

# فصلنامه آموزش مهندسی ایران فصلنامه علوم مهندسی

گروه علوم مهندسی

شماره ۱۰۰ ■ سال بیست و پنجم ■ زمستان ۱۴۰۲

- ♦ چارچوب ارتقای محتوای آموزش کارشناسی مهندسی عمران با رویکرد انتقال مهارت‌های کارآفرینی / آرزو محمدی، آبتاله عمیر و سید محمود طاهری
- ♦ تگوش دانشجویان مهندسی دانشگاه شیراز به تناسب برنامه‌های درسی تحصیلات تکمیلی با رویکرد توسعه پایدار / مهدی محمدی، راضیه شیرین حساز و قاسم سلیمی
- ♦ بررسی رابطه میان خودکارآمدی ریاضی، رایانه و علوم با عملکرد تحصیلی دانشجویان رشته‌های مهندسی / مهدی ابوالقاسمی نجف‌آبادی و کمال نصرتی هشی
- ♦ روش خلاقانه مهندسی برای شبیه‌سازی ماندگار سامانه‌های مهندسی در محیط‌های نرم افزاری / امیرحسین منصوری و رقیه گوگساز قوچانی
- ♦ ساختار و الگویی جدید بر پایه نیازهای حرفه‌ای برای تدریس درس زبان تخصصی مهندسی برق، یک مطالعه موردی / افروز سعید سوناگر
- ♦ شناسایی مولفه‌های مهارت مباحثه در فرآیند یادگیری طراحی معماری / علیرضا رضوانی و مجید یزدانی
- ♦ چالش‌های آموزش عالی در رشته‌های مهندسی / جواد فیض
- ♦ چکیده انگلیسی مقالات



E-ISSN: 2791-6881  
ISSN: 1607-3316  
DOI: 10.32047/ijee  
DOR: 20.1001.1.16073316

فصلنامه  
آموزش مهندسی ایران  
فصلنامه علمی-پژوهشی

گروه علوم مهندسی

# فصلنامه آموزش مهندسی ایران

سال بیست و پنجم، شماره ۱۰۰، زمستان ۱۴۰۲

صاحب امتیاز: فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

مدیر مسئول: دکتر محمود یعقوبی

سرديير: دڪتر محمود يعقوبي

مدیر داخلی: دکتر میترا ملائی پروری

### ویراستار: عاطفه قنبری

صفحه آرایي: مجيد ميراب زاده

طراحی جلد: خیرالله اصغری

مقالات منتشر شده در سامانه فصلنامه در دسترس عموم قرار دارد

نشانی: تهران، ۳۳۱۱۱-۱۵۳۷۶

بزرگراه حقانی (غرب به شرق)، خروجی فرهنگستان ها و کتابخانه ملی

فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

صندوق یستی: ۵۳۱۸-۱۹۳۹۵

تلفن: ۰۲۱-۸۸۱۹۰۴۳۳، دورنگار: ۰۲۱-۸۸۶۵۶۲۱۶

وبگاه: <http://ijee.ias.ac.ir>

ایانامه: ijee78@ias.ac.ir

شایا: ۲۳۱۶-۱۶۰۷ / شایای الکترونیک: ۴۸۸۱-۲۶۷۶

شناسه دیجیتالی : (DOI): ۱۰.۲۲۰۴۷ /ijee

شناسه دیجیتال (DOR): ۲۰.۱۰۰.۱.۱.۱۶.۷۲۳۱۶

لیتوگرافی و چاپ و صحافی: باغ هنر

تهران، خیابان مفتاح شمالی، کوچه ششم پلاک ۵، واحد ۱

## هیأت تحریریه

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

## هیأت مشاوران

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

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

### پایگاه‌ها

پایگاه استنادی جهان اسلام (ISC)

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

گنجینه اسناد کتابخانه ملی

پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

# فصلنامه آموزش مهندسی ایران

۵ اسفند

روز مهندس

روز بزرگداشت خواجه نصیرالدین طوسی  
رأبه جامعه مهندسان کشور تبریک میگوید



# فهرست مطالب

فصلنامه

## آموزش مهندسی ایران

- ۱..... چارچوب ارتقای محتوای آموزش کارشناسی مهندسی عمران با رویکرد انتقال مهارت‌های کارآفرینی  
آرزو محمدی، آیت‌اله ممیز و سید محمود طاهری
- نگرش دانشجویان مهندسی دانشگاه شیراز به تناسب برنامه‌های درسی تحصیلات  
تکمیلی با رویکرد توسعه پایدار ..... ۲۷  
مهدی محمدی، راضیه شیرین حصار و قاسم سلیمی
- بررسی رابطه میان خودکارآمدی ریاضی، رایانه و علوم با عملکرد تحصیلی دانشجویان  
رشته‌های مهندسی ..... ۴۹  
مهدی ابوالقاسمی نجف‌آبادی و کمال نصرتی هشی
- روش خلاقانه مهندسی برای شبیه‌سازی ماندگار سامانه‌های مهندسی در محیط‌های نرم‌افزاری ..... ۶۳  
امیرحسین منصوری و رقیه گوگ‌ساز قوچانی
- ساختار و الگویی جدید بر پایه نیازهای حرفه‌ای برای تدریس درس زبان تخصصی  
مهندسی برق، یک مطالعه موردی ..... ۸۳  
امیرمسعود سوداگر
- شناسایی مولفه‌های مهارت مباحثه در فرایند یادگیری طراحی معماری ..... ۱۰۱  
علیرضا رضوانی و مجید یزدانی
- چالش‌های آموزش عالی در رشته‌های مهندسی ..... ۱۲۹  
جواد فیض
- ۱..... چکیده انگلیسی مقالات

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.

## چارچوب ارتقای محتوای آموزش کارشناسی مهندسی عمران با رویکرد انتقال مهارت‌های کارآفرینی

آرزو محمدی<sup>۱</sup>، آیت‌اله ممیز و سید محمود طاهری<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۵، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۳

DOI:10.22047/ijee.2024.416586.2010

**چکیده:** چارچوبی به منظور ارتقای محتوای آموزش کارشناسی مهندسی عمران با رویکرد انتقال مهارت‌های کارآفرینی پیشنهاد شده است. با روش تحقیق آمیخته-اکتشافی، ابتدا با مصاحبه با ۱۱ نفر از خبرگان دانشگاه، به مدل مفهومی شامل ۹ مؤلفه (زیست‌بوم، آزمون‌ها و ارزشیابی، ساختار، مشوق‌ها، دروس عمومی/ نظری، پروژه‌ها (طراحی سازه و راه‌سازی)، کارآموزی، دروس تکمیلی و کهاد، فوق‌برنامه) رسیدیم. بر اساس زیرمؤلفه‌ها، راهکارهایی به منظور ارتقای محتوای آموزش کارشناسی مهندسی عمران با انتقال مهارت‌های کارآفرینی ارائه شده است. سپس بر اساس مدل، پرسش‌نامه‌ای شامل ۳۵ پرسش طیف لیکرت و ۲ ترتیبی طراحی و در نمونه‌ای از مهندسان عمران شاغل (متخصصان) توزیع شد. داده‌های حاصل، با آزمون فریدمن تحلیل شد و پرسش‌ها به ترتیب اولویت از متخصصان مرتب شدند. سرانجام بر اساس ۲۰ اولویت ابتدایی، پیشنهاداتی برای سیاست‌گذاران، استادان و کارآفرینان و دانشجویان ارائه شده است. برای مثال بازدید از کارگاه‌ها به عنوان فعالیت‌های فوق برنامه، پیشنهاد استادان و اولویت اول متخصصان بود. همچنین، پیشنهاد درسی تحت عنوان «پروژه نوآورانه» جزء ۲۰ اولویت ابتدایی متخصصان بود.

**واژگان کلیدی:** آموزش کارآفرینی، آزمون فریدمن، آموزش مهندسی، مهندسی عمران، روش آمیخته اکتشافی

۱- کارشناس ارشد آموزش مهندسی، دانشکده علوم مهندسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). mohammadi.arezoo@ut.ac.ir

۲- استادیار، دانشکده کارآفرینی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. amomayez@ut.ac.ir

۳- استاد، دانشکده علوم مهندسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. sm\_taheri@ut.ac.ir



## ۱. مقدمه

مهندسی یک اصطلاح کلی است که برای توصیف توانایی تفکر و استفاده از نظریه‌های مبتنی بر علوم در حل یک مشکل برای بهبود زندگی استفاده می‌شود. "مهندسی عمران" شاخه‌ای از مهندسی است که با طراحی، ساخت و نگهداری تأسیسات زیرساختی برای بهبود زندگی سروکار دارد (Theophilus, 2023). در توسعه و پیشرفت فناوری و صنعت، تأمین نیروی انسانی مجهز به مهارت‌های کارآفرینی از اهمیت بالایی برخوردار است. در دوره‌های کارشناسی عمران، آموزش کارآفرینی و توسعه مهارت‌های کارآفرینانه به منظور تقویت مهارت‌های دانشجویان مهندسی عمران، باید مورد توجه قرار گیرد. اما محتوای آموزشی موجود در دوره‌های کارشناسی مهندسی عمران، به طور کامل این نیازها را پوشش نمی‌دهد (Asadian et al., 2019). به همین دلیل، دانش‌آموختگان اغلب ناتوان در تأسیس و مدیریت کسب و کارهای مهندسی هستند. در نتیجه، لازم است که هنگام تنظیم و اصلاح برنامه درسی، آموزش کارآفرینی در آموزش حرفه‌ای ادغام شود و کارآفرینی روح برنامه باشد (Min et al., 2018).

از طرفی، ظرفیت اندک مؤسسه‌های دولتی و تعداد زیاد دانش‌آموختگان مهندسی که معضل بیکاری را نیز ایجاد کرده است، اهمیت پرداختن به ارتقای مهارت‌های کارآفرینی را در این دانشجویان نشان می‌دهد. ارتقای مهارت‌های کارآفرینی مهندسان سبب می‌شود که افراد با تکیه بر دانش خود و این مهارت‌ها، بتوانند کسب و کار خود را راه‌اندازی کنند. از این رو، ارتقای محتوای آموزش کارشناسی مهندسی عمران با رویکرد انتقال مهارت‌های کارآفرینی و با هدف توسعه و تقویت قابلیت‌ها و توانمندی‌های کارآفرینی آنان، امری حیاتی است. در این پژوهش، پیشنهادهایی ارائه خواهد شد که محتوای دروس کارشناسی عمران با مهارت‌های کارآفرینی ارتقا پیدا کند. این راهکارها کمک خواهند کرد تا دانشجویان، علاوه بر دانش تخصصی، مهارت‌های کارآفرینی نیز کسب کنند و آمادگی لازم را برای راه‌اندازی و مدیریت کسب و کارهای مهندسی داشته باشند.

## ۲. مفاهیم و تعاریف‌ها

**کارآفرینی:** کارآفرینی یک مفهومی پیچیده و چندبعدی است و درباره آن تعاریف‌های گوناگونی ارائه شده است. در این پژوهش، تعریف زیر را به عنوان تعریفی نسبتاً گسترده می‌پذیریم (Kuratko et al., 2016): "کارآفرینی یک فرایند پویا شامل تصور، تغییر و خلق است که نیازمند انرژی و اشتیاق برای ایجاد و اجرای ایده‌های جدید و ارزش آفرین و راه‌حل‌های خلاقانه است. در این مسیر، تمایل به پذیرش خطرات (از نظر زمان، سهم یا شغل)، توانایی تشکیل یک گروه کارآفرینی مؤثر، مهارت تفکر خلاق در جذب منابع مورد نیاز، و در نهایت، داشتن دیدگاهی برای شناسایی فرصت‌ها در جاهایی که دیگران تنها هرج و مرج و ابهام می‌بینند، ضروری است."

**آموزش کارآفرینی:** نوعی فرایند آموزشی است که با هدف تأثیرگذاری بر نگرش‌ها، رفتارها، ارزش‌ها

با نیت‌های افراد نسبت به کارآفرینی، انجام می‌شود که فراتر از آموزش برای ایجاد کسب و کار مستقل است. به سخن دیگر، آموزش کارآفرینی ایجاد و پرورش یک محیط یادگیری است که ویژگی‌ها و رفتارهای کارآفرینی را ترویج می‌کند.

**مهارت‌های کارآفرینی:** بخشی از مهارت‌ها و توانایی‌هایی که مهندس کارآفرین باید داشته باشد، در جدول ۱ آورده شده است (Rae & Melton, 2017; Dominguez et al., 2021; Blake Momete Daniela, 2015):

جدول ۱. مهارت‌های کارآفرینی مورد نیاز مهندسان

| مهارت‌های بین فردی                                                                                 | مهارت‌های فردی                                                                                       | شایستگی‌های اصلی                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| توسعه تعامل اجتماعی، کارگروهی در گروه‌های چندرشته‌ای و توانایی برقراری ارتباط مؤثر برای حل تعارضات | قابلیت‌های روانی-اجتماعی، مدیریتی، اخلاقی و خلاق بودن برای تولید ارزش اجتماعی و حفظ مزیت رقابتی      | حل مسئله (استفاده از دانش علمی برای دستیابی به راه‌حل‌های فنی) و هم‌سو کردن آن با کار در گروه‌های چندرشته‌ای |
| مهارت انجام مذاکرات به منظور توانایی متقاعدکردن همکاران برای سرمایه‌گذاری                          | شایستگی‌های اخلاقی برای عمل براساس اخلاق حرفه‌ای و حساسیت نسبت به محیط فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی خود | شایستگی‌های خاص صنعت، شامل دانش در مورد زمینه کاری کارآفرین که به اطلاعات مربوط به بازار آن رشته وابسته است. |
| توانایی رهبری و مدیریت گروه                                                                        | انعطاف‌پذیری، عمل‌گرایی و وقت‌شناسی                                                                  | مدیریت کیفیت، مدیریت منابع                                                                                   |
|                                                                                                    | شجاعت و توانایی رویارویی با فرصت‌ها و چالش‌های متعدد                                                 | توانایی یافتن و پردازش اطلاعات و مدیریت آن برای تصمیم‌گیری مناسب                                             |
|                                                                                                    | توانایی برنامه‌ریزی و مدیریت خطر                                                                     | توانایی ایجاد یک طرح برای کسب و کار اولیه                                                                    |
|                                                                                                    | مهارت یادگیرنده مادام‌العمر برای بهبود عملکرد خود و بالا رفتن کیفیت                                  | طراحی، تجزیه و تحلیل، ایجاد یک نمونه اولیه و اعتبارسنجی یک مدل                                               |
|                                                                                                    | توانایی تفکر انتقادی، تفکر راهبردی، تفکر تحلیلی و در عین حال تفکر نوآور                              | توانایی شروع یک سرمایه‌گذاری تجاری با درک امور مالی، اقتصاد، حسابداری، بازاریابی                             |
|                                                                                                    |                                                                                                      | توانایی ارزیابی مسائل مربوط به سیاست‌ها و مقررات                                                             |
|                                                                                                    |                                                                                                      | توانایی‌های تشخیص فرصت، برای شروع و شایستگی‌های تجاری برای اداره کسب و کار                                   |

در رشته مهندسی عمران در رومانی، آناستازیو و همکاران (Anastasiu et al., 2017) مهارت‌های کار را توسط مدیران، رتبه‌بندی کردند و سه مورد از مهم‌ترین آنها به ترتیب، مدیریت پروژه، روحیه کارآفرینی و شایستگی‌های مرتبط با رهبری بودند. همچنین، انتیکا و همکاران (Entika et al., 2017) در مصاحبه با مهندسان عمران شاغل، مهارت‌های کارآفرینی برجسته آنها را به مهارت‌های مدیریتی (مانند: بین فردی، مدیریت مالی، خطرپذیری) و مهارت‌های فنی (حل مسئله و یادگیرنده مادام‌العمر) تقسیم کردند.

### ۳. بررسی پیشینه

۳-۱. کاستی‌های آموزش کارآفرینی مهندسان و آموزش کارشناسی مهندسی عمران در ایران  
چندین پژوهش در ایران نشان می‌دهند که در آموزش کارآفرینی مهندسان کاستی وجود دارد. بر اساس پژوهش جعفری مقدم و اعتمادی (Jafari Moghadam & Etemadi, 2009) برنامه درسی رشته مهندسی برق، دانش، بینش و مهارت کارآفرینی را در دانشجویان تقویت نکرده است. همچنین، پژوهش میرآقایی و میرزایی (Miraghaie & Mirzaei, 2013) نشان می‌دهد ویژگی‌های کارآفرینی دانشجویان عمران، برق، مکانیک، شیمی و رایانه در دانشگاه اصفهان، در سطح ضعیف قرار دارد. شگفت این که، مردان‌شاهی و همکاران (Mardanshahi et al., 2014) نشان می‌دهند بعضی از ویژگی‌های کارآفرینی، در دانشجویان خروجی نسبت به ورودی کاهش یافته است. از طرفی، پژوهش‌های اندکی که درباره وضعیت آموزش مهندسی عمران در ایران وجود دارد (Asadian et al., 2019; Samadi et al., 2021; Yazdani et al., 2022) نشان می‌دهند که در برنامه درسی عمران مشکل مهارت‌آموزی وجود دارد. سراجی (Seraji, 2018) شیوه‌های توسعه صلاحیت‌های کارآفرینی دانشجویان را در مصاحبه با کارآفرینان و پژوهشگران کارآفرینی به دسته‌های آموزشی، مدیریتی، پژوهشی، فرهنگی و فوق برنامه تقسیم کرده است.

### ۳-۲. کارهای انجام شده در سایر کشورها

در این بخش، راهکارهای ارائه شده بر پایه تحقیقات مختلف برای ادغام کارآفرینی و آموزش مهندسی را به کوتاهی، مرور می‌کنیم.

**پروژه‌های طراحی نوآورانه و آموزش کارآفرینی:** پروژه‌های نوآورانه قابلیت بسیاری در آموزش مهارت‌های کارآفرینی دارند. طبق پژوهش وانگ (Wang, 2017)، از جمله تلاش‌ها برای آموزش کارآفرینی مهندسان در دانشگاه ایالتی آریزونا انجام شده است. در این دانشگاه، مفاهیم ذهنیت کارآفرینی را در "دوره مقدماتی بر مهندسی" گنجانده‌اند. در این درس، مطالب کارآفرینی، مانند شناسایی فرصت، بازاریابی و مهارت‌هایی، مانند کارگروهی و مدیریت پروژه با طراحی مهندسی که موضوع اصلی این دوره است، در هم آمیخته شده است. به عبارتی در هر جلسه، ابتدا آموزشی در راستای فعالیت آن جلسه داده می‌شود، سپس دانشجویان در گروه‌های خود به فعالیت منظور شده برای آن جلسه می‌پردازند تا در نهایت ایده خود را عرضه کنند.

**دوره‌های آموزشی و کارآموزی:** در بخش علوم رایانه و فناوری اطلاعات در کالج چنای، دوره آموزشی شامل دو مؤلفه تشکیل شده است. در مؤلفه اول، کارآفرینی را در طول برنامه ۴ ساله در دروس انتخابی با استفاده از سمینارها و گفتگوهای با سخنران مهمان، ادغام کردند. مؤلفه دوم، شامل ۲ برنامه است که تمرکز بر تجربه عملی از کارآفرینی دارند. هر دو برنامه شامل یک دوره کارآموزی با کارآفرینان و یک پروژه کارآفرینی طراحی یک ساله است (Sudharson et al., 2013).

همچنین، در دانشگاه ویلانووا در آمریکا، به منظور ایجاد ذهنیت کارآفرینانه، در سال اول درسی

ارائه می‌شود که بخش اول آن به معرفی عمومی مهندسی و بخش دوم به پروژه بین‌رشته‌ای اختصاص دارد. دانشجویان باید به صورت گروهی ایده‌هایی ارائه دهند و سپس ایده خود را در یک ویدئو معرفی می‌کنند. در سال دوم، رویکردهای کارآفرینی به برنامه اضافه می‌شود. در سال‌های سوم و چهارم، چندین درس با استفاده از رویکردهای مشارکتی و مبتنی بر مسئله ارائه می‌شود (Welker et al., 2017).

**کارگاه‌های الکترونیکی آموزش کارآفرینی:** دانشکده مهندسی دانشگاه فناوری پرنسس سومایا، آموزش کارآفرینی را به صورت ترکیبی (حضور و برخط<sup>۱</sup>) برای ایجاد مهارت‌ها و نگرش‌های مهندسان طراحی کرده است. آموزش حضوری یک نمای کلی از کارآفرینی و نوآوری، نحوه ایجاد نوآوری، مدل و طرح کسب و کار و فرایند تفکر طراحی ارائه می‌دهد. دوره برخط، با تمرکز بر مهارت‌های بسیاری مانند برنامه‌ریزی، مذاکره، شناسایی ساختارهای قانونی، تصمیم‌گیری، تعیین هدف، تحقیق و توسعه، تهیه طرح کسب و کار، به توسعه یک ذهنیت کارآفرینی کمک می‌کند (Sababha et al., 2020).

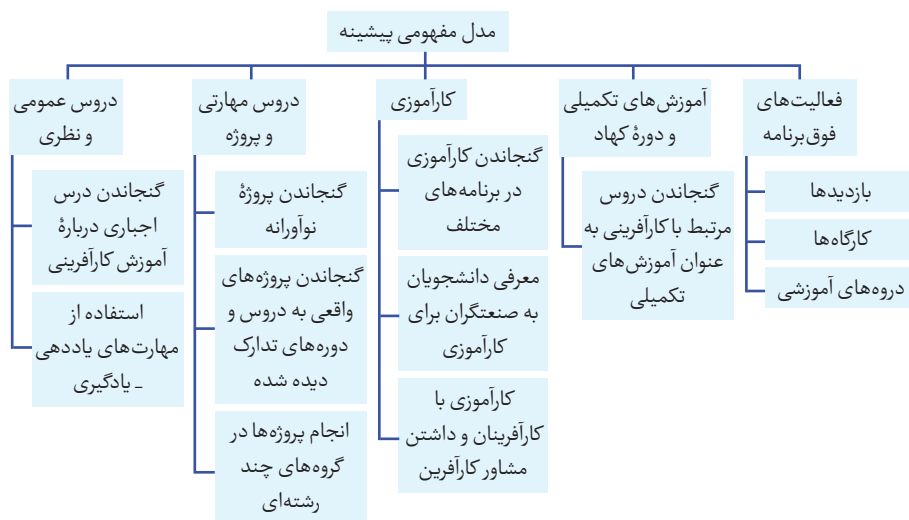
**درس آموزش کارآفرینی برای مهندسان:** در دانشگاه براون در ایالات متحده آمریکا، در هر رشته مهندسی، دو نیمسال دروس کارآفرینی ارائه می‌شود و همچنین، به آنها این امکان را می‌دهد که با شرکت‌ها کار کنند. (Dominguez et al., 2021)

**استفاده از مهارت‌های یاددهی-یادگیری و ارزیابی:** مومت دانیلا (Momete Daniela, 2015) به منظور پرورش مهندس کارآفرین در رومانی، راه‌حلی‌هایی مانند: "تقویت مهارت‌های منطقی و انعطاف‌پذیری با مطرح کردن موضوعات از زوایای مختلف"، "تقویت دانش مدیریتی با درخواست احترام به ضرب‌الاجل پروژه‌ها/سمینارها برای درک محدودیت زمان و بودجه" و "تقویت حس احترام به دیگران و مسئولیت اجتماعی، با در نظر گرفتن اقدامات تنبیهی شدید برای تقلب" ارائه دادند. در این راستا، طرحان (Tarhan, 2021) در لهستان به این نتیجه رسید که استفاده از روش‌های آموزش فعال در کسب مهارت‌های کارآفرینی مؤثرند. همچنین، مین و همکاران (Min et al., 2018) بهبود روش‌های آموزشی و ارزیابی متناسب با رشته و استفاده از روش‌های نوین آموزش را پیشنهاد کرده‌اند. البته، در استفاده از این راه‌حل‌ها، ذهنیت و باور استادان نیز اهمیت دارد.

**تقویت کادر آموزشی و شبکه‌سازی:** به منظور اجرای بسیاری از راهکارها نیاز به تقویت دانش، بینش و مهارت‌های کارآفرینی و نوآوری، مهارت‌های یاددهی-یادگیری و ارزیابی و مهارت‌های کار با فناوری‌های نوین آموزشی برای استادان وجود دارد. از طرفی، تشکیل گروهی از مدرسان حرفه‌ای، محققان کارآفرینی، کارآفرینان، دانش‌آموختگان برجسته در حوزه کسب و کار به عنوان مدرسان پاره‌وقت، راهکاری سازنده است فرینی (Min et al., 2018). به طور کلی شبکه‌سازی بین دانشگاه و صنعت پیشنهاد شده است. برای مثال، آناستازیو و همکاران (Anastasiu et al., 2017) به این نتیجه رسیدند که به منظور هم‌سویی آموزش با نیازهای بازار کار و برقراری ارتباط بین مطالب تئوری و عملی، نیاز به همکاری بین دانشگاه و صنعت وجود دارد.

#### ۴. اهداف و پرسش‌ها

بر اساس هدف پژوهش حاضر (چارچوب ارتقای محتوای آموزش کارشناسی مهندسی عمران، با رویکرد انتقال مهارت‌های کارآفرینی) و متغیرهای به دست آمده از پیشینه، مدل شکل ۱ تدوین شده است.



شکل ۱. مدل مفهومی ابتدایی چارچوب تقویت مهارت‌های کارآفرینی در برنامه درسی کارشناسی مهندسی عمران

مدل شکل ۱، در ادامه و با جمع‌آوری و تحلیل داده‌های کیفی اصلاح خواهد شد. با استفاده از این مدل، پرسش‌های فرعی ما (۵ پرسش)، بررسی چارچوب ارتقای محتوای **دروس عمومی و نظری و دروس مهارتی و پروژه** و همچنین، چارچوب ارتقای **کارآموزی، آموزش‌های تکمیلی و دوره‌های فعالیت‌های فوق برنامه** با تأکید بر آموزش مهارت کارآفرینی است. اما مهارت‌های کارآفرینی متعدد هستند و پیشینه پژوهش غنی درباره مهارت‌های مورد نیاز کارآفرینی مهندسان عمران و سایر رشته‌ها در محیط کار و چگونگی ارتقای مهارت‌های کارآفرینی در مهندسان عمران یافت نشد. بنابراین، این پرسش که "مهارت‌های کارآفرینی مورد نیاز دانشجویان کارشناسی مهندسی عمران چیست؟" به عنوان پرسش ابتدایی ما بود اما هدف اصلی ما، پیدا کردن راهکارهایی به منظور ارتقای محتوای آموزش کارشناسی عمران، با تأکید بر مهارت‌های کارآفرینی بود.

#### ۵. روش و روند انجام پژوهش

پیشینه غنی در زمینه مورد مطالعه ما وجود نداشت، بنابراین از روش آمیخته- اکتشافی، استفاده کردیم تا به شواهد بیشتری دست یابیم. ابتدا، با استفاده از روش کیفی به پرسش‌های پژوهش (۵) پرسش فرعی ذکرشده در بخش قبل و مهارت‌های کارآفرینی مورد نیاز) پاسخ خواهیم داد. سپس

با روش کمی، اولویت هر یک از مهارت‌های کارآفرینی مورد نیاز و راهکارهای برگرفته از مصاحبه‌ها را مشخص می‌کنیم. اولویت‌ها، به تصمیم‌گیری بر اساس مؤثرترین راهکارها کمک خواهد کرد.

#### ۵-۱. روند انجام پژوهش

در شکل ۲، روند انجام پژوهش آورده شده است.



شکل ۲. روند انجام پژوهش حاضر

۱. بررسی اجمالی و تفصیلی پیشینه: سپس، بر اساس متغیرهای به دست آمده از پیشینه، به مدل مفهومی شکل ۱ رسیدیم.

۲. طراحی پرسشنامه مصاحبه نیمه ساختاریافته: با توجه به مدل مفهومی شکل ۱، پرسشنامه‌ای به منظور مصاحبه با خبرگان طراحی کردیم.

۳. مصاحبه با خبرگان: با مصاحبه نیمه ساختاریافته با هشت استاد دانشکده عمران دانشگاه تهران و سه استاد دانشکده عمران دانشگاه خواجه نصیر، دیدگاه‌های خبرگان جمع‌آوری شد. هم‌زمان تحلیل داده‌های حاصل از مصاحبه نیز انجام شد.

۴. تحلیل داده‌های کیفی با تحلیل موضوعی و کدگذاری باز با استفاده از نرم‌افزار Maxqda: مدل مفهومی درباره راهکارهایی برای ارتقای محتوای آموزش کارشناسی عمران، با مهارت‌های کارآفرینی (و مهارت‌های مورد نیاز) استخراج شد.

۵. طراحی پرسشنامه کمی: بر اساس مدل مفهومی: پرسشنامه، شامل ۳۵ پرسش طیف لیکرت و ۲ پرسش ترتیبی درباره اولویت‌بندی مهارت‌های کارآفرینی و دروس تکمیلی مورد نیاز، به منظور تقویت مهارت‌های کارآفرینی است.

۶. جامعه و تعیین نمونه: برای توزیع پرسشنامه کمی جامعه آماری دانش‌آموختگان کارشناسی عمران شاغل در صنعت است. به روش نمونه‌گیری تصادفی ساده و با استفاده از فرمول کوکران، حجم نمونه را محاسبه کردیم (Sarmad et al., 2018):

$$n = \frac{(Z_{1-\frac{\alpha}{2}})^2 \times p(1-p)}{d^2}$$

که با در نظر گرفتن  $\alpha=0.10$ ، مقدار  $Z_{1-\frac{\alpha}{2}}=Z_{0.95}=1.64$  (از جدول طبیعی معیار) به دست آمد.  $p$  برآورد نسبت صفت متغیر است که در این پژوهش، حالت فرین، یعنی  $P=0.5$  را منظور کردیم. همچنین،  $d$  (میزان خطای برآورد) را در این پژوهش  $d=0.07$  را در نظر گرفته‌ایم. با جای‌گذاری این مقادیر در فرمول کوکران، مقدار حجم نمونه ۱۳۸ نفر به دست آمد.

۷. جمع‌آوری داده‌های کمی: پرسشنامه به صورت الکترونیکی بین مهندسان عمران شاغل توزیع و ۱۴۱ پاسخ جمع‌آوری شد. در این بین، یکی از پرسش‌های ترتیبی ۱۱۱ و دیگری ۱۰۹ پاسخ داشت. از بین ۱۴۱ نفر، سابقه کار متخصصان شامل "۲۴/۱۱ درصد بین ۱۰ تا ۱۴ سال"، "۲۲/۷۰ درصد بین ۱۵ تا ۲۰ سال"، "۲۰/۵۷ درصد بین ۲۱ تا ۳۰ سال"، "۱۱/۳۵ درصد بین ۶ تا ۹ سال"، "۱۰/۶۴ درصد بین ۳ تا ۵ سال"، "۶/۳۸ درصد بین ۳۲ تا ۴۰ سال" و "۴/۲۶ درصد بین ۱ تا ۲ سال" است.

۸. بررسی روایی و پایایی: در ۳۵ پرسش طیف لیکرت، پایایی پرسشنامه با آلفای کرونباخ، و با استفاده از نرم‌افزار SPSS مقدار  $0.92$  به دست آمد که نشان از پایایی ابزار اندازه‌گیری دارد. همچنین، روایی با تحلیل عاملی و نرم‌افزار SPSS بررسی شد. نتیجه نشان داد که عامل‌ها، تمام مؤلفه‌ها را اندازه‌گیری می‌کنند و روایی پرسشنامه مناسب است.

۹. بررسی توصیفی و تحلیلی داده‌های کمی: بعد از جمع‌آوری داده‌ها، با نرم‌افزار SPSS 28 داده‌ها را تحلیل کردیم. در این باره، بررسی توصیفی، آزمون فریدمن برای پرسش‌های طیفی و ترتیبی انجام شد. ۱۰. جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و پیشنهادها به "سیاست‌گذاران"، "استادان و کارآفرینان" و "دانشجویان".

## ۲-۵. نتایج دیدگاه‌های استادان

با استفاده از کدگذاری باز، داده‌ها تحلیل شد. با توجه به این که به مرحله اشباع داده رسیده بودیم، سرجمع ۱۱ مصاحبه قابل قبول منعکس شد. در مجموع ۲۲۴ کد به دست آمد که شامل ۹ مؤلفه اصلی و ۳۷ مؤلفه فرعی است که در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. مؤلفه‌های اصلی و فرعی برگرفته از مصاحبه‌ها؛ راهکارهای تقویت مهارت‌های کارآفرینی دانشجویان مهندسی عمران

| مؤلفه‌های اصلی      | مؤلفه‌های فرعی                                                                          | فراوانی |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| زیست‌بوم            | لزوم تقویت فرهنگ جست‌وجوگری و یادگیرنده‌محوری                                           | ۳       |
|                     | اهمیت علاقه و انگیزه دانشجویان در اخذ برنامه کهد (دروس مازاد و کارآفرینی)               | ۴       |
|                     | لزوم تقویت استادان در مهارت‌های یاددهی- یادگیری برای تلفیق مهارت‌های نرم با برنامه درسی | ۱۳      |
|                     | لزوم داشتن سابقه اجرایی یا کارآفرینی در استادان برای مهارت‌آموزی مؤثر                   | ۷       |
|                     | اهمیت وجود ذهنیت و روحیه کارآفرینی در همه استادان، مدیران و رؤسا                        | ۶       |
| آزمون‌ها و ارزشیابی | ارزیابی با پروژه‌های واقعی و مهارت‌محور در دروس                                         | ۶       |
|                     | الزام مهارت‌محور بودن دروس نظری و مهارتی (پرسش‌های تحلیلی، تفکر انتقادی و گروهی)        | ۸       |

| مؤلفه‌های اصلی                                      | مؤلفه‌های فرعی                                                                                             | فراوانی |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| ساختار                                              | لزوم به روزرسانی برنامه درسی                                                                               | ۹       |
|                                                     | برقراری توازن بین آموزش مباحث نظری و عملی و مهارت‌آموزی                                                    | ۷       |
|                                                     | تفکیک کارشناسی عمران به گرایش‌های مختلف                                                                    | ۹       |
|                                                     | اهمیت یادگیری نرم‌افزارها و توازن بین نرم‌افزارها و مباحث تئوری                                            | ۳       |
| مشوق‌ها                                             | مسابقات ایده، نوآوری و کارآفرینی با راهنمایی استادان، برگزاری کارگاه‌ها و معرفی دانشجویان به شتاب‌دهنده‌ها | ۹       |
|                                                     | مسابقه ایده‌های پس‌فردا                                                                                    | ۱       |
|                                                     | حمایت مالی و غیرمالی دولتی و خصوصی و دانشگاه از دانشجویان                                                  | ۸       |
|                                                     | ارائه مشاوره‌ها و دادن اطلاعات روان‌شناختی و شناخت انسان                                                   | ۳       |
| دروس عمومی/نظری                                     | درس اجباری آموزش کارآفرینی در برنامه درسی کارشناسی عمران                                                   | ۶       |
|                                                     | کاهش تعداد واحدهای عمومی                                                                                   | ۴       |
| دروس مهارتی و پروژه‌ها (طراحی سازه و راه‌سازی و...) | درس پروژه نوآورانه گروهی؛ از شناسایی مشکل، بیان مسئله و راه‌حل و... تا ارائه                               | ۱۰      |
|                                                     | همکاری شرکت‌ها برای تعریف موضوع پروژه‌ها                                                                   | ۲       |
|                                                     | افزایش تعداد واحد پروژه‌ها                                                                                 | ۳       |
|                                                     | مشکل تعداد زیاد پروژه‌ها                                                                                   | ۳       |
|                                                     | انجام پروژه‌ها در گروه‌های بین‌رشته‌ای                                                                     | ۲       |
| کارآموزی                                            | برگزاری نمایشگاه برای وصل کردن دانشجو و شرکت‌ها برای کارآموزی                                              | ۴       |
|                                                     | تقسیم کارآموزی بین ۴ سال                                                                                   | ۴       |
|                                                     | نظارت بیشتر بر کار دانشجو در کارآموزی (با بازدید، ارتباط با استاد، گزارش نویسی و جلسات جمع‌بندی)           | ۱۳      |
|                                                     | کارآموزی صوری است                                                                                          | ۱۰      |
| دروس تکمیلی و کهد (دروس کارآفرینی)                  | برگزاری دوره استارت‌آپ مستقل                                                                               | ۲       |
|                                                     | برگزاری کارگاه‌های مهارت‌محور و سمینارهای اجباری درباره کارآفرینی                                          | ۹       |
|                                                     | فناوری‌های نوین ساختمان                                                                                    | ۱       |
|                                                     | دروس مربوط به قوانین (کسب و کار، ثبت شرکت‌ها، قراردادها، بیمه و مالیات و...)                               | ۴       |
|                                                     | دروس مرتبط به فناوری‌های روز (هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و...)                                              | ۲       |
|                                                     | مبانی کارآفرینی (شناسایی ایده و فرصت، ساختار کسب و کار و بازاریابی و...)                                   | ۵       |
|                                                     | مدیریت کسب و کار                                                                                           | ۱       |
|                                                     | دروس معماری و شهرسازی و تأسیسات                                                                            | ۱       |
|                                                     | دروس تکمیلی پیشنهادی استادان                                                                               |         |

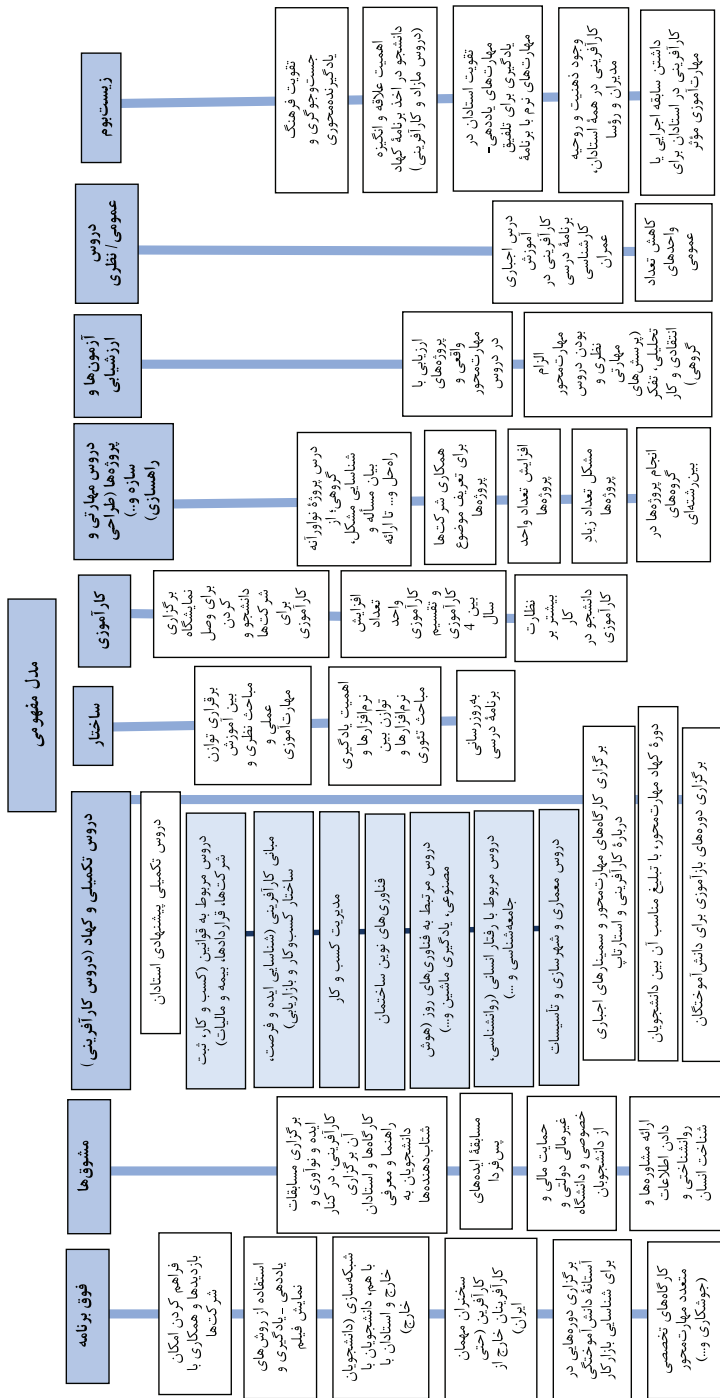


ادامه جدول ۲

| مؤلفه‌های اصلی | مؤلفه‌های فرعی                                                                   | فراوانی |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------|
|                | دوره‌های مرتبط با رفتار انسانی (روان‌شناسی مدیریت کسب و کار، جامعه‌شناسی و...)   | ۳       |
|                | دوره‌های مهارت محور، با تبلیغ مناسب آن بین دانشجویان                             | ۲       |
|                | مشکل سنگین‌تر شدن در کنار کهد و هزینه داشتن آن                                   | ۳       |
|                | لزوم تبلیغات برای کهد، به ویژه کهد کارآفرینی                                     | ۶       |
|                | برگزاری دوره‌های بازآموزی برای دانش‌آموختگان                                     | ۱       |
| فوق برنامه     | فراهم‌کردن امکان بازدیدها و همکاری‌های کوچک با شرکت‌ها                           | ۸       |
|                | استفاده از روش‌های یاددهی و یادگیری و نمایش فیلم و تمرین‌هایی با کارهای واقعی    | ۴       |
|                | شبکه‌سازی (دانشجویان با هم، دانشجویان با خارج و استادان با خارج)                 | ۳       |
|                | برگزاری جلسات سخنرانی کارآفرینان (حتی کارآفرینان خارج از ایران)                  | ۷       |
|                | برگزاری دوره‌هایی در آستانه دانش‌آموختگی برای شناسایی بازار کار                  | ۲       |
|                | برگزاری کارگاه‌های تخصصی متعدد مهارت‌محور (جوشکاری و...) در دانشگاه و دادن گواهی | ۳       |

از جمله مهارت‌های کارآفرینی مورد نیاز دانشجویان مهندسی عمران، از دیدگاه استادان، شامل موارد زیر است:

۱. دانش درباره مسائل حقوقی و قوانین ثبت شرکت‌ها، بیمه و مالیات و قراردادها
۲. مهارت‌های بین فردی (کار گروهی، برقراری ارتباطات شامل گفت‌وگو، مذاکره و فن بیان) و...
۳. مهارت بازاریابی سنتی و دیجیتال
۴. مدیریت منابع مالی
۵. مدیریت منابع انسانی
۶. مهارت‌های فردی (خطرپذیری، تاب‌آوری یا تحمل شکست یا ابهام، جست‌وجوگر بودن)
۷. توانایی نوشتن طرح کسب و کار
۸. اخلاق مهندسی
۹. خلاقیت و ایده‌پردازی کسب و کار
۱۰. راهبرد خروج از کسب و کار



شکل ۳. مدل مفهومی پژوهش حاضر با توجه به مصاحبه‌ها؛ درباره راکارهایی به‌منظور تقویت مهارت‌های کار آفرینی دانشجویان دانش‌سناسی عمران

۵-۳. جمع‌بندی داده‌های کیفی در این بخش، به تفصیل درباره ۹ مؤلفه برگرفته از مصاحبه‌ها؛ درباره راه‌کارهای تقویت مهارت‌های کارآفرینی دانشجویان مهندسی عمران، توضیح می‌دهیم.

