020). این مهارت‌ها تحت عناوین مختلفی، مانند مهارت‌های فردی، مهارت‌های انسانی، مهارت‌های زندگی، مهارت‌های کاربردی، مهارت‌های کاری و مهارت‌های غیرشناختی دسته‌بندی می‌شوند (McComas, 2013).

آموزش ۴/۰ می‌تواند به عنوان یک پارادایم جدید دیده شود که مفاهیمی، مانند یادگیری، دانشجو، استاد و دانشگاه را بر اساس نیازهای صنعت ۴/۰ بازتعریف می‌کند. یکی از نمونه‌های روش‌های نوآورانه تدریس و یادگیری، به عنوان بخشی از آموزش ۴/۰، مدل کلاس معکوس است. در کلاس‌های معکوس، دانشجویان می‌توانند منابع دیجیتال مرتبط با درس، مانند ویدئوها، ارائه‌ها و موارد الکترونیکی را خارج از مدرسه مورد بررسی قرار دهند و دانش مورد نیاز خود را در خارج از کلاس‌های سنتی به دست آورند. بنابراین، دانشجویان می‌توانند زمان کلاس را برای فعالیت‌هایی، مانند بحث، تجزیه و تحلیل و حل مسئله استفاده کنند (Youngkin, 2014). اجرای مفهوم آموزش ۴/۰، به اساتید و دانشجویان این امکان را می‌دهد که از زیرساخت‌ها و فناوری‌های نوظهور استفاده کنند تا روندهای آموزشی آموزش عالی را بهبود بخشند. به همین خاطر، رویکردهای آموزشی نیز در حال تکامل هستند و بازتعریف می‌شوند و به سمت نوآوری در فرایندهای آموزشی خود هدایت می‌شوند تا نیازهای جامعه‌ای فناوری‌محور و پیوسته‌درحال‌تغییر را برآورده کنند. این واقعیت باعث می‌شود که اجرای عملی آموزش ۴/۰، بدون

تعریف عملی و تحقیقات تجربی تقریباً غیرممکن باشد (Himmetoglu et al., 2020).

آموزش ۴/۰ دوره‌ای جدید است که در آن، مؤسسات آموزش عالی از روش‌های یادگیری جدید، ابزارهای دیداری و مدیریتی نوآورانه و زیرساخت‌های هوشمند و پایدار به طور عمده با فناوری‌های ارتباطی و اطلاعاتی نوظهور، به منظور بهبود فرایندهای تولید دانش و انتقال اطلاعات استفاده می‌کنند. از آنجا که هدف آموزش ۴/۰، ارائه برنامه‌های آموزشی کارآمدتر، قابل دسترس‌تر و انعطاف‌پذیرتر است، روش‌های یادگیری جدیدی ظاهر می‌شوند که استفاده از فناوری‌ها و اصول، راهبردها، روش‌ها و رویه‌های آموزشی که به صورت گسترده‌تری در آموزش عالی استفاده می‌شوند را در نظر می‌گیرند. با توجه به این فرصت‌ها، برنامه‌های یادگیری جدید در شیوه‌های مختلف ارائه می‌شوند تا فرایند تولید دانش و انتقال اطلاعات و منابع، بهینه‌سازی شود. در نتیجه، برنامه‌های آموزش عمومی، آموزش به صورت دوره‌ای و برنامه‌های یادگیری ترکیبی، نوظهور و نوآورانه ظاهر شده‌اند (Miranda et al., 2021). با این حال، به دلیل اینکه آموزش ۴/۰ در حال حاضر، در واقعیت به طور کامل وجود ندارد، تعریف و مطالعه‌اش دشوار است. همچنین این مشکل برای صنعت ۴/۰ نیز صدق می‌کند. ادبیات مفهومی زیادی در مورد این موضوع موجود است اما تحقیقات تجربی واقعاً کمی وجود دارند (Yacob, et al., 2023).

آموزش ستون مهمی است که منبع پیشرفت یک کشور است زیرا آموزش، با ارتقای کیفیت منابع انسانی در یک کشور، موجب بهبود وضعیت جامعه می‌شود. در قرن ۲۱، پیشرفت‌های فناوری تأثیر قابل توجهی بر آموزش داشته‌اند و این روند در آینده نیز ادامه خواهد داشت. با توجه به اهمیت موضوع آموزش ۴/۰، ضرورت دارد مراکز آموزش عالی، برای تربیت نیروی کاری که پاسخگوی نیازهای صنعت ۴/۰ باشند، پیاده‌سازی این آموزش را در دستور کار خود قرار دهند و خود را به سطح بالاتری از دانش و فناوری برسانند. لذا هدف از تحقیق حاضر، شناسایی الزامات پیاده‌سازی نظام‌آموزش نسل چهارم است و در حقیقت به دنبال پاسخ به این سؤال هستیم که الزامات و نیازمندی‌های پیاده‌سازی آموزش نسل ۴/۰ کدام‌اند؟

۲. تعریف، مفهوم و معنی نظام آموزش ۴/۰

آموزش ۴/۰ رویکردی است که برای ایجاد اشکال نوآورانه یادگیری با استفاده از فناوری به‌روز، شخصی‌سازی شده است و دانشجویان را تشویق می‌کند تا در هر زمان، هر مکان و در هر دستگاهی، به دستگاه‌های نوظهور دسترسی داشته باشند و با مواد مختلف مطابق با معیارهای مهارتی و تحصیلی خود تعامل داشته باشند. آموزش ۴/۰ با تمرکز بر مهارت‌های قرن ۲۱، مانند همکاری، خلاقیت، رهبری، ارتباطات مؤثر، کارآفرینی، کار گروهی، شهروندی جهانی و حل مشکلات، افراد را برای خلاقیت و نوآوری توسعه می‌دهد (Mukul& Gülçin, 2023). آموزش ۴/۰ به مفهوم گنجاندن نوآوری و فناوری در نظام آموزشی اشاره دارد که الهام‌گرفته از انقلاب صنعتی چهارم است و بر استفاده از اطلاعات و فناوری در آموزش و یادگیری تأکید دارد (Anggraeni, 2018).

آموزش ۴/۰ به معنای تلاش برای فارغ‌التحصیل کردن نسل جدیدی از حرفه‌ای‌های بسیار رقابتی است که قادر به استفاده از منابع فیزیکی و دیجیتالی مناسب به منظور ارائه راهکارهای نوآورانه برای چالش‌های اجتماعی فعلی و آینده هستند (Demartini& Benussi, 2017).

۳. ضرورت و اهمیت پیاده‌سازی نظام آموزش ۴/۰

توسعه علم و فناوری در حال حاضر یک اصلاح فناورانه است که نه تنها به دنیای صنعت، بلکه به دنیای آموزش نیز نفوذ کرده است. آموزش ۴/۰ توسعه شایستگی‌ها برای صنعت ۴/۰ را به دنبال دارد (Mourtzis et al. 2018) و اکثر محققان بر این باورند که آموزش ۴/۰ مهم و ضروری است زیرا دانشجویان و فراگیران را برای انقلاب صنعتی فعلی (صنعت ۴/۰) آماده می‌کند (به عنوان مثال نویسندگانی مانند Özcan& Aydın, 2021) و آنها را با مهارت‌های مورد نیاز در دنیای مدرن، مجهز می‌کند چرا که صنعت ۴/۰، تغییری در مهارت‌ها و توانایی مورد نیاز نیروی کار به دنبال دارد (Chituc, 2022). به عبارت دیگر (Hariharasudan & Sebastian Kot, 2018) بیان می‌کنند که آموزش ۴/۰، دروازه‌ای برای دانش صنعت ۴/۰ است. در آموزش انقلاب صنعتی چهارم، دانشجویان بسته به اهداف آموزشی شخصی خود می‌توانند مسیر خود را طراحی کنند (Alakrash& Razak, 2020).

آموزش ۴/۰ با توسعه عصر دیجیتال و استفاده از اطلاعات، اینترنت و فناوری در فرایند آموزش و یادگیری هماهنگ است و از صنعت ۴/۰ الهام گرفته شده است که بر ادغام فناوری و اتوماسیون در صنایع مختلف تأکید دارد (Anggraeni, 2018). همچنین آموزش ۴/۰ نیاز به تجربیات یادگیری شخصی، متناسب با خواسته‌ها و روش‌های یادگیری دانشجویان را برطرف می‌کند (Haderer& Monica, 2022). به علاوه یادگیری و همکاری از راه دور را تسهیل می‌کند. با پذیرش آموزش ۴/۰، مؤسسات آموزشی می‌توانند محیط یادگیری انعطاف‌پذیرتر، فراگیرتر و تعاملی‌تری را فراهم کنند (Kizilkaya et al., 2021).

۴. مبانی نظری پژوهش

پس از اولین انقلاب صنعتی که در پایان قرن هجدهم رخ داد، بخش آموزش گسترش یافت و دوره آموزش ۱/۰ آغاز شد. مشخصه آن ماشینی شدن، نظامی بود که منجر به ظهور فناوری‌های توانمند برای آموزش، مانند ماشین کاغذ سازی، چاپ مکانیکی، مداد گرافیتی، خودکار توپی و ماشین تحریر شد. این دوره، به دلیل فلسفه‌های تربیتی مبتنی بر ذات‌گرایی، رفتارگرایی و آموزش‌گرایی برجسته شد. مربی به عنوان یک حکیم دیده می‌شد و دانشجو، بیشتر نقشی منفعل داشت. بنابراین، در دوره آموزش ۱/۰، استاد، مرکز آموزش بود و وظیفه تعیین و انتشار اطلاعات ضروری مورد نیاز دانشجویان را داشت.

آموزش ۲/۰ مصادف با انقلاب صنعتی دوم در اوایل قرن ۲۰ بود که با تولید انبوه، صنعتی شدن و برق مشخص شد. در این دوره، منابع اطلاعاتی اولیه، منابع باز کتابخانه‌ها بودند. پیشرفت فناوری در

آموزش ۲/۰ کمک‌های مرتبطی را به این بخش آورد و اولین دستگاه‌های الکترونیکی مورد استفاده در آموزش، مانند چاپگرها، ماشین‌حساب‌ها و رایانه‌ها ظهور کردند. فلسفه‌های تربیتی در این دوره، عمدتاً آندراگوژیک و سازندگی بود. نقش استاد، از حکیم به مرجع و منبع اطلاعاتی برای کمک به توسعه ابزارهای اجرای حرفه‌ای تغییر کرد و نقش دانشجو، همچنان منفعل بود. با این وجود، نقش فعالی برای دانشجویان آغاز شد، جایی که آنها «صاحب دانش» شدند. رویکرد یادگیری نیز استادمحور بود اما ارزیابی همتایان، تشویق شد و معلم هنوز نقش اساسی داشت. همچنین در این دوره، شیوه‌هایی مانند آموزش مکاتبه‌ای پدیدار شد.

آموزش ۳/۰ در سومین انقلاب صنعتی در پایان قرن بیستم ظهور کرد و عمدتاً حول محور رایانه‌سازی، اتوماسیون و واپایش می‌چرخید. در این عصر ارتباطی جدید، دانشجو و استاد انتقال خود را به چشم‌اندازی آغاز کردند که در آن دیگر نیازی به شرکت در یک جلسه هم‌زمان برای تحقق یادگیری نداشتند. فرایندهای یاددهی- یادگیری توسط منابع متعددی، مانند چندرسانه‌ای، ابزارهای برخط و آزمایشگاه‌های مجازی پشتیبانی می‌شد. این رویکرد یاددهی- یادگیری بیشتر هوتاگوژیک و ارتباط‌گرایانه بود. هر استاد به عنوان یک کیوریتور و همکار در نظر گرفته می‌شد و دانشجویان برای ایجاد دانش خود توانمند شدند.

در حال حاضر، چهارمین انقلاب صنعتی و فناوری‌ها و روش‌های آموزشی نوآورانه و بهترین شیوه‌ها که این دوره را مشخص می‌کند، چیزی است که به عنوان آموزش ۴/۰ شناخته می‌شود (Salmon, 2019 & Miranda et al., 2019).

جدول ۱. تفاوت‌های اصلی دوره‌های آموزش ۱/۰ تا ۴/۰ (Miranda& Arturo, 2020)

مشخصات	آموزش ۱/۰	آموزش ۲/۰	آموزش ۳/۰	آموزش ۴/۰
نقش اصلی معلم/ استاد	مستبد و منبع دانش	راهنما و منبع دانش	تسهیل‌کننده ایجاد دانش مشارکتی	ناظر و کمک‌کننده در یادگیری
منبع مطالب	کتاب‌های سنتی و جزوات	حق چاپ و مطالب آموزشی رایگان برای دانشجویان	منابع مختلفی مانند کتاب‌های الکترونیکی و سری‌های وب آموزشی	مواد پویا و سه‌بعدی مبتنی بر فناوری
فعالیت‌های کلاس درس	پاراگراف‌های سنتی، تکالیف آزمون و گاهی اوقات گروه‌ها در کلاس درس	فعالیت‌های یادگیری مشارکتی که در محدوده کلاس درس	فعالیت‌های باز، مشارکتی، انعطاف‌پذیر و خلاقانه حتی فراتر از مرزهای کلاس	فعالیت‌های خلاقانه، ماهرانه، نوآورانه و پویا، کلاس‌های درس بدون مرز
رفتار دانشجویان	تا حد زیادی منفعل	منفعل به فعال	فعال، مشتاق و دارای اعتمادبه‌نفس	سبک یادگیری مستقل، فعال، نوآور و خودراهبر
فناوری	امکان آموزش الکترونیکی تنها از طریق مدیریت الکترونیکی در یک مؤسسه	آموزش الکترونیکی و همکاری با مشارکت سایر دانشگاه‌ها	یادگیری الکترونیکی از دیدگاه محیط‌های یادگیری مستقل شخصی	آموزش الکترونیکی کاملاً مبتنی بر ابزارهای فناوری نوآورانه
مکان مدارس	در ساختمانی خاص	در ساختمانی خاص یا به صورت برخط	همه‌جا در یک جامعه خلاق	در شبکه‌ای جهانی

۵. روش تحقیق

هدف از انجام پژوهش، شناسایی و رتبه‌بندی الزامات پیاده‌سازی آموزش نسل چهارم است که با به کارگیری روش تحقیق آمیخته (کیفی- کمی) انجام شد. این پژوهش از نظر هدف توسعه‌ای و کاربردی، از نظر ماهیت توصیفی- پیمایشی به روش همبستگی، روش نمونه‌گیری هدفمند (قضاوتی) و شیوه گردآوری داده‌ها، اسنادی- کتابخانه‌ای و میدانی است.

تحلیل مضمون، روشی برای شناخت، تحلیل و گزارش الگوهای موجود در داده‌ها است. این روش، فرایندی برای تحلیل داده‌های متنی است و داده‌های پراکنده و متنوع را به داده‌هایی غنی و تفضیلی تبدیل می‌کند (Abed Jafari et al., 2011). در واقع در این روش بر خلاف روش‌های کیفی دیگر، به چارچوبی نظری که از قبل وجود داشته باشد، وابسته نیست و از آن می‌توان در چارچوب‌های نظری متفاوت و برای امور مختلف استفاده کرد. در پژوهش حاضر، مضمون‌ها بر اساس جایگاهی که در شبکه مضامین دارند، تقسیم‌بندی می‌شوند. به این معنا که کدها و نکات کلیدی متن که مبین نکات مهمی در متن هستند، «مضامین پایه»، مضامین و مفاهیم به‌دست‌آمده از ترکیب و تلخیص مضامین پایه، به عنوان «مضامین سازمان‌دهنده» و مفاهیم و مضامین عالی که دربرگیرنده اصول حاکم بر متن هستند، «مضامین فراگیر» نامیده می‌شوند. مضمون، الگویی است که در داده‌ها یافت می‌شود و حداقل به توصیف و سازماندهی مشاهدات و حداکثر به تفسیر جنبه‌هایی از پدیده می‌پردازد (Jaliseh et al., 2019). بنابراین بر اساس رویه مشخص و در سه سطح مضامین پایه (کدهای و نکات کلیدی موجود در متن)، مضامین پیش‌سازمان‌دهنده (به‌دست‌آمده از ترکیب و تلخیص مضامین پایه) و مضامین فراگیر (مضامین عالی در برگیرنده اصول حاکم بر متن به عنوان یک کل) را نظام‌مند می‌کند و نقشه‌ای از کل مضامین ارائه می‌دهد که مضامین، با توجه به رابطه اعم و اخص با یکدیگر، در آن شبکه جای‌گذاری شده‌اند (Kamali, 2016). در بخش کیفی پژوهش به روش تحلیل مضمون منابع دسترس، پس از مطالعه متون مرتبط، تعداد ۴۲ مضمون اولیه شناسایی شد و در ۷ مضمون سازمان‌دهنده و ۲ مضمون فراگیر تقسیم‌بندی گردید که اعتبار یافته‌ها با روش بازبینی همتایان مورد تأیید قرار گرفت.

در بخش کمی پژوهش، جهت رتبه‌بندی مضامین پایه با تهیه پرسش‌نامه محقق‌ساخته، شامل ۴۲ سؤال از نوع طیف لیکرت رتبه‌ای با موارد ۱- خیلی کم ۲-کم ۳- متوسط ۴-زیاد ۵-خیلی زیاد و ارسال آن برای ۳۳ نفر از خبرگان حوزه مدیریت و مهندسی صنایع و مدیریت آموزشی و برنامه درسی، از آنها خواسته شد طی یک بازه هفت روزه به سؤالات پاسخ دهند که در نهایت تعداد ۲۱ نفر به پرسش‌نامه‌ها پاسخ دادند. روایی پرسش‌نامه به روش صوری و پایایی آن، با محاسبه ضریب آلفای کرونباخ مورد تأیید قرار گرفت. جهت بررسی کفایت نمونه، از محاسبه ضریب KMO استفاده شد که ضریب آزمون، نشان از کفایت حجم نمونه است. جهت بررسی نرمالیتی داده‌ها، از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف استفاده شد که نتایج، نشان از غیرنرمال بودن مضامین پایه است. در پایان با توجه به نتایج آزمون کولموگروف- اسمیرنوف جهت رتبه‌بندی مضامین پایه از روش فریدمن استفاده شد.

۵-۱. مراحل انجام بخش کیفی پژوهش

در ابتدا برای پژوهش، پرسشی بر این مبنا مطرح گردید: الزامات و نیازمندی‌های پیاده‌سازی و استقرار نظام آموزش نسل ۴/۰ در دانشگاه‌ها و مراکز عالی کدام‌اند؟

در مرحله اول به جستجوی مقالات منتشرشده در پایگاه‌های داخلی و خارجی، شامل IEEE, Google scholar, Science Direct, Springer, Scopus در بازه زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۴ با توجه به کلیدواژه‌های تخصصی پرداخته شد که عبارتند از: آموزش ۴/۰، پیاده‌سازی آموزش ۴/۰، آموزش مهندسی، فناوری‌های آموزشی، آموزش عالی، صنعت ۴/۰. معیارهای انتخاب مقالات، وجود مطالعه در حوزه مدنظر و دسترسی به متن کامل مقاله بود. در مرحله دوم، به تفکیک مقالات و استخراج مفاهیم کلیدی مدنظر پرداخته شد بوده و اطلاعات مورد نظر، به صورت دستی استخراج و ثبت گردید.

در مرحله سوم با روش تحلیل مضمون تجزیه و تحلیل و ترکیب یافته‌ها صورت گرفت. بر این اساس، پس از خوانش مداوم و رفت و برگشت متن مبانی نظری پژوهش‌های موجود، مضامین پایه (مفاهیم کلیدی) احصا شد که در جدول ۲ آورده شده است:

جدول ۲. مضامین پایه مستخرج از متون

ردیف	مضامین پایه	توصیف مضامین پایه	منابع
۱	فراهم کردن بسترها و ابزارهای یادگیری دیجیتال	آموزش ۴/۰ بر ادغام فناوری و استفاده از اطلاعات، اینترنت و فناوری برای پشتیبانی از فرایند یاددهی و یادگیری تأکید دارد. این بدان معناست که مربیان و دانشجویان، به دسترسی به منابع و ابزارهای دیجیتال نیاز دارند. مدارس باید به ابزارهای دیجیتال، دستگاه‌ها و اتصال اینترنتی قابل اعتماد برای تسهیل یادگیری دیجیتال دسترسی داشته باشند. مؤسسات آموزشی باید زیرساخت‌های فناوری لازم، مانند اینترنت پرسرعت، دستگاه‌های دیجیتال و دسترسی به منابع و بسترهای آموزشی را داشته باشند.	(Goldin et al., 2022), (Anggraeni,2018), (Hussin, 2018), (Salmon, 2019), (Demartini& Lorenzo, 2017), (Alda et al.,2020), (Kumar& Manjinder, 2023), (Huk, 2021), (Bashynska et al., 2021), (Wallner et al., 2016), (Kadiyono et al., 2020), (Matsumoto-Royo et al., 2021), (González-Pérez et al., 2022), (Hong& Will, 2020), (Saragih et al., 2020), (Haderer& Monica, 2022), (Kizilkaya et al., 2021), (Almeida, Simoes, 2019), (Alakrash& Razak, 2020), (Rafidah et al.,2020), (Akturk et al., 2022), (Prestiadi et al., 2020), (Chen et al., 2020), (Mansor et al., 2020), (Ramírez- Montoya et al.,2022), (Qureshi et al., 2021), (Alvarez et al., 2019), (Adnan et al. 2019), (Makrides, 2019), (Ramírez et al., 2021), (Martin et al., 2018), (Bujang et al., 2020), (Srivani et al., 2022), (Zabidin et al., 2021), (Mukul& Gülçin, 2023), (Peláez-Sánchez er al., 2023), (Geuer et al., 2023), (Gupta et al., 2023)
۲	اطمینان از یکپارچگی، حفاظت و امنیت داده‌ها	شرایط چارچوب قانونی باید در نظر گرفته شود تا از یکپارچگی، حفاظت و امنیت داده‌ها در نظام کلی اطمینان حاصل شود.	(Kadiyono et al., 2020), (Grinshkun, Elizaveta, 2020), (Haderer& Monica, 2022), (Akturk et al., 2022), (Alvarez et al., 2019), (Almacen et al., 2023), (Razzaq& Riaz, 2023)
۳	تقویت مهارت گفتاری دانشجویان	به منظور ارتقای آموزش ۴/۰، مهارت گفتاری دانشجویان مهم است. آنها باید مهارت‌های گفتاری خود را برای برقراری ارتباط مؤثر و مشارکت در فرایند یادگیری بین‌المللی توسعه دهند.	(Anggraeni, 2018), (Puncreobutr, 2016)

ادامه جدول ۲

ردیف	مضامین پایه	توصیف مضامین پایه	منابع
۴	توسعه شایستگی‌ها و مهارت‌های فردی دانشجویان	آموزش ۴/۰ نیاز به شایستگی‌ها و قابلیت‌های جدید نیروی کار را تشخیص می‌دهد. این شامل ارتقای مهارت مجدد برای پاسخگویی به تقاضاهای در حال تغییر بازار کار است. همچنین باید در زمینه مهارت‌های دیجیتال، آموزش ببینند و با شکل استفاده از فناوری در کلاس درس، آشنا شوند. این شامل آموزش نحوه استفاده از نرم‌افزارهای آموزشی، پلتفرم‌های یادگیری برخط و سایر ابزارهای دیجیتال است.	(Goldin et al., 2022), (Demartini& Lorenzo, 2017), (Bashynska et al., 2021), (Grinshkun & Elizaveta, 2020), (González-Pérez et al., 2022), (Hong, Will, 2020), (Saragih et al., 2020), (Almeida& Simoes, 2019), (Alakrash& Razak, 2020), (Rafidah et al., 2020), (Akturk et al., 2022), (Ramírez-Montoya et al., 2022), (Adnan et al. 2019), (Makrides, 2019), (Ramírez et al., 2021), (Zabidin et al.,2021), (Mukul& Gülçin, 2023), (Akimov et al., 2023), (Rienties et al.,2023), (Stroe, 2022), (Salinas et al., 2023), (Ramírez Montoya et al., 2022), (Geuer et al., 2023), (Latinovic, 2023), (Gupta et al., 2023)
۵	ارتقای شایستگی‌های فنی اساتید	استادان برای اجرای مؤثر آموزش ۴/۰ باید دارای طیف وسیعی از شایستگی‌ها باشند. این شامل سواد دیجیتال، تفکر انتقادی، خلاقیت، حل مسئله و توانایی تسهیل یادگیری دانشجومحور است.	(Anggraeni, 2018), (Salmon, 2019), (Alda et al., 2020), (Kumar& Manjinder, 2023), (Huk, 2021), (Kadiyono et al.,2020), (Matsumoto-Royo et al., 2021), (Grinshkun& Elizaveta, 2020), (González-Pérez et al., 2022), (Saragih et al.,2020), (Lutfiani et al., 2021), (Rafidah et al., 2020), (Akturk et al., 2022), (Chen et al., 2020), (Qureshi et al., 2021), (Adnan et al. 2019), (Noh& Abdul Malek, 2021), (Makrides, 2019), (Ramírez et al., 2021), (Zabidin et al., 2021), (Stroe, 2022), (Dhivya et al., 2023)
۶	یکپارچه و در دسترس بودن اطلاعات	باید مطمئن شد که اطلاعات فراوان و به آسانی از طریق منابع مختلف، مانند کتاب‌ها، مقالات، موتورهای جستجو و دوره‌های برخط در دسترس است. تمرکز بر توسعه فرادانش قابل اعتماد و مهارت‌های روش‌شناختی برای تبدیل اطلاعات به دانش مفید ضروری است.	(Turan& Mustafa, 2022), (Wallner et al., 2016), (Srivani et al.,2022), (Joshi et al., 2024)
۷	تغییرات در رویکردهای آموزشی	روش‌های تدریس سنتی باید با روش‌های یادگیری نوآورانه و تعاملی، مانند یادگیری ترکیبی، کلاس‌های درس معکوس و یادگیری مبتنی بر پروژه تکمیل شود تا تجربه یادگیری دانشجویان را افزایش دهد.	(Demartini& Lorenzo, 2017), (Moraes et al., 2023), (Turan& Mustafa, 2022), (Bashynska et al., 2021), (González-Pérez et al., 2022), (Bonfield et al., 2020), (Oliveira& Ricardo, 2022), (Alakrash& Razak, 2020), (Rafidah et al., 2020), (Akturk et al., 2022), (Mohd et al., 2019), (Mansor et al., 2020), (Qureshi et al., 2021), (Adnan et al. 2019), (Noh& Abdul Malek, 2021), (Makrides, 2019), (Ramírez et al., 2021), (Martin et al.,2018), (Srivani et al., 2022), (Zabidin et al., 2021), (Joshi et al.,2024), (Gupta et al., 2023)
۸	همکاری بین صنعت و مؤسسات آموزشی	برای همگام شدن با تغییرات سریع انقلاب صنعتی چهارم، نیاز به همکاری بین صنعت و مؤسسات آموزشی وجود دارد. این مشارکت می‌تواند به شناخت و تأیید یادگیری مبتنی بر محل کار و همچنین طراحی برنامه‌های انضباطی جدید که با تقاضاهای صنعت همسو باشد، کمک کند.	(Salmon, 2019), (Demartini& Lorenzo, 2017), (Alda et al.,2020), (Moraes et al., 2023), (Kumar& Manjinder, 2023), (Bashynska et al., 2021), (González-Pérez et al., 2022), (Almeida, Simoes, 2019), (Alakrash& Razak, 2020), (Chen et al., 2020), (Mohd et al., 2019), (Noh& Abdul Malek, 2021), (Martin et al., 2018), (Zabidin et al., 2021)

ادامه جدول ۲

ردیف	مضامین پایه	توصیف مضامین پایه	منابع
۹	همکاری و شبکه‌سازی	آموزش ۴/۰ بر همکاری و شبکه‌سازی بین دانشجویان، مربیان و مؤسسات تأکید دارد. پلتفرم‌ها و ابزارهای برخط باید برای تسهیل ارتباطات، همکاری و به‌اشتراک‌گذاری دانش مورد استفاده قرار گیرند.	(Hussin, 2018), (Wallner et al., 2016), (Saragih et al., 2020), (Lutfiani et al., 2021), (Rafidah et al., 2020), (Akturk et al.,2022), (Qureshi et al., 2021), (Adnan et al., 2019), (Noh, Abdul Malek, 2021), (Martin et al., 2018), (Srivani et al.,2022).
۱۰	تعامل ذی‌نفعان	همکاری بین ذی‌نفعان مختلف، از جمله استادان، رهبران دانشگاه، سیاست‌گذاران، والدین و شرکای صنعتی، برای اجرای موفق آموزش ۴/۰ بسیار مهم است. این همکاری می‌تواند به توسعه سیاست‌ها، به‌اشتراک‌گذاری بهترین شیوه‌ها و اطمینان از همسویی اهداف آموزشی با نیازهای نیروی کار کمک کند.	(Huk, 2021), (Kadiyono et al., 2020), (Saragih et al., 2020), (Ramírez-Montoya et al., 2022), (Akimov et al., 2023), (Salinas et al., 2023).
۱۱	طراحی مجدد برنامه درسی و توسعه محتوا	برنامه درسی باید به روز شود تا مهارت‌های سواد دیجیتال، تفکر انتقادی، حل مسئله و خلاقیت را در خود جای دهد. توسعه محتوا باید بر منابع دیجیتال تعاملی و جذاب که روش‌های مختلف یادگیری را پاسخ می‌دهد، تمرکز کند.	(Hussin, 2018), (Salmon, 2019), (Kumar& Manjinder, 2023), (Yusof et al., 2019), (Kadiyono et al., 2020), (Grinshkun& Elizaveta, 2020), (Bonfield et al., 2020), (Hong& Will, 2020), (Rafidah et al., 2020), (Qureshi et al., 2021), (Zabidin et al.,2021), (Rienties et al., 2023), (Almacen et al., 2023).
۱۲	شخصی‌سازی آموزش	فرایندهای یادگیری باید برای روش‌های مختلف یادگیری، شامل کتاب‌ها یا ویدئوهای تعاملی، یادگیری خودتنظیمی، محرک‌های جدید برای عملکرد دانشجو، خودارزیابی‌های انطباقی، و خودنظارتی، فردی شوند.	(Goldin et al., 2022), (Hussin, 2018), (Himmetoglu et al.,2020), (Salmon,2019), (Moraes et al., 2023), (Turan& Mustafa, 2022), (Kumar& Manjinder, 2023), (Saragih et al.,2020), (Haderer& Monica, 2022), (Kizilkaya et al., 2021), (Almeida& Simoes, 2019), (Lutfiani et al., 2021), (Rafidah et al., 2020), (Chen et al., 2020), (Chituc, 2021), (Mohd et al.,2019), (Mansor et al., 2020), (Alvarez et al., 2019), (Noh& Abdul Malek, 2021), (Mukul& Gülçin, 2023), (Stroe, 2022), (Razzaq& Riaz, 2023), (Latinovic, 2023), (Dhivya et al.,2023)
۱۳	آموزش توانایی تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها در دانشجویان	آموزش ۴/۰ بر توانایی تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها تأکید دارد. دانشجویان باید دانش نظری و مهارت‌های استدلالی خود را برای استنتاج منطقی و شناسایی روندها از داده‌های بزرگ به کار گیرند.	(Hussin, 2018), (Moraes et al., 2023), (González-Pérez et al.,2022), (Saragih et al., 2020), (Lutfiani et al., 2021), (Chen et al., 2020), (Mohd et al., 2019), (Boltsi et al. 2024).
۱۴	یادگیری مادام‌العمر	آموزش ۴/۰ باید یادگیری مادام‌العمر را برای برآوردن نیازهای در حال تحول نیروی کار و تضمین آموزش و فرصت‌های شغلی بهتر برای افراد، در اولویت قرار دهد.	(Himmetoglu et al., 2020), (Matsumoto-Royo et al., 2021), (Lutfiani et al., 2021), (Alakrash& Razak, 2020), (Noh& Abdul Malek, 2021), (Martin et al., 2018), (Bujang et al.,2020)
۱۵	ارزیابی مبتنی بر فناوری	آموزش ۴/۰ مستلزم استفاده از روش‌ها و ابزارهای ارزیابی مبتنی بر فناوری برای ارزیابی دانش و مهارت است. این شامل توسعه بانک‌های اقلام، زیرساخت‌های ارزیابی در مقیاس بزرگ و رویکردهای ارزیابی سفارشی متناسب با ویژگی‌های آموزش ۴/۰ است.	(Moraes et al., 2023), (Turan& Mustafa, 2022), (Huk, 2021), (Wallner et al., 2016), (Chituc, 2021), (Mohd et al., 2019), (Qureshi et al., 2021), (Martin et al., 2018), (Srivani et al.,2022), (Stroe, 2022).

ادامه جدول ۲

ردیف	مضامین پایه	توصیف مضامین پایه	منابع
۱۶	یادگیری ترکیبی	یادگیری ترکیبی، به فراگیر این فرصت را می‌دهد که علاوه بر بهره‌مندی از مزایای آموزش سنتی و حضوری، مانند تعامل واقعی‌تر با استاد و دیگران، از پویایی آموزش الکترونیک و فرصت‌هایی که این روش، حتی بیرون از کلاس به او ارائه می‌کند، بهره‌مند شود.	(Saragih et al., 2020), (Haderer& Monica, 2022), (Mohd et al.,2019), (Ramírez-Montoya et al., 2022), (Latinovic, 2023)
۱۷	سازگاری تجارب یادگیری	آموزش ۴/۰ باید سازگاری غیرفعال یا فعال را برای تجارب یادگیری شخصی و یادگیری فعال در بر گیرد.	(Anggraeni, 2018)
۱۸	دیجیتالی کردن مواد آموزشی	مواد آموزشی باید به صورت دیجیتالی در دسترس باشد تا امکان اجرای نظام‌های برنامه‌ریزی کار و زمان به کمک هوش مصنوعی را برای دانشجویان فراهم کند.	(Anggraeni, 2018)
۱۹	انتقال نقش استاد به راهنما	در آموزش ۴/۰، نقش استاد از یک مربی سنتی به یک راهنما تغییر می‌کند. استادان باید دانشجویان را در مسیر یادگیری خود راهنمایی و حمایت کنند، همکاری و ارتباط را تسهیل کنند و مهارت‌های تفکر انتقادی و حل مسئله را تقویت کنند.	(Goldin et al., 2022), (Turan& Mustafa, 2022), (Matsumoto-Royo et al., 2021), (Akturk et al., 2022), (Latinovic, 2023)
۲۰	اتصال دیجیتال	آموزش ۴/۰ بر اتصال دیجیتال به عنوان پایه‌ای برای حمایت از یادگیری متکی است. این نیاز به دسترسی به تلفن‌های همراه، رسانه‌های اجتماعی و سایر فناوری‌های دیجیتالی دارد تا ارتباط یکپارچه و دسترسی به مواد آموزشی را فراهم کند.	(Almeida& Simoes, 2019)
۲۱	امکانات آموزش از راه دور	آموزش ۴/۰ بر امکانات یادگیری از راه دور تأکید دارد و به دانشجویان اجازه می‌دهد تا از راه دور به منابع و امکانات یادگیری دسترسی داشته باشند و با آنها تعامل داشته باشند. این شامل ویژگی‌هایی، مانند آزمایشگاه‌های راه دور است، جایی که دانشجویان می‌توانند از راه دور، اشیاء فیزیکی را برای تجربیات یادگیری عملی واپایش و دستکاری کنند.	(Almeida& Simoes, 2019), (Mukul& Gülçin, 2023), (Patiño et al., 2023),
۲۲	تأخیر کم و نرخ داده بالا	برای پشتیبانی از تعاملات بلادرنگ و ارتباطات یکپارچه، آموزش ۴/۰ به تأخیر کم و نرخ داده بالا نیاز دارد. این تضمین می‌کند که دانشجویان می‌توانند به سرعت و بدون تأخیر، به حجم زیادی از داده‌ها دسترسی داشته باشند و آنها را مبادله کنند.	(Chen et al., 2020)
۲۳	فناوری حسگر لمسی	آموزش ۴/۰ با هدف ارائه یک تجربه حسی کامل برای فراگیران است. این شامل توانایی احساس و تعامل با محیط از راه دور از طریق فناوری‌های حسگر لمسی است.	(Chen et al., 2020)

ادامه جدول ۲

ردیف	مضامین پایه	توصیف مضامین پایه	منابع
۲۴	نظام‌های پشتیبانی هوشمند	آموزش ۴/۰ باید از چت‌بات‌های هوشمند و دستیاران مجازی برای ارائه پشتیبانی فوری و پاسخ به سؤالات دانشجویان استفاده کند. این نظام‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند به دانشجویان در طول یادگیری خود کمک کنند و بازخورد و راهنمایی به موقع ارائه دهند.	(Chen et al., 2020), (Gupta et al., 2023)
۲۵	ارتباط هم‌زمان و ناهم‌زمان	آموزش ۴/۰ باید دارای سازوکارهای ارتباطی باشد که هم تعاملات هم‌زمان و هم ناهم‌زمان را بین استادان و دانشجویان ممکن می‌سازد. این امکان همکاری و مشارکت مؤثر در داخل و خارج از کلاس را فراهم می‌کند.	(Almeida& Simoes, 2019)
۲۶	تأمین منابع پولی کافی	دستیابی به نرم‌افزار توسعه و سخت‌افزار پیشرفته برای توسعه محتوای همه‌جانبه می‌تواند پرهزینه باشد. منابع پولی محدود می‌تواند مانعی برای اجرای گسترده‌تر تجربیات یادگیری همه‌جانبه باشد.	(Yusof et al., 2019)
۲۷	رهبری حمایتی	اجرای موفقیت‌آمیز آموزش ۴/۰ نیازمند رهبری حمایتی در همه سطوح است. رهبران دانشگاه‌ها باید منابع، آموزش و محیطی مساعد را برای مربیان فراهم کنند تا شیوه‌های آموزش ۴/۰ را بپذیرند و اجرا کنند.	(Hussin, 2018), (Makrides, 2019)
۲۸	رهبری تحول‌آفرین	رهبران آموزشی نقش مهمی در اجرای آموزش ۴/۰ دارند. آنها باید مبتکر، خلاق و قادر به رهبری تغییرات در مؤسسات آموزشی باشند. مدل‌های رهبری تحول‌آفرین را می‌توان برای ایجاد انگیزه و الهام بخشی به استادان و کارکنان برای پذیرش رویکردهای جدید در آموزش استفاده کرد.	(Prestiadi et al., 2020), (Kadiyono et al., 2020)
۲۹	پذیرش پیچیدگی	باید پذیرفت که دنیای بیرون پیچیده است و این پیچیدگی باید در کار دانشگاهی منعکس شود. باید از معیارسازی اجتناب و به جای آن بر روی پرداختن به پیچیدگی تمرکز شود.	(Wallner et al., 2016)
۳۰	ذهنیت تحول‌آفرین	یک تغییر فرهنگی، فناوری و سازمانی ضروری است که با پشتیبانی فناوری‌های دیجیتال و تمرکز بر روش‌ها و ابزارهای آموزشی نوآورانه انجام می‌شود.	(Ramírez Montoya et al., 2022)
۳۱	تأکید بر یادگیری فعال	یادگیری باید یک فرایند فعال باشد و دانشجویان به طور فعال، در یادگیری خود مشارکت داشته باشند. آموزش باید بر توانمندسازی و تسهیل این فرایندهای یادگیری تمرکز کند.	(Wallner et al., 2016)
۳۲	گنجاندن تنوع فزاینده بین دانشجویان	باید تنوع فزاینده در بین دانشجویان، از جمله پیشینه‌های چند قومیتی، چندفرهنگی، تمام‌وقت در مقابل حرفه و چندزبانه را پذیرفت و از آن استقبال کرد.	(Wallner et al., 2016)

ادامه جدول ۲

ردیف	مضامین پایه	توصیف مضامین پایه	منابع
۳۳	مشارکت دانشجویان در توسعه برنامه درسی	آموزش ۴/۰ به ورود و مشارکت دانشجویان در توسعه و بازنگری برنامه‌های درسی، ارزش می‌دهد. دانشجو باید اهمیت صدای خود و عاملیت در شکل دادن به تجربیات یادگیری خود را تشخیص دهد.	(Moraes et al., 2023), (Joshi et al., 2024)
۳۴	ترویج بین‌المللی شدن در آموزش عالی از طریق تحرک علمی دانشجو و استاد	ترویج بین‌المللی شدن در آموزش عالی از طریق تحرک علمی دانشجو و استاد و تحرک مجازی با غلبه بر موانع زبانی	(Patiño et al., 2023), (Rafidah et al., 2020)
۳۵	به روز نگه‌داشتن نظام آموزشی با معیارهای بین‌المللی	به روز نگه‌داشتن نظام آموزشی با معیارهای بین‌المللی معاصر از طریق تطبیق با تغییرات سریع فناورانه	(Martin et al., 2018)
۳۶	حمایت درون‌سازمانی	مؤسسات آموزشی باید توانمندسازهای سازمانی را برای حمایت از آموزش ۴/۰ فراهم کنند. این شامل ایجاد دستورالعمل‌ها، فرایندها و شیوه‌هایی است که نوآوری و ادغام فناوری در آموزش و یادگیری را ترویج می‌کند.	(González-Pérez et al., 2022)
۳۷	توسعه مهارت‌های نرم	آموزش ۴/۰ اهمیت توسعه مهارت‌های نرم را که به راحتی توسط ماشین‌ها خودکارسازی نمی‌شوند، تشخیص می‌دهد. این مهارت‌ها شامل خلاقیت، تفکر انتقادی، حل مسئله، همکاری و سازگاری است.	(González-Pérez et al., 2022)
۳۸	سیاست‌ها و چارچوب‌های حمایتی	آموزش ۴/۰ نیازمند سیاست‌ها و چارچوب‌های حمایتی در سطوح نهادی و دولتی است. سیاست‌ها باید نوآوری، انعطاف پذیری و سازگاری را در آموزش ترویج کنند. باید بودجه و حمایت کافی برای اطمینان از اجرای موفقیت‌آمیز طرح‌های آموزش ۴/۰ ارائه شود.	(Alvarez et al., 2019), (Zabidin et al., 2021)
۳۹	هماهنگی با تغییرات اقتصادی و ژئوپلیتیکی	آموزش ۴/۰ باید با چشم‌انداز اقتصادی و ژئوپلیتیکی در حال تغییر هماهنگ باشد. باید بر ارتقای توسعه رقابتی و رسیدگی به مشکلات اجتماعی از طریق تکامل مکان‌های توانمند یا شهرهای هوشمند متمرکز شود.	(Alvarez et al., 2019)
۴۰	ارائه دوره‌های بین‌رشته‌ای	برای همسویی با الزامات صنعت ۴/۰، نظام آموزشی نیاز به ارائه دوره‌های بین‌رشته‌ای به منظور تجهیز دانشجویان به مهارت‌ها و دانش لازم برای بازار کار در حال توسعه دارد.	(Stroe, 2022)
۴۱	رویکرد کل‌نگر	پیاده‌سازی آموزش ۴/۰ نیازمند رویکردی کل‌نگر است که استفاده از فناوری‌های دیجیتال، نیازهای خاص دانشجویان، فرایندهای سازمانی و شیوه‌های همسو با روابط اجتماعی و کاری جدید را در نظر می‌گیرد.	(Oliveira& Ricardo, 2022)

ادامه جدول ۲

ردیف	مضامین پایه	توصیف مضامین پایه	منابع
۴۲	پذیرش نرم‌افزار آموزشی	نرم‌افزار آموزشی نقش مهمی در ایجاد تحول دیجیتال در آموزش دارد. توسعه و ارزیابی نرم‌افزار آموزشی بر اساس محرک‌ها و شاخص‌های نوآوری که با مهارت‌ها و شایستگی‌های مورد نیاز برای قرن بیست‌ویکم همسو باشد، مهم است.	(Oliveira& Ricardo, 2022)

سپس با مقایسه مداوم مضامین پایه بر اساس وجوه اشتراک و افتراق، با یکدیگر ادغام و در یک سطح بالاتر مضامین سازمان‌دهنده طبقه‌بندی شدند. همچنین با ادغام مضامین سازمان‌دهنده، مضامین فراگیر طبقه‌بندی شد که نتایج در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳. تحلیل مضمون مقالات منتخب

	مضمون فراگیر	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین پایه
الزامات پیاده‌سازی نظام آموزش نسل چهار	بعد امکانات‌محور (تجهیز شمول)	زیرساخت‌های آموزشی	فراهم کردن بسترها و ابزارهای یادگیری دیجیتال
			یکپارچه و در دسترس بودن اطلاعات
			ارتباط هم‌زمان و ناهم‌زمان
			به‌روز نگه داشتن نظام آموزشی با معیارهای بین‌المللی
		منابع مالی	تأمین منابع پولی کافی
		فناوری	اطمینان از یکپارچگی، حفاظت و امنیت داده‌ها
			ارزیابی مبتنی بر فناوری
			دیجیتالی کردن مواد آموزشی
			اتصال دیجیتال
			تأخیر کم و نرخ داده بالا
			فناوری حسگر لمسی
			سامانه‌های پشتیبانی هوشمند
			پذیرش نرم‌افزار آموزشی
	بعد انسان‌محور (انسان شمول)	خط‌مشی و سیاست‌گذاری	حمایت درون‌سازمانی
			سیاست‌ها و چارچوب‌های حمایتی
			هماهنگی با تغییرات اقتصادی و ژئوپلیتیکی
			تصمیم‌گیری سریع و پاسخگویی به تغییرات محیط خارجی
		مدیریت و رهبری	همکاری بین صنعت و مؤسسات آموزشی
			همکاری و شبکه‌سازی
			تعامل ذی‌نفعان
			رهبری حمایتی
			رهبری تحول‌آفرین
			پذیرش پیچیدگی
			ذهنیت تحول‌آفرین

ادامه جدول ۳

	مضمون فراگیر	مضامین سازمان‌دهنده	مضامین پایه
			گنجاندن تنوع
			ترویج بین‌المللی شدن در آموزش عالی از طریق تحرک علمی دانشجو و استاد
			رویکرد کل‌نگر
		برنامه آموزشی و درسی	تغییرات در رویکردهای آموزشی
			طراحی مجدد برنامه درسی و توسعه محتوا
			شخصی‌سازی آموزش
			آموزش توانایی تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها در دانشجویان
			یادگیری مادام‌العمر
			یادگیری ترکیبی
			سازگاری تجارب یادگیری
			امکانات آموزش از راه دور (منابع و امکانات یادگیری)
			تأکید بر یادگیری فعال
			مشارکت دانشجویان در توسعه برنامه درسی
			ارائه دوره‌های بین‌رشته‌ای
		منابع انسانی	تقویت مهارت گفتاری دانشجویان
			توسعه شایستگی‌ها و مهارت‌های فردی دانشجویان
			ارتقای شایستگی‌های فنی اساتید
			تغییر نقش استاد به راهنما
			توسعه مهارت‌های نرم

برای واپایش اعتبار یافته‌ها از راهبرد بازبینی همتایان استفاده شد. در این مرحله، یافته‌ها در اختیار ۳ نفر از محققان بی‌طرف قرار گرفت که تجربه انجام پژوهش‌های کیفی را دارند. لیکن با اعمال نظرات اعتبار به داده‌ها افزایش یافت (Bitsch, 2005).

۵-۲. مراحل انجام بخش کمی پژوهش

در بخش کمی این سؤال مطرح شد که کدام الزامات دارای اولویت بیشتری هستند؟ برای پاسخ به این پرسش متناسب با مضامین پایه، پرسش‌نامه‌ای به روش محقق‌ساخته تدوین شد و برای ۳۳ نفر از خبرگان حوزه مدیریت و مهندسی صنایع و مدیریت آموزشی و برنامه درسی ارسال شد که در نهایت ۲۱ نفر پاسخ دادند.

- یافته‌های توصیفی

تعداد پاسخ‌دهندگان از نظر جنسیت، شامل ۷ نفر زن و ۱۴ نفر مرد است و از نظر سن، تعداد ۹ نفر ۳۱ تا ۴۰ سال، ۸ نفر ۴۱ تا ۵۰ سال و ۴ نفر ۵۱ تا ۶۰ سال هستند. از نظر میزان تحصیلات، همه ۲۱ نفر دارای مدرک دکتری هستند. همچنین از نظر میزان سابقه کار و تجربه، ۱۱ نفر دارای سابقه کار بین ۵ تا ۱۰ سال و ۱۰ نفر دارای سابقه کار بین ۱۰ تا ۱۵ سال هستند.

- آمار استنباطی

به منظور سنجش روایی ابزار جمع‌آوری اطلاعات، محقق با استفاده از نظرات ۲ خبره روایی پرسش‌نامه را به روش صوری مورد تأیید قرار داد. پس از استخراج نتایج پاسخ‌نامه، ابتدا ضریب آلفای کرونباخ جهت بررسی پایایی پرسش‌نامه در نرم‌افزار spss25 اندازه‌گیری شد که نتیجه آن، حاکی از پایایی مطلوب پرسش‌نامه است و در جدول ۴ آورده شده است.

جدول ۴. محاسبه آلفای کرونباخ پرسش‌نامه

ضریب آلفای کرونباخ پرسش‌نامه	تعداد سؤالات پرسش‌نامه
۰/۸۷۵	۴۲

جهت بررسی کفایت حجم نمونه، از آزمون KMO در نرم‌افزار SPSS۲۵ استفاده شد که نتایج در جدول ۵ آورد شده است و نشان از مطلوبیت حجم نونه دارد.

جدول ۵. ضرایب آزمون KMO

ضریب آزمون	نام آزمون
۰/۷۰۷	KMO Measure of Sampling Adequacy

با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف، وضعیت داده‌ها از نظر نرمال یا غیرنرمال بودن مورد بررسی قرار گرفت و فرضیه‌های زیر مطرح شد:

فرض اول: توزیع داده‌های مربوط به هر یک از متغیرها، نرمال است.

فرض دوم: توزیع داده‌های مربوط به هر یک از متغیرها، نرمال نیست.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، آماره آزمون برای کلیه موارد کوچک‌تر از ۰/۰۵ است. لذا فرض اول برای کلیه موارد پرسش‌نامه رد شد و نتیجه گرفتیم که توزیع داده‌ها غیرنرمال است و بر این اساس، باید از یک آزمون ناپارامتریک استفاده کنیم.

با توجه به غیرنرمال بودن داده‌ها، با استفاده از آزمون فریدمن رتبه‌بندی کلیه عوامل صورت پذیرفت که نتایج حاصل در جدول شماره ۶ نشان داده شده است.

جدول ۶. رتبه‌بندی مضامین پایه براساس آزمون فریدمن

ردیف	مضامین پایه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کوچک‌ترین عدد	بزرگ‌ترین عدد
۱	تاخیر کم و نرخ داده بالا	۲۱	۴/۵۲۳	۰/۶۰۱	۳	۵
۲	پذیرش نرم‌افزار آموزشی	۲۱	۴/۴۷۶	۰/۶۰۱	۳	۵
۳	سیاست‌ها و چارچوب‌های حمایتی	۲۱	۴/۴۲۸	۰/۶۷۶	۳	۵
۴	تقویت مهارت گفتاری دانشجویان	۲۱	۴/۴۲۸	۰/۷۴۶	۳	۵
۵	دیجیتالی کردن مواد آموزشی	۲۱	۴/۳۸۰۹	۰/۸۰۴۷	۳	۵
۶	رویکرد کل‌نگر	۲۱	۴/۳۸۰۹	۰/۵۸۹	۳	۵
۷	توسعه شایستگی‌ها و مهارت‌های فردی دانشجویان	۲۱	۴/۳۳۳	۰/۹۱۲	۲	۵
۸	هماهنگی با تغییرات اقتصادی و ژئوپلیتیکی	۲۱	۴/۳۳۳	۰/۷۳۰	۲	۵
۹	توسعه مهارت‌های نرم	۲۱	۴/۲۳۸	۰/۵۳۸	۳	۵
۱۰	ارائه دوره‌های بین‌رشته‌ای	۲۱	۴/۲۳۸	۰/۷۶۸	۲	۵
۱۱	تأمین منابع پولی کافی	۲۱	۴/۱۴۲	۰/۶۵۴	۳	۵
۱۲	همکاری بین صنعت و مؤسسات آموزشی	۲۱	۴/۱۴۲	۱/۰۱۴	۱	۵
۱۳	همکاری و شبکه‌سازی	۲۱	۴/۱۴۲	۰/۸۵۳	۲	۵
۱۴	سازگاری تجارب یادگیری	۲۱	۴/۱۴۲	۰/۸۵۳	۳	۵
۱۵	امکانات آموزش از راه دور	۲۱	۴/۱۴۲	۰/۹۱۰	۳	۵
۱۶	پذیرش پیچیدگی	۲۱	۴/۱۴۲	۱/۱۵۲	۱	۵
۱۷	تغییرات در رویکردهای آموزشی	۲۱	۴/۰۹۵	۰/۹۴۳	۲	۵
۱۸	طراحی مجدد برنامه درسی و توسعه محتوا	۲۱	۴/۰۹۵	۰/۹۴۳	۲	۵
۱۹	شخصی‌سازی آموزش	۲۱	۴/۰۹۵	۱/۰۹۱	۱	۵
۲۰	یادگیری مادام‌العمر	۲۱	۴/۰۹۵	۰/۹۴۳	۲	۵
۲۱	ارزیابی مبتنی بر فناوری	۲۱	۴/۰۹۵	۱/۰۹۱	۱	۵
۲۲	مشارکت دانشجویان در توسعه برنامه درسی	۲۱	۴/۰۹۵	۱/۱۳۵	۱	۵
۲۳	حمایت درون‌سازمانی	۲۱	۴/۰۹۵	۱/۱۳۵	۱	۵
۲۴	ارتقای شایستگی‌های فنی اساتید	۲۱	۴/۰۰۰	۱/۰۹۵	۱	۵
۲۵	رهبری حمایتی	۲۱	۴/۰۰۰	۰/۸۹۴	۱	۵
۲۶	تأکید بر یادگیری فعال	۲۱	۴/۰۰۰	۰/۸۹۴	۱	۵
۲۷	ترویج بین‌المللی شدن در آموزش عالی از طریق تحرک علمی دانشجو و استاد	۲۱	۴/۰۰۰	۰/۸۹۴	۱	۵
۲۸	فناوری حسگر لمسی	۲۱	۴/۰۰۰	۰/۷۷۴	۲	۵
۲۹	فراهم کردن بسترها و ابزارهای یادگیری دیجیتال	۲۱	۳/۹۵۲	۰/۹۷۳	۲	۵

ادامه جدول ۶

ردیف	مضامین پایه	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کوچک‌ترین عدد	بزرگ‌ترین عدد
۳۰	سامانه‌های پشتیبانی هوشمند	۲۱	۳/۹۵۲	۱/۰۲۳	۱	۵
۳۱	یکپارچه و در دسترس بودن اطلاعات	۲۱	۳/۹۰۴	۱/۰۴۴	۲	۵
۳۲	تعامل ذی‌نفعان	۲۱	۳/۹۰۴	۱/۰۴۴	۲	۵
۳۳	آموزش توانایی تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها در دانشجویان	۲۱	۳/۹۰۴	۱/۰۴۴	۲	۵
۳۴	اتصال دیجیتال	۲۱	۳/۹۰۴	۰/۹۹۵	۱	۵
۳۵	یادگیری ترکیبی	۲۱	۳/۸۵۷	۱/۱۵۲	۲	۵
۳۶	اطمینان از یکپارچگی، حفاظت و امنیت داده‌ها	۲۱	۳/۸۵۷	۱/۰۶۲	۱	۵
۳۷	ارتباط هم‌زمان و ناهم‌زمان	۲۱	۳/۸۰۹	۰/۹۸۰	۲	۵
۳۸	ذهنیت تحول‌آفرین	۲۱	۳/۸۰۹	۰/۹۲۸	۲	۵
۳۹	رهبری تحول‌آفرین	۲۱	۳/۷۶۱	۰/۹۹۵	۲	۵
۴۰	انتقال نقش استاد به راهنما	۲۱	۳/۶۱۹	۱/۲۰۳	۲	۵
۴۱	گنجاندن تنوع فزاینده بین دانشجویان	۲۱	۳/۶۱۹	۱/۱۶۰	۱	۵
۴۲	به‌روز نگه داشتن نظام آموزشی با معیارهای بین‌المللی	۲۱	۳/۶۱۹	۱/۱۶۰	۱	۵

۶. نتیجه‌گیری

به دلیل پیشرفت سریع فناوری و نیاز به توسعه شایستگی‌های اساسی در دانشجویان امروزی جهت پاسخ به چالش‌های آینده، آنها باید از نظر فنی، فناوری و تحلیلی رشد کنند. دستیابی به این امر مستلزم برنامه‌ها، محصولات و خدمات جدیدی است که مؤلفه‌های لازم را در آموزش کنونی در نظر گرفته باشد. در این مقاله، ۴۲ مضمون پایه شناسایی و در ۷ مضمون سازمان‌دهنده شامل (زیرساخت‌های آموزشی، منابع مالی، فناوری، خط‌مشی و سیاست‌گذاری، مدیریت و رهبری، برنامه آموزشی و درسی، منابع انسانی) و ۲ مضمون فراگیر شامل (بعد امکانات‌محور (تجهیزشمول) و بعد انسان‌محور (انسان‌شمول)) سازماندهی شدند که بر اساس آنها، ۴۲ پرسش طیف لیکرت طرح شد و متخصصان حوزه مدیریت، مهندسی صنایع و مدیریت آموزشی و برنامه‌های درسی میزان اهمیت هر یک را مشخص نمودند و در نهایت، مشخص شد مضامین پایه تأخیر کم و نرخ داده بالا، پذیرش نرم‌افزار آموزشی و سیاست‌ها و چارچوب‌های حمایتی، تقویت مهارت گفتاری دانشجویان، دیجیتالی کردن مواد آموزشی، رویکرد کل‌نگر، توسعه شایستگی‌ها و مهارت‌های فردی دانشجویان، به ترتیب الزامی‌ترین مضامین پایه جهت پیاده‌سازی آموزش ۴/۰ شناسایی شدند.

۷. پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده

۱. فناوری‌های لازم جهت استفاده در آموزش ۴/۰ مورد بررسی قرار گیرد.
۲. تغییرات لازم در برنامه‌های درسی و آموزشی در نظام آموزش ۴/۰ مورد بررسی قرار گیرد.
۳. پژوهش‌هایی تجربی (آزمایشی) در ارتباط با پیاده‌سازی نظام آموزش ۴/۰ در مؤسسات آموزش عالی انجام شود.
۴. تأثیر روش‌های مختلف رهبری و فرهنگ‌های گوناگون سازمانی در پیاده‌سازی نظام آموزش ۴/۰، در مؤسسات آموزش عالی گوناگون مورد مطالعه قرار گیرد.