۱. زیست‌بوم: در سند چشم‌انداز دانشگاه تهران در افق ۱۴۰۴، به روشنی ذکر شده است که در افق ۱۴۰۴، «دانشگاه تهران، دانشگاهی جامع، دارای جایگاه ممتاز در خلق علم و فناوری است که از نظر علمی، در سطح ملی و منطقه‌ای مرزشکن و تربیت‌کننده انسان‌هایی مؤمن، فرهیخته، آزاداندیش و کارآفرین است» (University of Tehran, 2011) در راستای رسیدن به این هدف، «زیست‌بوم» اهمیت بسیاری دارد.

- **مهارت‌های یاددهی-یادگیری استادان.** از جمله مؤلفه‌های مهم زیست‌بوم، استادان هستند. در کشور ما هنوز استادان، مهم‌ترین منبع یادگیری هستند. لذا، روش‌های یاددهی-یادگیری که استادان به کار می‌برند، نقش بسیاری در آموزش مهارت‌های نرم و کارآفرینی، مانند کار گروهی، تفکر انتقادی، تفکر تحلیلی، اخلاق مهندسی، تحمل ابهام و توانایی تعامل دارند. با این مقدمه، طبق نظر بیشتر استادان، لزوم تقویت مهارت‌های یاددهی-یادگیری استادان احساس می‌شود. استادان به روشنی بیان کردند که مشکل اصلی مهارت‌آموزی، استادان هستند و برگزاری کارگاه‌ها و حمایت فکری در این زمینه را ضروری می‌دانند.

- **مهارت‌های کارآفرینی و کار حرفه‌ای استادان.** داشتن سابقه اجرایی و کارآفرینی در استادان اهمیت بسیار دارد اما با کاستی‌هایی نیز همراه است. هنگام جمع‌آوری داده‌ها، جمعی از استادان اظهار داشتند که درباره کارآفرینی اطلاعی ندارند. استادان مورد مصاحبه نیز مشکل اصلی را این می‌دیدند که استادانی که کارآفرین نیستند، نمی‌توانند کارآفرین تربیت کنند.

- **ذهنیت و فرهنگ کارآفرینی زیست‌بوم.** وجود ذهنیت و روحیه کارآفرینی در همه استادان و مدیران برای یکپارچه‌سازی آموزش مهارت‌های کارآفرینی در کل دوره اهمیت بسیاری دارد. در استاندارد شماره ۳ برنامه درسی CDIO، اشاره شده است که اضافه کردن زمان و منابع بیشتر در برنامه درسی سنتی مهندسی دشوار است. از طرفی، اعضای هیئت علمی الگوهای نتایج یادگیری باارزشی هستند و باور آنها به اهمیت این مهارت‌ها، به گنجاندن اینها در برنامه درسی اهمیت بسیاری دارد (Crowley, et al., 2019). به عبارتی، در آموزش مهندسی، به عنوان یک نظام، ذهنیت کارآفرینی همه اعضا در یکپارچه‌سازی اهمیت دارد.

- **فرهنگ و انگیزه دانشجویان.** فرهنگ جست‌وجوگری و یادگیرنده‌محوری در بیشتر دانشجویان وجود ندارد و پیاده‌کردن بعضی روش‌های یاددهی-یادگیری نوین با دشواری‌هایی همراه است. از سوی دیگر، علاقه و انگیزه دانشجو در پیگیری دروس، کهد و به طور کلی کارآفرینی کم است و بسیاری از آنها به فکر مهاجرت و دچار بی‌انگیزگی هستند.

۲. عمومی و نظری: بهتر است تعداد واحدهای عمومی کمتر شوند و با دروس مورد نیازتر جایگزین شوند.

به این ترتیب، مشکل فشرده بودن برنامه نیز حل می‌شود و می‌توان درسی اجباری با موضوع کارآفرینی در برنامه درسی گنجاند.

۳. **آزمون‌ها و ارزشیابی:** استفاده از قابلیت‌های ارزیابی. استفاده از تمرین‌ها و سؤالات امتحانی که تفکر انتقادی، تحلیلی، کار گروهی و... را ارتقا می‌دهند، استفاده از تمرین‌ها و پروژه‌های واقعی و مهارت‌محور، باعث ارتقای مهارت‌های کارآفرینی می‌شود. البته این نیز وابسته به مهارت‌های یاددهی-یادگیری و مهارت کار حرفه‌ای استادان، به منظور اتصال مباحث نظری به کارهای واقعی است. به طور کلی، بیشتر استادان (۸ نفر)، استفاده از قابلیت روش‌های یاددهی-یادگیری و ارزیابی را تا حدودی اثرگذار می‌دانستند اما راهکار اصلی را تغییر ساختار برنامه درسی یا استخدام استادان، بی‌انگیزگی جامعه و موارد دیگر می‌دانستند.

- **راهکار کم‌هزینه‌تر (فراهم کردن بستر تغییر).** کم‌هزینه‌تر بودن و قابل دستیابی‌تر بودن فراهم کردن یک بستر برای ایجاد تغییرهای بزرگ‌تر، در مقابل تغییر در ساختار، لزوم توجه به این مورد را دوچندان می‌کند. برگزاری کارگاه‌های مهارت‌های کارآفرینی، مهارت‌های یاددهی-یادگیری، تغییر ملاک‌های استخدام استادان (امتیاز دادن به سابقه کار حرفه‌ای و کارآفرینی) و تغییر روند امتیاز ارتقای استادان (از پژوهش به آموزش)، از راهکارهای ایجاد بستری برای تغییرهای بزرگ‌تر هستند.

۴. **مهارتی و پروژه:** کم بودن تعداد واحد پروژه‌ها و تعدد آنها و انجام آن در گروه بین‌رشته‌ای. تعدد پروژه‌ها و یک واحدی بودن آنها باعث می‌شود جایگاه لازم را نداشته باشند. از دید برخی بهتر است پروژه‌ها، کل سال آخر را پر کنند و شرکت‌ها در تعریف موضوعات مشارکت کنند. از طرفی، کار بین‌رشته‌ای روی پروژه‌ها، به شرط افزایش تعداد واحدها می‌تواند مفید باشد.

- **درس پروژه نوآورانه.** از دیگر موارد، تعریف درس پروژه نوآورانه گروهی است. به عبارتی، موضوعی نوآورانه از طرف استادان یا خود دانشجویان مطرح شود و همراه با تدریس و با همراهی و کمک استاد (حتی کمک دستیاری از دوره دکتری)، دانشجویان به صورت گروهی، روی پروژه‌ها کار کنند و از مرحله شناسایی مشکل، بیان مسئله، راه حل تا ارائه پروژه، آن را پیش ببرند.

- **تعریف موضوع واقعی برای پروژه‌ها (با کمک صنعت).** بهتر است به منظور استفاده بهینه از قابلیت‌های دروس پروژه، پروژه‌ها بخشی از یک پروژه واقعی باشد. از طرفی، برای خارج کردن پروژه‌ها از یک کار معمول، کاهش تقلب و آشنایی دانشجویان با آخرین محصولات جدید و نوآوری‌ها، الزام استفاده از یک محصول نوآورانه در پروژه‌ها پیشنهاد می‌شود.

۵. **کارآموزی:** نظارت بر کارآموزی دانشجویان. با توجه به این که کارآموزی قابلیت‌های بسیاری در تقویت مهارت‌های کارآفرینی دارد، در عمل، بیشتر کارآموزی‌ها کارایی لازم را ندارند. راهکارهای افزایش کارایی آن، عبارتند از «نظارت بیشتر بر کار دانشجو با بازدید مستمر استادان»، «ارتباط مستمر دانشجویان با استاد»، «جدی گرفتن گزارش نویسی» و «برگزاری جلسات جمع‌بندی». اما کارآموزی یک واحد است

و یک تابستان برای آن کافی نیست. بهتر است با کم کردن واحدهای عمومی و انجام کارآموزی در طول ۴ سال و افزایش تعداد واحدهای آن، از قابلیت‌های این واحد درسی استفاده شود.

- **برگزاری نمایشگاه برای کارآموزی.** از دیگر اقدامات برای مؤثرتر کردن کارآموزی و جلوگیری از تقلب در آن، برگزاری نمایشگاه برای پیوند دانشجوی و شرکت‌ها برای کارآموزی است. موظف کردن شرکت‌ها برای پذیرش کارآموز، اطلاع‌رسانی نمایشگاه‌هایی که برگزار می‌شود و تسهیل شرکت دانشجویان در آنها می‌تواند از این امر حمایت کند.

۶. **ساختار:** به‌روزرسانی برنامه درسی. طبق نظر استادان، برنامه درسی نیازمند به‌روزرسانی است تا حجم درس‌ها کم شوند و برنامه با مهارت‌های کارآفرینی و دروسی که مورد نیاز مهندس قرن ۲۱ است، تقویت شود.

- **توازن بین مباحث نظری و مهارتی.** برقراری توازن بین آموزش مباحث نظری و عملی، مهارت‌آموزی و یادگیری نرم‌افزارها (به عنوان الزامات کار در صنعت) اهمیت بسیار دارد. سهم مهارت‌آموزی در برنامه کم است و سهم بیشتر را مباحث نظری دارند.

- **تفکیک دوره کارشناسی به گرایش‌های جدا.** از دیگر مواردی که بعضی استادان به آن باور داشتند، تفکیک کارشناسی عمران به گرایش‌های مختلف، به منظور کم کردن حجم دروس و عدم لزوم دارا بودن تخصص در همه دروس است. قرار دادن تعدادی دروس اصلی که دانشجویان آشنایی کلی با مهندسی عمران پیدا کنند و بعد دروس دسته‌بندی شده در گرایش‌های جدا را انتخاب کنند، پیشنهاد این استادان بود. البته بعضی دیگر شرایط حال حاضر را مناسب‌تر می‌دیدند.

۷. **دروس تکمیلی و کهاد:** دوره کهاد کارآفرینی، دوره کهاد در صورتی مؤثر خواهد بود، که مهارت‌محور باشد. از مواردی که مانع از استقبال دانشجویان از آن می‌شود، لزوم پرداخت هزینه و سنگین شدن حجم دروس اصلی در کنار کهاد است. از طرفی، بیشتر استادان و دانشجویان، از دوره کهاد کارآفرینی اطلاع نداشتند و تبلیغات در این باره لازم است. همچنین، استادان دروسی را که در جدول ۲ بخش «دروس تکمیلی پیشنهادی استادان» ذکر شده است، به عنوان دروس تکمیلی پیشنهاد کردند.

- **برگزاری کارگاه‌ها و سمینارهای مهارت‌محور درباره کارآفرینی.** برگزاری کارگاه‌ها و سمینارها در صورتی می‌تواند مفید باشد که سخنران، یک کارآفرین باشد. همچنین، موارد مورد بحث، رئوس مطالب، هدف جلسه و به طور کلی طرح درس برای او مشخص شود تا جلسه در راستای هدف درس باشد. آشنایی دانشجویان با ذهنیت و عملکرد کارآفرینان در شرایط مبهم و پیچیده، نحوه شناسایی فرصت‌ها، روش‌های توسعه کسب و کار؛ از مواردی هستند که می‌توان در سخنرانی‌ها گنجاند.

۸. **مشوق‌ها:** برگزاری مسابقات کارآفرینی، ایده و نوآوری. برگزاری مسابقات نوآوری و کارآفرینی، دانشجویان را به کارآفرینی تشویق خواهد کرد. مواردی می‌تواند به مؤثرتر شدن مسابقات کمک کند، از جمله «برگزاری کارگاه‌هایی در کنار مسابقات»، «حضور استادان راهنما در کنار شرکت‌کنندگان»، «معرفی

- دانشجویان به شتاب دهنده‌ها» و «حمایت مالی یا امکاناتی از دانشجویان».
- **حمایت‌های مالی و امکاناتی.** حمایت مالی و غیرمالی دولتی، خصوصی و دانشگاه از دانشجویان به ایجاد انگیزه برای کارآفرینی مفید خواهد بود. البته این امر، مستلزم آن است که ذهنیت کارآفرینی در دانشجویان شکل گرفته باشد.
  - **ارائه مشاوره روان‌شناختی به دانشجویان.** از دیگر مشوق‌ها، مشاوره‌ها و دادن اطلاعات روان‌شناختی، خودشناسی و بهداشت روان به دانشجویان است. با توجه به این که توانایی ارتباط با افراد، گفت‌وگو و مذاکرات از مهارت‌های مهم است، شناخت خود و شناخت افراد اهمیت دارد. از طرفی، برخی از دانشجویان انگیزه خود را از دست داده‌اند و نیاز به مشاوره در این زمینه‌ها دارند.
  - ۹. **فوق‌برنامه:** بازدیدها و شبکه‌سازی. فراهم کردن امکان بازدیدها و همکاری‌های کوچک با شرکت‌ها، به تقویت مهارت‌های کارآفرینی دانشجویان کمک خواهد کرد. از طرفی، شبکه‌سازی (ارتباط استادان و دانشجویان با صنعت، فعالیت دانشجویان در انجمن‌های دانشجویی)، نیز چنین فعالیت‌هایی را تسهیل می‌کند.
  - **برگزاری کارگاه‌های تخصصی.** برگزاری کارگاه‌های تخصصی می‌تواند خلأ برنامه درسی در ایجاد مهارت‌های کار حرفه‌ای را پر کند. از طرفی، دادن گواهی به شرکت‌کنندگان در این کارگاه‌های مهارت‌محور، می‌تواند آنها را به اخذ کارگاه‌ها ترغیب کند.
  - **نمایش فیلم و استفاده از تجربیات واقعی.** فعالیت‌های فوق‌برنامه‌ای که در سطح کلاس درس قابل اجراست، استفاده از روش‌های متنوع یاددهی-یادگیری، مانند نمایش فیلم و انجام تمرین‌هایی با تجربیات واقعی است. با این فعالیت‌ها، کلاس‌های درس جذاب‌تر، یادگیری دانشجویان عمیق‌تر و انگیزه آنان افزایش می‌یابد.

#### ۴-۵. نتایج داده‌های کمی

##### ۴-۵-۱. آزمون فریدمن (پرسش‌های طیف لیکرت)

در این بخش، پرسش‌های طیف لیکرت، به ترتیب اهمیت از نظر مخاطبان بیان خواهد شد. رای این منظور، با فرض تصادفی بودن نمونه‌گیری، از آزمون فریدمن استفاده می‌کنیم. در آزمون فریدمن، داده‌ها عبارت‌ند از  $b$  متغیر تصادفی  $k$  متغیره دویه دو مستقل  $(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ik})$  که  $b$  بلوک نامیده می‌شوند،  $i=1, \dots, b$  متغیر تصادفی  $x_{ij}$  در بلوک  $i$  است و متناظر با تیمار  $j$  است که به صورت یک ماتریس مرتب می‌کنیم (Kanover, 2019). در پژوهش حاضر، ماتریسی شامل ۱۴۱ متغیر تصادفی (مهندسان عمران شاغل) و ۳۵ متغیره دویه دو مستقل (پرسش‌های طیف لیکرت) داریم. بنابراین،  $b=141$  و  $k=35$ . داده‌ها با اختصاص کدهای عددی رتبه‌بندی شدند (خیلی کم=۱، کم=۲، متوسط=۳، زیاد=۴، خیلی زیاد=۵).

فرضیه‌های زیر را آزمون کنیم (Kanover, 2019):

$$\begin{cases} H_0: R_1 = R_2 = \dots = R_{35} \\ H_1: R_i \neq R_j \quad \exists i \neq j \end{cases}$$

که در آن:

• میانگین رتبه‌ها، در دسته‌های مختلف گروه‌ها  $R_1, R_2, \dots, R_{35}$

• آماره آزمون:  $A_2 = \sum_{i=1}^{141} \sum_{j=1}^{35} [R(x_{ij})]^2$

• رتبه‌های درون بلوک‌ها:  $R(x_{ij})$

آزمون فریدمن، با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۲۸ انجام شد که سطح خطای آزمون را نیز  $\alpha=0.05$  اختیار کردیم. طبق نتایج آزمون،  $P$ -مقدار کمتر از  $0.05$  است و فرضیه برابری میانگین رتبه‌ای پاسخ‌های افراد، پذیرفته نشده است و حداقل یک تفاوت در آنها وجود دارد. در ادامه، در جدول ۳ میانگین رتبه‌ها و چارک‌ها قید شده‌اند و به ترتیب اولویت، بر اساس آزمون فریدمن آورده شده‌اند. گفتنی است که در حالت وجود هم‌رتبه از متوسط رتبه‌ها استفاده می‌کنیم (Kanover, 2019).

جدول ۳. نتایج آزمون فریدمن در پرسش‌های طیف لیکرت

| شماره پرسش | میانگین رتبه‌ها | مؤلفه‌ها (به ترتیب اولویت)                                                                                                                       | چارک اول | چارک دوم | چارک سوم |
|------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|
| $Q_{11}$   | ۲۲/۵۶           | بازدید از کارگاه‌ها به عنوان فعالیت‌های فوق برنامه                                                                                               | ۴        | ۵        | ۵        |
| $Q_{24}$   | ۲۳/۱۳           | به‌روزرسانی دروس کارشناسی مهندسی عمران                                                                                                           | ۴        | ۵        | ۵        |
| $Q_3$      | ۲۱/۴۰           | بزرگاری نمایشگاه در دانشگاه برای ارتباط دانشجو و شرکت‌ها برای کارآموزی                                                                           | ۴        | ۴        | ۵        |
| $Q_{28}$   | ۲۱/۰۱           | حمایت دولت و نهادهای خارج از دانشگاه از طرح‌های نوآورانه دانشجویان                                                                               | ۴        | ۵        | ۵        |
| $Q_{29}$   | ۲۱/۰۱           | روش‌های یاددهی-یادگیری مناسب و جذاب، استفاده از فیلم‌های پروژه‌های واقعی                                                                         | ۴        | ۴        | ۵        |
| $Q_{31}$   | ۲۰/۸۴           | برقراری توازن بین مطالب نظری و یاددهی نرم‌افزارها در دروس طراحی سازه                                                                             | ۴        | ۴        | ۵        |
| $Q_{12}$   | ۲۰/۸۱           | ارتباط استادان با کارآفرینان                                                                                                                     | ۴        | ۴        | ۵        |
| $Q_4$      | ۲۰/۶۱           | نقش‌آفرینی استادان به عنوان کارآفرین و مهندس حرفه‌ای                                                                                             | ۴        | ۴        | ۵        |
| $Q_8$      | ۲۰/۵۷           | کار گروهی در دانشگاه                                                                                                                             | ۴        | ۴        | ۵        |
| $Q_{17}$   | ۲۰/۳۶           | فراهم کردن همکاری‌های کوچک با صنعت                                                                                                               | ۴        | ۴        | ۵        |
| $Q_{16}$   | ۲۰/۱۷           | بزرگاری دوره‌هایی برای شناسایی بازار کار، در خلال دوره کارشناسی                                                                                  | ۴        | ۴        | ۵        |
| $Q_{27}$   | ۱۹/۹۵           | کارآموزی با یک کارآفرین یا یک مشاور کارآفرین                                                                                                     | ۴        | ۴        | ۵        |
| $Q_2$      | ۱۹/۶۹           | پروژه گروهی نوآورانه (درس ۳ واحدی) که دانشجویان نوآوری در صنعت ساخت و ساز ایجاد کنند و با راهنمایی یک استاد، ایده خود را تا مرحله عرضه پیش ببرند | ۴        | ۴        | ۵        |
| $Q_{15}$   | ۱۹/۵۳           | انجام پروژه‌های کارشناسی عمران، در گروه‌های بین‌رشته‌ای و با پروژه‌های واقعی                                                                     | ۳        | ۴        | ۵        |
| $Q_{23}$   | ۱۹/۵۱           | بزرگاری کارگاه‌های کوتاه‌مدت عملی مانند جوشکاری                                                                                                  | ۴        | ۴        | ۵        |

ادامه جدول ۳

|   |   |   |                                                                                                              |       |                 |
|---|---|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------|
| ۵ | ۴ | ۳ | ایجاد انگیزه و امید                                                                                          | ۱۹/۳۷ | Q <sub>13</sub> |
| ۵ | ۴ | ۴ | ایجاد روحیه کنش‌گری و پژوهشگری در دانشجویان                                                                  | ۱۹/۰۱ | Q <sub>7</sub>  |
| ۵ | ۴ | ۴ | برگزاری دوره‌های بازآموزی در دانشگاه                                                                         | ۱۸/۹۰ | Q <sub>25</sub> |
| ۵ | ۴ | ۴ | وجود ذهنیت و روحیه کارآفرینی در استادان، مدیران و رؤسا                                                       | ۱۸/۶۲ | Q <sub>22</sub> |
| ۵ | ۴ | ۳ | درس «آشنایی با کارآفرینی» (شامل آشنایی دانش‌آموختگان عمران با کارآفرینی، زندگی کارآفرینان و ذهنیت کارآفرینی) | ۱۸/۳۸ | Q <sub>1</sub>  |
| ۵ | ۴ | ۳ | بازدیدهای استادان و بررسی‌های حضوری آنها را در مفیدتر بودن دوره کارآموزی                                     | ۱۸/۰۱ | Q <sub>26</sub> |
| ۵ | ۴ | ۳ | تعمیم دوره کارآموزی به بیش از یک تابستان                                                                     | ۱۷/۵۰ | Q <sub>9</sub>  |
| ۵ | ۴ | ۳ | فعالیت در انجمن‌های تخصصی و دانشجویی                                                                         | ۱۷/۰۶ | Q <sub>30</sub> |
| ۵ | ۴ | ۳ | حضور کارآفرین مهمان در کلاس‌ها                                                                               | ۱۶/۶۹ | Q <sub>35</sub> |
| ۴ | ۴ | ۳ | برگزاری مسابقات ایده‌های کسب و کار آینده                                                                     | ۱۶/۰۹ | Q <sub>32</sub> |
| ۴ | ۴ | ۳ | آشنایی با مفاهیم و رویکردهای استارت‌آپی                                                                      | ۱۶/۰۹ | Q <sub>10</sub> |
| ۴ | ۴ | ۳ | برگزاری مسابقات کارآفرینی با همراهی استادان و حمایت‌های جمعی دانشگاه (کارگاه‌ها)                             | ۱۵/۷۳ | Q <sub>6</sub>  |
| ۴ | ۴ | ۳ | گذراندن دروس حسابداری و مدیریت                                                                               | ۱۵/۲۹ | Q <sub>19</sub> |
| ۴ | ۴ | ۳ | آگاهی بخشی عمومی در جامعه درباره کارآفرینی و استارت‌آپ‌ها                                                    | ۱۵/۱۸ | Q <sub>33</sub> |
| ۴ | ۴ | ۳ | کمک شرکت‌ها به کارآموزان و اجبار آنها به کمک                                                                 | ۱۵/۱۰ | Q <sub>34</sub> |
| ۴ | ۴ | ۳ | توجه بیشتر به نیروی انسانی نسبت به مسائل فنی، در گزارش نویسی کارآموزی                                        | ۱۳/۱۳ | Q <sub>21</sub> |
| ۴ | ۴ | ۳ | گذراندن درس‌هایی مانند روان‌شناسی و جامعه‌شناسی                                                              | ۱۲/۹۳ | Q <sub>20</sub> |
| ۴ | ۴ | ۳ | گذراندن دروس کارآفرینی (با پرداخت شهریه) مازاد بر برنامه اصلی                                                | ۱۲/۱۵ | Q <sub>5</sub>  |
| ۴ | ۳ | ۲ | جداسازی گرایشی دانشجویان (گرایش سازه، خاک، آب و...) در مقطع کارشناسی                                         | ۱۱/۵۱ | Q <sub>18</sub> |
| ۴ | ۳ | ۲ | نحوه ارزیابی (امتحان، پروژه و...) استادان در دروس                                                            | ۱۱/۱۲ | Q <sub>14</sub> |

با توجه به جدول ۳، راهکارها (پرسش‌های طیف لیکرت)، به ترتیب اولویت متخصصان از بالای جدول مشخص شده‌اند.

#### ۵-۴-۲. آزمون فریدمن (پرسش‌های ترتیبی)

در این بخش می‌خواهیم اولویت دو پرسش ترتیبی ۳۶ و ۳۷ جدول ۴ را با آزمون فریدمن مشخص کنیم. در پرسش ۳۶، ماتریسی شامل ۱۱۱ متغیر تصادفی (مهندسان عمران شاغل) ۱۰ متغیره (گزاره‌های پرسش ۳۶) دوبه‌دو مستقل داریم (یعنی  $b=111$  و  $k=10$ ). در پرسش ۳۷، ماتریسی شامل ۱۰۹ متغیر



تصادفی (مهندسان عمران شاغل) ۸ متغیره (گزاره‌های پرسش ۳۷) متغیره دویه‌دو مستقل داریم (b=۱۰۹ و k=۸). می‌خواهیم فرضیه‌های (۱) را در سطح  $\alpha=۰.۰۵$  آزمون کنیم.

در هر دو پرسش با توجه به نتایج آزمون فریدمن که با استفاده از نرم‌افزار SPSS 28 انجام شد، مقدار کمتر از ۰/۰۵ به دست آمد و فرضیه برابری میانگین رتبه‌ای پاسخ‌های افراد در متغیرهای مستقل، در سطح معناداری ۵٪، پذیرفته نشد، و حداقل یک تفاوت در آنها وجود دارد. در ادامه، در جدول ۴، میانگین رتبه‌ای و چارک‌ها قید شده‌اند و به ترتیب اولویت، آورده شده‌اند.

جدول ۴. نتایج آزمون فریدمن در گزاره‌های پرسش درباره مهارت‌های کارآفرینی مورد نیاز (پرسش ۳۶) و دروس مورد نیاز (پرسش ۳۷)

| ویژگی‌ها (به ترتیب اولویت)                                                                     | میانگین رتبه‌ها | میانگین | انحراف معیار | چارک اول | چارک دوم | چارک سوم |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------|--------------|----------|----------|----------|
| نتایج آزمون فریدمن در گزاره‌های پرسش درباره مهارت‌های کارآفرینی مورد نیاز (پرسش ۳۶)            |                 |         |              |          |          |          |
| دانش درباره مسائل حقوقی، بیمه و مالیات و قراردادهای                                            | ۳/۰۷            | ۳/۰۲    | ۲/۵          | ۱        | ۲        | ۵        |
| مهارت‌های بین فردی (کارگروهی، برقراری ارتباطات و...)                                           | ۳/۲۰            | ۳/۱۷    | ۱/۹۹         | ۲        | ۲        | ۴        |
| توانایی نوشتن طرح کسب و کار                                                                    | ۴/۴۵            | ۴/۴۶    | ۲/۰۲         | ۳        | ۴        | ۶        |
| اخلاق مهندسی                                                                                   | ۴/۸۲            | ۴/۸۶    | ۲/۵۸         | ۳        | ۴        | ۶        |
| مدیریت منابع مالی                                                                              | ۵               | ۵/۰۵    | ۱/۸۸         | ۴        | ۵        | ۶        |
| مدیریت منابع انسانی                                                                            | ۶/۰۹            | ۶/۱۷    | ۱/۶۳         | ۵        | ۶        | ۷        |
| مهارت‌های فردی (تفکر یا اندیشه ورزی، خطرپذیری، تاب‌آوری یا تحمل شکست یا ابهام، جست‌وجوگر بودن) | ۶/۱۴            | ۶/۲۳    | ۳/۷۰         | ۳        | ۷        | ۱۰       |
| خلاقیت و ایده‌پردازی کسب و کار                                                                 | ۶/۲۵            | ۶/۳۰    | ۲/۷۱         | ۴        | ۸        | ۸        |
| مهارت بازاریابی سنتی و دیجیتال                                                                 | ۶/۹۲            | ۶/۹۴    | ۱/۶۶         | ۶        | ۷        | ۸        |
| راهبرد خروج از کسب و کار                                                                       | ۹/۰۴            | ۹/۰۳    | ۱/۵۲         | ۹        | ۹        | ۱۰       |
| نتایج آزمون فریدمن در گزاره‌های پرسش درباره دروس مورد نیاز (پرسش ۳۷)                           |                 |         |              |          |          |          |
| فناوری‌های نوین ساختمان                                                                        | ۳/۰۹            | ۳/۱۰    | ۱/۸۴         | ۲        | ۳        | ۴        |
| دروس مربوط به قوانین (کسب و کار، ثبت شرکت‌ها، قراردادهای و...)                                 | ۳/۱۸            | ۳/۱۹    | ۲/۰۶         | ۱        | ۳        | ۵        |
| دروس مرتبط با فناوری‌ها (هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و...)                                       | ۳/۶۵            | ۳/۶۷    | ۱/۸۲         | ۲        | ۳        | ۵        |
| پروژه‌ها (سازه فولادی، سازه بتنی، راه‌سازی و...)                                               | ۴/۶۶            | ۴/۶۷    | ۲/۲۲         | ۳        | ۵        | ۷        |
| مبانی کارآفرینی (شناسایی فرصت و بازاریابی و...)                                                | ۴/۷۹            | ۴/۷۹    | ۲/۰۷         | ۳        | ۶        | ۶        |
| مدیریت کسب‌وکار                                                                                | ۵/۰۲            | ۵/۰۴    | ۲/۰۸         | ۳        | ۵        | ۷        |
| دروس معماری و شهرسازی و تأسیسات                                                                | ۵/۳۵            | ۵/۳۶    | ۲/۰۲         | ۴        | ۶        | ۷        |
| دروس مرتبط با رفتار انسانی (روان‌شناسی، جامعه‌شناسی و...)                                      | ۶/۲۶            | ۶/۲۷    | ۲/۲۷         | ۴        | ۸        | ۸        |

چون داده‌ها اولویت‌های هر فرد هستند، میانگین رتبه‌ای پایین، نشان دهنده اولویت بالای گزاره است. با توجه به جدول ۴ مهارت‌ها و دروس مورد نیاز دانش‌آموختگان عمران برای تقویت مهارت‌های کارآفرینی، طبق نظر مهندسان شاغل در صنعت به ترتیب اولویت، از بالای جدول ۴ آورده شده است. البته، دروس مورد نیاز توسط استادان پیشنهاد شده است اما به دلیل اهمیت پروژه‌ها (سازه فولادی، سازه بتنی، راه‌سازی و...)، به صورت یک گزاره در این پرسش آورده شده است.

## ۶. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش، ۹ مؤلفه اصلی و زیرمؤلفه‌های آن از نظر خبرگان، در ارتقای محتوای آموزش کارشناسی مهندسی عمران، در شکل ۳ به صورت مدل آورده شده است. در واقع، مؤلفه‌ها و زیرمؤلفه‌ها، راهکارهایی به منظور ارتقای محتوای آموزش کارشناسی عمران هستند که براساس آنها ۳۵ پرسش طیف لیکرت طرح شد و متخصصان (مهندسان عمران شاغل) میزان اهمیت هر یک را مشخص کرده‌اند. سپس، این ۳۵ راهکار با استفاده از آزمون فریدمن، به ترتیب اولویت، در جدول ۳ مرتب شدند. در این بخش، پیشنهادهایی را برای سه دسته "سیاست‌گذاران"، "استادان و کارآفرینان" و "دانشجویان"، به ترتیب ۲۰ اولویت آزمون فریدمن در پرسش‌های طیف لیکرت ارائه می‌دهیم. پیش از ارائه پیشنهادات، مهارت‌های کارآفرینی مورد نیاز دانشجویان مهندسی عمران، به ترتیب اولویت شامل موارد زیر است و لازم است برای هر اقدامی، آنها را در نظر گرفت:

۱. دانش درباره مسائل حقوقی و قوانین ثبت شرکت‌ها، بیمه و مالیات و قراردادهای
۲. مهارت‌های بین‌فردی (کار گروهی، برقراری ارتباطات (گفت‌وگو، مذاکره و فن بیان) و...)
۳. توانایی نوشتن طرح کسب و کار
۴. اخلاق مهندسی
۵. مدیریت منابع مالی
۶. مدیریت منابع انسانی
۷. مهارت‌های فردی (تفکر یا اندیشه‌ورزی، خطرپذیری، تاب‌آوری یا تحمل شکست یا ابهام، جست‌وجوگر بودن)
۸. خلاقیت و ایده‌پردازی کسب و کار
۹. مهارت بازاریابی سنتی و دیجیتال
۱۰. راهبرد خروج از کسب و کار

این نتایج با پژوهش (Entika et al., 2017) در مهارت‌های بین‌فردی، مدیریت مالی، مهارت تصمیم‌گیری، خطرپذیری و تفکر خلاق هم‌سو است. البته توانایی نوشتن طرح کسب و کار، خود شامل بسیاری از مهارت‌ها است.

۶-۱. پیشنهادهایی برای سیاست‌گذاران

- بازدید از کارگاه‌ها در چارچوب فعالیت‌های فوق برنامه در طول دوره، لازم است این بازدیدها در طول دوره تداوم داشته باشند و هدفمند (متناسب با هر درس و مهارت‌های لازم) و با برنامه‌ریزی باشند.
- به‌روزرسانی برنامه درسی با نیازهای روز مهندسان عمران از جمله مهارت‌های کارآفرینی، طبق نتایج آزمون فریدمن، دروس مورد نیاز برای پرورش مهارت‌های کارآفرینی، به ترتیب شامل موارد زیر است (پروژه‌ها وجود دارند و لازم است کاراثر شوند):

۱. فناوری‌های نوین ساختمان

۲. دروس مربوط به قوانین (کسب و کار، ثبت شرکت‌ها، قراردادهای بیمه و مالیات و...)

۳. دروس مرتبط به فناوری‌های روز (هوش مصنوعی، یادگیری ماشین و...)

۴. پروژه‌ها (سازه فولادی، سازه بتنی و...)

۵. مبانی کارآفرینی (شناسایی ایده و فرصت، ساختار کسب و کار و بازاریابی و...)

۶. مدیریت کسب و کار

۷. دروس معماری و شهرسازی و تأسیسات

۸. دروس مرتبط با رفتار انسانی (روان‌شناسی مدیریت کسب و کار، جامعه‌شناسی و...)

- برگزاری نمایشگاه در دانشگاه برای ارتباط دانشجوی و شرکت‌ها برای کارآموزی، به منظور کاراثر و اثربخش‌تر کردن آن، موضوع اهمیت کارآموزی در کارآفرینی در پژوهش (Sudharson et al., 2013) نیز اشاره شده است.

- حمایت دولتی و غیردولتی از طرح‌های نوآورانه دانشجویان، این حمایت‌ها می‌تواند شامل حمایت مالی، در اختیار قرار دادن مکان و یا نیروی انسانی متخصص (مانند حسابدار) باشد. با توجه به تعریف پذیرفته شده از کارآفرینی (Kuratko et al., 2016)، ایجاد و اجرای ایده‌ها نیازمند انرژی و اشتیاق است و چنین حمایت‌هایی می‌تواند اشتیاق ایجاد کند.

- برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌هایی برای استادان مهندسی، به منظور ارتقای مهارت‌های یاددهی-یادگیری، کار با فناوری‌های آموزشی و آموزش الکترونیکی، اهمیت یادگیری مبتنی بر پروژه، کار گروهی و روش‌های یادگیری فعال برای ادغام مهارت‌های کارآفرینی و آموزش مهندسی در پژوهش‌های (Tarhan, 2021; Rae & Melton, 2017; Min et al., 2018) نیز به اثبات رسیده است.

- بازنگری در ساختار امتیاز ارتقای استادان، شایان ذکر است که ساختار فعلی آیین‌نامه ارتقا، باعث شده است که استادان، بیشتر به پژوهش بپردازند تا آموزش و افزایش کیفیت آن.

- برقراری توازن بین مطالب نظری و عملی و آموزش نرم‌افزارهای طراحی، به عنوان ابزارهای مهم کار، خلأ در مهارت‌آموزی در پژوهش‌های (Asadian et al., 2019; Samadi et al., 2021; Yazdani et al., 2022) نیز به اثبات رسیده است.

- وجود ساختاری برای استخدام استادان دارای سابقه کارآفرینی و یا حداقل مهندس حرفه‌ای، نیاز است که استادان خود، کارآفرین باشند و یا حداقل در درس خود سابقه اجرایی داشته باشند تا بتوانند از مثال‌ها و پروژه‌های واقعی استفاده کنند.
- ارتباط مستمر دانشگاه و صنعت و فراهم کردن همکاری‌های کوچک با صنعت (شبکه‌سازی)، می‌توان گفت شبکه‌سازی در اولویت است و اهمیت آن در پژوهش‌های (Min et al., 2018; Anastasiu et al., 2017) نیز تأکید شده است.
- برگزاری دوره‌هایی به منظور شناسایی بازار کار در خلال دوره کارشناسی و برگزاری کارگاه‌های کارآفرینی (با سخنرانی یک کارآفرین)، لازم است کارگاه‌ها مهارت‌محور و دارای طرح درس مناسب باشد و یک گروه طراحی بین‌رشته‌ای آنها را طراحی کنند.
- تلاش دانشگاه برای اتصال دانشجویان عمران به کارآفرینان برای کارآموزی، همچنین، پژوهش (Min et al., 2018) به استفاده از کارآفرینان و دانش‌آموختگان برجسته و مدرسان به عنوان مدرس پاره‌وقت اشاره کرده است.
- طراحی و اجرای درس "پروژه نوآورانه‌ای" که دانشجویان به صورت گروهی در مقطع کارشناسی عمران داشته باشند و بتوانند در صنعت ساخت‌وساز نوآوری ایجاد کنند، در این درس، دانشجویان با راهنمایی یک استاد، ایده خود را تا مرحله عرضه پیش ببرند و دانشگاه می‌تواند دانشجویان با ایده‌های برتر را به شتاب‌دهنده‌ها معرفی کند یا از آنها حمایت مالی و امکاناتی کند. پیشنهاد می‌شود یکی از اصلی‌ترین دستاوردهای یادگیری این درس، "توانایی نوشتن طرح کسب و کار" باشد. به این دلیل که یک مهارت کلیدی کارآفرینی است و خود، شامل بسیاری از مهارت‌های اصلی کارآفرینی است. چنین ایده‌ای در برخی دانشگاه‌ها، مانند دانشگاه ایالتی آریزونا (Wang, 2017) نیز انجام می‌شد.
- فراهم کردن بستری برای انجام پروژه‌های کنونی کارشناسی عمران، در گروه‌هایی بین‌رشته‌ای و با پروژه‌های واقعی
- برگزاری کارگاه‌های کوتاه‌مدت عملی، مانند جوشکاری و ارائه گواهی، این کارگاه‌ها بیشتر برای مهارت مهندس حرفه‌ای مناسب است اما این مهارت‌ها، نقاط مشترک بسیاری دارند. همچنین، برای کارآفرینی، ابتدا باید مهارت کار حرفه‌ای داشت.
- ایجاد انگیزه و امید در دانشجویان، و در نظر گرفتن مشکل کمبود انگیزه، قبل از هر اقدام اصلاحی و یا جدیدی، با توجه به تعریف کارآفرینی، انگیزه عامل مهمی است. اما انگیزه دانشجویان برای گذراندن دروس تکمیلی و کهد کارآفرینی پایین است.
- برگزاری دوره‌های بازآموزی در دانشگاه برای دانش‌آموختگان عمران، این مورد اولویت ۱۸ متخصصان است ولی با توجه به میانگین بالای رضایت، در صورت اجرا، ممکن است از آن استقبال شود و باعث ایجاد ارتباط دانشگاه و صنعت شود.

- تغییر ساختار استخدام استادان، کارمندان و مدیران و در نظر گرفتن ملاک‌هایی، مانند دارا بودن ذهنیت و روحیه کارآفرینی به منظور ایجاد زیست‌بومی پایدار، یعنی زیست‌بومی که با تغییر یک عضو یا مسئول، نظام از هدف تربیت کارآفرینی دور نشود.
- کم کردن واحدهای دروس نظری و گنجانیدن درس اجباری "آشنایی با کارآفرینی" (شامل آشنایی با زندگی کارآفرینان و ایجاد ذهنیت کارآفرینی). در دانشگاه براون (Dominguez et al., 2021) در یک رشته مهندسی، دروس کارآفرینی ارائه می‌شود.

#### ۲-۶. پیشنهادهایی برای استادان و کارآفرینان

- ارتباط مستمر کارآفرینان با دانشگاه و ایجاد یک شبکه بین استادان، کارآفرینان و دانشجویان، بسیاری از فعالیت‌ها برای ارتقای مهارت‌های کارآفرینی نیازمند ایجاد شبکه بین دانشگاهیان و صنعتگران است و لازم است هر دو طرف برای این امر تلاش کنند.
- اختصاص زمانی در طول نیمسال، به منظور بازدید از کارگاه‌ها به عنوان فعالیت فوق برنامه و حمایت کارآفرینان از این بازدیدها
- نظارت بیشتر و بهتر استادان بر کارآموزی دانشجویان و هدایت آنها برای افزایش اثربخشی آن
- تلاش استادان برای ارتقای مهارت‌های یاددهی- یادگیری و کار با فناوری‌های آموزشی، استفاده از فیلم‌های پروژه‌های واقعی، یادگیری مبتنی بر پروژه و روش‌های یادگیری فعال برای ادغام آموزش مهارت‌های کارآفرینی با آموزش مهندسی ضروری است.
- استفاده از مثال‌های واقعی در تمرین‌ها و امتحانات، برای کمک به رشد تفکر انتقادی، تحلیلی و کار گروهی و به طور کلی مهارت‌های نرم، این امر نیازمند افزایش مهارت‌های یاددهی- یادگیری و داشتن سابقه کار در صنعت است.
- خارج کردن پروژه‌ها (طراحی سازه و راه‌سازی) از یک کار معمول، به طور مثال با تأکید بر استفاده از یک محصول نوآورانه
- استفاده از کار گروهی برای دروس پروژه و حتی پروژه‌های کلاسی، ارزیابی و هدایت مناسب کار گروهی دارای اهمیت است.
- در نظر گرفتن فرهنگ یادگیرندگان قبل از هر اقدامی، با توجه به کمبود روحیه پژوهشگری در دانشجویان و با توجه به این که فرهنگ یادگیرنده محوری کمتر وجود دارد، لازم است پیش از هر اقدامی این را در نظر گرفت.

#### ۳-۶. پیشنهادهایی برای دانشجویان

- با توجه به فشردگی بودن برنامه درسی و ظرفیت حال حاضر زیست‌بوم، دانشجویان باید خودراهربر،

جست جوگر و یادگیرنده مادام‌العمر باشند. برای این منظور، لازم است از ظرفیت‌های فعلی برنامه، حداکثر استفاده را ببرند. برای مثال، کارآموزی را جدی بگیرند و از ظرفیت‌هایی مانند کهد کارآفرینی، شرکت در مسابقات نوآوری و کارآفرینی استفاده کنند.

- توجه به بهداشت روانی، اهداف و علایق خود و شناخت انسان‌هایی که با آنها ارتباط خواهد داشت. همچنین، افزایش اعتماد به نفس و ذهنیت کارآفرینی (کنجکاوی برای درک جهان و جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و فرصت‌ها، افزایش اطلاعات و مرتبط کردن آن برای خلاقیت، تمرکز بر ایجاد ارزش برای دیگران (Rae & Melton, 2017)) در خود.

#### ۷. پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده

- در این پژوهش، تأکید ما بر آموزش مهارت‌های کارآفرینی بود. پژوهش درباره ارتقای دانش و بینش کارآفرینی در برنامه درسی کارشناسی مهندسی عمران نیز می‌تواند مفید باشد.
- پژوهش و نیازسنجی درباره درس "پروژه نوآورانه" در کارشناسی عمران، به منظور تعیین ظرفیت‌ها و نیازها، می‌تواند پایه‌ای برای طراحی و اجرای این درس باشد.

#### سپاس‌گزاری

از استادان محترم دانشکده عمران دانشگاه تهران و خواجه نصیر و از مهندسان گرامی که به پرسشنامه مربوط پاسخ دادند، تشکر می‌کنیم. از سردبیر گرامی مجله و داوران محترم که نظرات ارزشمندی را مطرح کردند، سپاس‌گزاری می‌کنیم.

#### References

- Anastasiu, L., Anastasiu, A., Dumitran, M., Crizboi, C., Holmaghi, A., Nicoleta Roman, M. (2017). How to align the university curricula with the market demands by developing employability skills in the civil engineering sector. *Journal of Education Sciences*, 7(3), 74.
- Asadian, S.; Shahri, A.; Barghi, I.; Abdulahi asl, S. (2019). Lived experience of undergraduate civil engineering students from the focus of the curriculum on the affective domain. *Journal of Higher Education Curriculum*, 11(22), 139-164 [in Persian].
- Crowley, E.; Malmkovist, J.; Stlund, S.; Brodoer, D. (2019). Rethinking engineering education: The CDIO approach. Translated by Eshratbadi, M.; Entezari, Y.; Memarian, H., Tehran, Institute for Research and Planning in Higher Education [in Persian].
- Dominguez, H.L.; Vempala, V.; Shekhar, P.; Huang-Saad, A.; Frederick Fuher, J. (2021). Engineering students' perceptions of entrepreneurship: A qualitative examination. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*.
- Entika, C. L., Mohammad, S., Jabor, M. K., Osman, Sh. (2017). Preliminary study on the prominent entrepreneurial skills set in the context of civil engineering practice. *Journal of Technical Education and Training*, 9(2), 94-104.

- Jafari Moghadam, S.; Etemadi, K. (2009). A comparative study of entrepreneurial attitudes among master students of entrepreneurship management and electrical engineering of the University of Tehran. *Journal of Entrepreneurship Development*, 2(4), 163-182 [in Persian].
- Kanover, W.J. (2019). Practical nonparametric statistics. Translated by Hashemi Parast, S.M., Tehran, Iran University Press [in Persian].
- Kuratko, D.F.; Frederfc, H.; O'Connor, A. (2016). Entrepreneurship: Theory, process, practice. Cengage Learning Australia.
- Mardanshahi, M. M., Tajik Esmaceli, A., & Mobaraki, M. H. (2014). Junior and senior students of state universities (case study: State universities of Mazandaran Province). *Journal of Entrepreneurship Development*, 7(4), 755-771 [in Persian].
- Min, J., Bolin, J., Shuzhen, C. (2018). Exploration and construction of innovation and entrepreneurship education curriculum system in civil engineering specialty. *2nd International Conference on Economic Development and Education Management*, vol. 290, 4-7.
- Miraghaie, A.A., & Mirzaie, M. (2013). Survey on entrepreneurial personality traits of engineering students of Isfahan. *Iranian Journal of Engineering Education*, 14(56), 133-147 [in Persian].
- Momete Daniela, C. (2015). Promoting technological entrepreneurship through sustainable engineering education. *9th International Conference Interdisciplinarity in Engineering*, Vol. 22, 1129-1134.
- Rae, D.; Melton, D.E. (2017). Developing an entrepreneurial mindset in US engineering education: An international view of the KEEN project. *The Journal of Engineering Entrepreneurship*, 7(3), 1-16.
- Sarmad, Z.; Bazargan, A.; Hijazi, E. (2018). Research methods in behavioral sciences. Tehran, Agah [in Persian].
- Sudharson, K.; Mudassar Ali, A.; Sermakanic, A.M. (2013). An organizational perspective of knowledge communication in developing entrepreneurship education for engineering students. *The 2nd International Conference on Integrated Information*, Vol. 73, 590-597.
- Seraji, F. (2018). Promotion and development of entrepreneurship competencies in university students. *Iranian Journal of Engineering Education*, 20(78), 37-56 [in Persian].
- Samadi, P.; Ahmadi, P.; Nasralahi, Sh. (2021). The frames of mind emphasized and neglected in the curriculum and teaching of civil engineering master students based on their lived educational experience. *Journal of Higher Education Curriculum*, 12(24), 203 -248 [in Persian].
- Sababha, B.H.; Abualbasal, A.; Al-Qaralleh, E.; Al-Daher, N. (2020). Entrepreneurial mindset in ngineering education. *Journal of Entrepreneurship Education*, 23(1).
- Tarhan, M. (2021). Entrepreneurship skill in the context of teaching programs: case of Poland. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 16(2), 25-45.
- Theophilus, A.A. (2023). Literature review for civil engineering practice and technology innovation in civil engineering and educational sustainability. *ASEAN Journal of Science and Engineering Education*, 3(2), 183-192.
- University of Tehran (2011). University of Tehran vision document in 1404. <https://ut.ac.ir/fa> [in Persian].
- Wang, CH. (2017). Teaching entrepreneurial mindset in a first-year introduction to engineering course. *American Society for Engineering Education*, Paper ID #18562.
- Welker, A. L., Sample-Lord, K.M., Yost, J.R. (2017). Weaving entrepreneurially minded learning throughout a civil engineering curriculum. In *2017 ASEE Annual Conference & Exposition*.
- Yazdani, F., Sharifian, F., Nasr Isfahani, A. R., & Shanesazzadeh, A. (2022). Identifying and evaluating the results of the civil engineering curriculum: from the perspective of professors and graduates. *Journal of Management and Planning in Educational System*, 15(1), 11-32 [in Persian].



◀ **آرزو محمدی:** دارای کارشناسی مهندسی عمران و کارشناسی ارشد آموزش مهندسی در دانشکده علوم مهندسی دانشگاه تهران است. علایق مطالعاتی ایشان در حوزه‌های ارتقای مهارت‌های کارآفرینی در آموزش مهندسی، آموزش الکترونیکی و تأثیر متقابل فرهنگ و آموزش الکترونیکی است.



◀ **دکتر آیت‌اله ممیز:** کارشناسی را در رشته مهندسی عمران از دانشگاه صنعتی اصفهان در سال ۱۳۷۳ و کارشناسی ارشد و دکتری را در رشته مهندسی عمران-سازه از دانشگاه صنعتی امیرکبیر، به ترتیب در سال‌های ۱۳۷۵ و ۱۳۸۲، اخذ کردند. ایشان مؤلف ۲۲ جلد کتاب و مترجم ۶ جلد کتاب در موضوعات بین‌رشته‌ای در حوزه‌های کارآفرینی، آموزش، مهندسی و فناوری هستند و همچنین بیش از ۱۰۰ عنوان، مقالات خارجی و داخلی دارند. همچنین، مترجم فارسی متون از پروژه بین‌المللی دانش برای همه در همکاری مشترک دانشگاه MIT و دانشگاه شهید بهشتی و ۷ عنوان طرح پژوهشی هستند.



◀ **دکتر سید محمود طاهری:** کارشناسی و کارشناسی ارشد را در رشته آمار، به ترتیب، در سال‌های ۱۳۶۷ و ۱۳۷۰ از دانشگاه فردوسی مشهد و دکتری را در سال ۱۳۷۸ از دانشگاه شیراز، در رشته آمار ریاضی (گرایش استنباط آماری) اخذ کردند. ایشان پس از حدود ۱۵ سال عضویت هیئت علمی در دانشگاه صنعتی اصفهان، از سال ۱۳۹۲ به دانشکده فنی (اکنون، با تغییر نام: دانشکدگان فنی) دانشگاه تهران منتقل شدند و در زمینه‌های استنباط آماری، آمار و احتمال فازی، مدل‌سازی رگرسیونی، آموزش مهندسی، و محاسبات نرم فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی دارند.





## نگرش دانشجویان مهندسی دانشگاه شیراز به تناسب برنامه‌های درسی تحصیلات تکمیلی با رویکرد توسعه پایدار

مهدی محمدی<sup>۱</sup>، راضیه شیرین حصار<sup>۲</sup> و قاسم سلیمی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۹/۶، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۱۸

DOI: /10.22047/ijee.2023.414181.2007

**چکیده:** آموزش و پژوهش، پیش‌نیاز توسعه پایدار هر جامعه‌ای محسوب می‌شود. تحقق توسعه پایدار، منوط به برخورداری نظام آموزش عالی کارآمد با تربیت نیروهای کیفی-علمی و افزایش سهم تحقیق و پژوهش در جامعه است. هدف پژوهش حاضر، بررسی نگرش دانشجویان تحصیلات تکمیلی رشته‌های مهندسی، به تناسب برنامه درسی اجراشده با چارچوب برنامه درسی پایدار بود. طرح پژوهش، کمی از نوع توصیفی، پیمایشی و جامعه‌آماری آن شامل کلیه دانشجویان دوره‌های تحصیلات تکمیلی رشته‌های مهندسی دانشگاه شیراز بود. گروه نمونه ۲۴۲ نفری با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای نسبتی، انتخاب گردید. ابزار پژوهش، مقیاس برنامه درسی پایدار بود که پس از محاسبه روایی و پایایی بین دانشجویان نمونه توزیع گردید. برای تحلیل داده‌ها، از روش آزمون تی تک‌نمونه‌ای و از نرم‌افزار SPSS 19 استفاده گردید. نتایج پژوهش نشان داد که منطق برنامه درسی اجراشده دوره‌های تحصیلات تکمیلی رشته‌های مهندسی دانشگاه شیراز، هدف کلی این برنامه درسی و سرفصل‌های محتوایی دانشی، سرفصل مهارتی و سرفصل نگرشی آن، با منطق برنامه درسی پایدار متناسب‌ند. اما براساس دیدگاه دانشجویان، نقش مدرس در یاددهی و یادگیری و روش‌های یاددهی و یادگیری به‌کاررفته در برنامه درسی اجراشده، منابع آموزشی و کمک آموزشی، فعالیت‌های یادگیری دانشجویان مهندسی، زمان دوره، فضای آموزشی برای اجرای برنامه درسی، شیوه‌های گروه‌بندی دانشجویان و روش‌های ارزشیابی به‌کاررفته، با عناصر برنامه درسی پایدار همخوانی ندارند. بر اساس نتایج پژوهش به‌دست‌آمده می‌توان دریافت با توجه به این که آموزش مهندسی پایدار یک مؤلفه حیاتی در مقابله با تغییرات آب و هوایی و ترویج آینده‌ای سبزتر است، با افزایش تقاضا برای زیرساخت‌های پایدار، منابع انرژی تجدیدپذیر و فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست، برنامه درسی مهندسی دانشگاه شیراز باید با این نیازها سازگار شود.

**واژگان کلیدی:** برنامه درسی اجراشده، آموزش، توسعه پایدار، تحصیلات تکمیلی رشته‌های مهندسی، ارزشیابی

۱- دکترای رشته مطالعات برنامه درسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. (نویسنده مسئول).

Mmohammadi48@shirazu.ac.ir

۲- دکترای مطالعات برنامه درسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. shirinhesar.r@gmail.com

۳- دکترای مدیریت آموزش عالی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. salimi@shirazu.ac.ir

## ۱. مقدمه

با توجه به ضرورت رسیدگی به چالش‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی در سراسر جهان و در پاسخ به ناکافی بودن مفاهیم سنتی توسعه و پرداختن به موارد فوق، «رویکرد توسعه پایدار» به عنوان یکی از اساسی‌ترین و بحث‌برانگیزترین موضوعات پیش روی جهان در قرن بیست‌ویکم (Mintz & Tal, 2014) برای ایجاد جوامع صلح‌آمیز و عدالت‌محور پیشنهاد گردید (Milton, 2021). در این راستا، آموزش به عنوان یکی از عوامل مهم مشارکت‌کننده در توسعه پایدار و به عنوان یک راهبرد تضمین‌کننده شرایط مساوی تحصیل برای دانش‌آموزان و دانشجویان پیشنهاد گردید که منجر به دستیابی به اهداف توسعه پایدار می‌شود (Faura-martínez, 2022).

آموزش برای توسعه پایدار یک مفهوم پویا است که از تمامی جنبه‌های آگاهی عمومی و آموزش برای ایجاد یا تقویت درک پیوندها در بین موضوعات توسعه پایدار و توسعه دانش، مهارت‌ها، چشم‌اندازها و ارزش‌های توانمندساز، استفاده می‌کند (Lamere et al., 2021). همچنین برخی متخصصان آموزش برای توسعه پایدار را «اکتساب و تجربه دانش، ارزش‌ها و مهارت‌هایی که تعادل بین جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی توسعه و رعایت توسعه و پیشرفت افراد و جامعه را در زندگی تضمین می‌کند»، تعریف می‌کنند. آموزش برای توسعه پایدار به عنوان یک مفهوم پویا درصدد است که با توسعه مهارت‌ها، نگرش‌ها و دانش لازم برای مقابله با چالش‌های جهانی که با آن روبه‌رو هستیم، از جمله حفاظت از تنوع زیستی، از بین بردن فقر، دسترسی به آب سالم و تغییرات آب و هوایی، دانشجویان را توانمند سازد (UNESCO, 2015; Shulla, 2020). در سال ۲۰۱۵، جامعه جهانی ۱۷ هدف توسعه پایدار را با هدف رسیدگی به مسائل مربوط به فقر، گرسنگی، سلامت، آموزش، انرژی، کار، صنعت، نابرابری‌ها، شهرها، مصرف، آب و هوا، محیط زیست، صلح و مشارکت مطرح کرد (UNESCO, 2017) و از سوی دیگر آموزش برای توسعه پایدار هم به عنوان جزئی جدایی‌ناپذیر از توسعه پایدار و هم به عنوان عاملی کلیدی برای سایر اهداف توسعه پایدار در نظر گرفته می‌شود (UNESCO, 2018). طبق نظر یونسکو، اهداف توانمندسازی یادگیرندگان برای اتخاذ تصمیمات آگاهانه و اقدامات مسئولانه برای یکپارچگی محیطی، پایداری اقتصادی و یک جامعه عادلانه، برای نسل‌های حال و آینده، در عین حال احترام به تنوع فرهنگی» است (Buckler & Creech, 2014).

یکی از مصادیق بزرگ ارائه آموزش و انتقال مسائل مرتبط با پایداری و انتقال مطلوب آن به دانشجویان و به تبع آن افراد جامعه، آموزش عالی است. مشارکت مؤسسات آموزش عالی در پایداری و توسعه پایدار از اوایل دهه ۱۹۹۰ در سطح بین‌المللی، به ویژه در عرصه آموزش و پرورش، سازمان ملل برای توسعه پایدار به رهبری یونسکو از ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۴ رو به افزایش بوده است (Aleixo et al., 2018). به طور خاص، مؤسسات آموزش عالی می‌توانند به بهبود کیفیت یادگیری و تدریس کمک کنند. آموزش عالی نقش بی‌ظنیری در کمک به دستیابی به اهداف توسعه پایدار دارد به این دلیل که برای تجهیز

دانشجویان به دانش و مهارت‌های لازم برای اجرای اهداف ضروری است (Lamere et al., 2021). این تأکیدات بر آموزش برای توسعه پایدار، منجر به طراحی جعبه‌ابزار پایداری آموزش عالی جهانی توسط سازمان ملل به منظور توسعه پایدار شد. این جعبه‌ابزار بر نقش آموزش و برنامه درسی به عنوان عنصری مستقل در توسعه پایدار و در کنار پنج عنصر دیگر «خدمت به جامعه»، «سیاست، مدیریت و برنامه‌ریزی»، «تحقیق و سوادآموزی»، «زیرساخت، مشارکت و شبکه» و «زندگی دانشجویی» تأکید دارد. بر اساس جعبه‌ابزار پیشنهادی، تعداد زیادی از مؤسسات آموزش عالی و دانشگاه‌ها اصلاحات مهمی را ارائه کرده‌اند و برنامه درسی آموزش عمومی خود را در سال‌های اخیر مورد بازبینی قرار دادند و این امر باعث افزایش نیاز به بازنگری در مؤلفه‌های برنامه درسی، مانند اهداف و محتوا و اتخاذ رویکردهای آموزشی مؤثرتر و روش‌های ارزشیابی در آموزش عالی شد (Holdsworth et al., 2008; McEwen, 2002) که در پژوهش‌های مختلف مورد نظر و تأکید بوده است.

مفهوم برنامه درسی که در پژوهش‌های مختلف به آن اشاره شده است، دارای تعاریف متفاوتی است (Toombs, 2007). تعریف برنامه درسی به کل برنامه آموزشی یک مؤسسه مرتبط است (Tierney, 1993 & Indiana, 2010). بخش آموزش دانشگاه ایندیانا (Indiana, 2010)، برنامه درسی را مستلزم تعامل برنامه‌ریزی شده دانشجویان با محتوای آموزشی، مواد، منابع و فرایندها برای ارزیابی دستیابی به اهداف آموزشی می‌داند. یکی از چالش‌های اصلی برای بهبود برنامه درسی، ایجاد تعادل و سازگاری بین اجزای مختلف یک برنامه درسی است. عناصر برنامه درسی توسط پژوهشگران مختلف طبقه‌بندی شده است، اما بررسی مشکلات طراحی و اجرای برنامه درسی نشان می‌دهد که توجه ویژه به فهرست جامع‌تری از عناصر برنامه درسی ضروری است. اگر یک چارچوب برنامه درسی با ده عنصر ارائه کرده است که شامل عنصر منطق، مقاصد و اهداف، محتوا، فعالیت‌های یادگیری، نقش مدرس در یاددهی و یادگیری، مواد و منابع، گروه‌بندی، مکان، زمان و سنجش و ارزشیابی است (Akker 2003). بر این اساس، در پژوهش حاضر، مبنای مقایسه برنامه درسی اجراشده با برنامه درسی پایدار عناصر ده‌گانه آکر است که در نمودار شماره ۱ عناصر و مؤلفه‌های این برنامه درسی ارائه گردیده است.

در نمودار شماره ۱ منطق برنامه درسی با رویکرد توسعه پایدار شامل طراحی و عمل در حال و تأثیر در آینده محوری، ایجاد ظرفیت در دانشجویان برای مشارکت در آینده پایدار، ایجاد حس قدرت بخشی و همیاری در دانشجویان، ایجاد فرصتی برای دانشجویان جهت کشف و ارزشیابی مسائل، جمع‌آوری اطلاعات و ارائه راه حل است (Peña-López, 2015)، اهداف برنامه درسی با رویکرد توسعه پایدار در قالب دانش، مهارت و نگرش، در تربیت یادگیرندگان موفق و دارای اعتماد به نفس و نیز شهروندان پاسخگو و مشارکت‌کنندگان مؤثر است (UNESCO, 2014). محتوای آموزشی شامل فهم و ایجاد یک جهان بینی در دانشجویان نسبت به موضوع و شایستگی‌های توسعه پایدار است (Guba, 1990; Jones et al., 2010). (Sterling, 2010).

نقش مدرس در یاددهی و یادگیری، توسعه مهارت‌های سطح بالای تفکر و بهبود یادگیری مادام‌العمر از طریق انواع فنون آموزشی است (Zimbabwe Open University, 2012; Gadotti, 2010). مواد و منابع کمک‌آموزشی این برنامه درسی، مجموعه‌ای از مواد، وسایل یا موقعیت‌هایی هستند که منجر به توانمندسازی دانشجویان به یادگیری، تولید و طراحی می‌شوند (Johnstone, 2005). فعالیت‌های یادگیری دانشجویان به مشارکت و مداخله آنان در امر یادگیری اشاره دارد (Zimbabwe Open University, 2015) و طراح این برنامه درسی باید مقوله زمان مادام‌العمر را مبنا قرار دهد و فضای یادگیری آن، فضای پیچیده‌ای است که در آن دانش، مهارت و فرهنگ ابتدا تدریس و سپس متحول می‌شوند و نهایتاً منجر به تجربه مثبت یا منفی می‌شوند. (Clark, 2002) عنصر گروه‌بندی دانشجویان اشاره به گروه‌های داخل کلاس دارد که بر حسب آن، دانشجویان با هم بحث و مناظره می‌کنند و محیط یادگیری را شکل می‌دهند (McEwen, 2007). ارزشیابی پایدار نیازمند درگیری دانشجویان با فرایند یادگیری، فعال بودن و داشتن بازخورد مناسب و درگیری مشارکتی استاد و دانشجو در فرایند ارزیابی است (Boud, 2010).

با توجه به موارد فوق، می‌توان گفت برنامه درسی پایدار، برنامه‌ای است که هدفش تجهیز تمام مردم به دانش، مهارت‌ها و فهم ضروری برای تصمیم‌گیری بر اساس پیامدهای زیست‌محیطی، اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی است. به عبارت دیگر، برنامه درسی پایدار، پارادایمی است که همه ما برای بررسی ارزش‌ها، مفروضات، انگیزه‌ها، اعتقادات و عمل‌هایمان به آن نیاز داریم (Holdsworth et al., 2008).

از سوی دیگر، با توجه به ماهیت رشته‌های مهندسی، آموزش مهندسی نقش به سزایی در توسعه پایدار جامعه دارد و با ادامه پیشرفت انقلاب صنعتی چهارم، تغییرات نظام‌مند در الگوهای تولید صنعتی و سبک زندگی انسان در حال رخ دادن است که تضادهای بین انسان و طبیعت را حل می‌کند و توسعه پایدار صنعت و جامعه را ارتقا می‌دهد (Vladimirova & Le Blanc, 2016) و بر تجربیات یادگیری مادام‌العمر، محلی و فرهنگی قابل قبول برای همه تأکید دارد. به اعتقاد (Woldesemayata & Hartman, 2023) ادغام پایداری در آموزش مهندسی، مهندسان آینده را برای اقتصاد آماده می‌کند. (Borgaonkar and et al., 2023) نیز پیش‌بینی کرده‌اند که در ۳۰ سال آینده، از ۸ میلیارد نفر روی کره زمین، تقریباً ۲ میلیارد نفر رشد کنند، بنابراین استفاده از منابع طبیعی برای توانمندسازی مردم به منظور زندگی هماهنگ و پایدار همراه با جمعیت، افزایش خواهد یافت. با این حال، برای این که زمین همچنان منابع ما را تأمین کند، باید با محیط‌زیست همکاری کرد تا منابع کافی برای ما و نسل‌های بعدی تضمین شود. در این مرحله است که مهندسی پایدار مناسب می‌شود. بنابراین، مهندسی پایدار نه تنها به صرفه‌جویی در انرژی و منابع، بلکه به کاهش هزینه‌های تولید محصولات نیز توجه دارد. مفهوم تولید پایدار، تولید محصولات را با استفاده از فرایندهایی تشویق می‌کند که تأثیر منفی را از طریق

حفظ انرژی و منابع به حداقل می‌رساند.

پژوهش‌های متعددی به نقش آموزش مهندسی پایدار در توسعه پایدار پرداخته‌اند. (Schulz et al., 2023) در بررسی‌های خود دریافتند که برای رسیدن به اهداف توسعه پایدار، شامل مبارزه با فقر و گرسنگی و ارتقای سلامت، آموزش باکیفیت، برابری جنسیتی، آب سالم و بهداشت، انرژی پاک مقرون به صرفه، رشد اقتصادی، زیرساخت‌ها و نوآوری در صنعت، کاهش نابرابری، جوامع پایدار، مصرف مسئولانه، آب و هوای سالم، زندگی دریایی و زمینی، نهادهای صلح‌آمیز، عدالت و رفاه، سازمان‌های جهانی بر جنبه‌های به هم پیوسته اقتصادی-اجتماعی، محیط زیستی و سیاسی توسعه پایدار تأکید می‌کنند و همکاری و مشارکت بین گروه‌هایی را تشویق می‌کنند که در جهت اهداف تعریف شده خود کار می‌کنند در این میان رشته‌های مهندسی برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار بسیار بااهمیت در نظر گرفته می‌شوند.

(Qi et al., 2023) در نتایج پژوهش خود نشان دادند تربیت دانش‌آموختگان مهندسی با سواد توسعه پایدار راه مهمی برای دستیابی به این هدف در حوزه آموزش عالی است. پژوهش آنان ۱۰۷۰ دانشجوی کارشناسی مهندسی در دانشگاه‌های چین را مورد بررسی قرار داد تا تأثیر حمایت موسسه‌ای بر سواد توسعه پایدار دانشجویان را بررسی کند و تحلیل تجربی با استفاده از مدل‌سازی معادلات ساختاری انجام شد. نتایج نشان داد که حمایت نهادی به طور مثبت و معناداری بر سواد توسعه پایدار دانشجویان کارشناسی مهندسی تأثیر می‌گذارد و مشارکت دانشجویان نقش میانجی در رابطه بین حمایت نهادی و سواد توسعه پایدار را دارد. (Jahan et al., 2023) نیز معتقدند فراگیری و پایداری در ارائه موفقیت‌آمیز محتوای دوره‌های مهندسی اجزای جدایی‌ناپذیری می‌شوند و راهبردهای آموزشی که هر دو را در بر می‌گیرد، در این راهبردها، راهبردهای تدریس اساتید بر این استوار است که همه دانشجویان در کلاس احساس با ارزشی و برابری کنند. راهبردها مبتنی بر توسعه مطالب درسی است که به دانشجویان با زمینه‌های مختلف (وضعیت اجتماعی-اقتصادی، نژاد، جنسیت، قومیت، جهت‌گیری ترجیحی) و توانایی‌های یادگیری متفاوت می‌پردازد. تحقیقات نشان داده است که راهبردهای تدریس فراگیرمحور به اساتید اجازه می‌دهد تا با دانشجویان خود و نیز دانشجویان با محتوای درسی ارتباط برقرار کنند و دانشجویانی که به طراحی مهندسی می‌پردازند، پایداری، اخلاق و تأثیر راه‌حل‌های مهندسی را در یک زمینه جهانی یکپارچه می‌کنند. به این ترتیب، اساتید مهندسی برای ترکیب همه این مفاهیم در دوره‌هایی که زمان محدودی برای ارائه محتوای هسته فنی دارند، به چالش کشیده می‌شوند. برخی از محققان نیز در تلاش برای ایجاد مبنای مداوم برای ارزیابی و مقایسه در بین برنامه‌هایی که دارای عنوان «پایداری» هستند، شروع به تدوین رویکردهای آموزشی و روش‌شناختی کرده‌اند که در چارچوب‌های شایستگی پایداری سازگار و پاسخگو قرار داده شده‌اند (Wiek et al., 2011; Adomssent et al, 2007).



بنابراین با توجه به تأکید بر برنامه درسی پایدار (شکل ۱) در آموزش مهندسی، لزوم توجه به میزان انطباق و تناسب برنامه‌های درسی دوره‌های تحصیلات تکمیلی با رویکردهای برنامه‌های درسی بسیار احساس می‌گردد و از سوی دیگر یکی از مهم‌ترین ذی‌نفعان این حوزه، دانشجویان هستند که می‌توانند با دیدگاه‌های خود نواقص و خلأهای موجود در عناصر مختلف برنامه درسی اجراشده را در مقایسه با معیارها و اصول برنامه درسی پایدار مشخص نمایند. با استفاده از نتایج ارزیابی میزان تناسب برنامه درسی اجراشده دوره‌های تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز با عناصر برنامه درسی پایدار و کشف علل بروز آسیب در تناسب عناصر مختلف آن با رویکرد توسعه پایدار، می‌توان در جهت برطرف کردن نقاط ضعف، ایجاد زیرساخت‌ها، توسعه آگاهی‌ها و افزایش تعاملات بین دانشگاه با حوزه اقتصادی و سیاسی و اجتماعی، در جهت رشد اقتصادی، توسعه آگاهی‌های اجتماعی و سیاسی با رویکرد حفظ زیست‌بوم گام برداشت. بر اساس نتایج حاصل، برنامه‌ریزان درسی و طراحان رئوس محتوای دوره‌های تحصیلات تکمیلی، در جهت محوریت توسعه پایدار برای طراحی برنامه‌های درسی گام بردارند. حاصل این تلاش همگانی و هم‌راستایی تلاش‌های همگانی و منسجم، جامعه‌ای پایدار خواهد بود که شهروندانی مسئولیت‌پذیر، دارای اعتماد به نفس و قدرت حل مسئله و با شایستگی تفکر نظام‌مند خواهد داشت. این فرهیختگان جامعه که پرورش یافته محوری‌ترین نهاد برای رشد و توسعه متخصصان متعهد هستند، قدرت و سرعت جامعه را برای حرکت به سمت جامعه پایدار را افزایش خواهد داد.

## ۲. روش‌شناسی

با توجه به این که در این بخش به بررسی نگرش دانشجویان تحصیلات تکمیلی رشته‌های مهندسی به تناسب برنامه درسی اجراشده با چارچوب برنامه درسی پایدار پرداخته شده است، روش پژوهش آن توصیفی و از نوع پیمایشی (Descriptive Survey Design) است. متغیرهای پژوهش شامل عناصر ده‌گانه برنامه درسی پایدار است. جامعه آماری در این بخش شامل حدود ۵۵۷ نفر از دانشجویان تحصیلات تکمیلی گروه فنی و مهندسی دانشگاه شیراز بودند که در مرحله انجام پایان‌نامه و رساله خود بودند. با توجه به این که گروه مهندسی از زیررشته‌های مختلفی تشکیل شده بود که با توزیع متفاوت جمعیتی از نظر رشته و مقطع تحصیلی تقسیم شده بودند (Singh & Mangat, 2013) با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی طبقه‌ای (Stratified random sampling method) و بر حسب مقطع تحصیلی دانشجویان، ۲۵۵ نفر از دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد با استفاده از فرمول کوکران به عنوان نمونه انتخاب گردیدند. جهت اطمینان بیشتر از کفایت نمونه، به ۲۸۰ نفر از آنان پرسشنامه داده شد و در نهایت ۲۴۲ پرسشنامه گردآوری گردید. با توجه به نرخ بازگشت مناسب ۸۶ درصد، داده‌ها برای تحلیل آماده شدند. برای جمع‌آوری داده‌ها از مقیاس برنامه درسی پایدار (Mohammadi et al., 2017) استفاده شد. این مقیاس از دو بخش تشکیل شده است. الف) بخش جمعیت‌شناختی: شامل نام دانشکده، مقطع تحصیلی، رشته



تحصیلی و جنسیت. ب) عناصر برنامه درسی: این بخش شامل ۱۲۱ گویه کلی در ۱۰ عنصر برنامه درسی پایدار بود که به صورت پاسخ‌های ۵ گزینه‌ای از نوع مقیاس لیکرت از بسیار کم تا بسیار زیاد بود که میزان توجه به مولفه‌های برنامه درسی پایدار را در برنامه درسی دوره‌های تحصیلات تکمیلی نشان می‌داد. در جدول شماره ۱، برای محاسبه روایی مقیاس برنامه درسی پایدار از روایی محتوایی (ضریب همبستگی گویه‌ها با نمره کل) و برای پایایی مقیاس از ضریب آلفای کرونباخ استفاده شد. با توجه به مقادیر به دست آمده ضرایب روایی و ضرایب آلفای کرونباخ عناصر برنامه درسی، روایی و پایایی مقیاس مورد تأیید قرار گرفت.

جدول ۱. روایی و پایایی مقیاس برنامه درسی پایدار

| ابعاد                        | ضرایب روایی و سطح معناداری | ضریب آلفای کرونباخ |
|------------------------------|----------------------------|--------------------|
| منطق                         | ۰/۸۰ (۰/۰۰۰۱)              | ۰/۹۳               |
| هدف                          | ۰/۸۶ (۰/۰۰۰۱)              | ۰/۹۳               |
| محتوا                        | ۰/۹۳ (۰/۰۰۰۱)              | ۰/۸۷               |
| نقش مدرس در یاددهی و یادگیری | ۰/۸۱ (۰/۰۰۰۱)              | ۰/۷۹               |
| مواد و منابع آموزشی          | ۰/۶۳ (۰/۰۰۰۱)              | ۰/۹۵               |
| فعالیت‌های یادگیری           | ۰/۶۶ (۰/۰۰۰۱)              | ۰/۸۸               |
| زمان آموزش                   | ۰/۶۷ (۰/۰۰۰۱)              | ۰/۹۲               |
| فضای آموزش                   | ۰/۷۵ (۰/۰۰۰۱)              | ۰/۷۸               |
| گروه‌بندی                    | ۰/۸۶ (۰/۰۰۰۱)              | ۰/۷۷               |
| ارزشیابی                     | ۰/۵۴ (۰/۰۰۰۱)              | ۰/۹۳               |

با استفاده از روش تحلیل آماری one sample t-test میزان تناسب هر یک از زیرمقیاس‌های برنامه درسی اجرا شده رشته‌های مهندسی با حد معیار (۳) مقایسه شدند. برای داده‌های آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد. با توجه به این که ابزار پژوهش ۵ گزینه‌ای از نوع لیکرت بود، نقطه برش یا Cut Point برای تحلیل داده‌ها و مقایسه میانگین عناصر برنامه درسی با آن عدد ۳ تعیین شد. میانگین‌های بالاتر از معیار ۳ با سطح معناداری حداقل ۰/۰۵، بالاتر از حد معیار، میانگین‌های پایین‌تر از حد معیار ۳ با سطح معناداری حداقل ۰/۰۵، پایین‌تر از حد معیار و میانگین‌هایی که بالاتر یا پایین‌تر از حد معیار ۳ باشند ولی معنادار نباشند، در حد معیار تلقی می‌شوند.

### ۳. یافته‌ها

۱. تناسب عناصر برنامه درسی اجرا شده دوره‌های تحصیلات تکمیلی رشته‌های مهندسی دانشگاه شیراز با چارچوب برنامه درسی پایدار به چه میزان است؟

جدول شماره ۲ میزان تناسب عناصر برنامه درسی اجرا شده رشته‌های مهندسی دانشگاه شیراز در دوره‌های تحصیلات تکمیلی را با چارچوب برنامه درسی پایدار نشان می‌دهد.

جدول ۲. مقایسه تناسب عناصر برنامه درسی مهندسی با رویکرد توسعه پایدار

| عنصر                         | تعداد | میانگین | انحراف استاندارد | میانگین معیار | مقدار t | df  | sig   |
|------------------------------|-------|---------|------------------|---------------|---------|-----|-------|
| منطق                         | ۲۴۲   | ۲/۹۲    | ۰/۷۲             | ۳             | -۱/۱۱   | ۱۱۸ | ۰/۲۶  |
| هدف                          | ۲۴۲   | ۲/۹۶    | ۰/۸۴             |               | -۰/۴۷   | ۱۱۸ | ۰/۶۳  |
| محتوا                        | ۲۴۲   | ۲/۷۹    | ۰/۸۱             |               | -۵/۶۸   | ۱۱۸ | ۰/۲۶  |
| نقش مدرس در یاددهی و یادگیری | ۲۴۲   | ۲/۷۴    | ۰/۶۹             |               | -۴/۰۶   | ۱۱۸ | ۰/۰۰۱ |
| مواد و منابع آموزشی          | ۲۴۲   | ۲/۵۷    | ۰/۷۷۶            |               | -۵/۹۵   | ۱۱۸ | ۰/۰۰۱ |
| فعالیت‌های یادگیری           | ۲۴۲   | ۲/۵۷    | ۰/۷۷۶            |               | -۵/۹۵   | ۱۱۸ | ۰/۰۰۱ |
| زمان آموزش                   | ۲۴۲   | ۲/۴۳    | ۰/۸۸۸            |               | -۶/۸۸   | ۱۱۸ | ۰/۰۰۱ |
| فضای آموزش                   | ۲۴۲   | ۲/۲۳    | ۰/۸۲             |               | -۱۰/۱۱  | ۱۱۸ | ۰/۰۰۱ |
| گروه‌بندی                    | ۲۴۲   | ۲/۲۷    | ۰/۸۱             |               | -۹/۷۱   | ۱۱۸ | ۰/۰۰۱ |
| ارزشیابی                     | ۲۴۲   | ۲/۴۷    | ۰/۶۲             |               | -۹/۱۷   | ۱۱۸ | ۰/۰۰۱ |

بر اساس جدول شماره ۲، از دیدگاه دانشجویان رشته‌های مهندسی دانشگاه شیراز، از بین عناصر برنامه درسی اجرا شده دوره‌های تحصیلات تکمیلی رشته‌های مهندسی دانشگاه شیراز، مقایسه سه عنصر اول برنامه درسی، یعنی منطق، هدف، و محتوا با اصول چارچوب برنامه درسی پایدار تفاوت معناداری را نشان نداد و بر این اساس می‌توان گفت در این سه عنصر، اصول مربوط به توسعه پایدار رعایت شده است. اما در بعد نقش استاد در یاددهی-یادگیری، مواد و منابع آموزشی به کاررفته در کلاس، فعالیت‌های یادگیری داده شده به دانشجویان، زمان اختصاص داده شده به آموزش‌های مهندسی مرتبط با توسعه پایدار، فضای آموزشی مانند کلاس‌های درس و آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها، گروه‌بندی دانشجویان بر اساس توانمندی‌ها و قابلیت‌ها و تجربه‌های زیسته آنان در فعالیت‌های مرتبط با توسعه پایدار و روش‌های ارزشیابی دروس، ارزیابی دانشجویان پایین‌تر از حد معیار بوده است و معنادار نیز شده‌اند. بنابراین می‌توان گفت در این عناصر، اصول و معیارهای مرتبط با توسعه پایدار رعایت نشده است یا مورد غفلت قرار گرفته‌اند.

۲. آیا تفاوت معناداری بین نگرش دانشجویان زن و مرد مهندسی در مورد تناسب عناصر برنامه درسی اجرا شده با چارچوب برنامه درسی پایدار وجود دارد؟ بر اساس جدول شماره ۳ بین عناصر ده‌گانه برنامه درسی اجرا شده دوره‌های تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز، بالاترین میزان تناسب متعلق به فعالیت‌های یادگیری از دید دانشجویان زن (۲/۹۹) و پایین‌ترین میانگین تناسب متعلق به گروه‌بندی دانشجویان از دید دانشجویان مرد (۱/۷۰) است.

جدول ۳. شاخص های توصیفی تناسب برنامه درسی مهندسی با رویکرد توسعه پایدار به تفکیک جنسیت

| عناصر برنامه درسی            | جنسیت | تعداد | میانگین | انحراف معیار |
|------------------------------|-------|-------|---------|--------------|
| منطق                         | زن    | ۱۶۷   | ۲/۸۵    | ۰/۵۱         |
|                              | مرد   | ۷۵    | ۲/۷۴    | ۰/۵۲         |
| هدف                          | زن    | ۱۶۷   | ۲/۴۷    | ۰/۷۷         |
|                              | مرد   | ۷۵    | ۲/۴۰    | ۰/۷۴         |
| محتوا                        | زن    | ۱۶۷   | ۲/۸۵    | ۰/۵۱         |
|                              | مرد   | ۷۵    | ۲/۶۴    | ۰/۵۲         |
| نقش مدرس در یاددهی و یادگیری | زن    | ۱۶۷   | ۲/۴۹    | ۰/۷۷         |
|                              | مرد   | ۷۵    | ۲/۱۹    | ۰/۷۴         |
| مواد و منابع آموزشی          | زن    | ۱۶۷   | ۲/۴۵    | ۰/۵۱         |
|                              | مرد   | ۷۵    | ۲/۳۲    | ۰/۵۲         |
| فعالیت های یادگیری           | زن    | ۱۶۷   | ۲/۷۴    | ۰/۷۷         |
|                              | مرد   | ۷۵    | ۲/۹۹    | ۰/۷۴         |
| زمان                         | زن    | ۱۶۷   | ۲/۴۷    | ۰/۵۱         |
|                              | مرد   | ۷۵    | ۲/۳۶    | ۰/۵۲         |
| فضا                          | زن    | ۱۶۷   | ۲/۴۵    | ۰/۷۷         |
|                              | مرد   | ۷۵    | ۲/۳۲    | ۰/۷۴         |
| گروه بندی دانشجویان          | زن    | ۱۶۷   | ۲/۱۱    | ۰/۵۱         |
|                              | مرد   | ۷۵    | ۱/۷۰    | ۰/۵۲         |
| ارزشیابی                     | مرد   | ۱۶۷   | ۲/۷۵    | ۰/۷۷         |
|                              | زن    | ۷۵    | ۲/۵۲    | ۰/۶۵         |

همچنین با توجه به معناداری آزمون پیلایی ( $F = ۳۴۶/۷۶$  و  $P < ۰/۰۵$ ) تفاوت معناداری بین نگرش دانشجویان زن و مرد در مورد تناسب عناصر برنامه درسی اجرا شده دوره های تحصیلات تکمیلی وجود دارد. بر این اساس جدول شماره ۴ به آزمون تعقیبی برای مشخص شدن تفاوت بین نگرش دانشجویان زن و مرد در مورد تناسب هر یک از عناصر برنامه درسی اجرا شده پرداخته است.

جدول ۴. مقایسه تناسب عناصر برنامه درسی مهندسی با رویکرد توسعه پایدار بر اساس جنسیت

| عناصر برنامه درسی            | F      | df      | Sig  |
|------------------------------|--------|---------|------|
| منطق                         | ۳۴۶/۵۷ | ۱ و ۲۴۰ | ۰/۲۴ |
| هدف                          | ۰/۹۹   | ۱ و ۲۴۰ | ۰/۳۲ |
| محتوا                        | ۰/۳۳   | ۱ و ۲۴۰ | ۰/۵۶ |
| نقش مدرس در یاددهی و یادگیری | ۳/۲۶   | ۱ و ۲۴۰ | ۰/۰۷ |

ادامه جدول ۴

|       |         |      |                     |
|-------|---------|------|---------------------|
| ۰/۰۱  | ۲۴۰ و ۱ | ۶/۱۸ | مواد و منابع آموزشی |
| ۰/۳۶  | ۲۴۰ و ۱ | ۰/۸۳ | فعالیت های یادگیری  |
| ۰/۲۴  | ۲۴۰ و ۱ | ۱/۳۵ | زمان                |
| ۰/۰۷  | ۲۴۰ و ۱ | ۳/۳۱ | فضا                 |
| ۰/۰۰۷ | ۲۴۰ و ۱ | ۷/۳۰ | گروه بندی دانشجویان |
| ۰/۰۷  | ۲۴۰ و ۱ | ۳/۱۲ | ارزشیابی            |

بر اساس جدول شماره ۴ تنها در دو عنصر منابع و مواد آموزشی و گروه بندی دانشجویان تفاوت معناداری بین نگرش دو گروه دانشجویان زن و مرد در مورد تناسب این عناصر ده گانه با برنامه درسی پایدار وجود دارد. در هر دوی این عناصر دانشجویان زن تناسب کمتری را گزارش کرده اند.

۳. آیا تفاوت معناداری بین نگرش دانشجویان ارشد و دکتری مهندسی در مورد تناسب عناصر برنامه درسی اجرا شده با چارچوب برنامه درسی پایدار وجود دارد؟ بر اساس جدول شماره ۵ بین عناصر ده گانه برنامه درسی اجرا شده دوره های تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز، بالاترین میزان تناسب متعلق به منطق برنامه درسی اجرا شده از دید دانشجویان ارشد (۲/۹۳) و پایین ترین میانگین تناسب متعلق به گروه بندی دانشجویان از دید دانشجویان دکتری (۱/۷۶) است.

جدول ۵. شاخص های توصیفی تناسب برنامه درسی مهندسی با رویکرد توسعه پایدار به تفکیک مقطع تحصیلی

| عناصر برنامه درسی            | مقطع  | تعداد | میانگین | انحراف معیار |
|------------------------------|-------|-------|---------|--------------|
| منطق                         | ارشد  | ۱۶۶   | ۲/۹۳    | ۱/۲۸         |
|                              | دکتری | ۷۶    | ۲/۶۴    | ۱/۱۸         |
| هدف                          | ارشد  | ۱۶۶   | ۲/۸۷    | ۰/۸۷         |
|                              | دکتری | ۷۶    | ۲/۶۹    | ۰/۷۵         |
| محتوا                        | ارشد  | ۱۶۶   | ۲/۴۷    | ۰/۷۸         |
|                              | دکتری | ۷۶    | ۲/۴۱    | ۰/۸۵         |
| نقش مدرس در یاددهی و یادگیری | ارشد  | ۱۶۶   | ۲/۸۴    | ۰/۸۵         |
|                              | دکتری | ۷۶    | ۲/۶۷    | ۰/۹۰         |
| مواد و منابع آموزشی          | ارشد  | ۱۶۶   | ۲/۴۹    | ۰/۸۵         |
|                              | دکتری | ۷۶    | ۲/۱۹    | ۰/۹۴         |
| فعالیت های یادگیری           | ارشد  | ۱۶۶   | ۲/۴۹    | ۰/۸۲         |
|                              | دکتری | ۷۶    | ۲/۳۱    | ۰/۷۱         |
| زمان                         | ارشد  | ۱۶۶   | ۲/۴۲    | ۰/۷۲         |
|                              | دکتری | ۷۶    | ۲/۳۸    | ۰/۹۷         |

ادامه جدول ۵

|      |      |     |       |                     |
|------|------|-----|-------|---------------------|
| ۱/۹۴ | ۲/۸۸ | ۱۶۶ | ارشد  | فضا                 |
| ۱/۰۶ | ۲/۶۸ | ۷۶  | دکتری |                     |
| ۱/۰۷ | ۲/۰۸ | ۱۶۶ | ارشد  | گروه‌بندی دانشجویان |
| ۱/۱۰ | ۱/۷۶ | ۷۶  | دکتری |                     |
| ۱/۹۲ | ۲/۸۲ | ۱۶۶ | ارشد  | ارزشیابی            |
| ۱/۹۶ | ۲/۳۶ | ۷۶  | دکتری |                     |

همچنین با توجه به معناداری آزمون پیلاپی ( $P=0.05$ ) تفاوت معناداری بین نگرش دانشجویان ارشد و دکتری در مورد تناسب عناصر ده‌گانه برنامه درسی اجراشده دوره‌های تحصیلات تکمیلی وجود دارد. بر این اساس جدول شماره ۶ به آزمون تعقیبی برای مشخص شدن تفاوت بین نگرش دانشجویان ارشد و دکتری در مورد تناسب هر یک از عناصر برنامه درسی اجراشده پرداخته است.

جدول ۶. مقایسه تناسب عناصر برنامه درسی مهندسی با رویکرد توسعه پایدار بر اساس مقطع تحصیلی

| Sig  | df    | F      | عناصر برنامه درسی            |
|------|-------|--------|------------------------------|
| ۰/۰۹ | ۲۴۰/۱ | ۲/۸۹۰  | منطق                         |
| ۰/۱۲ | ۲۴۰/۱ | ۲/۳۹۸  | هدف                          |
| ۰/۶۲ | ۲۴۰/۱ | ۰/۲۴۶  | محتوا                        |
| ۰/۱۷ | ۲۴۰/۱ | ۱/۸۸۱  | نقش مدرس در یاددهی و یادگیری |
| ۰/۰۱ | ۲۴۰/۱ | ۶/۱۹۹  | مواد و منابع آموزشی          |
| ۰/۱۴ | ۲۴۰/۱ | ۲/۰۹۲  | فعالیت‌های یادگیری           |
| ۰/۶۶ | ۲۴۰/۱ | ۰/۱۸۴  | زمان                         |
| ۰/۱۴ | ۲۴۰/۱ | ۲/۱۷۹  | فضا                          |
| ۰/۰۳ | ۲۴۰/۱ | ۱/۴۰۶  | گروه‌بندی دانشجویان          |
| ۰/۰۱ | ۲۴۰/۱ | ۱۲/۴۲۰ | ارزشیابی                     |

بر اساس جدول شماره ۶ در سه عنصر منابع و مواد آموزشی، گروه‌بندی دانشجویان و ارزشیابی تفاوت معناداری بین دو گروه دانشجویان ارشد و دکتری در مورد تناسب این عناصر با برنامه درسی پایدار وجود دارد. در هر سه عنصر دانشجویان دکتری تناسب کمتری را گزارش کرده‌اند.

#### ۴. بحث

یک برنامه درسی مهندسی پایدار برنامه‌ای است که از ترکیب مناسبی از دانش مهندسی، علمی، فناوری، به علاوه مدیریت، نوآوری، اقتصاد، ارتباطات و مهم‌تر از آن دانش و مهارت‌های اخلاقی تشکیل شده باشد (Bheekhun & Talib, 2018). بنابراین آموزش مهندسی پایدار، تزریقی از مفهوم توسعه پایدار

در آموزش مهندسی به منظور حمایت از جامعه دانش جهانی است. بنابراین انتظار می‌رود که طراحان برنامه درسی آموزش مهندسی، به جنبه‌های کاربردی توسعه پایدار توجه ویژه‌ای معطوف دارند، گرچه ارزیابی دانشجویان بر اساس تجربه تحصیل در این رشته‌ها، چنین چیزی را نشان نداده است.

با نگاهی به نتایج به دست آمده در این مطالعه می‌توان گفت در عناصری از برنامه درسی که جنبه‌های طراحی آن مانند منطق، هدف و محتوا را نشان می‌دهند، اصول برنامه درسی پایدار رعایت شده و مد نظر قرار گرفته‌اند اما زمانی که به عناصر عملیاتی برنامه درسی یا آن عناصری که باید در فرایند یاددهی - یادگیری به طور ملموس و عینی اجرا شوند، نگاهی می‌اندازیم، درمی‌یابیم که اصول طراحی شده برنامه درسی پایدار در بستر آموزش‌های مهندسی دانشگاه قابلیت اجرایی خود را از دست داده‌اند. این بدان معناست که هدف پایداری به عنوان یک هدف عام، توسط همه طراحان برنامه درسی و اعضای هیئت علمی پذیرفته شده است و در طراحی سرفصل‌های محتوایی نیز تلاش شده است تا به اصول و مبانی پایداری توجه ویژه‌ای معطوف گردد.

آنچه در این مطالعه به وضوح قابل توجه بود آن است که به نظر نمی‌رسد نهادهای اعتباربخشی مهندسی در وزارت علوم و فناوری، درباره بایدها و نبایدهای کاربردی در برنامه درسی مهندسی پایدار به طور انتقادی اندیشیده باشند. برای مثال در عنصر نقش مدرس در یاددهی و یادگیری، برنامه درسی پایدار و جهت‌گیری‌های اعضای هیئت علمی رشته‌های مهندسی باید معطوف به توسعه کلاس‌های درس دانشجوی محور، ارتقای استقلال آنها و تشویق بارش فکری، یادگیری تجربی و تعامل در کلاس درس باشد. (Chisingui & Costa, 2020; Redman, wick, 2021) و از راهبردهای مختلف یاددهی-یادگیری، مانند یادگیری گروهی متمرکز، یادگیری مبتنی بر پروژه و حل مسئله، یادگیری عمل محور، یادگیری متقابل و تحلیل سناریو بهره ببرند (Kioupi & Voulvoulis, 2020; Manolis & Manoli, 2021).

با این حال، نتایج پژوهش نشان داد که در برنامه درسی اجرا شده این عوامل لحاظ نشده است. بنابراین، راهبردهای یاددهی-یادگیری اتخاذ شده توسط اساتید در توسعه مهارت‌های تفکر مرتبه بالاتر مؤثر نبوده است و نتوانسته‌اند یادگیری مادام‌العمر را در عمل ارتقا دهند. همچنین با توجه به منابع آموزشی و با وجود تأکید محققان بر استفاده از فیلم‌های آموزشی، تصاویر متحرک، متون یکپارچه، ابزارهای دیجیتال، بسته‌های آموزش الکترونیکی، منابع آموزشی باز و شبیه‌سازها (Kioupi & Voulvoulis, 2020; Boud & Soler, 2016) برای بهبود درک و یادگیری مفهومی دانشجویان، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که برنامه درسی اجرا شده نمی‌تواند فرصت کافی برای یادگیری، تولید و ایجاد را در اختیار فراگیرندگان قرار دهد. تأکید صرف بر کتاب‌های درسی، منابع آموزشی سفت و سخت، نبود امکانات آموزشی مناسب، کتاب‌های درسی قدیمی و عدم دسترسی به فناوری باعث ناسازگاری برنامه درسی اجرا شده با برنامه درسی توسعه پایدار شده است. فعالیت‌های یادگیری مختلفی باید در یک برنامه درسی پایدار رشته‌های

مهندسی وجود داشته باشد که شامل پروژه‌های محیط زیستی، پروژه‌های یادگیری خدماتی، مشاهده فعال و نوشتن ژرف اندیشانه (Reflective Writing) در میان دیگران می‌شود (Holmen et al., 2021; Manolis & Manoli, 2021)، آموزش و یادگیری به زمان کلاس محدود نشود و در هر زمانی رخ دهد (Franco et al., 2019; Geng & Zhao, 2020) و دانشجویان بتوانند یادگیری خود را هم در زمان برنامه‌ریزی شده و هم خارج از آن ادامه دهند. بنابراین، ساعات تدریس انعطاف‌پذیر و منطبق با سایر اجزای برنامه درسی، به ویژه مکان برنامه درسی باشد (Forster et al., 2019). اما در این عناصر نیز برنامه‌های درسی موجود با ویژگی‌های عدم انعطاف‌پذیری در زمان تدریس و فضاهای آموزشی معمول و تکراری، قدرت انتقال دانش و مهارت‌ها و نگرش‌های پایداری را از دانشجویان سلب نموده است. عنصر دیگر برنامه درسی پایدار، یعنی تشکیل گروه‌های مؤثر بر اساس توانایی‌های دانش‌آموزان و مسائل دنیای واقعی می‌تواند فرصت تبادل دانش و ایده را برای دانشجویان فراهم کند، تعامل بین اعضای گروه و صرف وقت و تلاش را تشویق کند و ارتباطات را در کلاس توسعه دهد (Kioupi & Voulvoulis, 2020; Chen et al., 2020).

یادگیری مبتنی بر گروه پایدارتر و مؤثرتر است زیرا آن چه از طریق مشارکت در گروه‌ها آموخته می‌شود، کمتر فراموش می‌شود. با این حال، نتایج تحقیق نشان داد که برنامه درسی مربوط، در تشویق به تشکیل گروه در کلاس درس و ایجاد امکان بحث برای دانشجویان با یکدیگر موفق نبوده است. علاوه بر این، آن‌ها هیچ ارتباطی با جامعه و طبیعت محلی نداشتند و تجربیات و مشکلات زندگی واقعی دانش‌آموزان را نشان نمی‌دادند. همچنین نتایج نشان داد که مشکلاتی از قبیل عدم آموزش برای انجام فعالیت‌های گروهی، عدم امکان برقراری ارتباط مستمر با دانشجویان، نظام آموزشی سفت و سخت، عدم مهارت کار گروهی دانش‌آموزان و عدم اعتماد به کار گروهی، منجر به ناسازگاری بین گروه‌بندی در برنامه‌های درسی اجرا شده و گروه‌بندی بر اساس برنامه درسی پایدار گردیده و سرانجام، در برنامه درسی توسعه پایدار، ارزشیابی سطحی نیست و شامل ارزشیابی سطوح بالاتر و پایین‌تر از سه حوزه شناختی، عاطفی و روانی-حرکتی یادگیری است. با توجه به این موضوع، دانشجویان ترجیح می‌دهند با روش‌های جایگزین ارزشیابی مانند خودارزیابی، ارزیابی همتایان، مشاهده عملکرد، ارزیابی منظم کار درسی و آزمون سناریو/موردی نسبت به روش‌های قدیمی و منسوخ ارزیابی شوند (Brouwer et al., 2018; Konrad et al., 2018) اما یافته‌های این بخش نیز نشان داد که برنامه درسی اجرا شده، در خودآگاهی دانشجویان مؤثر نبوده است و در سپردن مسئولیت یادگیری به دانشجویان و آماده‌سازی آنها برای رویارویی با چالش‌های آینده موفق نبوده است.

بر اساس مجموع نتایج به دست آمده می‌توان گفت که مسیر پیش رو مستلزم تکامل مجموعه‌ای از معیارهای جامعه است. اگر این اتفاق نیفتد، مهندسی پایدار خطر ناپایدار شدن را دارد. پایداری در اکثر برنامه‌های درسی مهندسی ادغام نشده است، در حالی که توجه به مهندسی پایدار در اولویت‌های

کارفرمایان بخش صنعت و تجارت قرار دارد (Hallinan et al., 2008) پرایس و همکاران (Price-Water-) در سال ۲۰۰۸ یافته‌های یک نظرسنجی از ۲۵۰ مدیر ارشد در شرکت‌های فناوری پیشرو در سراسر جهان را خلاصه کرد. داده‌ها قانع‌کننده است. بیش از ۸۰ درصد پاسخ دادند که کاهش اثرات زیست محیطی شرکت مهم است. ۷۵ درصد تقاضا برای محصولات سبز را قوی می‌دانند. بیش از ۵۰ درصد نشان داد که کاهش سموم، کاهش مصرف انرژی و طراحی برای بازیافت، از اولویت‌های تحقیق و توسعه هستند. علاوه بر این، گزارش مرتبط با «Climate Resolve» که توسط میزگرد تجاری و انجمنی از مدیران ارشد شرکت‌های پیشرو ایالات متحده با بیش از ۴٫۵ تریلیون دلار درآمد سالانه و بیش از ۱۰ میلیون کارمند سازمان دهی شده است، گزارش می‌دهد که ۷۱ درصد آنها از برنامه‌های صرفه‌جویی و بهینه‌سازی انرژی برای تولید استفاده کرده‌اند، ۶۷ درصد از برنامه‌های صرفه‌جویی و بهره‌وری انرژی برای ساختمان‌ها استفاده کردند، ۳۳ درصد واحدهای تولید انرژی ساخته یا اصلاح شده‌اند، ۲۸ درصد در پروژه‌های ترسیب کربن شرکت کردند و ۶۱ درصد در توسعه محصولات یا فناوری‌هایی که بهره‌وری انرژی یا شدت کربن را کاهش می‌دهند، سرمایه‌گذاری کرده‌اند یا در حال سرمایه‌گذاری هستند.

پژوهش سایر محققان نیز تأییدی بر یافته‌های این پژوهش بود و نشان داد در حالی که رویکردهای متعددی برای ادغام پایداری در برنامه‌های درسی آموزش عالی وجود دارد، آشکار است که اکثر مؤسسات آموزش عالی هنوز به طور کامل آموزش برای توسعه پایدار را در برنامه‌های درسی خود ادغام نکرده‌اند. به عنوان مثال، مطالعه اخیر بر روی مؤسسات آموزش عالی بریتانیا نشان می‌دهد که تنها تعداد انگشت‌شماری از مؤسسات، آموزش برای توسعه پایدار را به گونه‌ای در برنامه درسی خود پیاده کرده‌اند که تضمین می‌کند آموزش برای توسعه پایدار، بخشی جدایی‌ناپذیر و نظام‌مند از برنامه درسی آنها است (Fiselier et al., 2018).

برنامه درسی سنتی مهندسی موجود در دانشگاه‌های ما اغلب بر مهارت فنی و مهارت‌های حل مسئله تمرکز دارد. اگر چه این موارد ضروری هستند اما مهندسان فارغ‌التحصیل را به طور کامل برای مقابله با چالش‌های پایداری پیچیده‌ای که امروز با آن روبه‌رو هستیم، آماده نمی‌کنند. اما برای مثال با ادغام مفاهیم سبز در برنامه‌های درسی، می‌توانیم ذهنیتی را پرورش دهیم که مهندسان را تشویق می‌کند تا به طور کل نگر درباره تأثیرات زیست محیطی کارشان فکر کنند. این تغییر دیدگاه برای توسعه راه‌حل‌هایی که نه تنها کارآمد، بلکه سازگار با محیط زیست نیز هستند، بسیار مهم است. برنامه درسی پایدار مستلزم آن است که فراگیران به شایستگی‌هایی مجهز شوند که به آنها اجازه می‌دهد به طور سازنده و مسئولانه با دنیای امروز درگیر شوند (Rieckmann, 2017).

نکته نهایی این که این شایستگی‌ها را نمی‌توان آموزش داد بلکه باید توسط خود یادگیرندگان، در عمل و بر اساس تجربه و تفکر توسعه یابد. (Kolmos et al., 2021; UNESCO, 2017) در نتیجه، آژانس تضمین کیفیت بریتانیا برای آموزش عالی و دانشگاهی آموزش عالی (۲۰۱۴) توصیه کرده است برای اینکه



آموزش برای توسعه پایدار در آموزش عالی مؤثر باشد، کارکنان و دانشجویان باید با هم همکاری کنند تا شایستگی‌های اصلی را توسعه دهند و بتوانند با مسائل پایداری در عمل، منطقی و درست برخورد نمایند. (Anggrayni & Hariyono, 2020). این یافته‌ها نشان می‌دهد که با توجه به آموزش پایداری، یک آموزش گروهی، بین‌رشته‌ای و فراگیرمحور که برای قرار دادن دانش‌آموزان در معرض دیدگاه‌های چندگانه در مورد مسائل مرتبط با پایداری طراحی شده است، مؤثرتر از روش‌های سنتی آموزش محور است (Hooley et al., 2017). با پذیرش پایداری در آموزش مهندسی، می‌توانیم مهندسانی را تربیت کنیم که نه تنها در مهارت‌های فنی خود مهارت دارند بلکه متعهد به ایجاد فردای پایدار هستند. با تلاش آنها است که می‌توانیم به آینده‌ای روشن‌تر و سبزتر امیدوار باشیم.

## ۵. نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج کلی، توسعه یک برنامه درسی پایدار، تغییراتی اساسی در مؤلفه‌های برنامه درسی ایجاد می‌کند. سند چشم‌انداز بیست‌ساله جمهوری اسلامی ایران چشم‌انداز واقعی و روشنی از آینده کشور را ارائه می‌دهد. این سند قابل اجرا، انعطاف‌پذیر و مطابق با نیازهای ضروری کشور است و آرمان‌ها، توانمندی‌ها و منابع ملی کشور را نیز در نظر می‌گیرد. با این حال، بر اساس نتایج این پژوهش، فارغ‌التحصیل برنامه درسی اجراشده در دانشکده فنی و مهندسی شیراز، تنها موج سوم پایداری را نشان می‌دهد که در آن سیاست‌ها و رویه‌های پایداری ایجاد شده و چشم‌اندازهای معقولی برای توسعه پایدار ارائه شده است.

دلایل مختلفی وجود دارد که لزوم حرکت برنامه‌های درسی موجود مهندسی دانشگاه شیراز را به سمت مهندسی توسعه پایدار نشان می‌دهد: ۱- از جنبه محیطی، دانشجویان مهندسی باید تأثیر طرح‌های خود را بر محیط زیست درک کنند و یاد بگیرند که چگونه رد پای کربن را به حداقل برسانند. ۲- کارفرمایان به طور فزاینده‌ای پایداری را در اولویت قرار می‌دهند و گنجاندن آن در آموزش مهندسی تضمین می‌کند که دانشجویان به خوبی برای فرصت‌های شغلی آینده آماده هستند. ۳- چالش‌های پایداری نیازمند راه‌حل‌های نوآورانه است و ادغام اصول سبز در آموزش مهندسی، تفکر انتقادی و مهارت‌های حل مسئله خلاق را تقویت می‌کند. ۴- مهندسان نقش مهمی در بنای زیرساخت‌های پایدار دارند که مصرف منابع را کاهش می‌دهد و اثرات زیست‌محیطی را به حداقل می‌رساند.

از سوی دیگر، ادغام پایداری در برنامه‌های درسی مهندسی نیازمند رویکردی جامع است که عناصر مختلفی را در برمی‌گیرد. دانشگاه شیراز می‌تواند برای ادغام موفقیت‌آمیز پایداری در آموزش مهندسی، برخی راهبردها را اتخاذ کند:

۱. گنجاندن ماژول‌های متمرکز بر پایداری در دوره‌های مهندسی اصلی، تضمین می‌کند که هر دانشجو درک اساسی از شیوه‌های پایدار دریافت کند.

۲. توسعه مسیرهای تخصصی پایداری یا تمرکزهای تخصصی در برنامه‌های مهندسی به دانشجویان اجازه می‌دهد تا عمیق‌تر در موضوعات مرتبط با پایداری کاوش کنند. این مسیرها می‌توانند حوزه‌هایی مانند انرژی‌های تجدیدپذیر، طراحی ساختمان سبز یا مهندسی محیط زیست را پوشش دهند.

۳. مشارکت دادن دانشجویان در پروژه‌های دنیای واقعی، به آنها تجربه عملی در شیوه‌های مهندسی پایدار را می‌دهد. این می‌تواند شامل طراحی ساختمان‌های سازگار با محیط زیست، اجرای راه حل‌های انرژی‌های تجدیدپذیر یا توسعه سامانه‌های حمل و نقل پایدار باشد.

۴. مشارکت با شرکت‌ها و سازمان‌های مهندسی پایدار به دانشجویان اجازه می‌دهد تا در معرض چالش‌های دنیای واقعی و بهترین شیوه‌های صنعت قرار گیرند. سخنرانی‌های مهمان، دوره‌های کارآموزی و همکاری‌های تحقیقاتی فرصت‌های ارزشمندی را برای دانشجویان فراهم می‌کند تا از کارشناسان صنعت یاد بگیرند.

## References

- Anggrayni, S., & Hariyono, E. (2020, March). The students' voice of volcanology in education for sustainable development context. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1491, No. 1, p. 012032). IOP Publishing.
- Borgaonkar, A. D., & Lieber, S. C., & Azizi, M. (2023, June), Addressing the sustainable engineering skills gap through engineering curricula paper presented at 2023 asee annual conference & exposition, Baltimore, maryland. <https://strategy.asee.org/42579>
- Boud, D., & Soler, R. (2016). Sustainable assessment revisited. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 41(3), 400–413. <https://doi.org/10.1080/02602938.2015.1018133>.
- Adomssent, M., Fischer, D., Godemann, J., Herzig, C., Otte, I., Rieckmann, M., & Timm, J. (2014). Emerging Areas in Research on Higher Education for Sustainable Development–Management Education, *Sustainable Consumption and Perspectives from Central and Eastern Europe*, Volume 62, 1 January 2014.
- AdomBent, M., Fischer, D., Godemann, J., Herzig, C., Otte, I., Rieckmann, M., & Timm, J. (2014). Emerging areas in research on higher education for sustainable development–management education, sustainable consumption and perspectives from Central and Eastern Europe. *Journal of Cleaner Production*, 62, 1–7.
- Aleixo, A. M., Leal, S., & Azeiteiro, U. M. (2018). Conceptualization of sustainable higher education institutions, roles, barriers, and challenges for sustainability: An exploratory study in Portugal. *Journal of Cleaner Production*, 172, 1664–1673.
- Bheekhun, N., Rahim Abu Talib, A., & Cardenas, F. (2018). Towards a sustainable aerogel airship: A primer. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.13), 141–145. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.13.21346>
- Borgaonkar, A. D., & Lieber, S. C., & Azizi, M. (2023, June), Addressing the Sustainable Engineering Skills Gap through Engineering Curricula Paper presented at 2023 ASEE Annual Conference & Exposition, Baltimore, Maryland. <https://peer.asee.org/42579>
- Boud, D. (2000). Sustainable assessment: rethinking assessment for the learning society. *Studies in continuing education*, 22(2), 151–167.
- Boud, D., & Soler, R. (2016). Sustainable assessment revisited. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 41(3), 400–413. <https://doi.org/10.1080/02602938.2015.1018133>

- Brouwer, M., Kromhout, H., Vermeulen, R., Duyzer, J., Kramer, H., Hazeu, G., de Snoo, G., & Huss, A. (2018). Assessment of residential environmental exposure to pesticides from agricultural fields in the Netherlands. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 28(2), 173–181. <https://doi.org/10.1038/jes.2017.3>.
- Buckler, C., & Creech, H. (2014). *Shaping the future we want: UN Decade of Education for Sustainable Development; final report*. Unesco.
- Chen, T. L., Hsiao, T. C., Kang, T. C., Wu, T. Y., & Chen, C. C. (2020). Learning programming language in higher education for sustainable development: Point-earning Bidding Method. *Sustainability*, 12(11), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su12114489>.
- Chisingui, A. V., & Costa, N. (2020). Teacher education and sustainable development goals: A case study with future Biology teachers in an Angolan Higher Education Institution. *Sustainability*, 12 (8), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su12083344>.
- Clark, H. (2002). *Building Education: The Role of the Physical Environment in Enhancing Teaching and Research. Issues in Practice*. Institute of Education, 20 Bedford Way, London, WC1H 0AL, England.
- Coopers, P. W. (2008). *INFOMAR Marine Mapping Study. Options Appraisal Report: Final Report 30 June 2008*. Marine Institute.
- Faura-martínez, U., & Lafuente-lechuga, M. (2022). Sustainability of the Spanish university system during the pandemic caused by COVID-19 pandemic caused by COVID-19. *Educational Review*, 74(3), 645–663. <https://doi.org/10.1080/00131911.2021.1978399>.
- Fiselier, E. S., Longhurst, J. W., & Gough, G. K. (2017). Exploring the current position of ESD in UK higher education institutions. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 19 (2), 393–412.
- Förster, R., Zimmermann, A. B., & Mader, C. (2019). Transformative teaching in higher education for sustainable development: Facing the challenges. *Gaia*, 28(3), 324–326. <https://doi.org/10.14512/gaia.28.3.18>
- Franco, I., Saito, O., Vaughter, P., Whereat, J., Kanie, N., & Takemoto, K. (2019). Higher education for sustainable development: Actioning the global goals in policy, curriculum and practice. *Sustainability Science*, 14(6), 1621–1642. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0628-4>
- Gadotti, M. (2010) "Reorienting Education Practices Towards Sustainability"; *Journal of Education for Sustainable Development*;4 (2): 203–211
- Geng, Y., & Zhao, N. (2020). Measurement of sustainable higher education development: Evidence from China. *Plos One*, 15(6), e0233747.
- Guba, E. C. (1990). *The alternative paradigm dialogue*. Newbury Park.
- Hallinan, K., Kissock, K., & Pinnell, M. (2008, January). Teaching sustainable engineering throughout the mechanical engineering curriculum. *ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition* (Vol. 48708, pp. 443–450).
- Holdsworth, S., Wyborn, C., Bekessy, S., & Thomas, I. (2008). Professional development for education for sustainability. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9(2), 131–146. <https://doi.org/10.1108/14676370810856288>.
- Holmén, J., Adawi, T., & Holmberg, J. (2021). Student-led sustainability transformations: Employing realist evaluation to open the black box of learning in a Challenge Lab curriculum. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 22(8), 1–24. <https://doi.org/10.1108/ijshs-06-2020-0230>.
- Hooley, C., Mason, A. and Triplett, J. (2017). Beyond greening: Challenges to adopting sustainability in institutions of higher education. *The Midwest Quarterly*, 58(3), 280–291.
- Jahan, K., Bauer, S., Torlapati, J. and Forin, Tiago (2021) 'Developing inclusive and sustainable curriculum for environmental engineering courses', EESD2021: *Proceedings of the 10th Engineering Education for Sustainable Development Conference*, 'Building Flourishing Communities', University College Cork, Ireland, 14–16 June.
- Johnstone, S. M. (2005). Open educational resources serve the world. *Educause Quarterly*, 28(3), 15.
- Jones, P., Selby, D., & Sterling, S. (2010). More than the sum of their parts? Interdisciplinarity and sustainability. *Sustainability education: Perspectives and practice across higher education*, 17–38.