References

- Abed Jafari, H., Taslimi, M., Faqihi, A., Sheikhzadeh, M. (2011). Content analysis and theme network: a simple and efficient way to explain patterns in qualitative data. *StrategicManagement Thought*, 5 (2), 151-198 [in Persian].
- Akimov, N., Kurmanov, N., Uskelenova, A., Aidargaliyeva, N., Mukhiyayeva, D., Rakhimova, S., ... & Utegenova, Z. (2023). Components of education 4.0 in open innovation competence frameworks: systematic review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*,100037.
- Akturk, C., Talan, T., & Cerasi, C. C. (2022, September). Education 4.0 and university 4.0 from society 5.0 perspective. 2022 12th International Conference on Advanced Computer Information Technologies *(ACIT)* (pp. 577-582). IEEE.
- Alakrash, H. M., & Razak, N. A. (2020). Towards the education 4.0, readiness level of efl students in utilising technology-enhanced classroom. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 13(10), 161-182.
- Alda, R., Boholano, H., & Dayagbil, F. (2020). Teacher education institutions in the philippines towards education 4.0. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(8), 137-154.
- Almacen, R. M., Castilla, D., Gonzales, G., Gonzales, R., Costan, F., Costan, E., ... & Ocampo, L. (2023). Preparedness indicator dystem for education 4.0 with fucom and rough sets. *Systems*, 11(6), 288.
- Almeida, F., & Simoes, J. (2019). The role of serious games, gamification and industry 4.0 tools in the education 4.0 paradigm. *Contemporary Educational Technology*, 10(2), 120-136.
- Alvarez-Cedillo, J., Aguilar-Fernandez, M., Sandoval-Gomez Jr, R., & Alvarez-Sanchez, T. (2019). Actions to be taken in mexico towards education 4.0 and society 5.0. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(4), 693-698.
- Anggraeni, C. W. (2018). Promoting education 4.0 in english for survival class: what are the challenges?. metathesis: *journal of English Language, Literature, and Teaching*, 2(1), 12-24.
- Bashynska, I., Garachkovska, O., Kichuk, Y., Podashevska, T., & Bigus, O. (2021). Smart education 4.0: balancing dual-distance and reskilling revolution. *Studies of Applied Economics*, 39(6).
- Bitsch, V. (2005). Qualitative research: a grounded theory example and evaluation criteria. *Journal of Agribusiness*, 23(1).
- Bonfield, C. A., Salter, M., Longmuir, A., Benson, M., & Adachi, C. (2020). Transformation or evolution?: education 4.0, teaching and learning in the digital age. *Higher education pedagogies*, 5(1), 223-246.
- Bujang, S. D. A., Selamat, A., Krejcar, O., Maresova, P., & Nguyen, N. T. (2020, April). Digital learning demand for future education 4.0-case studies at malaysia education institutions. *Informatics* (Vol. 7, No. 2, p. 13). MDPI.
- Chen, Z., Zhang, J., Jiang, X., Hu, Z., Han, X., Xu, M., ... & Vivekananda, G. N. (2020). Education 4.0 using artificial intelligence for students performance analysis. *Inteligencia Artificial*,23(66),124-137.
- Demartini, C., & Benussi, L. (2017). Do web 4.0 and industry 4.0 imply education x.0?. *Professional*, 19(3), 4-7.
- Dhivya, D. S., Hariharasudan, A., & Nawaz, N. (2023). Unleashing potential: multimedia learning and education

4.0 in learning professional english communication. *Cogent Social Sciences,* 9(2),2248751.

- Geuer, L., Lauer, F., Kuhn, J., Wehn, N., & Ulber, R. (2023). Smaepho-smart photometry in education 4.0. *Education Sciences*, 13(2), 136.
- Goldin, T., Rauch, E., Pacher, C., & Woschank, M. (2022). Reference architecture for an integrated and synergetic use of digital tools in education 4.0. *Procedia Computer Science*, 200, 407-417.
- González-Pérez, L. I., & Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Components of education 4.0 in 21st century skills frameworks: systematic review. *Sustainability*, 14(3), 1493.
- Grinshkun, V., & Osipovskaya, E. (2020, October). Teaching in the fourth industrial revolution: transition to education 4.0. *In CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 2770, No. 19, pp. 9-15).
- Gupta, A., Sawhney, S., Nanda, A., Shabaz, M., & Ofori, I. (2023). Transforming learning to online education 4.0 during covid-19: Stakeholder perception, attitude, and experiences in higher education institutions at a tier-iii city in india. *Education Research International*, 2023.
- Haderer, B., & Ciolacu, M. (2022). Education 4.0: artificial intelligence assisted task-and time planning system. *Procedia Computer Science*, 200, 1328-1337.
- Hong, C., & Ma, W. W. (2020). Introduction: education 4.0: applied degree education and the future of work. *in Applied Degree Education and the Future of Work: Education 4.0* (pp. 1-13). Singapore: Springer Singapore.
- Huk, T. (2021).). From education 1.0 to education 4.0-challengesfor the contemporary school. *New Educational Review*, (4).
- Jaliseh, S.,Jafari Nia, S., Kheirandish, M & Hassanpour, A. (2019). Designing a network resource management model in the governance of networks of the ministry of health treatment and medical education. *Public Policy*, 5 (3): 113-139. [in Persian].
- Joshi, K., Kumar, R., Bharany, S., Saini, D. K. J. B., Kumar, R., Ibrahim, A. O., ... & Medani, M. (2024). Exploring the connectivity between education 4.0 and classroom 4.0: technologies, student perspectives, and engagement in the digital era. *IEEE Access.*
- Kadiyono, A. L., Sulistiobudi, R. A., Haris, I., Wahab, M. K. A., Ramdani, I., Purwanto, A., ... & Sumartiningsih, S. (2020). Develop leadership style model for indonesian teachers performance in education 4.0 era. *Systematic Reviews in Pharmacy*, 11(9), 363-373.
- Kamali, Y. (2016). Methodology of content analysis and its application in public policy studies. Public Policy Research, 4 (2). [in Persian].
- Kizilkaya, B., Zhao, G., Sambo, Y. A., Li, L., & Imran, M. A. (2021). 5G-enabled education 4.0: enabling technologies, challenges, and solutions. *IEEE Access*, *9*, 166962-166969.
- Kumar, S., & Kaur, M. (2023). Readiness for education 4.0: pandemic as the wakeup call for teacher education institutions. *J Adv Educ Philos*, 7(1), 10-13.
- Latinovic, T. (2023). The meaning of the new era of industry 4.0, healthcare 4.0 and education 4.0 concerning the development of 5g networks, iot and smart everything. *Ann Fac Eng Hunedoara*, 21(3), 147-152.
- Lutfiani, N., Aini, Q., Rahardja, U., Wijayanti, L., Nabila, E. A., & Ali, M. I. (2021). Transformation of blockchain and opportunities for education 4.0. *International Journal of Education and Learning*, 3(3), 222-231.
- Makrides, G. A. (2019). The evolution of education from education 1.0 to education 4.0: is it an evolution or a revolution. March.
- Mansor, N. A., Abdullah, N., & Rahman, H. A. (2020). Towards electronic learning features in education 4.0 environment: literature study. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 19(1), 442-450.
- Martin, J., Bohuslava, J., & Igor, H. (2018, September). Augmented reality in education 4.0. *In 2018 ieee 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies* (CSIT) (Vol. 1, pp. 231-236). IEEE.
- Matsumoto-Royo, K., Ramírez-Montoya, M. S., & Conget, P. (2021). lifelong learning tendencies in practice-based teacher education: getting ready for education 4.0. *Future Internet,* 13(11), 292.
- Mohd, K. N., Mohd Adnan, A. H., Yusof, A. A., Ahmad, M. K., & Mohd Kamal, M. A. (2019). Teaching

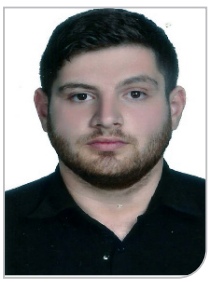
arabic language to malaysian university students using education technologies based on education 4.0 principles. *Proceedings of the International Invention, Innovative & Creative (InIIC) Conference*, Series (pp. 38-51).

- Moraes, E. B., Kipper, L. M., Hackenhaar Kellermann, A. C., Austria, L., Leivas, P., Moraes, J. A. R., & Witczak, M. (2023). Integration of industry 4.0 technologies with education 4.0: advantages for improvements in learning. *Interactive Technology and Smart Education,* 20(2), 271-287.
- Noh, S. C., & Abdul Karim, A. M. (2021). Design thinking mindset to enhance education 4.0 competitiveness in malaysia. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(2), 494-501.
- Oliveira, K. K. D. S., & De Souza, R. A. (2022). Digital transformation towards education4.0. *Informatics in Education*, 21(2), 283-309.
- Peláez-Sánchez, I. C., George Reyes, C. E., & Glasserman-Morales, L. D. (2023). Gender digital divide in education 4.0: a systematic literature review of factors and strategies for inclusion. *Future in Educational Research*, 1(2), 129-146.
- Prestiadi, D., Gunawan, I., & Sumarsono, R. B. (2020, December). Role of transformational leadership in education 4.0. *in 6th International Conference on Education and Technology (ICET2020)* (pp. 120-124).
- Puncreobutr, V. (2016). Education 4.0: new challenge of learning. St. *Theresa Journal of Humanities and Social Sciences*, 2(2), 92-97.
- Qureshi, M. I., Khan, N., Raza, H., Imran, A., & Ismail, F. (2021). Digital technologies in education 4.0. does it enhance the effectiveness of learning?.
- Ramírez Montoya, M. S., McGreal, R., & Obiageli Agbu, J. F. (2022). Horizontes digitales complejos en el futuro de la educación 4.0: luces desde las recomendaciones de unesco. ried. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia.*
- Ramírez-Montoya, M. S., Castillo-Martínez, I. M., Sanabria-Z, J., & Miranda, J. (2022). Complex thinking in the framework of education 4.0 and open innovation-a systematic literature review. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1), 4.
- Ramírez-Montoya, M. S., Loaiza-Aguirre, M. I., Zúñiga-Ojeda, A., & Portuguez-Castro, M. (2021). Characterization of the teaching profile within the framework of education 4.0. *Future Internet*, 13(4), 91.
- Razzaq, A., & Riaz, M. (2023). Some modified picture fuzzy average aggregation operators with priority roles of stakeholders in implementation of education 4.0. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems,* (Preprint), 1-23.
- Rienties, B., Ferguson, R., Gonda, D., Hajdin, G., Herodotou, C., Iniesto, F., ... & Isidori, M. V. (2023). Education 4.0 in higher education and computer science: a systematic review. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(5), 1339-1357.
- Salinas-Navarro, D. E., Garay-Rondero, C. L., & Arana-Solares, I. A. (2023). Digitally enabled experiential learning spaces for engineering education 4.0. *Education Sciences*, 13(1), 63.
- Salmon, G. (2019). May the fourth be with you: creating education 4.0. *Journal of Learning for Development,* 6(2), 95-115.
- Saragih, M. J., Cristanto, R. M. R. Y., Effendi, Y., & Zamzami, E. M. (2020, June). Application of blended learning supporting digital education 4.0. *Journal of Physics: Conference Series* (Vol.1566, No. 1, p. 012044). IOP Publishing.
- Srivani, V., Hariharasudan, A., Nawaz, N., & Ratajczak, S. (2022).). Impact of education 4.0 among engineering students for learning english language. *PLoS One*, 17(2), e0261717.
- Stroe, A. C. (2022). Digitalization of romanian education system: is romania ready to embrace education 4.0?. *Informatica Economica*, 26(3), 16-25.
- Turan-Güntepe, E., & Abdüsselam, M. S. (2022). A valid and reliable scale for education 4.0 competency determination (e4cd). *Informatics in Education*, 21(4), 675-694.
- Wallner, T., Wagner, G., Costa, Y. J., Pell, A., Lengauer, E., & Halmerbauer, G. (2016). Academic education 4.0. *In International Conference on Education and New Developments* (Vol.2016, pp. 155-159). Lisbon, Portugal: World Institute for Advanced Research and Science.

- Zabidin, N. S., Belayutham, S., & Ibrahim, C. K. I. C. (2021). Awareness and barriers of industry4.0 and education 4.0 between construction players and academicians in malaysia. *Journal of Technology Management and Business*, 8(2), 26-37.

◀ **جناب آقای دکتر حسین وحیدی:** ایشان مدرک تحصیلی دکتری خود را از دانشگاه علامه طباطبایی در رشته مدیریت فناوری اطلاعات گرایش خدمات فناوری اطلاعات اخذ نموده‌اند. در حال حاضر، استادیار گروه مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی مالک اشتر اصفهان هستند.

◀ **جناب آقای دکتر افشین علیپور پیجانی:** ایشان مدرک تحصیلی دکتری خود را از دانشگاه تهران، در رشته مدیریت دولتی گرایش خط مشی گذاری عمومی اخذ کرده‌اند و در حال حاضر، استادیار گروه مدیریت و مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی مالک اشتر واحد تهران هستند.



◀ **جناب آقای محمدصابر شهرستانی:** ایشان فارغ‌التحصیل رشته مدیریت کسب‌وکار گرایش استراتژی از دانشگاه صنعتی مالک اشتر واحد تهران هستند. علایق مطالعاتی ایشان در حوزه های مختلف مدیریتی از جمله مدیریت آموزشی است.

فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و ششم، شماره ۱۰۲، تابستان ۱۴۰۳، صص.۷۱-۴۳

مؤلفه‌های کیفیت بازخورد استادان به دانشجویان دانشکدگان فنی و مهندسی: مطالعه‌ای پدیدارشناختی

سپیده خلیلی[۱]، کیوان صالحی[۲]، ابراهیم خدائی[۳]، بلال ایزانلو[۴] و مرضیه دهقانی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۲ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۲/۱۷

DOI: 10.22047/ijee.2024.442756.2053
DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.102.3.0

چکیده: بازخورد به مثابه قلب نظام سنجش آموخته‌ها و کیفیت‌بخشی به شیوه‌های ارائه آن، نقش بی‌بدیلی در روابط استاد و دانشجو دارد. جستجو در پایگاه‌های داده‌ها و بررسی شواهد میدانی، نشان می‌دهد گرچه استادان به شیوه‌ای مختص خویش، به ارائه بازخورد می‌پردازند،اما بررسی کیفیت بازخوردهای ارائه‌شده و تدوین نظام نشانگرهای سنجش آن، به اندازه کافی مورد توجه قرار نگرفته است. بدین منظور تلاش کردیم با استفاده از روش پدیدارشناسی توصیفی، به این سؤال که بر پایه تجربه زیسته دانشجویان دانشکدگان فنی و مهندسی، مؤلفه‌های کیفیت بازخورد استاد به دانشجو چیست، پاسخ دهیم. داده‌ها بر اساس ۱۸ مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با دانشجویان دانشکدگان فنی دانشگاه تهران گردآوری و با استفاده از راهبرد کُلایزی تحلیل گردید. یافته‌ها به شناسایی ۱۰۰ نشانگر و دسته‌بندی آن در قالب ۱۲ ملاک و ۴ عامل شامل «عناصر هسته‌ای، عوامل حرفه‌ای‌ساز، فنون ارائه و بررسی اثرگذاری» منتج گردید. یافته‌ها نشان داد که ماهیت و کیفیت بازخورد مورد انتظار دانشجویان در دانشکدگان فنی، چندسطحی، چندوجهی، انعطاف‌طلب و دارای فرایندی دوطرفه است اما در عمل، شواهد متقنی برای بررسی و دفاع از کیفیت بازخوردهایی که در حال ارائه در این دانشکدگان است، دست نیامد. نتایج این مطالعه می‌تواند نظام نشانگرهای سنجش کیفیت بازخورد را برای، محققان، استادان و دانشجویان فراهم کند. انتهای پژوهش، راهکارهایی برای ارتقای وضع موجود و پیشنهادهایی برای مطالعات بعدی ارائه شده است.

واژگان کلیدی: کیفیت بازخورد، کیفیت بازخورد کلاسی، بازخورد شفاهی، بازخورد استاد به دانشجو، بازخورد در دانشکدگان مهندسی

۱- دانشجوی دکتری سنجش و اندازه‌گیری، گروه روش‌ها و برنامه‌ریزی درسی و آموزشی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. Khalili.spd@ut.ac.ir

۲- دانشیار، گروه روش‌ها و برنامه‌ریزی درسی و آموزشی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. keyvansalehi@ut.ac.ir

۳- دانشیار، گروه روش‌ها و برنامه‌ریزی درسی و آموزشی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). khodaie@ut.ac.ir

۴- استادیار، گروه مطالعات برنامه درسی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه خوارزمی، کرج، ایران. izan.b@khu.ac.ir

۵- دانشیار، گروه روش‌ها و برنامه‌ریزی درسی و آموزشی، دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. Dehghani_m33@ut.ac.ir

۱. مقدمه

انسان به واسطه آموزش و تربیت، از سایر موجودات متمایز می‌شود. این موضوع، سبب تکامل جوامع نیز می‌شود. هیچ جامعه‌ای بدون تکیه کردن به فنون جدید و فناوری روز، قادر به پیشرفت و ادامه حیات، به عنوان جامعه‌ای متمدن نیست. چنین جامعه‌ای، تنها با یاری از نظام آموزشی غنی که هم از لحاظ کمّی و هم از لحاظ کیفی در حد اعلای رشد خود باشد، می‌تواند تکامل یابد (Mohammadi giv & Bafande., 2016).

بازخورد (Feedback) به مثابه رابطه حیاتی بین استاد و دانشجو، نقش مهمی در کیفیت آموزش، یادگیری و فرایند آن ایفا می‌کند (Shvidko, 2020). کاربرد بازخورد در علوم مکانیک، الکترونیک، پزشکی و علوم زیست‌شناختی مشهود است اما در آموزش، نقش بازخورد بسیار مهم و جالب توجه است، به گونه‌ای که شاید بتوان از آن، به عنوان اساس واپایش، دستیابی به اهداف آموزشی و بهبود کیفیت یاد کرد. (Clynes & Reftery, 2008) بازخورد را برای آموزش، مثل خون برای بدن مهم دانسته‌اند. علاوه بر اهمیت خود بازخورد در آموزش، عوامل بازخورددهنده نیز، نقش اساسی در کیفیت بازخورد دارند. همچنان که (Johnson et al., 2016)) به نقش و تأثیر اساسی مربیان در مدل کردن مهارت‌های بازخورد باکیفیت تأکید کرده‌اند، بازخورد چهره‌به‌چهره نقش اساسی و تأثیری قوی بر عملکرد افراد در محیط کار دارد (Johnson et al., 2020).

یکی از جامع‌ترین تعاریف بازخورد را بنیاد اوقاف آموزش و پرورش انگلستان (Education Endowment Foundation) در سال ۲۰۱۸ بیان کرده است. در این تعریف، بازخورد، آن اطلاعاتی است که مبتنی بر اهداف یا پیامدهای یادگیری، به یاددهنده یا یادگیرنده درباره عملکردشان ارائه می‌شود. در این تعریف، اطلاعات ارائه‌شده، عنصری کلیدی است ولی در تعریف (Carless & Boud, 2018)، در نظر گرفتن و به دست آوردن اطلاعاتی درباره شباهت‌ها و تفاوت‌های بین معیارهای مربوط و کیفیت کار فرد، نکته کلیدی فرایند بازخورد تلقی می‌شود.

محیط بازخورد، هفت وجه دارد که یک وجه آن، کیفیت بازخورد است. این هفت وجه عبارتند از: اعتبار، به قضاوت درباره صلاحیت منابع بازخورد مرتبط است ب) کیفیت بازخورد، به سود حاصل از بازخورد و یا مقدار آن مربوط است ج) ارائه بازخورد، به درایت نحوه ارائه بازخورد اشاره دارد د) تعداد بازخورد مثبت ه) تعداد بازخورد نامطلوب و) در دسترس بودن منبع، به دسترسی به منابع بازخورد مورد نظر مربوط است و ی) ارتقای بازخورد، به تشویق فعالانه بازخورد از طرف سرپرست‌ها و رئیسان اشاره دارد (Chawla et al., 2016). کیفیت بازخورد به ارزش اطلاعاتی مربوط می‌شود که از بازخورد دریافت شده و به عنوان عاملی برای ثبات بازخورد و یکی از ویژگی‌های بازخورد شناخته شده است (Steelman et al., 2004).

به گفته (Johnson et al., 2016) و (Boud & Molloy, 2018) انتظار می‌رود با دریافت بازخورد درست،

دانشجو درک صحیحی از عملکرد هدف را کسب کند و بتواند فاصله بین عملکرد هدف و عملکرد فعلی را تشخیص دهد و در انتها بداند برای این شکاف چه کاری باید انجام دهد. (Johnson et al., 2016) نیز به نقش پررنگ یادگیرنده اشاره دارند و از مربی، به عنوان "توانمندساز" او یاد می‌کنند. آن‌ها معتقدند که استادان باید از تخصص خود، برای توضیح دادن شکاف عملکرد، کشف و شناسایی دیدگاه‌ها و استدلال دانشجو، رفع سوءتفاهم‌ها، راهنمایی کردن دانشجو برای تعیین اولویت‌ها و اهداف درست و مؤثر و همچنین ارائه راهکارهایی برای بهبود استفاده کنند. بازخورد اگر به شیوه نادرستی ارائه شود، ممکن است به استفاده ناکارآمد از منابع منجر شود (Gjedrem, 2018). در شرایط کنونی، با وجود اهمیت زیادی که بازخورد دارد و تلاش‌های غیرقابل چشم‌پوشی که استادان برای بازخورددهی انجام می‌دهند (Winstone & Nash, 2016)، در بسیاری موارد دیده می‌شود که استادان در بازخورد دادن، به ارائه یک‌سری اطلاعات به دانشجو بسنده می‌کنند که این موضوع، اگر چه برای ارائه بازخورد باکیفیت لازم است ولی کافی نیست. بازخورد باید به دانشجو یاری رساند تا تصمیم درست بگیرد (Iraj et al., 2020). از طرفی نقش ارزشیابی در بازخورد باکیفیت نیز غیرقابل چشم‌پوشی است. چنان چه (Nicol & Macfarlane-Dick., 2006) از درگیری بازخورد در ارزیابی تکوینی و تنظیم رفتارهای خودتنظیمی یادگیرندگان، به ویژه در هنگام تعاملاتشان با سایرین و یا به هنگام انتخاب یک هدف شخصی، سخن به میان آورده‌اند.

مطالعات بین‌المللی بسیاری به موضوع بازخورد از زوایای مختلف پرداخته‌اند. به طور مثال پژوهشگرانی نظیر (Kluger & DeNisi, 1991; Wullschleger et al., 2020; Weaver, 2006; Schartel, 2012; Agricola et al., 2020; Kannappan et al., 2012; Drews et al., 2021; Sutherland et al., 2018; Butler et al.,2013; Ismail et al., 2008; Aggarwal et al., 2016) از بازخورد به عنوان متغیر وابسته و یا متغیر مستقل استفاده کرده‌اند. برخی نظیر (Kluger & DeNisi, 1996; Gamlem & Munthe, 2014;) نیز به راهبردهای بازخوردی برای یادگیری پرداخته‌اند. برخی دیگر نظیر (Poulos & Mahony., 2008; Miller., 2009)، به ادراک بازخورد توسط یاددهنده یا یادگیرنده و ارتباط بین بازخورد و اهداف یادگیری پرداخته‌اند. دیگر پژوهشگران نظیر (Luft., 2014; Bardach et al., 2021) به مدل‌های بازخوردی، افرادی مانند (Leng et al., 2013; Fawzi & Mohamad, 2020; Panadero & Lipnevich, 2022) به ارائه مدلی جدید و محققانی نظیر (Carless, 2019; Brooks, 2021 Hattie & Timperley, 2007)، به موضوع انواع بازخورد پرداخته‌اند.

همچنین، پژوهشگرانی نظیر (Johnson et al.,2021; Cavalcanti, 2019; Dawson et al., 2019; Li & Curdt-Christiansen, 2020; Johnson et al., 2016; Haughney et al.,2020; Gamlem & Munthe, 2014)، به موضوع مؤلفه‌های بازخورد پرداخته‌اند و (Alsahafi et al., 2022; Johnson et al., 2016; Nicol & Macfarlane-Dick, 2006; Orsmond et al., 2013)، درباره اصول و چارچوب‌های بازخورد مطالعه

کرده‌اند. اگر چه موضوع ارزشیابی و ارتباط آن با بازخورد کمتر مورد توجه قرار گرفته است اما ایده استفاده از ارزشیابی دانش‌آموزان به عنوان بازخورد در آموزش، موضوع جدیدی نیست (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006). در این راستا بخشی از مطالعه (Johnson et al., 2016) به موضوع ارزیابی و بازخورد اختصاص یافته است.

چندین مطالعه داخلی مرتبط با بحث بازخورد نیز یافت شد. پاکار و هاشمی (Pakar & Hashemi, 2010)، به واکاوی نظرات معلمان، مرزبان و منصوری قدیکلایی (Marzban & Mansouri Qadikolaei, 2023)، ملتی و همکاران (Mellati et al., 2021)، سبزه و همکاران (sabzeh et al., 2020) و عباس‌زاده و همکاران (Abaszadeh et al, 2020)، به موضوع بررسی اثرات بازخورد معلمان و همچنین، رضوی (Razavi, 2016) به بازخورد در بحث ارزشیابی توصیفی در مدارس پرداخته‌اند. در محیط دانشگاهی نیز مطالعاتی انجام شده است. به عنوان مثال ضیائی (Ziaee, 2016)، به کیفیت بازخورد پرداخته، قلی‌زاده و همکاران (Gholizadeh et al., 2021) بازخورد را به عنوان متغیر میانجی، حیدری و همکاران (Heidari et al., 2015) و آذرپیکان و طاهری (Azarpeikan & Taheri, 2015) بازخورد را به عنوان متغیر وابسته و مستقل بررسی کرده‌اند، مبحث واکاوی بازخوردهای استادان توسط پاکار و هاشمی (Pakar & Hashemi, 2010) و بحث مؤلفه‌های کیفیت بازخورد توسط انتهائی و همکاران (Entehaie Arani et al., 2021) بررسی شده است. این مطالعه نزدیک‌ترین مطالعه به تحقیق حاضر، به لحاظ کلیت موضوع بود ولی به لحاظ جامعه مورد مطالعه، کاملاً با تحقیق حاضر، متفاوت است.

بررسی مبانی نظری، نشان‌دهنده نقش بی‌بدیل *تعامل*، به ویژه گفتگو در بازخورد است. اگر چه گفتگو کردن، لازمه وضوح بازخورد (Kerr et al., 2017)، راهکاری برای تبدیل مباحث نظری به عملی (Orsmond et al., 2013) و یکی از ضروریات بازخورد باکیفیت (Johnson et al., 2016) شناخته شده است اما یافته‌ها نشان داده‌اند که بازخورد باکیفیت نیز، گفتگو را بهبود می‌بخشد (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006). مطالعات بسیاری نقش یادگیرنده را در مکالمات بازخوردی تأیید کرده‌اند (Gamlem & Munthe., 2014; Orsmond et al., 2013; Orsmond & Merry, 2011; Bloxham, & Campbell., 2010; Kerr., 2017) اما سه سؤال اساسی هدف چیست؟ من در مقایسه با هدف، در چه مکانی قرار گرفته‌ام؟ و چگونه می‌توانم به هدف نزدیک‌تر شوم؟ (Hattie & Timperley, 2007) به شرطی پاسخ داده می‌شوند که نقش پررنگ یاددهنده به دست فراموشی سپرده نشود. با توجه به وضع موجود، پاسخی منسجم برای این سؤالات یافت نشد که: استاد برای بازخورد دادن، باید به چه مسائلی مسلط باشد؟ دانسته‌هایش درباره بازخورد را برای چه افرادی باید به کار ببندد؟ و چه زمانی از آنها استفاده کند؟ بررسی پیشینه، وجود شکاف‌های دیگری را هم در زمینه بازخورد نمایان ساخت که منجر به انجام مطالعه حاضر گردید.

شکاف اول: مطالعاتی در زمینه نحوه بازخورد دادن در رشته‌ها و دوره‌های مختلف تحصیلی (MacDonald, 1991; Nicol & Macfarlane-Dick, 2006; Mack, 2009; Orsmond et al., 2013) یافت

شد اما در کنارش، مطالعاتی که نشان از عدم درک صحیح بازخورد توسط یادگیرنده (Weaver, 2006; Li & Curdt-Christiansen, 2020) داشت، نیز پیدا شد که نشان می‌دهد حداقل یکی از منابع (نظیر یاددهنده و یادگیرنده) دارای نقص هستند. از سوی دیگر یاددهنده‌ها از این که در ارائه بازخورد به یادگیرنده به‌اندازه کافی مهارت داشته باشند، مطمئن نبودند. این موضوع به ویژه در مورد استادان تازه‌کار اهمیت دارد. شکاف دوم: نتایج مطالعه طهماسبی و همکاران (Tahmasebi et al., 2018) نشان از این داشت که سامانه‌های شخصی‌شده می‌توانند بازخوردهای مفید بدهند. این نشان می‌دهد در رشته‌هایی از جنس مهندسی و ریاضی نیاز به بازخورد گرفتن درک شده است ولی در شرایطی که حتی بررسی بازخورد به وسیله سامانه‌ها انجام می‌شود، محققان مطالعه‌ای که بازخورد استاد به دانشجو را بررسی نموده باشد، پیدا نکردند. شکاف سوم: جستجو در مطالعات خارجی با کلیدواژه‌های مذکور، نشان داد (Estévez-Ayres et al., 2015; Hyland, 2019) در زمینه بازخورد استاد به دانشجویان رشته‌های مهندسی، مطالعاتی انجام داده‌اند اما در مطالعات داخلی، مطالعه‌ای که مستقیماً به موضوع بازخورد به دانشجو در کلاس‌های درس رشته‌های فنی پرداخته باشد، یافت نشد. این موضوع بسیار تأمل‌برانگیز بود چرا که بازخورد گرفتن، لازمه پیشرفت است. با وجود این شکاف‌ها، یاددهنده همان کارهایی را انجام می‌دهد که پیش از این انجام می‌داده است (Johnson et al., 2021) و این موضوع، عدم تغییر را در شرایطی به دنبال خواهد داشت که جوامع پیشرفته، با سرعت سرسام‌آوری برای رشد گام برمی‌دارند و در حال پیشی گرفتن از یکدیگر هستند.

از این رو مطالعه حاضر، با هدف *یافتن نشانگرهای سنجش کیفیت بازخورد در دانشکدگان فنی*، انجام شد تا زیربنایی برای انجام سایر مطالعات و راهگشای سایر محققان برای پرداختن به موضوع بازخورد به دانشجویان مهندسی باشد. در *اولین وجه تمایز*، به موضوع تعامل بین استاد و دانشجو به خوبی پرداخته شده است. *دومین وجه تمایز*، مربوط به جامعه‌ای است که قبلاً مورد مطالعه قرار نگرفته است. این مطلب، به ویژه زمانی اهمیت بیشتری پیدا کرد که در حین انجام یک مطالعه تحقیقاتی بزرگ‌تر، نکات تأمل‌برانگیزی در رابطه با دانشکدگان فنی و مهندسی آشکار شد. تعامل دانشجویان با یکدیگر و دانشجویان با استادان، بسیار کم و بازخورد، شمایل تشریفاتی داشته است و آن هم بسیار کم‌رنگ و یا به واسطه دستیاران اساتید به دانشجویان داده می‌شد. از این رو محققان بر آن شدند تا مطالعه‌ای اختصاصی بر روی این دانشکدگان انجام دهند و به صورت ویژه، نظام نشانگرهای کیفیت بازخورد یا به تعبیری، آن دسته از نشانگرها را که به وسیله آنها می‌توان بازخورد باکیفیت را شناسایی کرد، در این دانشکدگان بررسی و شناسایی کنند.

۲. سؤال پژوهشی

سؤال اصلی پژوهش حاضر این است که بر پایه تجربه زیسته دانشجویان دانشکدگان فنی و مهندسی،

مؤلفه‌های کیفیت بازخورد استادان به دانشجو چیست؟ با توجه به این که پژوهشگران، در این مطالعه سعی دارند تا با استفاده از رویکردی اکتشافی، شناخت عمیقی را به منظور ایجاد زمینه بهبود کیفیت ارائه بازخورد در دانشکدگان فنی و مهندسی فراهم آوردند، از این رو برای پاسخ به سؤال‌پژوهشی مطرح‌شده، از روش پدیدارشناسی توصیفی و برای تحلیل داده‌ها، از روش هفت‌مرحله‌ای کُلایزی استفاده شده است.

۳. روش تحقیق

با در نظر گرفتن این موضوع که مطالعه منسجم و دقیقی در داخل ایران، درباره *کیفیت بازخورد استاد به دانشجو* در دانشکدگان فنی و مهندسی انجام نشده است، این مطالعه قصد دارد تا درک افراد درباره مسئله تحقیق را بدون دخالت ذهنیت محققان، نمایان سازد. بنابراین از روش پدیدارشناسی توصیفی استفاده شده است.

شرکت‌کنندگان در این تحقیق، با در نظر گرفتن چند ملاک، به صورت هدفمند و با راهبرد نمونه‌گیری ملاکی انتخاب شدند. پروتکل مصاحبه به عنوان اصلی‌ترین فن در گردآوری داده‌ها، با استفاده از اصول پیشنهادی (Baniasadi & Salehi, 2019) تدوین و رواسازی شد. تعداد ۱۸ مصاحبه به صورت نیمه‌ساختاریافته با شرکت‌کنندگان انجام شد. اطلاعات مصاحبه‌شونده‌ها در جدول ۱ آمده است. زمان مصاحبه‌ها از ۲۵ تا ۶۰ دقیقه متغیر بود. هم‌زمان با گردآوری داده‌ها، پالایش، بازخوانی، دسته‌بندی و ارائه یافته‌ها نیز انجام و از نرم‌افزار MAXQDA 2020، برای کدگذاری استفاده شد. نمونه مطالعه، از بین دانشجویان چهار رشته عمران، مواد، الگوریتم و مکانیک مربوط به دانشکدگان فنی و مهندسی انتخاب شد. *اولین ملاک* انتخاب برای مصاحبه این بود که افراد، اطلاعات جامعی درباره موضوع تحقیق داشته باشند. برای برقراری این شرط، سعی شد از دانشجویانی که اساتید، کارشناسان گروه یا سایر دانشجویان، آن‌ها را در زمینه بازخورد و صحبت درباره آن ذی‌صلاح و توانمند دانستند، بهره گرفته شود. *دومین ملاک* این بود که تجربه بازخوردگیری یا بازخوردده‌ی داشته باشند یا این که بازخوردهای متفاوت را دیده باشند. *ملاک سوم* برای شرکت افراد در مصاحبه، این بود که حداقل دو نیمسال در دانشکده کنونی مشغول به تحصیل بوده باشند تا بتوانند اهداف تحقیق را محقق و به سؤالات مصاحبه، جواب‌های منطبق با شرایط کنونی بدهند. نمونه‌گیری تا آن جایی ادامه یافت که هر مقوله به اشباع برسد. اشباع داده‌ها در پانزدهمین مصاحبه دانشجویان حاصل گردید و پس از آن، به منظور رواسازی یافته‌ها، سه مصاحبه دیگر نیز انجام شد. روال رسیدن به اشباع داده‌ها به این شکل بود که پس از انجام یک مصاحبه، تحلیل اولیه انجام شد و ملاک‌های اولیه شکل گرفت. بر مبنای آن ملاک‌ها، مصاحبه دوم انجام شد و این روال تا آخرین مصاحبه ادامه یافت. بدین شکل ملاک‌ها بهبود یافتند و کامل شدند. هیچ یک از کدهای مربوط به مصاحبه‌های انجام‌شده پس از اشباع داده‌ها، نکته

جدیدی در برنداشتند.

جدول ۱. مشخصات مصاحبه‌شوندگان

دانشکدگان	رشته تحصیلی	دوره	مدت مصاحبه	مدت‌زمان مصاحبه (دقیقه)
مهندسی عمران	مهندسی عمران	کارشناسی	انفرادی	۳۰
	مهندسی عمران	کارشناسی ارشد	انفرادی	۲۷
	مهندسی عمران	دکتری	انفرادی	۲۵
	مهندسی عمران	-	کانونی	۶۰
دانشکده مهندسی مواد	متالورژی و مواد	کارشناسی	انفرادی	۲۸
	متالورژی و مواد	کارشناسی	انفرادی	۳۳
	متالورژی و مواد	کارشناسی ارشد	انفرادی	۲۷
	متالورژی و مواد	کارشناسی ارشد	کانونی	۳۱
	متالورژی و مواد	دکتری	انفرادی	۲۶
دانشکده علوم مهندسی	الگوریتم‌ها و محاسبات	ارشد	انفرادی	۳۰
	الگوریتم‌ها و محاسبات	ارشد	انفرادی	۲۵
	الگوریتم‌ها و محاسبات	دکتری	انفرادی	۳۷
	الگوریتم‌ها و محاسبات	دکتری	انفرادی	۴۱
دانشکده مکانیک	مکانیک	کارشناسی	کانونی	۲۷
	مکانیک	کارشناسی	انفرادی	۲۹
	مکانیک	کارشناسی ارشد	انفرادی	۴۳
	مکانیک	کارشناسی ارشد	انفرادی	۳۱
	مکانیک	دکتری	انفرادی	۳۱

به منظور رعایت اخلاق در پژوهش، پس از دعوت به مصاحبه افراد، درباره موضوع پژوهش، هدف انجام کار و محرمانه ماندن مشخصات هویتی شرکت‌کنندگان، توضیحات لازم داده شد و شرکت‌کنندگان با رضایت کامل در پژوهش شرکت کردند.

کلیه داده‌ها به صورت حضوری جمع‌آوری شد و پس از آن، به پالایش، بازخوانی، دسته‌بندی و ارائه یافته‌ها از طریق کدگذاری اقدام گردید و برای تحلیل داده‌ها پس از هر مصاحبه، متن پیاده‌سازی‌شده و یادداشت‌های تدوین‌شده، خط‌به‌خط مورد مطالعه قرار گرفتند. جهت *اعتبارپذیری یافته‌ها*، مدت‌زمان طولانی در محیط پژوهش سپری شد. مدت‌زمان هر مصاحبه نیز طولانی و از راهبرد واپایش مداوم توسط گروه پژوهشی بهره گرفته شد و جهت بازبینی و اعمال‌نظر، از نظر متخصصان نیز در انتهای کار کمک گرفته شد.

با رعایت چند موضوع، قابلیت *انتقال‌پذیری یافته‌ها* نیز فراهم شد. پیش‌فرض‌ها و شرایط پژوهش

مدنظر قرار گرفته و زمینه پژوهش به دقت بررسی و توصیف شده است. برای *قابلیت اطمینان* پژوهش نیز جزئیات چگونگی گردآوری داده‌ها، تصمیم‌ها، تفسیر یافته‌ها و تحلیل‌های انجام‌شده، به تفصیل ارائه شده‌اند. محققان برای ارتقای *تأییدپذیری یافته‌ها*، از راهکار واپایش اندیشه‌ها، افکار و انتظارات ذهنی پژوهشگر به هنگام جمع‌آوری داده‌ها و موقع تحلیل، استفاده کرده‌اند (Ghorbankhani et al., 2020). در فرایند تحلیل داده‌ها، از مرور یادداشت‌های به‌عمل‌آمده، بهره گرفته شد و در انتها، داده‌ها به روش هفت‌مرحله‌ای کُلایزی و در قالب گام‌های این روش تحلیل شدند. مراحل روش کلایزی و چگونگی کاربست آنها در این مطالعه، در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲.کاربست مراحل کُلایزی

ردیف گام‌ها	مراحل روش کُلایزی	پیاده‌سازی گام‌ها در مطالعه حاضر
گام اول	مرور چندین‌باره پروتکل برای دستیابی به احساس درباره آنها	در این مطالعه، با بازخوانی چندباره داده‌ها با استفاده از صدای فعال، نویسنده درک بیشتر نسبت به درک و احساسات نویسنده پیدا کرد و تا حد ممکن ارتباطات غیرکلامی و پیرازبانی نیز مدنظر قرار گرفت. محقق سعی کرد تفسیرهای خودش را کنار گذارد و به دنیای فرد مصاحبه‌شونده و نظرات و صحبت‌های او وارد شود.
گام دوم	استخراج جملات مهم	در این مرحله، با برگشت به روایت‌ها، جملات و عبارات مهم مربوط به سؤالات تحقیق، شناسایی و استخراج شدند. سیاهه‌ای مرتبط با گزاره‌های مرتبط تهیه و پس از آن، گزاره‌های تکراری و حشو، حذف شدند و جملات مهم باقی ماندند.
گام سوم	فرمولی کردن معانی	در این مطالعه، با مرور منظم جملات، درک آنها میسر شد و پس از درک مطالب، معنای هر یک از جملات مهم نوشته شد.
گام چهارم	تشکیل خوشه‌های معنایی	مراحل قبلی برای همه مصاحبه‌ها تکرار شد و معانی مرتبط، در قالب خوشه‌های معنایی کنار هم قرار گرفتند. در این مرحله، خوشه‌ها (برای معتبرسازی)، مدام به روایت‌های اولیه برگردانده شد و پژوهشگر، مدام داده‌ها یا موضوعات نامرتبط را حذف می‌کرد.
گام پنجم	تلفیق نتایج	از نتایج مراحل قبلی استفاده شد و یک توصیف مفصل و کامل از موضوع مورد بحث تهیه گردید.
گام ششم	درک ساختار ذاتی پدیده	توصیف مفصل و کامل از پدیده مورد بررسی تا حد امکان در قالب یک عبارتِ شناختی ناهم‌ارز صورت‌بندی شد.
گام هفتم	بررسی اعتبار داده‌ها	برای بررسی اعتبار، پژوهشگر مدت‌زمان زیادی صرف حضور در مکان مصاحبه، تعامل با افراد، موضوع تحقیق و فرایند کدگذاری کرد. همچنین، با استفاده از روش‌های بازبینی در هنگام کدگذاری، یعنی اطلاعات کسب‌شده، مجدداً به اطلاع افراد رسانده شد و نظرات همکاران پژوهشی دریافت شد.

۴. یافته‌های پژوهش

مقایسه دیدگاه‌ها و بررسی دقیق نظرات و مصاحبه‌های دانشجویان دانشکدگان مورد بررسی، به شناسایی ۱۰۰ نشانگر و دسته‌بندی آن در قالب ۱۲ ملاک و چهار عامل شامل عناصر هسته‌ای، عوامل حرفه‌ای‌ساز، فنون ارائه و بررسی اثرگذاری بازخورد منتج گردید. در ادامه هر یک از چهار عامل شناسایی‌شده، مورد بررسی قرار گرفته است.

۴-۱. عامل یک: عناصر هسته‌ای

عناصر هسته‌ای، دربردارنده دو ملاک عنصر استاد و عنصر دانشجو است. منظور از عناصر هسته‌ای، آن عناصری هستند که در مرکزیت نظام قرار دارند و اجزای خارج از هسته بر اساس آنها و بر اساس برهم‌کنش ما بین آنها، تغییر می‌یابند و یا جایگزین می‌شوند. تجهیز افراد این مجموعه به یک‌سری اطلاعات زیربنایی (عنصر فنی) می‌تواند منجر به محکم شدن رابطه بین اجزا و در نهایت، ارائه باکیفیت بازخورد، تحلیل اثرات و بهره‌گیری از نتایج آن شود.

۴-۱-۱. عنصر استاد

نشانگرهای این بخش، به باید و نبایدهایی اشاره می‌کنند که استادان، جهت بالاتر رفتن کیفیت بازخورد، بهتر است رعایت کنند. ۳۳ نشانگر به عنوان زیرمجموعه عنصر استاد شناسایی شدند که از این بین، بیشترین فراوانی به خوش‌رویی و اخلاق استاد، دوستانه و صمیمانه بازخورد دادن، رعایت ادب و احترام، نداشتن دید بالا به پایین و شناخت استاد از دانشجو برای بازخورد مناسب دادن، مربوط می‌شود.

مصاحبه‌شونده شماره ۳ در زمینه برخی ویژگی‌های عنصر استاد می‌گوید: "استادی داشتیم که خیلی خوش‌اخلاق و خوش‌رو و باسواد بود، با دانشجوها رفیق می‌شد و اگر دانشجوها مشکل داشتند، پیگیری می‌کرد. ما هم سعی می‌کردیم به بازخوردی که می‌داد، با جان و دل عمل کنیم." مصاحبه‌شونده شماره ۹ نیز چنین اظهار نظر کرده است: "این ترم استادی دارم که با بچه‌ها رابطه‌اش خوب است. منظورم مهربان بودن نیست... رابطه‌اش خوب است و دیدش بالا به پایین نیست. اگر به ما بازخورد بدهد، مشکل نداریم، چون دوستانه است ولی نسبت به بعضی اساتید گارد داریم." مصاحبه‌شونده شماره ۴ درباره شناخت دانشجو چنین اذعان داشته است: "به نظرم استاد بهتره شرایط و روحیه افراد و دانشجوها رو بشناسه و بازخورد بده. البته این موضوع درباره دانشجوهای کارشناسی سخته چون تعدادشون زیادتره ولی برای ما ارشدها اوضاع فرق می‌کنه."

۴-۱-۲. عنصر دانشجو

۱۲ نشانگر برای عنصر دانشجو شناسایی شد. این موارد مربوط به وظایف، خواسته‌ها و تمایلات دانشجو در رابطه با ارائه بازخورد باکیفیت استاد است. عنصر دانشجو، چنان چه مصاحبه‌شوندگان اذعان داشتند، یکی از مؤثرترین عوامل کیفیت بازخورد است. ۵۶٫۲۵ درصد شرکت‌کنندگان به این موضوع اشاره داشتند که دانشجو، در بازخوردی که استاد به او ارائه می‌دهد، نقش نیروی محرکه را دارد. مصاحبه‌شونده شماره ۴ در این باره گفته است: "استاد وقتی ببینه دانشجو داره تلاشش را می‌کنه و قصد داره بهترین خودش را ارائه بده، تمایل پیدا می‌کنه کمکش کنه. ولی وقتی می‌بینه دانشجو

بی‌خیاله و براش مهم نیست، خب استاد هم تمایل نداره کمکش کنه". نکته جالب توجه دیگری که از مصاحبه‌ها به دست آمد، تمایل به دریافت بازخورد توسط دانشجو بود. مصاحبه‌شونده شماره ۹ در این باره گفته است: " به نظر من اول اون کسی که بازخورد دریافت می‌کنه، باید حوصله داشته باشه که بازخورد را بخونه. من خیلی وقت‌ها، وقتی استاد جوابم را می‌ده، حوصله ندارم اونو بررسی کنم".

ملاک و نشانگرهای کیفیت بازخورد کلاسی مربوط به عامل اول در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳. ملاک‌ها و نشانگرهای شناسایی‌شده کیفیت بازخورد (عامل عناصر هسته‌ای)

نشانگر	فراوانی	کد مصاحبه‌شونده‌ها	نشانگر	فراوانی	کد مصاحبه‌شونده‌ها
عنصر استاد					
شخصیت استاد	۱۳	۳،۱۲،۱۳،۶،۸،۱۰ ۱۱۱۸،۱۴،۱،۴،۵،۱۸	از سر دلسوزی بازخورد دادن	۴	۱۰،۱۱،۱۲،۱۳
خوش‌رویی و اخلاق خوب	۱۲	۳،۴،۵،۱۲،۱۳،۱،۲ ۱۵،۱۶،۱۸،۱۰،۱۱،	استفاده از کلمات مثبت در بازخورد دادن	۴	۱۲،۱۳،۹،۱
دوستانه بودن و صمیمانه بودن	۱۰	،۳،۷،۹،۱۰،۱۱ ۲،۱۴،۱۵،۱۸،۱	وقت گذاشتن	۴	۳،۴،۱۵ ،۷
رعایت ادب و احترام به دانشجو	۹	،۱۲،۱۳،۳،۷،۱۲ ۱۳،۱،۱۷،۱۸	در نظر گرفتن تلاش دانشجو فارغ از نتیجه	۴	۷،۱۵،۱۶،۲
نداشتن دید بالا به پایین	۷	۴،۵،۷،۹،۱،۱۱،۱۲	ایجاد فرصت و اختصاص زمان برای گفتگو	۴	۳،۴،۱۵،۶
شناخت استاد از دانشجو	۷	۱۲،۱۳،۱۰،۱۱،۱۶،۱۵،۱	صبور بودن	۴	۴،۸،۱۶ ،۳
صحبت و تعامل برای شناخت دانشجو و تأثیرگذاری بیشتر بازخورد	۵	۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۹	قابل اعتماد بودن	۴	۳،۱۱،۱۰،۱۵
شکستن سدها در کنار ادب و احترام برای تعامل	۵	۱۲،۱۳،۳،۷،۱۸	باسواد بودن	۴	۳،۴،۱۱،۱۰
استفاده از فضای مجازی	۵	۷،۸،۱،۴،۵	تدریجی گفتن (ابتدا با ملایمت)	۳	۱۲،۱۳،۱
در جریان کار دانشجو بودن	۵	۴،۵،۱۷،۹،۱	ساده‌سازی مطلب	۳	۶،۳،۱۷
رازداری	۴	۱۲،۱۳،۱۶،۱۱	ارائه نظرات کاربردی و علمی	۳	۴،۵،۱۵
توجه استاد	۴	۱۸،۱۵ ،۱۲،۱۳	تجربه مناسب	۳	۱۰ ،۴،۵
صرف وقت	۴	۱۲،۱۳،۱،۳	پیگیری کردن	۳	۳،۱۷،۱۵
در نظر گرفتن شرایط دانشجو	۴	۱۲،۱،۲،۱۳،۱۷	ایجاد فضا برای پرسیدن سؤال	۲	۶،۲

ادامه جدول ۳

قضاوت نداشتن	۴	۱۷،۱۵،۱۳،۱۲	اجتناب از سخت‌گیری زیاد	۲	۱۵ ،۶
اجتناب از سرکوب	۴	۱۲،۱۳،۴،۵	اجتناب از ایرادگیری‌های ناخوشایند	۱	۶
صادقانه بازخورد دادن	۶	۷،۱۲،۱۳،۲،۱،۱۵			
عنصر دانشجو					
نیروی محرکه استاد بودن با تلاش مستمر	۹	،۳،۴،۶،۷،۸ ۱۰،۱۱،۱۲،۱۳	مطالعه به‌موقع برای بازخورد بهتر	۳	۶،۱،۲
بازخورد دادن به استاد	۴	۱۲،۱۳،۱۱،۱۵	تمایل به دریافت بازخورد	۳	۹،۱۵،۱۸
صداقت در بیان مسائل	۴	۱،۱۵ ،۱۲،۱۳	گفتن شرایط خودش به استاد	۳	۱۲،۱۳،۱
طرح خواسته واقعی با استاد	۴	۱۲،۴،۱۳،۱۸	پیگیر بودن	۲	۱۲،۱۳
مؤدب	۳	۳،۱۲،۱۳	اجتناب از تعریف و تمجید بی‌جا	۲	۱۲،۱۳
استفاده از بازخورد	۳	۴،۵،۱۵	تعامل برای شناخت استاد	۲	۱۲،۱۳

۴-۲. عامل دوم: عوامل حرفه‌ای‌ساز

۲۸ نشانگر در قالب چهار ملاک در عامل حرفه‌ای‌ساز جای گرفتند. تمامی شرکت‌کنندگان در مصاحبه، به موارد مربوط به این عامل اشاره داشتند. این عامل، مربوط به آن دسته از ویژگی‌هایی است که در بازخورد دادن به صورت حرفه‌ای مؤثر هستند. طبق مطالعه حاضر تمامی گروه‌ها و دانشجویان فارغ از رشته‌شان آنها را مهم دانستند. ۴ ملاک ویژگی‌های کلامی، ویژگی‌های هدفی، ویژگی‌های پیامدی و ویژگی‌های ماهیتی مربوط به عامل حرفه‌ای‌ساز هستند که به ترتیب، ۳، ۲، ۴ و ۱۹ نشانگر دارند. مواردی مانند شفافیت داشتن، بازخورد به هنگام و بازخورد منطقی در این دسته قرار دارند. تمامی ملاک‌ها و نشانگرهای این عامل، به ویژگی‌های همیشگی بازخورد مربوط است و برای دادن بازخورد حرفه‌ای، به کار می‌آید.

۴-۲-۱. ویژگی‌های کلامی

نشانگرهای ویژگی‌های کلامی، به چگونگی بیان بازخورد توسط استاد اشاره دارد که به ترتیب فراوانی، عبارتند از: مناسب بودن نحوه بیان، صراحت داشتن و همراه با گفتگو، بازخورد دادن. درباره ویژگی مناسب بودن نحوه بیان، مصاحبه‌شونده شماره ۸ بیان کرده است: "استاد درست می‌گفت ولی چون با

لحن تند می‌گفت، هیچ‌کس گوش نمی‌داد و هیچ‌کس به این استاد علاقه‌ای نداشت.". مصاحبه‌شونده شماره ۱۴ درباره صراحت داشتن گفته است: "به نظرم بازخورد باید صریح و روشن داده بشه. اگر این طور نباشه، باعث سردرگم شدنم می‌شه. ممکنه من منظور استاد رو خوب متوجه نشم و کاری که مدنظر استاد هست رو انجام ندم.».

۴-۲-۲. ویژگی‌های هدفی

دو نشانگر ویژگی‌های کلامی، مرتبط بودن با اهداف و بازخورد دادن به دانشجو هستند. فراوانی تقویت نقاط مثبت، ۷ و فراوانی نشانگر کمک‌کننده به دانشجو، ۳ است. مصاحبه‌شونده شماره ۱۱ درباره تقویت نقاط مثبت اذعان داشته است: "بازخورد وقتی می‌گیم مؤثره که آگه من یک نقطه قوت دارم، باعث بشه اون نقطه قوت من بیشتر تقویت بشه." مصاحبه‌شونده شماره ۱۷ هم درباره ویژگی کمک‌کننده به دانشجو گفته است: "برای من مهم این هست که آگه قراره استاد به من چیزی بگه، درباره عملکردم و یا حتی مشکلات دیگه، بتونه کمکم کنه. در غیر این صورت انگار هیچ ارزشی نداشته بازخوردش."

۴-۲-۳. ویژگی‌های پیامدی

چهار نشانگر ویژگی‌های پیامدی، بیانگر این هستند که بازخورد، نباید باعث آسیب رسیدن به مخاطب شود بلکه باید باعث بهبود اوضاع گردد. مصاحبه‌شونده شماره ۹ درباره یکی از ویژگی‌های فنی چنین گفته است: "بازخورد خوب باید سازنده باشه. چه مشوق باشه، چه بخواد در مورد یه نکته منفی باشه. خوبی رو بیشتر کنه و آگه چیزی بده، اونو سوق بده به سمت خوب شدن.« مصاحبه‌شونده شماره ۵ هم درباره ویژگی تخریب نکردن، چنین اذعان داشته است: «وقتی استاد تخریب می‌کنه، شخصیتمون جلو بچه‌ها خُرد می‌شه. حتی به دروغ، بهتره بگه آفرین سؤال خوبیه ولی وقتی بچه‌ها رو تخریب می‌کنه، آگه سؤالی داشته باشی هم می‌گی استاد الان منم تخریب می‌کنه. نتیجش این می‌شه که دیگه نمی‌پرسی یا هم می‌ترسی و می‌پرسی.»

۴-۲-۴. ویژگی‌های ماهیتی

ویژگی‌های ماهیتی به خصوصیات ذاتی و پایدار بازخورد باکیفیت اشاره دارد که طبق مطالعه حاضر، تمامی گروه‌ها و دانشجویان فارغ از رشته‌شان، آن‌ها را مهم دانستند. مواردی مانند شفافیت داشتن، ارائه دادن بازخورد به هنگام و بازخورد منطقی در این ملاک جای گرفتند. این در حالی است که سایر عوامل، در مواجهه با گروه‌ها و اقتضای شرایط انعطاف بیشتری دارند. از این رو این مجموعه، ویژگی‌های ماهیتی نامیده شد. مصاحبه‌شونده شماره ۶ نیز درباره ویژگی شفافیت چنین گفته است: «به نظرم بازخورد باکیفیت باید رک و واضح باشه تا تکلیف فرد روشن باشه.» نتایج به‌دست‌آمده از

مصاحبه‌ها در این بخش با نتایج به‌دست‌آمده از مرور پیشینه نیز همخوانی دارد. جدول ۴ مربوط به ملاک و نشانگرهای عامل حرفه‌ای‌ساز است.

جدول ۴. ملاک‌ها و نشانگرهای شناسایی‌شده کیفیت بازخورد (عامل حرفه‌ای‌ساز)

نشانگر	فراوانی	کد مصاحبه‌شونده‌ها	نشانگر	فراوانی	کد مصاحبه‌شونده‌ها
ویژگی‌های کلامی					
مناسب بودن نحوه بیان	۹	۳،۴،۵،۷،۹،۱۰،۱۱،۱،۱۶	همراه با گفتگو	۴	۱،۳،۶،۱۲
صراحت داشتن	۷	۳،۶،۱۰،۱۱،۲،۱۴،۴			
ویژگی‌های هدفی					
تقویت نقاط مثبت	۷	۷،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۸،۱	کمک‌کننده به دانشجو	۳	۴،۵،۱۷
ویژگی‌های پیامدی					
تخریب نکردن	۷	۴،۵،۶،۷،۱۲،۱۳،۱۸	سازنده	۶	۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۲،۱۶
تهدید نکردن عزت‌نفس	۶	۱۰،۱۱،۱۵،۱۸،۱،۲	ارزشمندی بازخورد دقیق ولی با تأخیر	۴	۷،۱۵،۱۶،۲
ویژگی‌های ماهیتی					
رعایت ملاحظات در ارائه بازخورد منفی	۱۴	۵،۹،۱۲،۱۳ ،۴ ،۱۰،۱۱ ،۶ ۲،۱۵،۱۶،۳ ،۱،۱۴	مرتبط بودن با محتوای درس	۴	۱۲،۱۳،۱۵،۱
			تدریجی بودن شدت ارائه بازخورد	۴	۱۱،۱۳ ،۱۲،۱۰
شفافیت داشتن	۸	۷،۱۲،۱۳،۱،۲،۱۴،۶،۱۱	سوگیری نداشتن	۴	۱۲،۱۳،۱۴،۱۷
متناسب‌سازی بازخورد با رشته	۷	۱۲،۱۳،۹،۴،۵،۱۰،۱۱	متناسب‌سازی بازخورد با سطح دانشجو	۴	۱۳،۱۲،۲،۱۵
متناسب‌سازی بازخورد با مقطع	۴	۱۲،۱۳،۱۴،۶	کافی بودن	۴	۹،۱،۴،۵
مداوم بودن	۶	۷،۸،۱،۱۴،۱۶،۹	علمی بودن بازخورد	۴	۷،۱۵،۱۶،۱
صادقانه بودن	۶	۷،۱۲،۱۳،۲،۱،۱۵	انجام‌شدنی بودن	۳	۷،۲،۱۸
منطقی بودن	۵	۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۹	بازخورد ندادن به مسائل نامربوط به درس	۳	۹،۲،۱۸
به‌موقع بودن	۵	۳،۸،۱،۱۶،۱۴	صحت‌مندی بازخورد	۳	۷،۱۶،۱
اصولی بودن	۴	۱۲،۱۳،۲،۴	دقیق بودن	۲	۱۶،۱۵
واقعی بودن	۴	۱۲،۱۳،۱۵،۱۰	چهره‌به‌چهره بودن	۲	۶،۱۶

۴-۳. عامل سوم: فنون ارائه بازخورد

منظور از فنون ارائه، روش‌ها و فن‌هایی است که استاد از طریق آنها بازخورد را ارائه می‌دهد. دانشجویان دانشکدگان فنی جهت دریافت بازخورد، سه فن را معرفی کردند که به ترتیب فراوانی، عبارت‌اند از: فن استفاده از بازخورد جمعی و انفرادی، فن استفاده از بازخورد مثبت و منفی و فن اجتناب از کلی‌گوئی و جایگزینی آن با جزئی‌گوئی.

۴-۳-۱. فن استفاده از بازخورد جمعی و انفرادی

اشاره به شرایطی دارد که با در نظر گرفتن آنها توسط استاد، دانشجویان بازخورد جمعی یا انفرادی را بهتر می‌پذیرند. یک نشانگر، مربوط به بازخورد انفرادی است که فراوانی آن نشان می‌دهد، دانشجویان به صورت کلی بازخورد انفرادی را به جمعی ترجیح می‌دادند. به علاوه سه نشانگر هم برای شرایط ارائه بازخورد جمعی شناسایی شد که عبارتند از: مفید بودن بازخورد جمعی، ارائه بازخورد جمعی به شرط رعایت عدالت و انصاف، ارائه بازخورد جمعی در کار گروهی. دو نشانگر، بازخورد متفاوت با توجه به توانایی افراد و دیگری بازخورد متنوع و متفاوت برای افراد متفاوت هم شناسایی شد که چه در جمع و چه در بازخوردهای انفرادی، باید مورد توجه قرار گیرد. مصاحبه‌شونده شماره ۱۲ اذعان داشته است: "آگه همش بخواد به من جمعی بازخورد داده بشه و آگه سؤالم و یا جوابم اشتباه باشه، این حس به وجود میاد که نگا، این همش داره چیزای اشتباه می‌گه و می‌پرسه. در صورتی که این ممکنه سؤال جمع باشه که منم دارم همونو می‌پرسم. رو این حساب من معتقدم بازخورد جمعی، اگر در لفافه باشه، بهتره. اما بازخورد فردی رو من می‌گم باید واضح باشه. چون ممکنه خیلی وقتا نفهمم چی می‌گن، پس بهتره مستقیم برن سر اصل مطلب." مصاحبه‌شونده شماره ۱۶ می‌گوید: "من بیشتر می‌گم استاد باید دانشجوش رو بشناسه و متناسب با دانشجو بهش بازخورد بده. این نباشه که یه روش تربیتی و انگیزه‌دهی رو برای همه اعمال کنه. چون این جوری باعث می‌شه اصلاً موفق نشه. یه دانشجویی هست که ضعیفه و تنبل و بی‌نظمه تو کاراش و خب استاد نیمه خالی اونو می‌بینه و استاد مدام بهش می‌گه بیشتر کار کن. اون فرد چون خودش واقعاً قبول داره که کار نمی‌کنه، وقتی اینو می‌شنوه، بیشتر کار می‌کنه. ولی برعکس یه فردی که همیشه تلاش کرده و کار کرده و منظمه و براش مهمه کارش، استاد بیاد بازم نیمه خالی رو ببینه به قصد بهبودش، دقیقاً اون فرد رو می‌زنه نابود می‌کنه."

۴-۳-۲. فن استفاده از بازخورد مثبت و منفی

نشانگرهای این فن، به روش‌های استفاده یا عدم استفاده از بازخوردهای مثبت و یا منفی در شرایط متفاوت اشاره دارند. شش نشانگر مفید بودن بازخورد منفی، ارائه بازخورد منفی در فضای خصوصی، ارائه بازخورد منفی تنها درباره عملکرد، مفید بودن بازخورد مثبت به صورت کلی، استفاده از روش

ساندویچی و ارائه بازخورد مثبت در هر دو فضای عمومی و خصوصی در این ملاک گنجانده شده است. مصاحبه‌شونده شماره ۶ می‌گوید: "آگه استاد بازخورد مثبت رو تو جمع بگه، خیلی تشویق می‌شیم. هرچقدر هم حواس پرتی داشته باشی، بازم حواستو جمع می‌کنی که بتونی بیشتر هم بپرسی. اگر خوب باشه، بیشتر هم گوش می‌دی." مصاحبه‌شونده شماره ۱۵ هم گفته است: "بر عکس بازخوردای منفی، آگه بازخورد مثبت رو توی کلاس یا توی گروه استاد بهم بگه، قشنگ از حالت استندبای (stand by) به حالت روشن تغییر وضعیت می‌دم." درباره بازخورد منفی مصاحبه‌شونده شماره ۶ اذعان داشته است: "به مقدار اشتباه هم بستگی داره. اگر جزئی باشه خب بگه تو کلاس ولی وقتی خیلی اشتباه داشته باشه تمرینش، خب خوب نیست اونجا بگه و اکثراً بفهمن اون دانشجو چیزی بارش نیست. این به صورت خصوصی گفته بشه بهتره. ولی آگه اشتباهش کوچک بود، خب همون جا گفته بشه هم مشکلی نداره." سه نفر از شرکت‌کنندگان در مصاحبه به استفاده از روش ساندویچی اشاره و آن‌را مفید تلقی کردند. به عنوان مثال مصاحبه‌شونده شماره ۱۲ گفته است: " یک تکنیکی وجود داره به نام ساندویچی که خوبی و بدی فرد را باید مثل ساندویچ بگی. یعنی اول یک خوبی بعد یک بدی بعد دوباره یک خوبی‌اش را بگی. این جوری دانشجو می‌فهمه استاد، آدم بینایی هست و همان‌قدر که بیناست که خوبی‌های من را ببینه، بدی من را هم طبیعتاً دیده." در این میان پنج نفر به مفید بودن بازخورد منفی و ارائه آن در جمع اشاره کردند. مثلاً مصاحبه‌شونده شماره ۱۱ گفته است: "به یه سری از دانشجوها هر چقدم تو خلوت و انزوا بهشون بگی بازخوردم نسبت به این کارت آینه، بازم باعث تغییرشون نمی‌شه. ولی یک بار گفتنش تو جمع، ضربه‌ای به آدم می‌زنه که از فرداش اصلاح می‌شه ولی خب این ریسکی هست و ممکنه بیشتر مخرب باشه تا سازنده."

۴-۳-۳. فن پرهیز از کلی‌گوئی و ارائه جزئیات

فراوانی یکسان سه نشانگر این فن، بیانگر این است که کلیه نشانگرهای معرفی‌شده، از یک درجه اهمیت برخوردارند. چهار نفر به پرهیز از کلی‌گویی، چهار نفر به موضوع دربرگیرنده پاسخ بودن و چهار نفر به جامع بودن پاسخ اشاره کردند. چنان چه از عناوین نشانگرها برمی‌آید، همه آنها به جامع بودن پاسخ اشاره دارند. مصاحبه‌شونده شماره ۱۴ بیان داشته است: "استاد با این پیش‌فرض بازخورد نده که یه سری چیزها رو بلدیم. اگر سؤالی می‌پرسیم، زمینه‌سازی کنه. مهندسی همش با ریاضیات سروکار داره. خب اونا هم یادمون می‌ره، چون روزانه که با این مطالب سر و کار نداریم. واسه همینم به نظرم باید یه جوری بازخورد بدن که بتونیم ازش استفاده کنیم. آگه فرض کنن که مطالب ترم قبل یادمونه و ما یادمون نباشه، بازخورد استاد فایده نداشته." مصاحبه‌شونده شماره ۹ نیز گفته است: "من خیلی وقتا وقتی استاد جوابمو می‌دن، حوصله ندارم اونو بررسی کنم چون یا خیلی جامع هست یا جواب منو دربر نمی‌گیره، برای همین برام مفید نیست."

ملاک و نشانگرهای کیفیت بازخورد کلاسی مربوط به عامل سوم در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵. ملاک و نشانگرهای کیفیت بازخورد کلاسی (عامل فنون ارائه بازخورد)

نشانگر	فراوانی	کد مصاحبه‌شونده‌ها	نشانگر	فراوانی	کد مصاحبه‌شونده‌ها
فن استفاده از بازخورد جمعی و انفرادی					
بازخورد انفرادی	۹	۴،۵،۱۳،۱۲،۱۷،۱۸،۲،۶ ،۳	مفید بودن بازخورد جمعی	۵	۹،۲،۱،۷،۴
بازخورد متفاوت با توجه به توانایی افراد	۵	۱۷،۱۶،۱،۴،۷،۲،۸ ،۵	بازخورد متنوع و متفاوت (برای همه یک روش بازخورد نباشد)	۴	۵ ،۷،۸،۱۰
بازخورد جمعی به شرط رعایت عدالت و انصاف	۹	۱۲،۱۳،۱،۴،۷	بازخورد گروهی در کار گروهی	۱	۹
فن استفاده از بازخورد مثبت و منفی					
مفید بودن بازخورد منفی	۵	۱۰،۷،۸،۱،۵	مفید بودن بازخورد مثبت به صورت کلی	۳	۴،۷،۸
ارائه بازخورد منفی در فضای خصوصی	۴	۵،۶،۳،۹	مفید بودن روش ساندویچی	۳	۲،۷،۸
ارائه بازخورد منفی تنها درباره عملکرد	۳	۱،۷،۲	ارائه بازخورد مثبت در هر دو فضای عمومی و خصوصی	۲	۶،۵
فن پرهیز از کلی‌گوئی و ارائه جزئیات					
پرهیز از کلی‌گویی (به دلیل ایجاد ابهام)	۴	۹،۱۴،۱۲،۸	جامع بودن پاسخ (پاسخ مفید و کامل دادن)	۴	۴،۹،۱۴،۷
دربرگیرنده پاسخ بودن	۴	۹،۷،۸،۱۳			

۴-۴. عامل چهارم: اثرگذاری

عامل اثرگذاری به تأثیر بازخورد استاد بر روی ابعاد مختلف دانشجو اشاره دارد. سه عنصر شناسایی‌شده برای این بخش به تأثیر بازخورد در رفتار دانشجو، تأثیر بر عواطف دانشجو و تأثیر بر ارزشیابی اشاره دارد. بررسی‌های به‌عمل‌آمده نشان می‌دهد که بازخورد استاد به دانشجو اثراتی بر رفتار او خواهد داشت. این شیوه اثرگذاری به‌گونه‌ای است که استاد، با درایت و تیزبینی در شیوه انجام بازخورد، می‌تواند زمینه‌ای را فراهم آورد تا اثرات مثبت بازخورد خود به دانشجو در حوزه‌های عاطفی و رفتاری دانشجو و همچنین در نتایج ارزشیابی نمایان و بیشینه شود. در ادامه به هر یک از این سه بخش پرداخته شده است.

۴-۴-۱. تأثیرگذاری بر رفتار دانشجو

رفتار، مجموعه‌ای از اعمال و حرکات درونی و بیرونی فرد است و شامل هر نوع عمل فرد می‌شود (Seif, 2011). چهار نشانگر برای این ملاک معرفی شده است: ۱- اصلاح شدن کار دانشجو ۲- مشاهده کردن اثرات بازخورد مثبت بر عملکرد دانشجو ۳- بازگشت مجدد دانشجو جهت دریافت بازخورد درباره سایر موارد ۴- اصلاح کردن رفتار اشتباه گذشته.

مصاحبه‌شونده شماره ۱۳ درباره این نشانگر گفته است: "می‌تونه از روی تغییری که اون دانشجو کرده، مثل منظم شدن یا دغدغه‌مند شدنش یا از روی سؤالاتی که می‌پرسه و طرز فکری که ازش عوض شده، متوجه تأثیر بازخورد بشه. همه اینها منوط به آینه که استاد با دانشجوش مدام حرف بزنه و تعامل داشته باشه. اگر بازخورد خوب و اصولی داده باشه، استاد این چیزا رو می‌تونه در دانشجو مشاهده کنه و نتیجه کار خودشو ببینه."

۴-۴-۲. تأثیرگذاری بر عواطف دانشجو

یکی از مواردی که شرکت‌کنندگان در مصاحبه، به آن اشاره کردند، تأثیر بازخورد و حرف استاد بر عواطف آنها بود. کدهایی که در این بخش قرار گرفته‌اند، عواطف و انگیزش دانشجویان را تحت تأثیر قرار می‌دهند. ترس از تخریب، افزایش اعتمادبه‌نفس و ترس از بازخورد گرفتن (عدم تمایل به دریافت بازخورد)، سه نشانگر شناسایی‌شده برای این ملاک هستند.

این نتایج همسو با پیشینه تجربی در سایر محیط های دانشجویی است. اثرات بازخورد باکیفیت، بر ایجاد جو روانی و فضای فیزیکی مناسب در مطالعات (Kerr., 2016; Johnson et al., 2021; Gamlem & Munthe., 2014) نیز مورد بررسی قرار گرفته است. نتیجه تحقیق حاضر در این مورد، در راستای تحقیقات پیشین است. شرکت‌کننده شماره ۱۳ در این باره گفته است: "استاد یه لحظه اون حرفو می‌زنه و می‌ره ولی دانشجو مدام با خودش مرور می‌کنه." مصاحبه‌شونده شماره ۱۵ نیز درباره این موضوع گفته است: "بعضی وقتا هم می‌بینی یه بار استاد میاد تخریب می‌کنه دانشجو رو، حالا شاید قصد استاد بد هم نباشه ولی اون دانشجو خیلی بهم می‌ریزه. می‌دونین الان دیگه خیلی از بچه‌ها انگیزه ندارن واسه درس خوندن. همه که با علاقه نیومدن این رشته. بعضیا فقط چون این رشته قبول شدن، اومدن یا به خاطر خونوادشون. اون وقت وقتی سر کلاس استاد بیاد و مثلاً با بازخوردش شخصیت اونو نشونه بگیره، خیلی بهم می‌ریزه. آگه یکم مشکل داشته باشه هم که دیگه بدتر. من این موضوعو تجربه کردم. وقتی استاد اومد منو تخریب کرد، واقعاً دفعه بعد دوست نداشتم ازش چیزی بپرسم چون می‌ترسیدم ناراحتم کنه و دیگه نتونم تا چند وقت برم سر جزوه استاد. خب استاد این اثرات رو تو دانشجوها می‌تونه ببینه آگه دقت کنه و براش مهم باشه. به نظرم هیچکی حق نداره بقیه رو این جوری تخریب کنه. همه مشکلات خاص خودشونو دارن." مصاحبه‌شونده شماره ۱۰ درباره اعتمادبه‌نفس چنین گفته

است: "یه دوستی دارم خیلی خجالتیه ولی درسش خوبه. استاد ازش خواست جواب سؤالات امتحان رو برای بچه‌ها حل کنه. ما بعد اون ماجرا، متوجه تغییرات دوستم بودیم. اونی که سر هیچ کلاسی حرف نمی‌زد، اینجا سؤال می‌پرسید. البته هنوزم سر بقیه کلاس‌ها خیلی ساکته ولی بازم به نظرم، کار استاد خیلی ارزشمند بود."

۴-۴-۳. تأثیر بازخورد بر ارزشیابی

آن دسته از مواردی که باعث تأثیر مثبت، منفی یا بی‌تأثیر بودن بازخورد بر ارزشیابی می‌شوند، تحت عنوان تأثیر بازخورد بر ارزشیابی آورده شده است. چهار نشانگر مفید بودن ارزشیابی تکوینی، به شرط دادن جواب، مفید نبودن ارزشیابی پایانی، انجام ارزشیابی صحیح، شناخت دانشجو با انجام ارزشیابی آغازین توسط استادان، معرفی شدند. سه نشانگر به عوامل مؤثر و یک نشانگر به عنوان عامل غیرمؤثر معرفی شدند.

روایت‌های مصاحبه‌شوندگان، جهت بازنمایی در ادامه آمده است:

مصاحبه‌شونده شماره ۲ می‌گوید: "به نظرم تنها کمک ارزشیابی پایانی آینه که قبلش می‌خونیم. من به شخصه هیچ وقتم نفهمیدم چکار کردم که نمرم کم شده." این در حالی بود که مصاحبه‌شوندگان درباره ارزشیابی تکوینی نظر متفاوتی داشتند. مصاحبه‌شونده شماره ۱۶ در این باره گفته است: " اون درسایی که در طول‌ترم کوئیز می‌دیم، خیلی بهمون کمک می‌کنه. مخصوصاً آگه جوابشم بعد امتحان بهمون بدن. بعضی وقتا دستیار استاد این کارو می‌کنه ولی خود استادا وقت نمی‌کنن." مصاحبه‌شونده شماره ۲ درباره ارزشیابی آغازین گفته است: " استاد در شروع ترم می‌تونه با یه آزمون، خودش ما رو بشناسه. با این کار می‌تونه سطح ما رو بفهمه و بر اساس دانش ما بهمون بازخورد بده. به نظرم این جوری، ما هم بهتر می‌تونیم بهره ببریم چون وقتی بهمون درست و بر اساس علم خودمون بازخورد بده، نتیجه آزمونای بعدیمون بهتر می‌شه."

ملاک و نشانگرهای کیفیت بازخورد کلاسی مربوط به عامل چهار در جدول ۶ آمده است.

جدول ۶. ملاک و نشانگرهای کیفیت بازخورد کلاسی (عامل اثرگذاری)

نشانگر	فراوانی	کد مصاحبه‌شونده‌ها	نشانگر	فراوانی	کد مصاحبه‌شونده‌ها
تأثیر بر رفتار دانشجو					
اصلاح کار	۸	۴، ۵، ۱، ۹، ۷، ۸، ۱۳، ۱۰، ۲	بازگشت مجدد جهت دریافت بازخورد	۵	۵، ۴، ۱، ۱۰
مشاهده اثرات مثبت بازخورد بر عملکرد	۵	۴، ۵، ۸، ۱، ۱۰	اصلاح رفتار	۲	۸، ۷

ادامه جدول ۶

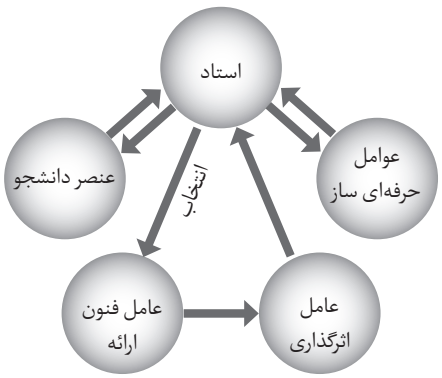
تأثیر بر عواطف دانشجو					
ترس از تخریب	۴	۳،۵،۹،۶	ترس از بازخورد گرفتن (عدم تمایل به دریافت بازخورد)	۲	۳،۵،۱
افزایش اعتمادبه‌نفس	۳	۳،۵،۱۰			
تأثیرگذاری بر ارزشیابی					
مفیدبودن ارزشیابی تکوینی به شرط دادن جواب	۷	۴،۵،۹،۱۰،۱۱،۱۴،۱	ارزشیابی صحیح	۳	۱۴،۱۲،۱۳
مفید نبودن ارزشیابی پایانی به علت ندیدن جواب	۶	۷،۹،۴،۵،۱،۱۴	شناخت دانشجو با ارزشیابی آغازین	۱	۳

ملاک‌های به‌دست‌آمده از این مطالعه، چند وجه از بازخورد را نمایان ساخت. اولین آنها که مهم‌ترین آنها نیز شناخته شد، این است که همه اجزا در خدمت عناصر هسته‌ای هستند. در واقع قدرت عناصر هسته‌ای (استاد، دانشجو) تعیین‌کننده موارد دیگر است و آنها هستند که تعیین می‌کنند، کدام فن مناسب آنهاست و کدام باید کنار گذاشته یا جایگزین شود. کما اینکه فن کنار گذاشته شده در شرایط تغییر عناصر هسته‌ای، ممکن است به کار آید.

دوم: برای اینکه نظام هسته‌ای از هم نپاشد، حداقل نیرویی لازم است که از طریق عوامل حرفه‌ای‌ساز تأمین می‌شود و اگر به هر دلیل این نیرو تضعیف شود (مثلاً با دانش پایین راجع به نحوه بازخورد دادن، رعایت نکردن اصول، عدم رعایت شفافیت یا رعایت شفافیت ولی مناسب نبودن آن برای مخاطب)، امکان برهم خوردن تعادل هسته و از بین رفتن نظام بازخوردی وجود دارد. این نیرو از یک سو به استاد و دانشجو (عوامل درون‌هسته) و از یک‌سو به عوامل خارج از هسته (عوامل حرفه‌ای‌ساز، فنون و بررسی اثرگذاری) مرتبط است و تقویت نیرو، با هر دوی اینها ممکن است و در صورت تقویت نیرو، چیزی که اتفاق می‌افتد، تبدیل هسته اولیه به هسته‌ای قدرتمندتر است که نزدیک شدن به هدف را به دنبال خواهد داشت.

مصاحبه با دانشجویان نشان داد که فنون ارائه، می‌تواند با توجه به قدرت رابطه و نوع رابطه استاد و دانشجو، تغییر کند. مثلاً فن ساندویچی برای تعداد زیادی از دانشجویان، می‌تواند خوشایند باشد ولی استاد، با توجه به نوع رابطه‌ای که با دانشجو دارد و با توجه به شناختش از دانشجو، می‌تواند از آن استفاده کند یا از فنی دیگر به جای آن بهره ببرد. چنین برهم‌کنش‌هایی درباره سایر فنون نیز صادق است. با توجه به دو عنصر استاد و دانشجو در برخی مواقع، بازخورد مثبت، می‌تواند مناسب شناخته شود و در برخی مواقع، فن بازخورد منفی مناسب‌تر باشد. این دسته از عوامل مانند ابزارهای در دسترس برای استاد فرض شده است تا در مواقع لزوم، از آن چه نیاز دارد کمک بگیرد.

عامل چهارم، ابزارهایی هستند که استاد از آنها بهره می‌برد تا دریابد از ابزار درستی برای بازخورد دادن (عامل سوم) استفاده کرده یا نه. به عنوان مثال، اگر ابزار مرحله سوم به درستی انتخاب شده باشد، اثرات آن در ارزشیابی نمودار و تأثیر آن بر عملکرد و عواطف دانشجو مثبت خواهد بود. این نکته قابل توجه بود که تأثیر مثبت بر عملکرد و عواطف دانشجو بر رابطه دانشجو و استاد اثر دارد. مصاحبه‌شونده شماره ۳ در این باره گفته است: "من وقتی می‌بینم نتیجه بازخورد استاد کمک کرده که نمره بهتری بگیرم، برای بقیه سؤالاتم هم تشویق می‌شم و سؤال می‌پرسم. کلاً استادی که پاسخگو باشد و درست هدایتم کند، به نظرم خیلی جذابه." به نظر می‌رسد این موضوع باعث محکم‌تر شدن قدرت هسته، رشد مجموعه و بهبود یادگیری و همچنین بهبود نظام آموزش را منجر شود. روابط بین عوامل کیفیت بازخورد، در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. نحوه ارتباط عامل‌های کیفیت بازخورد استاد به دانشجو با یکدیگر و با استاد

چنانچه در شکل آمده است، استاد برای انتخاب یک فن برای ارائه بازخورد باکیفیت، از یک‌سو باید اثرات برجای‌مانده از بازخوردهای قبلی‌اش (نتایج ارزشیابی از دانشجویان و اثرات برجای‌مانده از بازخوردهای قبلی بر روان و عملکرد دانشجو) را در نظر بگیرد و از سوی دیگر باید ملاحظه عنصر دانشجو و عوامل حرفه‌ای‌ساز را نیز بکند. نام این عواملی که به تصمیم‌گیری استاد در انتخاب فن ارائه کمک می‌کنند، عوامل تصمیم‌ساز گذاشته شد. استاد پس از درنظر گرفتن عوامل تصمیم‌ساز با انتخاب فن ارائه در فاز بعدی کارش، باید اثرگذاری بازخورد را با توجه به فنی که برای ارائه برگزیده است، بررسی نماید. تکرار این فرایند و بازبینی مدام، به کیفیت بازخورد استاد کمک می‌کند.

این مطالعه با هدف تدوین نظام نشانگرهای سنجش کیفیت بازخورد از منظر دانشجویان دانشکدگان فنی دانشگاه تهران انجام شد و تلاش گردید، زمینه بازاندیشی و بهبود کیفیت ارائه بازخورد استادان به دانشجویان فراهم شود. از مهم‌ترین ارزش‌افزوده‌های این مطالعه، می‌توان به ایجاد زمینه ورود مبانی نظری کیفیت ارائه بازخورد و اثرات آن بر عملکرد دانشجویان در دانشکدگان فنی و مهندسی

اشاره کرد. بررسی دقیق نظرات مصاحبه‌شوندگان به شناسایی ۱۰۰ نشانگر و دسته‌بندی آن در قالب ۱۲ ملاک و چهار عامل عناصر هسته‌ای، عوامل حرفه‌ای‌ساز، فنون ارائه بازخورد و اثرگذاری بازخورد منتج گردید. این یافته‌ها با بخشی از مطالعات جانسون و همکاران (Johnson et al., 2021) که موفق به شناسایی پنج حوزه تنظیم صحنه، تحلیل عملکرد، بهبود برنامه‌ریزی‌ها، پرورش عاملیت یادگیرنده و تقویت ایمنی روانی شده بود، همسو است. همچنین نتایج مطالعه حاضر با بخشی از نتایج مطالعه پالوس و ماهونی (Poulos & Mahony, 2008)، نیز شباهت‌هایی دارد. آن‌ها درک بازخورد، تأثیر بازخورد و اعتبار بازخورد را به عنوان سه بُعد کلیدی بازخورد باکیفیت، معرفی کرده‌اند. هر سه بعد، آن چه را که مطالعه حاضر در بخش عناصر هسته‌ای، فنون ارائه بازخورد و اثرگذاری معرفی کرده است، تأیید می‌کند. نتایج مصاحبه‌ها بیانگر این بود که استاد با استفاده به‌موقع از آن چه می‌داند، تیزبینی و بینایی، گوش شنوا، درایت، درک شرایط، بهره بردن از عوامل حرفه‌ای‌ساز معرفی شده است و با بهره‌گیری از فنونی مناسب می‌تواند بازخوردی ارائه دهد که تأثیر به سزایی در پیشرفت دانشجو داشته باشد.

مطالعه انجام‌شده توسط شاهوردی و همکاران (Shahverdi et al., 2023) تنها از یک بعد تعامل به یافته‌های مطالعه حاضر نزدیک بود که در این شرایط می‌توان گفت، مطالعه حاضر جامع‌تر از آن و البته همسو با نتایج آن است اما نزدیک‌ترین مطالعه داخلی به پژوهش حاضر، مربوط به مطالعه انتهایی و همکاران (Entehaie Arani et al., 2021) است. آن‌ها پنج مقوله اصلی بهبود یادگیری در هنگام تدریس، خودراهبردی در یادگیری، هم راهبردی دانش‌آموز در یادگیری، درگیرسازی والدین و آشکارسازی از یادگیری را شناسایی کردند. اگر چه این مطالعه به لحاظ جامعه مورد مطالعه متفاوت از مطالعه ماست ولی نتایج آنها، شباهت‌هایی را با نتایج این مطالعه داشته و از این منظر قابل بررسی است. نتایج مصاحبه‌های انجام‌شده در تحقیق حاضر نشان داد که دانشجویان تحصیلات تکمیلی برای یادگیری از روش‌های خودراهبردی استفاده می‌کنند ولی دانشجویان دوره کارشناسی، هیچ‌کدام به این موضوع اشاره نداشتند و تمایل به دریافت بازخورد کامل از استاد داشتند. مصاحبه‌شونده شماره ۷ یک دانشجو دوره دکتری بود و درباره این موضوع گفته است: "ما با عدد و فرمول سروکار داریم. کسی که نمرش کم بشه، نخونده. می‌گه آگه بلد نیستم، باید بخونم. تهش آینه که کتاب کنارم هست و ازش استفاده می‌کنم." این دیدگاه اگر چه در ظاهر نشان‌دهنده این بود که از فن خودراهبردی استفاده کرده است اما نتایج کل مصاحبه با همین فرد، بیانگر ناامیدی فرد از دریافت بازخورد درست از سمت استاد بوده و اگر چه به سمت خودراهبردی تمایل داشته است ولی این خودراهبردی، به دلیل بازخورد صحیح استاد به دانشجو نبوده است. در واقع راهکاری جایگزین برای بازخورد ناکافی استاد بوده است. به نظر می‌رسد یکی از نقص‌های نظام بازخورددهی در دانشکدگان فنی و مهندسی همین باشد. آن چه فضای مصاحبه‌ها نشان می‌داد، دلسردی و ناامیدی از بازخورد گرفتن بود که البته ماهیت دروس فنی و مهندسی در این امر بی‌تأثیر نبود. صفر و یکی بودن بسیار به چشم می‌آمد و به نظر می‌رسد، یکی از

دلایلی که دانشجویان از گرفتن بازخورد و حتی پرسش از استاد درباره مطلب درسی ابا داشتند، همین موضوع بود. مثلاً مصاحبه‌شونده شماره ۷ گفته است: "درسای ما پارامتریک هستند. می‌گیم خب کار کردیم، جواب این شده، حالا یا درسته یا غلطه. آگه غلطه، خب می‌ریم از یه جایی جوابشو می‌بینیم دیگه. استاد بیشتر از این وقت نداره بهمون توضیح بده."

همان طور که مشهود است، علاوه بر اینکه استاد به درستی و جامعیت پاسخگو نیست، تعامل استاد و دانشجو و همچنین نقش دانشجو نیز بسیار کم‌رنگ است و البته تعامل، نیازی است که در مصاحبه‌ها دانشجویان به آن اشاره و مطالعات قبلی نیز تأیید کرده‌اند (Gamlem & Munthe, 2014). ملاک‌های به‌دست‌آمده از مصاحبه‌ها، برای *عامل عناصر هسته‌ای* بیانگر این بودند که استاد باید علاوه بر جایگاه علمی بالا، در مورد مهارت‌هایی برای بازخورد دادن، آموزش ببیند. ولی نباید روی دیگر سکه که همان نقش دانشجو در کیفیت بازخورد استاد است، نادیده گرفته شود. نتایج مطالعه حاضر با مطالعات ماسون (Mason et al., 2020) در زمینه نیاز مربیان به دوره‌های آموزشی برای بازخورد، همخوانی دارد.

در *عامل فنون ارائه*، روش‌هایی که مورد نظر دانشجویان بود، شناسایی و گنجانده شد. روش‌های معرفی‌شده توسط دانشجویان، با نتایج برخی از مطالعات همخوانی دارد. بازخورد جامع و صحیح در مطالعه باتلر (Butler et al., 2013) و فن ساندویچی در مطالعه ماسون (Mason et al., 2020)، بررسی شده است. اگر چه این مدل به نظر برخی مطالعات، بر عملکرد بعدی دانشجو بی‌تأثیر است ولی در بیشتر مطالعات، مانند مطالعه پارکز (Parkes, 2013)، تأیید شده است که می‌تواند باعث شود بازخورد نامطلوب، توسط دانشجویان نادیده گرفته شود. فنون بازخورد مثبت و منفی در مطالعات بسیاری، من‌جمله مطالعه لی و مطالعه ویور (Li etal, 2016; Weaver, 2006) بررسی شده است. شارتل (Schartel et al., 2012) می‌گوید: بازخورد منفی، زمانی که با خودارزیابی یادگیرنده مغایرت داشته باشد، ممکن است پاسخ‌های احساسی خیلی قوی را القا کند و این موضوع ممکن است منجر به رد شدن بازخورد، از سوی دریافت‌کننده آن شود. نتایج مصاحبه‌ها نشان داد که دانشجویان اگر چه برای پیشرفت کارشان، بازخورد گرفتن را (چه مثبت و چه منفی) مفیدتر از بازخورد نگرفتن می‌دانستند، منتها عموماً از بازخورد منفی در جمع، به دلایلی مانند خجالت‌زده شدن در مقابل سایر دانشجویان و ایجاد این حس در هم‌کلاسی‌هایشان که او دانشجوی خوبی نیست، استقبال نمی‌کردند. از طرفی بازخوردهایی که خیلی کلی یا مبهم باشند، فاقد راهنمایی باشند (تأکید به مسائل غیرعلمی مثل پوشش)، متمرکز روی نکات منفی باشند یا با معیارهای ارزیابی، ارتباط نداشته باشند نیز، به عنوان بازخوردهای نامطلوب شناخته شدند. این نتایج، با نتایج مطالعه ویور (Weaver, 2006) همسو است.

برای عامل اثرگذاری، سه ملاک شناسایی شد. اول، تأثیر بازخورد مؤثر در رفتار دانشجو، دوم تأثیر بازخورد استاد بر روان دانشجو و سوم تأثیر بازخورد بر ارزشیابی. افرادی مانند (Alsahafi, 2022;

(Nichol, 2008; Wullschleger, 2020; Johnson, 2016) در مطالعه‌شان به این عناصر پرداخته‌اند و نتایج تحقیق حاضر ،در راستای نتایج تحقیق آنها است.

به موضوع *ارزشیابی* در مطالعات بازخوردی، بسیار پراکنده پرداخته شده است. مطالعه پیشینه نظری در زمینه ارزشیابی، بیانگر تغییر افق دید محققان است و به این نکته اشاره دارد که ارزشیابی یادگیری، به ارزشیابی برای یادگیری تغییر جهت داده است (baniasadi et al., 2021). در این مطالعه عنصر ارزشیابی از منظر دانشجویان مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن است که ارزشیابی پایانی، هیچ جایگاه کمک‌کننده‌ای در بازخورد استادان این دانشکدگان ندارد. در واقع استادان از شواهد حاصل از ارزشیابی پایانی، برای بهبود عملکرد دانش‌آموزان خود به‌صورت فردی استفاده نمی‌کنند. ارزشیابی آغازین، به عنوان راهی برای شناخت دانشجو توسط استادان معرفی گردید اما ارزشیابی تکوینی، با رعایت این شرایط مفید شناخته شد: ۱- سؤالات پس از آزمون بررسی شود. ۲- جواب‌ها در اختیار دانشجویان قرار گیرد. ۳- از نتایج آن هم در نمره نهایی استفاده شود. با این اوصاف در این مطالعه، یکی از ملاک‌های غیرقابل چشم‌پوشی و کلیدی در مبحث کیفیت بازخورد، ارزشیابی تکوینی تشخیص داده شد. با این توضیح که از نتایج آن در شناسایی مشکلات بهره گرفته و به وسیله آن، خطاهای احتمالی شناسایی و از کج‌فهمی‌ها جلوگیری شود. آن چه نتایج نشان داد، بیانگر این بود که استاد و دانشجو هر دو به وسیله ارزشیابی اصولی می‌توانند به نقاط قوت و نقاط قابل بهبود (ضعف) کار خود پی ببرند. استاد به وسیله ارزشیابی می‌تواند متوجه شود که آیا دانشجو بازخورد را درست دریافت کرده است؟ آیا بازخوردش باعث شده است که دانشجو بتواند به خودش کمک کند؟ و آیا می‌تواند گام‌های درست بردارد؟

۵. نتیجه‌گیری

به طور کلی ملاک‌های به‌دست‌آمده در این مطالعه، چند موضوع را روشن می‌سازد. *اول*: هرگز نمی‌توان گفت یک بازخورد باکیفیت، تنها به استاد مربوط می‌شود. در واقع بازخورد، یک *فرایند دوطرفه* است که دانشجو و استاد توأمان در آن نقش دارند. این یافته با نتایج حاصل از مطالعه ماسون و همکاران و اورسموند و همکاران (Mason et al., 2020 ; Orsmond et al., 2013) هم‌راستا است. فرایندی بودن بازخورد، طبق تعریف ما، گام‌به‌گام پیش رفتن تا رسیدن به مقصد است. *دوم: چندبر بودن استاد به لحاظ توانایی علمی و مهارتی و شخصیتی* برای ارائه بازخورد باکیفیت اهمیت زیادی دارد. در واقع استاد باید به تمام زوایای بازخورد آشنا باشد، عناصر مربوط را بشناسد، روش‌های مناسب را به کار بندد و تحلیلی مناسب از اوضاع داشته باشد. *سوم: چندسطحی بودن* آن است که در سه حالت نمایان بود: ۱- سطح دوره تحصیلی ۲- سطح کلاس درس ۳- سطح فرد. دانشجویان کارشناسی، نوعی از بازخورد و دانشجویان تحصیلات تکمیلی، شیوه دیگری را می‌پسندیدند. هر کلاسی با توجه به سطح دانشجویان

کلاس، بازخورد متناسب با خودش را می‌طلبد و در بازخوردهای انفرادی، سطح فرد تعیین‌کننده سطح بازخوردی است که استاد ارائه می‌دهد و این هنر استاد است که با در نظر گرفتن شرایط و با علم کافی، شیوه درست را به کار بندد. این موضوع در مطالعه ولشلگر و همکاران (Wullschleger et al., 2020) بررسی و تأیید شده است. *چهارم*: برایند سه مورد قبلی نشان داد که *بازخورد باکیفیت، انعطاف‌طلب است*. با توجه به دانشجو، استاد باید نوع بازخوردش را تغییر دهد. این موضوع شخصیت منعطف استاد، علم بالای او و ظرفیت بالای دانشجو (به منظور درک بازخورد، در هنگام ارائه بازخورد متفاوت) را می‌طلبد.

با این تفاسیر اساتید باید در زمینه بازخورد، به چند مورد توجه ویژه‌ای داشته باشند:

- فرایندهای بازخوردی را مشارکت بین استاد و دانشجو در نظر بگیرند.
- از ظرفیت شگرف گفتگوی مؤثر برای تعامل بهتر با دانشجویان، حمایت، نزدیک بودن و حساسیت را در اشتراک‌گذاری بازخورد، مورد توجه قرار دهند.
- برای جبران وقت کم، از فضای مجازی استفاده شود تا بازخورد، با کمترین تأخیر به دست دانشجویان برسد.
- با آگاهی از ویژگی‌های شخصیتی خود و دیگران، با درک عمیق‌تر بازخورد بدهند.
- از ارزشیابی تکوینی و بازخوردهای مبتنی بر به‌گونه‌ای مستمر و شفاف استفاده شود.
- از ابزارهای در دسترس، برای بهبود کیفیت بازخورد استفاده کنند.
- در آخر، هنر معلمی‌شان را با علم درآمیزند تا بتوانند بازخوردی مناسب ارائه دهند.

با آگاهی از نقش کلیدی استاد در ارائه بازخورد باکیفیت، هرگز نباید نقش دانشجو را نادیده گرفت. زیرا در نهایت دانشجوست که تصمیم می‌گیرد چگونه از بازخورد استفاده کند.

اگر چه این مطالعه در بافت دانشکدگان فنی دانشگاه تهران انجام شد اما به نظر می‌رسد، امکان انتقال بخشی از این یافته‌ها به سایر محیط‌های مشابه با محیط پژوهش فراهم باشد. محدودیت بعدی، مربوط به جنس رشته‌های دانشکدگان فنی بود. با توجه به ماهیت این رشته‌ها، دانشجویان تمایل کمتری به صحبت‌کردن داشتند و یافتن دانشجویانی که بتوانند به محققان در این زمینه یاری رسانند، کار آسانی نبود. چندسطحی بودن رشته‌های این دانشکدگان، مسئله بعدی بود. مواجهه با رشته‌هایی که به لحاظ صفر و یکی بودن، در یک سطح نبودند، چالشی برای اشباع مصاحبه‌ها بود. مسئله فرهنگ در سازمان‌ها و دانشکده‌های متفاوت نیز نباید به دست فراموشی سپرده شود زیرا این موضوع می‌تواند در نتایج به‌دست‌آمده از مطالعات، دخالت داشته باشد. این مطالعه، با توجه به محدودیت‌های مذکور، پیشنهادهای زیر را ارائه می‌دهد:

پیشنهاد می‌شود با توجه به اهمیت نقش دانشجو، در تحقیقات بعدی به موضوعات مؤلفه‌های

دریافت بازخورد و سواد دریافت بازخورد توسط دانشجو پرداخته شود. به نظر می‌رسد استفاده از برنامه توسعه سواد بازخورد در برنامه درسی دانشجویان و یا استادان در بدو استخدام بتواند به بهبود کیفیت بازخورد کمک کند. استفاده از برنامه‌های هوش مصنوعی، مانند برنامه نوشتاری AI یا برنامه مربیگری شخصی‌شده (Personalized coaching) نیز ممکن است بتواند مفید باشد.

به نظر می‌رسد، استفاده از فرایند راهبردی کردن (Mentoring) نیز بتواند در ارتقای فرهنگ صحیح کیفیت ارائه بازخوردها کمک‌کننده باشد. بدین صورت که استادانی که مبتنی بر ارزشیابی‌های انجام‌شده، امتیاز کمتری در زمینه بازخورد باکیفیت دریافت کرده‌اند، به عنوان رهرو (Mentee) مدتی زیر نظر افرادی که از تجربه کافی (Mentor) و امتیاز بالاتر در ارائه بازخورد باکیفیت برخوردارند، کار کنند.

سپاسگزاری

از کلیه دانشجویان دانشکدگان فنی و مهندسی شرکت‌کننده در مصاحبه که در رسیدن ما به هدف تحقیق یاریگر ما بودند، کمال تشکر را داریم.

References

- Abaszadeh, A., Ghasemi, A., Heirani, A., & Nabavi Nik M. (2020). Effect feedback after good and poor trials on learning and error detection ability children in dart throwing skill. *Research in Sports Management and Movement Behavior,* 10 (19), 92-104. [in Persian].
- Aggarwal, M., Singh, S., Sharma, A., Singh, P., & Bansal, P. (2016). Impact of structured verbal feedback module in medical education: A questionnaire-and test score-based analysis. *International Journal of Applied and Basic Medical Research*, 6(3), 220-225.
- Agricola, B. T., Prins, F. J., & Sluijsmans, D. M. (2020). Impact of feedback request forms and verbal feedback on higher education students' feedback perception, self-efficacy, and motivation. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 27(1), 6-25.
- Alsahafi, A., Ling, D. L. X., Newell, M., & Kropmans, T. (2022). A systematic review of effective quality feedback measurement tools used in clinical skills assessment. *MedEdPublish*, 12(11), 1-15.
- Azarpikan, A., & Taheri, H. (2014). The effect of trainers' experience on the quality of additional feedback in teaching a movement skill. *Journal of Sport Management and Motor Behavior*, 11(21). 57-64. [in Persian].
- Bardach, L., Klassen, R. M., Durksen, T. L., Rushby, J. V., Bostwick, K. C., & Sheridan, L. (2021). The power of feedback and reflection: Testing an online scenario-based learning intervention for student teachers. *Computers & Education*, 169, 104194.
- Baniasadi, A., & Salehi, K. (2019). Introduction on the principles and process of construction and validation of the interview Protocol. *Higher Education Letter*, 12(46), 177-203.
- Baniasadi, A., Salehi, K., Khodaie, E., Bagheri Noaparast, K., & Izanloo, B. (2022). Fairness in classroom assessment: A systematic review. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 1-19.
- Bloxham, S., & Campbell, L. (2010). Generating dialogue in assessment feedback: Exploring the use of interactive cover sheets. *Assessment & Evaluation in Higher Education,* 35(3), 291-300.
- Boud, D., & Molloy, E. (2013). Rethinking models of feedback for learning: the challenge of design. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 38(6), 698-712. https://doi.org/10.1080/02602938.2012.691462.
- Brooks, C., Burton, R., van der Kleij, F., Carroll, A., Olave, K., & Hattie, J. (2021). From fixing the work to

improving the learner: An initial evaluation of a professional learning intervention using a new student-centred feedback model. *Studies in Educational Evaluation*, 68, 100943.

- Butler, A. C., Godbole, N., & Marsh, E. J. (2013). Explanation feedback is better than correct answer feedback for promoting transfer of learning. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 290-298.
- Carless, D. (2019). Feedback loops and the longer-term: towards feedback spirals. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 44(5), 705-714.
- Carless, D., & Boud, D. (2018). The development of student feedback literacy: enabling uptake of feedback. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 43(8), 1315-1325.
- Cavalcanti, A. P., de Mello, R. F. L., Rolim, V., André, M., Freitas, F., & Gaševic, D. (2019). An analysis of the use of good feedback practices in online learning courses. In *2019 IEEE 19th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* Vol. 2161, pp. 153-157. IEEE.
- Chawla, N., Gabriel, A. S., Dahling, J. J., & Patel, K. (2016). Feedback dynamics are critical to improving performance management systems. *Industrial and Organizational Psychology*, 9(2), 260-266.
- Clynes, M., Raftery, S. (2008). Feedback: An essential element of student learning in clinical practice. Nurse education in practice. *Nurse Education in Practice*, 8(6), 405-11.
- Dawson, P., Henderson, M., Mahoney, P., Phillips, M., Ryan, T., Boud, D., & Molloy, E. (2019). What makes for effective feedback: Staff and student perspectives. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, *44*(1), 25-36. DOI 10.1186/s12909-016-0613-5.
- Drews, R., Pacheco, M. M., Bastos, F. H., & Tani, G. (2021). Effects of normative feedback on motor learning are dependent on the frequency of knowledge of results. *Psychology of Sport and Exercise*, 55, 101950.
- Entehaie Arani., A. Vasefian., F. Hassani., M., & Gholtash., A. (2021). Living experience of the elementary teachers regarding the feedback components in the descriptive qualitative evaluation. *Research in Curriculum Planning*, 2(69), 78-93. [in Persian].
- Fawzi, H. M., & Mohamad, M. (2020). Medal and mission feedback in ESL classrooms: A literature review. *Creative Education*, 11(12), 2529.
- Gamlem, S. M., & Munthe, E. (2014). Mapping the quality of feedback to support students' learning in lower secondary classrooms. *Cambridge Journal of Education*, 44(1), 75-92.
- Gholizadeh, H., Zabihi, R., & Mirzamani, S. M. (2021). The mediating role of teacher's effective feedback in the relationship between teaching methods and students' progress motivation, Islamic Azad University, Islamshahr branch. *Journal of Innovation Management and Organizational Behavior*, 1(2), 53-72. [in Persian].
- Ghorbankhani, M., Salehi, K., & Moghaddam Zadeh, A. (2020). Construction of a standardized questionnaire to detect the pseudo evaluation in elementary schools. *Journal of Educational Sciences*, 27(2), 91-116. [in Persian].
- Ghorbankhani, M., Salehi, K., & Ali Moghaddam Zadeh, A. (2020). The consequences of the formation of pseudo evaluation culture in elementary schools: A phenomenological approach. *Educational and Scholastic Studies,* 10(2), 261-297. [in Persian].
- Gjedrem, W. G. (2018). Relative performance feedback: Effective or dismaying? *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 74, 1-16.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, *77*(1), 81-112.
- Haughney, K., Wakeman, S., & Hart, L. (2020). Quality of feedback in higher education: A review of literature. *Education Sciences*, 10(3), 60.
- Heidari, T., Kariman, N., Heidari, Z., & Amirifarahani, L. (2010). Comparison effects of feedback lecture and conventional lecture method on learning and quality of teaching. *Journal of Arak University of Medical Science*, 12(4), 34-43. [In Persian].
- Hyland, K. (2019). 14 What messages do students take from teacher feedback?. *Feedback in Second Language Writing: Contexts and Issues*, 265.
- Iraj, H., Fudge, A., Faulkner, M., Pardo, A., & Kovanović, V. (2020, March). Understanding students' engagement with personalised feedback messages. *Proceedings of the Tenth International Conference on Learning Analytics &*

Knowledge. 438-447.

- Ismail, N., Maulan, S., & Hasan, N. H. (2008). The impact of teacher feedback on ESL students' writing performance. *Academic Journal of Social Studies*, 8(1), 45-54.
- Johnson, C. E., Keating, J. L., Boud, D. J., Dalton, M., Kiegaldie, D., Hay, M.,... & Molloy, E. K. (2016). Identifying educator behaviours for high quality verbal feedback in health professions education: literature review and expert refinement. *BMC Medical Education*, 16, 1-11.
- Johnson, C. E., Keating, J. L., Leech, M., Congdon, P., Kent, F., Farlie, M. K., & Molloy, E. K. (2021). Development of the feedback quality instrument: a guide for health professional educators in fostering learner-centered discussions. *BMC Medical Education*, 21, 1-17.
- Johnson, C. E., Weerasuria, M. P., & Keating, J. L. (2020). Effect of face-to-face verbal feedback compared with no or alternative feedback on the objective workplace task performance of health professionals: A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 10(3), e030672.
- Kannappan, A., Yip, D. T., Lodhia, N. A., Morton, J., & Lau, J. N. (2012). The effect of positive and negative verbal feedback on surgical skills performance and motivation. *Journal of Surgical Education*, 69(6), 798-801.
- Kerr, K. (2017). Exploring student perceptions of verbal feedback. *Research Papers in Education*, 32(4), 444-462.
- Kluger, A. N., & DeNisi, A. (1996). The effects of feedback interventions on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory. *Psychological Bulletin*, 119(2), 254-284.
- Leng, K. T. P., Kumar, V., & Abdullah, M. H. (2013). Written feedback on ESL student writers' academic essays. *Pertanika Journal of Social Sciences & Humanities*, 21(2).
- Li, N., Cao, Y. M., & Mok, I. A. C. (2016). A framework for teacher verbal feedback: Lessons from Chinese mathematics classrooms. *EURASIA: Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(9), 2465-2480.
- Li, F., & Curdt-Christiansen, X. L. (2020). Teacher feedback in UK higher education: Affective and cognitive perceptions of Chinese postgraduate students. *International Journal of Educational Research*, 104, 101674.
- Luft, C. D. B. (2014). Learning from feedback: The neural mechanisms of feedback processing facilitating better performance. *Behavioural Brain Research*, 261, 356-368.
- MacDonald, R. B. (1991). Developmental students' processing of teacher feedback in composition instruction. *Review of Research in Developmental Education*, 8(5), n5.
- Mack, L. (2009). Issues and Dilemmas: What conditions are necessary for effective teacher written feedback for ESL Learners. *Polyglossia,* 16, 33-39.
- Marzban, A., & Mansouri Qadikolaei, F. (2023). The impact of peer corrective feedback on extroverted and introverted Iranian elementary L2 learners' reading comprehension. *Journal of Modern Research in English Language Studies*, 10(4), 87-111. DOI: 10.30479/jmrels.2023.17541.2095. [in Persian].
- *Mason, R. J., Farrow, D., & Hattie*, J. A. (2020). Sports coaches' knowledge and beliefs about the provision, reception, and evaluation of verbal feedback. *Frontiers in Psychology*, 11, 571552.
- Mellati, M., Alavi, S.M., & Dashtestani, M. (2022). Reduction of errors in writing assignments: A comparison of the impact of peer, teacher, and mixed feedback, *Iranian Journal of English for Academic Purposes*, 10(4), 152-166. [in Persian].
- Miller, T. (2009). Formative computer-based assessment in higher education: The effectiveness of feedback in supporting student learning. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34(2), 181-192.
- Mohammadi Giv, M., & Bafande, A. R. (2016). Comparison of the results of teaching quality evaluation by students, teacher's expectation from the evaluation score and teacher's self-evaluation of teaching quality. *New Research in Human Sciences*, 9(2), 107-140. [in Persian].
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative assessment and self-regulated learning: A model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199-218.
- Orsmond, P., & Merry, S. (2011). Feedback alignment: effective and ineffective links between tutors' and students' understanding of coursework feedback. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 36(2), 125-136.

- Orsmond, P., Maw, S. J., Park, J. R., Gomez, S., & Crook, A. C. (2013). Moving feedback forward: Theory to practice. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 38(2), 240-252.
- Pakar, El., & Hashemi, M. Reza. (2010). Analyzing the feedback and comments of translation teachers on students' translation. *Translation Studies*. 30(37). [in Persian].
- Panadero, E., & Lipnevich, A. A. (2022). A review of feedback models and typologies: Towards an integrative model of feedback elements. *Educational Research Review*, 35, 100416.
- Parkes, J., Abercrombie, S., & McCarty, T. (2013). Feedback sandwiches affect perceptions but not performance. *Advances in Health Sciences Education*, 18(3), 397-407.
- Poulos, A., & Mahony, M. J. (2008). Effectiveness of feedback: The student's perspective. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 33(2), 143-154.
- Razavi, A. (2017). Three Components of descriptive evaluation: Feedback, self-assessment, and peer-assessment. *Journal of Instruction and Evaluation*, 9(36), 49-74. [in Persian].
- Sabzeh, B., & Deylamypour, S. (2020). The effect of teacher's attention and feedback on the level of learning of maths in students with mental disorders, *Theory and Practice in Teacher Education,* 6(9),49-67. [in Persian].
- Schartel, S. A. (2012). Giving feedback-An integral part of education. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, *26*(1), 77-87.
- Seif, A.A. (2011). Modern educational psychology. Psychology of learning and teaching (Sixth Edition), *Tehran: Nashre Doran.* [in Perrsian].
- Shahverdi, R., RezaeiZadeh, M., & VahidiAsl, M. (2023). Methods and tools for creating effective teacher-student interaction in the virtual. *Technology of Education Journal,* 17(3): 487-506. [in Persian].
- Shvidko, E. (2020). Taking into account interpersonal aspects of teacher feedback: Principles of responding to student writing. *Journal on Empowering Teaching Excellence, 4(2),* 7.
- Steelman, L. A., Levy, P. E., & Snell, A. F. (2004). The feedback environment scale: Construct definition, measurement, and validation. *Educational and Psychological Measurement*, 64 (1), 165-84.
- Sutherland, D., Warwick, P., Anderson, J., & Learmonth, M. (2018). How do quality of teaching, assessment, and feedback drive undergraduate course satisfaction in UK business schools? A comparative analysis with nonbusiness school courses using the UK National Student Survey. *Journal of Management Education*, *42*(5), 618-649.
- Tahmasabi., M. Fotuhi., F. & Ismaili., M. (2018). Adaptive recommender of educational resources based on learning style, user feedback and learning automata algorithm. *Electrical Engineering and Computer Engineering of Iran - B. Computer Engineering,* 16(1), 61-70. [in Perrsian].
- Weaver, M. R. (2006). Do students value feedback? Student perceptions of tutors' written responses. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 31(3), 379-394.
- Winstone, N. E., & Nash, R. A. (2016). The developing engagement with feedback toolkit (DEFT). *Integrating Assessment Literacyinto Course Design.Technical Report. Higher Education Academ.*
- Winstone, N., Pitt, E., & Nash, R. (2021). Educators' perceptions of responsibility-sharing in feedback processes. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 46(1), 118-131. https://doi. org/10.1080/02602938.2020.1748569.
- Wullschleger, A., Garrote, A., Schnepel, S., Jaquiéry, L., & Opitz, E. M. (2020). Effects of teacher feedback behavior on social acceptance in inclusive elementary classrooms: Exploring social referencing processes in a natural setting. *Contemporary Educational Psychology*, 60, 101841.
- Ziaee, S. (2016). The quantity and quality of feedback in clinical education from the viewpoint of midwifery students. *Development Strategies in Medical Education*, 3(1), 35-47. [in Persian].

سپیده خلیلی: دانشجوی دکتری سنجش و اندازه‌گیری دانشگاه تهران است. علایق پژوهشی او شامل ارزیابی آموزشی، تحقیقات کیفی، تحقیقات کمّی و تحقیقات ترکیبی است.

کیوان صالحی: دانشیار دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، گروه پژوهش و سنجش، دانشگاه تهران است. ایشان از سال ۱۳۹۳ تاکنون عضو هیئت علمی دانشگاه تهران بوده‌اند. زمینه‌های پژوهشی ایشان، مفهوم‌پردازی در علوم رفتاری، روش‌شناسی تحقیق کیفی، کمی و ترکیبی، ساخت آزمون، ارزشیابی آموزشی، رویکردهای نوین ارزشیابی آموزشی و نظریه‌پردازی در علوم رفتاری است.

ابراهیم خدائی: دانشیار دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، گروه پژوهش و سنجش، دانشگاه تهران است. علایق پژوهشی وی در حوزه روش‌های آماری چندمتغیره کاربردی است. ایشان مدرس آمار استنباطی و کاربرد روش‌های آماری در برنامه درسی دکتری هستند.

بلال ایزانلو: استادیار دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی، گروه پژوهش و سنجش، دانشگاه خوارزمی تهران است. او در زمینه تحلیل روان‌سنجی ابزارهای مختلف روان‌شناختی و مدل‌های چندسطحی فعال است. زمینه‌های تحقیقاتی او شامل روش‌های کمی، نظریه کلاسیک، نظریه پرسش و پاسخ و نظریه تعمیم‌پذیری است.

مرضیه دهقانی: دانشیار گروه روش‌ها و آموزشی و برنامه درسی دانشکده روان‌شناسی و علوم تربیتی دانشگاه تهران است. او مدیرگروه و عضو شورای برنامه‌ریزی، تدریس و پژوهش در سطح دانشگاه است. علایق پژوهشی او شامل طراحی برنامه درسی، اجرا و ارزشیابی، یاددهی- یادگیری، تربیت معلم، آموزش اجتماعی و اخلاقی و تحلیل محتوا است.

بازشناسیِ معنا و مراتبِ آموزشِ پایدارِ معماری باتکیه‌بر خوانش آموزش سنتی معماری[۱]

احمد پورمختار[۲]، سید محمدحسین آیت‌اللهی[۳] و حمید ندیمی[۴]

تاریخ دریافت: ۴۰۲/۱۲/۱۷ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۳/۱۲

DOI: 10.22047/ijee.2024.447373.2062

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.102.4.1

چکیده: مقولهٔ پایداری در حوزهٔ آموزش معماری، به طور غالب به آموزشِ «معماریِ پایدار» به عنوان یک رشته و گرایش در دانشکده‌های معماری تقلیل یافته است. این پژوهش در پی تبیین مفهوم «آموزشِ پایدارِ معماری» و تمایز آن با مفهوم «آموزشِ معماریِ پایدار» است. در آموزشِ پایدارِ معماری، علاوه بر کسب دانشِ معماریِ پایدار، ماهیت آموزش معماری هم واجد معنای جوهری پایداری می‌شود. همچنین در این پژوهش آموزشِ سنتیِ معماری که حاصل دریافتی شهودی و تجربه‌های زیسته شاگردان با استادان در بستر معماری، جامعه و طبیعت بوده است و شاگردان معماری، مدارجی از باور، منش، دانش و عمل معماری را در فرایندی تدریجی و طولانی طی می‌کردند، مورد واکاوی قرار می‌گیرد. این پژوهش، با رویکردی توسعه‌ای و با روش «توصیفی-تحلیلی» و مبتنی بر راهبرد «استدلال منطقی»، معنای آموزش پایدار معماری را با تکیه بر خوانش آموزش سنتی معماری و با دیدگاهی کل‌نگر، مورد بازشناسی قرار داده است و در پایان به عنوان دستاوردها و نتایج پژوهش، مراتب هفت‌گانه آموزش پایدار معماری، شامل «خواهش و انگیزش»، «بینش و نگرش»، «منش»، «دانش»، «توانش»، «آفرینش» و «کُنش» به علاوهٔ راهبردها و راهکارهای تحقق هر کدام از مراتب مذکور را صورت‌بندی نموده است.

واژگان کلیدی: آموزشِ معماری، پایداری، آموزش سنتی معماری، آموزشِ پایدار، آموزشِ پایدارِ معماری

۱- این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دکتری معماری نگارنده اول با عنوان «پایاییِ آموزشِ معماری؛ تبیینِ الگویِ آموزشِ پایدارِ معماری با رویکرد بوم‌گرایی» با راهنمایی دکتر سیدمحمدحسین آیت‌اللهی و دکتر حمید ندیمی در دانشکده هنر و معماری دانشگاه یزد است.

۲- دانشجوی دکتری معماری، دانشگاه یزد، دانشکده هنر و معماری، یزد، ایران. ahmad.poormokhtar@gmail.com

۳- دانشیار، دانشگاه یزد، دانشکده هنر و معماری، یزد، ایران. (نویسنده مسئول). hayatollahi@yazd.ac.ir

۴- استاد، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده معماری و شهرسازی، تهران، ایران. h_nadimi@sbu.ac.ir

۱. مقدمه

مفهوم پایداری و گفتمان توسعهٔ پایدار از نیمه دوم قرن بیستم با گذار از اندیشه‌های پوزیتیویستی دوران مدرن، به عنوان گفتمانی فراگیر و جهانی مطرح بوده است و تحقق این گفتمان در عرصه‌های مختلف زندگی بشر در مقیاس بین‌المللی، ملی و محلی، یکی از اساسی‌ترین دغدغه‌های جوامع، دولت‌ها و ملت‌های مختلف جهان در دهه‌های اخیر بوده است. مقوله پایداری در دهه‌های آخر قرن بیستم در حوزه معماری، تحت عنوان «معماریِ پایدار» و به دنبال آن در حوزهٔ آموزش و آموزش عالی تحت عناوین «آموزشِ پایدار»، «آموزشِ پایداری» و «دانشگاهِ پایدار» مطرح شده است. دانشگاه‌ها نقشی مهم در آموزش پایدار ایفا می‌کنند و آموزش پایدار، بسان مبنای کاری قدرتمند برای یادگیری و آموزش در سده بیست‌ویکم نقش دارد. با توجه به افزایش اهمیت مقوله پایداری در حوزه معماری، مطالعات و پژوهش‌های زیادی در این حوزه انجام شده است اما درباره جایگاه گفتمان پایداری در حوزه آموزش معماری، تحقیقات کمتری صورت گرفته است که لزوم توجه و تأمل در این حوزه را افزایش می‌دهد.