- Kioupi, V., & Voulvoulis, N. (2020). Sustainable development goals (SDGs): Assessing the contribution of higher education programmes. *Sustainability*, 12(17), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su12176701>.
- Kolmos, A., Hadgraft, R. G., & Holgaard, J. E. (2016). Response strategies for curriculum change in engineering. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(3), 391–411.
- Konrad, T., Wiek, A., & Barth, M. (2020). Embracing conflicts for interpersonal competence development in project-based sustainability courses. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(1), 76–96.
- Lamere, M., Brodie, L., Nyamapfene, A., Fogg-Rogers, L., & Bakthavatchalam, V. (2021, January). Mapping and enhancing sustainability literacy and competencies within an undergraduate engineering curriculum. *REES AAEE 2021 Conference: Engineering Education Research Capability Development: Engineering Education Research Capability Development* (pp. 206–214). Perth, WA: Engineers Australia.
- Leicht, A., Heiss, J., & Byun, W. J. (2018). *Issues and trends in education for sustainable development* (Vol. 5). UNESCO publishing.
- Manolis, E. N., & Manoli, E. N. (2021). Raising awareness of the sustainable development goals through ecological projects in higher education. *Journal of Cleaner Production*, 279, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123614>.
- Manolis, E. N., & Manoli, E. N. (2021). Raising awareness of the sustainable development goals through ecological projects in higher education. *Journal of Cleaner Production*, 279, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123614>.
- McEwen Lindsey (2007). Global vision, local action: education for sustainable development and global citizenship *Proceedings of the Fourth International Conference Bournemouth*, September 2011 Edited by Chris Shiel Centre for Global.
- Milton, S. (2021). Higher education and sustainable development goal 16 in fragile and conflict-affected contexts. *Higher Education*, 81(1), 89–108. <https://doi.org/10.1007/s10734-020-00617-z>.
- Mintz, K., & Tal, T. (2014). Sustainability in higher education courses: Multiple learning outcomes. *Studies in Educational Evaluation*, 41, 113–123. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2013.11.003>.
- Mohammadi, M., Shirin Hesar, R. Marzouqhi, R. Turkzadeh, J. Salimi, Qh. (2017). Construction and validation of sustainable curriculum scale in Iran's higher education system. *Higher Education Curriculum Studies*, (9) 18(in persion).
- Peña-López, I. (2015). Rethinking Education. Towards a global common good?.
- Psifidou, Irene (2007). *International trends and implementation challenges in secondary education curriculum policy: the case of Bulgaria*. Doctoral thesis, Universidad Autónoma de Barcelona, Spain.
- Qi, S., Huang, D., Ma, Q., & Zhou, M. (2023). Factors influencing sustainable development literacy among engineering undergraduates in china: Based on the college impact model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20 (2), 1249.
- Redman, A., Wiek, A., & Barth, M. (2021). Current practice of assessing students' sustainability competencies: A review of tools. *Sustainability Science*, 16, 117–135.
- Rieckmann, M. (2017). *Education for sustainable development goals: Learning objectives*. UNESCO publishing.
- Schulz, T., Ohmura, T., & Zabel, A. (2023). Sustainable economy trade-offs and conflicts in and with the forest (Research Trend). *Forest policy and economics*, 150, 102936.
- Shiel, C. (2012). Global vision, local action: education for sustainable development and global citizenship. In *Proceedings of the Fourth International Conference. Bournemouth University, Bournemouth*.
- Shulla, K. (2020). Filho, WL; Lardjane, S.; Sommer, JH; Borgemeister, C. Sustainable development education in the context of the 2030 Agenda for sustainable development. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol*, 27, 458–468.
- Singh, R., & Mangat, N. S. (2013). *Elements of survey sampling* (Vol. 15). Springer Science & Business Media.
- Sterling, S. (2011). Transformative learning and sustainability: Sketching the conceptual ground. *Learning and Teaching in Higher Education*, 5(11), 17–33.
- Sustainably, L. (2009). The Australian Government's National Action Plan for Education for Sustainability.

- Australian Government–Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts. Canberra. Online: <http://www.environment.gov.au/education/publications/pubs/national-action-plan.pdf> [30.11. 2012].*
- Toombs, W. E., & Tierney, W. G. (1993). Curriculum definitions and reference oints. *Journal of curriculum and Supervision*, 8 (3), 175–95.
  - UNESCO. (2015). Rethinking education. Towards a global common good? <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002325/232555e>.
  - UNESCO. (2017). Education for sustainable development goals learning objectives published in 2017 by the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France.
  - UNESCO. 2014a. Shaping the future we want: UN Decade for Sustainable Development (2005–2014) Final Report. Paris: UNESCO. <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002301/230171e.pdf> (accessed 28 January 2017). UNESCO. 2014b. UNESCO Roadmap for Implementing the Global Action Programme on Education for Sustainable Development. Paris: UNESCO. <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002305/230514e.pdf> (accessed 3 February 2017).
  - Van den Akker, J., Kuiper, W., Hameyer, U., & van den Akker, J. (2003). Curriculum perspectives: An introduction. *Curriculum Landscapes and Trends*, 1–10.
  - Vladimirova, K., & Le Blanc, D. (2016). Exploring links between education and sustainable development goals through the lens of UN flagship reports. *Sustainable Development*, 24(4), 254–271.
  - Wiek, A., Withycombe, L., & Redman, C. L. (2011). Key competencies in sustainability: a reference framework for academic program development. *Sustainability Science*, 6 (2), 203–218.
  - Woldeamayat, Worke and Hartmann, Martin, *PV Technology–driven learning factory at Addis Ababa University Institute of Technology for Sustainable Engineering* (June 6, 2023). *Proceedings of the 13th Conference on Learning Factories (CLF 2023)*, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4470503> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4470503>.
  - Zimbabwe Open University, Harare, Zimbabwe Correspondence. (2015): Ignatius isaac dambudzo, zimbabwe open University, Mount Pleasant, Harare, Zimbabwe. E-mail: [idambudzo@yahoo.co.uk](mailto:idambudzo@yahoo.co.uk) *Journal of Education and Learning*; Vol. 4, No. 1; 2015 ISSN 1927–5250 E-ISSN 1927–5269 Published by Canadian Center of Science and Education Zimbabwe Open University, Harare, Zimbabwe Correspondence: Ignatius Isaac Dambudzo, Zimbabwe Open University, Mount Pleasant, Harare, Zimbabwe.
  - Zimbabwe Open University, Harare, Zimbabwe Correspondence. (2015): Ignatius Isaac Dambudzo, Zimbabwe Open University, Mount Pleasant, Harare, Zimbabwe. E-mail: [idambudzo@yahoo.co.uk](mailto:idambudzo@yahoo.co.uk). *Journal of Education and Learning*; 4(1); 1927–5250 E-ISSN 1927–5269.



◀ **دکتر مهدی محمدی:** دانشیار برنامه‌ریزی درسی دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی و عضو هیئت علمی بخش مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی دانشگاه شیراز. تخصص ایشان در زمینه‌های آموزش و برنامه‌ریزی درسی مهندسی، مطالعات توسعه پایدار، آموزش مجازی و راهبردهای یاددهی و یادگیری در آموزش عالی است. ایشان تاکنون ۳۲ مقاله در حوزه آموزش، برنامه درسی و شایستگی‌های دانشجویان ویژه رشته‌های مهندسی به چاپ رسانده‌اند



◀ **دکتر راضیه شیرین حصار:** دکترای برنامه‌ریزی درسی، تخصص ایشان در زمینه‌های برنامه‌ریزی درسی مهندسی و مطالعات توسعه پایدار است



◀ **دکتر قاسم سلیمی:** دانشیار مدیریت آموزش عالی دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی و عضو هیئت علمی بخش مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی دانشگاه شیراز. تخصص ایشان در زمینه‌های مطالعات آموزش عالی، بین‌المللی شدن، کیفیت، مدیریت راهبردی و یاددهی و یادگیری مبتنی بر فناوری است



## بررسی رابطه میان خودکارآمدی ریاضی، رایانه و علوم با عملکرد تحصیلی دانشجویان رشته‌های مهندسی

مهدی ابوالقاسمی نجف‌آبادی<sup>۱</sup> و کمال نصرتی هشی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۱۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۱۸

DOI: 10.22047/ijee.2024.414346.2008

**چکیده:** هدف از تحقیق پیش رو، بررسی رابطه میان خودکارآمدی ریاضیات، رایانه و علوم با عملکرد تحصیلی دانشجویان رشته‌های مهندسی بود. این تحقیق از نظر هدف، جزء تحقیقات کاربردی و از نوع توصیفی و همبستگی است. جامعه این تحقیق شامل کلیه دانشجویان رشته‌های مهندسی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ و روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای بوده است. پرسش‌نامه‌هایی که برای جمع‌آوری اطلاعات استفاده شده است، شامل پرسش‌نامه خودکارآمدی ریاضی (MSES)، پرسش‌نامه خودکارآمدی رایانه‌ای مورفی، کورو و اوون و پرسش‌نامه خودکارآمدی علوم هندرسون بوده است. روایی و پایایی این پرسش‌نامه‌ها در تحقیقات گذشته تأیید شده است. در این پژوهش روایی این پرسش‌نامه‌ها توسط متخصصان موضوعی بررسی و پایایی آن به وسیله آلفای کرونباخ تأیید شده است. داده‌های حاصل از پرسش‌نامه‌ها به وسیله آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار و آمار استنباطی، مانند همبستگی پیرسون و رگرسیون چندگانه تحلیل شده است. نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها نشانگر این است که خودکارآمدی ریاضیات و رایانه می‌تواند عملکرد تحصیلی دانشجویان را پیش‌بینی کند و خودکارآمدی علوم دارای همبستگی با عملکرد تحصیلی است. در این میان خودکارآمدی ریاضیات دارای بیشترین قدرت تبیین عملکرد تحصیلی دانشجویان است و پس از آن به ترتیب خودکارآمدی رایانه و علوم دارای قدرت تبیین عملکرد تحصیلی دانشجویان کارشناسی رشته‌های مهندسی هستند.

**واژگان کلیدی:** خودکارآمدی ریاضی، خودکارآمدی رایانه، خودکارآمدی علوم، عملکرد تحصیلی، دانشجویان مهندسی

۱- استادیار، گروه آموزش علوم تربیتی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). mah.abolghasemi@gmail.com

۲- استادیار، گروه آموزش علوم تربیتی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران. kamalnosrati1367@cfu.ac.ir



## ۱. مقدمه

آموزش اثربخش مهندسی تنها در زمینه آموزش مبانی علم مهندسی نیست بلکه این آموزش‌ها، تلاش خود را در ایجاد و شکل‌دهی مهارت‌هایی در دانشجویان دارند که این دانشجویان در آینده کاری خود توانایی به‌کارگیری و توسعه مهارت‌های فراگرفته خود را داشته باشند (Carberry et al., 2018). یکی از سازه‌های مرتبط با این مهارت خودکارآمدی<sup>۱</sup> است. از خودکارآمدی تعاریف گوناگونی ارائه شده است ولی به طور کلی می‌توان گفت که خودکارآمدی شامل ادراک توانایی خویشتن در برابر انجام موفقیت‌آمیز یا همراه با شکست تکالیف و وظایف ارائه شده است. بر اساس این سازه ممکن است فردی دارای توانایی انجام تکلیفی باشد ولی حس ناکارآمدی، مانع از انجام مطلوب وظیفه باشد (Korkmaz & Altun, 2014). منابع شکل‌دهی خودکارآمدی شامل عملکردهای گذشته فرد در فعالیتهای مرتبط، مقایسه عملکرد خود با دیگران در فعالیتهای مرتبط، حمایت‌های اجتماعی از فعالیتهای و حالات روانی (مانند اضطراب، شادی و غم و ...) فرد در برخورد با تکلیف است (Blackmore et al., 2021).

خودکارآمدی از مفاهیم مهم و مؤثر در نظریه شناختی اجتماعی بندورا است که به ارزیابی شناختی فرد از توانایی‌هایش برای انجام موفقیت‌آمیز تکلیف حوزه‌های مشخص اشاره دارد. بر اساس نظریه شناختی اجتماعی بندورا، افراد به اشتغال و پرداختن به کارهایی گرایش دارند که قابل اعتماد باشد و از کارهایی که نسبت به آنها قابلیت و توانایی ندارند، دوری می‌کنند. باورهای خودکارآمدی به تعیین این که افراد چه زمانی را صرف یک فعالیت می‌کنند، چه میزان پشتکار برای مواجهه با موانع احتمالی دارند و چقدر در مقابل موقعیتهای متضاد و مخالف انعطاف دارند، کمک می‌کند (Hidarzadegan & Kochakzaei, 2015). بنا به گفته کوتر افراد با احساس خودکارآمدی بالا، دارای احساس اطمینان و انگیزه بالاتری در قیاس با افراد دارای سطح پایین توانایی برای انجام موفقیت‌آمیز فعالیت و تکالیف محوله هستند. این باور باعث می‌شود که فرد تلاش کافی و بدون ناامیدی از ناکامی برای انجام فعالیت محوله داشته باشد (Kittur, 2020). به عبارت دیگر این افراد اطمینان کافی دارند که باهوش هستند و در برخورد با تکالیف سخت، با تلاش بیشتر سعی می‌کنند تا موفقیت لازم را به دست آورند (Blackmore et al., 2021). بنابراین انتظار می‌رود، افرادی که دارای خودکارآمدی بالاتر هستند در برخورد با تکالیف سخت و چالش برانگیز در رشته‌های فنی و مهندسی که دارای سطح دشواری بالایی هستند، دارای موفقیت بیشتری باشند.

برای نمونه لو و همکاران (Luo et al., 2023) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که خودکارآمدی با میانجی‌گری تعامل در یادگیری می‌تواند پیش‌بینی‌کننده عملکرد تحصیلی دانشجویان باشد. سوتو و موران (Soto & Peña, 2022) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که مردان در قیاس با زنان دارای

خودکارآمدی ریاضیات بیشتر و اضطراب ریاضیات کمتری بوده و در نتیجه در رشته‌های مهندسی موفقیت بیشتری از خود نشان می‌دهند. چونسالسین و خامپیرات (Chonsalasin & Khampirat, 2022) در تحقیق خود به این نتیجه رسید که خودکارآمدی باعث افزایش مهارت‌های دیجیتال<sup>۱</sup> دانشجویان رشته‌های مهندسی می‌شود. کوتر (Kittur, 2020) در پژوهش خود به این نتیجه رسید که تجربیات گذشته فرد در زمینه برنامه‌نویسی و حس خودکارآمدی در این زمینه برای دانشجویان رشته‌های مهندسی دارای قدرت پیش‌بینی‌کنندگی موفقیت در پروژه‌های برنامه‌نویسی است. در تحقیق دیگری در بین دانشجویان رشته‌های مهندسی سراهی و همکاران (Saraih et al., 2018) و کاظم و همکاران (Kazeem et al., 2018) به این نتیجه رسیدند که خودکارآمدی بالا باعث ترغیب دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی به قصد کارآفرینی می‌شود. لنت و همکاران (Lent et al., 2008) در مطالعه طولی خود به این نتیجه رسیدند که خودکارآمدی دارای قدرت پیش‌بینی انتظار موفقیت، علاقه و هدف‌گزینی دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی است. چن و دونگ (Chen & Dong, 2015) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که موفقیت دانشجویان رشته‌های مهندسی در پروژه‌های خود رابطه مستقیمی با تجربیات پیشین آنها در برخورد با فعالیت‌های مشابه دارد. عسکر و داوینپورت (Askar & Davenport, 2009) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که خودکارآمدی دانشجویان پسر از دختران بیشتر است و برخورداری از سطح بالایی خودکارآمدی، با مهارت‌های رایانه‌ای دانشجویان در برنامه‌نویسی در رابطه است.

در تحقیق دیگری در سنگاپور که در بین دانشجویان رشته‌های مهندسی انجام شده است، لو و چو (Loo & Choy, 2013) به این نتیجه رسیدند که خودکارآمدی و پیشرفت تحصیلی دارای قدرت پیش‌بینی‌کنندگی قوی هستند و این رابطه در زمینه تجربیات گذشته فردی که بر روی پیشرفت تحصیلی تأثیرگذار است، قوی‌تر نیز هست. همان‌گونه که مرور پژوهش‌های انجام‌شده در بالا نشان داد، پژوهش‌های زیادی مؤید تأثیر حس خودکارآمدی بر روی موفقیت و پیشرفت تحصیلی دانشجویان رشته‌های مهندسی است.

احساس خودکارآمدی مهندسی به احساسی گفته می‌شود که در آن فرد احساس کفایت لازم برای گذراندن دروس مهندسی و تبدیل شدن به یک مهندس را داشته باشد (Jordan, 2014). البته بخش زیادی از این احساس به تجربیات پیشین دانشجویان برمی‌گردد (Hutchison et al., 2006). این حس می‌تواند نقش مهمی در علاقه دانشجویان به رشته‌های مهندسی داشته باشد و دانشجویانی که خودکارآمدی بالایی داشته باشند، علاقه بیشتری به دروس مهندسی داشته و در نتیجه موفقیت تحصیلی بیشتری دارند (Chan, 2022). امری که فقدان آن در دانشجویان با شیوع بالایی دیده می‌شود (Tavakoli, 2013). همان‌گونه که بررسی پیشینه تحقیق نشان داد، خودکارآمدی دارای قدرت پیش‌بینی‌کنندگی

عملکرد تحصیلی دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی است. با این حال تا کنون تحقیقی در زمینه بررسی رابطه بین خودکارآمدی دروس رشته‌های فنی مهندسی با عملکرد تحصیلی در این درس‌ها انجام نشده است. از سوی دیگر از سوی دیگر اهمیت انجام تحقیق این است که عملکرد تحصیلی دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی به عنوان مهم‌ترین بازده تحصیلی یکی از اهداف مهم هر نظام آموزشی است که به تفکیک دروس کمتر مورد بحث قرار گرفته است و نقش این دروس مبهم است. بنابراین برای بررسی دقیق‌تر رابطه خودکارآمدی و عملکرد تحصیلی دانشجویان رشته‌های فنی مهندسی این تحقیق قصد دارد به بررسی رابطه بین خودکارآمدی در دروس ریاضی، رایانه و علوم (نگرش فرد درباره توانایی در زمینه درک نظریات و حل مسائل علمی) با عملکرد تحصیلی دانشجویان بپردازد.

## ۲. روش تحقیق

این تحقیق از نوع تحقیقات کاربردی و به روش توصیفی و همبستگی انجام شده است. روش‌های توصیفی همبستگی دارای انواع متعددی است که در این پژوهش از روش‌های رگرسیونی برای تحلیل سوالات تحقیق استفاده شده است (Sarmad et al., 2022).

جامعه این پژوهش شامل کلیه دانشجویان کارشناسی رشته‌های مهندسی دانشگاه صنعتی اصفهان در سال تحصیلی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ است. به دلیل تنوع و پراکندگی نمونه از روش نمونه‌گیری خوشه‌ای چندمرحله‌ای استفاده می‌شود، به این صورت که از رشته‌های مهندسی دوره کارشناسی به تصادف پنج رشته انتخاب و در مرحله بعدی از هر رشته یک ورودی به تصادف به عنوان نمونه انتخاب شدند. این رشته‌ها عبارتند از برق، مکانیک، مواد، عمران و صنایع ورودی‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ هستند. تعداد نمونه انتخابی ۱۹۸ نفر است.

### ۲-۱. ابزار اندازه‌گیری

برای بررسی خودکارآمدی ریاضی از پرسش‌نامه خودکارآمدی ریاضی (MSSES) استفاده شده است. این پرسش‌نامه دارای ۳۶ ماده در طیف لیکرت و دارای ۵ بعد است؛ که شامل شایستگی ریاضی دارای ۱۴ سؤال، احساس راحتی با ریاضی دارای ۵ سؤال، اضطراب ریاضی ۶ سؤال، اهمیت دادن به ریاضی ۵ سؤال، علاقه‌مند به ریاضی ۶ سؤال است. روایی و پایایی این پرسش‌نامه در تحقیقات گذشته به کرات بررسی و تأیید شده است و در این پژوهش به وسیله آلفای کرونباخ پایایی این مؤلفه‌ها در شایستگی ریاضیات ۰/۷۸، احساس راحتی با ریاضی ۰/۷۲، اضطراب ریاضیات ۰/۸۱، اهمیت دادن به ریاضیات ۰/۴۵ و علاقه‌مندی به ریاضی ۰/۷۸. به دست آمده است و روایی محتوایی ابزار به وسیله متخصصان موضوعی بررسی و تأیید شده است.

برای بررسی خودکارآمدی رایانه در این تحقیق از پرسش‌نامه مورفی، کورو و اوون (Murphy

et al., 1998) استفاده شده است. این پرسش‌نامه میزان توانایی‌های فرد را در کار با رایانه در سه سطح مقدماتی، پیشرفته و رایانه‌ای بزرگ مورد اندازه‌گیری قرار می‌دهد. این مقیاس دارای ۳۲ گویه است که در مقیاس لیکرت، ۵ درجه‌ای طراحی شده است. در پژوهش‌های گذشته روایی و پایایی این پرسش‌نامه بررسی و تأیید شده است. برای نمونه در تحقیق قاسم‌تبار، تقی‌پور و مهدوی‌نسب (Qasem tabar et al., 2020) پایایی این پرسش‌نامه ۰/۸۲ به دست آمده است. در این پژوهش روایی این ابزار به‌وسیله متخصصان موضوعی بررسی و تأیید شده است و پایایی این ابزار به‌وسیله آلفای کرانباخ ۰/۷۴ به دست آمده است.

برای اندازه‌گیری خودکارآمدی در علوم از پرسش‌نامه هندرسون (Henderson, 2016) استفاده شده است. این پرسش‌نامه حس خودکارآمدی دانشجویان را در یادگیری نظریات، فرمول‌ها، روابط، توانایی حل مسائل شیمی و فیزیک و غیره مورد اندازه‌گیری قرار می‌دهد. این پرسش‌نامه دارای ۵ گویه در مقیاس ده‌درجه‌ای طراحی شده است و نمره بالا در این مقیاس، نشانگر خودکارآمدی بالای دانشجویان است. روایی این پرسش‌نامه پس از انجام اصلاحاتی به تأیید متخصصان رسید و پایایی آن به وسیله آلفای کرانباخ ۰/۸۳ به دست آمد.

برای بررسی عملکرد تحصیلی دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی از معدل دانشجویان استفاده شده است و این معدل، میانگین نمره کسب‌شده در دروس مختلف است. برای تحلیل داده‌ها در این تحقیق، از آمار توصیفی مانند میانگین و انحراف معیار و آمار استنباطی مانند رگرسیون چندگانه استفاده شده است. داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS تحلیل شده است.

### ۳. یافته‌های پژوهش

#### ۱. آیا ارتباط معناداری بین خودکارآمدی ریاضی و عملکرد تحصیلی دانشجویان وجود دارد؟

برای تحلیل سؤال بالا از رگرسیون چندمتغیره استفاده شده است. نخست به ارائه آمار توصیفی متغیر خودکارآمدی و عملکرد تحصیلی ریاضی پرداخته می‌شود. نتایج در جدول شماره ۱ ارائه شده است.

جدول ۱. آمار توصیفی خودکارآمدی ریاضی و عملکرد تحصیلی دانشجویان

| متغیرها          | تعداد | انحراف معیار | میانگین | حد پایین نمرات | حد بالای نمرات |
|------------------|-------|--------------|---------|----------------|----------------|
| خودکارآمدی ریاضی | ۱۹۸   | ۰/۷۹         | ۲/۴۵    | ۱              | ۴/۸۹           |
|                  | ۱۹۸   | ۱/۰۹         | ۲/۷۲    | ۱              | ۴/۵            |
|                  | ۱۹۸   | ۰/۹۷         | ۲/۴۳    | ۱              | ۴/۸            |
|                  | ۱۹۸   | ۱/۱۳         | ۳/۰۳    | ۱              | ۴/۸۹           |
|                  | ۱۹۸   | ۱/۱۱         | ۳/۰۵    | ۱              | ۴/۸۹           |
|                  | ۱۹۸   | ۰/۵۵         | ۲/۷۴    | ۱/۳۰           | ۴/۱۱           |
| عملکرد تحصیلی    |       | ۱/۲۹         | ۱۷/۰۴   | ۱۴/۸۹          | ۱۹/۱۱          |

همان گونه که در جدول شماره ۱ دیده می شود، در بین نمونه مورد بررسی میانگین خودکارآمدی ریاضی ۲/۷۴ است. در بین مؤلفه های این متغیر، علاقه مندی به ریاضی با میانگین ۳/۰۵، اهمیت دادن به ریاضیات با میانگین ۳/۰۳، احساس راحتی با ریاضیات با میانگین ۲/۷۲، شایستگی ریاضیات با میانگین ۲/۴۵ و اضطراب ریاضی با میانگین ۲/۴۳ دارای بیشترین میانگین بودند. جهت پاسخگویی به سؤال فوق، از رگرسیون چندمتغیره با ورود متغیرها به صورت همزمان استفاده شده است که نتایج حاصل از ضریب همبستگی چندگانه و ضریب تبیین آن در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. خلاصه مدل رگرسیون بر اساس مؤلفه های خودکارآمدی ریاضی

| ضریب همبستگی چندگانه (R) | ضریب تبیین (R <sup>2</sup> ) | R <sup>2</sup> تعدیل شده | خطای معیار برآورد |
|--------------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------|
| ۰/۶۰                     | ۰/۳۶                         | ۰/۳۴                     | ۱/۰۴              |

همان طور که در جدول ۲ ملاحظه می شود، مقدار ضریب همبستگی چندگانه محاسبه شده بین پنج متغیر پیش بین وارد شده به مدل و متغیر ملاک برابر ۰/۶۰ است. مقدار ضریب تبیین برابر است با ۰/۳۶، یعنی ۳۶ درصد از تغییرات متغیر ملاک به وسیله این ۵ متغیر وارد شده به مدل تبیین می گردند و بقیه تغییرات متغیر ملاک توسط متغیرهای دیگری که محقق آنها را در نظر نگرفته و وارد مدل نشده اند، تبیین می شوند و همچنین مقدار ضریب تبیین تعدیل شده (با در نظر گرفتن درجه آزادی) برابر ۰/۳۴ است. در ادامه برای بررسی معناداری رگرسیون، یعنی آزمون این که آیا متغیرهای پیش بین (خودکارآمدی ریاضی) می توانند در پیش بینی متغیر ملاک مؤثر باشند یا خیر، به آزمون تحلیل واریانس و معناداری F مراجعه می کنیم که نتایج این تحلیل در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳. نتایج محاسبه تحلیل واریانس یکراهه مربوط به خودکارآمدی ریاضی

| منبع تغییرات | مجموع مجزورات | درجه آزادی | میانگین مجزورات | F     | سطح معناداری |
|--------------|---------------|------------|-----------------|-------|--------------|
| رگرسیون      | ۱۲۰/۸۹        | ۵          | ۲۴/۱۷           | ۲۲/۱۱ | ۰/۰۰۱        |
| خطا          | ۲۰۹/۹۱        | ۱۹۲        | ۱/۰۹            |       |              |
| کل           | ۳۳۰/۸۰        | ۱۹۷        |                 |       |              |

همان گونه که در جدول ۳ ملاحظه می شود، F به دست آمده (۲۲/۱۱) در سطح معناداری ۰/۰۵ معنادار است و این مطلب گویای آن است که اولاً رگرسیون معنادار بوده و دوم این که حداقل یکی از متغیرهای مستقل در پیش بینی متغیر وابسته مؤثر بوده است. برای فهم این مطلب از ضرایب تفکیکی رگرسیونی و آزمون t وابسته استفاده می کنیم. نتایج این بررسی در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴. ضرایب رگرسیونی و نتایج آزمون  $t$  مربوط به خودکارآمدی ریاضی

| منبع                 | ضرایب معیارنشده |                   | ضرایب معیارشده | T     | سطح معناداری |
|----------------------|-----------------|-------------------|----------------|-------|--------------|
|                      | b               | خطای انحراف معیار | B              |       |              |
| ضریب ثابت            | ۱۵/۲۰           | ۰/۳۹              |                | ۰/۳۹  | ۰/۰۱         |
| شایستگی ریاضی        | ۰/۲۶            | ۰/۱۰              | ۰/۱۶           | ۲/۶   | ۰/۰۵         |
| احساس راحتی با ریاضی | ۰/۱۳            | ۰/۶۸              | ۱۱۰            | ۱/۹۰  | ۰/۰۰۱        |
| اضطراب ریاضی         | -۰/۳۳           | ۰/۷۸              | -۰/۲۵          | -۴/۳۳ | ۰/۰۰۱        |
| اهمیت دادن به ریاضی  | ۰/۳۶            | ۰/۹۶              | ۰/۳۱           | ۳/۷۵  | ۰/۰۰۱        |
| علاقه‌مند به ریاضی   | ۰/۱۸            | ۰/۹۳              | ۰/۱۸           | ۱/۹۸  | ۰/۰۴         |

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از جدول ۴ می‌توان این‌گونه بیان داشت که مؤلفه‌های شایستگی ریاضیات، احساس راحتی با ریاضیات، اضطراب ریاضیات، اهمیت دادن به ریاضیات و علاقه‌مندی به ریاضیات همگی در سطح ۰/۰۵ دارای قدرت پیش‌بینی‌کنندگی عملکرد تحصیلی دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی هستند. معادله رگرسیونی نتایج به‌دست‌آمده در زیر ارائه شده است.

$$\text{عملکرد تحصیلی} = ۱۵/۲۰ + ۰/۲۶ (\text{شایستگی ریاضی}) + ۰/۱۳ (\text{راحتی با ریاضی}) - ۰/۳۳ (\text{اضطراب ریاضی}) + ۰/۳۶ (\text{اهمیت به ریاضی}) + ۰/۱۸ (\text{علاقه‌مندی به ریاضی})$$

۲. آیا رابطه معناداری بین خودکارآمدی رایانه و عملکرد تحصیلی دانشجویان وجود دارد؟

برای تحلیل سؤال بالا از رگرسیون چندمتغیره استفاده شده است. نخست به ارائه آمار توصیفی متغیر خودکارآمدی رایانه و عملکرد تحصیلی پرداخته می‌شود. نتایج در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵. آمار توصیفی خودکارآمدی رایانه دانشجویان

| متغیرها           |                      | تعداد | انحراف معیار | میانگین | حد پایین نمرات | حد بالای نمرات |
|-------------------|----------------------|-------|--------------|---------|----------------|----------------|
| خودکارآمدی رایانه | مهارت مقدماتی        | ۱۹۸   | ۰/۷۶         | ۴/۳۰    | ۱              | ۵              |
|                   | مهارت پیشرفته        | ۱۹۸   | ۰/۶۷         | ۳/۶۹    | ۱/۲۵           | ۴/۵۸           |
|                   | مهارت رایانه‌ای بزرگ | ۱۹۸   | ۰/۷۷         | ۲/۸۹    | ۱/۱۵           | ۴/۳۸           |

همان‌گونه که در جدول ۵ دیده می‌شود، در بین نمونه مورد بررسی میانگین مهارت مقدماتی رایانه ۴/۳۰، مهارت‌های پیشرفته رایانه ۳/۶۹ و مهارت رایانه‌های بزرگ ۲/۸۹ است. در ادامه جهت پاسخگویی به سؤال فوق از رگرسیون چندمتغیره با ورود متغیرها به صورت هم‌زمان استفاده شده است که نتایج حاصل از ضریب همبستگی چندگانه و ضریب تبیین آن در جدول ۶ ارائه شده است.

جدول ۶. خلاصه مدل رگرسیون بر اساس مؤلفه‌های خودکارآمدی رایانه

| ضریب همبستگی چندگانه (R) | ضریب تبیین ( $R^2$ ) | $R^2$ تعدیل شده | خطای معیار برآورد |
|--------------------------|----------------------|-----------------|-------------------|
| ۰/۴۷                     | ۰/۲۲                 | ۰/۲۱            | ۱/۱۴              |

همان طور که در جدول ۶ ملاحظه می‌شود، مقدار ضریب همبستگی چندگانه محاسبه شده بین سه متغیر پیش‌بین وارد شده به مدل و متغیر ملاک برابر  $0/47$  است. مقدار ضریب تبیین برابر است با  $0/22$ ، یعنی ۲۲ درصد از تغییرات متغیر ملاک به وسیله این سه متغیر وارد شده به مدل تبیین می‌گردند و بقیه تغییرات متغیر ملاک توسط متغیرهای دیگری که محقق آنها را در نظر نگرفته و وارد مدل نشده‌اند، تبیین می‌شوند و همچنین مقدار ضریب تبیین تعدیل شده (با در نظر گرفتن درجه آزادی) برابر با  $0/21$  است. در ادامه برای بررسی معناداری رگرسیون، یعنی آزمون اینکه آیا متغیرهای پیش‌بین می‌توانند در پیش‌بینی متغیر ملاک مؤثر باشند یا خیر به آزمون تحلیل واریانس و معناداری F مراجعه می‌کنیم که نتایج این تحلیل در جدول ۷ آمده است.

جدول ۷. نتایج محاسبه تحلیل واریانس یک‌راهه مربوط به خودکارآمدی رایانه

| منبع تغییرات | مجموع مجزورات | درجه آزادی | میانگین مجزورات | F     | سطح معناداری |
|--------------|---------------|------------|-----------------|-------|--------------|
| رگرسیون      | ۷۴/۲۴         | ۳          | ۲۴/۷۴           | ۱۸/۷۱ | ۰/۰۰۱        |
| خطا          | ۲۵۶/۵۶        | ۱۹۴        | ۱/۳۲            |       |              |
| کل           | ۳۳۰/۸۰        | ۱۹۷        |                 |       |              |

همان گونه که در جدول ۷ ملاحظه می‌شود F به دست آمده  $(18/71)$  در سطح معناداری  $0/05$  معنادار است و این مطلب گویای آن است که رگرسیون معنادار بوده و دوم این که حداقل یکی از متغیرهای مستقل در پیش‌بینی متغیر وابسته مؤثر بوده است. برای فهم این مطلب از ضرایب تفکیکی رگرسیونی و آزمون t وابسته استفاده می‌کنیم. نتایج این بررسی در جدول ۸ آمده است.

جدول ۸. ضرایب رگرسیونی و نتایج آزمون t مربوط به خودکارآمدی رایانه

| منبع                 | ضرایب معیار نشده |                   | ضرایب معیار شده | T     | سطح معناداری |
|----------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------|--------------|
|                      | B                | خطای انحراف معیار | B               |       |              |
| ضریب ثابت            | ۱۴/۳۸            | ۰/۴۳              |                 | ۳۳/۲۸ | ۰/۰۰۱        |
| مهارت مقدماتی        | ۰/۰۱             | ۰/۱۱              | ۰/۰۷            | ۰/۱۰  | ۰/۹۱         |
| مهارت پیشرفته        | ۰/۲۶             | ۰/۱۳              | ۰/۱۴            | ۲/۰۲  | ۰/۰۴         |
| مهارت رایانه‌ای بزرگ | ۰/۶۷             | ۰/۱۱              | ۰/۴۰            | ۶     | ۰/۰۰۱        |

با توجه به نتایج به دست آمده از جدول ۸ می‌توان این گونه بیان داشت که مؤلفه‌های مهارت‌های پیشرفته و کار با رایانه‌های بزرگ دارای قدرت پیش‌بینی‌کنندگی پیشرفت تحصیلی دانشجویان است. معادله رگرسیونی نتایج به دست آمده در زیر ارائه شده است.

$$\text{عملکرد تحصیلی} = 0/26 + 0/38 (\text{مهارت‌های پیشرفته}) + 0/67 (\text{مهارت رایانه‌ای بزرگ})$$

### ۳. آیا رابطه معناداری بین خودکارآمدی علوم با عملکرد تحصیلی دانشجویان وجود دارد؟

برای تحلیل سؤال بالا از همبستگی پیرسون استفاده شده است. نخست در جدول ۹ نتایج تحلیل توصیفی نتایج ارائه شده است.

جدول ۹. آمار توصیفی متغیر خودکارآمدی علوم

| متغیر           | انحراف معیار | میانگین | بالا ترین نمره | پایین ترین نمره |
|-----------------|--------------|---------|----------------|-----------------|
| خودکارآمدی علمی | ۱/۳۹         | ۷/۲۱    | ۹/۸۹           | ۳/۸۶            |

نتایج تحلیل توصیفی داده‌ها همان گونه که در جدول ۹ دیده می‌شود بیانگر این است که میانگین خودکارآمدی علمی ۷/۲۱ از ۱۰ است. در ادامه برای بررسی این که آیا بین خودکارآمدی علمی و عملکرد تحصیلی دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی رابطه معناداری وجود دارد، از همبستگی پیرسون استفاده شده است. نتایج در جدول ۱۰ ارائه شده است.