آیدا گوئرا معتقد است که یادگیری مسئله‌محور می‌تواند از ادغام آموزش برای توسعه پایدار در آموزش مهندسی پشتیبانی کند (Guerra, 2014). جوردی سگالاس کُرال بر اهمیت و نقش علوم مهندسی و نیز نقش آموزش عالی و دانشگاه‌ها برای پرورش متخصصان بااخلاق و بادانش در راستای حل بحران‌های فعلی جهان و تأمین کیفیت زندگی نسل‌های آینده تأکید نموده است (Segalàs, 2009). تورستن ماسک بر این باور است که آموزش پایدار برای معماران عمیقاً از مفهوم آزمایشگاه‌های زندگی در معماری سود می‌برد و امکان استفاده از روش‌های خاص تدریس و یادگیری و آموزش برای توسعه پایدار را فراهم می‌آورد (Masseck, 2016). نعیما بِنکاری استدلال می‌کند که ادغام واقعی «پایداری» در برنامه درسی و شیوه‌های تدریس استودیوها مستلزم سازگاری آن با هنجارهای محلی و بومی است (Benkari, 2013). جانیس لین کرید الگویی با عنوان «غوطه‌وری در طبیعت» را برای تکریم تعلیم و تربیت پایدار ارائه داده است که نقش مؤثری در تقویت ارتباط انسان با طبیعت، آگاهی از نقش انسان در محیط زیست، روابط اجتماعی و حس مسئولیت اجتماعی، تحول در نگرش‌ها و رفتارها و سبک زندگی دارد (Lynn Crede, 2009).

فرهاد احمدی به نقش اساسی آموزش و تربیت دانشجویان در تبیین ارزش‌های پایداری برای نیل به آینده‌ای پایدار اشاره کرده و بر لزوم استقرار تفکر پایداری در نظام آموزش عالی، به ویژه در کشورهای درحال‌توسعه تأکید نموده است (Ahmadi, 2004). حسینی و همکاران بر لزوم توجه به آموزش معماری پایدار در ایران و بررسی امکانات و موانع آن پرداخته‌اند و هدف این آموزش را دستیابی به آگاهی علمی درباره منابع محیطی، اصول اخلاقی، ارزش‌ها و مهارت‌ها در راستای اهداف توسعه پایدار و مشارکت مردم در تصمیم‌گیری‌ها می‌دانند (Hosseini et al., 2008). شادی عزیزی پایداری را به عنوان یک جهانبینی

کل‌نگر به خلق اثر معماری و نیز به آموزش معماری به دلیل و تجمع مهارت‌ها و دانش‌های فراوان ذیل آن معرفی نموده و بر لزوم تغییر ساختارهای آموزشی سنتی، غیرمنعطف و ایستای مدارس معماری حاضر تأکید کرده است (Azizi, 2011) .ایرانمنش و خواجه‌پور بر لزوم بازنگری ناقدانه، به منظور تنقیح و ارتقای گفتمان پایداری در معماری و به ویژه، توجه به آموزش معماری تأکید کرده و در راستای پیراستن مفهوم معماری پایدار از تصورات بدلی و نادرست تلاش نموده است تا نیل به آموزش پایدار معماری، در جهت وصول به پایداری واقعی در محیط آموزشی معماری تسهیل گردد (Iranmanesh, 2014). شادی عزیزی به مشکلات مختلف آموزش معماری پایدار، از جمله هویت مبهم، مهارت‌های محدود و کمبود الگوواره‌های مناسب که به واسطه نوپا بودن بحث پایداری و معماری پایدار است، اشاره کرده و بر این باور است که برنامه مصوب ایستای آموزش معماری در ایران، ظرف مناسبی برای آموزش پایداری نیست و مستلزم برنامه‌ای منعطف و نظام‌مند است که بر اهداف، برنامه‌ریزی و ارزیابی دقیق که سه رکن اصلی یک نظام آموزشی‌اند، تکیه دارد (Azizi, 2010).

جایگاه گفتمان پایداری در حوزه‌های معماری و آموزش معماری، با توجه به سهم قابل توجه مقولهٔ معماری و شهرسازی در بروز بحران‌های زیست‌محیطی و نیز ناپایداری‌های اجتماعی و اقتصادی، بسیار مهم است. امروزه دانشگاه‌ها و دانشکده‌های معماری زیادی، به ویژه در کشورهای توسعه‌یافته، بر اهمیت رویکرد پایداری در آموزش معماری تأکید دارند. از سوی دیگر به دلیل اینکه انتظارات در اغلب جوامع در راستای تحقق مفهوم پایداری و توسعه پایدار در نظام‌های ساخت‌وساز و توسعهٔ شهری و معماری، به شکل مطلوب برآورده نشده است، بنابراین آموزش پایدار معماری و تربیت تخصصی معماران در دانشگاه‌ها و دانشکده‌های معماری و نیز شکل‌گیری دیدگاه‌هایشان به عنوان طراحان و تولیدکنندگان معماری و شهرها، اهمیت بیشتری یافته است. یکی از راه‌های نهادینه کردن گفتمان پایداری در معماری معاصر، تبیین و اصلاح ساختار و محتوای نظام آموزش معماری بر پایه نگرش پایداری است. برای درک و تبیین مقوله پایداری در آموزش معماری، واکاوی مفاهیم بنیادی تعلیم‌وتربیت و تبیین آنها در نظام تعلیم‌وتربیت معماری، در دوران گذشته و دوران معاصر ضروری است.

۲. از تعلیمِ معماری تا تربیتِ معمار

۲-۱. مفهوم تعلیم‌وتربیت

در لغت‌نامه دهخدا واژه «تعلیم» معادل بیاموختن، آموزانیدن و آگاه کردن و واژه «تربیت» معادل پرورانیدن، پروردن و نیز «تعلیم‌وتربیت» معادل آموزش و پرورش آمده است (Dehkhoda, 1998). «تعلیم» و آموزش به معنای انتقال علوم و فنون به فراگیرندگان یا فراهم نمودن زمینه‌های حصول دانش برای آنها است. تعلیم کوششی است که ذهن یادگیرنده را برای تصور معانی بیدار و آماده می‌سازد. «تربیت» و پرورش به معنای فراهم کردن زمینه‌ها و عواملی برای شکوفایی و رشد طبیعی، تدریجی و

هماهنگ تمام استعدادها و نیروهای آشکار و پنهان در انسان است که در تعالی متوازن و متناسب ابعاد مادی و معنوی او تأثیرگذار است. آنچه در تعریف مفهوم تربیت مهم است، تبدیل دانسته‌ها به رفتار است که نیازمند تمرین و ممارست تدریجی است. «تعلیم‌وتربیت» از دیدگاه افلاطون، کشف استعدادهای طبیعی و شکوفا ساختن آنها است. در تعریفی کلی، تعلیم‌وتربیت فراهم‌کردن زمینه‌ها و عواملی برای به فعلیت رساندن و شکوفا ساختن استعدادهای انسان و حرکت تکاملی او به سوی هدف مطلوب از طریق برنامه‌ای سنجیده و حساب شده است (Fazaeli, 2012). برخی صاحب‌نظران «تعلیم یا آموزش» را تأکید بر انتقال، تحویل، ارائه و تثبیت ارزش‌ها، باورها، رفتارها، گرایش‌ها، نگرش‌ها، دانش‌ها، مهارت‌ها و مانند آن در زمینه‌های گوناگون می‌دانند که این موارد ممکن است بنا بر مقتضیات محلی و منطقه‌ای و نیز شرایط فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی و... متغیر باشند. اما «تربیت یا پرورش» را تأکید بر استقرار و تقویت ویژگی‌ها یا صفاتی از انسان می‌دانند که ضمن هماهنگ بودن با فطرت و نهاد انسان، جهان‌شمول هستند و مستقل از مقتضیات زودگذر فرهنگی، اجتماعی و... برای تمام انسان‌ها و در هر زمان و مکانی مقبولند. از نظر ایشان «تربیت یا پرورش» مراد اصلی است و باید از طریق «تعلیم یا آموزش» تحقق یابد و ظاهر شود (Naderi & Seyf Naraghi, 2011).

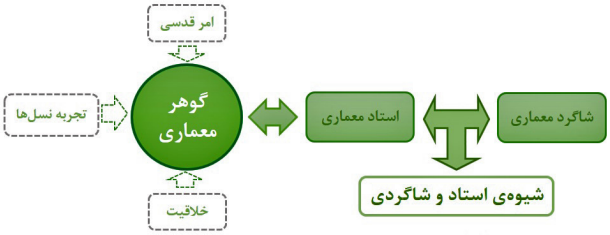
برخی صاحب‌نظران در تبیین مفهوم تعلیم‌وتربیت، این دو واژه را مستقل از هم می‌دانند و بر این باورند که این دو واژه، معنا و کاربرد مستقل و متمایزی دارند و نیز ناظر بر فعالیت‌های متفاوتی هستند. در چنین رویکردی، برخی تعلیم را بر تربیت و برخی تربیت را بر تعلیم مقدم می‌شمارند. اما برخی دیگر از صاحب‌نظران رویکردی تلفیقی به مفهوم تعلیم‌وتربیت داشته و این دو مفهوم را مستقل و متمایز از هم نمی‌دانند و قائل به ارتباط و پیوستگی عمیقی بین تعلیم‌وتربیت هستند. از این منظر، تربیت معنای جامعی دارد که فعالیت‌های گوناگونی نظیر تعلیم، آموزش و تدریس را در بر می‌گیرد، بنابراین در ساختار واژگانی «تعلیم‌وتربیت»، تقدم واژه تعلیم بر تربیت، اعتبار معنایی ندارد و صرفاً مربوط به آرایش واژگانی است (Hassani & Navid Adham, 2013). با تکیه بر دیدگاهی کل‌نگرانه به مقوله آموزش، به ویژه آموزش در حوزه علوم انسانی و هنر - رویکرد تلفیقی به معنای تعلیم‌وتربیت اهمیت دو چندان می‌یابد. تبیین دو مفهوم تعلیم‌وتربیت با نگرشی واگرا و تأکید بر تفاوت‌های این دو معنا، نوعی دوگانگی و گسست در فعالیت‌ها، برنامه‌ها و سازوکارهای نظام‌های آموزشی را به دنبال خواهد داشت. همچنین از یک سو کاهش انسجام و وحدت در هویت و شخصیت یادگیرندگان و از سویی دیگر کاهش مسئولیت‌پذیری معلمان در ایفای نقش تربیتی را در پی خواهد داشت. بنابراین این پژوهش نیز بر وحدت و یکپارچگی معنای «تعلیم» و «تربیت» از حیث نظری و عملی در نظام آموزش معماری تأکید دارد.

۲-۲. تعلیم‌وتربیت معماری در دوران سنت

معماری در دوران سنت، طی یک فرایند تدریجی و با انباشت تجربهٔ نسل‌های متوالی، تکامل یافته و با

تکیه بر این تجربیات تاریخی، به اصول، مبانی و ویژگی‌هایی دست یافته است که به خوبی به نیازهای مادی و معنوی مردم، متناسب با زمان و مکان پاسخ داده و با زمینه‌های گوناگون تاریخی، فرهنگی، اجتماعی و طبیعی‌اش هماهنگ بوده است. این معماری همساز با بسترها و متناسب با نیازهای مادی و معنوی جامعه و زمانه، حاصل کار معماران و هنرمندانی بوده است که باورها، ارزش‌ها، دانش‌ها و توانایی‌های آنان در نظام آموزش سنتی و شیوهٔ استاد و شاگردی آموخته و نهادینه شده بود. بنابراین شناخت ماهیت آموزش معماری در دوران پیش از مدرن، نه تنها در شناخت هویت ما بایسته است، بلکه لازمهٔ شناخت آموزش مدرن معماری و نیز تلاشی در راستای ادای سهم مغفول ماندهٔ روح انسان در عصر حاضر نیز است (Qayyomibidhendi, 2006). پیشینهٔ آموزش و تعلیم‌وتربیت بیانگر این مسئله است که انتقال و هم‌افزایی دانش و مهارت‌ها در جوامع و در طول نسل‌ها از طریق تعامل چهره به چهرهٔ «آن که نمی‌دانست» با «آن که می‌دانست» صورت پذیرفته است. این شیوه که طبیعی‌ترین راه آموزش است، همان روش استاد و شاگردی است که در طول تاریخ، با این شیوه هر کس هر آنچه را نیاز داشت، با مشاهده، تقلید و تقرب به یک استاد یا فردی داناتر و تواناتر از خود می‌آموخت و از آنجا که فرایند یادگیری بخشی از زندگی و کار واقعی بود، حاصل آموزش با الزامات کاربرد آموزش همساز بود. (Nadimi, 2011)

در جوامع سنتی و در عصر سنت، اصول و قواعد معماری همگون با سایر اصول و قواعد پنداری، کرداری و رفتاری ملهم از حقایقی ازلی و ماورایی، توسط استاد که داننده آن است و نه سازنده آن، به شاگرد که گیرنده و پذیرنده است، آموزش داده می‌شود (Hojjat, 2002). در چنین نظام تعلیم و تربیتی، معمار نیست که معماری را می‌سازد، بلکه این معماری است که معماران را می‌پروراند. در عالم سنتی، معماری گوهری یگانه داشته که دستیابی به آن با احراز شایستگی رفتاری (فتوت)، اهلیت کرداری (حرفه) و ظرفیت پنداری (خلاقیت) امکان‌پذیر بوده است. استاد معماری کسی است که به گوهر قدسی معماری دست یافته باشد و آن را همچون ودیعه‌ای گران به شاگردانش عرضه کند تا آنان نیز هر یک به قدر ظرفیت و اهلیت خویش، سهمی از آن را دریابند (Hojjat, 2013).



شکل ۱. نسبت گوهر معماری با شیوه استاد و شاگردی (برگرفته از: Hojjat, 2013)

در نظام تعلیم‌وتربیت معماری در دوران پیش از مدرن، علاقه‌مندان حرفه معماری، آموختن آن را در چهارچوب نظام استاد و شاگردی، با شاگردی و غلامی آغاز می‌کردند. استاد پدرِ معنوی شاگرد بود و همانند پدرش، تربیت معنوی او را نیز بر عهده داشت، در نتیجه احترام او کمتر از پدر نبود. استاد هم به شاگرد خویش به چشم دانشجویی که مدت کوتاهی از عمر خود را برای کسب دانش در نزد اوست، نمی‌نگریست و علاوه بر آموزش فنی و عملی معماری، بر همه امور زندگی و احوالات روحی و جسمی شاگردانش نظر داشت و احساس مسئولیت می‌کرد. به طور کلی در جهان سنت، ساحت زندگی با تمام شئوناتش، در ماهیت خویش دارای وحدت بود و همانند عصر حاضر به ساحت‌های متکثر کار، تحصیل، حرفه، استراحت، تفریح و... تقسیم نگشته بود. آموزش معماری در این دوران، در بطن نظام صنفی صورت گرفته بود و نظام صنفی نیز، حمایت مادی و معنوی از استادان و شاگردان را وظیفهٔ خود می‌دانست. آموزش معماری، امری نظری و خارج از عالم حرفه و جدا از محیط جامعه و زندگی واقعی مردم نبود. معمار از همان ابتدا در دل زندگی واقعی و در جریان عملی حیات جامعه پرورش می‌یافت و شاگرد معماری و معماران جزئی از مردم و معرفت فرهنگی غالب جامعه بودند. بنابراین معماری و شهرهای سنتی که حاصل کار چنین معمارانی و برآمده از چنین نظام آموزشی و صنفی است، هم با نیازهای جسمانی، روانی و روحانی مردم (مردم‌واری) و هم با نظام زیبایی‌شناسی آنان متناسب بود (Qayyomibidhendi, 2006). آموزش معماری در جهان سنت، بر خلاف آموزش معماری در جهان مدرن، دارای محدودهٔ زمانی مشخص و برای صدور مدارک دانشگاهی دانش و مهارت نبود بلکه آموزشی مستمر بود که طی آن، شاگرد نوجوان معماری در کنار استاد معمارباشی، از طریق غلامی و کارگری ساده، مشق عملی و اخلاقی معماری را آغاز می‌کرد و تا آخرین روزهای عمرش، آموختن حرفه‌ای و تعالی اخلاقی او متوقف نمی‌شد. شاگردان معماری در فرایندی بی‌پایان جایگاه حرفه‌ای خویش را در کنار جایگاه اخلاقی و معنوی‌شان در بین مردم ارتقا می‌دادند و جامعه و مردم بودند که این اعتبار و جایگاه فنی و معنوی را به آنها می‌داد.

۲-۳. تعلیم‌وتربیت معماری در دوران جدید

با ظهور مدرنیسم در دوران معاصر، تحولات بنیادی در معماری و آموزش معماری، مانند دیگر ساحت‌های زندگی انسان، تحقق یافت. به‌طورکلی آموزش‌های سنتی، بر اساس یکپارچگی و هماهنگی روش‌های کاربردی، شناخت از محیط و احترام به طبیعت، توجه به ارزش‌های معنوی و اخلاقی، نیاز مادی و زیباشناسانه انسان عصر خود را برطرف نموده و آرامش و شکوه را به ارمغان آورده است. حضور مکاتب فلسفی و سیاسی قرن هجدهم و ظهور انقلاب صنعتی، در پدید آمدن نوعی نگرش مادی به محیط‌زیست انسان، تأثیرگذار بوده و نقطه عطفی در روند آموزش هنرها، به‌ویژه معماری، به شمار می‌آید (Curtis, 2003). در دوران جدید، آموزش سنتی معماری به‌تدریج جای خود را به آموزش

آکادمیک معماری در مدارس و دانشگاه‌ها داد. این تنها به معنای تغییری در مکان آموزش نیست، دانشگاه صرفاً نام یک مکان نیست، بلکه یک نهاد است، نهادی که حضوری مؤثر دارد و در آموزش بی‌طرف و خنثی نیست. بنابراین این تحول در شیوه آموزش، باعث تغییرات بنیادین در ماهیت نگرش و فهم نسبت به معماری و شیوه‌های تعلیم‌وتعلم آن شد (Tafazzoli, 2016).

بر خلاف ماهیت آموزش سنتی معماری که فراگیری معماری توسط شاگردان در دل زندگی مردم و معرفت فرهنگی با آنان بوده است، در شیوهٔ مدرن آموزش معماری، همواره یکی از مهم‌ترین مشکلاتش، ناهم‌زبانی مردم و معماران در همه جوامع بوده است (Alexander, 2002). همچنین نظام آموزش معماری به شیوهٔ جدید، بر خلاف نظام آموزش سنتی معماری، مسئولیت چندانی در راستای تربیت اخلاقی شاگردان معماری ندارد. در عالم حرفه نیز مناسبات صنفی، بیش از آنکه به اخلاقیات متکی باشد، بر ضوابط و قوانین تکیه دارد (Qayyomibidhendi, 2006). آموزش سنتی معماری از کودکی، با تکیه بر علاقه و آگاهی دوسویه شاگرد و استاد و طی فرایندی تدریجی و زمانی طولانی و در مقیاس و بستری واقعی تحقق می‌یافت که در حد گنجایش و استعداد شاگرد و توأم با پرورش فکری و اخلاقی او بوده است. اما با ظهور نظام‌های جدید و دانشگاهی آموزش معماری متأثر از مدارس غربی، یادگیرندگان دیرهنگام و در سنین جوانی وارد دانشگاه شده و با انتخابی مبهم از هر دو سو، با استادان متعدد و به دور از فضای واقعی (در فضای مجازی و به روی کاغذ)، معماری را می‌آموزند. آموزشی بدون توجه به گنجایش و استعداد شاگرد و غالباً بدون اهتمام به پرورش شخصیتی و اخلاقی او. (Taghi, 2008) آموزش معماری در ایران تنها به یک برنامه درسی، به جای یک نظام مفید و کارا برای آموزش اتکا شده است. بنابراین چنین برنامه‌ای دارای ماهیت ایستا بوده و خود را با اهداف جدید و متنوع دنیای متغیر کنونی به سختی تطبیق می‌دهد. (Azizi, 2010) در چنین وضعیتی خوانش و بازشناسی مبانی و اصول آموزش سنتی معماری، برای اصلاح نظام‌های آموزش معماری تقلیدی و جزئی‌نگر کنونی و همچنین برای تبیین نظام تعلیم‌وتربیت معماری و مراتب آن با نگرشی کل‌گرایانه بسیار حائز اهمیت است.

۲-۴. مراتب تعلیم‌وتربیت معماری

در آموزش سنتی معماری، بینش، منش، دانش و توانش شاگردان و استادان معماری، بیش از آنکه حاصل دریافتی حصولی از لابه‌لای کتاب‌ها و پشت میزهای دانشگاهی باشد، حاصل دریافتی حضوری و شهودی و برآمده از تجربه‌های زیسته در بطن بسترهای فرهنگی، اجتماعی و طبیعی بوده است. با ظهور دوران مدرن و سیطره بینش پوزیتیویسم بر توسعه علوم و همچنین گذار از نظام‌های آموزشی سنتی به نظام‌های آموزشی جدید و دانشگاهی، ماهیت مقوله آموزش و از جمله آموزش معماری دچار دگرگونی اساسی شد. در نظام‌های آموزشی جدید، آموختن معماری در محیط اختصاصی و محدود دانشگاه‌ها و ایجاد شکاف بین فراگیران با فراورده (معماری) و کاربران (مردم و جامعه) موجب

شکل‌گیری گسستی بین آموزش معماری و حرفه معماری و نیازهای جامعه گشته است. در نظام تعلیم‌وتربیت معماری در دوران جدید و به شیوهٔ دانشگاهی، با تأسی از دیدگاه‌های پوزیتیویستی و جزئی‌نگرانهٔ دوران مدرن، آموزش معماری در نظامی تک‌بعدی، غالباً بر وجه تعلیمی و صرفاً انتقال دانش‌ها و مهارت‌های معماری تکیه کرده است. در صورتی که در نظام تعلیم‌وتربیت سنتی معماری به شیوه استاد و شاگردی، علاوه بر اینکه وجوه تعلیمی آموزش معماری از جمله دانش‌های ضمنی و بومی، مهارت‌ها، توانایی‌ها، فنون و تجربیات عملی به شکل سینه‌به‌سینه از گنجینهٔ گوهر معماری سنتی توسط استادان به شاگردان انتقال می‌یافت، وجه تربیتی آموزش معماری، از جمله پرورش باور، معرفت، اخلاق، رفتار و تعلق شاگردان معماری نیز برای استادان و این نظام آموزشی سنتی بسیار مهم و حیاتی بوده است. این توازن و تعادل در وجوه تعلیمی و تربیتی معماری در دوران سنت، و نیز همدلی و هم‌زیستی همه‌جانبه و پایدار شاگردان با استادان، مردم، طبیعت و خود معماری، باعث انسجام و همگرایی بین آموزش معماری و حرفه معماری شده است. با تکیه بر خوانش و بازشناسی ماهیت متعیّن و منسجمِ نظام تعلیم‌وتربیت معماری در دوران سنت و مراتب تدریجی چنین شیوهٔ استاد و شاگردی و نیز تحلیل و آسیب‌شناسی نظام نامتعین و گسسته آموزش معماری جدید و دانشگاهی، در ادامه این پژوهش، مراتب تعلیم‌وتربیت معماری با استناد به دیدگاه‌های صاحب‌نظران این حوزه، تبیین و صورت‌بندی می‌گردد.

یکی از مهم‌ترین وجوه عاطفی تعلیم‌وتربیت، وجه «انگیزش» است. نقش انگیزش و عوامل بیرونی و درونی مقوم آن در فرایند آموزش و یادگیری، امروزه به صورت دانش عمومی روان‌شناسان تربیتی درآمده است و تجربه معلمی نیز اثبات می‌کند که یکی از مهم‌ترین راه‌های موفقیت یک شیوه تدریس، ایجاد، تقویت و پایش انگیزه یادگیری در یادگیرنده است (Nadimi, 2011). در دوران پیش از مدرن که آموزش در دل نظم صنفی صورت می‌گرفت، علاقه‌مندان به آموختن حرفه و هنر معماری، از ابتدا در عالم حرفه‌ای پرورش می‌یافتند و با نظام حرفه‌ای اُنس می‌گرفتند و زندگی خود را بر پایهٔ آن استوار می‌ساختند (Qayyomibidhendi, 2006). بنابراین اولین گام برای ورود به ساحت هنر و برای فراگیری معماری، داشتن میل و علاقه درونی است. در نظام تعلیم‌وتربیت معماری، وجود علاقه و انگیزه برای فراگیریِ معماری در فراگیران و همچنین حفاظت و تقویت این میل و خواهش در آنها از طریق استادان و نهاد آموزش بسیار دارای اهمیت است. بنابراین اولین مرتبهٔ نظام تعلیم‌وتربیت معماری، «خواهش و انگیزش» است.

بر اساس دیدگاه اپن‌هایم، احساسات، گرایش‌ها، نگرش‌ها و باورهای انسان به مثابه برگ و شاخه و تنه درخت، ریشه در عمیق‌ترین و پایدارترین وجه معنوی انسان یعنی شخصیت او دارند. بنابراین تعلیم‌وتربیت برای عمق بخشیدن و ارتقای انتقال یادگیری، ویژگی‌های شخصیتی یادگیرنده را هدف قرار دهد (Nadimi, 2011). باورها، نگرش‌ها، گرایش‌ها و معرفت استادان و شاگردان در نظام تعلیم‌وتربیت

سنتی معماری، ریشه در سنت، فرهنگ، اساطیر و باورهای دینی و آیینی چند هزار ساله داشته که سینه‌به‌سینه انتقال می‌یافته است. علاوه بر این بینش و معرفت‌های معمارانه برآمده از گنجینه و گوهر معماری و نیز منابعی چون فتوت‌نامه‌ها یا رسائل جوانمردان بوده است. معماری واجد معناست و راه ادراک معماری، اندیشیدن به آن است. بنابراین در نظام تعلیم‌وتربیت معماری، غنا بخشیدن به نگرش و معرفت فراگیران و نیز تبیین چرایی و چگونگی اندیشیدن به معماری برای آنها از جانب استادان و نظام آموزشی مسئله‌ای مهم و اساسی است. از این رو دومین مرتبهٔ نظام تعلیم‌وتربیت معماری، «بینش و نگرش» است.

در نظام تعلیم‌وتربیت معماری به روش استاد و شاگردی، ارزش‌هایی چون دیگرخواهی و مسئولیت‌پذیری اهمیت بیشتری نسبت به انتقال دانش‌ها و پرورش مهارت‌ها داشته است. همین وجه است که این شیوه را به عنوان نهادی تربیتی مطرح می‌نمود. رفتار و منش استادان (و شاگردان) معماری سنتی، و نیز محتوای رساله‌های جوانمردی یا فتوت‌نامه‌ها، شواهدی برای این مسئله بودند. اهتمام به اهلیت شاگرد برای ورود به چرخه شاگردی و نیز مناسبات خاص شاگرد و استاد در منازل تقرب شاگرد به مرتبه استادی، بیانگر اهمیت وجه تربیتی در چنین نظام آموزشی بوده است (Nadimi, 2011). تعلیمات حرفه‌ای و تربیت اخلاقی شاگردان معماری، امری واحد و تفکیک‌ناپذیر بود. رشد و پیشرفت حرفه‌ای شاگردان معماری، در گرو تعالی صفات اخلاقی و منش فردی و اجتماعی آنها بود (Qayyomibidhendi, 2006). در نظام‌های آموزشی نوین و دانشگاهی وجه تعلیمی بر وجه تربیتی غلبه می‌کند و نهادهای آموزشی و استادان، رسالت تربیتی برای خویش در راستای اعتلای شخصیت انسانی و حرفه‌ای شاگردان قائل نیستند. چه بسا که بسیاری از مشکلات فرهنگی و بحران‌های هویتی در هنر و معماری معاصر، در همین مسئله ریشه دارد. بنابراین بازشناسی و بازیابی وجه تربیتی با هدف تقویت و تعالی اخلاق حرفه‌ای و منش هنرمندانه و معمارانه در فراگیران، مهم‌ترین وجه مغفول‌مانده در نظام‌های نوین آموزش هنر و معماری است. بر این اساس سومین مرتبهٔ نظام تعلیم‌وتربیت معماری، «منش» است.

با تکیه بر تأویل ارسطویی از معرفت، می‌توان گفت که معرفت معماری تألیفی از معرفت نظری و معرفت عملی و معرفت صناعی است. اما در دوران جدید، با تقلیل معنای معرفتِ معماری به فقط وجه دانشی آن، وجوه دیگر معرفتی معماری به محاق رفته است (Tafazzoli, 2016). در نظام آموزش سنتی، علاوه بر دانش‌های ضمنی و تاریخ شفاهی که در دوران گذشته به صورت سینه‌به‌سینه از نسلی به نسل دیگر انتقال می‌یافت، و علاوه بر منابع مکتوب آیینی و دینی که منابعی برای کسب معرفت فراگیران حرفه و هنر بود، فتوت‌نامه‌ها یا رساله‌های جوانمردان نیز به عنوان یک عهدنامهٔ صنفی، علاوه بر اینکه در تربیت بینش و منش پیشه‌وران و هنرمندان نقش مهمی داشته است، پشتوانه‌ای برای معرفت و دانش در هر حرفه نیز بوده است (Nadimi, 2011). در نظام آموزش معماری در دوران

جدید، انسجام در انتقال دانش معماری در حوزه‌های مختلف نظری، تاریخی، فنی، طراحی و... و نیز تقویت یکپارچگی در حوزه‌های نظری و عملی معماری، از مهم‌ترین مسائل وجه تعلیمی در آموزش معماری محسوب می‌شود. درونی‌سازی و تبدیل دانش‌های متکثر معماری به دانش ضمنی برای فراگیران معماری از رسالت‌های مهم و حیاتی نهادهای آموزشی و استادان است. بنابراین چهارمین مرتبهٔ نظام تعلیم‌وتربیت معماری، «دانش» است.

پیشینهٔ آموزش و تعلیم‌وتربیت بیانگر این مسئله است که انتقال و هم‌افزایی دانش و مهارت‌ها در جوامع و در طول نسل‌ها از طریق تعامل چهره به چهرهٔ «آن که نمی‌دانست» (آن که نمی‌توانست) با «آن که می‌دانست» (آن که می‌توانست) صورت پذیرفته است (Nadimi, 2011). آموزش سنتی معماری، جاری شدن مهارت‌ها و اصول پایدار و استوار معماری سنتی است از عمل استاد در نظر شاگرد (Hojjat, 2002). معماری مفهوم و جایگاهی والا داشته و هر کس به اندازه سعی و توانش می‌توانست از این دریای بیکران بهره‌مند شود (Hojjat, 2013). در شیوه استاد و شاگردی، در فرایندی تدریجی و طولانی، فراگیران معماری با شاگردی و غلامی در نزد استادان خویش و در یک هم‌زیستی پایدار، استعدادها، توانایی‌ها و مهارت‌های خویش را اعتلا می‌دادند. با توجه به ماهیت چندبعدی رشته‌های هنر و معماری، لزوم آموزش‌های انعطاف‌پذیر توسط استادان برای شکوفایی استعدادها و توانایی‌های بالقوه و منحصربه‌فرد شاگردان معماری دارای اهمیت فراوانی است. تقویت هم‌گرایی و هم‌افزایی بین دانش نظری و توانایی‌ها و مهارت‌های عملی و طراحی فراگیران معماری از یک سو، و جامعیت در توانایی‌ها و برقراری تعادل در مهارت‌های مختلف فنی، طراحی و ساخت از سوی دیگر، از اساسی‌ترین مسائل نظام‌های تعلیم‌وتربیت معماری است. از این رو پنجمین مرتبهٔ نظام تعلیم‌وتربیت معماری، «توانش» است.

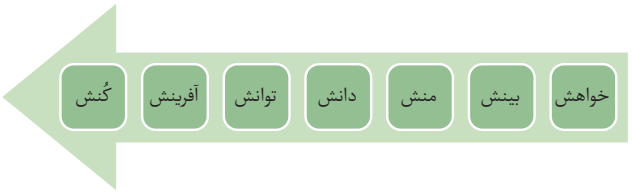
آفرینش، والاترین مرحله در آموزش معماری و فرایند طراحی معماری است. در این مرحله شاگرد باتکیه‌بر استعداد ذاتی و توانایی کشف و مشاهده و نیز به پشتوانه تجربه‌ها، آموخته‌ها و اندوخته‌ها و با اتکا به حکمت، به آفرینش اثر معماری می‌پردازد (Hojjat, 2001). معنا و کارکرد آفرینش در معماری و جایگاه آن در آموزش معماری در دوران سنت با دوران جدید متفاوت است. در دوران گذشته و عالم سنت، برخلاف عصر حاضر و عالم مدرن که مقوله خلاقیت در معماری و آموزش معماری ماهیتی انفرادی دارد، آفرینش معماری و مبانی زیبایی‌شناسی آن، مقوله‌ای در پیوند با سنت، فرهنگ و نیز مقتضیات و نیازهای جامعه بود و هدف از خلاقیت‌ها و نوآوری‌های معماری، در کنار خلق زیبایی مطلوبِ جامعه و سنت، بهبود بخشیدن به شرایط جامعه و اعتلای زندگی مردم بوده است. معماران سنتی در فرایند خلق و آفرینش معماری، خود را بی‌نیاز از تجارب هزاران سالهٔ معماران پیش از خود در فراهم آوردن محیط زندگی انسان و جامعه نمی‌دانستند (Qayyomibidhendi, 2006). در بیان اهمیت این مرحله و مرتبه از آموزش معماری می‌توان گفت تمام مراتبی که تا به اینجا برای تعلیم‌وتربیت معماری، از جمله،

خواهش و انگیزش، بینش و نگرش، منش، دانش، توانش، صورت‌بندی شده است، در مرتبهٔ آفرینش به ثمر می‌رسد و به بیانی دیگر، طی کردن همه آن مراتب، برای نائل شدن به مقام آفرینش‌گری و معمارانگی است. تقویت توان حل مسئله، پرورش خلاقیت و ادراک فرایند طراحی معماری از مهم‌ترین موارد این مرحله از آموزش معماری است. بر این اساس، ششمین مرتبهٔ نظام تعلیم‌وتربیت معماری، «آفرینش» است.

پس از مرحله و مرتبه آفرینش که خلق اثر معماری در ذهن معمار و شاگرد معماری و نیز بروز و ظهور آن به واسطه ابزار طراحی است، نیاز به تحقق و فعلیت آن در جهان واقع است. ساختن و پرداختن یک اثر معماری طراحی‌شده، نیازمند داشتن معرفت عملی و کسب تجربه‌های متعدد فنی، حرفه‌ای، اجرایی، مدیریتی و اقتصادی در زمینهٔ معماری و ساختمان است. در نظام آموزشی و صنفی معماری در دوران سنت، شاگرد معماری، در حین آموختن، تحت نظر استاد به حرفه معماری نیز مشغول بود و در واقع مراتب آموزش همان مراتب حرفه بود (Qayyomibidhendi, 2006). در چنین نظام آموزشی‌ای، آموختن معماری و ساختن معماری توأمان صورت می‌گرفت و شاگردان علاوه بر دریافت دانش‌های ضمنی، در فرایندی حضوری و شهودی در پای کار و در بناهای در حال ساخت، با مشاهده و تکرار عمل و کنش استادان، از ایشان می‌آموختند. اما در عصر حاضر و در نظام‌های نوین و دانشگاهی آموزش معماری، شاگردان معماری از لابه‌لای کتاب‌ها و درون کلاس‌ها و آتلیه‌های دانشگاه، معماری را می‌آموزند و بستری برای تجربه‌های فنی و عملی آنها در مقیاس واقعی فراهم نیست. اغلب استادان، دانشمند معماری هستند و نه معمار و شاگردان، معماری را از زبان استادان دریافت می‌کنند و نه از عمل آنها. شکاف بین حوزه‌های نظری و عملی در آموزش معماری و نیز گسست بین دانش و دانشگاه با حرفه و جامعه از چالش‌های نظام‌های نوین آموزش دانشگاهی معماری است. وجود چنین گسستی، بر لزوم فراهم کردن بستر آموزش‌های عملی و حضوری شاگردان در مقیاس واقعی معماری تأکید می‌نماید. مرحله عمل و کنش در آموزش معماری، در واقع سلوکی عملی است که در طی آن شاگردان معماری به معرفتی عملی برآمده از انگیزش، بینش، منش، دانش، توانش و آفرینش نائل می‌گردند. بنابراین هفتمین مرتبهٔ نظام تعلیم‌وتربیت معماری، «کُنش» است.

نظام تعلیم‌وتربیت معماری در عصر حاضر، بیش از آنکه در پی «تربیتِ معمار» به‌عنوان هنرمند و دانشمند جامع‌الشرایط معماری باشد، صرفاً به دنبال «تعلیمِ معماری» و انتقال دانش‌ها و مهارت‌های تخصصی توسط استادان به شاگردان است. آموزش معماری دارای سه بنیان اصلی «توانش»، «دانش» و «بینش» است. توانش، مجموعه علایق، قابلیت‌ها و توانایی‌های نهفته (بالقوه) و آشکار (بالفعل) شاگردان است. دانش، مجموعه علوم و دانستنی‌های عرصه معماری اعم از فنی، هنری، تاریخی و... است. بینش، برای هدایت توانش‌ها و دانش‌های شاگردان در فرایند آفرینش معماری است (Hojjat, 2016). بنابراین «امروز مدرسه معماری باید معمار بسازد، به بیان دیگر مدرسه باید به جای آموزش معماری،

در اندیشه تربیت معمار باشد و شاگرد را به توانش و دانش و بینش مجهز نماید» (Hojjat, 2003). لازمه تربیت معمار، تحقق نظام تعلیم‌وتربیت معماری است که شاگردان معماری را در مراتب هفت‌گانه «خواهش و انگیزش»، «بینش و نگرش»، «منش»، «دانش»، «توانش»، «آفرینش»، «کُنش» پرورش نماید. تحقق واقعی و مطلوب مراتب هفت‌گانه مذکور که با نگرشی کل‌گرایانه و متکی بر خوانش آموزش سنتی معماری و واکاوی آسیب‌شناسانه آموزش معماری در دوران جدید طبقه‌بندی شده است، در گرو ایجاد سلسله‌مراتبی منسجم و یکپارچه است.



شکل ۲. مراتب هفت‌گانه تعلیم‌وتربیت معماری

۳. از آموزشِ پایداری تا آموزشِ پایدار

۳-۱. آموزشِ پایداری[1]

توجه به جنبه‌های مختلف پایداری و توسعه پایدار به سرعت در میان جوامع جهانی رو به گسترش است و برنامه‌های آموزشی درباره توسعه پایدار نیز مورد توجه قرار گرفته است. لازمه حرکت به سوی آیندهٔ پایدار آن است که در نوع نگاه و ارزش‌ها و عملکرد فردی (نفوس جامعه) و جمعی (بدنه‌های قانونی و تصمیم‌گیری) جامعه تغییر اساسی حاصل شود. در این عرصه، نقش آموزش و به ویژه نظام آموزش عالی و دانشگاهی انکارناپذیر است. زیرا نظام آموزش عالی تربیت بخش اعظم افرادی را بر عهده دارد که بدنه‌های تصمیم‌گیری و حرف‌های جامعه را شکل می‌دهند و از این طریق در القا و تسری مبانی اخلاقی و ارزشی جامعه و شکل‌گیری شالوده‌های فکری افراد نقش اساسی دارند. این افراد در ایجاد و تسری حساسیت و آگاهی و دانش و مهارت‌های ضروری و تبیین و القای ارزش‌های پایداری برای نیل به آینده‌ای پایدار هم نقش کلیدی خواهند داشت. امروزه به همین سبب، استقرار تفکر پایداری در نظام آموزش عالی، به ویژه در کشورهای پیشرفته و درحال‌توسعه، به شکل گسترده‌ای مطرح شده است (Ahmadi, 2004). آموزش مقوله پایداری (چه به صورت دانش تخصصی در دانشگاه‌ها و مراکز آموزش عالی و چه به صورت آگاهی‌بخشی عمومی در بدنه جامعه و نهادهای اجتماعی) با هدف گسترش دانش و آگاهی و نیز تربیت و آموزش نیروی انسانی و با ایجاد نگرش پایدار در زمینه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی، گام مناسبی در جهت تحقق اهداف توسعه پایدار در جوامع بوده و یکی از راهکارهای مطلوب برای فائق آمدن بر چالش‌ها و ناپایداری‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و

1- Education of sustainability

اقتصادی محسوب می‌شود (Schmidt, 2007).

مقولهٔ آموزشِ پایداری به معنای آموزش مفهوم پایداری و توسعه پایدار باعث افزایش شناخت افراد نسبت به واکنش‌های متقابل نسبت به جنبه‌های فیزیکی، زیست‌شناختی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی محیط‌زیست و وابستگی و ارتباط‌های پیچیده میان توسعهٔ اجتماعی-اقتصادی و بهبود محیط‌زیست می‌شود (Clioud, 2016). برخی صاحب‌نظران، آموزش برای توسعه پایدار را کسب تجربه، دانش، ارزش‌ها و مهارت‌هایی می‌دانند که تعادل بین جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی توسعه و پیشرفت افراد و جامعه را در زندگی تضمین می‌کند (Mohammadi et al., 2023). بنابراین آموزش و ترویج توسعه پایدار به مفهوم استفاده بهینه و بهره‌برداری درست و کارا از منابع پایه، منابع طبیعی و منابع نیروی انسانی برای تأمین نیاز نسل فعلی و نسل‌های آینده، و همچنین تقویت حس مسئولیت‌پذیری و روحیه سازگاری و حفاظت از محیط‌زیست و منابع طبیعی از طریق آموزش در محیط‌های آموزشی و دانشگاه‌ها، دستیابی به هدف پایداری جامعه را تسهیل خواهد نمود (Moharramnejad & Heydari, 2006).

۳-۲. آموزشِ پایدار[1]

مقولهٔ «آموزشِ پایدار» به عنوان کنشی توانمند برای یادگیری و آموزش در قرن ۲۱، نظامی است که بهترین شیوه‌های نوین یادگیری و آموزش را با محتوا، مهارت‌های اصلی و عادت‌های ذهنی مورد نیاز دانشجویان در هم می‌آمیزد تا آنها به گونه‌ای پویا در بنیان نهادن آینده‌ای پایدار سهیم باشند. همچنین مفهوم‌سازی آموزشِ پایدار، به عنوان فرایند یادگیری هم‌کنشانه، یادگیرندگان را با دانش و روش‌های اندیشه‌ورزی آشنا می‌سازد که جامعه برای رسیدن به پایداری و تحقق مسئولیت‌پذیری اجتماعی نیاز دارد (Clioud, 2016). به تعبیری دیگر، آموزش پایدار فرایند یادگیری است که ظرفیت و توانایی بازکاوی، گفت‌وگو، پیشنهاد راه‌حل‌های گوناگون برای مسئله و توانایی انتخاب راه‌حل درست را در یادگیرندگان پرورش نماید (Merck & Beermann, 2015). هدف اساسی آموزش پایدار، منسجم‌سازی اصول، ارزش‌ها و عملکردهای گفتمان پایداری در تمام جنبه‌های آموزش و یادگیری است (Ling Woo et al., 2012). آموزش پایدار، انسجام ارزش‌ها و تصورات مربوط به پایداری را نه تنها در نظام آموزش، بلکه در زندگی روزانه و حرفه‌ای افراد جامعه فراهم می‌کند. همچنین آموزش پایدار به وسیله دانش و مهارت‌های نوین باعث توانمندسازی منابع انسانی می‌گردد تا آنها بتوانند مسائلی مانند تغییر آب و هوا، گرمایش جهانی و بحران‌هایی که حیات جمعی انسان‌ها را در سطح جهانی تهدید می‌کند، حل نمایند. آموزش پایدار در پی درونی‌سازی ارزش‌های عدالت اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی و

1- Sustainable education

احترام به همه الزامات ادامه حیات است (Waas et al., 2012).

آموزش پایدار و دانشگاه پایدار که فلسفه آن مبتنی بر عقلانیت جوهری و تفکر نظام‌مند است و با بهره‌گیری از رویکرد میان‌رشته‌ای در آموزش و پژوهش، به صورت فراکنشی به شناسایی و حل مشکلات مبتلا به جوامع بشری اقدام می‌کند و مقصد نهایی آن تحقق توسعه پایدار برای نسل‌های کنونی و آینده است. چنین نظام آموزشی در قبال جامعه‌ای که در آن فعالیت می‌کند، دارای مسئولیت اجتماعی است و در صدد تحقق ارزش‌های اقتصادی (کاهش بیکاری، افزایش رفاه، کاهش فاصله طبقاتی، از میان برداشتن فقر و ...)، اجتماعی (عدالت اجتماعی، دموکراسی، رفع تبعیض و...) و زیست‌محیطی (مصرف مسئولانه انرژی‌های تجدیدناپذیر، بهره‌گیری حداکثری از انرژی‌های تجدیدپذیر، حفاظت از لایه اُزن، حفظ تنوع زیستی و جلوگیری از تغییرات اقلیمی) برای نسل‌های کنونی و آینده است (Malekinia et al., 2015). مهم‌ترین ویژگی‌های آموزش پایدار عبارتند از: یادگیری میان‌رشته‌ای و کل‌نگر، اندیشه‌ورزی نقادانه و آفرینشگر، پرورش تفکر نظام‌مند، استفاده از رویکردهای یادگیری اکتشافی، بهره‌گیری از رویکرد تصمیم‌گیری و یادگیری مشارکتی، بهره‌گیری از روش‌های متنوع در آموزش، برنامه درسی میان و فرارشته‌ای، پرورش سواد پایداری و محیط زیستی و نیز اطلاعات مناسب بومی (Amaral et al., 2015).

«گنجاندن مفاهیم پایداری در فرایند آموزش» از مهم‌ترین مؤلفه‌های آموزش پایدار و دربرگیرنده نگرش، دانش، ارزش‌ها، مهارت‌ها و توانایی‌هایی است که نیاز است دانشجویان و استادان فرا بگیرند تا بتوانند به درک و حل مسائل مهم جامعه امروزی در حوزه‌های مختلف اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و زیست‌محیطی بپردازند و بر شیوه‌های اندیشیدن و الگوهای رفتاری جامعه درباره پایداری تأثیر بگذارند. «یادگیریِ یادگیری و کاربست رویکرد میان‌رشته‌ای» از مؤلفه‌های دیگر آموزش پایدار است که با توسعه همکاری‌های میان‌رشته‌ای، آفرینش دانش نوین و دانش جایگزین و یادگیری اجتماعی، تحقق می‌یابد. از دیگر مؤلفه‌های آموزش پایدار، «اندیشه‌ورزی نقادانه» است که با توسعه دانش، مهارت و توانایی‌ها، ظرفیت فکری، نوآوری و توانمندی انسان‌ها برای حل مسائل اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی همراه با تجزیه‌وتحلیل مسائل از جنبه‌های گوناگون و سپس ارائه راه‌حل‌های متنوع برای یک مسئله به دست می‌آید. پرسشگری، حقیقت‌جویی، آینده‌نگری و کنجکاوی آگاهانه از مهم‌ترین ویژگی‌های اندیشه‌ورزی نقادانه به شمار می‌روند. «استفاده از راهبردهای نوآورانه در فرایند یادگیری» از مشخصه‌های دیگر آموزش پایدار است که بر الگوهای یادگیری اجتماعی و راهبردهای فراشناختی، هم‌کنشی اجتماعی، آموزش یادگیرنده‌محور[1]، یادگیری دانشجومحور، یادگیری در عمل،

1- Learner-centered education

یادگیری مبتنی بر حل مسئله، یادگیری پروژه‌محور[1]، یادگیری پژوهش‌بنیان[2]، یادگیری سازه‌گرا[3] و طراحی وارونه[4] تأکید دارد. استفاده از مهارت‌های شناختی و فراشناختی، اندیشه انتقادی و حل مسئله را در دانشجویان تقویت می‌نماید. بهره‌گیری از رهیافت‌های مشارکتی و میان‌رشته‌ای در فرایند یاددهی- یادگیری به درونی‌سازی اصول و مفاهیم پایداری در نزد فراگیران می‌انجامد. «بین‌المللی شدن آموزش» از مؤلفه‌های دیگر آموزش پایدار است که در پی همکنشی اجتماعی در عرصه جهانی، گسترش همکاری‌های علمی بین‌المللی، یادگیری با یکدیگر زیستن و گفتگوی میان‌فرهنگی همبستگی بین‌المللی است (Hamzehrobati et al., 2018).

در پایان، مهم‌ترین مؤلفه‌های «آموزشِ پایدار» برگرفته از مرور ادبیات پژوهش، در نمودار زیر صورت‌بندی می‌شود:

شکل ۳. مؤلفه‌های آموزش پایدار

۴. از تعلیمِ معماریِ پایدار تا تربیتِ معمارِ پایدار

۴-۱. تعلیمِ معماری پایدار

آموزش مقوله پایداری و معماری پایدار نیز همانند نظام آموزش معماری دارای وجوه تعلیمی و تربیتی است. در اغلب مراکز آموزش عالی بر وجه تعلیمی مقولهٔ پایداری و معماری پایدار تأکید می‌شود و وجوه تربیتی آموزش پایدار معماری مغفول واقع می‌گردد. در چنین ساختار آموزشی‌ای، بر انتقال سواد پایداری، دانش معماری پایدار و پرورش توانایی‌های دانشجویان در این زمینه تأکید می‌گردد و در نهایت حاصل چنین نظام آموزشی، کارشناسان معماری پایدار خواهند بود که واجد دانش و توانایی در زمینه معماری پایدار (پایداری‌شناس) هستند، نه به عنوان معمارانی که علاوه بر دانش و توانش در

1- Project-based learning
2- Inquiry-based learning
3- Constructivist learning
4- Backwards design

زمینهٔ پایداری، از بینش و منش پایدار برخوردار بوده و واجد صفت جوهری پایداری هستند.

به طور کلی مهارت‌های هر متخصص و کارشناس حرفه‌ای، تابعی از میزان دانش و سواد او در حوزهٔ تخصصی‌اش است. بنابراین لازمهٔ ارتقای توانایی‌ها و مهارت‌های حرفه‌ای طراحان و معماران در زمینه پایداری، ارتقای «سواد پایداری»[1] آن‌ها از طریق آموزش معماری پایدار در مراکز آموزش عالی و دانشگاه‌ها است. به عقیدهٔ دیوید آور، علاوه بر ایجاد تحولات فکری، تغییر در نظام ارزش‌ها، الگوها و ساختارهای ذهنی دانشجویان، امکان کسب مهارت‌های تخصصی و حرفه‌ای با استفاده از آموزش سواد پایداری برای آنها نیز باید فراهم گردد که هر دو مورد مذکور از طریق آموزش تحقق می‌یابد (Orr, 1992). هدف آموزش تخصصی معماری با رویکرد و محوریت معماری پایدار این است که دانشجوی معماری برای تحصیل در مقطع تخصصی، علاوه بر داشتن مهارت‌های طراحی و بیان معمارانه، لازم است نگرشی فرانگر به نقش و جایگاه خود در نیل به جامعه پایدار با رویکرد حفظ محیط‌زیست و بهره‌گیری از انرژی‌های پاک طبیعت داشته باشد (Khatami & Fallah, 2010).

در بیانیه اتحادیه انجمن‌های بین‌المللی، با تأکید بر همبستگی برای آینده‌ای پایدار و همچنین در ویژگی‌های آموزش پایدار توسط بخش آموزشی، علمی و فرهنگی سازمان ملل (یونسکو)، به متخصصان معماری توصیه شده است که باید به دنبال روش‌های دستیابی به پایداری بوم‌شناختی باشند و در بخش آموزش معماری نیز، تعادل محیطی و توسعه پایدار محیط‌های ساخته‌شده از اهداف آموزش معماری است. بر این اساس مدارس معماری موظف شدند تا جنبه‌های فنی پایداری را در راستای پاسخگویی به چالش‌های جهانی و بومی آن، به برنامه‌های درسی خود بی‌افزایند (Stasinpolous, 2005). تعلیم و آموزش مقولهٔ معماری پایدار در بسیاری از دانشگاه‌ها، از جمله در کشورهای درحال‌توسعه به شکلی محدود محقق شده است. مقوله پایداری و بحران‌های محیطی همچنان به عنوان مقوله اصلی و محوری در برنامه‌ریزی درسی دانشکده‌ها و مدارس معماری مطرح نشده است و موضوع پایداری، کماکان به شکل دروسی محدود وارد برنامه‌های آموزشی شده است. حتی چنین دروسی علاوه بر آنکه در انتخاب آنها محدودیت‌هایی وجود دارد، به شیوه‌ای مستقل از کارگاه‌های طراحی ارائه می‌گردند (Posada, 2004). تمامیت و یکپارچگی بحث پایداری نیز در مدارس طراحی تا به حال توسط محققین متعددی مورد بررسی قرار گرفته است که غالب آنها به دو نتیجه دست یافته‌اند: ۱- بسیاری از مدارس موضوع پایداری را در مسیر درستی پیش نبرده و با شیوه‌های درستی به آموزش آن نمی‌پردازند و ۲- طراحی پایدار نیازمند روش‌های آموزشی کاملاً متفاوت با روش‌های آموزشی پیشین است (Stasinopoulos, 2005).

1- Literacy of sustainability

۲-۴. تعلیم معماری پایدار در ایران

پس از ظهور و بروز مقوله پایداری در حوزه‌های معماری و آموزش معماری در دهه‌های آخر قرن بیستم در کشورهای توسعه‌یافته، این مقولات همانند بسیاری از مکاتب فکری و تحولات جهانی با تأخیر از ابتدای قرن بیست‌ویکم در حوزه‌های معماری و آموزش معماری در ایران مطرح شده است. اگر چه در سال‌های اخیر تلاش‌هایی برای تحقق آموزش معماری پایدار در ایران انجام پذیرفته است اما این تلاش‌ها و گرایش‌ها، غالباً شخصی، سلیقه‌ای، متکی به الگوهای غربی و فاقد توجه به زمینه‌های بومی بوده است. تجربهٔ تلاش‌های این دهه در راستای آموزش معماری پایدار، در قالب ایجاد گرایش‌های تخصصی و تعریف برنامه و محتوای دروس در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد، ضمن برخورداری از فواید محدود، فاقد زمینه‌های اجرایی و نیازهای اجتماعی کافی در سطح جامعه بوده است (Hosseini et al., 0 2008).

از سال ۲۰۰۵ میلادی (۱۳۸۳ ه.ش) به منظور ارتقای آموزش معماری پایدار، در سطح کشور فعالیت‌هایی صورت گرفته است. مهندسی انرژی و معماری در دانشگاه تهران و گرایش معماری پایدار در دانشگاه علم و صنعت در مقطع کارشناسی ارشد، که به موضوعات فنی مربوط به انرژی در طراحی و ساخت می‌پردازند (Taleghani et al., 2011). با این حال مقوله آموزش پایدار معماری در دهه‌های اخیر در نظام آموزش معماری و ساختار دانشکده‌های معماری در ایران جایگاه قابل اعتنایی نداشته است و تنها به تعریف محدود دروس مرتبط و گرایش‌های تخصصی در مقاطع تحصیلات تکمیلی اکتفا شده است. در این راستا تعیین دروسی مانند «تنظیم شرایط محیطی» و «انسان طبیعت معماری» در دوره کارشناسی معماری و دروسی چون «معماری همساز با اقلیم» و «تنظیم شرایط زمین» در مقطع کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی شده‌اند که تنها به آموزش تئوری آن بسنده شده است. در دوره کارشناسی ارشد معماری با گرایش‌های «معماری پایدار»، «انرژی و معماری»، «طراحی محیط‌زیست» و تا حدودی «معماری منظر»، با برنامه‌ریزی دروس نظری و عملی با محوریت و محتوای زیست‌محیطی، اقلیمی و انرژی دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشگاه تهران و دانشگاه شهید بهشتی و چند دانشگاه معدود در ایران ارائه می‌شوند. اغلب این دروس به صورت تئوری و بدون کارگاه‌های عملی و تحقیقاتی ارائه می‌شوند و طبیعی است که تأثیر آن در دانشجویان چندان عمیق نخواهد بود. (Hosseini et al., 2008)

با توجه به برخی مشکلات آموزش معماری در ایران که عبارتند از عدم وجود اهداف، برنامه‌ریزی و ارزشیابی دقیق و منسجم، آموزش تک‌برنامه‌ای در سطح کلان، ارائه محتواهای مستقل و جزیره‌ای در دروس تخصصی مختلف (طراحی، فنی، مبانی نظری، تاریخ و مرمت و...) و شکاف میان دروس نظری و عملی، حاکمیت دیدگاه جزءنگر در ماهیت آموزش معماری، ضرورت فراهم آوردن ظرفی مناسب برای آموزش معماری و به طور خاص آموزش معماری پایدار را بیش‌ازپیش ضروری می‌نماید. به عبارتی، برای آموزش معماری پایدار در ایران، در ابتدا باید از تکیه بر تک‌برنامه درسی صرف‌نظر کرد و سپس

به طراحی یک نظام منعطف در سطح کلان بر اساس ضرورت‌های اشاره‌شده و با تعریف اهداف و برنامه‌ریزی دقیق و منسجم برگرفته از چالش‌های جهانی و بومی، اقدام نمود.

۴-۳. تربیتِ معمارِ پایدار

در اغلب مراکز آموزش عالی که در قالب گرایش‌های تخصصی در مقاطع تحصیلات تکمیلی به آموزش معماری پایدار و گرایش‌های مشابه می‌پردازند، اهداف و برنامه‌ریزی نظام آموزشی آنها بر وجه تعلیمی معماری پایدار و انتقال دانش‌ها و توانایی‌هایی در این زمینهٔ تکیه دارند. حال آنکه برای تربیتِ «معمارِ پایدار»، علاوه بر کسب دانش‌های جهانی و بومی پایداری و معماری پایدار و همچنین پرورش توانایی‌های فنی و طراحی در این زمینه، اهمیت و اولویت دادن به وجوه تربیتی و پرورش اندیشه و رفتار فراگیران در زمینهٔ پایداری و معماری پایدار از اصول اساسی به شمار می‌رود. همچنین لازمهٔ تربیتِ معمارِ پایدار، نظام آموزشی است که دارای ماهیت، ساختار و شیوه‌های پایدار باشد.

در سال‌های اخیر مقوله آموزشِ پایدار در حوزهٔ معماری و شهرسازی به شکل گسترده‌ای مورد توجه واقع شده است. آموزشِ پایدارِ معماری یک روش آموزش کل‌نگر، چندبعدی و فرارشته‌ای است که با روش‌های خطی مرسوم و آموزش صرفاً مهارت‌های فنی در بخش‌های مختلف و جدای از هم آموزش محقق نخواهد شد. آموزش پایدار معماری در گرو داشتن بینش کل‌نگر با تأکید بر ماهیت میان‌رشته‌ای معماری و نیز تمامیت و یکپارچگی بحث پایداری است (Stasinpolous, 2005). مهم‌ترین امر برای ترویج آموزشِ پایدارِ معماری، تعیین مفهوم «پایداری» به‌عنوان محور و هدف اصلی در فرایند آموزش معماری و تأثیر مستقیم آن بر جهت‌گیری تمام راهبردها و شیوه‌های آموزشی، معیارهای ارزیابی، محتوای دروس، فعالیت‌های دانشجویان است تا زمینهٔ تربیت طراحان و معماران با محوریت پایداری فراهم گردد. تحقق پایداری به عنوان هدف آموزش معماری زمانی رخ می‌دهد که فعالیت‌های حرفه‌ای طراحان و معماران و دانشجویان معماری نیز در راستای این هدف باشد (Boyer & Mitgang, 1996).

زمینه‌گرایی در آموزش پایدار معماری و توجه به بسترهای طبیعی و زیست‌محیطی، اجتماعی و فرهنگی، با نگاهی زیربنایی، باعث می‌شود که آموزش‌گیرنده بیاموزد در تمامی مراحل از جمله برنامه‌ریزی و طراحی، به «زمینهٔ» موجود، اعم از فیزیکی و یا معنایی بیندیشد و مقتضیات آشکار و نهان زمینه را در ساختار برنامه و طرح‌ریزی خود به نحو مناسب و مؤثر در نظر بگیرد. چنین رویکردی بیش از هر چیز به مراعات زمینهٔ طبیعی- و یا در مقیاس وسیع‌تر- محیطی منجر می‌گردد که از ارکان اصلی معماری پایدار و آموزش آن است. همچنان که «آموزش محیطی زمینه‌بنیاد» به عنوان برنامه پیشنهادی قابل اعتنایی حتی در مقاطع ابتدایی تحصیل به طور جدی مطرح است (Knight, 2009). فراگیری دانش‌ها و مهارت‌های متنوع و چندبعدی در حوزه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی که از ارکان توسعه پایدار و معماری پایدار هستند، لازمه آموزش پایدار معماری است. بنابراین همان‌گونه

که تحقق مفهوم توسعه پایدار در هر جامعه‌ای در گرو توسعه متوازن و پایدار در حوزه‌های سه‌گانه «اجتماعی و فرهنگی»، «اقتصادی» و «زیست‌محیطی» است، تحقق مفهوم پایداری در آموزش معماری نیز در گرو آموزش همگرای ابعاد «فرهنگی-اجتماعی»، «اقتصادی» و «زیست‌محیطی» و نقش و تأثیر این بسترها و زمینه‌ها بر شکل‌گیری معماری و تبیین جایگاه ارکان پایداری در آموزش معماری است.

با توجه به ماهیت میان‌رشته‌ای معماری، تبیین مقولهٔ آموزش پایدار معماری، چه در مدل‌های نظری و چه در شیوه‌های آموزشی عملی، با دیدگاه کل‌نگر از اصول اساسی و زیربنایی آن به شمار می‌رود (Azizi, 2010). آموزشِ پایدارِ معماری یک روش آموزش چندبعدی است که حوزه‌های گوناگونی از دانش را در برگرفته و به همین دلیل مستلزم رویکردهای آموزشی مشارکتی، میان‌رشته‌ای و فرارشته‌ای است. بر این اساس آموزش پایدارِ معماری با روش‌های خطی مرسوم که آموزش‌های نظری و عملی و مهارت‌های فنی در ساختاری غیرمنسجم و در بخش‌های مجزا آموزش داده می‌شوند و امکان پیوستگی و انسجام در ساختار و محتوای آموزشی با رویکردی کل‌نگر وجود ندارد، تحقق نمی‌یابد (Stasinopoulos, 2005).

در آموزش پایدار معماری، احیای وجوه فطری و ذاتی فراگیران و تقویت نقش آن در نظام ارزش‌گذاری اهمیت بسیاری دارد و این مسئله بر ماهیت بینش و چگونه اندیشیدن و قدرت تشخیص فطری فراگیران مؤثر است. در چنین رویکردی، با بازگشت به فطرت سلیم انسان در نظام تصمیم‌گیری و راهبرد اندیشی معماری، تحقق ارزش‌ها و اهداف اصلی و جوهری پایداری را تسهیل خواهد کرد. درک معنای حقیقی پایداری و تحقق طبیعی آن در معماری نه متکی بر تلقین، تقریر، تکلف و تظاهر، بلکه بر پایهٔ نیازی طبیعی و مشروط به فهمی درونی، عمیق و فطری است. اهمیت این نوع فهم هم در ایجاد «باور» و «گرایش» به پایداری در معماری و هم در برنامه‌ریزی و طراحی پایدار مؤثر خواهد بود. بر این اساس تقویت و نهادینه‌سازی چنین گرایش و معرفتی در فراگیران با تکیه بر ابزار معرفتی از جمله دانش ضمنی، دانش شخصی، دانش فطری و تشخیص شهودی در کنار تفکر منطقی ضروری است. جستجوی پایداری در آموزش معماری، بدون تحقق پایداری در نظام ذهنی و عملی معماران و دانشجویان معماری، نوعی بی‌توجهی به سنخیت خاستگاه معرفتی معمار و دانشجوی معماری با ماهیت آن است.(Iranmanesh & Khajehpour, 2014). فطری‌گرایی در آموزش پایدار معماری، نگرش راهبردی و عمیق به محیط (به ویژه محیط طبیعی) و نیز «حساسیت بوم‌شناختی» را در فراگیران تقویت می‌نماید (Knights, 2009).

آموزشِ پایدار، به عنوان آموزشی جامع‌نگر، یادگیرندگان را در ابعاد گوناگون علمی- تجربی، یادگیری مشارکتی-فردی، و نیز توانایی‌های آنان را در زمینه‌های مختلف عقلی- شهودی، منطقی- احساسی و تجربی- فراتجربی پرورش می‌دهد. حاصل چنین رویکرد کل‌نگرانه‌ای، معرفت عمیق و گرایش طبیعی یادگیرندگان به جوهره و اصل مفهوم پایداری خواهد بود. کل‌نگری در آموزشِ پایدارِ معماری،

نگاه زیربنایی به زمینه‌ها، ناظر به آن است که آموزش‌گیرنده بیاموزد که در تمامی مراحل از جمله برنامه‌ریزی و طراحی، به وجوه کالبدی و غیرکالبدی زمینهٔ موجود بیندیشد و مقتضیات آشکار و نهان زمینه را در ساختار برنامه و فرایند طراحی خود به نحو مناسب و مؤثر در نظر بگیرد. تحقق اهداف آموزشِ پایدارِ معماری نزد یادگیرندگان، علاوه بر کسب دانش‌ها و مهارت‌های لازم در حوزهٔ پایداری، در گرو نهادینه شدن مفهوم جوهری پایداری در بینش و مبانی اخلاقی و ارزشی آنها است. در منشور کنفرانس بین‌المللی «محیط و جامعه، تحصیل و آگاهی عمومی برای پایداری» (یونسکو و دولت یونان، ۱۹۹۷) نیز آمده است: «پایداری، در تحلیل نهایی، عبارت است از یک الزام معنوی و اخلاقی که تنوع فرهنگی و دانش سنتی باید در آن ملحوظ باشد». همچنان که مفاهیمی چون «سلامتی» و «اخلاق» برای یک انسان طبیعی، گزینه‌های اختیاری نیستند و لزوم آنها نیز نه برخاسته از یک جبر بیرونی، بلکه برآمده از نیازهای درونی و ذاتی است، فهم و هضم پایداری برای یادگیرندگان معماری نیز باید از این جنس باشد. بدون پرورش و نهادینه شدن یک معرفت و باور عمیق به مقوله پایداری و معماری پایدار در کنار تقویت احساس تعلق و احساس مسئولیت به این مقولات در یادگیرندگان، امکان تحقق واقعی آموزش پایدار معماری فراهم نخواهد شد. چنانکه در بیانیه مشترک AIA و (UIA1993) نیز آمده است: «معماری پایدار یک تجویز نیست بلکه یک رویکرد است، یک گرایش است». بنابراین بدون حصول این گرایش، فقط امکان فهم و درکی بیرونی از پایداری وجود دارد که حاصل آن به‌جای تربیت معمارانی که گرایش واقعی به پایداری دارند، صرفاً متخصصانی «پایداری‌شناس» خواهد بود. بدین‌سان گرایش به پایداری همچون هر گرایش دیگری به تعبیر یونگ به طور طبیعی «آمادگی روان برای عمل یا عکس‌العمل در مسیری مشخص» را که در اینجا پایداری حقیقی است تضمین می‌کند و شخص آنچه را مستلزم تحقق پایداری در معماری است رعایت خواهد نمود (Iranmanesh & Khajehpour, 2014). بنابراین در چنین نظام تعلیم‌وتربیت معماری که بر مفهوم جوهری پایداری متکی است، علاوه بر تعلیمِ معماریِ پایدار و ارتقای دانش، فن و توانایی شاگردان در زمینه معماری، تربیتِ پایدارِ شاگردان و اعتلای بینش و منش آنها در زمینه پایداری نیز مورد نظر است. به تعبیری دیگر حاصل چنین نظام تعلیم و تربیتی، «معمارِ پایدار» است که در تمام مراتب تعلیم‌وتربیت معماری واجد صفت جوهری پایداری گشته است.

۵. بازشناسی معنای آموزشِ پایدارِ معماری

آموزش پایدار معماری، آموزشی است که از عقلانیت ابزاری عبور کرده و بنیادش را بر عقلانیت جوهری استوار می‌نماید. نظام‌های آموزشی دوران مدرن با تکیه بر بینش پوزیتیویسم و عقلانیت ابزاری، همواره سودمندی انسان را هدف اساسی در ساحت آموزش و از جمله آموزش معماری قلمداد نمودند. حاصل چنین نظام آموزش معماری، معماران مدرن و آثار معماری مدرن بودند که با خوش‌بینی به علوم و

فنون جدید و با تکیه بر فناوری‌های نوین، و با حداقل توجه به بسترهای اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و زیست‌محیطی در پی بهره‌برداری حداکثری از منابع طبیعی به سود انسان بودند. حتی با ورود نگرش پایداری به ساحت معماری پس از دوران مدرن، همچنان برخی در ساحت نظری و عملی معماری و آموزش معماری، مفهوم پایداری را به ابعاد صرفاً بوم‌شناختی و فناورانه تقلیل می‌دهند. وجود چنین دیدگاه‌های پوزیتیویستی به مقوله پایداری، در واقع بیانگر عدم تغییر در ماهیت نگرش مکانیکی و ابزاری به زیست‌جهان و نیز بیانگر تداوم نگرش سلطه‌گرایانه بشر به طبیعت است. بنابراین تبیین معنای جوهری پایداری، آموزش پایدار و آموزش پایدار معماری، مستلزم اتکا بر هستی‌شناسی کل‌گرایانه و پالایش آن از دیدگاه‌های تقلیل‌گرایانه و جزءگرایانه مذکور است.

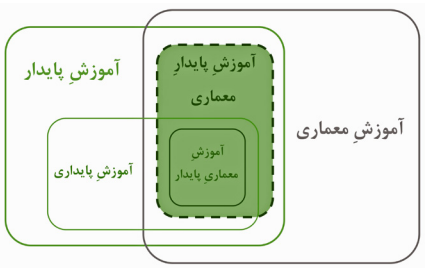
در تبیین مفهوم آموزش پایدار معماری با دیدگاه کل‌نگر، علاوه بر اهمیت ابعاد بوم‌شناختی و زیست‌محیطی پایداری، متناسب با ماهیت و جامعیت معنای پایداری، ابعاد گوناگون اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی نیز در هم‌پیوندی و همگرایی با همدیگر به فراگیران معماری آموزش داده می‌شود. مسئله دیگری که مستلزم جامعیت معنای آموزش پایدار معماری است لزوم ادراک وجوه بومی این معنا هم‌راستا با فهم تعاریف جهانی از آن است. به این معنی که ضمن انتقال مبانی، دیدگاه‌ها و دانش جهانی دربارهٔ پایداری و معماری پایدار به فراگیران معماری، در سطح راهبردها و راهکارها به ماهیت بومی و زمینه‌های اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی، طبیعی و بوم‌شناختی نیز توجه گردد. برای تحقق این هدف نیاز به برنامه‌ریزی هم در سطح کلان (ساختار آموزش) و هم سطح خرد (محتواهای درسی) و ایجاد ارتباطی منسجم میان ساختار و محتواهای آموزشی در یک کل باتکیه‌بر یک نگرش سامانه‌ای و نظام آموزشی میان‌رشته‌ای است. چنین نظام آموزشی با بهره‌گیری از ارتباطات بین‌رشته‌ای و تعامل سازنده اساتید و دانشجویان معماری با دانشکده‌های دیگر (از جمله دانشکده‌های جامعه‌شناسی، علوم اقتصادی، محیط‌زیست و...) بینش و دانش جامع‌تری از ابعاد مختلف پایداری و معماری پایدار را برای یادگیرندگان فراهم می‌کند. همچنین عدم انحصار آموزش معماری به محیط محدود دانشگاه و تقویت تعاملات دانشجویان با واقعیات جامعه، طبیعت، شهر و معماری، با هدف درک واقعی آنها از شرایط و نیازهای اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و زیست‌محیطی، در تحقق معنای آموزش پایدار معماری مؤثر است.

آموزش پایدار معماری با اجتناب از عقلانیت ابزاری و باتکیه‌بر عقلانیت جوهری در پی تقویت و احیای گرایش‌های فطری و ذاتی به مقوله پایداری در فراگیران معماری است. نهادینه‌سازی فطری‌گرایی در آموزش پایدار معماری، صرفاً از کسب دانش‌ها و مهارت‌ها در زمینهٔ پایداری و معماری پایدار فراتر رفته است و با تکیه بر دانش ضمنی، دانش شخصی، دانش فطری، تشخیص شهودی، معرفت و اخلاق در فراگیران معماری به دنبال درونی‌سازی مقولات پایداری در فراگیران معماری است. حاصل چنین نظام آموزشی، معمارانِ پایداری خواهد بود که ضمن داشتن باور و گرایش جوهری به مفاهیم پایداری،

در عمل نیز آثار معماری خلق خواهند کرد که علاوه بر احترام به روح و زیست طبیعت و حفاظت از منابع طبیعی برای آیندگان، به هم‌زیستی و همسازی معماری با زمینه‌های تاریخی، اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی و زیست‌محیطی نیز توجه ویژه‌ای خواهند داشت.

برقراری تعادل و انسجام میان حوزه نظری و عملی در آموزش پایدار معماری باعث کاهش شکاف میان عرصه دانشگاه با عرصه حرفه معماری خواهد شد. آموزش پایدار معماری هم از نظر محتوا و هم از نظر ساختار، در پی همگرایی و پیوند آموزش‌های تئوری و نظری با آموزش‌های عملی و طراحی در زمینه‌های پایداری و معماری پایدار است.

معنای «آموزشِ پایدارِ معماری» با مفهوم «آموزشِ معماریِ پایدار» کارکرد معنایی متفاوتی دارند. در مفهوم «آموزشِ معماریِ پایدار» ماهیت آموزش معماری دچار تغییر اساسی نمی‌گردد، بلکه معماریِ پایدار به عنوان یک سبک و رویکرد یا به صورت یک گرایش خاص دانشگاهی (به ویژه در مقاطع تحصیلات تکمیلی معماری) آموزش داده می‌شود. اما در «آموزشِ پایدارِ معماری» به عنوان مفهوم مورد نظر این پژوهش، علاوه بر انتقال معماری پایدار به عنوان یک دانش و رویکرد نوین جهانی، لزوم پایدار شدن ماهیت، محتوا و ساختار آموزش نیز امری اساسی است، به تعبیری دیگر «آموزشِ پایدار» به معنای تحقق پایداری در ماهیت آموزش امری مقدم‌تر نسبت به «آموزشِ پایداری» در نظام تعلیم‌وتربیت معماری است. یعنی برای تحقق «آموزشِ پایدارِ معماری» ابتدا باید صفات و شاخصه‌های آموزش پایدار (از جمله، بینش کل‌نگر و جامع‌نگر، پرورش عقلانیت جوهری و تفکر نظام‌مند، مهارت‌های شناختی و فراشناختی، رویکرد میان‌رشته‌ای و فرارشته‌ای، اندیشه‌ورزی نقادانه و آفرینشگر، یادگیری مشارکتی و هم‌کنشانه، یادگیری اکتشافی، تنوع و نوآوری در شیوه‌های آموزشی، توسعه روابط آموزشی و آموزش بین‌المللی) در ماهیت نظام آموزش معماری نهادینه گردد و سپس دانش پایداری و معماری پایدار نیز تعلیم داده شود. بنابراین دامنه معنایی «آموزشِ پایدارِ معماری» جامع‌تر بوده و مفهوم «آموزشِ معماریِ پایدار» را در برمی‌گیرد.



شکل ۴. نسبتِ معنایی آموزشِ پایدارِ معماری و آموزشِ معماریِ پایدار

معماری و آموزش معماری در دوران سنت واجد صفت جوهری پایداری (آنچه که امروزه پایداری

و معماری پایدار خوانده می‌شود) بوده است. در واقع حاصل معرفت، بینش و باورهای معماران عصر سنت، با تکیه بر بنیادهای هستی‌شناختی و مبتنی بر رابطه‌ای بین آسمان و زمین شیوه‌ای جاری و طبیعی در معماری و آموزش معماری شده که با مبانی و اهداف امروزی مفهوم پایداری همسو است. به عبارت دیگر، شاکلهٔ ذهنی و نوع نگرش معماران سنتی، نتیجه‌ای به غیر از پایداری در مقیاس جامع آن نمی‌توانسته داشته باشد. وجود صفت پایداری در معماری سنتی، همانند ارزش‌های آن، حاصل «معرفت پایدار» است. این معرفت پایدار برآمده از نظامی منسجم و متکی بر بنیادهای هستی‌شناختی و معرفت‌شناختی جامعه سنتی، و نیز با تکیه بر باورها، کهن‌الگوها، دانش و تجربه نسل‌ها بوده است. اعتقادهای راسخی همچون تصور طبیعت به صورت قلمروی مقدسی که «نیروهای خلاق الهی» را منعکس می‌سازد (Nasr, 2007)، ضامن چنین معرفتی بوده است که تبعیت از چنین معرفت پایداری، ضرورتی طبیعی بوده است و به این ترتیب، صفت «پایداری» از معرفت سنتی بر معماری عصر سنت تأثیر می‌گذاشته است (Iranmanesh & Khajehpour, 2014). چنین معرفت پایداری برآمده از نظام تعلیم‌وتربیت معماری در عصر سنت و حاصل دریافتی شهودی و تجربه‌های زیسته شاگردان با استادان در بستر معماری، جامعه و طبیعت بوده است. در واقع معماری و آموزش معماری در عصر سنت که واجد معانی و صفات جوهری پایداری بوده است، نقشی اساسی در تحقق ثبات، تاب‌آوری و پایداریِ جامعه، فرهنگ، اقتصاد، طبیعت در زندگی انسان عصر سنت داشته است.

۶. بازشناسی مراتبِ آموزش پایدار معماری

در تبیین مراتب تعلیم‌وتربیت معماری با تکیه بر خوانش و بازشناسی آموزش سنتی معماری و نیز آسیب‌شناسی نظام‌های آموزش معماری در دوران جدید، بر وجوه تربیتی فراگیران معماری در کنار وجوه تعلیمی تأکید گردید. همچنین با اتکا بر دیدگاهی کل‌نگر، مراتب هفت‌گانه‌ای برای نظام تعلیم‌وتربیت معماری شامل، «خواهش و انگیزش»، «بینش و نگرش»، «منش»، «دانش»، «توانش»، «آفرینش»، «کُنش» تبیین و طبقه‌بندی شد. تحقق آموزش پایدار معماری با توجه به ماهیت چندوجهی هنر و دانش معماری از یک سو و چندبعدی بودن ماهیت مفهوم پایداری از سوی دیگر، مستلزم شیوه‌های آموزش جامع‌نگر و چندبعدی است. در چنین نظام جامع آموزشی، شاگردان معماری باید در فرایندی تدریجی و منسجم، مدارج و مراتبی از تعلیم‌وتربیت معماری را طی کنند. بنابراین بازشناسی مراتبِ نظام تعلیم‌وتربیت پایدارِ معماری (آموزشِ پایدارِ معماری) مستلزم تبیین ماهیت و ویژگی‌های آن در مراتب هفت‌گانه مذکور است. در نهایت مبتنی بر ماهیت مفاهیم آموزش پایدار و آموزش پایدار معماری و نیز اصول و مؤلفه‌های آنها که با نگرشی کل‌گرا تبیین شد، برای هر کدام از مراتب هفت‌گانه آموزش پایدار معماری، راهبردها، اصول و راهکارهایی مورد بازشناسی و طبقه‌بندی قرار گرفته است. تحقق چنین معنا و مراتبی در نظام آموزش معماری، مستلزم برقراری وحدت و انسجام در مراتب هفت‌گانه مذکور و

تجلی آن در تمامی ارکان و اجزای نظام آموزش معماری (مدیریت و برنامه‌ریزی، محتوا و سرفصل دروس، رویکرد دانشکده‌ها و اساتید معماری، فضاها و امکانات آموزشی و...) است.

جدول ۱. مراتب هفت‌گانه آموزش پایدار معماری و راهبردها و راه‌کارهای آن

مراتب		راهبردها	راهکارها
۱	«خواهش و انگیزش»	تقویت علاقه و انگیزه یادگیریِ مقولات پایداری و معماری پایدار	تبیین اهمیت و ضرورت مقوله پایداری و معماری پایدار با هدف تقویت انگیزه یادگیری
			احیای تمایلات و تعلقات فطری به جوهره پایداری و معماری پایدار (فطری‌گرایی)
			برانگیختن حساسیت‌های بوم شناختی
۲	«بینش و نگرش»	تعالی بینش و اندیشه‌ورزی در مقولات پایداری و معماری پایدار	دیدگاه کل‌نگر به مقولات پایداری و معماری پایدار
			نهادینه‌سازی عقلانیت جوهری و تقویت فطری‌گرایی در آموزشِ پایدار معماری
			استقرار تفکر سیستمی (نگرش سامانه‌ای) در ساختار و محتوای آموزشِ پایدار
			تقویت اندیشه‌ورزی نقادانه (تفکر انتقادی)، حقیقت‌جویی، پرسشگری، کنجکاوی آگاهانه در مقولات پایداری و معماری پایدار
			ترغیب فراگیران معماری به همکنشی فکری و هم‌اندیشی در زمینه پایداری و معماری پایدار
			ایجاد همسویی در نگرش جهانی و نگرش زمینه‌گرا و بومی به پایداری و معماری پایدار
۳	«منش»	تربیتِ اخلاق حرفه‌ای و حس مسئولیت‌پذیری در مقوله پایداری و معماری پایدار	اهمیت وجوده تربیتی در کنار وجوه تعلیمی در آموزش پایدار معماری
			اولویت مسئولیت‌های انسانی و وجدان حرفه‌ای نسبت به الزامات قانونی در آموزش پایدار
			تبیین مقوله پایداری و معماری پایدار به‌عنوان یک الزام معنوی و اخلاقی
			تقویت حس مسئولیت‌پذیری درباره مفاهیم و اهداف پایداری و معماری پایدار
			ترویج سبک زندگی پایدار و احترام به حقوق آیندگان در فراگیران معماری
			تقویت روحیه احترام به محیط زیست و حفاظت از منابع طبیعی
۴	«دانش»	ارتقای سواد پایداری و دانش معماری پایدار	اعتلای معرفتِ پایدار با تکیه بر دانش ضمنی، دانش شخصی، دانش فطری، تشخیص شهودی در زمینه پایداری و معماری پایدار
			بهره‌گیری از رویکرد میان رشته‌ای و همگرایی میان ابعاد مختلف پایداری و معماری پایدار
			فراگیری دانش‌های متنوع و چند بعدی در حوزه دانش پایداری و معماری پایدار
			ایجاد انسجام میان یادگیری دانش‌های نظری و مهارت‌های علمی در آموزش پایدار معماری
۵	«توانش»	پرورش توانایی‌ها و مهارت‌ها در زمینه پایداری و معماری پایدار	تربیت مهارت‌های شناختی و فراشناختی در زمینه پایداری و معماری پایدار
			پرورش توانایی‌های فنی و طراحی در زمینه پایداری و معماری پایدار
			ایجاد همگرایی و هم‌افزایی میان دروس تئوری معماری پایدار و دروس عملی و طراحی پایدار
			استفاده از شیوه‌های یادگیری مشارکتی و یادگیری همکنشانه در پرورش مهارت‌های طراحی پایدار
			بهره‌گیری از روش‌های یادگیری مسئله‌محور و یادگیرنده‌محور برای تقویت توان حل مسئله
			آموزش مهارت‌های نوین، هوشمند و نرم‌افزاری در زمینه پایداری و طراحی پایدار

ادامه جدول۱

۶	«آفرینش»	پرورش خلاقیت و آفرینش‌گری در آموزش پایدار معماری	تقویت اندیشه‌ورزی آفرینشگر (تفکر خلاق) در فرآیند طراحی معماری پایدار
			بهره‌گیری از روش‌های متنوع و خلاقانه در آموزش پایدار متناسب با تفاوت ذاتی فراگیران
			تبیین تمایز آفرینش‌گری با بدعت محض در فرآیند طراحی پایدار
			تأثیر ابعاد مختلف پایداری (اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی) بر فرآیند طراحی پایدار
			اندیشیدن به راهکارهای بومی و عدم تقلید از رویکردهای تقلیل‌گرایانه در طراحی پایدار
			درونی‌سازی مفاهیم معماری پایدار در ناخودآگاه فراگیران و تجلی فطری آن در فرآیند طراحی
۷	«کُنش»	پرورش توانایی‌های عملی و اجرایی و حرفه‌ای در زمینه معماری پایدار	کاهش شکاف میان دانشگاه و حرفه با برگزاری کارگاه‌های عملی در محل پروژه‌های واقعی
			احیای دوره‌های کارآموزی واقعی از طریق کار در دفاتر معماری و حضور در فرآیند واقعی طراحی و ساخت پروژه‌هایی با رویکرد پایداری
			آموزش دروس عملی و طراحی با تعریف پروژه در شرایط و بسترهای واقعی
			مواجهه فراگیران با جامعه و نیازهای واقعی کاربران و شرایط محیطی در فرآیند طراحی و ساخت
			بهره‌گیری از معماران حرفه‌ای و یا استادان با دانش و دارای تجربه حرفه‌ای در دروس عملی و طراحی

۷. نتیجه‌گیری

در تبیین مبانی و مفاهیم تعلیم‌وتربیت، وجوه تربیتی در کنار وجوه تعلیمی در نظام‌های آموزشی و نیز وحدت و یکپارچگی معنای «تعلیم» و «تربیت» از حیث نظری و عملی در نظام آموزش معماری، نقشی اساسی دارد. بررسی نظام تعلیم‌وتربیت معماری در دوران سنت منجر به کشف و بازشناسی مبانی و ویژگی‌های جوهری آموزش سنتی معماری شده و بررسی نظام تعلیم‌وتربیت معماری در دوران معاصر با نگرشی آسیب‌شناسانه، باعث واکاوی نواقص و محدودیت‌های نظام آموزش دانشگاهی معماری در عصر حاضر می‌شود. حاصل و سنتز این دو خوانش، دستیابی به الگویی از نظام تعلیم‌وتربیت معماری است که در قالب سلسله‌مراتبی منسجم و جامع صورت‌بندی شده است که شامل مراتب هفت‌گانه «خواهش و انگیزش»، «بینش و نگرش»، «منش»، «دانش»، «توانش»، «آفرینش»، «کُنش» است.

دو مفهوم آموزشِ پایدار و آموزشِ پایداری که گاه مترادف هم پنداشته می‌شوند، در واقع معنای متمایزی دارند. آموزش پایدار که از منظر این پژوهش مفهومی جامع‌تر است، علاوه بر آموزش پایداری به معنای انتقال دانش پایداری، به دنبال تحقق مفهوم پایداری در ماهیت و ساختار نظام‌های آموزشی است که چنین امری در گرو نهادینه شدن مؤلفه‌های آموزش پایدار از جمله، اتکا بر نگرش کل‌گرا، عقلانیت جوهری و تفکر نظام‌مند، رویکرد میان‌رشته‌ای، اندیشه‌ورزی نقادانه و آفرینشگر، مهارت‌های شناختی و فراشناختی، یادگیری مشارکتی و هم‌کنشانه، یادگیری اکتشافی، تنوع و نوآوری در آموزش، سواد پایداری و دانش بومی، آموزش بین‌المللی و توسعه روابط، است. تمایز معنایی مذکور در تبیین

مفهوم پایداری در آموزش معماری نیز صدق می‌کند، به این معنا که در مفهوم آموزشِ معماری پایدار، مقصود نهایی تعلیمِ دانش و مهارت‌های معماری پایدار، به عنوان یک سبک یا رویکرد معماری است اما در مفهوم آموزش پایدارِ معماری که واجد معنای جامع‌تری است، علاوه بر تعلیم و انتقال دانش و مهارت‌های معماری پایدار، ایجاد ماهیتی پایدار در محتوا و ساختار نظام آموزش معماری مورد نظر است. حاصل چنین تحولی در ماهیت آموزش معماری، تربیت معماران پایداری است که علاوه بر ارتقای دانش و توانایی‌هایشان در زمینه معماری پایدار، از بینش و منش‌های پایداری برخوردار می‌شوند که به شکلی فطری و درونی در اندیشه و عملِ معماری آنها جاری خواهد شد.

تبیین معنای آموزش پایدار معماری با دیدگاهی کل‌نگر و با تکیه بر عقلانیت جوهری، باعث پالایش چنین مفهومی از دیدگاه‌های پوزیتیویستی و جزئی‌نگر می‌شود و از تقلیل آن به صرفاً یک رشته یا گرایش خاص در مقاطع تحصیلات تکمیلی معماری برای آموزش یک سبک یا رویکرد معماری خاص و آن هم محدود به رویکردهای بوم‌شناختی پایداری، جلوگیری می‌کند. آموزش پایدار معماری به معنای تحقق جامع ابعاد اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی، زیست‌محیطی و بوم‌شناختی مقولهٔ پایداری در آموزش معماری است. با تکیه بر خوانش ماهیت و ویژگی‌های آموزش سنتی معماری که صفات جوهری پایداری را برآمده از بنیادهای هستی‌شناختی و معرفت‌شناختیِ پایدارِ جامعه سنتی در نهاد خود دارد، معنای آموزش پایدار معماری و مراتب هفت‌گانه‌ای مشتمل بر «خواهش و انگیزش»، «بینش و نگرش»، «منش»، «دانش»، «توانش»، «آفرینش»، «کُنش» تبیین و بازشناسی شده است. مهم‌ترین راهبردها و اصول آموزش پایدار معماری عبارتند از: بینش کل‌گرا و جامع‌نگر، عقلانیت جوهری، فطری‌گرایی و احیای گرایش‌های فطری و ذاتی به مقوله پایداری و درونی‌سازی فهم آن، تکیه بر دانش ضمنی، دانش شخصی، دانش فطری، تشخیص شهودی به علاوه تفکر منطقی، اعتلای معرفت، منش و اخلاق پایدار، تفکر نظام‌مند و نگرش سامانه‌ای، اندیشه‌ورزی نقادانه و تفکر خلاق، رویکرد آموزش و یادگیری میان‌رشته‌ای و فرارشته‌ای، یادگیری مشارکتی و یادگیری هم‌کنشانه، انسجام و تعادل میان حوزه نظری و عملی آموزش پایدار معماری و نیز بهره‌گیری از شیوه‌های آموزشی متنوع و خلاقانه.

هدف اصلی این پژوهش، بازشناسی معنا و مراتب آموزش پایدار معماری با نگرشی کل‌گرا و با تکیه بر خوانش ماهیت آموزش سنتی معماری است. استفاده از راهبردها و راهکارهای ارائه‌شده در یافته‌های تحقیق، می‌تواند نقش مؤثری در پیشگیری از ابتلای دانشکده‌های معماری از جمله در ایران به رویکردهای تقلیل‌گرا و جزئی‌نگر در مقوله پایداری در آموزش معماری داشته باشد. این پژوهش با تبیین چهارچوب مفهومی و نگرشی نو به مقوله پایداری در حوزه آموزش معماری، ضمن توسعه دامنه دانش در این زمینه، می‌تواند نقش مؤثری در بازنگری و اصلاح ماهیت و ساختار کلی رویکردهای موجود آموزش معماری پایدار در دانشکده‌های معماری از جمله در ایران داشته باشد. دستاوردهای این پژوهش می‌تواند به عنوان مطالعاتی پایه و مرجعی برای پژوهشگران، مدیران و تصمیم‌گیرندگان

حوزه آموزش دانشگاهی معماری جهت تبیین محتوا و ساختار کلان آموزش معماری و همچنین ارائهٔ برنامه‌های درسی و تدوین سرفصل دروس در مقاطع تحصیلی پایه و تکمیلی مورد استفاده قرار گیرد. تحقق چنین نگرش و الگویی در آموزش معماری و نهادینه شدن آن در انگیزش، بینش، منش، دانش، توانش، آفرینش و کنش معماران نسل‌های آتی، در چشم‌اندازی بلندمدت بر ساختار حرفه معماری و آثار معماری نیز تأثیر خواهد داشت. همچنین این پژوهش می‌تواند به عنوان مبدأ و مرجعی برای پژوهش‌های توسعه‌ای و کاربردی آتی درباره تعریف محتوا، ساختار و برنامه‌ریزی درسی آموزش معماری و آموزش پایدار معماری برای مقاطع مختلف تحصیلات دانشگاهی باشد.

References

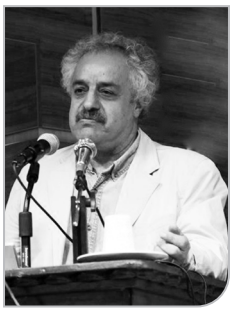
- Ahmadi. F. (2004). Research project; sustainable architecture education. Shahid Beheshti University. [in Persian].
- Alexander. Ch. (2002). Architecture and the secret of immortality (the timeless way of building). Translated by Mehrdad Qayyumi Bidhandi. Shahid Beheshti University Publishing. [in Persian].
- Amaral. L. P. & Martins. N. & Gouveia. J. B. (2015). Quest for a sustainable university: a review. *International Journal of Sustainability in Higher Education*. 16 (2). 155-172.
- Azizi. Sh. (2010). The necessity of a flexible architecture education system in order to respond to the global and local challenges of sustainability. *City Identity Journal*. 7. 43-52. [in Persian].
- Azizi. Sh. (2011). A holistic view in the process of creating an architectural work and teaching sustainable architecture. *Honarsoo Journal*. 1(1). 70-79. [in Persian].
- Benkari. N. (2013). The "sustainability" paradigm in architectural education in UAE. *Social and Behavioral Sciences Journal*. 102. 601-610.
- Boyer. E. & Mitgang. D. (1996). A new future for architecture and practice. NewJersey: The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching.
- Clioud. J. (2016). Education for a sustainable future: benchmarks for individual and social learning. Published by *The Journal of Sustainability Education*.
- Curtis. W. J. R. (2003). Modern architecture since 1900. Translated by Morteza Gudarzi. Samt Publishing. [in Persian].
- Dehkhoda. A. A. (1998). Dehkhoda dictionary. University of Tehran Printing and Publishing Institute. [in Persian].
- Fazaeli. A. (2012). A step to clarify the boundaries of education and training. *Journal of Research in Islamic Education Issues*. 19(13) 113-135. [in Persian].
- Guerra. A. (2014). Problem based learning and sustainable engineering education: challenges for 21st Century. PhD thesis in Department of Development and Planning. Aalborg University.
- Hamzehrobati. M. & Mohajeran. B. & Seyyedabbaszadeh. M. M. & Javedani. H. & Bazrafshanmoghaddam. M. (2018). Analysis of sustainable education based on the AHP model in higher education: mixed research. *Environmental Education and Sustainable Development Journal*. 7(1). 19-36. [in Persian].
- Hassani. M. & Navid Adham. (2013). "Education" or "education and training": which one? *Research Paper on the Basics of Education and Training*. 2(2). 39-56. [in Persian].
- Hojjat. I. (2001). Tradition and innovation in architecture education. PhD thesis in architecture. University of Tehran. [in Persian].
- Hojjat. I. (2002). A word of the times, a new look at education in Iran. *Fine Arts Journal*. 12. 50-58. [in Persian].
- Hojjat. I. (2003). Teaching architecture and the worthlessness of values. *Fine Arts Journal*. 12. 63-70. [in Persian].
- Hojjat. I. (2013). Architectural education from education of chest to chest to shoulder to shoulder. *Iranian Journal of Engineering Education (IJEE)*. 14(56). 37-53. [in Persian].

- Hojjat. I. (2016). Architecture lesson. Tehran University Publishing. [in Persian].
- Hosseini. S. B. & Mofidi Shemirani. S. M. & Madi. H. (2008). Education of sustainable architecture in Iran, obstacles and tendencies. *Technology and Education Journal*. 2(3). 213-221. [in Persian].
- Iranmanesh. M. & Khajehpour. E. (2014). Sustainable architecture education or sustainable education of architecture. *Fine Arts Journal*. 19(1) 83-92. [in Persian].
- Khatami. S. M. J. & Fallah. M. H. (2010). The place of sustainability education in architecture and building. *Soffeh Journal*. 20(50) 21-34. [in Persian].
- Knights. P. (2009). Virtue ethics, biodiversity and environmental educations. Inter-Disciplinary Press. Oxfordshire. Freeland.
- Lynn Crede. J. (2009). Nature immersion: a model of sustainability education. PhD thesis in Sustainability Education. NAU Prescott College.
- Ling Woo. Y. & Mokhtar. M. & Komoo. I. & Azman. N. (2012). Education for sustainable development: a review of characteristics of sustainability curriculum. *OIDA International Journal of Sustainable Development*. 3(8): 33-45.
- Malekinia. E. & Bazargan. A. & Vaezi. M. & Ahmadian. M. (2015). Identifying and prioritizing the components of a sustainable university. *Quarterly Journal of Research and Planning in Higher Education*. 20(3) 1-26. [in Persian].
- Masseck. T. (2016). Teaching sustainability: living labs in architecture. PhD thesis in Department of Architecture Technology. UPC-BarcelonaTech.
- Merck. J. & Beermann. M. (2015). The relevance of transdisciplinary teaching and learning for the successful integration of sustainability issues into higher education development. In book: Integrative Approaches to Sustainable Development at University Level (pp.19-25). Springer International Publishing Switzerland.
- Mohammadi. M. & Shirin Hesar. R. & Salimi. Gh. (2023). The attitude of engineering students of Shiraz University towards the appropriateness of graduate education curricula with sustainable development approach. *Iranian Journal of Engineering Education*. 100(25). 27-47. [in Persian].
- Moharramnejad. N. & Heydari. O. (2006). Development of a managerial model for the sustainable development of environmental education for the young generation of the country. *Journal of Environmental Sciences and Technology*. 28. 68-77. [in Persian].
- Naderi. E. Seyf naraghi. M. (2011). Assessment and measurement in educational sciences and psychology. Ravan Publishing. [in Persian].
- Nadimi. H. (2011). The method of master and student, from another perspective. *Fine Arts Journal*. 2(44) 27-36. [in Persian].
- Nasr. S. H. (2007). Religion and order of nature. Translated by Enshaallah Rahmati. Ney Publishing. [in Persian].
- Orr. D. (1992). Ecological literacy: education and the transition to a postmodern world. Published by SUNY Press.
- Posada. D. (2004). Designing way out of the box: teaching sustainable design with technology. Department of Architecture. University of Oregon.
- Qayyomibidhendi. M. (2006). Architectural education in the pre-modern, based on "resaleh memaryeh". *Soffeh Journal*. 15(42) 64-85. [in Persian].
- Schmidt. J. E. (2007). From intentions to actions: the role of environmental awareness on college students. *UW-L Journal of Undergraduate Research*. 6. 1-4.
- Segalas. J. (2009). Engineering education for a sustainable future. PhD thesis in UPC Unesco Chair of Sustainability.
- Stasinpolous. T. N. (2005). Education for sustainable architecture. Notre Dame University.
- Tafazzoli. Z. (2016). Understanding architecture as an academic discipline, requirements and possibilities, assumptions and questions. *Soffeh Journal*. 25(71) 5-25. [in Persian].
- Taghi. Z. (2008). A reflection on the consequences of the quantitative growth of the bachelor of architecture course in the country's universities. *Soffeh Journal*. 17(46) 125-134. [in Persian].
- Taleghani. M. & Ansari. H. R. & Jennings. P. (2011). Sustainability in architectural education: a comparison of Iran

and Australia. *Renewable Energy International Journal*. 36. 2021-2025.

- Waas. T. & Huge. J. & Ceulmans. K. & Lambrechts. W. & Vandenabeele. J. & Lozano. R. & Wright. T. (2012). Sustainable higher education understanding and moving forward flemish government. Environment and energy department. Brussels.

احمد پورمختار: دانش‌آموخته کارشناسی معماری از دانشگاه حکیم سبزواری در سال ۱۳۸۶ و کارشناسی ارشد معماری (مطالعات معماری) از دانشگاه هنر اصفهان در سال ۱۳۹۱ و دانشجوی دکتری معماری در دانشگاه یزد از سال ۱۳۹۶ تا کنون، ۱۵ سال سابقه تدریس و پژوهش در حوزه معماری در زمینه‌های معماری و شهرسازی پایدار، معماری ایرانی، آموزش معماری



سیدمحمدحسین آیت‌اللهی: دانشیار دانشکده هنر و معماری دانشگاه یزد (بازنشسته) و دانش‌آموخته دوره کارشناسی و کارشناسی ارشد معماری از دانشگاه آکلاهما نورمن آمریکا به ترتیب در سال‌های ۱۳۵۸ و ۱۳۶۲ و دانش‌آموخته دکتری معماری از دانشکده هنرهای زیبا دانشگاه تهران در سال ۱۳۸۰، انجام پژوهش‌های متعدد در حوزه معماری با رویکردهای انرژی‌های تجدید ناپذیر، روانشناسی محیط، تئوری‌های برخاسته از زمینه

حمید ندیمی: استاد دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی تهران از سال ۱۳۷۶ تا کنون و دانش‌آموخته دکتری معماری از دانشگاه یورک انگلستان (University of York) در سال ۱۳۷۵، انجام پژوهش‌های متعدد در زمینه آموزش معماری و فرایند طراحی

جایگاه کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی

صادق مطهر[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۴ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۶

DOI: 10.22047/ijee.2024.441441.2052

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.102.5.2

چکیده: این مقاله به بررسی نقش کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی پرداخته است و بر اهمیت گنجاندن مهارت‌های کارآفرینی در برنامه درسی تأکید می‌کند. با توجه به چالش‌های جهانی مرتبط با انرژی پایدار، کارآفرینی به عنوان عاملی کلیدی در توسعه فناوری‌های نوآورانه در بخش انرژی شناخته می‌شود. این مقاله به موانع و چالش‌های ادغام کارآفرینی در برنامه‌های آموزشی مهندسی انرژی می‌پردازد و نیاز به اصلاحات در برنامه درسی، تقویت همکاری با صنعت و استفاده از منابع مناسب برای ترویج کارآفرینی را برجسته می‌کند. همچنین، مقاله بر اهمیت تعادل بین محتوای فنی و کارآفرینی در دوره‌های مهندسی انرژی و لزوم فراهم آوردن انگیزه‌ها و فرصت‌های مناسب برای مشارکت دانشجویان در فعالیت‌های کارآفرینانه تأکید دارد. تقاضای اجتماعی برای راه‌حل‌های انرژی پایدار و چالش‌های جهانی، نیاز به توسعه مهارت‌های کارآفرینی در دانشجویان مهندسی انرژی را تقویت می‌کند. این توسعه به عنوان یک راهبرد حیاتی برای پیشبرد رشد اقتصادی و تقویت نوآوری در صنعت انرژی مطرح می‌شود. در نتیجه، این مقاله استدلال می‌کند که ادغام کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی برای آماده‌سازی دانشجویان جهت مشارکت مؤثر در تحول‌بخش انرژی و پاسخگویی به نیاز به راه‌حل‌های پایدار و نوآورانه انرژی ضروری است.

واژگان کلیدی: کارآفرینی، مهندسی انرژی، آموزش، برنامه درسی

۱- استادیار مهندسی مکانیک، دانشگاه اصفهان، مرکز آموزش عالی شهرضا، ایران. s.motahar@shr.ui.ac.ir

۱. مقدمه

امروزه، جامعه جهانی با چالش‌های مبرم تغییرات آب‌وهوایی، کاهش منابع سوخت‌های فسیلی و نیاز به امنیت انرژی روبه‌رو است. برای کمک به حل این چالش‌ها، مهندسان انرژی در خط مقدم هستند و به سازمان‌های خود کمک می‌کنند تا با کاهش هزینه‌های عملیاتی، مزیت رقابتی کسب کنند. با ورود به انقلاب جهانی جدید برای سبز بودن و ایفای نقش حیاتی در کاهش خطر تغییرات آب‌وهوایی، مهندسی انرژی به عنوان یک زمینه مهم تحصیل، پژوهش و نوآوری ظاهر شده است (Thumann & Mehta, 2020). مهندسی انرژی، زمینه وسیعی از مهندسی است که با حوزه‌هایی مانند برداشت و ذخیره انرژی، تبدیل انرژی، مواد انرژی، سامانه‌سامانه‌های انرژی، بهره‌وری انرژی، خدمات انرژی، مدیریت تأسیسات، مهندسی نیروگاه، مدل‌سازی انرژی، انطباق با محیط‌زیست، انرژی پایدار و فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر سروکار دارد (Wikipedia, 2024). در بطن آموزش مهندسی انرژی یک سؤال اساسی نهفته است و آن اینکه چگونه می‌توانیم نسل بعدی مهندسان انرژی را با دانش، مهارت و دیدگاه مورد نیاز برای حرکت در چشم‌انداز پیچیده و همیشه در حال تحول فناوری و سیاست انرژی مجهز کنیم؟ اگر چه پاسخ به این سؤال چندوجهی است اما ادغام کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی می‌تواند به عنوان یک عامل مؤثر در گذار به انرژی پایدار مطرح شود.

آموزش کارآفرینی، یک مقدمه اساسی است که کشورهای پیشرفته در جهت توسعه اقتصادی و اجتماعی به آن توجه جدی کرده‌اند و پرورش کارآفرینان را به عنوان یک اولویت در برنامه‌های توسعه خود قرار داده‌اند. اقدامی که به عنوان مهم‌ترین تلاش برای توسعه کارآفرینی در این کشورها مطرح می‌شود، آموزش کارآفرینی به جوانان و فارغ‌التحصیلان دانشگاهی است. در صورت ارائه آموزش‌های کارآفرینی، شاخص‌ها و گرایش‌های کارآفرینانهٔ جامعه ارتقا می‌یابد و این آموزش‌ها می‌توانند به ایجاد شرایط یا محیط مناسب کارآفرینی در کشور کمك کند (Arasti & Saeidbanadaki, 2013). در تحلیل زیرساخت‌های کارآفرینی و نیز در سیاست‌گذاری‌های آموزشی و توسعه‌ای، توجه به کیفیت برنامه درسی دانشگاه‌ها از نظر ارتباط با صنعت و جامعه و نیز توسعه مهارت‌های کارآفرینانه در کنار آگاهی از پایه‌های فردی و محیطی، به منظور تبدیل شدن دانشجویان به فردی کارآفرین، باید مدنظر قرار گیرند (Khezrabadi et al., 2023). مطالعه تطبیقی برنامه آموزش کارآفرینی در برخی دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی عالی جهان نشان می‌دهد آموزش کارآفرینی در کشورهای مورد مطالعه عمدتاً در نهادهای آموزشی صورت می‌گیرد تا در محیط کار،. با توجه به یافته‌های این تحقیق می‌توان مدل مناسبی برای آموزش کارآفرینی در ایران ارائه داد (Rahimi, 2021). بنابراین، با توجه به رسالت دانشگاه‌ها در تربیت منابع انسانی جامعه، انتظار می‌رود این نهاد علمی و آموزشی قابلیت‌های کارآفرینی را در دانش‌آموختگان ایجاد نماید و دانش‌آموختگان این قابلیت‌ها را در جامعه ترویج دهند. یک مطالعه موردی در یکی از دانشگاه‌های ایران روی کارآفرینان برتر، اساتید و دانش‌آموختگان نشان‌دهنده

وضعیت نامطلوب ویژگی‌های ارتقای مهارت‌های فردی، کاربردی ساختن محتوا، اصول فنی کارآفرینی و محتوای انعطاف‌پذیر برای محتوای آموزشی در آن دانشگاه بود (Kharazmi et al., 2020).

کارآفرینی که مدت‌هاست با حوزه‌های کسب‌وکار و نوآوری مرتبط است، اکنون به عنوان یکی از اجزای ضروری آموزش مهندسی شناخته می‌شود (Da Silva et al., 2015). این در حالی است که در ۵۰ سال گذشته، برنامه‌های آموزش مهندسی به طور قابل توجهی محتوای علمی، فنی و تحلیلی را افزایش داده‌اند تا پایه تحلیلی قوی‌تری برای دانش‌آموختگان مهندسی فراهم کنند. کارآفرین مهندسی (یا فناوری) کسی است که خطرخطر یک تجارت مهندسی (یا فناوری) را سازماندهی و مدیریت می‌کند و مسئولیت آن را بر عهده می‌گیرد. مطابق این تعریف، ممکن است در این تجارت نیاز به تحقیقات مهندسی، تجزیه‌وتحلیل، توسعه، طراحی و ارزیابی باشد که به طور منطقی می‌تواند در یک دانشکده مهندسی ارائه شود. همچنین، به طیف وسیعی از پیشینه نیاز است که در برنامه‌های درسی مهندسی معمول یافت نمی‌شود. بنابراین یک برنامه آموزش مهندسی باید مطالب خاصی را در حمایت از کسی که خطر یک تجارت یا شرکت مهندسی (یا فناوری) را سازماندهی و مدیریت می‌کند و مسئولیت آن را بر عهده می‌گیرد، ارائه دهد. به عبارت دیگر کارآفرینی مهندسی باید با مأموریت آموزشی یک دانشکده مهندسی، همخوانی داشته باشد (Nichols & Armstrong, 2001). نتایج پژوهش باربا‌سانچز و آتینزا ساهوکولیو (Bar-ba-Sánchez & Atienza-Sahuquillo, 2018) در مورد آموزش دروس اختیاری، در زمینه‌های مدیریت کسب‌وکار و مهارت‌های کارآفرینی به ۴۲۳ دانشجوی مهندسی رایانه و صنایع نشان داد که با این آموزش تمایلات کارآفرینی در دانشجویان (به ویژه دانشجویان مهندسی رایانه) افزایش یافته است.

توکوناگا و همکاران (Tokunaga et al., 2019) اذعان کردند با استفاده از یادگیری فعال و درگیرشدن در نوآوری می‌توان ذهنیت کارآفرینی دانشجویان کارشناسی ارشد مهندسی انرژی را توسعه داد. بر این اساس، سفرهای نوآوری و کارآفرینی مسیرهای یادگیری را پیشنهاد می‌کند که زمینه واقعی کسب‌وکار، ابزارها و تخصص مورد نیاز در کارآفرینی انرژی را به تصویر می‌کشد. بنا بر پژوهش لیانگ و همکاران (Liang et al , 2021)، آموزش نوآوری و کارآفرینی برای رشته‌های انرژی پاک در دانشکده‌ها و دانشگاه‌ها می‌توانند استعدادهای نوآورانه‌ای را برای صنعت انرژی پاک فراهم کند و همچنین می‌توانند مرجعی برای توسعه آموزش نوآوری و کارآفرینی برای سایر رشته‌ها باشد. آنها یک سامانه‌سامانه شاخص ارزیابی پایداری آموزش نوآوری و کارآفرینی برای رشته انرژی‌های پاک در دانشگاه‌ها طراحی کردند که از چهار جنبه محیطی، سرمایه‌گذاری، فرایند و نتایج آموزش نوآوری و کارآفرینی برای گرایش انرژی‌های پاک در کالج‌ها و دانشگاه‌ها ساخته شده است. استفاده از ابزارهای برخط، مانند دوره‌های برخط باز با تعداد زیادی از فراگیران (MOOC[1]) دسترسی به آموزش‌های متنوع را در سال‌های اخیر متحول کرده است. این دوره‌ها می‌توانند برای آموزش مباحث کارآفرینی به فراگیران استفاده شوند. یک مطالعه در مورد

1- Massive open online courses (MOOCs)

گنجاندن شایستگی‌های کارآفرینی انرژی در دوره‌های باز برخط در مکزیک انجام شد. در این مطالعه دو دوره بازار کربن: راهی برای کاهش تغییرات آب‌وهوایی و فرصت‌های کسب‌وکار به‌صورت برخط ارائه شد. نتایج نشان داد که توسعه حرفه‌ای، فرصت‌های شغلی و ارتباطات حرفه‌ای فراگیران با این آموزش‌ها بهبود یافته است (Galindo et al., 2019).

این مقاله تلاش می‌کند تا وضعیت کارآفرینی را در حوزه آموزش مهندسی انرژی بررسی و روشن کند و یک مرور کلی از وضعیت فعلی امور و پیامدهای آن برای آینده ارائه دهد. این مقاله سه هدف را دنبال می‌کند. اول، به دنبال بررسی میزان گنجاندن کارآفرینی در برنامه‌های درسی مهندسی انرژی در سراسر مؤسسات آموزشی نمونه در سراسر جهان است. دوم، هدف آن شناسایی مزایا و چالش‌های مرتبط با این ادغام است. در نهایت، تلاش می‌کند تا پیامدهای گسترده‌تر کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی، از جمله پتانسیل آن برای شکل‌دهی به آینده نوآوری انرژی پایدار و رسیدگی به نگرانی‌های جهانی انرژی را تحلیل کند. بدین منظور، ابتدا به ادبیات موجود در مورد کارآفرینی، آموزش مهندسی انرژی و تلاقی آنها پرداخته می‌شود. سپس، رویکردهای آموزشی و ابتکاراتی را که به دنبال تقویت تفکر کارآفرینی در بین دانشجویان مهندسی انرژی است، بررسی می‌شود. هدف این مقاله با بررسی وضعیت موجود و تشخیص روندهای نوظهور، ارائه تصویری جامع از جایگاه کارآفرینی در قلمرو آموزش مهندسی انرژی است که بینش‌های ارزشمندی را به مربیان، سیاست‌گذاران، صنعتگران و محققان ارائه می‌دهد.

۲. نقش کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی

مهندسان انرژی در خط مقدم پرداختن به یکی از مهم‌ترین چالش‌های جهانی، یعنی گذار به منابع انرژی پایدار، فعالیت می‌کنند. با کاهش وابستگی جامعه به انرژی‌های متعارف، نیاز به راه‌حل‌های نوآورانه، فناوری‌های پاک و نیروی کار ماهر در بخش انرژی روزبه‌روز بیشتر شده است. در این زمینه، کارآفرینی نقشی محوری در آموزش مهندسی انرژی ایفا می‌کند و به عنوان یک کاتالیزور برای نوآوری، پایداری و رشد اقتصادی عمل می‌کند (Ng et al., 2023). نقش کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی شامل موارد زیر می‌تواند باشد:

الف) پرورش خلاقیت و نوآوری: آموزش کارآفرینی دانشجویان را تشویق می‌کند تا خلاقانه فکر کنند، مشکلات را شناسایی کنند و راه‌حل‌های نوآورانه را توسعه دهند (Mardanshahi & Aghajani, 2019). در مهندسی انرژی، این طرز فکر ضروری است، چرا که فناوری‌های نوظهوری مانند سامانه‌های انرژی تجدیدپذیر، ذخیره‌سازی انرژی و شبکه‌های هوشمند صنعت را تغییر می‌دهند. کارآفرینان برای شناسایی شکاف‌ها در بازار و توسعه راه‌حل‌های جدید، موقعیت منحصربه‌فردی دارند.

ب) ابداع راه‌حل‌های پایدار: پایداری[1] یک نگرانی اصلی در مهندسی انرژی است و کارآفرینی با

1- Sustainability

این هدف هماهنگ است. سرمایه‌گذاری‌های کارآفرینی، اغلب بر روی پایداری از طریق طراحی تمرکز می‌کنند و به دنبال راه‌حل‌های سازگار با محیط‌زیست هستند (Youssef et al., 2018). دانشجویان مهندسی انرژی که در معرض کارآفرینی قرار می‌گیرند، احتمالاً پایداری را در طرح‌های خود لحاظ می‌کنند که ممکن است در توسعه فناوری‌های کارآمد انرژی، نوآوری در جذب کربن یا پروژه‌های زیرساختی پایدار باشد.

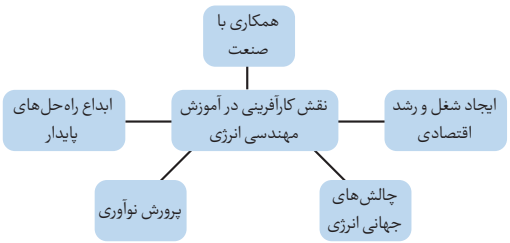
پ) همکاری با صنعت: آموزش کارآفرینی اغلب بر تجربه دنیای واقعی و همکاری با صنایع تأکید دارد (Fatehrad, 2005). در مهندسی انرژی، دانشجویان می‌توانند با شرکت‌های انرژی، استارت‌آپ‌ها و مؤسسات تحقیقاتی تعامل داشته باشند و در مورد روندها، چالش‌ها و فرصت‌های موجود در صنعت اطلاعات کسب کنند. چنین همکاری‌هایی می‌تواند منجر به کارآموزی، پروژه‌های تحقیقاتی و حتی توسعه سرمایه‌گذاری‌های کارآفرینی شود.

ت) ایجاد شغل و رشد اقتصادی: بخش انرژی محرک قابل توجهی برای رشد اقتصادی است و کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی به ایجاد شغل و نشاط اقتصادی کمک می‌کند. دانش‌آموختگان با مهارت‌های کارآفرینی در موقعیت مناسبی برای راه‌اندازی کسب‌وکارهای مرتبط با انرژی خود هستند و باعث توسعه اقتصادی و نوآوری در جوامع خود می‌شوند.

ث) چالش‌های جهانی انرژی: چالش‌های جهانی مانند تغییرات آب‌وهوا و امنیت انرژی راه‌حل‌های نوآورانه‌ای را می‌طلبد (Groenenberg et al., 2009). کارآفرینی، دانشجویان مهندسی انرژی را به ابزارهایی مجهز می‌کند تا به طور مستقیم به این چالش‌ها رسیدگی کنند.

در نتیجه، نقش کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی محوری است. این آموزش‌ها ذهنیت نوآوری، پایداری و همکاری را پرورش می‌دهد و دانشجویان را برای ایجاد تغییرات مثبت در بخش انرژی آماده می‌کند. در حالی که جهان در حال انتقال به آینده انرژی پایدار است، تقویت کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی تنها سودمند نیست بلکه برای پرداختن به چالش‌های انرژی امروز و فردا ضروری است.

نقش کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی در شکل ۱ خلاصه شده است.



شکل ۱. کارآفرینی در آموزش مهندسی

۳. موانع و چالش‌ها

ادغام کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی، اگر چه یک تلاش ارزشمند است اما با مجموعه‌ای از چالش‌ها و موانع همراه خواهد بود. در اینجا برخی از موانع کلیدی که ممکن است مؤسسات آموزشی و اساتید در تلاش برای گنجاندن کارآفرینی در برنامه‌های آموزش مهندسی انرژی با آن مواجه شوند، آورده شده است:

الف) تأکید بر برنامه درسی سنتی: برنامه‌های آموزش مهندسی انرژی اغلب تمرکز زیادی بر دانش فنی و علمی دارند (Motahar & Alemrajabi, 2016). تغییر برنامه درسی به کارآفرینی ممکن است با مقاومت اعضای هیئت علمی و مدیرانی مواجه شود که دروس سنتی مهندسی را در اولویت قرار می‌دهند.

ب) عدم آگاهی: بسیاری از دانشجویان و اساتید مهندسی انرژی ممکن است به طور کامل درک نکنند که کارآفرینی، شامل چه چیزی یا ارتباط آن با رشته خود است. غلبه بر این فقدان آگاهی و تصورات نادرست یک چالش مهم است (Belwal et al., 2015).