جدول ۱۰. همبستگی بین خودکارآمدی علوم و عملکرد تحصیلی دانشجویان رشته‌های مهندسی

| متغیر           | عملکرد تحصیلی |              |              |
|-----------------|---------------|--------------|--------------|
| خودکارآمدی علمی | تعداد         | ضریب همبستگی | سطح معناداری |
|                 | ۱۹۸           | ۰/۳۰         | ۰/۰۰۰۱       |

همان‌گونه که در جدول ۱۰ دیده می‌شود ضریب همبستگی میان خودکارآمدی علوم و عملکرد تحصیلی در میان دانشجویان رشته‌های مهندسی ۰/۳ است که در سطح ۰/۰۵ معنی باشد.

### ۴. بحث

هدف از تحقیق حاضر بررسی رابطه بین خودکارآمدی ریاضیات، رایانه و علوم به عنوان سه زمینه مهم در رشته‌های مهندسی با عملکرد تحصیلی دانشجویان کارشناسی رشته‌های فنی و مهندسی دانشگاه صنعتی اصفهان است. در تحقیقات گذشته به بررسی خودکارآمدی با عملکرد تحصیلی دانشجویان پرداخته شده بود و زیرمجموعه‌های خودکارآمدی با توجه به این که سازه‌ای کلی با شاخه‌های مختلف است، مورد بررسی قرار نگرفته بود. همان گونه که در بالا دیده شد، خودکارآمدی ریاضی دارای قدرت تبیین عملکرد تحصیلی دانشجویان به میزان ۳۶٪ بوده است و مؤلفه‌های شایستگی ریاضیات، اضطراب ریاضیات، اهمیت دادن به ریاضیات و علاقه‌مندی به ریاضیات همگی دارای قدرت پیش‌بینی‌کنندگی پیشرفت تحصیلی دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی هستند. در زمینه خودآمدی رایانه نیز با توجه به نتایج می‌توان گفت که ۲۲٪ از عملکرد تحصیلی دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی به وسیله خودکارآمدی رایانه پیش‌بینی می‌شود و مؤلفه‌های مهارت‌های پیشرفته رایانه‌ای و کار با رایانه‌های بزرگ دارای قدرت پیش‌بینی‌کنندگی عملکرد تحصیلی دانشجویان است. همچنین نتایج تحقیق



بیانگر این است که بین خودکارآمدی علمی و عملکرد تحصیلی دانشجویان رابطه معناداری در سطح ۰/۰۵ وجود دارد. با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق می توان گفت سه متغیر بررسی شده دارای رابطه و قدرت پیش بینی کنندگی عملکرد تحصیلی دانشجویان رشته های مهندسی است. نتایج کوتر (Kittur, 2020)، سراهی و همکاران (Saraih et al., 2018) و کاظم و اسمیران (Kazeem & Asimiran, 2008) لنت و همکاران (Lent et al., 2008)، چن و دونگ (Chen & Dong, 2015)، عسکر و داوینپورت (Jaskar & Davenport, 2009) و لو و چو (Loo & Choy, 2013) همسو است. هنگامی که فرد در خود توانایی لازم برای انجام دادن فعالیتی ببیند و دارای تجربیات موفقیت آمیزی در گذشته درباره موضوعی باشد، این پیش زمینه ذهنی می تواند هدایت کننده فرد به فعالیت و تلاش بیشتر تا حصول نتیجه گردد (Mitchell et al., 2023). همچنین سوتو و موران (Soto & Peña, 2022) با مرور تحقیقات انجام شده بیان می کند که سطح بالای خودکارآمدی ریاضیات باعث علاقه فرد به فعالیت در رشته های مرتبط با ریاضیات می شود. فlegg و همکاران (Flegg, 2012) در تعریف مهندسی بیان می کنند که علم مهندسی شامل استفاده از ریاضیات و علوم مربوط برای طراحی و ساخت پروژه هایی است که برای جامعه مفید باشد. پس همان گونه که از این تعریف می توان استنباط کرد، علوم مربوط به هر رشته و ریاضیات رکن آموزش مهندسی هستند که احساس خودکارآمدی در آن می تواند عملکرد تحصیلی دانشجویان را تحت تأثیر قرار دهد. به نوبه خود برخورداری از حس خودکارآمدی رایانه ای می تواند دانشجویان را در انجام پروژه ها و تکالیف محوله یاری کرده و بر عملکرد تحصیلی آنها تأثیر گذارد (Booth, 2001)

## ۵. نتیجه گیری

خودکارآمدی پدیده ای روانی است که ریشه در تجربیات گذشته فرد دارد. هنگامی که این تجربیات مثبت باشد، فرد دارای خودکارآمدی بالاتری در قیاس با افراد دیگر با تجربه عدم موفقیت است و این تجربه می تواند موفقیت دانشجویان رشته های مهندسی را در فعالیت ها و وظایف آینده، به خصوص وظایف و تکالیف دشوار تضمین کند. همان گونه که دیده شد، سطح خودکارآمدی دانشجویان در ریاضی، علوم و رایانه در سطح متوسطی بود. بنابراین لازم است که سطح خودکارآمدی دانشجویان در حیطه های بررسی شده افزایش یابد. یکی از مهم ترین خودکارآمدی ها در دروس را می توان مخصوص درس ریاضی دانست. همان گونه که در این تحقیق نشان داده شد، این خودکارآمدی واریانس بالایی از عملکرد تحصیلی دانشجویان تبیین می کند. برای رسیدن به سطح بالاتر خودکارآمدی در ریاضیات لازم است که دانشجویان با تجربیات موفقیت آمیز روبه رو شوند و به مرور به سختی و دشواری تکالیف افزوده شود تا این که دانشجویان بتوانند با انباشته ای از تجربیات مثبت با تکالیف جدید روبه رو شوند. همچنین در این زمینه آموزش های مناسب با استفاده از رویکردهای نوین یکی از روش هایی است که می تواند با افزایش یادگیری دانشجویان موفقیت آنها را در ریاضیات افزایش دهد و در نتیجه

خودکارآمدی ریاضیات این دانشجویان نیز افزایش می‌یابد. در زمینه رایانه نیز همان گونه که دیده شد، برخورداری از مهارت‌های پیشرفته و کار با رایانه‌های بزرگ دارای قدرت پیش‌بینی‌کنندگی پیشرفت تحصیلی دانشجویان بود. بنابراین لازم است این مهارت‌ها در دانشجویان رشته‌های مهندسی تقویت شود. در زمینه رایانه آنچه بیش از همه مهم است این است که مهارت‌های پیشرفته در دانشجویان تقویت شود و نگرش مثبتی نسبت به رایانه در فراگیران ایجاد شود تا بتوانند از این ابزار به عنوان جزئی از مهارت‌های حرفه‌ای و شغلی خود استفاده کنند.

## References

- Askar, P., & Davenport, D. (2009). An investigation of factors related to self-efficacy for Java programming among engineering students. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 8 (1).
- Blackmore, C., Vitali, J., Ainscough, L., Langfield, T., & Colthorpe, K. (2021). A review of self-regulated learning and self-efficacy: the key to tertiary transition in Science, technology, engineering and mathematics (STEM). *International Journal of Higher Education*, 10 (3), 169-177.
- Booth, S. (2001). Learning computer science and engineering in context. *Computer Science Education*, 11 (3), 169-188.
- Carberry, A. R., Gerber, E. M., & Martin, C. K. (2018). Measuring the innovation self-efficacy of engineers. *International Journal of Engineering Education*, 34 (2), 590-598.
- Chan, R. C. (2022). A social cognitive perspective on gender disparities in self-efficacy, interest, and aspirations in science, technology, engineering, and mathematics (STEM): the influence of cultural and gender norms. *International Journal of STEM Education*, 9 (1), 1-13.
- Chen, P., Hernandez, A., & Dong, J. (2015). Impact of collaborative project-based learning on self-efficacy of urban minority students in engineering. *Journal of Urban Learning, Teaching, and Research*, 11, 26-39.
- Chonsalasin, D., & Khampirat, B. (2022). The impact of achievement goal orientation, learning strategies, and digital skill on engineering skill self-efficacy in Thailand. *IEEE Access*, 10, 11858-11870.
- Flegg, J., Mallet, D., & Lupton, M. (2012). Students' perceptions of the relevance of mathematics in engineering. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 43 (6), 717-732.
- Henderson, T. S. (2016). *I think i can: investigating the academic self-efficacy beliefs of engineering students*. Thesis presented in partial fulfillment of the requirements for the degree master of arts in the graduate school of the Ohio State University.
- Heydarzadegan, A., & Kochzaei, M. (2015). Investigating the relationship between spiritual health and self-efficacy of students of engineering, psychology and educational sciences faculties. *Iranian Journal Engineering Education*, 17 (65), 79-93. doi: 10.22047/ijee.2015.8012 [in Persian].
- Hutchison, M. A., Follman, D. K., Sumpter, M., & Bodner, G. M. (2006). Factors influencing the self-efficacy beliefs of first-year engineering students. *Journal of Engineering Education*, 95 (1), 39-47.
- Jordan, M.S. (2014). *Intervention to improve engineering self-efficacy and sense of belonging of first-year engineering students*. Presented in partial fulfillment of the requirements for the degree doctor of philosophy in the graduate school of The Ohio State University.
- Kazeem, A. A., & Asimiran, S. (2016). Factors affecting entrepreneurial self-efficacy of engineering students. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 6 (11), 519-534.
- Kittur, J. (2020). Measuring the programming self-efficacy of electrical and electronics engineering students. *IEEE Transactions on Education*, 63 (3), 216-223.
- Korkmaz, Ö., & Altun, H. (2014). Adapting computer programming self-efficacy scale and engineering students'

- self-efficacy perceptions. *Participatory Educational Research*, 1 (1), 20-31.
- Lent, R. W., Sheu, H. B., Singley, D., Schmidt, J. A., Schmidt, L. C., & Gloster, C. S. (2008). Longitudinal relations of self-efficacy to outcome expectations, interests, and major choice goals in engineering students. *Journal of Vocational Behavior*, 73 (2), 328-335.
  - Loo, C. W., & Choy, J. L. F. (2013). Sources of self-efficacy influencing academic performance of engineering students. *American Journal of Educational Research*, 1 (3), 86-92.
  - Luo, Q., Chen, L., Yu, D., & Zhang, K. (2023). The mediating role of learning engagement between self-efficacy and academic achievement among chinese college students. *Psychology Research and Behavior Management*, 16, 1533-1543. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S401145>.
  - Marra, R. M., & Bogue, B. (2006). Women engineering students' self-efficacy--a longitudinal multi-institution study. *Women in Engineering Proactive Network*.
  - Mitchell, K. M., Zumbunn, S., Berry, D. N., & Demczuk, L. (2023). Writing self-efficacy in postsecondary students: a scoping review. *Educational Psychology Review*, 35 (3), 82.
  - Morán-Soto, G., & González-Peña, O. I. (2022). Mathematics anxiety and self-efficacy of mexican engineering students: is there gender gap?. *Education Sciences*, 12 (6), 391.
  - Özcan, B., & Kültür, Y. Z. (2021). The relationship between sources of mathematics self-efficacy and mathematics test and course achievement in high school seniors. *SAGE Open*, 11 (3). <https://doi.org/10.1177/21582440211040124>.
  - Qasem tabar, A., Taghipoor, K & Mahdavi nasab., Y. (2020). The effectiveness of the flipped classroom in computer self-efficacy and perception of the classroom Secondary school students. *Education Quarterly* No 143. 92-112. [in Persian].
  - Saraih, U. N., Aris, A. Z. Z., Mutalib, S. A., Ahmad, T. S. T., Abdullah, S., & Amlus, M. H. (2018). The influence of self-efficacy on entrepreneurial intention among engineering students. In *mATEC web of Conferences* (Vol. 150, p. 05051). EDP Sciences.
  - Samad, A., Bazargan, A & Hejazi, A. (2022). *Research method in behavioral science*. Tehran: agah press [in Persian].
  - Shu, Q., Tu, Q., & Wang, K. (2011). The impact of computer self-efficacy and technology dependence on computer-related techno stress: A social cognitive theory perspective. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 27 (10), 923-939.
  - Tossavainen, T., Rensaa, R. J., & Johansson, M. (2021). Swedish first-year engineering students' views of mathematics, self-efficacy and motivation and their effect on task performance. *International journal of mathematical Education in Science and Technology*, 52 (1), 23-38.



◀ **مهدی ابوالقاسمی:** در سال ۱۳۹۶ دکترای برنامه‌ریزی درسی خود را از دانشگاه هرمزگان دریافت کرده است. علاقه‌مندی‌های تحقیقی وی در زمینه عملکرد تحصیلی، روش‌های تدریس و هوش و استعداد است.



◀ **کمال نصرتی هشی:** دکترای فلسفه تعلیم و تربیت و استادیار دانشگاه فرهنگیان است. وی در سال ۱۳۹۶ مدرک دکترای خود را در دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه اصفهان اخذ کرد. ایشان فرصت مطالعاتی خود را در گروه فلسفه و مطالعات دینی دانشگاه اوترخت گذرانده است. وی آثار و مقالات زیادی از خود منتشر کرده است. حیطه تخصصی او روش‌شناسی پژوهش، مطالعات تربیتی، فلسفه تحلیلی و آثار ویتگنشتاین است.



## روش خلاقانه مهندسی برای شبیه سازی ماندگار سامانه های مهندسی در محیط های نرم افزاری

امیرحسین منصوری<sup>۱</sup> و رقیه گوگ ساز قوجانی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۶/۱۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۲۰

DOI: 10.22047/ijee.2023.415346.2009

**چکیده:** آموزش مهندسی در کنار حوزه های مختلف مهندسی، دارای اهمیت و نیازمند پژوهش است. در علوم مهندسی، یکی از مهم ترین ابزارهای پژوهش برای مهندسان، شبیه سازی عددی به کمک نرم افزارهای رایانه ای است. متلب/سیمولینک از جمله نرم افزارهای کاربردی در علوم مهندسی است. آموزش این نرم افزار با توجه به دامنه وسیع کاربرد آن، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در این مقاله، روشی آموزشی با انسجام مجموعه بلوک های به کارگرفته شده برای شبیه سازی سامانه های مهندسی پیشنهاد شده است. این شیوه بر پایه تصویر بوده و هدف آن، آموزش چگونگی پیاده سازی بلوک ها در محیط سیمولینک نرم افزار است. عواملی مانند نام، شکل ظاهری و عملکرد اجزای بلوک ها دارای اهمیت است. روش پیشنهادی می تواند در بهبود کیفیت شناخت و ماندگاری ذهنی این عوامل اثرگذار باشد. نمونه های اجرایی ایده پیشنهادی در سطح های مختلف، در قالب تکلیف یا آزمون، معرفی شده اند. تجربه اجرای این روش در چند نیم سال تحصیلی، نشان دهنده قابلیت پیاده سازی آسان آن بر روی سامانه های متفاوت مهندسی است. نتایج به دست آمده از نظرسنجی، در سه سازه ماندگاری، شناخت و روان شناختی دسته بندی و بررسی شده است. اثربخشی بسته پیشنهادی، به کمک پیش آزمون و پس آزمون نشان داده شده است.

**واژگان کلیدی:** نرم افزار متلب/سیمولینک، آموزش مهندسی، مهارت نرم افزاری، ماندگاری، مبدل بوست

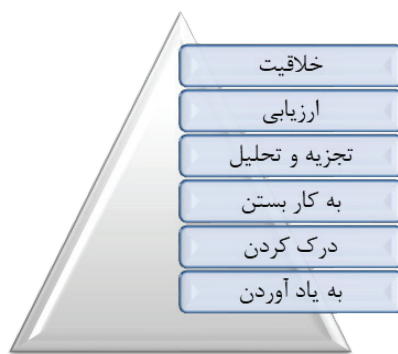
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی انرژی های تجدیدپذیر- دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی- دانشگاه شهید بهشتی، تهران.  
amirhos.mansouri@mail.sbu.ac.ir

۲- دانشیار، گروه مهندسی انرژی های تجدیدپذیر- دانشکده مهندسی مکانیک و انرژی- دانشگاه شهید بهشتی، تهران. (نویسنده مسئول).  
r.gavagsaz@sbu.ac.ir

## ۱. مقدمه

امروزه پیشرفت فناوری وابسته به گسترش علوم مهندسی در همه بخش‌هاست. این علوم در طی تاریخ با سرچشمه گرفتن از علوم پایه و ترکیب با کاربرد و عمل پدیدار شده‌اند. علوم مهندسی، در گذر زمان پیشرفت بسیاری داشته‌اند و هم‌زمان با گسترش آن، جهان شاهد با اهمیت شدن نقش علوم بین‌رشته‌ای و کم‌رنگ شدن مرز بین رشته‌های مهندسی است. از این رو، روش‌های سنتی انتقال مفاهیم علمی و آموزش علوم مهندسی، نیازمند بازنگری است (Mansouri et al., 2023).

یکی از طبقه‌بندی‌های شناخته‌شده در امر آموزش، هرم بلوم است. سطح‌های هرم بلوم در حوزه شناختی، در شکل ۱ نشان داده شده است (Ghandriz et al., 2021) و (Armstrong et al., 2010). در این هرم، ترتیب دارای اهمیت است. در سطح‌های مختلف، برای رسیدن به هر مرحله این هرم، نیاز است مراحل پیشین پیموده شوند (Taghizadeh et al., 2017). به‌کارگیری نرم‌افزارهای مهندسی می‌تواند در بالابردن سطح یادگیری دانشجویان مؤثر باشد. دانشجویان می‌توانند مطالبی را که یاد می‌گیرند و آنها را درک می‌کنند، در فضای نرم‌افزار به کار بگیرند. به عبارت دیگر، با توجه به این هرم، می‌توان سطح شناختی دانشجویان را در سطح سوم، یعنی به کار بستن آن، بالابرد.



شکل ۱. سطوح متفاوت هرم بلوم، نظریه شناختی

یکی از نیازهای مهم در تربیت مهندسان، شبیه‌سازی است. از یک دیدگاه، پژوهش‌ها در زمینه علوم مهندسی به سه روش انجام‌پذیر است. روش اول، حل تحلیلی است که با توجه به پیچیدگی مسائل و روابط و مدل‌سازی آنها، کمتر به کار گرفته می‌شود. روش دوم، روش تجربی و انجام آزمایش است. روش سوم، شبیه‌سازی عددی است. شبیه‌سازی به کمک نرم‌افزارهای گوناگونی قابل انجام است. یکی از پرکاربردترین نرم‌افزارها متلب/سیمولینک است که توسط مهندسان و پژوهشگران بسیاری در سطح جهان، به کار گرفته می‌شود. در محیط سیمولینک این نرم‌افزار، با انتخاب بلوک‌های مناسب، سامانه مورد مطالعه شبیه‌سازی می‌شود. راهکارهای متفاوتی به منظور بهبود آموزش این نرم‌افزار ارائه

شده است. از جمله راهکارها در امر آموزش، به‌کارگیری ابزارهای موجود در آن است. به عنوان نمونه، به کمک واسطه گرافیکی در محیط نرم‌افزار متلب/سیمولینک یک فایل اجرایی برای سامانه میکروگرید ساخته شد (Gavagsaz-Ghoachani et al., 2013). در این نمونه، فایل اجرایی، مولفه‌های متفاوتی از سامانه مورد مطالعه قابل تغییر هستند و در هر حالت، نتایج شکل موج‌های متفاوت از سامانه قابل مشاهده است.

عوامل بسیاری می‌تواند موجب افزایش بازدهی در آموزش و یادگیری بهتر فراگیران شود. به‌کارگیری تصویر، بازی، تعامل بین اساتید و دانشجویان و ایجاد کنجکاوی در ذهن دانشجویان از جمله این عوامل به شمار می‌روند.

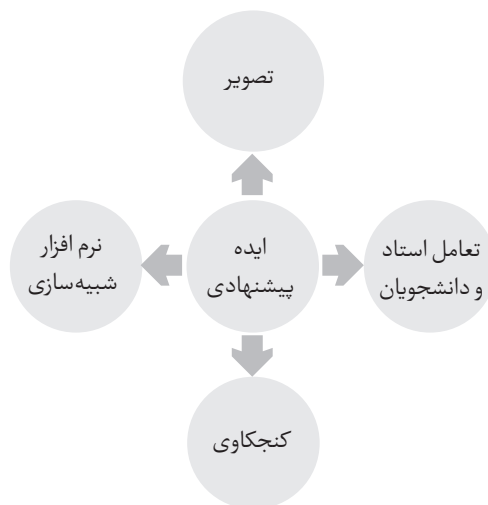
تصویر در روند آموزش، می‌تواند سبب ماندگاری محتوای آموزشی در ذهن فراگیران شود (Mario Dura'n et al., 2006). به‌کارگیری گیف‌های تصویری در آموزش علوم پایه، عملکردی مناسب و کارآمد داشته است (Sahin BULBUL., 2007) و (Altintaş., 2017). روش‌های بصری در آموزش مفاهیمی همچون شبیه‌سازی و برنامه‌نویسی سبب ایجاد محیطی گویا و سرگرم‌کننده می‌شوند (Zhao et al., 2022). تصاویر برای آموزش مفاهیم مهندسی و روابط مهندسی، به کار گرفته شده است (Gavag-saz-Ghoachani et al., 2022) و (Karimi et al., 2023). در مروری بر پژوهش‌ها، ایده‌های گوناگونی در زمینه آموزش نرم‌افزار بر پایه تصویر ارائه شده است. به عنوان نمونه، برای آموزش کدنویسی در ام‌فایل متلب، داستانی برای معرفی پروفایل توان بار یک خودرو معرفی شده است (Karimi et al., 2021). این داستان می‌تواند به عنوان پیش مطالعه، به فراگیران کمک کند. در راستای آموزش پایه‌ای بلوک‌های نرم‌افزار متلب/سیمولینک، ایده‌ای خلاقانه بر پایه مقایسه با حیوانات گوناگون معرفی شده است (Karimi et al., 2022). از نظر ظاهری و عملکردی، هر بلوک به حیوانی تشبیه شده است. این روش، جذابیت و ماندگاری عملکرد بلوک‌های نرم‌افزار متلب/سیمولینک را در ذهن دانشجویان ایجاد می‌کند. در پژوهش‌های دیگری در امر آموزش، روش‌هایی بر پایه بازی‌های رایانه‌ای پیشنهاد شده است (Martin-Lara et al., 2020) و (Gordillo et al., 2022). اثربخشی بازی‌های آموزشی از نظر کسب دانش و ایجاد انگیزه بررسی شده است (López et al., 2023).

تعامل بین دانشجویان با یکدیگر و نیز دانشجویان با استاد، یکی دیگر از عواملی است که می‌تواند فرایند یادگیری را بهبود بخشد (Serra et al., 2023). تعامل مناسب دانشجویان با یکدیگر موجب تقویت مهارت‌ها در آنها می‌شود و نیز طوفان فکری موجب یادگیری بهتر می‌شود (Eickholt et al., 2021) و (Nazarloo et al., 2023).

ایجاد کنجکاوی در ذهن فراگیران، می‌تواند اثر مثبتی بر روند یادگیری آنان بر جای بگذارد. اثر کنجکاوی بر کیفیت آموزش و تبدیل ترس دانشجویان به جذابیت و علاقه به مطلب، مورد بررسی قرار گرفته است (Dyche, 2011). نتایج، نشان‌دهنده مفید بودن این‌گونه روش‌هاست.



در صورت دستیابی به یک روش که بتواند هم‌زمان چند عامل مؤثر را همراه داشته باشد، می‌توان یادگیری فراگیران را به مراتب بهبود بخشید. در طرح پیشنهادی در این مقاله، چند جنبه متفاوت (شکل ۲) با هم ترکیب شده است. روشی برای آموزش سیمولینک بر اساس یک تصویر مفهومی پیشنهاد شده است. این روش بر پایه تعامل بین استاد و دانشجویان و با ایجاد کنجکاوی در ذهن فراگیران بنا شده است. تلفیق بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی یک سامانه مهندسی، در قالب یک تصویر خاص نشان داده می‌شود. هر جزء این تصویر با یک بلوک در ارتباط است. هر جزء می‌تواند فقط از نظر ظاهری نشان‌گر بلوک متناظر باشد و یا در برگیرنده سطح بالاتری بوده و مفهوم عملکردی بلوک را نیز شامل شود.



شکل ۲. جنبه‌های متفاوت به‌کارگرفته‌شده در ایده پیشنهادی

برخی از دانشجویان، زمانی که برای نخستین بار با یک مفهوم و یا مطلب علمی آشنا می‌شوند، از حجم و سختی آن مطلب، ترسی در دل دارند. یکی از اهداف روش پیشنهادی این است که آنان، با دیدن تصاویری با این سبک، کنجکاو شوند و محتوای علمی برای آنان جذابیت یابد. این روش، در شروع برای آموزش نرم‌افزار در سطح مقدماتی به کار گرفته شده است و دانشجویانی که آموزش می‌بینند، برای اولین بار است که با متلب/سیمولینک آشنا می‌شوند. اما در سطح‌های بالاتر نیز این روش کاربرد دارد. در این مقاله، پس از نشان دادن یک مطالعه موردی، روش‌های گوناگون اجرا در سطح‌های متفاوت، مورد بررسی قرار می‌گیرند. ایده پیشنهادی برای یک مطالعه موردی، یعنی یک مبدل بوسه‌شده نشان داده می‌شود ولی تجربه انجام این شیوه در کلاس‌های متفاوت نشان داده است که این ایده به خوبی می‌تواند روی شبیه‌سازی دیگر سامانه‌های مهندسی نیز به کار گرفته شود.

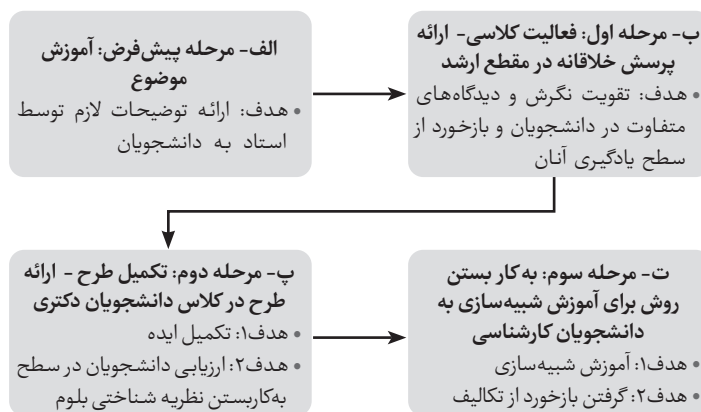
ساختار مقاله به این شرح است: در بخش دوم، پس از مقدمه، مواد و روش‌ها معرفی شده است. تجربه‌های گوناگونی از اجرای روش، در مقاطع متفاوت تحصیلی، کارشناسی و تحصیلات تکمیلی، بیان شده است. در بخش سوم، سطوح متفاوت جهت انجام در قالب فعالیت کلاسی و یا آزمون پیشنهاد شده است. در بخش چهارم، اثربخشی روش پیشنهادی مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش پنجم، نتیجه‌گیری و پیشنهادهای پژوهش‌های آتی ارائه شده است.

## ۲. مواد و روش‌ها

در این بخش، شکل‌گیری روش پیشنهادی معرفی شده است. سپس، سطح‌های متفاوت برای اجرای این شیوه آموزشی شرح داده شده است. در شکل ۳ طرحواره مسیر پیموده‌شده نشان داده شده است. ترتیب هر مرحله و هدف‌های آنها بیان شده است. این روند، در مدت زمان دو نیم‌سال تحصیلی صورت گرفته است. در اجرای طرح پیشنهادی، دانشجویان هر سه مقطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری، در مراحل متفاوت شرکت داشته‌اند. این چهار مرحله عبارت‌اند از:

- مرحله پیش‌فرض: آموزش موضوع؛
- مرحله ۱: انجام فعالیت کلاسی؛
- مرحله ۲: تکمیل طرح؛
- مرحله ۳: به کار بستن.

در ادامه، هر یک از این مرحله‌ها شرح داده شده است.



شکل ۳. مراحل روش آموزشی پیشنهادی

## ۲-۱. مرحله پیش فرض: آموزش موضوع

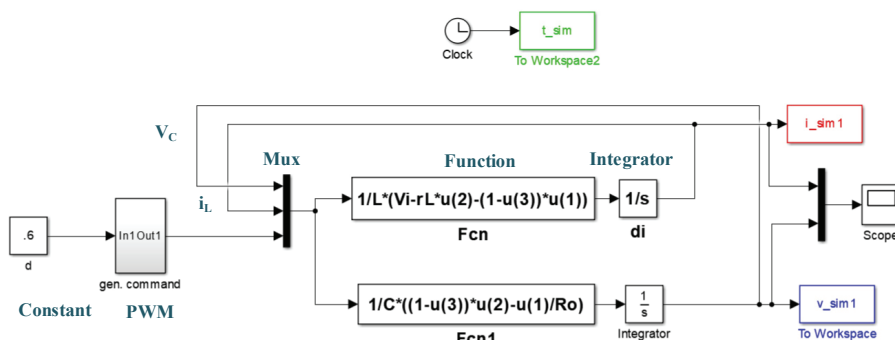
فرض می‌شود که توضیح‌های لازم توسط استاد برای سامانه مورد مطالعه به دانشجویان ارائه شده است. شبیه‌سازی سامانه مورد نظر، پس از آموزش مفاهیم آن، در اختیار دانشجویان قرار می‌گیرد. چگونگی شبیه‌سازی در فضای نرم‌افزار داده می‌شود.

## ۲-۲. مرحله اول: انجام فعالیت کلاسی

یکی از جلسات کلاس، با حضور دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد تشکیل شد. از دانشجویان دو کلاس درس مدل‌سازی انرژی‌های تجدیدپذیر و سامانه‌های هیبرید انرژی، خواسته شده بود به طور هم‌زمان در این جلسه مشترک حضور پیدا کنند. این جلسه، با هدف تقویت نگرش و دیدگاه‌های متفاوت در دانشجویان، به طور مشترک برگزار شد.

شبیه‌سازی سامانه مورد مطالعه (یک مبدل بوست) در شکل ۴ نشان داده شده است. از دانشجویان خواسته شد با توجه به اجزای موجود در فضای سیمولینک، طرحی خلاقانه را ارائه دهند. در آن طرح باید ارتباط کاملی بین تمام بلوک‌های شبیه‌سازی برقرار می‌شد. برای این فعالیت کلاسی، حدود ده دقیقه زمان داده شد. به دانشجویان این اختیار داده شد تا بتوانند با توجه به علاقه‌مندی‌های خود، طرحی را پیشنهاد دهند.

پاسخ‌های دانشجویان در این زمان، توسط استاد بررسی و به آنان بازخورد اولیه داده می‌شد. دانشجویان در صورت نیاز، توسط استاد راهنمایی می‌شدند. طرح‌های متفاوتی توسط دانشجویان داوطلب بر روی تابلو ارائه شد. این طرح‌ها، نشان‌گر دیدگاه‌های متفاوت آنان بود. یکی از این طرح‌ها در شکل ۵ نشان داده شده است. در این پاسخ، علاوه بر در نظر گرفتن تمام اجزای موجود در شکل شبیه‌سازی، مفهوم و عملکرد هر جز نیز مورد توجه قرار گرفته شده است. از این رو، این طرح پیشنهادی، با استقبال دانشجویان روبه‌رو شد.



شکل ۴. فضای سیمولینک سامانه مورد مطالعه



شکل ۵. یکی از طرح‌های پیشنهادی در کلاس درس

مطابق شکل ۴، محیط شبیه‌سازی سامانه مورد مطالعه، شامل بلوک‌های متفاوتی است. این بلوک‌ها به شکل مربع، دایره و مستطیل با اندازه‌های متفاوت هستند. در این طرح، یک ربات، به کمک این بلوک‌ها تشکیل شد. از یک سو، تمام بلوک‌ها که اجزای شبیه‌سازی بودند، در طرح ربات به کار گرفته شده بود. از سوی دیگر، هر عضو ربات، متناسب با مفهوم هر یک از بلوک‌ها شکل گرفته بود. به عنوان نمونه، تولید سیگنال فرمان در بخش کنترلی، به مغز ربات تشبیه شده است. برای دست‌های ربات، بلوک‌های Function در نظر گرفته شده است. نمونه دیگر از برقراری ارتباط در این طرح پیشنهادی، بلوکی به نام To Workspace است. به کمک این بلوک، داده‌ها می‌توانند به مکانی دیگر انتقال داده شوند. این بلوک با توجه به مفهوم عملکردی و ظاهر مستطیلی آن، به پاهای ربات متناظر شده است (برای پرهیز از بحث‌های خیلی تخصصی، علت ارتباط دیگر اجزای ربات و بلوک‌ها بیان نمی‌شود). در یک گفتگوی تعاملی بین دانشجویان و استاد، برخی از تشبیه‌های بین اجزای شبیه‌سازی و اعضای ربات، توسط همه حاضران تأیید شد. برای برخی از تشبیه‌های دیگر، پیشنهاد‌های دیگری نیز توسط دانشجویان ارائه شد.

## ۲-۳. مرحله دوم: تکمیل طرح

در این مرحله، پاسخ مورد تأیید دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد، در اختیار دانشجویان مقطع دکتری قرار داده شد. این مرحله، خود به دو بخش تقسیم می‌شود: بخش اول، فعالیت کلاسی و بخش دوم آزمون پایانی.

## الف) بخش اول: معرفی و تکمیل

در بخش اول، از دانشجویان مقطع دکتری خواسته شد تا طرح پیشنهادی توسط آنان مورد بحث و بررسی قرار گیرد. دلیل این امر، سطح آموزشی بالاتر این دانشجویان بود. تلاش بر این بود تا نکاتی توسط دانشجویان بیان شود تا طرح اولیه تکمیل شود. به عنوان نمونه، چند پیشنهاد اصلاح‌کننده برای اجزای کنار ربات بیان شد. در محیط شبیه‌سازی، یک بلوک دایره‌ای (ساعت) و بلوکی مستطیلی وجود داشت. در طرح اولیه، این دو بلوک به عنوان وزنه در کنار ربات پیشنهاد شده بود. در راستای تکمیل طرح، مواردی مانند جایگزینی این بخش با ساعت مچی، کلاه دانش‌آموختگی و یا کوک برای ربات پیشنهاد شد.

## ب) بخش دوم: آزمون

بخش دوم، از این مرحله، در قالب یکی از پرسش‌های آزمون پایان‌ترم دانشجویان دکتری مطرح شد. سطح این پرسش، در حد سطح سوم هرم بلوم (به کار بستن) بود. فضای شبیه‌سازی برای دو سامانه متفاوت در اختیار دانشجویان قرار گرفت. پیش از آن، این دو سامانه، در کلاس مورد مطالعه قرار گرفته بود. از آنان خواسته شد از ایده ربات الگو بگیرند و طرحی خلق کنند که از لحاظ ظاهری و همچنین عملکردی، گویای بخش‌های متفاوت فضای شبیه‌سازی باشد.

تجربه به دست آمده از این آزمون نشان داد که اگر مفاهیم علمی به خوبی به دانشجویان آموزش داده شده باشد، با به کارگیری خلاقیت دانشجویان، می‌تواند پاسخ مناسب ارائه شود. دانشجویانی که از قدرت خلاقیت و ایده‌پردازی بالاتری برخوردار بودند، طرح‌هایی عالی پیشنهاد کردند. یک نمونه از پاسخ‌ها، تشبیه شبیه‌سازی یک کنترل‌کننده به یک تفنگ بود. از آن جایی که برای شلیک مناسب گلوله در یک تفنگ حرفه‌ای مولفه‌های متفاوتی مورد نیاز است، این موارد با مولفه‌های کنترلی، مقایسه شده بود. از دیگر موارد، می‌توان به بلوک خروجی کنترل‌کننده اشاره کرد که به گلوله شلیک شده تشبیه شده بود.

## ۲-۴. مرحله سوم: به کار بستن

در این مرحله، طرح تکمیل شده توسط دانشجویان مقطع دکتری، در اختیار دانشجویان مقطع کارشناسی قرار داده شد. طرح پیشنهادی، برای آموزش شبیه‌سازی به دانشجویان کارشناسی و نیز ارزیابی آنان به کار گرفته شد. در ادامه، هر یک از این دو بخش معرفی می‌شود.

## الف) بخش اول

در اجرای بخش اول، طرح ربات در راستای آموزش شبیه‌سازی به دانشجویان به کار گرفته شد. یک

نمونه شبیه‌سازی از بین محتوای درسی انتخاب شد و از طریق این روش آموزش داده شد.

#### ب) بخش دوم

در بخش دوم، در قالب یک تکلیف، از دانشجویان خواسته شد تا نمونه‌ای مشابه را توصیف کنند. با بازخوردهای گرفته‌شده، این ایده کمک کرد تا ساختار و فضای شبیه‌سازی در ذهن سپرده شود. از جمله دیگر ویژگی‌های شیوه پیشنهادی از دیدگاه دانشجویان، می‌توان به جذابیت و جدید بودن آن اشاره کرد. در نتیجه، این طرح ادامه پیدا کرد و به تدریج کامل‌تر شد.

### ۳. سطح‌بندی فعالیت کلاسی و آزمون

در این بخش، برای چگونگی اجرای ایده معرفی شده، چند سطح پیشنهاد می‌شود. سطح‌های متفاوت برای هر پرسش، در جدول ۱ نشان داده شده است. این پرسش‌ها می‌تواند در قالب فعالیت کلاسی یا آزمون مطرح شود. در این جدول پنج ستون، وجود دارد:

در ستون اول، هر سطح، متناسب با سختی پرسش، نام‌گذاری شده است. مقدماتی، ساده‌ترین سطح است و پس از آن، به ترتیب سطح‌های میانی، پیشرفته ۱ و پیشرفته ۲ قرار دارد.

**ستون اجزا:** در تمام سطح‌ها، برای پیشنهاد یک طرح باید تمام اجزای فضای شبیه‌سازی توسط دانشجویان به کار گرفته شود. در سطح مقدماتی، هدف، فقط یادگیری و ماندگاری ذهنی بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی است.

**ستون عملکرد:** به کمک ایده پیشنهادی، علاوه بر شناخت اجزا که همان بلوک‌ها هستند، باید عملکرد آنها نیز توسط دانشجو شناخته شده باشد. به‌کارگیری اجزا و عملکرد، برای پیاده‌سازی در طرح پیشنهادی، در سطح میانی رتبه‌بندی شده است.

**ستون ترتیب:** برای کمک در ماندگاری فضای شبیه‌سازی در ذهن، ترتیب قرارگرفتن اجزا، در شکل پیشنهادی مهم است. اگر در کنار اجزا، عملکرد و ترتیب آنها مورد توجه قرار گیرد، این پرسش در سطح پیشرفته ۱ قرار خواهد گرفت.

**ستون تغییر فضای ظاهری:** چیدمان شبیه‌سازی می‌تواند به سلیقه کاربر، تغییر داده شود. البته بدیهی است که این تغییرات، نباید خللی در اجرای برنامه سیمولینک وارد کند. از جمله این تغییرات می‌توان به چرخاندن بلوک و کوچک یا بزرگ کردن آنها اشاره کرد. مهارت‌های جانبی دانشجویان می‌تواند به وسیله این طرح تقویت شود. اگر طرح پیشنهادی، شامل اجزا، عملکرد و تغییر فضای ظاهری باشد، این پرسش در سطح پیشرفته ۲ قرار می‌گیرد. در این سطح، بخشی از پیاده‌سازی سیمولینکی می‌تواند توسط دانشجویان و به کمک دیگر بلوک‌ها انجام شود و سپس طرح پیشنهادی خلق شود.

در تمام این سطح‌ها، برنامه شبیه‌سازی سیمولینک در اختیار دانشجو قرار می‌گیرد. با سخت‌تر شدن پرسش، پیاده‌سازی سیمولینک می‌تواند از ابتدا به خود دانشجویان واگذار شود.

جدول ۱. بیان سطح‌های پرسش روش پیشنهادی

| سطح       | ویژگی مورد بررسی |        |       |                                    |
|-----------|------------------|--------|-------|------------------------------------|
|           | اجزا             | عملکرد | ترتیب | تغییر فضای سیمولینک                |
| مقدماتی   | ✓                | ---    | ---   | آشنایی با ظاهر بلوک‌ها             |
| میانی     | ✓                | ✓      | ---   | آشنایی با عملکرد بلوک‌ها           |
| پیشرفته ۱ | ✓                | ✓      | ✓     | شناخت شبیه‌سازی سامانه مورد مطالعه |
| پیشرفته ۲ | ✓                | ✓      | ---   | طراحی شبیه‌سازی                    |

#### ۴. نتایج و بحث

در این بخش، اثربخشی بسته پیشنهادی به دو روش مورد بررسی قرار گرفته است. در روش اول، به کمک آزمون از دانشجویان، نتایج پیشرفت آنان بررسی شده است. در روش دوم، با توجه به نتایج نظرسنجی از دانشجویان، سازه‌های متفاوتی از جمله ماندگاری، شناخت و کارایی برای شیوه پیشنهادی آموزشی مورد بحث قرار گرفته شده است.

##### ۴-۱. پیش‌آزمون و پس‌آزمون

یکی از روش‌های معیارمعیار برای بررسی عملکرد یک روش آموزشی، شیوه پیش‌آزمون و پس‌آزمون است (Khorasani et al., 2015). در این روش، پیش از به‌کارگیری شیوه آموزشی پیشنهادی، از دانشجویان یک امتحان به عنوان پیش‌آزمون گرفته می‌شود. سپس مفاهیم مورد نظر با روش جدید آموزش داده می‌شود. پس از گذشت زمان، دوباره از دانشجویان آزمون گرفته می‌شود. با این شیوه، می‌توان شاخص‌های آماری را برای نمرات محاسبه کرد و از طریق آن، میزان اثربخشی روش پیشنهادی را مورد بررسی قرار داد (Karami et al., 2015).

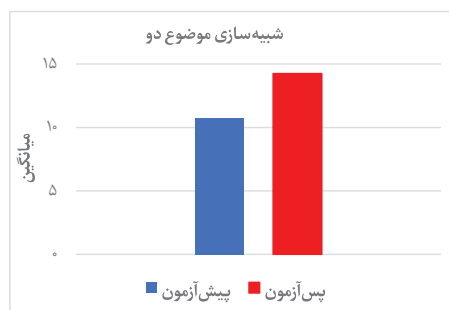
آزمون‌ها برای شبیه‌سازی دو موضوع آموزشی متفاوت انجام شده است. در پیش‌آزمون مدت زمان بیشتری برای پاسخ‌گویی در نظر گرفته شده است. نمونه‌ای از معیار نمره‌دهی در پیوست برای یکی از سامانه‌های مورد آزمون آورده شده است. در این بررسی، شاخص‌های آماری از قبیل میانگین، انحراف معیار و خطای معیار میانگین محاسبه شده است. این محاسبات از طریق نرم‌افزار SPSS انجام گرفته است.

مقدار شاخص‌های آماری میانگین، انحراف معیار و خطای معیار میانگین در جدول ۲ نشان داده شده است. عملکرد دانشجویان با توجه به میانگین نمرات در طی پیش‌آزمون و پس‌آزمون برای هر دو موضوع علمی در شکل ۶ و شکل ۷ نشان داده شده است. نتایج نشان‌گر افزایش میانگین نمرات

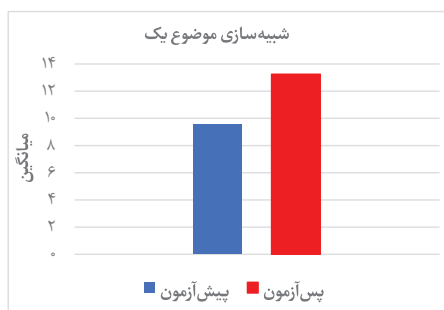
کلاس است. با توجه به جدول ۲، انحراف معیار در نمرات پس‌آزمون نسبت به پیش‌آزمون کاهش یافته است که نشان از متراکم‌تر شدن نمرات و کاهش پراکندگی است. به کمک این روش، دانشجویانی که از همان ابتدا محتوای درس را خوب آموخته بودند، توانسته‌اند آن را به کمک روش پیشنهادی در این مقاله، مرور کنند و این روش به ماندگاری ذهنی آنان کمک کرده است تا نمره خود را حفظ کنند یا آن را بهبود بخشند. دانشجویانی که محتوا را به خوبی نیاموخته بودند و در پیش‌آزمون عملکرد مناسبی نداشتند، توانستند سطح یادگیری خود را بهبود دهند. خطای معیار میانگین، شاخص به‌کارگرفته‌شده دیگریست که از طریق نسبت اندازه جامعه آماری و انحراف معیار قابل محاسبه است. همانند انحراف معیار، کاهش این معیار در نمرات دانشجویان، بیانگر کمتر شدن میزان پراکندگی نمرات است.

جدول ۲. شاخصه‌های آماری توصیفی برای پیش‌آزمون و پس‌آزمون

| سامانه   | آزمون     | میانگین | انحراف معیار | خطای معیار میانگین |
|----------|-----------|---------|--------------|--------------------|
| موضوع یک | پیش‌آزمون | ۹/۵۶    | ۵/۹۴         | ۲/۱۰               |
|          | پس‌آزمون  | ۱۳/۲۵   | ۵/۴۱         | ۱/۹۱               |
| موضوع ۲  | پیش‌آزمون | ۱۰/۷۵   | ۴/۵۹         | ۱/۶۲               |
|          | پس‌آزمون  | ۱۴/۲۵   | ۳/۰۸         | ۱/۰۹               |



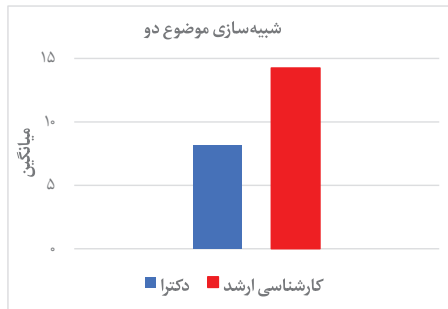
شکل ۷. میانگین نمرات دانشجویان در موضوع علمی دو



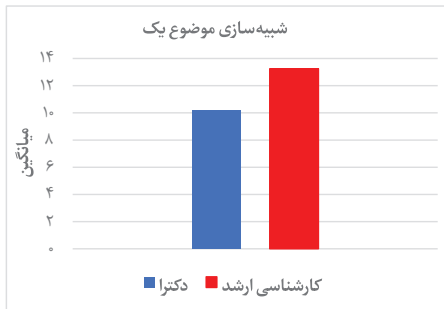
شکل ۶. میانگین نمرات دانشجویان در موضوع علمی یک

دو موضوع علمی که آموزش آن برای مقطع ارشد، مورد بررسی قرار گرفت، در محتوای درسی دانشجویان دکتری نیز قرار داشت. آنان، محتوای آموزشی را به شیوه آموزش‌های سنتی فراگرفتند. دانشجویان کارشناسی ارشد پس از شرکت در پیش‌آزمون، مطالب را به کمک روش پیشنهادی آموخته‌اند. برای بررسی اثربخشی این روش، یک آزمون، با پرسش‌های مشابه آزمون دانشجویان کارشناسی ارشد، از دانشجویان مقطع دکتری گرفته شد. نتایج مقایسه میانگین نمرات دانشجویان دکتری با نمرات پس‌آزمون دانشجویان کارشناسی ارشد، برای هر دو مطلب آموزشی، در شکل ۸ و شکل ۹ آمده است. نتایج نشانگر عملکرد بهتر دانشجویان کارشناسی ارشد پس از آموزش به کمک این شیوه، نسبت به دانشجویان دکتری بوده است.





شکل ۹. مقایسه میانگین نمرات دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد برای موضوع دو



شکل ۸. مقایسه میانگین نمرات دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد برای موضوع یک

#### ۲-۴. نظرسنجی

در بخش دوم، به نتایج نظرسنجی پرداخته می‌شود. نظرسنجی، پس از طی مرحله سوم (شکل ۳) انجام شده است. جامعه آماری متشکل از ۳۲ نفر از دانشجویان مقطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی است. نظرسنجی بر پایه ۹ پرسش انجام گرفته است. ساختار پرسش‌ها به صورت پنج‌گزینه‌ای طیف لیکرت است. گزینه ۱ به معنای مخالفت کامل و گزینه ۲ به معنای مخالفت اندک است. گزینه ۳ نداشتن نظر است. گزینه ۴ به معنای موافقت اندک و گزینه ۵ به معنای بیشترین میزان موافقت است.

پرسش‌ها از سه سازه ماندگاری، شناخت و روان‌شناختی تشکیل شده‌اند. سازه اول، از چهار پرسش تشکیل شده است. هدف، سنجش میزان عملکرد این روش بر ماندگاری مفاهیم در ذهن دانشجویان است. نتایج این بخش در شکل ۱۰ آمده است. سازه دوم شامل سه پرسش است. هدف از پرسش‌های این سازه، بررسی میزان اثر این روش بر شناخت فضای شبیه‌سازی است. نتایج این بخش در شکل ۱۱ آمده است. آخرین سازه، تحت عنوان روان‌شناختی تعریف شده است. در این سازه، دو پرسش طرح شده است. پرسش اول در مورد اثرگذاری این روش بر کاهش ترس دانشجویان از روبه‌رو شدن با محتوای جدید است. پرسش دوم در مورد جذابیت این روش است. نتایج این بخش در شکل ۱۲ آمده است. نتایج پاسخ‌های دانشجویان، توسط نرم‌افزار تحلیل آماری SPSS مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. در ادامه، هر سازه و تحلیل نتایج آن ارائه شده است.

#### ۱-۲-۴. سازه اول: ماندگاری

میزان ماندگاری بر چهار مشخصه مهم به وسیله پرسش‌های طرح‌شده در این بخش، سنجیده شده است. این پرسش‌ها عبارت هستند از:

**پرسش ۱:** میزان اثرگذاری این روش بر ماندگاری نام بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی چقدر است؟

**پرسش ۲:** میزان اثرگذاری این روش بر ماندگاری شکل ظاهری بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی چقدر است؟

**پرسش ۳:** میزان اثرگذاری این روش بر ماندگاری عملکرد بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی چقدر است؟

**پرسش ۴:** میزان اثرگذاری این روش بر ماندگاری مجموعه در محیط نرم‌افزار چقدر است؟  
نتایج نظرسنجی و پاسخ دانشجویان به این چهار پرسش، در شکل ۱۰ نشان داده شده است. اولین مورد نام هر بلوک است. «نام بلوک‌ها»، در روند یادگیری شبیه‌سازی، مهم و اساسی است. کاربرد در زمان شبیه‌سازی، نیاز به جست‌وجوی نام بلوک‌ها دارد؛ به همین دلیل، لازم است این مورد توسط روش آموزشی در بر گرفته شود. نتایج نظرسنجی موجود در شکل ۱۰، نشانگر آن است که توسط ۷۱/۹ درصد از دانشجویان، در پاسخ به پرسش ۱، گزینه‌های ۴ و ۵ انتخاب شده است. این نتیجه نشان از اثرگذاری بالای این روش بر ماندگاری نام بلوک‌ها از دیدگاه دانشجویان است.

«ماندگاری شکل ظاهری بلوک‌ها در ذهن»، ویژگی مهم دیگری است که یک روش آموزشی اثربخش باید دارا باشد. این ویژگی کمک می‌کند تا در هنگام مشاهده یک فضای شبیه‌سازی جدید، رویه و ساختار آن به خوبی و در زمانی کم درک شود. این موضوع در دومین پرسش نظرسنجی در نظر گرفته شده است. نتایج موجود در شکل ۱۰ نشانگر آن است که توسط ۷۵ درصد از دانشجویان، گزینه‌های ۴ و ۵ انتخاب شده است که نشان از موافقت بالای آنان، با اثربخشی این روش بر ماندگاری شکل ظاهری بلوک‌ها دارد.

اهمیت «ماندگاری عملکرد هر بلوک» در آموزش شبیه‌سازی، بر همه آشکار است. به همین دلیل یک روش آموزشی کارآمد، باید بر این موضوع تمرکز داشته باشد. این روش، به دلیل تشبیه عملکرد بلوک‌ها به اجزای یک سامانه، مانند ربات، می‌تواند در این زمینه عملکرد موفقیت‌آمیزی داشته باشد. نتایج نظرسنجی در شکل ۱۰، بیانگر ابراز موافقت ۵۶/۳ درصد از دانشجویان با انتخاب گزینه‌های ۴ و ۵ توسط آنان است.

پرسش‌های ۱ تا ۳ نظرسنجی، بر سنجش عملکرد این روش آموزشی بر اجزای تمرکز داشته است. در این روش، مجموعه فضای شبیه‌سازی از اجزای شبیه‌سازی که همان بلوک‌ها هستند، تشکیل شده است. در پرسش ۴ از دانشجویان خواسته شده است تا نظر خود را در مورد عملکرد این روش، در راستای ماندگاری ذهنی مجموعه بلوک‌ها بیان کنند. شکل ۱۰ نشان می‌دهد که ۵۳/۲ درصد از آنان موافق اثرگذاری این روش بر ماندگاری عملکرد مجموعه شبیه‌سازی هستند.

۴-۲-۲. سازه دوم: شناخت

در سازه دوم، میزان اثربخشی روش آموزشی بر شناخت عوامل شبیه‌سازی بررسی شده است. بر این

اساس دانشجویانی که نخستین بار است با فضای شبیه‌سازی آشنا می‌شوند، باید بتوانند شناخت خوبی را پیدا کنند. پرسش‌های این سازه عبارت هستند از:

**پرسش ۵:** میزان اثرگذاری این روش بر شناخت نام بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی چقدر است؟

**پرسش ۶:** میزان اثرگذاری این روش بر شناخت شکل ظاهری بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی چقدر است؟

**پرسش ۷:** میزان اثرگذاری این روش بر شناخت عملکرد بلوک‌های به‌کارگرفته‌شده در شبیه‌سازی چقدر است؟

پرسش پنجم، در ارتباط با اثرگذاری این روش بر شناخت بلوک‌ها است. بنا بر نظرسنجی، موافقت ۵۳/۱ درصد از دانشجویان با این روش، با انتخاب گزینه‌های ۴ و ۵، ابراز شده است (شکل ۱۱). پرسش ۶، در راستای بررسی اثر این روش بر شناخت دانشجویان از شکل ظاهری بلوک‌ها است. موافقت ۵۶/۲ درصد از دانشجویان با اثرگذاری این روش اعلام شده است. به منظور سنجش میزان اثرگذاری این روش بر شناخت عملکرد بلوک‌ها، پرسش ۷ طرح شده است. نتایج این بخش در شکل ۱۱ نشان داده شده است. پاسخ دانشجویان نشان‌دهنده موافقت ۶۲/۵ درصد از دانشجویان است.

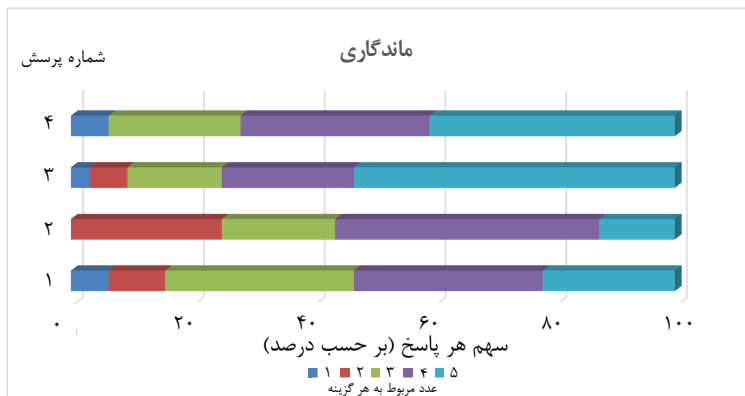
#### ۴-۲-۳. سازه سوم: روان‌شناختی

در سازه سوم، اثرهای مثبت روان‌شناختی روش پیشنهادی بر روند آموزش مورد بررسی قرار گرفته است. دو پرسش در نظرسنجی ۸ و ۹ طرح شده است. این پرسش‌ها به شرح زیر هستند:

**پرسش ۸:** آیا این روش، برای دانشجویانی که برای نخستین بار با محتوای جدید آشنا می‌شوند، می‌تواند کاهش‌دهنده ترس باشد؟

**پرسش ۹:** آیا این روش، برای دانشجویانی که برای نخستین بار با محتوای جدید آشنا می‌شوند، می‌تواند ایجادکننده جذابیت باشد؟

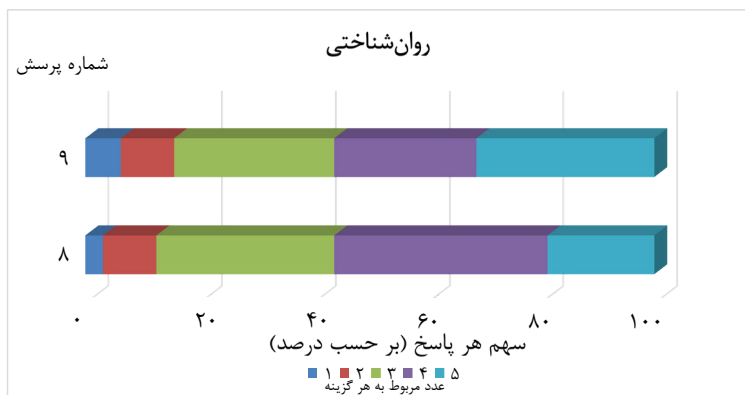
گاهی دانشجویان، در هنگام مواجه شدن با یک مفهوم علمی جدید، دچار ترس و نگرانی از دشواری موضوع می‌شوند. در پرسش ۸ کاهش ترس دانشجویان به کمک این روش بررسی شده است. همچنین، جذابیت مؤلفه مهمی است که روند یادگیری را برای دانشجویان بهبود خواهد داد. به همین دلیل، در پرسش ۹ این عامل سؤال شده است. نتایج این سازه در شکل ۱۲ نشان داده شده است. با توجه به شکل بیشتر دانشجویان، با عملکرد روش آموزشی در این دو زمینه، موافق بوده‌اند. این نتایج نشان داد که گزینه‌های ۴ و ۵، توسط ۵۶/۳ درصد از دانشجویان، در هر دو مورد، انتخاب شده که نشان از موافقت آنان با کاهش ترس و جذابیت این روش است.



شکل ۱۰. نتایج نظرسنجی به چهار پرسش سازه ماندگاری



شکل ۱۱. نتایج نظرسنجی به سه پرسش سازه شناخت



شکل ۱۲. نتایج نظرسنجی به دو پرسش سازه روان شناختی

## ۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله، برای تقویت مهارت کار با نرم‌افزار مهندسی متلب/سیمولینک، ایده‌ای خلاقانه معرفی شد. این ایده، در چند نیم‌سال تحصیلی در دانشگاه شهید بهشتی اجرا شده است. در انجام طرح پیشنهادی، دانشجویان هر سه مقطع کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری در مراحل متفاوت، شرکت داشته‌اند.

ابتدا سامانه مورد مطالعه، توسط مدرس معرفی می‌شود و سیمولینک آن در اختیار دانشجویان قرار گرفته و بررسی می‌شود. به هم پیوستن تمام بلوک‌های سیمولینکی به‌کارگرفته‌شده برای سامانه مورد نظر، در قالب یک شکل جذاب، به عنوان راهکاری برای ماندگار کردن پیاده‌سازی سامانه در این محیط پیشنهاد شد.

در مرحله اول، به هم پیوستن اجزای سیمولینک در قالب یک پرسش کلاسی طرح شد. یکی از پاسخ‌ها برای سیمولینک مبدل بوست که از نظر بیشتر دانشجویان جالب بود، یک ربات بود. بلوک‌های موجود در سیمولینک، توسط این پاسخ از نظر ظاهری و نیز عملکردی، در کنار هم به شکل یک ربات جمع شده بود. در مرحله دوم، این ایده برای تکمیل و گسترش برای دانشجویان دکتری طرح شد. در قالب پرسش آزمون، برای دیگر موضوع‌های علمی، توسط آنان، شکل‌هایی جذاب پیشنهاد شد. در مرحله پایانی، پاسخ‌های نهایی شده برای آموزش و یا ارزیابی دانشجویان مقطع کارشناسی به کار گرفته شد.

این روش، به جهت داشتن محتوای جذاب و همچنین بر پایه تصویربودن، توانست در ذهن کاربران، محبوبیت و انگیزه ایجاد کند. دانشجویان پس از برخورد با این روش، کمتر دچار ترس از روبروشدن با موضوعات جدید می‌شوند. این روش آموزشی می‌تواند در شناخت اولیه راه‌گشا باشد. از سوی دیگر، آموخته‌های قبلی کاربرانی که مطالب را در گذشته به کمک روش‌های سنتی آموخته‌اند و با گذر زمان، از محتوا فاصله گرفته‌اند، می‌تواند به شکلی جذاب مرور شود.

اگر چه شکل‌گیری این روش پیشنهادی، برای دانشجویانی که هنوز با نرم‌افزار سیمولینک خیلی آشنایی نداشتند، انجام شد ولی در ادامه اجرا، سطوح متفاوتی از مقدماتی تا خیلی پیشرفته پیشنهاد شد.

با توجه به گسترش هوش مصنوعی و علم رباتیک در بین مهندسان و دانشجویان، ربات‌ها دارای جذابیت هستند. در نمونه اولیه، همراه شدن مفاهیم آموزشی با ساختار ربات به خوبی توانست در ذهن مخاطب قرار بگیرد. فعالیت‌ها می‌تواند، به دو شیوه توسط استاد درس طرح شود. در یک شیوه، که به شکل پیش‌مطالعه انجام می‌گیرد، دانشجویان اطلاعاتی از نقش اجزا ندارند و هدف استاد فقط آشنا ساختن فراگیران با یک موضوع علمی است. شیوه دیگر، برای ارزیابی به کار گرفته می‌شود. در بخش ارزیابی، انتظار این است که دانشجویان با توجه به شناخت به موضوع، توانایی توصیف داشته باشند. تجربه نشان داد که در هر دو هدف، این روش پیشنهادی دارای قابلیت بالایی است. در این

مقاله فقط یک مورد مطالعه موردی معرفی شده است و این روش به سادگی در سامانه‌های گوناگون مهندسی قابل اجراست.

اثربخشی روش به کمک شیوه پیش‌آزمون و پس‌آزمون مورد بررسی قرار گرفت. بهبود یادگیری دانشجویان به کمک این شیوه نشان داده شد. نتایج نظرسنجی حکایت از استقبال خوب دانشجویان از این طرح پیشنهادی در سازه‌های متفاوتی از جمله ماندگاری، شناخت، جذابیت و کاهش ترس از موضوع‌های جدید دارد.

یکی از محدودیت‌های این طرح آن است که ممکن است نتواند مشارکت تمام دانشجویان را آن‌چنان که شایسته است، جلب کند. در نتیجه، برای کارهای آینده می‌توان ایده‌های متفاوتی را پیشنهاد کرد. دانشجویان توانمندی‌های متفاوتی دارند بنابراین در راستای بهره‌گرفتن از مشارکت همه دانشجویان با توجه به توانمندی‌های گوناگون آنها می‌توان کارهای تکمیلی متعددی را تعریف کرد. تبدیل طرح پیشنهادی به یک انیمیشن، یکی از این راهکارهاست. به‌کارگیری انیمیشن‌های موجود که متناسب با طرح پیشنهادی است و دوبله کردن به کمک متنی متناسب با محتوای علمی، راهکار دیگری است که می‌تواند مشارکت گروهی دیگر از دانشجویان را که در این زمینه استعداد دارند، به همراه آورد. راهکار دیگر تجسم بخشیدن به طرح است. به عنوان نمونه، یکی از ایده‌ها درست کردن قطعات طرح به شکل جورچین فیزیکی است. دانشجویانی که مهارت در ساختن دست‌سازه داشته باشند، به خوبی برای تکمیل این طرح می‌توانند به کار گرفته شوند. در همه این راهکارها دانشجویان متناسب با علاقه‌مندی‌ها و توانایی‌هایشان، ارتباط خوبی با محیط شبیه‌سازی و مفاهیم علمی مربوط به آن برقرار می‌کنند و در نتیجه ماندگاری مطالب علمی بیشتر خواهد شد.

## References

- Altıntaş, E., Şukru, I., & Soner, K. (2017). Evaluation of use of graphics interchange format (GIF) animations in mathematics education. *Educ. Res. Rev.* 12(23), 1112-1119.
- Armstrong, P. (2010). Bloom's Taxonomy. Vanderbilt University Center for Teaching. Retrieved [today's date] from <https://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/blooms-taxonomy>.
- BULBUL, M.S. (2007). Using gif (graphics interchange format) images in physics education. *AIP Conf.*, 481-482.
- Durán, M.J., Gallardo, S., Toral, S.L., Torres, R.M. & Barrero, F.J. (2007). A learning methodology using MATLAB/Simulink for undergraduate electrical engineering courses attending to learner satisfaction outcomes. *SSBM*, 55-73.
- Dyche, L., & Epstein, R.M. (2011). Curiosity and medical education, *Med Educ.* 45(7), 663-8.
- Eickholt, J., Johnson, M. R., & Seeling, P. (2021). Practical Active learning stations to transform existing learning environments into flexible, active learning classrooms. *IEEE Trans. Educ.* 64(2), 95-102
- Forouzesh, M., Siwakoti, Y.P., Gorji, S.A., Blaabjerg, F., & Lehman B. (2017). Step-up DC-DC converters: A comprehensive review of voltage-boosting techniques, topologies, and applications. *IEEE Trans. Power Electron.* 32(12), 9143-9178.
- 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.

- Ghandriz, Y., Noorbakhsh, S. M. Z., Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2021). Effect of wide observation of nature in renewable energy engineering education. *RI2C 2021*, 193-198.
- Gordillo, A., López-Fernández, D., & Tovar, E. (2022). Comparing the effectiveness of video-based learning and game-based learning using teacher-authored video games for online software engineering education. *IEEE Trans. Educ.* 65(4), 524-532.
- Karami, M., Seylane, A. (2015). Enhancing the effectiveness of engineering education with a focus on the automotive industry, holistic educational design. *Iranian Journal of Engineering Education*. 17(66), 119-139 [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].
- Karimi, P., Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2021). Investigating the transfer of scientific content with the help of comic stories at a level of higher education. *RI2C 2021*, 205-210.
- Karimi, P., Gavagsaz-Ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2022). Creative educational approach: System implementation using MATLAB/Simulink. *RI2C 2022*, 39-43.
- Khorasani, A., Safaei Movahed, S., Alipoor, R. (2015). Evaluating the effectiveness of organizational training for the implementation of project management in national Iranian oil company with emphasis on four areas: time management, cost management, quality management and human resource management. *Iranian Journal of Engineering Education*. 17(66), 93-118 [in Persian].
- López-Fernández, D., Gordillo, A., Pérez, J., & Tovar, E. (2023). Learning and motivational impact of game-based learning: Comparing face-to-face and online formats on computer science education. *IEEE Trans. Educ.*, 66(4), 360-368.
- Mansouri, A., Gavagsaz-ghoachani, R., & Phattanasak, M. (2023). Educating execution of a DC-DC converter model in the MATLAB/Simulink software by connecting blocks. *RI2C 2023*. (in press).
- Martín-Lara, M.A., & Calero, M. (2020). Playing a board game to learn bioenergy and biofuels topics in an interactive. *J. Chem. Educ.* 97(5), 1375-1380.
- Serra, R., Martinez, C., Vertegaal, C.J.C., Sundaramoorthy, P., & Bentum, M.J. (2023). Using student-led tutorials to improve student performance in challenging courses. *IEEE Trans. Educ.* 66(4), 339-349.
- Seyed-Nazarloo, S.T., Tahmasebzadeh-sheikhlari, D., Ghaderi, S., Mohammadi-Poya, S. (2023). The relationship between educational interaction and academic satisfaction with student self-efficacy. *Iranian Journal of Engineering Education*. 24(93), 87-104 [in Persian].
- Taghizadeh, K., & Vejdanzade, L. (2017). Analysis of the necessity of using structural physical model on educating structural course according bloom's model (case study: structural systems course architecture students of University of Tehran). *Iranian Journal of Engineering Education*. 19(73), 89-117 [in Persian].
- Zhao, D., Muntean, C.H., Chis, A.E., Rozinaj, G., & Muntean, G.-M. (2022). Game-based learning: Enhancing student experience, knowledge gain, and usability in higher education programming courses. *IEEE Trans. Educ.* 65(4), 502-513.

## پیوست

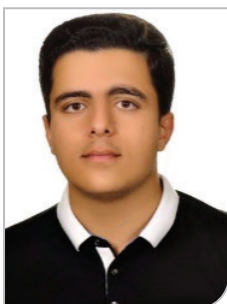
برای نمره‌دهی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، معیاری یکپارچه در نظر گرفته شده است. به عنوان نمونه برای سامانه یک (شبیه‌سازی مبدل بوست)، مورد‌های مورد نظر در جدول ۳ نشان داده شده است. این جدول، شامل سه ستون است: ستون اول سمت راست، نام بلوک‌های سیمولینک به کار گرفته شده در شبیه‌سازی، آورده شده است. ستون دوم، جایگاه درست بلوک را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. ستون سوم، شکل رسم شده بلوک مورد سنجش قرار می‌گیرد. در این تقسیم‌بندی ۹ مؤلفه وجود دارد و برای هر یک، ۲ امتیاز (جایگاه و شکل بلوک) داده شده است. در انتها، اتصالات نیز به عنوان مورد نهایی در ارزشیابی در نظر گرفته شده و برای آن ۲ نمره لحاظ شده است. در مجموع بیست نمره برای ارزیابی

شبیه‌سازی اختصاص داده شده است.

نمونه پر شده برای یکی از دانشجویان در بخش ۱۸ نمره‌ای شناخت بلوک‌ها و جایگاه آنها در این جدول داده شده است. پاسخ نادرست با علامت ضربدر نشان داده شده است.

جدول الف. معیارهای نمره‌دهی در سامانه یک

| نام بلوک             | جایگاه بلوک | شکل بلوک |
|----------------------|-------------|----------|
| Constant             |             |          |
| PWM                  |             |          |
| Mux 1                |             |          |
| Functions            |             |          |
| Integrators          |             |          |
| Mux 2                |             |          |
| To Workspace         |             |          |
| Scope                |             |          |
| Clock + To Workspace |             |          |



◀ **امیرحسین منصوری:** مدرک کارشناسی خود را از دانشگاه رازی کرمانشاه در رشته مهندسی مکانیک، در سال ۱۴۰۱ دریافت کرد. اکنون، دانشجوی رشته مهندسی انرژی‌های تجدیدپذیر در دانشگاه شهید بهشتی تهران است. علایق تحقیقاتی او شامل ریزشبکه‌های DC، کنترل سامانه‌های تجدیدپذیر و آموزش مهندسی است.



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





## ساختار و الگویی جدید بر پایه نیازهای حرفه‌ای برای تدریس درس زبان تخصصی مهندسی برق، یک مطالعه موردی

امیرمسعود سوداگر<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۱۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۰

DOI: 10.22047/ijee.2024.423545.2022

**چکیده:** این مقاله پیشنهادی برای محتوا و تدریس درس زبان تخصصی دوره کارشناسی مهندسی برق را ارائه می‌کند. ایده اساسی در طراحی محتوای پیشنهادی، توجه به بخش عمده‌ای از نیازهای یک دانشجوی مهندسی برق در حین تحصیل و نیز پس از دانش‌آموختگی، در موقعیت‌های واقعی است. در این مقاله، جزئیاتی از محتوای درس، چگونگی تدریس، نحوه مشارکت دانشجویان در فرایند آموزش و نیز شیوه‌های ارزیابی دانشجویان مورد بررسی قرار می‌گیرد. محتوا و شیوه تدریس مطرح شده در این مقاله، در دانشکده مهندسی برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی اجرا شده است. علاوه بر نمونه‌هایی از متن‌های تدریس شده، بخشی از خوشه‌های واژگانی منتخب و نیز گزیده‌ای از سؤال‌های امتحانی، در این مقاله ارائه می‌شود. در پایان درس، یک نظرسنجی در سه بخش از دانشجویان به عمل آمده است و نظر ایشان در خصوص ترکیب محتوای درس و چگونگی ارائه درس را جویا شده است و علاوه بر آن بازخورد آزاد ایشان را دریافت کرده است. بر اساس جمع‌بندی نتایج این نظرسنجی، پیشنهاد ارائه شده در این مقاله برای محتوا و شیوه تدریس درس زبان تخصصی مهندسی برق، رضایت حدود ۸۷٪ دانشجویان از برآورده شدن انتظارات و نیازهای اصلی ایشان از درس زبان تخصصی و نیز شیوه تدریس را در پی داشته است.

**واژگان کلیدی:** زبان تخصصی، دانشجویان مهندسی برق، تولید محتوا، تحلیل، زبان انگلیسی، اهداف دانشگاهی، مهارت‌های زبانی

۱- دکتری برق، آزمایشگاه پژوهشی مدارها و سامانه‌های مجتمع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران.

amsodagar@gmail.com

دانشگاه یورک، دپارتمان مهندسی برق و علوم کامپیوتری، تورونتو، کانادا

## ۱. مقدمه

در برنامه آموزشی دوره‌های کارشناسی مهندسی مصوب وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، برای آموزش زبان خارجی، به طور معمول یک درس زبان خارجی عمومی و به دنبال آن یک درس زبان تخصصی در نظر گرفته شده است و دوره کارشناسی مهندسی برق نیز از همین الگو پیروی می‌کند. هر چند در بسیاری از دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی کشور، از کتابی که توسط انتشارات سمت برای این درس تألیف شده است، به عنوان کتاب درسی استفاده می‌شود (Haghani, 2017)، برای تدریس این درس منابع و مراجع دیگری نیز تألیف شده و به طور محدود مورد استفاده قرار گرفته است (Ghasemi, 2012) (Sadjadian & Sadjadian, 2012)، (Bagherabadi, 2009). وجه مشترک کتاب‌های مذکور این است که همگی کم‌وبیش درس زبان تخصصی را به سوی تمرکز بر خواندن و درک مطلب متون علمی توصیفی سوق می‌دهند. هر چند بر اساس پژوهش‌های متعددی که در سال‌های اخیر در داخل و خارج کشور صورت گرفته است، این دو مهارت (خواندن و درک مطلب) در صدر نیازهای فراگیران زبان تخصصی در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی برای رشته‌های مهندسی، به طور عام و مهندسی برق، به طور خاص است (Malmir, 2017) (Rezaee & Kazempourian, 2017)، (Şahan et al, 2016)، (Sarwant et al, 2023)، (Bagheri, 2019)، در برخی از همان پژوهش‌ها، اهمیت مهارت‌های نگارش و شنیدن نیز از دیدگاه دانشجویان، دانش‌آموختگان و مراکزی که مهندسان را استخدام می‌کنند، چنان بالاست که اجازه نمی‌دهد در تدریس درس زبان تخصصی، از این مهارت‌ها غافل شویم. علاوه بر مهارت‌های اصلی که به طور رایج در مبحث آموزش مطرح هستند، در بعضی از پژوهش‌هایی که در حوزه آموزش زبان تخصصی صورت گرفته است، دو محور (ریزمهارت) گنجینه واژگان و ترجمه، نیز به طور خاص مورد بررسی قرار گرفته‌اند. درست است که گنجینه واژگان همواره بخشی از مهارت‌های خواندن و درک مطلب به حساب می‌آید، اما در برخی بررسی‌ها (به عنوان نمونه در (Rezaee & Kazempourian, 2017))، فراگیران بر نیاز خویش به گنجینه واژگان فنی تأکید ویژه داشته‌اند. در مورد ترجمه، یافته‌های پژوهش‌ها، گاه با یکدیگر سازگار نیست. در حالی که در (Rezaee & Kazempourian, 2017) و (Malmir & Bagheri, 2019) نیاز به ترجمه با اهمیت خواندن و درک مطلب برابری می‌کند، در (Şahan et al, 2016) اهمیت پرداختن به ترجمه از پایین‌ترین امتیاز برخوردار بوده است.

مقاله حاضر، پیشنهادی را برای ساختار و محتوای درس زبان تخصصی ارائه می‌کند که با ویژگی‌هایی که در ادامه به آنها پرداخته می‌شود، نیازهای کاربردی علمی، فنی، و حرفه‌ای یک دانشجوی کارشناسی مهندسی برق، چه در زمان تحصیل و چه پس از دانش‌آموختگی، در حوزه مهارت‌های اصلی و ریزمهارت‌های ذکرشده در بالا را هدف می‌گیرد. نتایج نظرسنجی از دانشجویانی که درس زبان تخصصی را با الگوی معرفی شده در این مقاله گذرانده‌اند، گویای رضایت نسبی ایشان است. لازم به ذکر است که نسخه مختصر این گزارش، در (Sodagar, 2023) پذیرفته و منتشر شده است.

## ۲. روش پژوهش

در آخرین مرتبه ارائه این درس، علاوه بر ارزیابی اداره آموزش دانشکده، یک نظرسنجی نیز به طور مجزا از دانشجویان صورت گرفت که ۱۴ نفر در آن مشارکت کردند. این نظرسنجی، شامل سه بخش (الف) نظر دانشجویان در مورد مناسب بودن ترکیب محتوای درس (مستقل از چگونگی ارائه مطالب)، (ب) رضایت دانشجویان از چگونگی برگزاری و ارائه درس، و (ج) دریافت بازخورد آزاد دانشجویان بود که به ترتیب در ۱۳ و ۱۴ سؤال چندگزینه‌ای و ۳ سؤال تشریحی ترتیب داده شده بود. فرم‌های نظرسنجی به صورت پرینت شده تهیه گردید و در آخرین جلسه ارائه درس، در اختیار دانشجویان قرار داده شد تا نظرات خود را در آن وارد کنند و در همان جلسه تحویل دهند. سؤال‌ها و جمع‌بندی نظرات دانشجویان در قسمت "نتایج نظرسنجی" آورده شده است.