پ) محدودیت‌های منابع: توسعه و اجرای برنامه‌های کارآفرینی به منابعی مانند هیئت علمی اختصاصی، بودجه برای انکوباتورها یا شتاب‌دهنده‌های استارتاپ و دسترسی به کارشناسان صنعت نیاز دارد. بسیاری از مؤسسات ممکن است فاقد منابع لازم برای حمایت از این طرح‌ها باشند.

ت) ماهیت بین‌رشته‌ای: کارآفرینی اغلب نیازمند یک رویکرد بین‌رشته‌ای است که شامل تجارت، امور مالی، بازاریابی و مهندسی می‌شود. هماهنگی تلاش‌ها بین بخش‌های مختلف می‌تواند چالش‌برانگیز باشد، زیرا هر کدام ممکن است اولویت‌ها و برنامه‌های خاص خود را داشته باشند (Farasatkhah, 2013).

ث) سنجه و ارزشیابی: اندازه‌گیری اثربخشی آموزش کارآفرینی می‌تواند پیچیده باشد. روش‌های ارزیابی سنتی ممکن است توسعه مهارت‌ها و طرز فکر کارآفرینی را به طور مؤثر نشان ندهند (Ghina, 2014).

ج) تعامل با صنعت و جامعه: همکاری با صنعت و جامعه برای برنامه‌های کارآفرینی بسیار مهم است اما ایجاد این روابط می‌تواند زمان‌بر باشد و ممکن است با مقاومت خود شرکای صنعتی مواجه شود.

چ) تغییر فرهنگی: ترویج فرهنگ کارآفرینی در یک گروه مهندسی یا مؤسسه می‌تواند فرایندی کند و چالش‌برانگیز باشد، به ویژه اگر مؤسسه دارای سابقه طولانی در رویکرد سنتی باشد (McInnis, 2001).

ح) انگیزه دانشجویان: همه دانشجویان مهندسی ممکن است به کارآفرینی علاقه نداشته باشند و ایجاد انگیزه در آنها برای شرکت در فعالیت‌های کارآفرینی می‌تواند مانعی برای آنها باشد (Yi & Duval-Couetil, 2018).

پرداختن به این چالش‌ها و موانع نیازمند رویکردی چندوجهی از جمله آموزش اساتید، توسعه برنامه درسی، سرمایه‌گذاری مالی و تعهد به پرورش ذهنیت کارآفرینی در سراسر بوم‌سازگان[1] آموزش

۱- بوم‌سازگان برابرنهاده فرهنگستان برای اکوسیستم است.

مهندسی انرژی است. ادغام موفقیت‌آمیز کارآفرینی در نهایت به تعهد و همکاری مربیان، مدیران و ذی‌نفعان صنعت بستگی دارد.

۴. بررسی آموزش مهندسی انرژی و کارآفرینی در برخی از دانشگاه‌های جهان

برنامه‌های آموزش مهندسی انرژی به همراه آموزش کارآفرینی برنامه‌هایی منحصربه‌فرد، متمرکز بر دوگانه مهارت-دانش هستند که تولید ایده‌ها را توسعه می‌دهند و درک از دنیای تجاری را فراهم می‌کنند.

در ادامه جایگاه کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی در برخی از دانشگاه‌های جهان آورده شده است. این آموزش‌ها معمولاً در دانشکده‌های مهندسی و با همکاری دانشکده‌های مدیریت، اقتصاد و سایر دانشکده‌ها ارائه می‌شوند.

۴-۱. دانشگاه ناتینگهام[1]

دوره کارشناسی ارشد رشته *انرژی پایدار و کارآفرینی* در دانشگاه ناتینگهام انگلستان ارائه می‌شود. هدف این رشته تربیت دانش‌آموختگانی با مهارت در انرژی‌های تجدیدپذیر، کارایی انرژی و کسب‌وکار است. دانشجویان دانش‌آموخته کارشناسی مهندسی با پیش‌زمینه مهندسی مکانیک، مهندسی شیمی، مهندسی برق، مهندسی انرژی و مهندسی عمران، دانش‌آموختگان رشته‌های علوم همچون فیزیک، شیمی و محیط‌زیست و همچنین دانش‌آموختگان کارشناسی اقتصاد می‌توانند در این رشته ادامه تحصیل دهند. هدف از طراحی این دوره پاسخ به تعهد جهانی برای مقابله با تغییرات آب‌وهوایی و همچنین توسعه اقتصاد انرژی‌های تجدیدپذیر است. پس از اتمام موفقیت‌آمیز تحصیل در این دوره، برخی از دانش‌آموختگان کسب‌وکار خود را راه‌اندازی کرده است یا به عنوان مدیر سرمایه‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر برای سازمان‌های بزرگ مشغول به کار شده‌اند. این دوره دانشجویان را با دانش و مهارت‌های مورد نیاز برای مشارکت در اقتصاد حال رشد سریع انرژی‌های تجدیدپذیر مجهز می‌کند (University of Nottingham, 2024).

۴-۲. دانشگاه هریوت وات[2]

رشته *انرژی با کارآفرینی* در مقطع کارشناسی ارشد در دانشگاه هریوت وات اسکاتلند تحصیلات مهندسی و کارآفرینی را ترکیب نموده است. این رشته در دانشکده مهندسی و علوم فیزیکی این دانشگاه و با همکاری دانشکده کسب‌وکار ادینبورگ[3] ارائه می‌شود. در این دوره طیف گسترده‌ای از زیرشاخه‌های انرژی مرتبط

1- University of Nottingham 2- Heriot Watt University 3- Edinburgh Business School (EBS)

با منابع انرژی، تولید برق، مهندسی فرایند، قوانین زیست‌محیطی و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی، انرژی در ساختمان‌ها و همچنین دوره‌های کسب‌وکار ارائه می‌شود. هدف این برنامه، تربیت دانش‌آموختگانی با ابزارهای لازم برای تأثیرگذاری بر سازمان خود است. این برنامه به توسعه راهبردهای کسب‌وکار جدید مرتبط با انرژی یا پاسخ به نیاز به آگاهی از قوانین محیط‌زیست می‌پردازد. دروس این برنامه توسط تأمین‌کنندگان صنعتی و کاربران انرژی که به سیاست محیط‌زیستی اخلاقی متعهد هستند، حمایت می‌شوند. همچنین، دانشجویان در این برنامه مهارت‌های لازم در مورد سرمایه‌گذاری، خلاقیت، کارآفرینی و آگاهی تجاری و برنامه‌ریزی در بخش‌های انرژی را یاد خواهند گرفت (Heriot watt University, 2024).

۴-۳. دانشگاه صنعتی کالزروهه[1]

دانش عمیق فناوری‌های انرژی نو، همراه با دانش مدیریت به‌روز، توسط یک برنامه مطالعاتی *مهندسی و مدیریت انرژی* در مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه صنعتی کالزروهه آلمان ارائه شده است. پنج برنامه مطالعاتی مهندسی بر انرژی‌های تجدیدپذیر، تبدیل انرژی حرارتی، تولید برق و ذخیره انرژی، شبکه‌های هوشمند و توزیع انرژی و مدیریت انرژی تمرکز دارند. علاوه بر این، پنج برنامه مدیریتی، شامل مدیریت در امور مالی و حسابداری، مدیریت پروژه‌های بین‌المللی، نوآوری و کارآفرینی داخلی، مدیریت منابع انسانی و قانون قراردادها ارائه شده است. برنامه نوآوری و کارآفرینی داخلی در مدرسه بازرگانی ESADE در بارسلون اسپانیا برگزار خواهد شد. هدف این برنامه کارشناسی ارشد در مهندسی و مدیریت انرژی، درک جامعی از سامانه‌های انرژی فعلی و آینده، و تعاملات پیچیده عناصر آنها است. فارغ‌التحصیلان این رشته قادر به تجزیه و تحلیل و بهینه‌سازی بهره‌وری عملیاتی، دسترس‌پذیری و ایمنی سامانه‌های انرژی هستند (Karlsruhe Institute of Technology KIT, 2024).

۴-۴. دانشگاه متروپولیتن تورنتو[2]

دوره کارشناسی ارشد *نوآوری مهندسی و کارآفرینی*، شامل دروسی است بر تجاری‌سازی فناوری و عرضه به بازار تمرکز دارد. این برنامه برای دانشجویان مهندسی و علوم و متخصصان صنعت که علاقه‌مند به پیشرفت استارتاپ‌های مبتنی بر فناوری خود هستند، طراحی شده است. این برنامه بر مسیرهای مهندسی زیست‌پزشکی، فناوری نوظهور یا انرژی و نوآوری پایدار متمرکز است. در این دوره در مجموع هشت واحد درسی و دو واحد پروژه گذرانده می‌شود. با توجه به اینکه بخش انرژی به سوی آینده کم‌کربن به پیش می‌رود، موانع و پل‌های ارتباطی نوآوری، تجاری‌سازی، تأمین مالی و قوانین توسط اساتیدی از بخش کسب‌وکار تورنتو آموزش داده می‌شود (Toronto Metropolitan University, 2024).

1- Karlsruher Institut für Technologie
2- Toronto Metropolitan University

۴-۵. دانشگاه علوم کاربردی وایهن اشتفان[1]

دوره کارشناسی ارشد *مدیریت کسب‌وکار و کارآفرینی در انرژی‌های تجدیدپذیر* نگاهی جامع به گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر، از منظر فنی، اقتصادی، حقوقی و سیاسی دارد. با آغاز گذار انرژی در آلمان، عظیم‌ترین تحولات در عرضه انرژی تا به امروز آغاز شده است. این گذار همچنین منجر به ایجاد فرصت‌های تجاری برای شرکت‌های نوآور در محیط‌های ملی، اروپایی و بین‌المللی می‌شود. برخی از این شرکت‌های جوان و پویا در این برنامه کارشناسی ارشد انرژی‌های تجدیدپذیر نیز مشارکت دارند. هدف از ارائه این مقطع کارشناسی ارشد در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر، توسعه مهارت‌های مدیریتی دانش‌آموختگان است که برای کار در این حرفه روبه‌رشد به آن نیاز دارند. علاوه بر تعمیق مهارت‌های موضوعی خاص در رابطه با تولید انرژی جایگزین، اساساً نیاز به یادگیری نحوه عمل، به عنوان یک کارآفرین و کسب صلاحیت‌های مدیریت و رهبری است. همچنین دانشجویان مهارت‌های بین فرهنگی و مهارت‌های زبان انگلیسی مناسب را یاد خواهند گرفت (University of Applied Sciences Weihenstephan-Triesdorf, 2024).

۴-۶. دانشگاه کوئینزلند[2]

دوره کارشناسی ارشد *انرژی پایدار* در دانشگاه کوئینزلند استرالیا به گونه‌ای طراحی شده است تا دانشجویان را برای توسعه مسیرهای گذار که انرژی مقرون‌به‌صرفه، قابل اعتماد و پایدار ارائه می‌دهد، تجهیز کند. هدف این برنامه آن است که دانشجویان را با درک عمیق‌تری از سامانه‌های انرژی، شیوه‌های تجاری و راه‌های مقابله با تهدیدات افزایش دمای جهانی و تأثیرات تغییرات آب‌وهوایی آشنا کند. این دوره برای رسیدگی به مشکلات پیچیده در طیف وسیعی از رشته‌ها طراحی شده است و دانش‌آموختگان را برای پیشرفت به سمت‌های رهبری و مدیریت در این بخش مجهز می‌کند. دانش‌آموختگان ماهیت پیچیده تولید، توزیع و عرضه انرژی را درک خواهند کرد و نقش‌های حیاتی مالی، فناوری و مقررات برای مدیریت پروژه‌های انرژی و توسعه کسب‌وکار و اهمیت حیاتی مجوز اجتماعی برای ارزیابی چشم‌انداز انرژی را درک می‌کنند. آنها درک عمیقی از خطر، نوآوری و پایداری خواهند داشت. دانشجویان این رشته مستقیماً از دانشگاهیان برجسته، محققان و نمایندگان صنعت یاد خواهند گرفت و برای ایجاد یک آینده انرژی بهتر کار خواهند کرد (The University of Queensland, 2024).

در جدول ۱ محتوای آموزش انرژی و کارآفرینی در برخی دانشگاه‌های کشورهای مختلف آورده شده است. این دوره‌ها در مقطع کارشناسی ارشد ارائه شده‌اند. همچنین، در بسیاری از دانشگاه‌های جهان دوره‌هایی با محتوای مشابه به عنوان دوره‌های آموزشی برای آمادگی ورود به بازار طراحی و اجرا می‌شوند.

1- Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
2- The University of Queensland

جدول۱. محتوای آموزش کارآفرینی در مهندسی انرژی در برخی دانشگاه‌های جهان

دوره کارشناسی ارشد انرژی پایدار و کارآفرینی در دانشگاه ناتینگهام انگلیس	
• خلاقیت کارآفرینی • راه‌اندازی کسب‌وکار جدید • مدیریت نوآوری در سازمان‌های کارآفرین • روش تحقیق	• اصول انرژی‌های تجدیدپذیر • طراحی و ارزیابی فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر • گذار فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر (پروژه)
دوره کارشناسی ارشد انرژی با کارآفرینی در دانشگاه هریوت وات اسکاتلند	
• کارآفرینی و خلاقیت • آینده فناوری و راهبرد کسب‌وکار • تحلیل انتقادی و آماده‌سازی تحقیق • سرمایه‌گذاری در کارآفرینی • اصول اقتصاد محیط‌زیست و انرژی (اختیاری) • سیاست‌گذاری اقتصادی (اختیاری)	• مبانی انرژی • فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر (اختیاری) • مدیریت تقاضا و ذخیره انرژی (اختیاری) • تغییر اقلیم، پایداری و سازگاری (اختیاری) • سامانه‌های برق قدرت (اختیاری) • مدیریت پروژه (اختیاری) • اقتصاد کسب‌وکار (اختیاری)
دوره کارشناسی ارشد مهندسی انرژی و مدیریت دانشگاه صنعتی کالزروهه آلمان	
• بازاریابی و اطلاعات • امور مالی و ارزش • تصمیمات و خطر • نوآوری شرکتی و کارآفرینی داخلی • راهبرد و افراد	• انرژی‌های تجدیدپذیر • تبدیل انرژی حرارتی • تولید برق و ذخیره انرژی • شبکه‌های هوشمند و توزیع انرژی • اقتصاد انرژی
دوره کارشناسی ارشد نوآوری و کارآفرینی در مهندسی دانشگاه متروپولیتن تورنتو کانادا	
• نوآوری و کارآفرینی در انرژی • یافتن و ارزیابی فرصت‌های تجاری برای سرمایه‌گذاری جدید • رفتن به بازار (پروژه)	• کارآفرینی پایدار • توسعه بازار سرمایه‌گذاری جدید و برنامه‌ریزی مالی • راهبرد و طرح کسب‌وکار جدید • تجاری‌سازی فناوری (پروژه)
دوره کارشناسی ارشد مدیریت کسب‌وکار و کارآفرینی در انرژی‌های تجدیدپذیر دانشگاه علوم کاربردی وایهن اشتفان آلمان	
• راهبرد مدیریت و شرکت‌های استارتاپی در بخش انرژی • مفهوم نوآوری در انرژی و سامانه‌ها • مرور شرکت‌ها • قانون برای رهبران • سیاست‌گذاری آب‌وهوا و انرژی	• سامانه‌های اطلاعاتی و مدیریتی برای استارتاپ‌ها • پروژه طرح کسب‌وکار در انرژی • پروژه نوآوری و پژوهش • رهبری، انگیزش و مدیریت تعارض • بازاریابی کارآفرینی (با تمرکز بر انرژی‌های تجدیدپذیر)
دوره کارشناسی ارشد انرژی پایدار دانشگاه کوئینزلند استرالیا	
• فناوری‌های انرژی پایدار و سامانه‌های تأمین • مسیرهای خالص صفر در کسب‌وکار • انرژی و توسعه	• سرمایه‌گذاری و تأمین مالی انرژی • بازارها، قوانین و سیاست انرژی • راهبرد، نوآوری و کارآفرینی در انرژی • گذار انرژی در فرایندهای صنعتی

۵. مطالعه آموزش مهندسی انرژی و کارآفرینی در دانشگاه‌های ایران

رشته مهندسی انرژی در ایران، در مقاطع کارشناسی و کارشناسی ارشد آموزش داده می‌شود. هدف از ارائه برنامه کارشناسی مهندسی انرژی، تربیت مهندسانی کارآمد، جهت طراحی و به کارگیری خلاقانه سامانه‌های انرژی در کاربردهای مختلف در بخش‌های صنعت، حمل‌ونقل و ساختمان با در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی می‌باشد. به طور کلی از مهم‌ترین اهداف این دوره موارد زیر ذکر شده است: کسب دانش حرفه‌ای، کسب مهارت و نوآوری، به کارگیری مهارت‌های آموخته در فعالیت‌های حرفه‌ای و برقراری ارتباط با سایرین و انجام کار گروهی با افراد متخصص در سایر رشته‌ها (Amirkabir University of Technology, 2024). با توجه به حجم زیاد دروس مهندسی در مقطع کارشناسی به مباحث کارآفرینی در این رشته پرداخته نشده است. رشته مهندسی انرژی در مقطع کارشناسی در برخی دانشگاه‌های ایران از جمله دانشگاه صنعتی امیرکبیر، دانشگاه صنعتی قم، دانشگاه مهندسی فناوری‌های نوین قوچان، مرکز آموزش عالی لامرد، دانشگاه صنعتی کرمانشاه و چند دانشگاه غیرانتفاعی دائر است.

در مقطع کارشناسی ارشد این رشته تحت عنوان مهندسی سامانه‌های انرژی و با سه گرایش فناوری‌های انرژی، سامانه‌های انرژی و نیز انرژی و محیط‌زیست ارائه می‌شود. دروس آن مرکب از تعدادی دروس نظری، آزمایشگاهی و برنامه‌های تحقیقاتی در زمینه مهندسی سامانه‌های انرژی است. هدف از این رشته بیشتر حل مشکلات جامعه و صنعت در زمینه انرژی و بهینه‌سازی قلمداد شده است و در سرفصل آن، درسی برای ورود به کسب‌وکار و کارآفرینی نمی‌توان یافت. البته در ایران، در مقطع کارشناسی ارشد رشته‌هایی مجزا، مانند کارآفرینی و طراحی کسب‌وکار وجود دارند که علاقه‌مندان با تخصص‌های گوناگون می‌توانند در این رشته‌ها ادامه تحصیل دهند (University of Tehran, 2024). بنا بر جستجوی اینترنتی نویسنده، به طور تخصصی آموزش دانشگاهی مبنی بر آمادگی مهندسان انرژی برای کارآفرینی تاکنون ارائه نشده است.

۶. پیشنهادهایی برای توسعه برنامه درسی مهندسی انرژی مبتنی بر کارآفرینی

پرورش مهارت‌های کارآفرینی در دانشجویان مهندسی انرژی نیازمند روش‌ها و رویکردهای آموزشی نوآورانه‌ای است که فراتر از سخنرانی‌های سنتی است. در اینجا چند روش و رویکرد مؤثر برای بررسی پیشنهاد شده است:

الف) آموزش مبتنی بر پروژه[1]: PBL دانشجویان را درگیر حل مسئله در دنیای واقعی می‌کند (Santoso et al., 2023). بنابراین باید پروژه‌های مرتبط با انرژی به دانشجویان اختصاص داده شود تا فرصت‌ها را

1- Project based learning (PBL)

شناسایی کنند، راه‌حل‌ها را توسعه دهند و ایده‌های خود را ارائه دهند. از دیگر مزایای PBL، تشویق همکاری و کار گروهی بین‌رشته‌ای، شبیه‌سازی محیط کاری استارتاپ‌ها و شرکت‌های انرژی نوآور است.

ب) مطالعات موردی: از مطالعات موردی صنعت انرژی در دنیای واقعی برای نشان دادن چالش‌ها و موفقیت‌های کارآفرینی می‌توان استفاده کرد. با تجزیه و تحلیل مواردی از استارتاپ‌های انرژی، پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر، و ابتکارات بهره‌وری انرژی می‌توان به دانشجویان یاد داد که چگونه اصول کارآفرینی را در موقعیت‌های عملی به کار گیرند.

پ) کارگاه‌ها و سمینارهای کارآفرینی: از کارآفرینان موفق و کارشناسان صنعت می‌توان برای برگزاری کارگاه‌ها و سمینارها دعوت کرد. در این جلسات موضوعاتی، مانند برنامه‌ریزی کسب‌وکار، تجزیه و تحلیل بازار، گزینه‌های تأمین مالی، و مهارت‌های پیشنهادی می‌تواند پوشش داده شود و بینش‌های ارزشمند و فرصت‌های شبکه‌ای را در اختیار دانشجویان قرار دهد.

ت) برنامه‌های مربیگری[1]**:** دانشجویان با مربیان با تجربه (منتورها) که تجربه کارآفرینی در بخش انرژی دارند، هماهنگ می‌شوند. مربیان می‌توانند راهنمایی کنند، دانش خود را به اشتراک بگذارند و به دانشجویان کمک کنند تا چالش‌های کارآفرینی را حل کنند (Pereyra Aboal & Rovira, 2021).

ث) شبیه‌سازی استارتاپ‌ها: از بازی‌ها یا نرم‌افزارهای شبیه‌سازی کسب‌وکار استفاده شود تا دانشجویان بتوانند یک استارتاپ مجازی انرژی را مدیریت کنند. شبیه‌سازی‌ها، تصمیم‌گیری، مدیریت خطر و مهارت‌های مالی را در یک محیط کنترل‌شده و بدون خطر آموزش می‌دهند (Sofiullah et al., 2023).

ج) تفکر طراحی: روش‌های تفکر طراحی را در برنامه درسی گنجانده شود. این رویکرد بر همدلی، ایده‌پردازی و نمونه‌سازی سریع تأکید می‌کند و دانشجویان را تشویق می‌کند تا راه‌حل‌های نوآورانه برای چالش‌های انرژی ارائه دهند (Daniel, 2016).

چ) مراکز رشد و شتاب‌دهنده‌ها[2]**:** می‌توان با مراکز رشد و شتاب‌دهنده‌های محلی یا دانشگاهی که بر کارآفرینی به ویژه کارآفرینی در صنایع انرژی متمرکز هستند، همکاری کرد و به دانشجویان اجازه داد به منابع، راهنمایی و فرصت‌های تأمین مالی برای حمایت از سرمایه‌گذاری‌های استارتاپی خود دسترسی داشته باشند.

ح) سفرهای میدانی و بازدید از سایت: بردن دانشجویان به سفرهای میدانی و بازدید از تأسیسات انرژی، تأسیسات انرژی‌های تجدیدپذیر و مراکز رشد و استارتاپ‌ها، بینش عملی را در مورد صنعت انرژی به آنها ارائه می‌دهد و آنها را در معرض محیط‌های کارآفرینی قرار می‌دهد.

خ) منابع و بسترهای برخط: از منابع کارآفرینی برخط، مانند MOOC (دوره‌های برخط باز) و پلت‌فرم‌های کارآفرینی می‌توان برای تکمیل یادگیری در کلاس استفاده کرد. این منابع انعطاف‌پذیری و

1- Mentorship programs
2- Incubators and accelerators

دسترسی به طیف وسیعی از محتوای کارآفرینی را ارائه می‌دهند (Galindo et al., 2019).

د) رویدادهای شبکه‌سازی[1]: سازماندهی رویدادهای شبکه‌سازی، کنفرانس‌ها، و بازدیدهای صنعتی که دانشجویان را با متخصصان در بخش انرژی مرتبط می‌کند، یک جنبه حیاتی از کارآفرینی است و می‌تواند به مشارکت‌ها و فرصت‌های ارزشمندی منجر شود.

ذ) ارائه درسی تحت عنوان کسب‌وکارها و ظرفیت‌های موجود جهت فعالیت در حوزه مهندسی انرژی: می‌توان با ارائه درسی با عنوان ذکرشده، به بررسی فرصت‌ها و چالش‌های موجود در این حوزه پرداخت. معرفی کسب‌وکارهای موجود در حوزه انرژی، شامل شرکت‌های تولید و توزیع انرژی، شرکت‌های خدمات مشاوره‌ای و مهندسی و استارتاپ‌ها، از جمله مواردی هستند که می‌توان به آنها پرداخت. در این درس، چالش‌ها و فرصت‌های این صنعت از جنبه‌های فنی، اقتصادی و قانونی تحلیل می‌شود و فرصت‌های شغلی و حرفه‌ای در این حوزه مشخص می‌گردد. با ارائه مطالعه موردی از پروژه‌های موفق انرژی، نمونه‌های عملی برای دانشجویان ارائه می‌شود. راهکارهای توسعه کسب‌وکار در مهندسی انرژی، شامل جذب سرمایه، راهبردهای بازاریابی و نقش آموزش و تحقیق و توسعه نیز مطرح می‌شود. در پایان، روندهای آینده مهندسی انرژی و تأثیرات اجتماعی و زیست‌محیطی آن بررسی شده و بر اهمیت نوآوری در این حوزه تأکید می‌شود.

با گنجاندن این روش‌ها و رویکردهای آموزشی در برنامه درسی مهندسی انرژی، مربیان می‌توانند به طور مؤثر مهارت‌های کارآفرینی را در دانشجویان پرورش دهند و آنها را برای نوآوری و کمک به صنعت انرژی آماده کنند.

۷. نتیجه‌گیری

کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند. این نقش شامل چندین جنبه مهم می‌شود. اولاً، کارآفرینی به دانشجویان این امکان را می‌دهد که نوآوری‌ها را پرورش دهند و راه‌حل‌های نوآورانه برای چالش‌های انرژی مطرح کنند. دانشجویان با توجه به تغییرات در فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر و سامانه‌های هوشمند صنعتی، می‌توانند شکاف‌ها در بازار را شناسایی و راه‌حل‌های جدیدی ارائه دهند. ثانیاً، کارآفرینی به پایداری در مهندسی انرژی کمک می‌کند. این نوع آموزش باعث می‌شود که دانشجویان در تدوین راه‌حل‌های سازگار با محیط زیست و تجارت‌های پایدار تمرکز کنند. همچنین، کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی به دانشجویان فرصت همکاری با صنعت را می‌دهد و ممکن است به ایجاد فرصت‌های شغلی برای دانش‌آموختگان بخش انرژی کمک کنند. با این وجود، ادغام کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی موانع و چالش‌های خود را دارد. این موانع شامل تأکید

1- Networking events

بر برنامه درسی سنتی، عدم آگاهی دانشجویان و اساتید در مورد کارآفرینی، محدودیت منابع مالی، مقاومت در برابر تغییر و تعامل بین‌رشته‌ای می‌شوند. برای حل این موانع، نیاز به تغییر برنامه درسی، ارتقای آگاهی، تأمین منابع مالی و ایجاد همکاری با صنعت است. ادغام موفق کارآفرینی در آموزش مهندسی انرژی نیاز به تعهد و همکاری اساتید، مدیران، و صنعت دارد.

References

- Amirkabir University of Technology, (2024, May 22), https://phee.aut.ac.ir/files/phee/files/BSc-Energy_Engineering.pdf.
- Arasti, Z., & Saeidbanadaki, S. (2013). Evaluation of entrepreneurship education program in higher education. *Iranian Journal of Engineering Education*, 15(57), 75-89. doi: 10.22047/ijee.2013.2964 [in Persian].
- Barba-Sánchez, V., & Atienza-Sahuquillo, C. (2018). Entrepreneurial intention among engineering students: The role of entrepreneurship education. *European Research on Management and Business Economics*, 24(1), 53-61.
- Beltrán Hernández de Galindo, M.d.J., Romero-Rodriguez, L.M., & Ramirez Montoya, M.S. (2019). Entrepreneurship competencies in energy sustainability MOOCs. *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies*, 11(4), 598-616. https://doi.org/10.1108/JEEE-03-2019-0034.
- Belwal, R., Al Balushi, H., & Belwal, S. (2015). Students' perception of entrepreneurship and enterprise education in Oman. *Education+ Training*, 57(8/9), 924-947.
- Daniel, A. D. (2016). Fostering an entrepreneurial mindset by using a design thinking approach in entrepreneurship education. *Industry and Higher Education*, 30(3), 215-223.
- Da Silva, Glauco Barbosa, Helder Gomes Costa, and Marta Duearte De Barros. (2015). Entrepreneurship in engineering education: A literature review. *International Journal of Engineering Education* 31(6), 1701-1710.
- Farasatkhah, M. (2013). Higher education planning and interdisciplinary challenges. *Journal of Educational Planning Studies*, 1(1), 54-89. [in Persian].
- Fatehrad, M. (2005). Knowledge- based development, Entrepreneur university and effective connection of university and industry. *Quarterly Journal of Industrial Technology Development*, 3(8), 70-81. [in Persian].
- Ghina, A. (2014). Effectiveness of entrepreneurship education in higher education institutions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 115, 332-345.
- Groenenberg, H., Ferioli, F., van den Heuvel, S. T. A., Kok, M. T. J., Manders, A. J. G., Slingerland, S., & Wetzelaer, B. J. H. W. (2009). *Climate, Energy Security and Innovation*. Petten: ECN.
- Heriot Watt University, (2024, May 22), https://www.hw.ac.uk/study/postgraduate/energy-with-entrepreneurship.htm#overview.
- Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, (2024, May 22), https://www.hswt.de/studium/studienangebot/master/business-management-und-entrepreneuership-erneuerbare-energien#kurzprofil.
- Karlsruher Institut für Technologie, (2024, May 22), https://www.kit.edu/kit/english/pi_2011_7461.php.
- Khalili khezrabadi, M., Hassani, M., Mohajeran, B., & Fathi, R. (2023). Modeling the effect of curriculum quality on students' entrepreneurial intention: the mediating role of entrepreneurial inspiration and entrepreneurial creativity. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(98), 29-53. doi: 10.22047/ijee.2023.392889.1972 [in Persian].
- Kharazmi, M., Zeinalipour, H., Zare, E. (2020). Explaining the features of instructional content with an emphasis on engineering students' entrepreneurship skills and comparing them with the current situation at Hormozgan University, *Technology Education Journal*, 14(1), 199-209. [in Persian].
- Liang, Y., Wang, H., & Hong, W.-C. (2021). Sustainable development evaluation of innovation and entrepreneurship education of clean energy major in colleges and universities based on SPA-VFS and GRNN optimized by chaos bat algorithm. *Sustainability*, 13(11), 5960.
- Mardanshahi, M.M., Aghajani, H. (2019).The role of entrepreneurship education on students' creativity. *Journal of*

Innovation and Value Creation,8 (4) ,33-42. [in Persian].
- McInnis, C. (2001). Promoting academic expertise and authority in an entrepreneurial culture. *Higher Education Management*. OECD, 13(2).
- Motahar, S., & Alemrajabi, A.A. (2016). Renewable energy education in Iran. *Iranian Journal of Engineering Education*, 18(69), 77-90. doi: 10.22047/ijee.2016.14608 [in Persian]
- Ng, C. F., Yii, K. J., Lau, L. S., & Go, Y. H. (2023). Unemployment rate, clean energy, and ecological footprint in OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research International*, 30(15), 42863-42872.
- Nichols, S. P., & Armstrong, N. E. (2001). Engineering entrepreneurship: does entrepreneurship have a role in engineering education? *Proceedings of the 2001 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition.*
- Pereyra, M., Aboal, D., & Rovira, F. (2021). How effective are training and mentorship programs for entrepreneurs at promoting entrepreneurial activity? An impact evaluation. *SN Business & Economics*, 1(7), 97.
- Rahimi, H. (2021). Entrepreneurship education in higher education of selected countries. *Iranian Journal of Comparative Education*, 4(3), 1247-1261. doi: 10.22034/ijce.2021.137186 [in Persian].
- Santoso, R. Tri Priyono Budi; Priyanto, Sony Heru; Junaedi, I. Wayan Ruspendi; Santoso, Donald Samuel Slamet; Sunaryanto, Lasmono Tri (2023). Project-based entrepreneurial learning (PBEL): a blended model for startup creations at higher education institutions. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 12, 18. https://doi.org/10.1186/s13731-023-00276-1.
- Sofiullah, M., Gomes Vale, E., & Darr, D. (2023). Effectiveness of an interactive start-up simulation to foster entrepreneurial intentions among undergraduate university students: a quasi-experimental study. *Entrepreneurship Education*, 1-23.
- Thumann, A., & Mehta, D. P. (2020). *Handbook of energy engineering*. River Publishers.
- Toronto Metropolitan University, (2024, May 22), https://www.torontomu.ca/master-engineering-innovation-entrepreneurship/.
- The University of Queensland, (2024, May 22), https://my.uq.edu.au/programs-courses/requirements/program/5684/2024.
- Tokunaga, S., Martínez, M., & Crusat, X. (2019). Coopetition: industrial interplay to foster innovative entrepreneurship in energy engineering education. *2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), pp. 1063-1068. Dubai, United Arab Emirates.*
- University of Nottingham, (2024, May 22), https://www.nottingham.ac.uk/pgstudy/course/taught/sustainable-energy-and-entrepreneurship-msc.
- University of Tehran, (2024, May 22), https://ut.ac.ir.
- Wikipedia, (2024, May 22), https://en.wikipedia.org/wiki/Energy_engineering.
- Yi, S., & Duval-Couetil, N. (2018). What drives engineering students to be entrepreneurs? Evidence of validity for an entrepreneurial motivation scale. *Journal of Engineering Education*, 107(2), 291-317.
- Youssef, A. B., Boubaker, S., & Omri, A. (2018). Entrepreneurship and sustainability: The need for innovative and institutional solutions. *Technological Forecasting and Social Change*, 129, 232-241.

صادق مطهر: دکتری مهندسی مکانیک از دانشگاه صنعتی اصفهان و عضو هیئت علمی دانشگاه اصفهان است. وی عضو پیوسته انجمن آموزش مهندسی ایران بوده و علاقه‌مند به مباحث این حوزه است. علائق آموزشی و پژوهشی ایشان، در زمینه انرژی و علوم حرارتی است.

بررسی نقش بازی ذهنی در جلب توجه و ارتقای کیفیت آموزش مهندسی، به ویژه در دوره‌های الکترونیکی

رقیه گوگ‌ساز قوچانی[۱]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۳/۳۰

DOI: 10.22047/ijee.2024.446828.2059

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.102.6.3

چکیده: همراه داشتن تمرکز دانشجویان در جلسه کلاسی، به ویژه در دوره‌های الکترونیکی، اهمیت بسیاری دارد. از سوی دیگر، با توجه به ویژگی‌های نسل جدید، باید رویکردهای نوینی در کلاس مورد توجه قرار گیرد. در این مقاله، چند راهکار عملی بر پایه بازی‌وارسازی پیشنهاد می‌شود. این شیوه‌های پیشنهادی به طور ویژه، در ابتدای جلسه درس، میانه و انتهای کلاس به کار گرفته می‌شوند. در ابتدای کلاس، برای آماده‌سازی ذهن دانشجویان، فعالیت‌هایی با تعامل کامل بین دانشجویان و استاد پیشنهاد می‌شود. در میانه کلاس، برای رفع خستگی دانشجویان و به عنوان چند دقیقه استراحت، طرح‌هایی معرفی می‌شود. در انتهای کلاس، فعالیت‌های گروهی مبتکرانه‌ای برای جمع‌بندی بحث کلاس معرفی می‌شود. در این روش‌ها سعی شده است که نه تنها بر دانش شناختی دانشجویان، که پایین‌ترین ضلع در مثلث موفقیت است، تأکید شود بلکه بر تقویت مهارت‌ها و نگرش‌های آنان نیز توجه شده است. این شیوه‌ها در طی چندین نیم‌سال تحصیلی در دانشگاه شهید بهشتی، در چند رشته و مقطع تحصیلی مهندسی متفاوت به کار گرفته شده است. نتایج نظرسنجی این تجربه‌ها، نشان‌دهنده استقبال و مشارکت خوب دانشجویان و ایجاد فضایی جذاب برای درک بهتر مفاهیم علمی است. شروع با آمادگی ذهن، تعامل استاد و دانشجویان، بروز علاقه‌ها، نظم ذهنی، یادگیری با سرگرمی، پویایی، مرور و تأکید بر نکات مهم مطالب علمی و کاهش نگرانی از جمله مزایای روش پیشنهادی بر شمرده شده است.

واژگان کلیدی: نسل جدید، آموزش مهندسی، بازی‌وارسازی، نرمش ذهنی، دوره الکترونیکی

۱- دانشیار، گروه مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر ـ دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی ـ دانشگاه شهید بهشتی، تهران. ایران. r_gavagsaz@sbu.ac.ir

۱. مقدمه

با توجه به فناوری‌های سال‌های اخیر، دوره‌های الکترونیکی از توجه و پیشرفت زیادی برخوردار شده‌اند (Anderson et al., 2023). در راستای دسترسی فراگیران به آموزش همه‌جانبه، دوره‌های آموزش الکترونیکی از راه دور به کمک فناوری‌های موجود اجرا می‌شود (Gavagsaz et al., 2013). همه‌گیری جهانی کووید-۱۹ اثر زیادی بر آموزش عالی داشته است. بیشتر اساتید مجبور شدند تا کلاس‌های حضوری را به کلاس از راه دور تغییر دهند. انتظارات اولیه این بود که این امر موقتی باشد ولی با گذشت زمان، اساتید متوجه شدند که این حالت اضطراری، به گونه‌ای به یک هنجار تبدیل شده است (Nelson et al., 2021). این بحران موجب کشف ابعاد جدیدی در آموزش برخط دروس مهندسی شد و ابزارهای مختلف آموزش از راه دور برای فرایند آموزش و ارزیابی دانشجویان به کار گرفته شد (Khan et al., 2021). به‌کارگیری امکانات برخط برای برقراری جلسات و آموزش کارآفرینی، از جمله تجربه‌های خوب برای بهره‌گیری از تهدیدهاست (Lambert et al., 2021). توانمندی‌های گوناگونی از جمله توانمندی‌های مدیریتی، محتوای دیجیتالی، فرهنگی، اساتید و دانشجویان برای تحقق یادگیری الکترونیکی اثرگذار است (Montazer et al., 2021). ترکیب کردن درس با آزمایش، کامل کردن فرایند یادگیری به کمک کارهای عملی در خارج از کلاس و به‌کارگیری لینک‌های پویا در راستای آموزش فعالیت‌محور، از جمله راهکارهایی است که در جهت جذاب کردن آموزش الکترونیکی پیشنهاد شده است (Samimi et al., 2022). در (Memarian et al., 2019)، راهکارهایی برای بهبود عملکرد آموزش برخط رشته‌های مهندسی در کشور ایران معرفی شده است. از جمله این راهکارها می‌توان به تهیه منابع، به ویژه کلاس‌های برخط توسط متخصصان اشاره کرد. این منابع باید خودآموز، برنامه‌ریزی‌شده و هدفمند باشند. در کنار راهکارهای فناورانه، محتوایی و زیرساخت‌ها در (Rostami Nejad et al., 2013)، به طور مستقیم، دانشجویان مورد توجه قرار گرفته‌اند و ابزاری برای پیش‌بینی موفقیت آنان پیشنهاد شده است. توجه به راهبردهای تعاملی و دانشجومحور و اهمیت دادن به علاقه‌مندی و نیازهای فراگیران از جمله دیگر راهکارها در کلاس‌های برخط شمرده شده است (Amirkhani et al., 2021). به‌کارگیری روش معکوس در کلاس‌های برخط از دیگر شیوه‌های مؤثر نسبت به روش‌های سنتی برخط به حساب می‌آید (Mollaei et al., 2021).

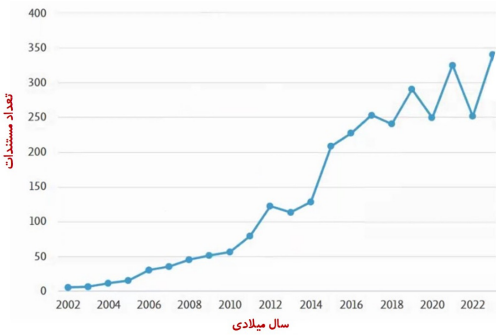
در کنار مزایای کلاس‌های از راه دور، محدودیت‌هایی نیز وجود دارد. با توجه به ساده نبودن واپایش در حضوروغیاب دانشجویان، ممکن است آسیب‌های زیادی بر کیفیت یادگیری دانشجویان پ وارد شود (Nadimi et al., 2022). مهارت‌هایی از قبیل چگونگی برقراری ارتباط و یا کار گروهی، از جمله مهارت‌های قرن ۲۱ به شمار می‌روند که در روش‌های سنتی الکترونیکی این مهارت‌ها کمتر مورد توجه قرار می‌گیرند. ایجاد فضای جذاب از عامل‌های مهم برای افزایش کیفیت در فرایند آموزش به شمار می‌رود (Gavagsaz et al., 2022). در دوره‌های الکترونیکی از راه دور، ایجاد جذابیت و همراه داشتن دانشجویان کار ساده‌ای نیست. بی‌تردید به‌کارگیری روش‌های کارآمد یاددهی- یادگیری دانشجویان،

از جمله مؤلفه‌های مهم در رشد و پرورش و پیشرفت آنان است (Jamali et al., 2023). اثربخش بودن این راهکارها مرهون برنامه‌ریزی درست متناسب با ویژگی‌های نسلی، توانمندی‌ها، علاقه‌ها و نیازهای دانشجویان است. در نتیجه، شناخت چنین روش‌هایی، از چالش‌های صاحب‌نظران در نظام‌های آموزشی جهان است. دانشگاه‌ها باید برای این مهم برنامه‌ریزی کنند (Azar et al., 2021).

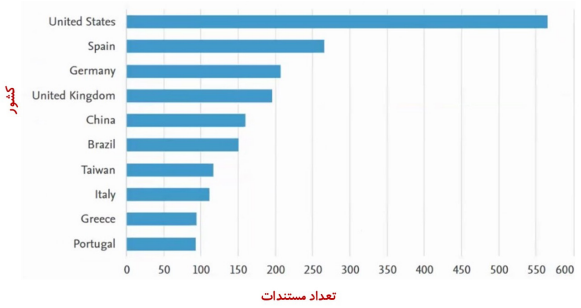
در مروری بر پیشینه پژوهش، دسته‌بندی‌های گوناگونی از نسل‌ها ارائه شده است. در اثر تغییر و دگرگونی‌ها در زمان، مشخصه‌های هر نسل متفاوت است (Hernandez-de-Menendez et al., 2020). در هر نسل تغییرات اساسی صورت می‌گیرد که این تغییرات، از دیدگاه‌های متفاوتی قابل توجه است (Seibert et al., 2021). به عنوان مثال، به نسل زد یا نت که در دوران ابزار دیجیتال و هوشمند به دنیا آمده‌اند، ویژگی‌هایی را نسبت داده‌اند. برخی از آنها عبارت است از: «برون‌گرایی، ابراز وجود، تعامل‌گرایی، گفت‌وشنود، پرسش‌گری، خودراهبری، هیجان‌دوستی، نوآفرینی و زیباشناختی». نقش استادان در تعامل مناسب با دانشجویان امری پراهمیت بوده است و اینکه باید با نسل جدید مطابق با رویکردهای سنتی عمل کرد یا خیر، از مسئله‌های مهم است. با توجه به اینکه تعامل‌گرایی (Moham-madi et al., 2023) و هیجان‌دوستی از ویژگی‌های نسل جدید است، می‌توان با بخش‌بندی کلاس به اجزای متفاوت و بهره گرفتن از ایده‌های خود دانشجویان در روند یاددهی- یادگیری، کیفیت آموزش را بالا برد. تعامل، نقش مهمی در یادگیری و یاددهی‌ها در کلاس دارد (Kharrazi et al., 2016). طرح کارهای گروهی در بخشی از جلسه کلاس، با توجه به روحیه گفت‌وشنود، پرسش‌گری و برون‌گرایی دانشجویان نسل جدید می‌تواند از جمله راهکارهای دیگر برای جذب دانشجو باشد (Mursid et al., 2022). تغییر در روش‌های کلاسی یا برگزاری آزمون‌ها (Sotudeh-Gharebagh et al., 2023) از دیگر راهکارهاست.

در مروری بر ادبیات، روش‌های خلاقانه‌ای، از قبیل آموزش نرم‌افزار (Mansouri et al., 2023)، مفاهیم مهندسی (Alenabi et al., 2023) یا آموزش روابط مهندسی، برای آموزش مفاهیم مهندسی ارائه شده است (Karimi et al., 2023). بازی‌وارسازی از جمله رویکردهای خلاقانه‌ای است که در سال‌های اخیر پیشرفت زیادی داشته است (Afkar et al., 2023a).

با جستجوی واژه‌های کلیدی «بازی‌وارسازی»، یا «یادگیری بر اساس بازی» و «آموزش مهندسی»، در پایگاه داده‌ای اسکوپوس، تعداد مستندات چاپ‌شده از سال ۲۰۰۲ تا پایان سال ۲۰۲۳ میلادی مورد جست‌وجو قرار گرفته و نتایج آن در شکل ۱ نمایش داده شده است. مشاهده می‌شود که اسناد مرتبط با بازی در آموزش‌های مهندسی، از قبیل کتاب، مقالات در مجله یا کنفرانس، در سال‌های اخیر رشد فزاینده‌ای داشته است. با تکرار فرض‌های پیش در جست‌وجو، در شکل ۲، تعداد مستندات برای کشورهایی که بیشترین سهم را در این زمینه دارند، به تفکیک رسم شده است. کشورهای آمریکا، اسپانیا و آلمان در صدر قرار دارند و سهم زیادی در تولید این اسناد داشته‌اند. کشورهای انگلستان و چین در رده‌های بعدی قرار دارند. برزیل، تایوان، ایتالیا، یونان و پرتغال با اختلاف کمی از یکدیگر، در ردیف ششم تا دهم قرار دارند.



شکل ۱. تعداد مستندات چاپ‌شده بر اساس سال میلادی، با موضوع بازی‌وارسازی در حوزه آموزش مهندسی

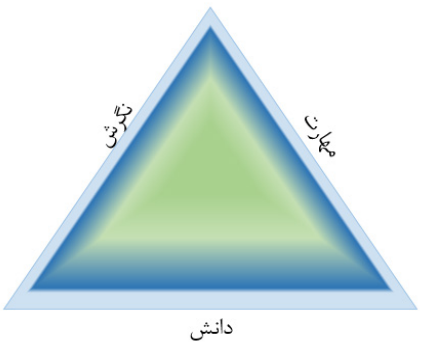


شکل ۲. تعداد مستندات چاپ‌شده در برخی از کشورها با موضوع بازی‌وارسازی در حوزه آموزش مهندسی

سازمان‌های گوناگونی، از جمله کمیسیون اروپایی، فونداسیون علوم ملی یا اراسموس، در راستای پژوهش‌های چاپ‌شده در این حوزه، حمایت‌های مالی داشته‌اند. در کنار دانشگاه‌ها، شرکت‌ها نیز در زمینه بازی‌های علمی، سرمایه‌گذاری داشته‌اند. یکی از شرکت‌هایی که خدمات بازی‌وارسازی را ارائه می‌دهد، این رویکرد را به عنوان تلفیق پویایی بازی در جامعه، در راستای جلب مشارکت تعریف می‌کند (Yongwen et al., 2015). در بازی‌ها عواملی از جمله وجود «امتیاز و تابلوهای امتیازها، دستاوردها یا نشآنها، سطوح مختلف بازی، داستان یا موضوع بازی، اهداف روشن، بازخورد، پاداش، پیشرفت و چالش» موجب انگیزش در کاربران می‌شود (Bazylak et al., 2015). می‌توان از نشان آنها برای پاداش‌دهی بهره گرفت. نمونه نشانه‌ای که بر اساس ابرقهرمانان شکل گرفته شده در (Rin-con-Flores et al., 2022)، نشان داده شده است. علاوه بر این، عنصر مشارکتی بازی‌ها، همکاری و ارتباط بین همسالان را افزایش می‌دهد (Barghani, 2020). یادگیری بر پایه بازی در مقاطع گوناگون تحصیلی از کودکی تا دانشگاهی حتی در فناوری اطلاعات و نرم‌افزارهای مهندسی قابل اجراست (Iva-nova et al., 2019). علاقه به یادگیری در کاربران در رویکرد بازی‌وارسازی افزایش پیدا می‌کند (Andrade

et al., 2017). به کمک این روش، تعامل خوبی در فراگیران صورت می‌گیرد. ایجاد شوق و انگیزه و نیز تجربه‌های ماندگار، از دیگر اهداف این رویکرد است (Baniamerian et al., 2021). بازی‌وارسازی، افزایش قابل توجهی را در عملکرد یادگیرنده نشان داده است (Manoharan et al., 2024). توسعه مهارت‌های محاسبه و منطق در درس ریاضی به کمک بازی‌وارسازی مورد بررسی قرار گرفته است (Mangueir et al., 2022). رضایت دانشجویان، از جمله نتایج به‌کارگیری بازی در درس ریاضی بیان شده است (Abidin et al., 2019). در آزمایشگاه‌ها، بازی‌وارسازی می‌تواند ارزیابی دقیق‌تری از درک فراگیران ارائه دهد (Oko-lie et al., 2023). به‌کارگیری رویکرد بازی‌وارسازی اثر مثبتی بر پردازش شناختی و جنبه‌های اجتماعی فراگیران دارد (Stadnicka et al., 2023). از دیگر مزایای این روش، این است که مهارت حل مسئله در بازی تقویت می‌شود (Ghosh et al., 2023). انجام بازی موجب ترویج همکاری در همتایان می‌شود (Mirzaie Feiz Abadi et al., 2022). در این پژوهش، برخی از چالش‌های بازی‌وارسازی، در کنار مزایای آن ارائه شده است. قیمت در گسترش بازی، یکی از محدودیت‌ها برشمرده شده است. از سوی دیگر، میل به برنده شدن، گاهی ممکن است فراگیر را به سوی تقلب سوق دهد. خطر بیش از حد تأکید بر پاداش‌ها توسط مربیان نیز باید مورد توجه قرار گیرد (Christopoulos et al., 2023).

در امر آموزش نوین، برای موفقیت سه ضلع در نظر گرفته می‌شود (شکل ۳). یک ضلع مربوط به شناخت دانشجویان از مفاهیم علمی، تئوری‌ها و روابط است. دو ضلع دیگر مثلث، مربوط به مهارت و نگرش است که از دید صاحب‌نظران، مهم‌تر از ضلع اول (دانش) است. این مثلث با نظریه بلوم ارتباط دارد (Voskoglou et al., 2022). «مدیریت زمان، دلیل آوردن، برقراری ارتباط» مثال‌هایی از ضلع مهارت به شمار می‌رود. «اعتماد به نفس، خوش‌بینی، اشتیاق، تعهد، راستی و انگیزه» از جمله نمونه‌هایی از ضلع نگرش است که در پژوهش‌ها معرفی شده است. بنابراین، توجه به این سه ضلع از اهمیت زیادی برخوردار است.



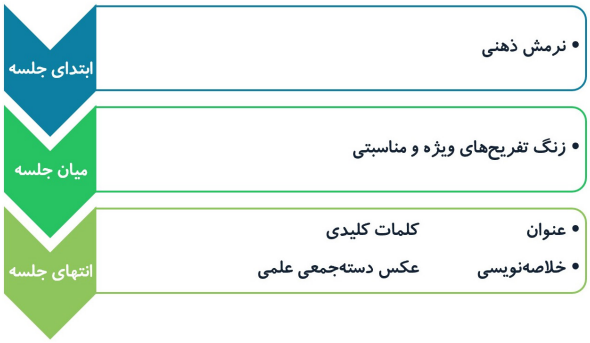
شکل ۳. سه ضلع در مثلث موفقیت

در این پژوهش، روش‌هایی خلاقانه جهت تقویت هر سه ضلع مثلث موفقیت، در سه بخش ابتدایی، میانی و انتهایی کلاس پیشنهاد شده است. برای شروع جذاب کلاس، فعالیت‌های گوناگونی با اهداف متفاوت بر اساس بازی‌وارسازی، برای آمادگی ذهنی دانشجویان، طرح شده است. بازخورد گرفتن از سطح یادگیری دانشجویان، مرور مطالب یا مقدمه برای ورود به موضوع جدید، از جمله اهداف در ابتدای کلاس به شمار می‌رود. به علت تعاملی بودن شیوه‌های پیشنهادی، این روش به ویژه در دوره‌های الکترونیکی می‌تواند اثربخشی بالایی را داشته باشد و با شروعی خوب، تمرکز دانشجویان را در طول کلاس فراهم آورد. سپس در میانه کلاس، برای تقویت مهارت و نگرش‌ها در دانشجویان، محیطی جذاب و پویا برای دانشجویان ایجاد می‌شود و خستگی معنایی ندارد. در انتهای کلاس، با روش‌های خلاقانه می‌توان نظم ذهنی را با جمع‌بندی مطالب علمی آموزش‌داده‌شده ایجاد کرد. در این مقاله، از روش درس‌پژوهی و اقدام‌پژوهی بهره گرفته شده است. تاریخچه این روش‌ها به کشور ژاپن برمی‌گردد که از آن به عنوان برنامه‌ای بسیار مؤثر و کاربردی یاد می‌شود. در این روش مشارکتی، مربیان به طور گروهی برای گسترش و بهبود آموزش و یادگیری با یکدیگر و فراگیران تعامل می‌کنند. در راستای روش‌های پیشنهادی در این پژوهش، نظرهای دانشجویان در چندین سال در کلاس‌های مختلفی به صورت کیفی پرسیده شده است و به کمک روش تحلیل مضمون، نظر دانشجویان طبقه‌بندی شده است. با توجه به یافته‌ها، نظرسنجی کمی نیز صورت گرفته شده است.

ساختار مقاله به این شرح است: پس از مقدمه، در بخش دوم، در یک نگاه اجمالی ایده‌های خلاقانه پیشنهادی برای سه بخش ابتدایی، میانی و انتهایی کلاس معرفی می‌شود. به کمک مثال‌های کاربردی، هر یک از آنها شرح داده می‌شود. در بخش سوم، نقاط قوت روش پیشنهادی و چگونگی اجرا مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش چهارم، نتایج نظرسنجی کیفی و کمی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. در انتها، نتیجه‌گیری و پیشنهاد کارهای آینده ارائه می‌شود.

۲. مواد و روش‌ها

در این بخش، نگاهی کلی به سه بخش مورد نظر در کلاس درس، یعنی ابتدا، میان و انتهای آن انداخته می‌شود. در شکل ۴، این اجزا نشان داده شده است. در ابتدای کلاس، فعالیت‌هایی جذاب برای آماده‌سازی ذهن دانشجویان طرح می‌شود. این روش‌ها که بر اساس بازی ذهن هستند، «نرمش ذهنی» نامیده شده‌اند. نرمش ذهنی موجب ایجاد حس خوب در دانشجویان می‌شود و شروعی پرهیجان رقم زده می‌شود. در میان کلاس، برای حفظ تمرکز دانشجویان و داشتن کلاسی جذاب، چند دقیقه به عنوان زنگ تفریح، اختصاص داده می‌شود. در این راستا، از توانمندی‌های گوناگون فراگیران بهره گرفته می‌شود. در بخش انتهایی کلاس، نتیجه‌گیری‌ها و جمع‌بندی‌ها از مطالب کلاس، برای ایجاد نظم ذهنی در دانشجویان، به کمک روش‌های متفاوت اجرا می‌شود. در ادامه، هر بخش شرح داده می‌شود.



شکل ۴. نگاهی به بخش‌های ابتدایی، میانی و انتهایی در جلسه کلاس

۲-۱. ابتدای جلسه

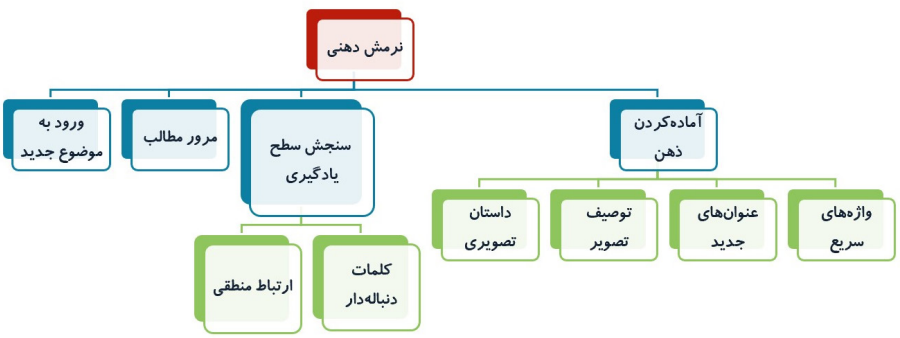
در ابتدای کلاس، برای ورود به بحث، موضوع‌هایی برای آماده‌سازی ذهن و تمرکز دانشجویان طرح می‌شود. در این راهکار، تعامل بیشینه بین استاد و دانشجویان صورت می‌گیرد تا فراگیران با ذهنی آماده بتوانند کلاس را دنبال کنند. مدت‌زمان نرمش ذهنی، بسته به تعداد دانشجویان و ساعت جلسه، می‌تواند به عنوان مثال، از ده تا بیست دقیقه، متغیر باشد. نوع این فعالیت کلاسی به‌گونه‌ای باید جذاب و همراه با کمی چالش برای اندیشیدن باشد. این فعالیت‌ها به‌گونه‌ای بر اساس بازی طراحی می‌شود.

در کلاس الکترونیکی از دانشجویان خواسته می‌شود که دوربین‌های خود را فعال کنند. بدیهی است که گاهی برای دانشجویانی مشکل فنی پیش آمده باشد. این امر در قوانین کلاس اعلان می‌شود و از پیش این قبیل از حاضران باید اطلاع دهند که وقت کلاس گرفته نشود و به آن افراد اجازه مشارکت در بخش چت یا به شکل صوتی داده شود. سپس، سؤال مورد نظر طرح می‌شود. استاد به روش‌های گوناگونی می‌تواند مشارکت دانشجویان را بگیرد. اگر سطح سؤال طرح‌شده، خیلی ساده نباشد، در مرحله اول می‌توان از داوطلبان خواست تا پاسخ خود را بیان کنند و سپس، در مرحله بعدی دیگر دانشجویان به انتخاب استاد پاسخ دهند.

نوع پرسش‌ها برای نرمش ذهنی گوناگون است. با اهداف متفاوتی می‌توان این سؤال‌ها را طرح کرد. چیزی که بهتر است در همه آنها مشترک باشد، طرح سؤال‌های واگراست. به عبارت دیگر، داشتن چند پاسخ درست است، به این معنی که دانشجویان با توجه به درک علمی و نگرش خود بتوانند پاسخ‌های قابل قبولی بدهند. از جمله اهداف نرمش ذهنی، می‌توان به این موارد اشاره کرد:

الف- آماده کردن ذهن
ب- بازخورد گرفتن از سطح یادگیری دانشجویان
پ- مرور مطالب
ت- مقدمه برای ورود به موضوع جدید

بدیهی است که هر یک از هدف‌های بیان‌شده برای اجرای نرمش ذهنی، با روش‌های گوناگونی می‌تواند اجرا شود. مدرس باید تلاش کند تا بیشتر دانشجویان کلاس، در این بحث شرکت کنند. این بخش از کلاس در جلسات مجازی و نیز حضوری قابل اجراست. گوناگونی روش‌های به‌کارگرفته‌شده در جلسات، می‌تواند در کنار آموزش مفاهیم علمی، موجب تقویت مهارت‌های متفاوت در دانشجویان شود. همچنین، نگرش‌های دانشجویان را نیز می‌توان بهبود بخشید. در ادامه، چند نمونه از نرمش‌های ذهنی با اهداف بیان‌شده، به همراه مثال‌ها، معرفی می‌شود. برخی از این موارد در شکل ۵، نشان داده شده است.



شکل ۵. اهداف نرمش ذهنی با معرفی چند نمونه از هر یک

الف- آماده‌کردن ذهن: می‌توان با طرح پرسش‌های خیلی ساده، فقط ذهن دانشجویان را برای فکر کردن و مشارکت آماده ساخت. در ادامه، چند مثال داده می‌شود.

مثال ۱- واژه‌های سریع: هر کسی باید با شنیدن کلمه نفر قبلی، اولین واژه‌ای که به ذهنش می‌رسد را بیان کند. این واژه‌ها باید متناسب با موضوع درسی باشد.

مثال ۲- عنوانهای جدید: اسلایدهایی با عنوان‌های متفاوت در مورد موضوع علمی مورد نظر به دانشجویان داده می‌شود. در فعالیت آماده‌سازی ذهنی، هر دانشجو باید عنوانی جدید را پیشنهاد دهد. در مورد موضوع توربین بادی، عنوان‌های برخی از اسلایدهای استاد، می‌تواند به این شرح باشد: «شگفت‌انگیزها، اعداد و رقم، ویژگی‌های ظاهری، تاریخچه، یک چالش و یک راهکار، آیا می‌دانستیم؟، پرده‌برداری از چند عامل مهم، دانشمندان، یک منحنی، روابط مهم، واژه‌های تخصصی، الهام از طبیعت، سؤال‌های کنجکاوانه، ابزار اندازه‌گیری، منابع، معرفی نرم‌افزار کاربردی». دانشجویان با توجه به موضوع‌های علمی مرتبط عنوان‌هایی جدید را پیشنهاد می‌کنند. چند پاسخ دانشجویان به این شرح است: «خلاقیت‌ها در ساخت، آناتومی بدن توربین، یک فناوری جدید، شباهت با اخلاق انسانی، رازها، چیزی که تصورش را نمی‌کردید، مقاومت برج‌ها، طراحی ماکت، توربین بادی دوست یا دشمن؟،

اعضای ناسل، آینده توربین، اعضای خانواده و جد توربین، پدیده‌ها، تردستی».

مثال ۳- توصیف تصویر: یکی از دانشجویان که دیرتر وارد کلاس می‌شود باید تصویری را که همه دانشجویان دیده‌اند با راهنمایی آنها رسم کند. هر یک از دانشجویان بخشی را توضیح می‌دهند و سپس نقاشی به‌دست‌آمده با تصویر اصلی مقایسه می‌شود. در این نرمش ذهنی، دانشجویان سختی توصیف را به خوبی درک می‌کنند و نیز دقت در آنان تقویت می‌شود.

مثال ۴- داستان تصویری: داستانی تصویری که شامل دیالوگ‌هایی است، در کلاس به اشتراک گذاشته می‌شود. هر یک از دانشجویان به نوبت دیالوگ‌ها را می‌خواند. پس از اتمام داستان، پرسش‌های مربوط به موضوع علمی، توسط استاد طرح می‌شود و دانشجویان نظرات خود را بیان می‌کنند. در یک نمونه دیگر روش اجرایی، با به‌کارگیری داستان‌های علمی، لابه‌لای متن‌ها پرسش‌هایی طرح می‌شود و دانشجویان حدس‌ها و پاسخ‌های خود را بیان می‌کنند.

ب- سنجش سطح یادگیری دانشجویان: می‌توان با طرح فعالیت‌های ساده‌ای، میزان یادگیری دانشجویان و حضور ذهن داشتن آنها را به‌سرعت سنجید. در ادامه، چند نمونه بیان می‌شود.

مثال ۱- کلمات دنباله‌دار: یکی از روش‌های سریع برای سنجش میزان حضور ذهن دانشجویان از مطالب علمی بیان‌شده در کلاس، بازی با واژه‌های فنی است. یک کلمه فنی بیان می‌شود. سپس، هر دانشجو باید با حرف انتهایی آن، واژه‌ای دیگر را بیان کند. بدیهی است که دانشجویان نباید کلمه‌های تکراری را در روند بازی به کار بگیرند.

مثال ۲- پیدا کردن ارتباط منطقی: برقراری ارتباط بین یک وسیله الکتریکی و یک غذا، یک نمونه از این دسته است و یا پاسخ به سوال‌هایی از قبیل: «دوست دارید جای کدام وسیله الکتریکی باشید و یا مایل هستید جای کدام یک از اجزای توربین بادی باشید؟».

پ- مرور مطالب: اگر موضوع درس به‌گونه‌ای ادامه‌دار است، برای مرور مطالب نیز می‌توان فعالیت‌هایی را طرح کرد. در ادامه، یک مثال داده می‌شود.

مثال- هفت‌سین علمی ـ می‌توان از دانشجویان خواست که در مورد موضوع علمی خاصی، هفت‌سین درست کنند. به عنوان مثال، به کمک تجهیزات الکتریکی یا بلوک‌های نرم‌افزار متلب/ سیمولینک می‌توان هفت‌سین درست کرد. تلفیق این مناسبت‌های فرهنگی و درس، سبب پویایی کلاس می‌شود و کلاس از حالت خشک بودن خارج می‌شود. از سوی دیگر، فراگیران باید مطالب درس را در ذهن خود مرور کنند تا واژه‌های فنی که با حرف «س» شروع می‌شود را بیان کنند و سپس از نظر عملکردی نیز مورد بحث قرار دهند.

ت- مقدمه برای ورود به موضوع جدید: به کمک برخی از نرمش‌های ذهنی، می‌توان دانشجویان را برای ورود به بحث جدید علمی آماده کرد. در ادامه، چند مثال داده می‌شود.

مثال ۱- جعبه جادویی: به عنوان مثال، جعبه‌ای شامل چند پیل‌سوختی به کلاس برده می‌شود. با

حدس دانشجویان از اجزا و دستگاه‌ها، مقدمه‌ای بر شروع یک موضوع علمی جدید به وجود می‌آید. می‌توان جعبه را «جعبه جادویی» نامید تا حس کنجکاوی در فراگیران برانگیخته شود. به طور کلی، چون فکر مخاطب درگیر سؤال‌های متفاوتی می‌شود، بنابراین، ذهن آماده فراگیری اطلاعات داخل و مربوط به آن جعبه می‌شود. همچنین دیدن اجزا از نزدیک و لمس دستگاه‌ها، موجب ماندگاری این مفاهیم علمی جدید می‌شود.

مثال ۲- کامل کردن یک نقاشی: می‌توان یک تصویر را که مربوط به یک موضوع جدید علمی می‌شود، در اختیار چند نفر از دانشجویان قرار داد. آن‌ها با مشورت با هم و دادن سرنخ‌ها به دیگر هم‌کلاسی‌ها، دوستانشان را راهنمایی می‌کنند تا تصویر کامل رسم شود. پس از تکمیل تصویر، استاد می‌تواند درس را شروع کند.

مثال ۳- پیدا کردن شکل برای واژه‌ها: می‌توان چند واژه علمی را به دانشجویان داد و آنان به دنبال تصاویری متناسب با آن کلمات بگردند. به عنوان مثال، با دادن واژه‌های بوست، باک و باک-بوست، در گام اول دانشجویان می‌توانند شکل‌های مداری را به کمک جستجو در اینترنت، پیدا کنند. مقایسه‌ای اولیه بین شکل هر مبدل انجام شود و سپس استاد درس را ادامه دهد.

۲-۲. میان جلسه

بدیهی است که در بین بخش‌های متفاوت کلاس، نیاز است زمانی کوتاه را برای آرامش ذهنی دانشجویان در نظر گرفت. در میانه‌های جلسه کلاسی، می‌توان به دانشجویان استراحتی کوتاه داد. این استراحت به خوبی می‌تواند با مشارکت دانشجویان انجام شود. در ادامه، دو دسته برای این برنامه، معرفی می‌شود.

۲-۲-۱. زنگ تفریح گوناگون

بهتر است در میان جلسه کلاسی، زمانی کوتاه در حد یکی دو دقیقه را برای استراحت کوتاه دانشجویان در نظر گرفت. موضوع اجراها را می‌توان از قبل برنامه‌ریزی کرد. هر یک از دانشجویان می‌تواند کاری را انجام دهد و این بستگی به توانمندی‌های دانشجویان حاضر در کلاس دارد. به طور مثال، می‌توان به نمایش عروسکی با موضوع علمی، اشاره کرد. یک یا چند تن از دانشجویان به کمک دو یا چند عروسک، نمایشی کوتاه را در کلاس اجرا کنند. گفت‌وگوهای عروسک‌ها می‌تواند بر پایه موضوع‌های علمی مربوط به کلاس باشد. در مثالی دیگر، یکی از دانشجویان آهنگی را بنوازد. در دیگر راهکارها، می‌توان در ارتباط با موضوع درسی، مطلبی جذاب مانند یک فیلم کوتاه را نشان داد. گاه دانشجویان می‌توانند بدون برنامه‌ریزی، کاری را برای زنگ تفریح انجام دهند. طرح یک معما، بیان یک خاطره، انجام یک پانتومیم برخی از این نمونه‌هاست.

۲-۲-۲. زنگ تفریح مناسبتی

از دیگر راهکارها، بهره بردن از مناسبت‌های فرهنگی یا اجتماعی است که می‌تواند انرژی دانشجویان را دو چندان کند. برای تقویت هرم عاطفی بلوم، می‌توان متناسب با برخی مناسبت‌ها از جمله اعیاد، روز دانشجو، هفته پژوهش، یا روز جوان برنامه‌ای را در کلاس اجرا کرد. این برنامه‌ها را حتی می‌توان دومنظوره طراحی کرد و با مطالب علمی درس نیز پیوند داد و جذابیت آن را بالا برد.

۲-۳. انتهای جلسه

ایده پیشنهادی در انتهای جلسه، برای مشارکت گرفتن از تمامی دانشجویان در زمانی کوتاه، جمع‌بندی مطالب کلاس است. استاد می‌تواند با به‌کارگیری مشارکت دانشجویان و تعامل با آنان، پایان خوبی را نیز در ذهن دانشجویان به جا بگذارد. در راستای جمع‌بندی مطالب، حسن‌ختام در یک جلسه کلاسی، می‌تواند از روش‌های گوناگونی انجام گیرد. در ادامه، چند روش از جمله انتخاب عنوان، کلمات کلیدی، خلاصه‌نویسی و عکس دسته‌جمعی معرفی می‌شود.

۲-۳-۱. انتخاب عنوان

در انتهای کلاس، چه در کلاس‌های حضوری و چه مجازی می‌توان از دانشجویان خواست تا عنوان‌هایی را برای جلسه پیشنهاد کنند. در چند ثانیه باید در ذهنشان مروری به وقایع کلاس داشته باشند و عنوانی را که پوشش‌دهنده مطالب باشد، بیان کنند. تعیین عنوان برای جلسه کلاس، علاوه بر نظم ذهنی، موجب تقویت نگرش دانشجویان می‌شود. تجربه نشان می‌دهد که هر یک از آنان، با توجه به دیدگاه‌های مختلف خود، عنوان‌هایی متفاوت را پیشنهاد می‌کنند. با رأی‌گیری می‌توان یکی از عناوین یا ترکیبی از عنوان‌های پیشنهادی را برای آن جلسه کلاسی برگزید.

۲-۳-۲. کلمات کلیدی

در انتهای کلاس، می‌توان به کمک دانشجویان واژه‌های کلیدی مربوط به جلسه درس را در روی تابلو، یادداشت کرد. نوشتن این کلمه‌ها موجب مرور سریع مطالب در انتهای کلاس می‌شود و نظم ذهنی را در فراگیران موجب می‌شود.

۲-۳-۳. خلاصه‌نویسی

می‌توان چند دقیقه از انتهای کلاس را به خلاصه‌نویسی آنچه در کلاس گذشته است، اختصاص داد. دانشجویان در دو یا سه دقیقه کارهای انجام‌شده را به شکل فردی بنویسند و سپس چند پاسخ، به‌طور تصادفی در کلاس خوانده شود.

۲-۳-۴. عکس دسته‌جمعی علمی

روشی جذاب برای یک جمع‌بندی در انتهای کلاس، گرفتن یک عکس دسته‌جمعی است، به‌گونه‌ای که هر یک از دانشجویان، ژست ویژه‌ای را می‌گیرد. این ژست، متناسب با مطالب کارشده در آن جلسه است. به طور معمول، دانشجویان ایده‌های متفاوتی را مطرح می‌کنند و گاهی آنان با مشورت با هم، یک ایده گروهی را در عکس اجرا می‌کنند. دیدن این عکس‌ها، برای مرور مطالب کارشده در کلاس نیز می‌تواند مفید باشد. گاهی دانشجویان هدف اصلی در آن جلسه را به نمایش می‌گذارند و گاهی بخش‌های متفاوت کلاس معرفی می‌شود.

چند نمونه عکس که در کلاس مجازی انجام شده است، در شکل ۶ و شکل ۷ نشان داده شده است. ایده عکس در شکل ۶ (بالا) این است که هرکس به دوست کناری‌اش اشاره می‌کند و این امر به صورت زنجیره‌وار انجام شده است. این سوژه، نشان‌دهنده یکی از شکل‌موج‌های مورد بحث در کلاس است (Afkar et al., 2023b). این شکل موج پریودیک و یک سیگنال مثلثی است. ایده شکل ۶ (پایین) به دقت و ریزبینی اشاره دارد چون در فرایند کلاس، به دقت و دیدن سرنخ‌ها برای داشتن دلایل مهندسی تأکید شده بود.

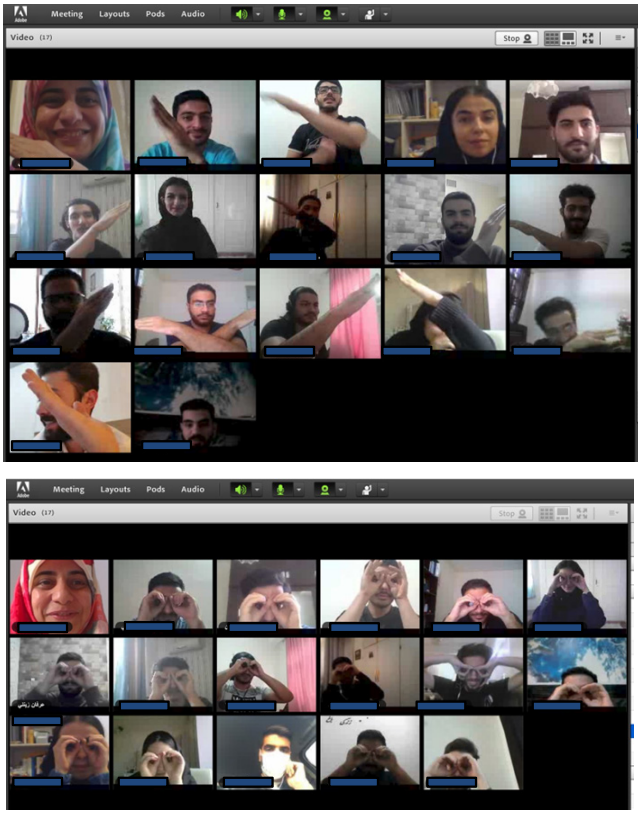
در شکل ۷، نمونه‌ای دیگر از عکس‌های انتهای کلاس نشان داده شده است. در این عکس، هر یک از دانشجویان به بخشی از اجزای یک مبدل اشاره کرده‌اند. آشنایی با مدار یک مبدل بوست سه‌سطحی (Afkar et al., 2023c) مورد بحث بوده است. با توجه به بحث‌های انجام‌شده و تشبیه‌های انجام‌شده، دانشجویان کلیدها، خازن‌ها، مقاومت بار، دیودها، منبع تغذیه، سلف و اتصالات در مبدل را نمایش داده‌اند.

۳. نقاط قوت و اجرای روش‌های پیشنهادی

در این بخش، به بررسی مزایای روش‌های پیشنهادی در این مقاله و چگونگی اجرای آنها پرداخته می‌شود.

۳-۱. نقاط قوت

در هر سه روش پیشنهادی، تعامل بسیار خوبی بین دانشجویان و استاد برقرار می‌شود. جلسه کلاس با حس خوب جمعی شروع می‌شود که این امر موجب می‌شود، ذهن دانشجویان برای فراگیری مطالب علمی آماده شود. در میانه کلاس، دانشجویان فرصتی دارند که برخی از علایق خود را با توجه به سلیقه و توانمندی‌های خود به نمایش بگذارند. تعریف خاطره، نمایش کوتاه عروسکی، طرح معما و نواختن موزیک نمونه‌هایی از کارهای دانشجویان است که در دو یا سه دقیقه برای استراحت دانشجویان انجام می‌شود که در نتیجه، مهارت‌های دانشجویان تقویت می‌شود. استاد می‌تواند در انتهای کلاس،



شکل ۶. عکس‌های یادگاری با توجه به موضوع کلاسی

شکل ۷. عکس‌های یادگاری با توجه به موضوع کلاسی

به کمک دانشجویان چند هدف مهم را جمع‌بندی کند و با گرفتن عکس یادگاری، نظم ذهنی دانشجویان صورت می‌گیرد. بدیهی است که با طرح پیشنهادهای گوناگون دانشجویان برای چگونگی عکس گرفتن، نگرش‌های دانشجویان تقویت می‌شود. این نقاط قوت در شکل ۸ خلاصه شده است.

۳-۲. اجرا

بهتر است زمینه برای فعالیت تمام دانشجویان در کلاس فراهم آید. مثلاً برای اینکه استاد مطمئن شود که همه دانشجویان در بحث‌های گروهی شرکت کرده‌اند یا خیر، می‌تواند از خود آنها سؤال کند. به طور مثال «دانشجویانی که هنوز صداشون رو در کلاس نشنیده‌ایم، دستشان را بالا ببرند» و به دنبال آن، به گونه‌ای آنها نیز به صحبت و مشارکت تشویق شوند. بدیهی است که روش‌های دیگری نیز وجود دارد که بتوان در دیگر بخش‌های کلاس نیز تمرکز دانشجویان را حفظ کرد. به عنوان مثال، در کلاس‌های دوره الکترونیکی، طرح یک سؤال ساده عمومی که دانشجویان پاسخ خود را در بخش چت بنویسند، راهکار مناسبی است و به این ترتیب، فرصتی کوتاه برای استاد نیز فراهم می‌آید که از حضور همگی در کلاس اطمینان یابد. برای تقویت بیشتر مهارت‌های دانشجویان در اواخر نیم‌سال تحصیلی می‌توان در قالب یک تکلیف خارج از کلاس، طرح نرمش ذهنی را به خود دانشجویان واگذار کرد. سپس، چند طرح را در کلاس به انتخاب دانشجویان اجرا کرد.

شکل ۸. نقاط قوت روش‌های پیشنهادی

۴. نتایج

در این بخش، نتایج به‌دست‌آمده از نظرسنجی کیفی و کمی دانشجویان در مورد روش پیشنهادی در این پژوهش معرفی می‌شود. این نتایج شامل بازخوردهای آنان در کلاس‌های متفاوت و در مقاطع تحصیلی گوناگون (کارشناسی و تحصیلات تکمیلی) است. نظرهای دانشجویان در دانشگاه شهید بهشتی تهران، در چندین سال در کلاس‌های مختلفی، از جمله مبانی برق، سامانه‌های هیبرید انرژی، کنترل و مبدل‌ها در سامانه‌های تجدیدپذیر، به صورت کیفی و کمی پرسیده شده است. تعداد پاسخ‌دهندگان بیشتر از صدوپنجاه نفر بوده است. پاسخ‌های دریافتی دانشجویان در قالب متن، صوت یا فیلم بوده است. دانشجویان از جنسیت‌های متفاوت بودند که البته درصد تعداد مردان در رشته‌های مهندسی، بیشتر از زنان است. مهندسی مکانیک، مهندسی برق و مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر، از جمله رشته‌های تحصیلی دانشجویان شرکت‌کننده در این نظرسنجی‌ها بوده است.

۴-۱. تحلیل یافته‌های کیفی

به کمک روش تحلیل مضمون (Mirnezami et al., 2023)، نظر دانشجویان دسته‌بندی شده است. دسته‌بندی نظرهای دانشجویان، در قالب سه بخش اصلی مورد نظر پژوهش، در جدول ۱ داده شده است. در ستون مقوله فرعی، با توجه به کدگذاری‌های انجام‌شده برای پاسخ‌ها، دسته‌بندی‌هایی صورت گرفته است. در ستون سوم، برخی از نقل‌قول‌های پاسخ‌دهندگان، به طور نمونه و خلاصه آورده شده است. در بخش نرمش ذهنی، دانشجویان به مقوله‌هایی از جمله «کمک به آماده‌سازی ذهن و یاد گرفتن مطلب، چالش ذهنی، فعال و کنجکاوی، افزایش بازدهی کلاس، تقویت ایده خلاقانه، تعامل استاد و دانشجو، یادآوری مطالب، نگرش‌های متفاوت، ماندگاری مطالب، افزایش دقت، یادگیری با سرگرمی و کاهش نگرانی» اشاره کرده‌اند. در بخش زنگ تفریح، مقوله‌هایی مانند «شروع دوباره پرانرژی، حفظ تمرکز در ادامه درس، استراحت همگام با درس، پویایی و جبران سریع» مورد نظر دانشجویان بوده است. در بخش عکس دسته‌جمعی، ویژگی‌هایی از جمله «ثبت خاطره، فضای دوستانه، یادگاری، خلاصه کردن کلاس، ماندگارسازی مطالب، مرور، تقویت مهارت‌ها، رسم در کلاس و تقویت حافظه»، در بازخوردهای دانشجویان اشاره شده است. این نکته قابل توجه است که ساعت برگزاری کلاس در برخی از دیدگاه‌های دانشجویان، به ویژه در بخش نرمش ذهنی، اثر داشته است. دو نمونه تحلیل متفاوت، در مقوله افزایش بازدهی در کلاس آورده شده است. در کنار تحلیل‌های دانشجویان از این سه بخش، پیشنهادهایی در راستای ادامه کار نیز از آنان دریافت شده است. این پیشنهادها در جدول ۲ آورده شده است. پیشنهادها حکایت از ذهن خلاق دانشجویان دارد و به خوبی می‌توان از آنها بهره گرفت.

جدول ۱. دسته‌بندی مضامین و پاسخ‌های مربوط به سه محور اصلی پژوهش

مقوله اصلی	مقوله فرعی	نقل‌قول‌ها (خلاصه‌شده)
نرمش ذهنی	کمک به آماده‌سازی ذهن و یاد گرفتن مطلب	ـ آمادگی برای شروع درس اصلی را فراهم می‌کند. ـ یکی از نکات مثبت، همان آماده شدن ذهن است که نکات علمی را راحت‌تر دریابد و به یاد بسپارد. ـ این بخش، مانع گیرپاژ کردن مغز می‌شود. ـ نرمش ذهنی را می‌توان به موتوری که برای حرکت در حال گرم شدن است تشبیه کرد و به اصطلاح گفت که موتور ذهن را گرم می‌کنیم. ـ حس من در این بخش، نرمش صبحگاهی است.
	چالش ذهنی	ـ پیش‌مطالعه و درک دیدی از مطلب داشتن، برای درک موضوع بسیار اثر مثبت می‌گذارد و چه بهتر که این دید با یک چالش ذهنی شروع شود. ـ پرسش و پاسخ‌های هیجان‌انگیز که باعث به چالش کشیدن ذهن می‌شود و فضای ذهنی را از سایر مسائل جدا کرده و بیشتر معطوف کلاس می‌کند.
	فعال و کنجکاوی	ـ این روش در ابتدای کلاس، یک مقدار ذهن را تحریک می‌کند و این کار باعث فعال‌تر و کنجکاوتر شدن ذهن می‌شود. ـ کنجکاوی را در قلب خود جای داده است. این کنجکاوی است که لوکوموتیو پیشرفت را توان‌دهی می‌کند.

ادامه جدول ۱

نرمش ذهنی		ـ کنجکاو می‌شویم و می‌دونیم استاد برنامه خوب و متفاوت و جذابی برای بخش بعدی دارد. ـ حدس زدن و بحث در مورد مطالب، بین بچه‌ها در این بخش نقش پررنگی دارد.
	افزایش بازدهی کلاس	ـ موجب همراه شدن بچه‌ها با کلاس و همچنین رفع خستگی ذهن از کلاس قبل و آمادگی ذهن برای بخش بعد می‌شود. ـ در ابتدای هرکلاس، به علت اینکه دانشجویان چند روز از محیط کلاس فاصله گرفته‌اند، ممکن است در دقایق اولیه کلاس، انرژی و انگیزه کافی برای شروع کلاس را نداشته باشند و این روش باعث می‌شه دانشجویان زودتر با محیط کلاس سازگار بشن.
	تقویت ایده خلاقانه	ـ خلاقیتی که برای انجامش نیازه، باعث می‌شه تو بقیه بخش‌های زندگی هم دید متفاوت و خلاقانه‌ای داشته باشیم. ـ این بخش از کلاس، شامل سرعت، ایده و مشارکت است. نکته مهم و دلپذیر این بخش مربوط به تنوع ایده‌ها است و جلسات نسبت به هم متفاوت هستند و هر جلسه فکر بکری همراه خودش دارد.
	تعامل استاد و دانشجو	ـ کلاس را از حالت تک‌بعدی که فقط یک نفر تدریس کند و باقی فقط شنونده باشند، خارج می‌کند. ـ روشی مشارکتی است که موجب فعالیت همه اعضای کلاس می‌شود. ـ در این بخش سؤال‌های متفاوتی طرح می‌شود که بیشتر در قالب معما و پرسش و پاسخ مطرح می‌شود و در آن مشارکت همگانی اهمیت زیادی دارد.
	یادآوری مطالب	ـ روش خوبی است تا از طریق همه دانشجویان، در جملات کوتاه همراه طنز و خلاقیت در قالب نرمش ذهنی، نکات جلسات قبل به خوبی مرور شوند و دانشجویان در مدت کوتاه، هم خستگی‌شان در می‌رود و هم نکات جلسات پیش را به خاطر آورده‌اند.
	نگرش‌های متفاوت	ـ نظرات افراد مختلف از هر دیدگاه به نمایش گذاشته می‌شود و هیچ قضاوتی نسبت به هم نمی‌شود.
	ماندگاری مطالب	ـ به دلیل آن که ما خودمون به جواب سؤالات می‌رسیم، باعث می‌شود که مطالب و نکات بیشتر توی ذهن ما بمونن و با یه مرور ساده، توی ذهن ما تثبیت شوند.
	افزایش دقت	ـ باعث می‌شه توجه‌مون رو به جزئیات افزایش بدیم. ـ نرمش ذهنی به شکل‌های گوناگون صورت می‌گیرد. گاهی به شکل پرسش‌های ساده و یا ویژه و متفاوت، گاهی به شکل چیستان، گاهی یک فیلم و یا روش‌های متفاوت دیگر. این نرمش‌های ذهنی، به یادگیری عمیق و توجه به نکات ریز هر موضوع کمک می‌کند.
	یادگیری با سرگرمی	ـ در ابتدا مطالب جلسات قبل با پرسش‌های خلاقانه و یا یک بازی مرور می‌شود که اغلب اوقات موجب ایجاد خنده و شادی در کلاس می‌شود و ادامه کلاس رو مطلوب‌تر می‌کند.
	کاهش نگرانی	ـ شاید در بعضی از جلسات دانشجویان قبل از شروع کلاس استرس داشته باشن، مانند روزهایی که ارائه داریم یا قراره امتحان داشته باشیم. این روش باعث می‌شه که استرس دانشجویان از بین بره و دید مثبتی نسبت به کلاس به‌دست بیاورند.

ادامه جدول ۱

زنگ تفریح	شروع دوباره پرانرژی	ـ نفسی تازه کنیم و بتوانیم در ادامه مسیر با استاد همراه شویم. ـ باعث تخلیه موارد خارج کلاسی از ذهن می‌شود. ـ هنگامی که ذهن خسته است، باعث ریکاوری آن می‌شود. ذهن جان تازه‌ای می‌گیرد. ـ اگر ساعت مطالعه بیشتر باشد، باعث می‌شود تا شیرینی درس به قرص خواب تبدیل شود. با این کار که با رویه‌های خاصی انجام می‌شود، باعث می‌شود ذهن دانشجو برای مدتی از مطلب دور شود و این دور شدن چند دقیقه‌ای، در واقع یک ریکاوری است. ـ همان‌طور که پس از حرکت ماشین از حدی بیشتر نفس کم می‌آورد و نیاز به خنک‌سازی موتور هست، برای ذهن یک دانشجو هم پس از فراگیری درس و تبادل اطلاعات نیاز به استراحت و نفس‌گیری موتور ذهن هست. برای این منظور، از بازی‌های جالب و متفاوت برای فاصله گرفتن از فضای درسی و استراحت دادن به ذهن استفاده می‌شود، مثل بیست سؤالی یا بازی با کلمات.
	حفظ تمرکز در ادامه درس	ـ با انجام این کار تمرکز بیشتری خواهیم داشت و خستگی کمتر خواهد شد چون حفظ تمرکز برای مدت طولانی، کار سخت و خسته‌کننده‌ای است و حتی گاهی غیرممکن می‌شود. پس داشتن یک مقدار، هر چند کم، باعث می‌شود بتوان بهتر و بیشتر تمرکز کرد و فرایند آموزش و یادگیری سریع و آسان‌تر انجام می‌شود. ـ حال و هوای کلاس از حالت بی‌اهمیتی به درس خارج می‌شود. ـ شادی و طراوت بیشتر به کلاس تزریق می‌شود و مانند قسمت نرمش ذهن، باعث آمادگی بیشتر برای ادامه کلاس می‌شود.
	استراحت همگام با درس	ـ بخش مورد علاقه من است چون فرصتی است که هم زیاد از درس دور نمی‌شویم و هم استراحتی برای ذهن‌مان پس از چند کلاس پشت سر هم است. ـ این بخش به شکل‌های متفاوتی انجام می‌شود و گاهی دارای هدف مرتبط با درس است و گاهی تنها به منظور رفع خستگی انجام می‌شود.
	پویایی	ـ باعث می‌شود کلاس از یه وضعی در بیاید. ـ زنگ‌های تفریح کلاسی، فرح‌بخش هستند. به کلاس طراوت می‌دهند. کلاس‌های مهندسی، برای ما، همیشه پر از فرمول و سختی بوده است. این زنگ‌های تفریح، شکل کلاس را عوض کردند.
	جبران سریع	ـ زنگ تفریح باعث می‌شود که اگر ما جایی از درس را متوجه نشدیم یا به اصطلاح جا مانده‌ایم، با فراغ خاطر به دنبال آن مطلب بگردیم و از استاد یا دوستانمان سؤال بپرسیم.
انتهای جلسه	ثبت خاطره	ـ عکس دسته‌جمعی که در آخر هر کلاس می‌گیریم، بسیار نمادین بوده و باعث می‌شود که خاطره‌ای از آن جلسه ثبت شود. در واقع، این عکس تنها چند میلیون پیکسل نیست بلکه ثبت لحظه‌ای است که ممکن است آن جمعی که با هم بودیم بعد از آن عکس دیگه نباشیم و به خاطر همین این روش بسیار ارزشمند و جالب است. ـ عکس دسته‌جمعی کلاس تداعی‌گر باهم بودن و ساخت لحظه‌های خوش در کنار هم است و با دیدن آن عکس به این فکر فرو می‌رویم که ساعاتی در کنار هم بودیم، با هم خواندیم، با هم تلاش کردیم و با هم حس‌های مختلف را تجربه کردیم.

ادامه جدول ۱

انتهای جلسه	فضای دوستانه	ـ یادگاری و افزایش فضای دوستانه در کلاس. ـ ایجاد حس صمیمیت بیشتر بین دانشجویان. ـ باعث افزایش صفا و صمیمیت می‌شود.
	یادگاری	ـ در آینده قدرشان را بدانیم و یادی از گذشته را زنده کنیم. ـ عکس‌هایی که پایان جلسه می‌گیریم، به عنوان یادگاری بسیار خوب است زیرا باعث می‌شود با دیدن این عکس‌ها، در آینده به مرور خاطرات این کلاس کمک کند.
	خلاصه کردن کلاس	ـ این عکس باعث می‌شود اتفاقات آن جلسه به خلاصه‌ترین روش ممکن ثبت شود تا با دیدن آن عکس درست مثل عکس‌های یادگاری که خاطرات گذشته را به یادمان می‌آورند این عکس‌ها هم خاطرات آن جلسه و به همراه آن خاطرات نکات درسی که در آن جلسه گفته شد یادآوری می‌شود. ـ یک عکس ساده می‌تونه کل مطالب اون جلسه رو به صورت تیتروار مرور کنه. ـ هر ژستی تداعی یک روش یا موضوع مرتبط از مباحث اون جلسه است.
	ماندگارسازی مطالب	ـ به نظر من جزو بهترین روش‌ها برای ماندگاری مطالب اون جلسه یه عکس در آخر کلاس با ژست مربوط به اون جلسه است. ـ عکس‌های دسته‌جمعی در انتهای کلاس، نشان از ثبت یک آموزش را می‌دهند. چالشی دارد به عنوان ژست. چیزی را که فراگرفتیم باید در زبان بدنمان بگنجانیم. شاید در نگاه اول آسان به نظر بیاید ولی باید در موقعیت آن قرار بگیرید تا بفهمید چقدر گرفتن ژست مهندسی برای بیان چیزی که آموخته‌اید، دشوار است. حس بی‌نظیری دارد. حسی که در کنار یکدیگر مطلبی را آموخته‌ایم. آدم‌ها لحظات خوش‌شان را، دوست دارند کِش بیاید. این تصاویرند که یک خاطره را ثبت می‌کنند. بیش باد!
	مرور	ـ با دیدن عکس نکات آن جلسه مرور می‌شود. ـ عکس‌هایی که آخر جلسه گرفته می‌شوند، به دلیل آن‌که ژست‌هایی که در آنهاست مرتبط با آن جلسه است، برای یادآوری نکات آن جلسه بسیار مفید است.
	تقویت مهارت‌ها	ـ تراوش ذهنی و کنجکاوی برای پیدا کردن ژست با موضوع که به آمادگی ذهن کمک می‌کند. ـ جهت یادآوری مطالب آموخته‌شده و کارهای انجام‌شده در هر جلسه برای بعدها، یک ژست خاص مثل نگه داشتن یک تصویر یا ابزاری که با آن کار شده در کلاس را جهت انجام فاز آخر کلاس انجام می‌دهیم. این امر می‌تواند به کیلومترشمار یا سرعت‌سنج ماشین که خبر از اتفاقاتی که با آن خودرو افتاده، از قبیل مسافتی که طی کرده، تشبیه شود.
	رسم در کلاس	ـ این که انتهای هر جلسه عکس گرفته می‌شود، تبدیل به یک رسمی برای آخر کلاس شده است. ـ حسن‌ختامی خوش در کنار دوستان که ساعاتی در کنار هم مطلبی یاد گرفتیم.
	تقویت حافظه	ـ به یادآوردن فعالیت‌های انجام‌شده موجب تقویت حافظه می‌شود.

جدول ۲. پیشنهادهای دانشجویان در راستای کارهای آینده با توجه به سه محور اصلی پژوهش

موضوع	شماره	پیشنهاد دانشجویان
نرمش ذهنی	۱	به عنوان پیشنهاد، می‌توان یک نرمش ذهنی نیز در آخر کلاس برای حدس زدن موضوع بحث جلسه آینده داشت.
	۲	ما در کلاس، بخش نرمش ذهنی را به صورت‌های گوناگون اجرا کرده‌ایم. یه روشی که تا الان اجراش نکرده بودیم، به صورت سؤال جوابی هستش که تنبیه هم داشته باشه و به‌ازای جواب نادرست، یک حرکت ورزشی به عنوان تنبیه برای گرم کردن جسم علاوه بر ذهن استفاده بشه.
	۳	اگر یک بخش موزیکال به نرمش اضافه شود باعث تقویت آن می‌شود.
	۴	علاوه بر نرمش ذهن، چند جلسه یک بار نرمش بدن رو هم داشته باشیم تا با آمادگی کامل ذهنی و فیزیکی سر کلاس حاضر شویم.
	۵	به‌کارگیری مطالب دروس دیگر برای کارهای خلاقانه
	۶	به نظرم اگر در بخش نرمش ذهنی از دانشجو برای طرح معما و سؤال‌ها استفاده بشود، کلاس پویایی بیشتری خواهد داشت.
زنگ تفریح	۱	در این بخش، دست برای زنگ تفریح باز است و می‌شود به سراغ گوش دادن آهنگ یا دیدن فیلم و انیمیشن‌های کوتاه پرداخت.
	۲	روش‌های گوناگون از جمله موسیقی یا طنز یا یک بازی کوتاه هم می‌تواند اثر بیشتری داشته باشد.
	۳	اگر می‌شد در این قسمت، برای هر جلسه یک اثر شنیداری کلاسیک پخش شود، به نظرم می‌تواند آمادگی کلاس را بیشتر کند. همچنین اگر می‌شد شخصی رو مسئول زنگ تفریح مشخص کنیم، که هر موقع دید بچه‌ها خسته هستند، به استاد اطلاع دهد و او زنگ تفریح قرار دهد، عالی‌تر هم خواهد شد.
	۴	زمان سکوت: این زمان، می‌تواند در خلال زنگ تفریح یا حتی نرمش ذهنی اعمال شود؛ به هدف آرامشی نسبی در برابر شلوغی روز، بازیابی نظم ذهن...
	۵	در این بخش، موسیقی می‌تواند مفید باشد و نیز بازی‌های گروهی
	۶	ـ در زنگ تفریح هر کدام از ما راجع به یک کتاب جالب، فیلم یا حتی یک موزیک خوب صحبت کنیم و به هم معرفی کنیم. ـ تماشای یک ویدیوی مفید (غیردرسی) در کلاس
	۷	به نظرم می‌شود صدای زنگ کوتاهی، موقع زنگ تفریح به صدا دربیاید.
	۸	می‌شود در زنگ‌های تفریح، یکی از عکس‌های انتهای کلاس را گذاشت و سوژه کرد و فضای کلاس را عوض کرد.
عکس انتهای کلاس	۱	یکی از فعالیت‌های غایبان، می‌تواند دیدن عکس‌ها و حدس زدن نکته اون جلسه باشد.
	۲	به نظر من این عکس می‌تواند جای خود را به یک ویدیو کوتاه از حس و حال دانشجوها بدهد یا اینکه در کنار عکس باشد.
	۳	اگر می‌شد در ژست این عکس‌ها، از سکانس‌های فیلم‌های سینمایی معروف هم استفاده کرد و با جمع کردن این عکس‌ها، سؤال نرمش ذهنی حدس فیلم برای دانشجویان ترم بعد هم استفاده کرد، ایده جالبی می‌شد.
	۴	اگر شخصی که هر جلسه جلو می‌نشیند، در برگه یا صفحه وایت‌برد کوچک، تاریخ و عنوان جلسه را بنویسد و هنگام ژست آن را به دوربین نشان دهد، تاریخ عکس‌ها منظم‌تر خواهد شد.

ادامه جدول ۲

موضوع	شماره	پیشنهاد دانشجویان
	۵	همه دانشجویان یک ژست واحد بگیرند. گاهی به جای عکس، یک فیلم کوتاه (در حد چند ثانیه) بگیریم و همه یک چیز را در آن بگوییم تا بهتر بتوانیم به خاطر بسپریم.
	۶	عکاس به نوبت تعویض شود و زاویه‌ای که به نظرش جذاب است انتخاب کند و ژست‌هایی را خود عکاس پیشنهاد دهد.

۴-۲. پرسش‌های نظرسنجی

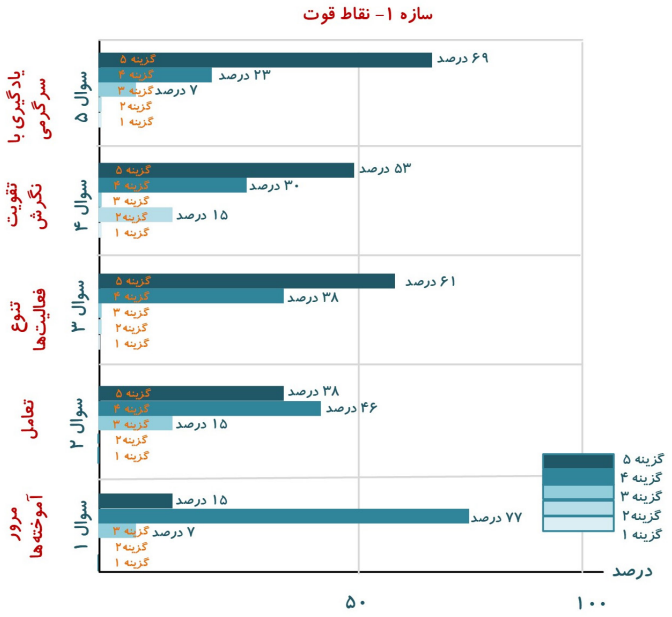
برای بررسی اثربخشی روش‌های پیشنهادی، از نظر کمی، پرسش‌نامه‌ای شامل چند سازه، طراحی شده است. پرسش‌ها در سه سازه نقاط قوت، برداشت حسی فراگیران و ارزیابی دسته‌بندی شده‌است. هر سازه، شامل گویه‌های متفاوتی است. این موارد در جدول ۳ نشان داده شده است. نظرسنجی به شکل طیف لیکرت دارای پاسخ‌های ۵ گزینه‌ای است. در سازه‌های اول و دوم، گزینه ۱ به معنای بسیار مخالف، گزینه ۲ به معنای مخالف، گزینه ۳ به معنای نظری ندارم، گزینه ۴ به معنای موافق و گزینه ۵ به معنای بسیار موافق است. در سازه سوم، بین عدد یک تا پنج باید نمره‌ای انتخاب شود. ترتیب هر گزینه، همان نمره مربوط است.

جدول ۳: سازه‌ها، گویه‌ها و پرسش‌های نظرسنجی

سازه	گویه	پرسش
نقاط قوت	۱	نرمش ذهنی می‌تواند سبب مرور آموخته‌ها شود.
	۲	نرمش ذهنی باعث می‌شود در کلاس‌های مجازی بتوانیم با استاد تعامل بهتری داشته باشیم.
	۳	وجود نمونه‌های مختلفی از نرمش ذهنی سبب شد تا کلاس پویا باشد و از حالت خشک و روتین در روش‌های سنتی فاصله بگیرد.
	۴	به‌کارگیری نرمش‌های ذهنی می‌تواند با دیدن دیدگاه‌های متفاوت دانشجویان در پاسخ‌ها، نگرش را در آنان تقویت کند.
	۵	با توجه به این که روش پیشنهادی متنوع است و در قالب‌های گوناگون اجرا می‌شود، این روش کمک می‌کند یادگیری با سرگرمی همراه باشد.
برداشت حسی فراگیران	۶	این روش کمک می‌کند، یادگیری با دلهره کمتری نسبت به روش‌های مرسوم انجام شود. زیرا، نکته‌های علمی پیش از شروع آموزش مرور می‌شود.
	۷	یادگیری به کمک این روش، موجب می‌شود شور یادگیری برای فراگیر زیاد شود.
ارزیابی	۸	به اثرگذاری این روش برای آمادگی ذهنی چه نمره‌ای بین ۱ تا ۵ می‌دهید؟
	۹	میزان رضایت خود را نسبت به این روش با نمره‌ای بین ۱ تا ۵ بیان کنید.
	۱۰	میزان جذابیت این روش‌ها را به ویژه در آموزش الکترونیکی، با نمره‌ای بین ۱ تا ۵ بیا ن کنید.
	۱۱	میزان پویایی این روش‌ها را به ویژه در آموزش الکترونیکی، با نمره‌ای بین ۱ تا ۵ بیا ن کنید.

۴-۳. تحلیل نتایج کمی

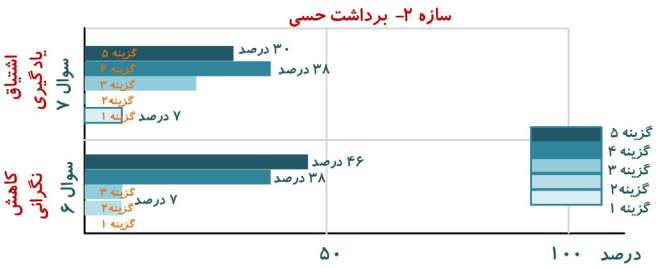
در این بخش، نتایج حاصل از نظرسنجی آمده است. در شکل ۹، شکل ۱۰ و شکل ۱۱، نتایج سازه اول، دوم و سوم نشان داده شده است. مطابق شکل ۹، برای سازه اول (نقاط قوت)، نتایج پنج پرسش در ارتباط با اهداف متفاوت نرمش ذهنی نشان داده شده است. با اثرگذار بودن این فعالیت به منظور مرور آموخته‌ها، ۷۷ درصد دانشجویان موافق و ۱۵ درصد آنان بسیار موافق هستند. در راستای تعامل خوب دانشجویان با استاد در کلاس‌های الکترونیکی، ۸۴ درصد موافق و یا بسیار موافق هستند. در سؤال سوم، پویایی کلاس مورد نظرسنجی قرار گرفته است که ۳۸ درصد موافق و ۶۱ درصد دانشجویان بسیار موافق هستند. در گویه چهارم، ۸۳ درصد دانشجویان با تقویت نگرش به کمک فعالیت‌های انجام‌شده موافق و یا بسیار موافق هستند. در سؤال آخر این سازه، ۹۲ درصد موافق و یا بسیار موافق هستند که یادگیری با سرگرمی همراه شده است.



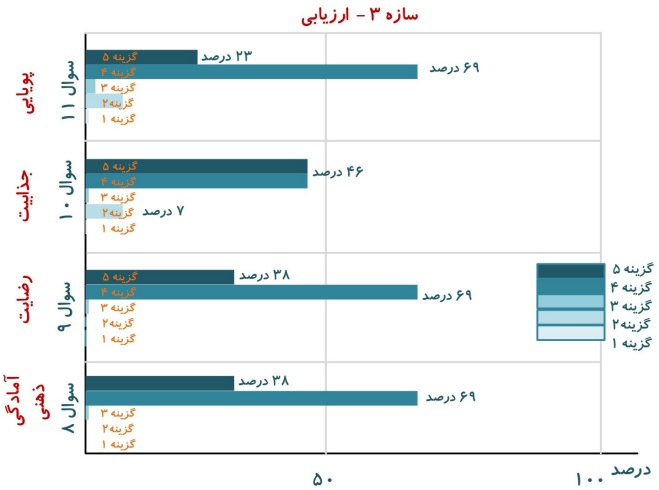
شکل ۹. نتایج نظرسنجی مربوط به سازه اول

در شکل ۱۰، نتایج نظرسنجی برای دومین سازه (برداشت حسی) نشان داده شده است. ۳۸ درصد دانشجویان نظر موافق و ۴۶ درصد آنان نظر بسیار موافق دارند که یادگیری با دلهره کمتری نسبت به روش‌های مرسوم انجام می‌شود. ۶۸ درصد موافق و یا بسیار موافق هستند که شور یادگیری افزایش می‌یابد.

در شکل ۱۱، نتایج ارزیابی کلی دانشجویان در سازه سوم، نمایش داده شده است. در دو سؤال اول، اثرگذاری و رضایت از روش ارزیابی شده است. دانشجویان در این دو سؤال، ۶۹ درصد نمره ۴ و ۳۸ درصد نمره ۵ از ۵ را داده‌اند. میزان جذابیت این روش، به ویژه در آموزش الکترونیکی، ۴۶ درصد نمره ۴ و یا ۵ را گرفته است. ۶۹ درصد دانشجویان به میزان پویایی این روش، به ویژه در آموزش الکترونیکی نمره ۴ و ۲۳ درصد نمره ۵ را اختصاص داده‌اند.



شکل ۱۰. نتایج نظرسنجی مربوط به سازه دوم



شکل ۱۱. نتایج نظرسنجی مربوط به سازه سوم

۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله، روش‌هایی متفاوت برای جلب مشارکت دانشجویان بر اساس بازی‌وارسازی طرح شد. این راهکارها به خوبی می‌تواند در دوره‌های الکترونیکی و حضوری اجرا شود. این شیوه‌ها در چندین نیم‌سال تحصیلی در دانشگاه شهید بهشتی به اجرا در آمده است. این ایده‌های نوین، در هر مقطع و

هر رشته تحصیلی قابل انجام است. به طور ویژه، در سه بخش متفاوت کلاس، یعنی در ابتدا، میانه و انتهای کلاس، مشارکت گروهی دانشجویان گرفته می‌شود (شکل ۱۲). هر یک از این سه بخش جلسه کلاس، به طور جداگانه معرفی شد. در شرح هر یک از بخش‌ها، مثال‌هایی نیز داده شد.

در یک نگاه کلی، در ابتدا با طرح پرسش‌های واگرا ذهن دانشجویان برای ورود به بحث آماده می‌شود. در میانه‌های کلاس، دقایقی کوتاه دانشجویان با راهکارهای خلاقانه استراحت می‌کنند. نمایش توانمندی‌های گوناگون آنان در قالب زنگ تفریح در ارائه‌های گوناگون انجام می‌شود. خلاصه‌سازی مسیر یادگیری در انتهای کلاس انجام می‌شود و با کارهای گروهی گوناگونی کلاس به پایان می‌رسد.

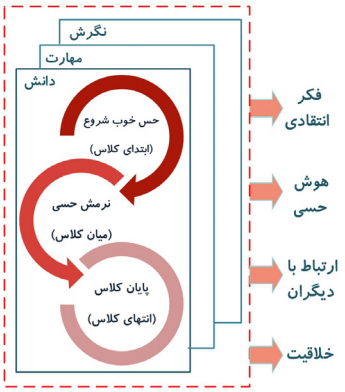
بخش نرمش ذهنی، برای اهداف گوناگونی معرفی شد. در رویکرد اول، ذهن دانشجویان آماده شروع درس می‌شود و تعامل بین استاد و دانشجویان شکل می‌گیرد. واژه‌های سریع علمی، عنوان‌های جدید برای موضوع علمی مورد بحث، دیدن نکات گنجانده شده در یک تصویر یا خواندن به‌نوبت یک اسلاید تعاملی در قالب داستان، نمونه فعالیت‌هایی از این دسته هستند که معرفی شد. در رویکرد دوم، برای سنجش سریع سطح یادگیری دانشجویان، چند گونه فعالیت کاربردی ارائه شد. بیان واژه‌های فنی مربوط به جلسه یا جلسات قبلی و ادامه دادن آن به کمک حرف انتهایی آن کلمه و یا برقراری ارتباط، از جمله مثال‌های کاربردی در این رویکرد بودند. به کمک فعالیت‌های فردی و به ویژه گروهی می‌توان با هدف مروری بر مطالب، نرمش ذهنی را طرح کرد. هفت‌سین علمی یکی از این موارد بود که دانشجویان با هم‌فکری یکدیگر می‌توانند از نظر ظاهری و عملکردی پاسخ‌های متنوعی را آماده کنند. در رویکرد چهارم، فعالیت انجام‌شده در نرمش ذهنی می‌توانست مقدمه‌ای برای شروع موضوع جدید باشد. در این راستا، مثال‌هایی داده شد. در این مسیر می‌توان دانشجویان را کنجکاو کرد تا با علاقه مطالب جدید را دنبال کنند. بخش میانی کلاس با معرفی دو رویکرد (عمومی و مناسبتی) موجب تفریح دانشجویان و استراحت کوتاه آنان می‌شود. بخش انتهایی نیز به عنوان حسن‌ختام، استاد را مطمئن می‌سازد که دانشجویان نظم بین مطالب درس‌داده‌شده در جلسه را متوجه شده‌اند.

در راستای پژوهش کیفی، به کمک تحلیل مضمون، نظر دانشجویان دسته‌بندی و معرفی شد و بازخوردهای کمی آنان نیز مورد بررسی قرار گرفت. بازخوردهای دانشجویان از چگونگی کار، نشان‌دهنده رضایت آنها از مهارت‌های کسب‌شده در کنار یادگیری مفاهیم علمی است. از سوی دیگر، نگرش‌هایی نیز متناسب با مثلث موفقیت، در آنها تقویت شده است. گوناگونی بخش‌ها در کلاس درس، موجب جذاب بودن کلاس و خسته نشدن دانشجویان در کلاس شده است و این امر، به حفظ تمرکز دانشجویان کمک کرده است. در کنار بازخوردهای دانشجویان، پیشنهادهای آنها نیز معرفی شد.

در یک جمع‌بندی کلی، همان‌طور که در شکل ۱۲ نشان داده شده است، در این مجموعه راهکارهای پیشنهادی، به سه ضلع دانش، مهارت و نگرش در مثلث موفقیت بها داده شده است. در ضلع دانش مثلث موفقیت، که با نظریه شناختی بلوم ارتباط دارد، به کمک نرمش‌های ذهنی، در کنار

یادگیری مطالب علمی، فکر انتقادی در دانشجویان تقویت می‌شود. در نظریه عاطفی بلوم، با داشتن زنگ تفریح‌های متفاوت حس‌های متفاوتی در دانشجویان تقویت می‌شود. به عبارت دیگر، هوش حسی که شامل شناخت و کنترل عواطف و هیجان‌های خود و دیگران است، مورد توجه قرار می‌گیرد. در نظریه روانی- حرکتی بلوم، با تقویت ارتباط با دیگران، هم‌افزایی و بهره گرفتن از خرد جمعی، می‌توان کارهای خلاقانه‌ای را در زمینه‌های مهندسی انجام داد.

در پیشنهاد کارهای آینده، انجام پژوهش‌های چندرشته‌ای برای بهره‌گیری از دیدگاه‌های روان‌شناختی، تعامل با فناوری‌های نوین و نیز بررسی یادگیری برای طراحی بازی‌ها ضروری است. به‌کارگیری فناوری‌هایی از جمله بازی‌های فرار، واقعیت مجازی و واقعیت افزوده مسیری نامحدود را در پیشرفت روش‌های آموزشی ترسیم می‌کند.



شکل ۱۲. جمع‌بندی ایده‌های پیشنهادی

سپاسگزاری

از همه اساتید، دانشجویان و دانش‌آموختگان عزیز، به ویژه در دانشگاه شهید بهشتی که در مسیر پربارتر شدن این پژوهش ما را یاری کرده‌اند، کمال تشکر می‌شود، عزیزانی که با تحلیل‌های مهندسی و دقیق، با افکار خلاقانه و با مشارکت سبزشان مشوقانی انرژی‌بخش در پیمودن این مسیر بوده‌اند، هستند و خواهند بود. به طور ویژه، از نظرات ارزشمند داوران و هیئت تحریریه مجله، برای بهبود ارائه پژوهش کمال قدردانی می‌شود.

Reference

- Abidin, N. H. Z., Ahmad, S., Kardri, M. A. & Saad, N. L. (2019). An research of gamification impact in learning mathematics. *International Journal of Recent Technology and Engineering*. 8(2S11), 646–650.
- Afkar, M., Gavagsaz-Ghoachani, R., Phattanasak, M., & Pierfederici, S. (2023). Enhancing understanding of electrical systems in Simulink through game-based learning. *RI2C*, 324-328.

- Afkar, M., Gavagsaz-Ghoachani, R., Phattanasak, M., & Pierfederici, S. (2023). Empirical learning through the collective involvement of individuals in the field of switching DC-DC converters. *RI2C*, 355-359.
- Afkar, M., Karimi, P., Gavagsaz-Ghoachani, R., Phattanasak, M., & Sethakul, P. (2023). Revolutionizing engineering education: exploring experimental video-on-demand for learning. *International Journal of Engineering Pedagogy (iGEP)*, 7(13), 96-115.
- Alenabi, S.A. Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2023). Learning modeling based on visual and auditory sense in engineering education. *RI2*, 345-459.
- Amirkhani, S., & Taghizadeh, M. (2022). Online classroom management: views of basic sciences and engineering faulty members of iran university of science and technology. *Iranian Journal of Engineering Education*, 23(92), 35-54 [In Persian].
- Anderson, N., & Hajhashemi, K. (2013). Online learning: From a specialized distance education paradigm to a ubiquitous element of contemporary education. *4th International Conference on e-Learning and e-Teaching (ICELET 2013)*, 91-94.
- Andrade Freitas, S. A., Lacerda, A. R. T., Calado, P. M. R. O., Lima, T. S., & Dias Canedo, E. (2017). Gamification in education: A methodology to identify student's profile. *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1-8.
- Azar, K. (2021). Efective dimensions and components of the promotion of the fourth generation university: Qualitative analysis viewpoint of higher education system's experts, *Iranian Journal of Engineering Education*, 23(91), 95-113 [In Persian].
- Baniamerian, S., & Esmaeeli gojar, S. (2021). The role of gamification in learning. *Educational Psychology*, 17(62), 107-130.
- Barghani, Z-S., (2020). The benefits of gamification in learning. *International Journal of Advance Research and Innovative Ideas in Education*, 6(2),1671-1675.
- Bazylak, J. (2014). Gamification of professional development for first year engineering students. *Canadian Engineering Education Association.*
- Christopoulos, A., & Mystakidis, S. (2023). Gamification in education. *Encyclopedia*, 3(4), 1223-1243.
- Gavagsaz-Ghoachani, R. (2022). Design and use of similarity and contradiction cards in image creation for engineering education and student evaluation. *Iranian Journal of Engineering Education.* 24(95), 131-152 [in Persian].
- Gavagsaz-Ghoachani, R., Martin, J.-P., Nahid-Mobarakeh, B., & Davat, B. (2013). An e-learning tool for power control and energy management in dc microgrids. *2013 7th IEEE Int. Conf. e-Learn. Ind. Electron.* 28(12), 102-107.
- Ghosh, D., & Pramanik B. (2023). Survey on gamification in education. IEEE Dataport.
- Hernandez-de-Menendez, M., Escobar Díaz, C.A. & Morales-Menendez, R. (2020). Educational experiences with Generation Z. *Int J Interact Des Manuf* 14, 847-859.
- Ivanova, G., Kozov, V. & Zlatarov, P. (2019). Gamification in software engineering education. *42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 1445-1450.
- Jamali, M., Arasteh, H., Abasiyan, H., & Abdollahi, B. (2023). Identifying the components affecting the teaching-learning process for educating efficient engineering students with high employability, *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(98), 7-27 [In Persian].
- Karimi, P., & Gavagsaz-Ghoachani, R. (2023). Sustainability of relation of vehicle power using appropriate images. *Iranian Journal of Engineering Education.* 25(97), 65-95 [in Persian].
- Khan, Z. H., & Abid, M. I. (2021). Distance learning in engineering education: Challenges and opportunities during COVID-19 pandemic crisis in Pakistan. *International Journal of Electrical Engineering & Education.*
- Kharrazi, A. N, Bazargan, A., Narenji Sani, F., & Mostafavi, Z. S. (2016). The relationship between interaction of engineering and technical students in e-learning environments higher education institute of Mehr Alborz and their

academic performance, *Iranian Journal of Engineering Education*, 17(68), pp. 89-111 [In Persian].