### ۲-۱. پیشنهاد ساختار جدید درس با توجه به نیازهای کاربردی

ساختاری که در این مقاله برای درس زبان تخصصی مهندسی برق پیشنهاد می‌شود، دارای سه ویژگی بارز است: (۱) تنوع متن‌هایی که بر اساس نیازهای کاربردی تخصصی و حرفه‌ای گردآوری شده‌اند، (۲) آشنایی با گنجینه‌ای از واژه‌های تخصصی و تعابیر رایج علمی و فنی و مهندسی که در فرایند آموزشی کلاس، به شکلی مقایسه‌ای و از طریق بیان وجوه اشتراک و تمایز در مفهوم و کاربرد ارائه شده، مورد بحث قرار می‌گیرند و (۳) ساختار درس به نحوی است که هر چند تکیه اصلی آن بر مهارت‌های خواندن و درک مطلب و نگارش است اما مهارت‌های صحبت کردن و گوش دادن را نیز فراموش نمی‌کند.

### ۲-۲. تنوع متن‌ها برای خواندن و درک مطلب

یکی از ویژگی‌های بارز محتوای درس در پیشنهاد حاضر، تنوع متونی است که برای خواندن و درک مطلب مورد استفاده قرار می‌گیرد. به تناسب نیازهای دانشجویان به مطالعه متن‌های علمی و فنی متنوع در دوران تحصیل و نیز پس از دانش‌آموختگی، متن‌های پیشنهادی برای خواندن و درک مطلب در این درس، گستره‌ای به وسعت متون علمی (کتاب‌های درسی<sup>۱</sup>) و متون فنی شامل کاتالوگ‌ها، برگه‌های داده<sup>۲</sup>، راهنماهای دستی کاربران<sup>۳</sup>، دستور کارهای آزمایشگاه<sup>۴</sup>، و بروشورها<sup>۵</sup> را در بر می‌گیرد.

### ۲-۳. گنجینه واژگان

بنا به تجربه نگارنده، اتفاقی که می‌تواند این بخش از درس را برای دانشجویان جذاب کند، این است که واژه‌های مورد بررسی در کلاس از فهرستی از پیش تعیین شده انتخاب نشوند بلکه به فراخور متن‌هایی

1- Textbooks

2- Data sheets

3- User manuals

4- Laboratory instruction manuals

5- Brochures

که در بخش خواندن و درک مطلب درس در کلاس مورد مطالعه قرار می‌گیرد، برگزیده و به بحث گذارده شوند. به علاوه، گاه می‌توان به بهانه هر یک از این واژه‌ها، واژه‌های دیگری نیز را با ابتکار مدرس و مشارکت دانشجویان مطرح کرد و هر واژه مستخرج از متن را به خوشه‌ای از واژگان تبدیل کرد و تشابه‌ها و تفاوت‌ها و تمایزهای آنها مورد بحث و بررسی قرار داد. به عنوان چند نمونه، برخی از خوشه‌های واژگانی که در یکی از نیمسال‌های ارائه درس به آنها پرداخته شده است، در زیر آورده می‌شود:

- **واژه‌هایی که در یک چارچوب استفاده می‌شوند و پیوستگی کاربردی دارند:** در مباحث و فضاهای تخصصی گوناگون، اعم از علمی و فنی، واژگانی را می‌توان یافت که با یکدیگر ارتباط معنایی و کاربردی دارند. به عنوان نمونه می‌توان به واژه‌های *to troubleshoot, to repair, to fix, faulty, broken* و *defective* در حوزه عیب‌یابی و تعمیر، واژه‌های *Part, Chapter, Section, Subsection* در تقسیم‌بندی یک کتاب و نیز *coordinates, axis, origin, line, curve, horizontal, vertical* در نمودارها اشاره کرد.

- **واژه‌هایی با ترجمه مشابه در فارسی اما متمایز در مفهوم و جایگاه به‌کارگیری:** در متن‌های تخصصی فعل‌های *to set, to tune, to adjust, to regulate, to calibrate* به معنای عمومی تنظیم کردن به کار برده شده‌اند و واژه‌های *conversion* و *transformation* هر دو در زبان فارسی، به تبدیل ترجمه می‌شوند. از جمله دیگر خوشه‌ها در این دسته می‌توان از *(failure)*، *(function, operation, action)* و نیز *(malfunction)* و نیز *(to build, to make, to generate)* و نیز *(professional, specialist, experienced, expert)* نام برد.

- **یک واژه با بیش از یک ترجمه در فارسی و متفاوت در مفهوم و جایگاه به‌کارگیری:** به عنوان نمونه‌ای از این واژه‌ها می‌توان به واژه *component* اشاره کرد که در مبحث ماتریس‌ها، با واژه درآیه معادل است، در مبحث سیگنال‌ها، به مؤلفه (مانند: *DC* و *مؤلفه AC*) ترجمه می‌شود و در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی، به معنای قطعه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- **واژه‌هایی با شباهت‌هایی در شکل و معنا:** واژه‌هایی هستند که هم از لحاظ نگارش شباهت‌هایی با یکدیگر دارند و هم معنای آنها تا حدودی نزدیک به یکدیگر است اما شایسته است که یک دانشجوی کارشناسی مهندسی، تفاوت و تمایز آنها را بداند. به عنوان نمونه می‌توان به خوشه‌های *consistently* و *constantly, continually* و همچنین *complete, complex, complicated, comprehensive* اشاره کرد.

- **واژه‌هایی که گاه معنا و مفهوم تخصصی آنها با یکدیگر اشتباه گرفته می‌شود:** هر چند دانشجو باید در دیگر درس‌ها با مفاهیم حوزه‌های تخصصی آشنا شود، برای پیشگیری از کاربرد اشتباه معادل انگلیسی برخی واژه‌ها و مفاهیم تخصصی لازم است در درس زبان تخصصی، توجه دانشجویان را به تفاوت برخی واژه‌ها جلب کرد. از جمله این‌گونه واژه‌ها می‌توان به *(typical, nominal)* و *(probability, possibility)* و *(safety, security)* اشاره کرد.

- **واژه‌هایی با معادل فارسی بسیار رایج‌تر (نسبت به واژه زبان اصلی):** واژه‌هایی که کاربر آنها در زبان فارسی

آشناست اما لزوماً معادل آنها در زبان انگلیسی را استفاده نمی‌کند، مانند: Knob, Cord, Torque

- واژه‌هایی با تلفظ مشابه و گاه یکسان اما با معنی‌های متفاوت: در متن‌های عمومی و تخصصی، گاه به واژه‌هایی برمی‌خوریم که هر چند معنای متفاوتی دارند اما به دلیل تشابه در تلفظ، با یکدیگر اشتباه گرفته می‌شوند. خوشه‌های (extend, extent)، (axis, axes, access)، و (except, accept, expect, aspect) را می‌توان به عنوان چند نمونه از این‌گونه واژه‌ها برشمرد.

## ۲-۴. نگارش

- پوشش مهارت نگارش در ساختار پیشنهادی درس در دو امتداد انجام می‌شود:
- نگارش متن‌های علمی و فنی: نگارش متن به زبان انگلیسی مهارتی است که لازم است پیشتر، در درس زبان عمومی پایه‌گذاری شده باشد. برای ایجاد توانایی در دانشجویان برای نگارش متن‌های تخصصی، گستره متنوعی از الگوها و نکته‌های نگارشی در کلاس، ارائه و مورد بحث واقع می‌شود. به عنوان نمونه‌هایی از این‌گونه الگوها و نکته‌های نگارشی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:
- برقراری تناظر میان تعابیری که با ترتیب معینی در متن ظاهر می‌شوند، با استفاده از respectively و جفت (the former, the latter) و تفاوت آنها
  - استفاده از ترکیب حروف اضافه و واژه‌هایی مانند which, whom در ترکیب‌هایی مانند for whom, to which برای اتصال دو جمله
  - استفاده از ترکیب ضمائر اشاره، مانند that, those و حروف اضافه، در ترکیب‌هایی مانند that of those for برای حذف قرینه‌های لفظی
  - صورت‌های مخفف رایج در متن‌های تخصصی، مانند e.g., i.e., misc., ref., etc و معنی آنها
  - استفاده از واژه‌هایی مانند e.g., for example, for instance, such as, etc برای بیان نمونه یا مثال یا ذکر موارد مشابه

تمرین نگارش (Writing Exercise) یکی از اجزای جدانشدنی طرح درس پیشنهادی در تمامی جلسات درس است. در هر جلسه، از دانشجویان خواسته می‌شود که در طی مدت ۵ دقیقه، متنی را به زبان انگلیسی بنویسند و به مدرس تحویل دهند. متن خواسته شده، گاه در مورد مطلبی است که دانشجویان مفهوم تخصصی آن را می‌دانند، گاه برگردان انگلیسی متنی به زبان فارسی است که بر روی تابلو نوشته شده است و در مواردی توصیفی است که برای یک شکل رسم شده بر روی تابلو (مثلاً یک مدار ساده) خواسته می‌شود. پس از جمع‌آوری متن‌هایی که دانشجویان نوشته‌اند، مدرس نکاتی را در مورد الگوهای نگارشی و یا اشکال‌های موجود در نوشته‌های ایشان بیان می‌کند.

- مکاتبات رسمی: در پاسخ به نیاز یک متخصص به مکاتبه رسمی به زبان انگلیسی، بخشی از قسمت نگارش درس زبان تخصصی در امتداد مکاتبه به دو صورت نامه و پست الکترونیکی یا ایمیل

اختصاص داده می‌شود. در این بخش، اجزای یک نامه رسمی معرفی می‌شوند و نکاتی در مورد چگونگی نگارش آنها ارائه می‌شود. از جمله توضیحات دیگری که در این مبحث مورد اشاره قرار می‌گیرد، می‌توان چگونگی نوشتن نشانی پستی، شیوه ذکر تاریخ و برخی تفاوت‌های متن‌نویسی رسمی و غیررسمی را فهرست کرد.

## ۵-۲. صحبت کردن

مهارت صحبت کردن در محتوای پیشنهادی درس زبان تخصصی، به سه مورد زیر اختصاص می‌یابد:

- خواندن روابط و عبارت‌های ریاضی: در این قسمت از درس، دانشجویان چگونگی خواندن عبارت‌ها و رابطه‌ها و فرمول‌ها به زبان انگلیسی را فرامی‌گیرند. به عنوان دو نمونه می‌توان به  $y = ax^3 + bx - 2$  و  $g_m = \sqrt{2K'(W/L)I_D}$  اشاره کرد. برای این منظور، جدولی شامل علائم و اپراتورهای ریاضی و چگونگی بر زبان آوردن آنها به زبان انگلیسی، در اختیار دانشجویان قرار داده می‌شود و موارد پرکاربرد آنها، در کلاس مطرح و تمرین می‌شود. بخشی از یک راهنمای چگونگی خواندن روابط و عبارت‌های ریاضی به زبان انگلیسی که در اختیار دانشجویان درس قرار داده شد، در شکل ۱ نشان داده شده است.
- شکل درست تلفظ برخی واژه‌ها: برخی واژه‌ها توسط گوینده فارسی زبان به طور معمول، به صورت اشتباه تلفظ می‌شوند. درست است که در حین خواندن متن‌ها در کلاس، به طور طبیعی شکل درست تلفظ واژه‌ها توسط مدرس به دانشجویان منتقل می‌شود اما به طور ویژه لازم است، تلفظ صحیح برخی واژه‌ها را در کلاس گوشزد کرد. به عنوان نمونه می‌توان به واژه‌های Professor و Processor اشاره کرد که بر خلاف تشابه بسیار زیاد در املا، تلفظی کاملاً متفاوت دارند.

|                          |                                                      |
|--------------------------|------------------------------------------------------|
| $a = x + y$              | a equals x plus y                                    |
| $b = x - y$              | b equals x minus y                                   |
| $c = x \cdot y \cdot z$  | c equals x times y times z                           |
| $c = xyz$                | c equals x y z                                       |
| $(x + y)z + xy$          | x plus y in brackets times z plus x y                |
| $x^2 + y^3 + z^5$        | x squared plus y cubed plus z to the (power of) five |
| $x^n + y^n = z^n$        | x to the n plus y to the n equals z to the n         |
| $(x - y)^{3m}$           | x minus y in brackets to the (power of) three m      |
|                          | x minus y, all to the (power of) three m             |
| $2^x 3^y$                | two to the x times three to the y                    |
| $ax^2 + bx + c$          | a x squared plus b x plus c                          |
| $\sqrt{x} + \sqrt[3]{y}$ | the square root of x plus the cube root of y         |
| $\sqrt[n]{x + y}$        | the n-th root of x plus y                            |
| $\frac{a+b}{c-d}$        | a plus b over c minus d                              |

|                      |                                            |
|----------------------|--------------------------------------------|
| -0.067               | minus nought point zero six seven          |
| 81.59                | eighty-one point five nine                 |
| $-2.3 \cdot 10^6$    | minus two point three times ten to the six |
| $[= -2\,300\,000]$   | minus two million three hundred thousand]  |
| $4 \cdot 10^{-3}$    | four times ten to the minus three          |
| $[= 0.004 = 4/1000]$ | four thousandths]                          |
| $\pi [= 3.14159...]$ | pi [pronounced as 'pie']                   |
| $e [= 2.71828...]$   | e [base of the natural logarithm]          |

شکل ۱. بخشی از راهنمای چگونگی خواندن روابط و عبارت‌های ریاضی به زبان انگلیسی

- **تمرین صحبت کردن:** یکی از فعالیت‌هایی که برای دانشجویان در طول نیمسال تعریف شده است، تمرین صحبت کردن (Speaking Exercise) است. در این تمرین، که در کلاس حل تمرین انجام می‌شود و توسط دستیاران حل تمرین به آن نمره داده می‌شود، دانشجویان باید متنی از پیش تعیین شده را به صورت روان و با سرعتی قابل قبول و بدون اشتباه بخوانند. در برخی تمرین‌ها، این متن حاوی روابط و فرمول‌های ریاضی نیز هست.

## ۲-۶. گوش دادن

با توجه به محدود بودن زمان تدریس درس از یک سو و با در نظر گرفتن اولویت مهارت‌های چهارگانه زبان برای یک دانشجوی مهندسی برق از سوی دیگر، بدیهی است که مهارت گوش دادن نسبت به دیگر مهارت‌ها، از سهم کمتری برخوردار باشد. در ساختار پیشنهادی درس، به دو شکل به مهارت گوش دادن پرداخته می‌شود: به هنگام خواندن متن‌ها توسط مدرس در کلاس‌های درس و نیز، با دیدن و گوش دادن به کلیپ‌های ویدئویی تخصصی در کلاس حل تمرین.

## ۳. تهیه محتوا و تدریس

در تهیه محتوا و نیز تدریس درس زبان تخصصی، به نکته‌های زیر توجه شده است:

- **گستره تخصصی مطالب:** از آن جایی که به طور معمول یک درس زبان تخصصی واحد، برای همه گرایش‌های مهندسی برق ارائه می‌شود، لازم است محتوای تدریس شده به نحوی انتخاب شود که تا حد ممکن به نحوی متعادل، گرایش‌های متنوع مهندسی برق را پوشش دهد. این امر می‌تواند با استفاده از مطالب تخصصی (با عمقی که در زیر به آن اشاره می‌شود) و با مطالب عمومی قابل فهم برای دانشجویان (بدون نیاز به گذراندن درس تخصصی خاصی) محقق شود.
- **عمق تخصصی مطالب:** در برنامه زمان‌بندی دوره کارشناسی، درس زبان تخصصی به طور معمول، در سال دوم و پیش از تعیین گرایش دانشجویان و گذراندن درس‌های تخصصی گرایشی به دانشجویان ارائه می‌شود. در زمانی که دانشجو این درس را می‌گیرد، درس‌های ابتدایی چند گرایش، از جمله



مدارهای الکتریکی ۱، الکترونیک ۱، الکترومغناطیس مهندسی و شاید سامانه‌های دیجیتال ۱ و ماشین‌های الکتریکی ۱ را گذرانده و یا در حال گذراندن است. از این رو لازم است انتخاب متن‌ها و اصطلاحات تخصصی به نحوی انجام پذیرد که دانشجویان پایه تخصصی اندک و لازم برای فهم آنها را پیشاپیش به دست آورده باشند و از مطالعه مطالب با عمق تخصصی زیاد خودداری گردد. شکل ۲ نمونه‌های مختصری از متن‌های تدریس شده در این درس را نشان می‌دهد که واجد دو شرط بالا هستند.

- **اطلاعات زبان عمومی:** دانشجویانی که درس زبان تخصصی را می‌گذرانند، با ساختار جمله‌بندی، قواعد دستوری و گنجینه واژه‌های زبان انگلیسی عمومی تا حدودی آشنا هستند. این آشنایی برای عموم دانشجویان، از طریق آموزش رسمی پیش از ورود به دانشگاه و نیز در درس زبان عمومی حاصل شده است و برای برخی از دانشجویان نیز، از طریق غیررسمی (با شرکت در دوره‌های خصوصی زبان یا یادگیری به صورت خودآموز) به دست آمده است. این امر موجب می‌شود که همواره سطح اطلاعات تعدادی از دانشجویان، به میزان قابل توجهی بالاتر از متوسط سطح کلاس باشد و بتوانند با مشارکت خود، مباحث کلاسی را به صورت دوسویه با مدرس به پیش ببرند.

#### **1.4 PROBLEM-SOLVING APPROACH.**

Solving problems is a centerpiece of an engineer's activity. As engineers, as use our creativity to find new solutions to problems that are presented to us. A well-defined approach can aid significantly in solving problems. The examples in this text highlight an approach that can be used in all facets of your career, as a student and as an engineer in industry. The method is outlined in the following nine steps:

1. State the problem as clearly as possible.
2. List the unknown information and given data.
3. Define the unknowns that must be found to solve the problem.
4. List your assumptions. You may discover additional assumptions as the analysis progresses.
5. Develop an approach from a group of possible alternatives.
6. Perform an analysis to find a solution to the problem. As part of the analysis, be sure to draw the circuit and label the variables.
7. Check the results. Has the problem been solved? Is the math correct? Have all the unknowns been found? Have the assumptions been satisfied? ...

13.48 Determine the input–output relationship for the op amp circuit of Fig. 13–22.

*Solution:* Assume the inverting terminal to be virtual ground; then by KCL at the inverting node,

$$i_1 + i_2 = \frac{v_1}{R} + \frac{v_2}{R} = i_C = -C \frac{dv_o}{dt} \quad (1)$$

Rearrange (1) and integrate to find

$$v_o(t) = \int_0^t dv_o = -\frac{1}{RC} \int_0^t (v_1 + v_2) d\tau + v_o(0) \quad (2)$$

where  $v_o(0)$  is the capacitor voltage at  $t=0$ . Clearly, the circuit is a summing integrator.

(ب)

#### 4.10 Troubleshooting Techniques.

The art of troubleshooting is such a broad topic that a full range of possibilities and techniques cannot be covered in a few sections of a book. However, the practitioner should be aware of a few basic maneuvers and measurements that can isolate the problem area and possibly identify a solution.

Quite obviously, the first step in being able to troubleshoot a network is to fully understand the behavior of the network and to have some idea of the expected voltage and current levels. For the transistor in the active region, the most important measurable dc level is the base–to–emitter voltage. ...

(ج)

شکل ۲. نمونه‌هایی از متن‌های تدریس شده (الف) روش حل مسئله از (Jaeger & Blalock, 2022) (ب) مثال حل‌شده حاوی روابط از (Cathy, 1990) (ج) روش‌های عیب‌یابی از (Boylestad & Nashelsky, 2006) (د) ملاحظات ایمنی از یک راهنمای کاربر (Tektronix, 2023) (ه) مقدمه یک کاتالوگ از (Analog Devices, 2023)

## General Safety Summary

Review the following safety precautions to avoid injury and prevent damage to this product or any products connected to it.

To avoid potential hazards, use this product only as specified.

*Only qualified personnel should perform service procedures.*

### To Avoid Fire or Personal Injury

**Use proper power cord.** Use only the power cord specified for this product and certified for the country of use.

**Connect and disconnect properly.** Do not connect or disconnect probes or test leads while they are connected to a voltage source.

**Connect and disconnect properly.** Connect the probe output to the measurement instrument before connecting the probe to the circuit under test. Connect the probe reference lead to the circuit under test before connecting the probe input. Disconnect the probe input and the probe reference lead from the circuit under test before disconnecting the probe from the measurement instrument. ...

(د)

### Insatiable consumer appetite for data and connectivity is creating difficult wireless communications problems.

Radio technology is a pervasive and crucial part of wireless communication systems that cuts across many different industries and applications. From base stations, drones, and military communications, to car to car connectivity and IoT networks; radio technology is at the core. Our customers—constrained by faster time to market, slashed R&D budgets, and lack of expertise—need quick radio solutions more than ever before.

### Analog Devices launched a radio design and technology ecosystem destination for our customers to solve their toughest radio challenges.

Our goal is to help our customers by listening, anticipating future needs, and communicating key insights to help solve all their radio challenges. We offer a range of technologies, software, tools, evaluation and prototyping platforms, and full radio solutions. And if we can't support customers' needs, we have an ADI approved radio technology global partnership network who can.



**RadioVerse™**  
CONCEPT TO CREATION AT LIGHT SPEED

(۵)  
شکل ۲.۲ (ادامه)

## ۴. ارزیابی و آزمون

پیشنهاد حاضر در مجموع، برای چهار نیمسال به اجرا درآمده و از این رهگذر، به تکامل فعلی رسیده است. آنچه در زیر می‌آید، مربوط به آخرین مرتبه ارائه این درس به شکل فعلی است. ارزیابی دانشجویان در این درس، در قالب ۱۸ نمره آزمون پایان نیمسال، ۲ نمره برای تمرین صحبت کردن در کلاس حل تمرین و ۱ نمره تشویقی (علاوه بر ۲۰) برای تمرین نگارش در کلاس درس انجام شد. آزمون پایان نیمسال در ۱۱ سؤال به نحوی طراحی شد که محتوا و مهارت‌های تدریس شده در کلاس، در محورهای خواندن و درک مطلب، گنجینه واژگان، خواندن روابط و فرمول‌های ریاضی و نگارش به دو شکل متن علمی-فنی توصیفی و ایمیل را پوشش می‌داد. این آزمون به صورت جزوه‌بسته برگزار شد و برای پاسخ‌دهی به آن ۹۰ دقیقه زمان در نظر گرفته شد. نمونه‌هایی از سؤال‌های آزمون پایان نیمسال در شکل ۳ آورده شده است.

## ۵. نتایج نظرسنجی

سؤال‌ها و جمع‌بندی نظرات دانشجویان در پاسخ‌دهی به بخش‌های اول و دوم این نظرسنجی، به ترتیب در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است. لازم به ذکر است که در بخش‌های اول و دوم نظرسنجی، برخی افراد به همه سؤال‌ها پاسخ نداده‌اند و در نتیجه جمع درصد پاسخ‌ها به برخی سؤال‌ها، به

۱۰۰٪ نمی‌رسد. به عنوان یک جمع‌بندی بر اساس این نتایج، در پاسخ به همه سؤال‌های بخش اول نظرسنجی، در جمع ۸۸٪ موافق (++) و ۸/۲٪، ۸/۲٪ ممتنع (+)، ۱٪ مخالف (--) و - بوده‌اند و برای ۲/۸٪ سؤال‌ها اظهار نظر نکرده‌اند. در پاسخ به همه سؤال‌های بخش دوم نظرسنجی، در جمع ۸۷٪/۲٪ نظر موافق (کاملاً موافقم، موافقم و تا حدودی موافقم)، ۷/۱٪ نظر ممتنع (نه موافقم و نه مخالف) و ۳٪ نظر مخالف (کاملاً مخالفم، مخالفم و تا حدودی مخالفم) داشته‌اند و برای ۲/۷٪ سؤال‌ها اظهار نظر نشده است. موافقت بالای ۸۷٪ از دانشجویان در هر دو بخش نظرسنجی نشان‌دهنده این است که از دیدگاه ایشان، پیشنهادی که در این مقاله ارائه می‌شود، مطلوب و موفق بوده است.

سؤال‌های بخش سوم نظرسنجی و پاسخ‌های دانشجویان، در جدول ۳ آورده شده است. در مورد محتویات درج‌شده در این جدول، ذکر دو نکته ضروری است: اول آن که در نظرات دانشجویان، مواردی وجود داشت که ممکن بود موجب برداشت اشتباه توسط خواننده شود. در این موارد توضیح نگارنده، به دنبال نظر دانشجو آورده شده است. نکته دوم این است که در پاسخ به سؤال‌های این نظرسنجی، تعداد اندکی از نظرهای متفرقه وجود داشت که به دلیل بی‌ارتباط بودن با محتوای مقاله حذف شده‌اند.

## ۶. بحث

نتایج به‌دست‌آمده از تدریس درس حاضر و بازخورد دریافت‌شده از دانشجویان نشان می‌دهند که محتوای پیشنهادشده در این مقاله، مورد استقبال اکثریت ایشان واقع شده است. از جالب‌ترین بخش‌های درس برای دانشجویان، می‌توان به اصطلاحات و نیز خوشه‌های واژگانی تخصصی و عمومی مطرح‌شده در کلاس و پس از آن، مطالعه کتاب‌های درسی اشاره کرد. یکی از بخش‌های دیگر درس که دانشجویان نسبت به آن علاقه نشان داده‌اند، چگونگی خواندن روابط و فرمول‌های ریاضی است و از آنجا ناشی می‌شود که در هیچ درس دیگری تا پیش از این، با آن آشنا نشده‌اند. استمرار تمرین‌های نوشتن و بیان نکاتی از میان نوشته‌های دانشجویان در تقریباً همه جلسات درس، این فرصت را برای مدرس ایجاد کرد که از یک سو، به نیاز شدید اکثریت دانشجویان به بالا بردن مهارت نوشتن پی‌ببرد و از سوی دیگر، شاهد تأثیر بیان نکات نوشتاری در کلاس، بر بهبود سطح نگارش ایشان باشد.

هر چند دانشجویان نسبت به محورهای مطرح‌شده در کلاس اقبال نشان داده‌اند، بر اساس تجربه نگارنده، بودجه زمانی تخصیص‌یافته به این درس در قالب ۲ واحد، برای کسب مهارت قابل قبول در آن محورها کافی نیست. از این رو، یا باید تعداد واحد این درس افزایش یابد و یا باید به اولویت‌بندی و سپس حذف محورهای دارای پایین‌ترین اولویت تن داد.

۳. (۳ نمره) کلمه‌ها و اصطلاحات و عباراتی که در زیر آورده شده را از انگلیسی به فارسی و یا برعکس برگردانید و به صورت خوانا بنویسید. املاي درست واژه‌ها ضروري است.

- |                |       |                                  |
|----------------|-------|----------------------------------|
| - Instrument   | ..... | ..... مجازی                      |
| - Consequently | ..... | ..... استخدام                    |
| - Faulty       | ..... | ..... دریافت کننده (گیرنده) نامه |
| - Transceiver  | ..... | ..... کارآیی                     |
| - To repair    | ..... | ..... مشتق                       |

(الف)

۷. (۲ نمره) چهار واژه (فعل) انگلیسی که در متون علمی-فنی به معنای تنظیم کردن به کار می‌روند را ذکر کنید و جایگاه استفاده از هر یک را با فقط یک "جمله کامل" به زبان فارسی توضیح دهید. املاي درست واژه‌ها ضروري است.

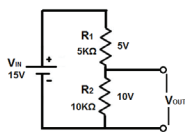
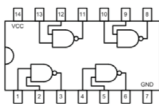
(ب)

8. How do you say the following expressions in English? (۱/۵ نمره)

- $V_A + V_B - V_C = 0$  .....
- $(x^2/5 - 2.y) \div z$  .....
- $A = -1 + 2^{-5}$  .....

(ج)

9. Describe what you see in each picture using complete sentences in English. (۲ نمره)



(د)

شکل ۳. سؤال‌هایی از آزمون پایان نیمسال (الف) گنجینه واژگان (ب) خوشه‌های واژگانی (ج) خواندن عبارت‌ها و رابطه‌های ریاضی (د) نگارش متن‌های توصیفی (ه) خواندن و درک مطلب و نگارش (ه) نگارش ایمیل

۱۰. (۲ نمره) بخشی از راهنمای عیب‌یابی تقویت‌کننده‌های سیگنال کوچک در زیر داده شده است. بر اساس این جدول با جمله‌های کامل و درست به زبان انگلیسی و با استفاده از تعابیری که در جدول ذکر شده به سوال‌های زیر پاسخ دهید:

- If the amplifier has no DC biasing problems, what might prevent the signal from going from one stage to the next?

---



---

- What might happen to a small-signal amplifier if some of the bias circuit parts are broken (*i.e.*, they show much higher resistance than their expected -or nominal- value)?

---



---

| FAULT                                                             | SYMPTOMS                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bias component failure open circuit or high value resistors       | Results in a large change in operating point usually tending to cut transistors off. This gives either grossly distorted output or no output at all. |
| Short circuit decoupling or coupling capacitors                   | Again a large change in operating point usually tending to force transistors to conduct much harder. Grossly distorted output.                       |
| Coupling capacitors open circuit                                  | No transfer of signal from one stage to next. All d.c. bias levels normal. No output signal.                                                         |
| Signal decoupling capacitors open circuit                         | Low gain, since series negative feedback is introduced.                                                                                              |
| Power line decoupling capacitors open circuit                     | Increase in "hum" level (100 Hz) at amplifier output. The first stage of a pre-amplifier is normally supplied from a decoupled line.                 |
| Open circuit feedback line                                        | Excessive gain with instability and possibly oscillation.                                                                                            |
| Noisy transistor or resistor at input                             | Poor signal-to-noise ratio. (Always check early stages first.)                                                                                       |
| Change in coupling and decoupling capacitor values to lower value | Reduction in bandwidth. Poor low frequency response.                                                                                                 |

۱۱. (۲ نمره) متن یک ایمیل به آقای Fujitsu نماینده فروش شرکت Panasonic در غرب آسیا (Sales Representative in West Asia) را به زبان انگلیسی بنویسید. در این ایمیل خود را به عنوان یک دانشجوی مهندسی برق دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی (K.N. Toosi University of Technology) معرفی کنید و توضیح دهید که برای یک پروژه، به یک گیرنده ویدیویی در محدوده فرکانسی ۱۰۰ تا ۵۰۰ مگاهرتز نیاز دارید. از او بخواهید که کاتالوگ محصولات خود که مناسب پروژه شما باشد را برای شما به نشانی ایران، تهران، خیابان دکتر شریعتی، پلاک ۱۲۳، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، آزمایشگاه طراحی سیستم‌های الکترونیکی (Electronic Systems Design Laboratory)، به نام شما ارسال کنند. درستی املاي واژه‌ها، گرامر جمله‌ها، و رعایت نکته‌هایی که برای نگارش نامه و ایمیل در کلاس آموزش داده شد اهمیت دارد.

(۹)

شکل ۳. (ادامه)

جدول ۱. بخش اول نظرسنجی در مورد مناسب بودن ترکیب محتوای درس و فراوانی پاسخ‌های دانشجویان رضایت شما از وجود موارد زیر در ریز محتوای درس

(به صورت در جای مناسب اعلام نظر کنید. اگر در مورد شیوه ارائه آنها پیشنهاد یا انتقادهایی دارید در بخش تشریحی ذکر کنید.)

| Section                 | Item(s)                                            | ++  | +   | 0   | -  | -- |
|-------------------------|----------------------------------------------------|-----|-----|-----|----|----|
| Reading & Comprehension | - Textbooks                                        | ٪۷۹ | ٪۱۴ | ٪۷  | -  | -  |
|                         | - Catalogues                                       | ٪۶۴ | ٪۳۶ | -   | -  | -  |
|                         | - Datasheets                                       | ٪۶۴ | ٪۳۶ | -   | -  | -  |
|                         | - User manuals                                     | ٪۷۱ | ٪۲۱ | ٪۷  | -  | -  |
|                         | - Instruction Manuals                              | ٪۷۱ | ٪۲۱ | ٪۷  | -  | -  |
|                         | - Mathematical expressions and formulas            | ٪۵۷ | ٪۳۶ | ٪۷  | -  | -  |
| Vocabulary              | - Usage of words and terms                         | ٪۷۹ | ٪۲۱ | -   | -  | -  |
|                         | - Meaning of words and terms                       | ٪۸۶ | ٪۱۴ | -   | -  | -  |
|                         | - Word clusters with similar meanings+distinctions | ٪۹۳ | ٪۷  | -   | -  | -  |
| Writing                 | - Scientific/technical texts                       | ٪۵۰ | ٪۴۳ | ٪۷  | -  | -  |
|                         | - Formal letters                                   | ٪۴۳ | ٪۲۹ | ٪۲۱ | -  | -  |
|                         | - e-mails                                          | ٪۲۹ | ٪۲۹ | ٪۲۹ | -  | -  |
| Listening               | - Scientific/technical clips*                      | ٪۳۶ | ٪۲۱ | ٪۲۱ | ٪۷ | ٪۷ |

\* توسط دستیاران حل تمرین درس برگزار شد.

جدول ۲. بخش دوم نظرسنجی در مورد چگونگی برگزاری و ارائه درس و فراوانی پاسخ‌های دانشجویان

ارزیابی چندگزینه‌ای (اگر در مواردی نظر موافق ندارید، می‌توانید در بخش تشریحی توضیح دهید)

| کاملاً موافقم                                                            | موافقم | تا حدودی موافقم | نه موافقم و نه مخالف | تا حدودی مخالف | مخالفم | کاملاً مخالفم |
|--------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------|----------------------|----------------|--------|---------------|
| ۵۷٪                                                                      | ۲۱٪    | ۱۴٪             | -                    | -              | ۷٪     | -             |
| توصیف جامعی از برنامه درس در ابتدای ترم از سوی استاد درس ارائه شد.       |        |                 |                      |                |        |               |
| ۵۰٪                                                                      | ۱۴٪    | ۲۱٪             | ۱۴٪                  | -              | -      | -             |
| قسمت عمده‌ای از برنامه درس در طول ترم اجرا شد.                           |        |                 |                      |                |        |               |
| ۴۳٪                                                                      | -      | ۱۴٪             | ۲۱٪                  | -              | ۱۴٪    | -             |
| منابع درسی در رسیدن به اهداف درس به من کمک کرد.                          |        |                 |                      |                |        |               |
| ۴۳٪                                                                      | ۲۱٪    | ۲۹٪             | ۷٪                   | -              | -      | -             |
| فعالیت‌های کلاس در رسیدن به اهداف درس به من کمک کرد.                     |        |                 |                      |                |        |               |
| ۵۷٪                                                                      | ۴۳٪    | -               | -                    | -              | -      | -             |
| محتوای درس از دیدگاه علمی و فنی قابل فهم بود.                            |        |                 |                      |                |        |               |
| ۵۷٪                                                                      | ۴۳٪    | -               | -                    | -              | -      | -             |
| محتوای درس از دیدگاه زبان انگلیسی قابل فهم بود.                          |        |                 |                      |                |        |               |
| ۷۹٪                                                                      | ۱۴٪    | ۷٪              | -                    | -              | -      | -             |
| تنوع محتوای علمی و فنی درس در چارچوب گرایش‌های مهندسی برق مطلوب بود.     |        |                 |                      |                |        |               |
| ۵۰٪                                                                      | ۲۹٪    | ۲۱٪             | -                    | -              | -      | -             |
| تنوع محتوای زبان انگلیسی این درس مطلوب بود.                              |        |                 |                      |                |        |               |
| ۴۳٪                                                                      | ۱۴٪    | -               | ۲۹٪                  | ۷٪             | -      | -             |
| فیلم‌های آموزشی در جلسه‌های حل تمرین مفید بود.*                          |        |                 |                      |                |        |               |
| ۵۷٪                                                                      | -      | ۱۴٪             | ۱۴٪                  | ۱۴٪            | -      | -             |
| تمرین‌های صحبت کردن (Speaking Exercises) در جلسه‌های حل تمرین مفید بود.* |        |                 |                      |                |        |               |
| ۶۴٪                                                                      | ۲۱٪    | ۷٪              | ۷٪                   | -              | -      | -             |
| تمرین‌های نگارش (Writing Exercises) در کلاس درس مفید بود.                |        |                 |                      |                |        |               |
| ۵۷٪                                                                      | ۱۴٪    | ۱۴٪             | ۷٪                   | -              | -      | -             |
| مرور نکته‌های نگارشی موجود در نوشته‌های دانشجویان در کلاس مفید بود.      |        |                 |                      |                |        |               |
| ۵۰٪                                                                      | ۴۳٪    | -               | -                    | -              | -      | -             |
| بیان نکته‌های مربوط به معنی و کاربرد واژه‌ها (Vocabulary) مفید بود.      |        |                 |                      |                |        |               |
| ۶۴٪                                                                      | ۲۹٪    | -               | -                    | -              | -      | -             |
| شیوه ارائه درس، به دانشجو اجازه مشارکت در کلاس را می‌داد.                |        |                 |                      |                |        |               |

\* توسط دستیاران حل تمرین درس برگزار شد.



جدول ۳. نظرهای دانشجویان در پاسخ به سؤال‌های بخش سوم نظرسنجی

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| سؤال ۱ | <p>چه چیزهایی یا جنبه‌هایی از این درس رضایت شما را جلب کرد؟</p> <p>یاد گرفتن اصطلاحات و نکات تخصصی که بارها با آن مواجه شدیم اما معانی آنها را نمی‌دانستیم. (+ دو مورد نظر مشابه)</p> <p>گفتن کلمات مشابه عالی بود، البته گاهی گیج‌کننده هم هست.</p> <p>استفاده از Readings که به رشته برق مربوط است و به کار می‌آید.</p> <p>خواست استاد به مشارکت در کلاس، بسیار مفید است.</p> <p>سطح درس در حد نرمال بود.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| سؤال ۲ | <p>چیزهایی که پیشنهاد می‌کنید در آینده تغییر داده شود (پیشنهادهای و انتقادهای شما) را بنویسید.</p> <p>اگر کمی هم روی گرامر کار شود می‌تواند مفید باشد، هر چند که ربطی به زبان تخصصی برق ندارد.</p> <p>به نظرم اگر داخل کلاس نکات تلفظی بیشتری گفته شود، بهتر است.</p> <p>علاوه بر فایلی که برای تلفظ ریاضیات (Math Expressions) در سایت گذاشته شد، کاش در کلاس هم بیشتر کار شود زیرا خیلی از دانشجویان، حتی توان ۲ عبارت را نمی‌دانند چه بگویند. به نظرم حتی باید به یکی از بخش‌های اصلی کلاس تبدیل شود. (+ یک مورد نظر مشابه) [توضیح نگارنده: بخشی از یک جلسه درس و یک تمرین صحبت (Speaking Exercise) به این امر اختصاص داده شده بود].</p> <p>به اصطلاحات آزمایشگاهی و فیزیکی برق بیشتر پرداخته شود. مثلاً دکمه تنظیم اسیلوسکوپ که فرمودید knob می‌گویند.</p> <p