- Lambert, CG., & Rennie, AEW. (2021) Experiences from COVID-19 and emergency remote teaching for entrepreneurship education in engineering programmes. *Education Sciences*, 11(6), 282.
- Mangueir, M. F. O. (2022). Gamification as a teaching resource in mathematics teaching. *Journal of Engineering Research* 2(11).
- Manoharan, A. & Nagulapally, S. (2024). Adaptive gamification algorithms for personalized learning experiences in educational platforms. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*. 6(3). 2582-5208.
- Mansouri, A., & Gavagsaz-Ghoachani, R. (2024). Creative engineering approach for persistent simulation of engineering systems in software environments. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(100), 63-81 [In Persian].
- Memarian, H. (2019). Online engineering education. *Iranian Journal of Engineering Education*, 21(82), 15-29 [In Persian].
- Mirnezami Ziabari, S. M., Memarian, G., & Mohammadmoradi, A. (2023). Teaching the introduction to world architecture in iran: a thematic analysis of university lecturers' views. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(98), 127-151 [In Persian].
- Mirzaie Feiz Abadi, B., Khalili Samani, N. Akhlaghi, A. Najibi, S. & Bolourian, M. (2022) Pros and cons of tomorrow's learning: A review of literature of gamification in education context. *Med Edu Bull*, 3(4), 543-54.
- Mohammadi, M., Khademi, S., & Shadi, S. (2023). Engineering pedagogy approaches to improve the quality of teaching in engineering education: A study based on the meta-synthesis. *Iranian Journal of Engineering Education*, 24(96), 53-67 [In Persian].
- Mollaei, S., & Fakher Ajabshir, Z. (2021). Investigating the effects of flipped method in online course on students' learning and satisfaction during covid-19 pandemic- a case study: technical english course for civil engineering (B.S.). *Iranian Journal of Engineering Education*, 23(89), 113-132 [In Persian].
- Montazer, G. A., & Farazkish, M. (2021). Why Iranian universities have not been successful in implementing e-learning systems? (Comparative analysis of Iranian and Turkish universities in the face of the Corona pandemic). *Iranian Journal of Engineering Education*, 23(91), 13-30 [In Persian].
- Mursid, R., Saragih, A. H., & Hartono, R. (2022). The effect of the blended project-based learning model and creative thinking ability on engineering students' learning outcomes. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 10(1), 218-235.
- Nadimi, N., & Zayandehroodi, A. (2022). An evaluation of the impact of COVID-19 outbreak on education and research in civil engineering in Iran from students' viewpoint. *Iranian Journal of Engineering Education*, 24(95), 89-108 [In Persian].
- Nelson, N., & Brennan, R. (2021). Covid-19: a motivator for change in engineering education? *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association (CEEA).*
- Okolie, J.A., & Okoye, P.U. (2023). The infusion of gamification in promoting chemical engineering laboratory classes. *Encyclopedia*. 3, 1058-1066.
- Rincon-Flores, EG. Mena, J. & López-Camacho, E. (2022). Gamification as a teaching method to improve performance and motivation in tertiary education during COVID-19: A Research study from Mexico. *Education Sciences*. 12(49), 1-14.
- Rostami Nejad, M. A., Mazini, N., Delavar, A., & Norouzi, D. (2013). Validation of a tool for predicting Iranian engineering student success in elearning. *Iranian Journal of Engineering Education*, 15(57), 113-132 [In Persian].
- Samimi, M. H. (2022). Enrichment and improvement of e-learning with interactive teaching using practical activities and software capabilities. *Iranian Journal of Engineering Education*, 24(94), 61-84 [In Persian].
- Seibert, S. A., (2021). Problem-based learning: A strategy to foster generation Z's critical thinking and perseverance. *Teaching and Learning in Nursing*, 16(1), 85-88.
- Sotudeh-Gharebagh, R., & Derakhshani, A. H. (2023). A Novel approach to reduce exam stress and enhance

learning in engineering education, *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(99), 27-42 [In Persian].
- Stadnicka, D. & Deif, A. (2023). A gamification approach application to facilitate lean manufacturing knowledge acquisition. *Management and Production Engineering Review*. 10(4). 108-122.
- Voskoglou, M. G. (2022). Use of soft sets and the Bloom's taxonomy for assessing learning skills. *Transactions on Fuzzy Sets and Systems*, 1(1), 106-113.
- Yongwen, X. (2015). Effective gamification design: A literature review. *SIJ Transactions on Computer Science Engineering & its Applications (CSEA),* 3(2), 06-13.

رقیه گوگ‌ساز قوچانی: مدرک کارشناسی ارشد خود را از مؤسسه ملی پلی‌تکنیک لورن (INPL)، نانسی فرانسه، در سال ۲۰۰۷، و مدرک دکترا را از دانشگاه لورن فرانسه (Université de Lorraine) در سال ۲۰۱۲، هر دو در رشته مهندسی برق، دریافت کرد. در حال حاضر، عضو هیئت‌علمی گروه مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر دانشگاه شهید بهشتی تهران است و به عنوان یک پژوهشگر با لابراتوارهای تحقیقاتی LEMTA و GREEN در فرانسه همکاری دارد. علایق پژوهشی او شامل مطالعه پایداری و کنترل مبدل‌های الکترونیک قدرت در سامانه‌های انرژی تجدیدپذیر از قبیل فتوولتاییک، پیل‌سوختی و نیز آموزش مهندسی با رویکردهای استیم است.

یادداشت پژوهشی

پاسخگویی به نیازهای صنعت امروز از طریق بروزرسانی برنامه درسی مهندسی مکانیک با استفاده از استقرار تابع کیفیت دومرحله‌ای

حمید حق‌شناس گرگانی[۱] و علیرضا جهانتیغ پاک[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۶ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۲۱

DOI: 10.22047/ijee.2024.447252.2061

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.102.7.4

چکیده: امروزه تأمین نیازهای صنعت، نقش برجسته‌ای در پیشرفت و قدرت رقابتی هر کشور دارد. بنابراین، لازم است برنامه درسی رشته‌های مهندسی که در دانشگاه‌های آن کشور اجرا می‌شود، با این نیازها هم‌سو شود. این پژوهش متمرکز بر برنامه درسی رشته مهندسی مکانیک، به ویژه در دانشگاه‌های ایران است. بدین منظور، ابتدا با نظرسنجی از صاحبان صنایع و بررسی ادبیات موضوع، این نیازها شناسایی و اولویت‌بندی شده‌اند. بر این اساس، مهم‌ترین این نیازها خلاقیت، توانایی تجسم، آشنایی با فرایندهای ساخت و چابکی در یادگیری مفاهیم جدید هستند. در فاز بعدی، با استفاده از یک روش استقرار تابع کیفیت دومرحله‌ای (Quality Function Deployment, QFD)، این نیازها به مشخصات برنامه درسی تبدیل شده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که مؤثرترین گروه‌های دروس در این زمینه، دروس انتخابی، دروس مهارتی مانند گرافیک مهندسی (شامل دروس رسم فنی و نقشه‌کشی)، طراحی اجزای ماشین و کارگاه‌های عملی هستند که برخی از آنها در برنامه‌های موجود و در مقایسه با دروس تئوری تخصصی و دروس پایه، از نظر کمی و کیفی کمتر مورد توجه جدی قرار گرفته‌اند.

واژگان کلیدی: برنامه درسی مهندسی مکانیک، نیازهای صنعت، QFD

۱- مرکز آموزش مهارت‌های مهندسی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران، (نویسنده مسئول). h_haghshenas@sharif.edu

۲- مرکز آموزش مهارت‌های مهندسی، دانشگاه صنعتی شریف، تهران، ایران. jahantigh@sharif.edu

۱. مقدمه

در دنیای امروز، برتری در فناوری یکی از شاخص‌های تعیین‌کننده پیشرفت و قدرت رقابتی کشورهاست. از سوی دیگر، در پاسخ به نیازهای فناورانه جامعه، توانایی پژوهش و توسعه، طراحی و ساخت از وظایف مهندسان، به ویژه مهندسان طراح است (Kuimova et al., 2017). آماده‌سازی این مهندسین، وظیفه نظام آموزشی دانشگاهی و اساس آموزش در هر رشته، برنامه درسی آن است(Haghshenas Gorgani et al., 2022) . به عبارت دیگر، فرایندفرایند توسعه صنعتی، نیازهای مهارتی را تغییر می‌دهد و هم‌سویی نیازهای صنعت و ساختار این برنامه، باعث ایجاد هم‌افزایی بین صنعت و دانشگاه خواهد شد (Liu et al., 2020).

در دهه‌های اخیر، این نیاز منجر به تغییرات سازمان‌یافته و مستمر در برنامه درسی مؤسسات آموزش عالی معتبر در سراسر جهان شده (Siow et al., 2019) و در پژوهش‌های متعددی، مورد بررسی قرار گرفته است. به عنوان یکی از اولین تلاش‌ها در این زمینه، می‌توان به پژوهش لاکهوس و هانسن در سال ۱۹۹۶ اشاره کرد که به بررسی کلی و اجرای نظام یادگیری پروژه‌محور (PBL)[1] در دانشگاه آلبورگ دانمارک می‌پردازد (Luxhosj & Hansen, 1996). پس از آن، پرادوس مروری بر تکامل برنامه درسی مهندسی ارائه کرده، محرک‌های اقتصادی تغییر را مورد بحث قرار داده و نتیجه گرفته است که صنعت، نقشی حیاتی در حفظ نیروی کار مولد دارد (Prados, 1998). این روند در سال‌های اخیر، با شدت بیشتری ادامه یافته است. به عنوان مثال، المایان به بررسی ابعاد یک برنامه درسی مدرن، برای مواجهه با مسائل موجود با تمرکز بر خلاقیت و تفکر خلاق پرداخته است (AlMaian, 2017). سپس بیان کرده است که همکاری نزدیک صنعت و دانشگاه برای غلبه بر موانع این راه ضروری است. در سال ۲۰۲۱، اپس و همکاران، استفاده از شبیه‌سازی‌ها و برنامه‌های کاربردی چندفیزیکی را برای توسعه مهارت‌های مورد نیاز مهندسین جدید، در آمادگی برای ورود به صنعت بررسی کرده‌اند (Eppes et al., 2021). در سال ۲۰۲۳، تولمن و همکاران، اثربخشی برنامه درسی فعلی مهندسی مکانیک را در یادگیری و به کارگیری فرایند طراحی ارزیابی کرده‌اند و در نهایت، یک راهبرد برای بهبود آموزش طراحی در برنامه درسی پیشنهاد کرده‌اند (Tolman & Jensen, 2023).

با توجه به آن چه در بالا ذکر شد، ارزیابی و بازنگری برنامه درسی مهندسی، برای همه کشورها ضروری است. بنابراین، سؤال اصلی ماهیت و چگونگی انجام این تغییرات یا به‌روزرسانی‌ها، با هدف پاسخگویی به خواسته‌های صنعت است. این پرسش اصلی را می‌توان به چند پرسش فرعی تقسیم کرد:

- نیازهای واقعی صنعت کدام‌ند و اولویت آنها نسبت به یکدیگر چگونه است؟
- هر بخش از برنامه درسی، به کدام نیازهای صنعت پاسخ می‌دهد و در مجموع تأثیر آن چقدر است؟
- با وجود محدودیت‌های زمانی و هزینه‌ای، چگونه می‌توانیم بخش‌های برنامه درسی را اولویت‌بندی و وزن‌دهی کنیم؟

1- Project base learning

در این پژوهش، قصد داریم به بررسی این موضوع در برنامه مهندسی مکانیک در ایران بپردازیم و پیشنهاداتی برای افزایش کارایی و اثربخشی آن در همکاری با صنعت امروز ارائه نماییم. در این راستا، ابتدا در بخش ۲، به روش انجام پژوهش، دستیابی به داده‌ها، الگوریتم پردازش آنها و استخراج اطلاعات مورد نیاز پرداخته شده و برای جلوگیری از اطاله مطلب، نتایج حاصل از پیاده‌سازی آن نیز هم‌زمان و در همین بخش ارائه شده است. سپس، در بخش ۳، نتایج به‌دست‌آمده تفسیر و تبیین گردیده و در ادامه، به بحث در مورد آنها پرداخته شده است. بخش ۴، شامل نتیجه‌گیری، بیان محدودیت‌ها و پیشنهاداتی برای ادامه این پژوهش است. در نهایت در بخش ۵، مراجع فهرست شده‌اند.

۲. مواد و روش‌ها

در این پژوهش، از روش استقرار تابع کیفیت (QFD[1]) در دو مرحله متوالی استفاده شده است. الزامات مرحله دوم، همان مشخصات فنی مرحله اول خواهند بود. جزئیات و فرمول‌بندی این روش، به طور خلاصه توسط حق‌شناس گرگانی و شعبانی توضیح داده شده است (Gorgani & Shabani, 2021). بر این اساس، مراحل روش پیشنهادی به شرح زیر است.

۲-۱. تعیین نیازهای صنعت

نیازهای صنعت به دو صورت تعیین می شود: نخستین روش، تهیه فرم‌های نظرسنجی برخط و تکمیل آن توسط صاحبان صنایع است. در این پژوهش، ۱۵ شرکت صنعتی در نظرسنجی شرکت کرده‌اند. با توجه به دامنه پژوهش (برنامه درسی مهندسی مکانیک)، معیار انتخاب این شرکت‌ها، بنیادی بودن تخصص مهندسی مکانیک در آنها بوده است. در حالت تفکیک‌شده، از ۶ شرکت تولیدکننده قطعات خودرو، ۴ شرکت تولید لوازم خانگی، ۳ شرکت طراحی و ساخت قالب‌های تزریق پلاستیک، ۱ شرکت بسته‌بندی مواد غذایی و ۱ شرکت تولیدکننده مواد شوینده نظرسنجی به عمل آمده است. روش دوم، بررسی ادبیات مربوط در سال‌های اخیر، به خصوص مقالات منتشرشده در این زمینه بوده است. (AlMaian, 2017; Haghshenas Gorgani & Jahantigh Pak, 2020; Haghshenas Gorgani & Jahantigh Pak, 2020; Siow et al., 2019; Tolman & Jensen, 2023; Carter Kreipke & Meyers, 2023).

نتیجه در جدول ۱، ستون ۲ به صورت D۱ تا D۸ منعکس شده است. لازم به توضیح است که قطعاً گستره تخصص‌های مورد نیاز صنعت بسیار وسیع‌تر از این موارد بوده است اما بیان ریزبینانه‌تر نیازها، امکان بررسی آماری آن را کاهش می‌دهد. لذا در این پژوهش، دسته‌های اصلی و موارد پرتکرار در نظرسنجی و مرور ادبیات، بازنویسی و ارائه شده‌اند. به عنوان مثال، ویژگی چابکی که در اینجا به مفهوم

1- Quality function deployment

قابلیت انطباق سریع با روش‌های جدید، دستاوردهای نوین علمی و فنی، مواد جدید و... است، دربرگیرنده ویژگی‌هایی، نظیر آشنایی فرد با زبان انگلیسی و مهارت جستجو و دسترسی به اطلاعات در اینترنت نیز می‌شود. همچنین سایر موارد، به معنی آشنایی کلی با دانش مورد نظر جهت به‌کارگیری یا یافتن منابع لازم برای آن است.

۲-۲. اولویت‌بندی نیازهای صنعت

برای تعیین سطح اهمیت هر یک از نیازهای صنعت، از روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP)[1] به عنوان روشی شناخته‌شده در تصمیم‌گیری چندمعیاره، استفاده شده است (Haghshenas Gorgani et al., 2023). بر این اساس، از صاحبان صنایع خواسته می‌شود که بین هر جفت از نیازهای ذکرشده، مقایسه زوجی انجام دهند و نتیجه را به عنوان عددی در محدوده ۱ تا ۵ (که ۵ نشانه بیشترین و ۱ کمترین اهمیت است)، در یک ماتریس ازپیش‌طراحی‌شده وارد کنند. به این ترتیب ماتریسی به صورت A در رابطه (۱) خواهیم داشت:

$$A=\begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \mathsf{L} & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \mathsf{L} & a_{2n} \\ \mathsf{M} & \mathsf{L} & \mathsf{O} & \mathsf{M} \\ a_{n1} & a_{n2} & \mathsf{L} & 1 \end{bmatrix} \qquad (۱)$$

که در آن a_{ij} اهمیت نسبی نیاز i ام در مقایسه با نیاز j ام است. اهمیت نسبی نیاز jام در مقایسه با نیاز iام را می‌توان با معادله (۲) محاسبه کرد:

$$a_{ji}=\frac{1}{a_{ii}} \; and \; a_{ii}=a_{jj}=1 \text{ و } a_{ij}>0 \text{ و } i,j=1,2,...,n \qquad (۲)$$

سپس وزن اولویت هر نیاز، با میانگین‌گیری هندسی بر اساس معادله (۳) محاسبه می‌شود.

$$W_i=\left\{\prod_{j=1}^{n} a_{ij}\right\}^{\left(\frac{1}{n}\right)} \qquad (۳)$$

و وزن اولویت نرمال‌شده هر نیاز، از معادله (۴) به دست می‌آید.

$$W_i^N=\frac{W_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i} \qquad (۴)$$

بر این اساس، نتایج پس از محاسبات، در جدول ۱، ستون ۳، خلاصه شده است.

1- Analytic Hierarchy Process

جدول۱. نیازهای صنعت و وزن اولویت آنها

کد نیاز	نیازهای صنعت	وزن اولویت
D_1	چابکی	۰/۱۵
D_2	مکاترونیک/ اتوماسیون	۰/۰۶
D_3	CAD/کدنویسی/الگوریتم‌نویسی	۰/۰۹
D_4	علم داده	۰/۰۹
D_5	کارآفرینی	۰/۰۸
D_6	ارتباط مؤثر/کار گروهی	۰/۱۴
D_7	خلاقیت و تجسم	۰/۲۳
D_8	آشنایی روش‌های ساخت	۰/۱۷

۲-۳. تعیین ویژگی‌های دروس مورد نیاز

به منظور هم‌سویی با الزامات صنعت، مسائل مطرح‌شده در دوره باید از جنس مسائل مهندسی واقعی (مسائل بد تعریف[1]) باشد. بنابراین ویژگی اصلی دروسی که برای پاسخگویی به نیازهای صنعت در نظر گرفته می‌شوند، امکان تعریف پروژه نیمسال یا حتی یادگیری پروژه‌محور (PBL) است (AlMaian, 2017). اما این پروژه باید چه ویژگی‌هایی داشته باشد؟ این موضوع، از طریق نظرسنجی از ۱۰ نفر از اساتید مهندسی مکانیک (از دانشگاه‌های تهران)، مطابق جدول ۲ به صورت C_1 تا C_{10} تعیین شده است.

جدول ۲. ویژگی‌های پروژه نیمسال

کد	ویژگی
C_1	پاسخ منحصربه‌فرد/ دقیق ندارد
C_2	استخراج جنبه‌های فنی با استفاده از تحلیل داده‌ها
C_3	انعطاف‌پذیری مسئله و امکان ایجاد تغییرات در آن
C_4	نیاز به تجسم و نرم‌افزارهای CAD
C_5	امکان ساخت تمام یا بخشی از پروژه
C_6	امکان فازبندی و بررسی در کلاس
C_7	امکان انجام به صورت گروهی
C_8	نیاز به تحلیل اقتصادی
C_9	داشتن ماهیت رقابتی
C_{10}	نیاز به در نظر گرفتن ملاحظات قانونی، زیست‌محیطی و توسعه پایدار

1- Ill-Defined problems

۲-۴. طبقه‌بندی دروس در برنامه درسی فعلی

دروس موجود از طریق پایگاه اینترنتی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری جمهوری اسلامی ایران، به عنوان برنامه کنونی جاری در دسترس قرار گرفته‌اند. سپس، با توجه به نظرات ۸ نفر از اساتید مهندسی مکانیک (از دانشگاه‌های تهران)، به شرح جدول ۳ دسته‌بندی شده‌اند. هدف از این کار، تصمیم‌گیری روی دسته‌ها و نه تک‌تک دروس بوده است تا به جای تأکید بر درس یا دروسی خاص، دسته‌ها وزن‌دهی شوند. مبنای دسته‌بندی، ماهیت و محتوای دروس بوده است.

جدول ۳. دسته بندی دروس موجود در برنامه درسی فعلی

ردیف	نام دسته	نمونه‌هایی از دروس دسته
B_1	دروس پایه	ریاضی عمومی، فیزیک عمومی، معادلات دیفرانسیل، ریاضیات مهندسی
B_2	دروس عمومی	زبان عمومی، فارسی عمومی
B_3	آزمایشگاه‌ها	آزمایشگاه فیزیک، آزمایشگاه دینامیک و ارتعاشات، آزمایشگاه انتقال حرارت
B_4	کارگاه‌ها	کارگاه ماشین‌افزار، کارگاه جوش، کارگاه اتومکانیک
B_5	دروس تئوری تخصصی	استاتیک، دینامیک، ارتعاشات، مقاومت مصالح
B_6	دروس حرفه‌ای	نقشه‌کشی صنعتی، طراحی اجزای ماشین
B_7	دروس انتخابی	هیدرولیک و نئوماتیک، طراحی قالب‌های تزریق پلاستیک

۲-۵. اجرای QFD دومرحله‌ای

پس از تعیین C_i ها و D_i ها، استقرار تابع کیفیت (QFD) برای ترجمه نیازهای صنعت به ویژگی‌های برنامه درسی استفاده می‌شود. QFD یک روش مشتری‌محور در طراحی محصولات مهندسی جدید با هدف به حداکثر رساندن رضایت مشتری است (Ginting et al., 2020; Haghshenas Gorgani & Jahantigh, 2020 Pak). ایده اصلی QFD ارائه فهرستی از انتظارات اولویت‌بندی‌شده مشتریان از محصول مورد نظر و سپس، تعیین نقش هر یک از مشخصات فنی محصول در تأمین هر یک از این انتظارات و در نهایت، رده‌بندی مشخصات فنی است (Haghshenas Gorgani et al., 2020).

مطابق دستورالعمل روش QFD (Assiddiqi & Vanany, 2021; Lizarelli et al., 2021) در مرحله اول، D_1 تا D_8 به عنوان نیازها و C_1 تا C_{10} به عنوان مشخصات فنی تعیین شده‌اند و در ماتریس مربوط جای گرفته‌اند. هر جزء ماتریس، نشان‌دهنده میزان اثربخشی هر C_i در تأمین D_i مربوط است. وزن‌های به‌دست‌آمده برای C_i ها، در پایین ماتریس درج می‌شوند. این ماتریس به صورت جدول ۴ نشان داده شده است.

همان‌گونه که توضیح داده شد، در مرحله دوم، نیازها مستقیماً از مشتری اخذ نمی‌شوند بلکه نیازهای این مرحله، همان مشخصات فنی مرحله اول هستند. همچنین به جای اولویت‌بندی بر

اساس مقایسات زوجی و روش AHP، از وزن‌های نرمال‌شده مرحله اول به عنوان اولویت نیازهای مرحله دوم استفاده می‌شود. بر این مبنا، روند مرحله اول این بار با جایگزینی C_i ها به جای D_i ها انجام می‌گردد و سپس B_i ها (یعنی ویژگی‌های جزئی‌تر محصول که در اینجا برنامه درسی خواهد بود)، به جای C_i ها تکرار می‌شوند.

نتایج به‌دست‌آمده پس از انجام محاسبات، در جدول ۵ درج شده است.

جدول ۴. مرحله اول ماتریس QFD

نیازهای صنعت	اولویت	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}
D_1	۰/۱۵	۶	۱	۹	۷	۶	۷	۷	۷	۷	۳
D_2	۰/۰۶	۳	۵	۷	۸	۷	۳	۳	۵	۳	۴
D_3	۰/۰۹	۷	۷	۵	۱۰	۷	۶	۶	۳	۴	۴
D_4	۰/۰۹	۶	۱۰	۵	۸	۳	۵	۸	۷	۵	۵
D_5	۰/۰۸	۷	۶	۶	۴	۵	۵	۸	۵	۴	۳
D_6	۰/۱۴	۶	۵	۹	۸	۶	۱۰	۸	۶	۷	۴
D_7	۰/۲۳	۷	۴	۸	۸	۸	۵	۴	۵	۷	۴
D_8	۰/۱۷	۴	۴	۷	۷	۱۰	۳	۳	۶	۵	۶
وزن		۵/۹۴	۴/۷۶	۷/۴۴	۷/۶۲	۷/۰۰	۵/۶۸	۵/۶۸	۵/۶۶	۵/۸۰	۴/۲۴
وزن نرمال‌شده		۰/۱۰	۰/۰۸	۰/۱۲	۰/۱۳	۰/۱۲	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۰۷

جدول ۵. مرحله دوم ماتریس QFD

ویژگی‌های پروژه	اولویت	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7
C_1	۰/۱۰	۱	۳	۴	۷	۳	۷	۹
C_2	۰/۰۸	۲	۲	۶	۴	۴	۷	۸
C_3	۰/۱۲	۲	۳	۴	۷	۴	۷	۸
C_4	۰/۱۳	۴	۱	۴	۷	۵	۹	۹
C_5	۰/۱۲	۱	۱	۶	۹	۴	۸	۸
C_6	۰/۰۹	۳	۳	۵	۶	۵	۶	۷
C_7	۰/۰۹	۵	۵	۸	۷	۶	۷	۸
C_8	۰/۰۹	۱	۲	۲	۵	۲	۵	۷
C_9	۰/۱۰	۵	۴	۳	۵	۵	۵	۶
C_{10}	۰/۰۷	۲	۵	۲	۷	۶	۷	۷
وزن		۲/۶۱	۲/۷۷	۴/۴۴	۶/۵۲	۴/۳۶	۶/۸۹	۷/۷۷
وزن نرمال‌شده		۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۱۳	۰/۱۸	۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۲۲

۳. بحث در نتایج

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، مهم‌ترین خواسته‌های صنعت امروز از فارغ‌التحصیلان مهندسی مکانیک، به ترتیب D_8، D_7 و D_1 هستند. برای تفسیر این موضوع می‌توان به رشد سریع فناوری، پیدایش شاخه‌های جدید علم، مواد نوین و نیازهای جدید جامعه اشاره کرد که از یک سو، نیازمند افراد خلاق (D_7) و آشنا با فعالیت‌های عملی (D_8) و ... اس و، از سوی دیگر، افرادی را می‌طلبد که بتوانند به‌سرعت یاد بگیرند و با شرایط جدید سازگار شوند (D_1).

همان‌طور که در بخش ۲-۳ بیان شد، یکی از الزامات دروس مورد استفاده برای هم‌سویی با تقاضاهای صنعت، داشتن یک پروژه نیمسال است. جدول ۴ نشان می دهد که مهم‌ترین ویژگی‌های این پروژه به ترتیب C_3، C_4 و C_5 هستند. ویژگی C_4 نه تنها نقش نرم‌افزارهای CAD بلکه اهمیت تجسم و تقویت ارتباطات از طریق گرافیک را نشان می‌دهد. ویژگی های C_3 و C_5 نیز ضرورت شباهت ماهیت پروژه نیمسال به مسائل مهندسی واقعی را تأیید می‌کند.

مهم‌ترین بخش از نتایج که هدف اصلی این پژوهش بوده است، در جدول ۵ مشاهده می‌شود. وزن‌های محاسبه‌شده در پایین جدول نشان می‌دهند که به ترتیب، دسته‌های B_6، B_7 و B_4 می‌توانند بیشترین نقش را در تأمین نیازهای صنعت داشته باشند. B_7 شامل دروس انتخابی است که تقریباً در تمام دانشگاه‌های معتبر دنیا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند و به دانشجویان امکان انتخاب درس از سایر رشته‌ها را می‌دهند. تنوع این موارد و شاید تفاوت آنها با دوره‌های معمول از طریق ایجاد تفکر واگرا می‌تواند به رشد خلاقیت، مهارت‌های ارتباطی و چابکی در یادگیری به افراد کمک کند. دسته B_6 شامل دروس حرفه‌ای، مانند گرافیک مهندسی و طراحی اجزای ماشین است. ذات این دروس، به دلیل شباهت آنها به مسائل واقعی صنعت، دانشجویان را برای رویارویی با این مسائل در دنیای واقعی آماده می‌کند. دسته B_4 که شامل دروس کارگاهی است، فرایندهای تولید را به دانشجویان نشان می‌دهد (Kaboli et al., 2022) و شامل مزایای هر دو دسته B_7 و B_6 است (البته کمتر از آنها).

لازم به ذکر است که اگر چه جدول ۵ نشان می‌دهد که دروس پایه و عمومی، یعنی گروه‌های B_1 و B_2 کمترین توانایی را برای پاسخگویی مستقیم به نیازهای صنعت دارند اما پیش‌نیاز یادگیری دروس سایر دسته‌ها هستند. از طرفی، بررسی‌ها نشان می‌دهند که دروس گروه‌های B_1 و B_2 همواره مورد توجه بوده‌اند اما دروس و کارگاه‌های انتخابی، ممکن است در برخی از دانشگاه‌ها جدی گرفته نشوند. به عنوان نتیجه اساسی این پژوهش، می‌توان به اهمیت دروس و کارگاه‌های انتخابی در برنامه درسی مهندسی مکانیک اشاره کرد.

۴. نتیجه‌گیری

در این پژوهش، هم‌سویی برنامه درسی مهندسی، به ویژه مهندسی مکانیک در ایران، با نیازهای

صنعت امروز مورد بررسی قرار گرفت. بر این اساس، چند نتیجه مهم قابل استخراج است. اولین نتیجه، ضرورت بازنگری و به‌روزرسانی برنامه‌های درسی دانشگاهی، به خصوص در رشته‌های مهندسی به منظور پاسخگویی به نیازهای فرایند توسعه صنعتی در جهان امروز است. نتیجه دوم آنکه صنعت امروز، بر مبنای مرور ادبیات و نظرسنجی از صاحبان صنایع و با استفاده از اولویت‌بندی به روش AHP نیاز به مهندسانی دارد که به ترتیب، صاحب خلاقیت و تجسم، آشنا با روش‌های ساخت، چابک در یادگیری، دارای مهارت‌های ارتباطی و توانا درکار گروهی باشند. سومین نتیجه که با نظرسنجی از اساتید و با استفاده از رویکرد QFD دومرحله‌ای و با نگاشت این نیازها بر روی برنامه درسی به دست آمده است، بیان می‌کند که دروس انتخابی، دروس حرفه‌ای مانند گرافیک مهندسی و طراحی اجزای ماشین و سپس کارگاه‌ها، مؤثرترین گروه‌ها در برآوردن مستقیم نیازهای صنعت هستند. البته کسب وزن پایین در دروس پایه و عمومی، نافی نقش آنها در یادگیری سایر گروه‌ها نیست و تنها نشان‌دهنده کمتر بودن نقش مستقیم آنهاست. ضمناً باید توجه داشت که دروس پایه و عمومی، همیشه به صورت سنتی مورد توجه قرار می‌گیرند اما گاهی اوقات ممکن است دروس و کارگاه‌های انتخابی، مورد غفلت قرار گیرند. نتایج نشان می‌دهند که این امر می‌تواند حتی به مخدوش شدن اهداف اصلی آموزش منجر شود.

شایان توجه است که یکی از اهداف این مقاله، ایجاد تشابه بین فرایندهای طراحی محصولات مهندسی با طراحی برنامه درسی بوده است. در این راستا، یک الگوریتم هایبریدی از دو روش QFD و AHP ارائه شده که هدف آن بیشینه‌سازی رضایت مشتری است. مشتری فرایند در اینجا صنعت تعریف شده، فرایند مشابهی طی می‌شود. قطعاً استفاده از داده‌های با کمیت و کیفیت بالاتر، منجر به نتایج دقیق‌تر و جامع‌تری خواهد شد. ضمن اینکه می‌توان این الگوریتم را مجدداً برای همین رشته و یا رشته‌های دیگر به کار بست.

References

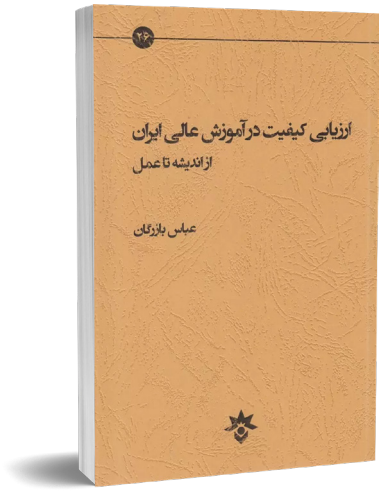
- AlMaian, R. (2017). A preliminary research to improve the creativity of engineering education. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Rabat, Morocco.
- Assiddiqi, M., & Vanany, I. (2021). QFD applications for quality improvements online student learning. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.*
- Eppes, T., Milanovic, I., Jamshidi, R., & Shetty, D. (2021). *Engineering curriculum in support of industry 4.0.*
- Ginting, R., Ishak, A., & Pitaloka, D. (2020). Application of quality function deployment (QFD) method in meeting customer satisfaction in the bookshelf industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.*
- Gorgani, H. H., & Shabani, S. (2021). Online exams and the COVID-19 pandemic: a hybrid modified FMEA, QFD, and k-means approach to enhance fairness. *SN Applied Sciences*, 3, 1-18.
- Haghshenas Gorgani, H., & Jahantigh Pak, A. (2020). Adaptation of engineering graphics courses to modern design approaches using a hybrid data mining method based on qfd and fuzzy demate. *Iranian Journal of Engineering Education,* 22(86), 55-83.
- Haghshenas Gorgani, H., & Jahantigh Pak, A. (2020). Identification of factors affecting quality of teaching engineering drawing using a hybrid MCDM model. *Journal of AI and Data Mining*, 8(2), 247-267.
- Haghshenas Gorgani, H., & Jahantigh Pak, A. (2020). Adaptation of engineering graphics courses to modern design

approaches using a hybrid data mining method based on qfd and fuzzy demate. *Iranian Journal of Engineering education*, 22(86), 55-83. doi: 10.22047/ijee.2020.212668.1708.

- Haghshenas Gorgani, H., Jahantigh Pak, A., Haerizadeh Nabavi, A., & Shabani, S. (2022). Providing a systematic preventive approach to reduce the adverse effects of online university education during the covid-19 pandemic. *Iranian Journal of Engineering Education*, 24(94), 133-156. doi: 10.22047/ijee.2022.324478.1882.
- Haghshenas Gorgani, H., Jahazi, A., Jahantigh Pak, A., & Shabani, S. (2023). A hybrid algorithm for adjusting the input parameters of the wirecut EDM machine in order to obtain maximum customer satisfaction. *SN Applied Sciences*, 5(1), 37.
- kaboli, S., Nasiri, S., Haghshenas Gorgani, H., Mottaghipour, M., Jahantigh Pak, A., Pircheraghi, G., & Arghavani Hadi, J. (2022). General workshop: A course for practical training or an introduction to engineering. *Iranian Journal of Engineering Education*, 24(94), 23-38. doi: 10.22047/ijee.2022.325828.1885.
- Kuimova, M., Burleigh, D., & Rodionov, D. (2017). Creativity in engineering education. *Ponte*, 73(2), 82-86.
- Liu, Q., Mei, D., & Yu, G. (2020). Curriculum system optimization based on integration of enterprises and universities using qfd under the background of engineering education professional certification. *International Conference on Modern Educational Technology and Innovation and Entrepreneurship (ICMETIE 2020).*
- Lizarelli, F. L., Osiro, L., Ganga, G. M., Mendes, G. H., & Paz, G. R. (2021). Integration of SERVQUAL, analytical Kano, and QFD using fuzzy approaches to support improvement decisions in an entrepreneurial education service. *Applied Soft Computing*, 112, 107786.
- Luxhosj, J. T., & Hansen, P. H. (1996). Engineering curriculum reform at Aalborg university. *Journal of Engineering Education*, 85(3), 183-186.
- Prados, J. W. (1998). Engineering education in the United States: past, present, and future.
- Siow, Y., Szwalek, J., Komperda, J., Darabi, H., & Mashayek, F. (2019). A critical look at mechanical engineering curriculum: Assessing the need.
- Tolman, S., & Jensen, M. J. (2023). Design across the curriculum: Improving design instruction in a mechanical engineering program. *2023 ASEE Annual Conference & Exposition.*
- Tyler Carter Kreipke, C., & Meyers, K. (2023). Development of student comfort with various fabrication methods in aerospace and mechanical engineering design curriculum. *2023 ASEE Annual Conference & Exposition.*

حمید حق‌شناس گرگانی: فارغ‌التحصیل رشته مهندسی مکانیک، طراحی کاربردی از دانشگاه صنعتی شریف است. وی از سال ۱۳۹۱ تاکنون عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف بوده، زمینه‌های پژوهشی ایشان، طراحی قالب‌های تزریق پلاستیک، مهندسی معکوس، بهینه‌سازی در طراحی با الگوریتم‌های متاهیوریستیک، پردازش داده‌های طراحی و روش‌های آموزش مهندسی است.

علیرضا جهانتیغ پاک: فارغ‌التحصیل رشته مدیریت از دانشگاه صنعتی شریف است. وی از سال ۱۳۹۰ تاکنون عضو هیئت‌علمی دانشگاه صنعتی شریف بوده، زمینه‌های پژوهشی ایشان، مدیریت، نقشه‌کشی صنعتی، طراحی محصول و روش‌های آموزش مهندسی است.



معرفی کتاب

عنوان کتاب: ارزیابی کیفیت در آموزش عالی ایران
از اندیشه تا عمل

نویسنده: اثر دکتر عباس بازرگان

معرفی و تحلیل: سید علی پزشکی اردکانی[1]

کتاب *ارزیابی کیفیت در آموزش عالی ایران، از اندیشه تا عمل* اثر آقای دکتر عباس بازرگان، استاد پیش‌کسوت دانشگاه تهران است که در سال ۱۳۹۷ از سوی پژوهشکده مطالعات فرهنگی و اجتماعی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری منتشر شده است.

این کتاب، در حقیقت مجموعه مقالات است و بیشتر، حاصل تجربه‌های عملی نویسنده است که «کیفیت آموزش عالی و ارزیابی آن» را در زمره دغدغه‌های اصلی نظام آموزش عالی مطرح می‌کند. نویسنده با اعلام این که از نیمه اول دهه ۱۳۷۰، کوشش‌های مستمری برای ارزیابی کیفیت فعالیت‌های دانشگاهی، از طریق انجام پژوهش و طراحی و اجرای طرح‌ها برای تدوین الگویی بومی صورت گرفته است، اظهار می‌دارد که در انجام این کوشش‌ها پیش‌قدم بوده است (صفحه ۹). بنابراین شاخصه اصلی مقالات کتاب، تجارب عملی و دغدغه‌ها و ایده‌های نویسنده در راستای اشاعه فرهنگ کیفیت آموزش عالی و یاری‌دادن به امر ارزیابی است.

مقالات کتاب در چهار بخش تنظیم شده است و موضوعاتی نظیر «اندیشیدن درباره ارزیابی»، «کندوکاو درباره تجربه‌های ارزیابی»، «تأمل درباره الگوهای ارزیابی کیفیت» و «ظرفیت‌سازی برای ارزیابی و ایجاد دلبستگی نسبت به کیفیت» را مطمح نظر قرار داده است. هدف نویسنده از پدید آوردن این اثر، فراهم شدن آینده‌ای بهتر برای افراد، گروه‌ها، سازمان‌ها و به طور کلی جامعه، زیر پوشش جغرافیایی دانشگاه است.

نویسنده در فصل اول کتاب، با تشریح الگوی سیپ که بر پایه الگوی نظام‌مند استوار است (صفحه ۱۷)، نظام آموزش عالی را با توجه به چهار جزء ارزیابی (ارزیابی زمینه، ارزیابی درون‌داد، ارزیابی فرایند، و

۱- دانشجوی دکتری رشته آموزش عالی دانشگاه شهید بهشتی

ارزیابی برون‌داد) تحلیل می‌کند و در ادامه، مراحل تدوین نظام ارزیابی را توصیف می‌کند. او در ابتدای فصل دوم، برای ارزیابی لازم می‌داند که معیارها در دسترس باشند و تأکید می‌کند که باید با استفاده از ملاک‌ها و نشانگرها، درباره کیفیت قضاوت شود (صفحه ۳۴).

بازرگان با اشاره به یکی از تعریف‌های کیفیت آموزش عالی، که همانا برآوردن انتظارات فرد و جامعه از طریق آموزش و پژوهش و عرضه خدمات علمی- تخصصی است، تصریح می‌کند که کیفیت آموزش عالی به مطلوبیت یادگیری دانشجویان، کیفیت پژوهش‌های انجام‌شده و کیفیت خدماتی تخصصی بستگی دارد که اعضای هیئت علمی برای حل مسائل جامعه عرضه می‌کنند. او یکی دیگر از موارد را، کوششی می‌داند که در راستای گسترش مرزهای دانش انجام می‌شود.

نویسنده در فصل چهارم با تحلیل دو فرایند «بهبود کیفیت» و «تضمین کیفیت» در نظام‌های دانشگاهی، اشاراتی به تجربه‌های بین‌المللی در آمریکا، در کشورهای اروپایی و در آسیا و اقیانوسیه و سایر مناطق دارد و برای ارتقای کیفیت در آموزش عالی، ایجاد ساختارهای لازم برای ارزیابی درونی و بیرونی گروه‌های آموزشی و بهبود کیفیت دانشگاه را یکی از مهم‌ترین اقدامات و مهم‌ترین اقدام برای کیفیت آموزش عالی معرفی و تأکید می‌کند که این کار با تقویت «دفتر نظارت و ارزیابی» هر دانشگاه و گنجاندن وظایف مربوط به برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی، هدایت و رهبری امکان‌پذیر است. نویسنده تأسیس مرکز ارزیابی دانشگاه تهران را به عنوان حلقه‌ای در زنجیره بهبود مستمر کیفیت دانشگاه تهران به عنوان مصداق مطرح می‌کند که وظیفه دارد دانشگاه را نسبت به سنجش و ارتقای مستمر کیفیت یاری دهد (صفحات ۸۱ و ۸۲).

بازرگان همچنین با در نظر گرفتن اهمیت کیفیت نظام آموزش عالی در توسعه اقتصادی- اجتماعی هر جامعه، بر نقش خطیر ارزیابی در تضمین کیفیت آموزش عالی تأکید می‌کند و الگوی اعتبارسنجی را در این خصوص، مهم ارزیابی می‌کند. الگویی که به ارزیابی درونی (خودارزیابی) و ارزیابی بیرونی می‌پردازد (صفحات ۹۸ تا ۱۰۰). وی همچنین توضیحاتی درباره اجرای آزمایشی این الگو در آموزش پزشکی ارائه می‌دهد.

بازرگان به تحولات آموزش عالی در دهه‌های اخیر، در ساختن جامعه دانش‌محور و اقتصاد دانش‌بنیان نیز توجه می‌کند و نوآوری در برنامه درسی و عرضه برنامه‌های میان‌رشته‌ای را در این خصوص ضروری می‌داند و آن را به عنوان یکی از محورهای اساسی کیفیت در آموزش عالی در زمان کنونی عنوان می‌کند.

اما به‌طور کلی در بیشتر مقالات این کتاب، عملِ ارزیابی کیفیت درونی و بیرونی در دانشگاه‌ها مطرح است و تجربه‌های ملی و بین‌المللی در این خصوص ارائه می‌شوند. بازرگان کوشش‌های کشورهای مختلف در ارزیابی کیفیت و تجربه آنها را یک «پیوستار» می‌داند که دارای شش مرحله است. آن مراحل عبارتند از:

- اندیشیدن درباره کیفیت آموزش عالی
- کسب تجربه اولیه
- الگوپردازی درباره سنجش کیفیت و بومی کردن فرایند ارزیابی
- اشاعه فرهنگ کیفیت و ارزیابی و ایجاد دلبستگی نسبت به آنها
- ساختارسازی
- استقرار نظام تضمین کیفیت (صفحه ۳۱۲).

نویسنده طی کردن این شش مرحله را ضروری می‌داند و در ادامه تأکید می‌کند که ایجاد ساختار سازمانی لازم و شبکه ارزیابی کیفیت مهم‌ترین گام است (صفحه ۳۱۶).

بازرگان در پایان و در بخش پیوست‌ها نیز گزارش‌هایی از حضور و سخنرانی و نتایج برخی کنفرانس‌های مهم درباره آموزش عالی را ارائه می‌کند.

به طور کلی مقالات این کتاب، همگی حول محور ارزشیابی بیرونی و درونی با نگاه به تجربه‌های ملی و بین‌المللی است و طرح‌ها و پژوهش‌های متعدد نویسنده در نظام آموزش عالی نیز ارائه و تشریح شده است. نویسنده که در کتاب دیگر خود (۱۳۸۸)، مفاهیم اساسی ارزشیابی آموزشی و الگوها و فرایند عملیاتی را شرح داده است، در این کتاب در پی اجرای برنامه‌های ارزیابی برای رسیدن به کیفیت است و در این رهگذر است که تجربه‌های خویش را مطرح می‌کند. او در توجهش به موضوع کیفیت آموزش عالی و ارزیابی آن، در پی ایجاد و استقرار یک نظام پویای آموزش عالی است، نظامی که در آن زمینه‌ها، درون‌دادها، فرایندها، برون‌دادها، طراحی‌ها و ... به درستی ارزیابی شده باشند.

مطالعه این کتاب، الگوها و تجربه‌هایی را در اختیار برنامه‌ریزان دانشگاهی قرار می‌دهد که درصدد ارزیابی دانشگاه‌ها هستند و برای دانشجویان و استادان آموزش عالی و پژوهش‌هایی که درباره ارزیابی و اعتبارسنجی دانشگاه‌ها انجام می‌شود، مفید و راهگشاست.

منابع

- بازرگان، عباس (۱۳۸۸): ارزشیابی آموزشی، مفاهیم، الگوها، فرایند عملیاتی، سمت، چاپ سیزدهم
- بازرگان، عباس (۱۳۹۷): ارزیابی کیفیت در آموزش عالی ایران، از اندیشه تا عمل، پژوهشکده مطالعات فرهنگی و اجتماعی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری

❐ 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 Note

SATISFYING THE DEMANDS OF TODAY'S INDUSTRY THROUGH UPDATING THE MECHANICAL ENGINEERING CURRICULUM USING A TWO-STEP QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT

H. Haghshenas Gorgani[1] and A. Jahantigh Pak[2]

Received: 6 March 2024 ; Accepted: 11 August 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.447252.2061

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.102.7.4

Abstract: Meeting the needs of today's industry plays a prominent role in the progress and competitive strength of any country. Therefore, it is necessary to align the curriculum of engineering courses with them. In this research, the focus has been on the mechanical engineering curriculum, especially in the universities of Iran. For this purpose, first by surveying the industry owners and reviewing the literature, these expectations have been identified and prioritized. Accordingly, the most important of these needs are creativity, visualization ability, familiarity with manufacturing processes, and agility in learning new concepts. Then, using a two-stage quality function deployment method (QFD), these expectations are translated into curriculum specifications. The results show that the most effective groups of courses in this field are elective courses, skill courses such as engineering graphics (including technical drawing and drawing courses), design of machine components, and practical workshops. In the existing programs, compared to courses in specialized theory and basic courses, some of them have received less considerable attention in quantity and quality.

Keywords: Mechanical engineering curriculum, industry demands, QFD

1- Engineering Skills Education Center, Sharif University of Technology, Tehran, Iran (Corresponding Author). E-mail: h_haghshenas@sharif.edu

2- Engineering Skills Education Center, Sharif University of Technology, Tehran, Iran. E-mail: jahantigh@sharif.edu

EXPLORING THE ROLE OF MENTAL GAMES IN CAPTURING ATTENTION AND ENHANCING THE QUALITY OF ENGINEERING EDUCATION, ESPECIALLY IN ONLINE COURSE

R. Gavagsaz-Ghoachani[1]

Received: 4 March 2024 ; Accepted: 19 June 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.446828.2059

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.102.6.3

Abstract: Having the students' focus during classroom sessions, especially in online courses, is of great importance. On the other hand, considering the characteristics of the new generation, innovative approaches should be highlighted in the classroom. This paper proposes several practical solutions based on gamification. These proposed methods are particularly employed at the beginning, middle, and end of the class. At the beginning of the class, activities with full interaction between students and the instructor are suggested to prepare students' minds. In the middle of the class, brief relaxation activities are introduced to relieve students' fatigue. At the end of the class, innovative group activities are introduced to summarize the class discussion. These methods aim not only to emphasize cognitive knowledge, which is the lowest side of the success triangle, but also to focus on strengthening students' skills and attitudes. These approaches have been employed over several semesters at Shahid Beheshti University in various engineering disciplines and academic levels. The survey results of these experiences indicate the positive reception and participation of students and the creation of an engaging atmosphere for better understanding of scientific concepts. Starting with mental preparedness, instructor-student interaction, stimulating interests, mental organization, learning through entertainment, dynamism, review and emphasis on important scientific points, and reducing anxiety are among the benefits of the proposed method.

Keywords: Generation z, engineering education, brain warm up, gamification, online course

1- Department of Renewable Energies Engineering, Faculty of Mechanical and Energy Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: r_gavagsaz@sbu.ac.ir

THE STATUS OF ENTREPRENEURSHIP IN ENERGY ENGINEERING EDUCATION

S. Motahar[1]

Received: 3 February 2024 ; Accepted: 26 May 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.441441.2052

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.102.5.2

Abstract: This paper examines the role of entrepreneurship in energy engineering education, emphasizing the importance of incorporating entrepreneurial skills into the curriculum. Given the global challenges associated with sustainable energy, entrepreneurship is identified as a crucial driver for developing innovative technologies in the energy sector. The paper addresses the obstacles and challenges of integrating entrepreneurship into energy engineering education programs and highlights the need for curriculum reform, enhanced industry collaboration, and the utilization of appropriate resources to foster entrepreneurship. Additionally, the paper underscores the importance of balancing technical and entrepreneurial content within energy engineering courses, and the necessity of providing suitable incentives and opportunities for students to engage in entrepreneurial activities. The societal demand for sustainable energy solutions and the pressing global challenges underscore the need for energy engineering students to develop entrepreneurial skills. This development is presented as a vital strategy for driving economic growth and fostering innovation in the energy industry. In conclusion, the paper argues that the integration of entrepreneurship into energy engineering education is essential for preparing students to contribute effectively to the energy sector's evolution and to address the urgent need for sustainable and innovative energy solutions.

Keywords: Entrepreneurship, energy engineering, education, curriculum

1- Assistant Professor, University of Isfahan, Shahreza Campus, Iran. E-mail: s.motahar@shr.ui.ac.ir

RECOGNIZING THE MEANING AND STAIRS OF SUSTAINABLE EDUCATION OF ARCHITECTURE RELYING ON THE UNDERSTANDING OF TRADITIONAL EDUCATION OF ARCHITECTURAL[1]

A. Pourmokhtar[2] , S. M. H. Ayatollahi[3] and H. Nadimi[4]

Received: 7March 2024 ; Accepted: 1 June 2024

DOI:10.22047/ijee.2024.447373.2062

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.102.4.1

Abstract: The topic of sustainability in architecture education is mainly reduced to the teaching of "sustainable architecture" as a field in architecture schools. This research seeks to explain the concept of "sustainable education of architecture" and distinguish it from "sustainable architecture education". In sustainable education of architecture, in addition to acquiring knowledge of sustainable architecture, the nature of architecture education also has the intrinsic meaning of sustainability. Then the traditional education of architecture, which was the result of intuitive perception and lived experiences of students with traditional teachers, in the context of architecture, society and nature, and architecture students, go through degrees of belief, character, knowledge and practice of architecture in a gradual and long process, is analyzed. This research, with a developmental approach and with a "descriptive-analytical" method and based on the "logical reasoning" strategy, has recognized the meaning of sustainable architecture education by relying on the understanding of traditional education of architectural and with a holistic thought, and at the end as achievements and research results, the seven stairs of sustainable education of architecture including "motivation", "insight", "ethics", "knowledge", "ability", "creativity", "action" along with the strategies and solutions for realizing each of the this stairs has formulated.

Keywords: Architecture education, sustainability, traditional education of architecture, sustainable education, sustainable education of architecture

1- This article is taken from the doctoral dissertation of the first author entitled " Reliability of Architectural Education: Explaining the Model of Sustainable Education of Architecture with Approach of Ecologism" is under the guidance of Dr. Seyed Mohammad Hossein Ayatollahi and Dr. Hamid Nadimi at the Faculty of Art and Architecture of Yazd University.

2- PhD Student in Architecture, Yazd University, Faculty of Art and Architecture, Yazd, Iran.
E-mail:ahmad.poormokhtar@gmail.com

3- Associate Professor, Yazd University, Faculty of Art and Architecture, Yazd, Iran. (Corresponding author).
E-mail: hayatollahi@yazd.ac.ir

4- Professor, Shahid Beheshti University, Faculty of Architecture and Urban Planning, Tehran, Iran.
E-mail: h_nadimi@sbu.ac.ir

QUALITY COMPONENTS OF PROFESSORS' FEEDBACK TO STUDENTS OF TECHNICAL AND ENGINEERING SCHOOLS: A PHENOMENOLOGICAL STUDY

S. Khalili[1] , K. Salehi[2] , E. Khodaie[3] , B. Izanloo[4] and M. Dehghani[5]

Received: 11 february 2024 ; Accepted: 6 May 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.442756.2053

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.102.3.0

Abstract: Feedback, as the heart of the learning assessment system and the quality of its presentation methods, plays an irreplaceable role in the relationship between professor and student. Searching in databases and field evidence shows professors give feedback, but their feedback is not of sufficient quality. For this purpose, we tried to use descriptive phenomenology to answer the question based on the lived experience of students of technical and engineering schools, what are the components of the quality of professors' feedback to students. We conducted 18 semi-structured interviews with students of technical schools of Tehran University, which were analyzed using the Colaizzi strategy. The findings identified 100 indicators that were classified into 12 criteria and 4 factors core elements, professional factors, presentation techniques, and effectiveness evaluation. The findings showed that the nature and quality of feedback expected by students in technical schools is multi-level, multi-faceted, flexible, and has a two-way process. Still, in practice, no valid evidence was obtained to examine and defend the quality of the provided feedback. Evaluators, researchers, professors, and students can use the results of this study as a feedback evaluating scheme. At the end of the research, we have presented solutions to improve the current situation and suggestions for further studies.

Keywords: Feedback, quality of feedback, quality of classroom feedback, verbal feedback, professor-to-student, engineering schools

1- Ph.D. Candidate of Assessment and Measurement, Department of Curriculum Development & Instruction Methods, Faculty of Psychology and Education, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: Khalili.spd@ut.ac.ir

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

3- Associate Professor, Department of Curriculum Development & Instruction Methods, Faculty of Psychology and Education, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: khodaie@ut.ac.ir

4- Assistant Professor, Department of Curriculum Studies, Faculty of Psychology and Education, Kharazmi University, Karaj. Iran. E-mail:izan.b@khu.ac.ir

5- Associate Professor, Department of Curriculum Development & Instruction Methods, Faculty of Psychology and Education, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: Dehghani_m33@ut.ac.ir

IDENTIFICATION AND RANKING OF DRIVERS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE FOURTH GENERATION EDUCATION SYSTEM

M. S. Shahrestani[1], H. Vahidi[2] and A. Alipour[3]

Received: 11 May 2024 ; Accepted: 21 July 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.456763.2080

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.102.2.9

Abstract: The world around us is always changing. The process of these changes is focused on the fourth industrial revolution (industry 4/0). These changes will definitely affect the entire society and as a result the educational needs and teaching/ learning methods will also change. The purpose of this article is to identify and classify the implementation requirements of the fourth generation education, which was done by using the mixed research method (qualitative-quantitative). The research is in terms of developmental and practical purpose, in terms of descriptive-survey nature, purposeful sampling method and library and field data collection method. The statistical population of the research includes experts in the fields of management and industrial engineering, educational management and curriculum planning. First, by analyzing the texts regarding the education of the fourth generation, 42 basic themes were identified and classified into 7 organizing themes and 2 comprehensive themes. Then, based on the extracted basic themes, we compiled a questionnaire containing 42 questions and provided it to the experts. After the answers of 21 experts, the results were ranked in the SPSS25 software by Friedman test, which shows that the three basic themes are low delay and high data rate, acceptance educational software are the most necessary basic topics for implementing 4/0 education.

Keywords: Education4/0, education implementation 4/0, engineering education, educational technologies, higher education, industry 4/0

1- MS, Faculty of Management and Industrial Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Tehran, Iran. (Corresponding author). E-mail: Mohammadsaber.shahrestani@yahoo.com

2- Assistant Professor, Faculty of Industrial Engineering, Malik Ashtar University of Technology, Isfahan, Iran. E-mail: drvahidy@mut-es.ac.ir

3- Assistant Professor, Faculty of Management and Industrial Engineering, Malik Ashtar University of Technology, Tehran, Iran. E-mail: pijani@mut.ac.ir

ABSTRACTS

IMPROVING THE EFFECTIVENESS OF THE MECHANICAL ENGINEERING CURRICULUM BY COMBINING GLOBAL, LOCAL AND FUTURE-ORIENTED PERSPECTIVES

J. Ghazanfarian[1]

Received: 6 May 2024; Accepted: 10 June 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.456100.2078

DOR: 1- 20.1001.1.16072316.1403.26.102.1.8

Abstract: The mechanical engineering curriculum, at both the undergraduate and postgraduate levels, has been revised twice in the last decade. Despite these updates, its core foundation remains based on older models. While there have been some minor adjustments, such as adding or removing a few courses, these changes don not keep pace with the rapid advancements seen globally. The present paper conducts a comparative analysis of the new mechanical engineering curriculum with those of four foreign universities. It identifies deficiencies and discrepancies in meeting the current needs of the engineering community within the country and anticipation of future developments. Additionally, the article provides practical recommendations aimed at improving the efficiency and modernization of the curriculum. These recommendations span various areas, including general enhancements, changes in titles, addressing existing shortcomings, and advocating for a revamped approval process for disciplinary curricula. Importantly, the most important shortcoming in the curriculum is ignoring design concepts and engineering principles. The suggestions can be implemented for other engineering disciplines.

Keywords: Mechanical engineering curriculum, design, sustainable development, university and industry

1- Associate Professor, Mechanical Engineering Department, University of Zanjan, Zanjan. Iran. E-mail: j.ghazanfarian@znu.ac.ir

Contents

Iranian Journal of
Engineering Education

Volume 26, No. 102, Summer 2024

- *Improving the effectiveness of the mechanical engineering curriculum by combining global, local and future-oriented perspectives /* J. Ghazanfarian
- *Identification and ranking of drivers for the implementation of the fourth generation education system /* M. S. Shahrestani, H. Vahidi and A. Alipour
- *Quality components of professors' feedback to students of technical and engineering schools: A phenomenological study/* S. Khalili, K. Salehi, E. Khodaie, B. Izanloo and M. Dehghani
- *Recognizing the meaning and stairs of sustainable education of architecture, relying on the understanding of traditional education of architectural /* A. Pourmokhtar, S. M. H. Ayatollahi and H. Nadimi
- *The status of entrepreneurship for energy engineering education /* S. Motahar
- *Exploring the role of mental games in capturing attention and enhancing the quality of engineering education, especially for online course /* R.Gavagsaz-Ghoachani
- *Responding the demands of today's industry through updating the mechanical engineering curriculum using a two-step quality function deployment (Research note) /* H. Haghshenas Gorgani and A. Jahantigh Pak
- *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. 102 Summer 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

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

Department of Engineering Sciences

Number 102 Volume 26 Summer 2024

- **Improving the effectiveness of the mechanical engineering curriculum by combining global, local and future-oriented perspectives /** J. Ghazanfarian
- **Identification and ranking of drivers for the implementation of the fourth generation education system /** M. S. Shahrestani, H. Vahidi and A. Alipour
- **Quality components of professors' feedback to students of technical and engineering schools: A phenomenological study/** S. Khalili, K. Salehi, E. Khodaie, B. Izanloo and M. Dehghani
- **Recognizing the meaning and stairs of sustainable education of architecture, relying on the understanding of traditional education of architectural /** A. Pourmokhtar, S. M. H. Ayatollahi and H. Nadimi
- **The status of entrepreneurship for energy engineering education /** S. Motahar
- **Exploring the role of mental games in capturing attention and enhancing the quality of engineering education, especially for online course /** R.Gavagsaz-Ghoachani
- **Responding the demands of today's industry through updating the mechanical engineering curriculum using a two-step quality function deployment (Research note) /** H. Haghshenas Gorgani and A. Jahantigh Pak
- **English Abstracts of the Articles**

E-ISSN: 2676-4881
ISSN: 1607-2316
DOI: 10.22047/ijee
DOR: 20.1001.1.16072316

۱۰۲
فصلنامه آموزش مهندسی ایران ■ سال بیست و ششم ■ تابستان ۱۴۰۳
گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران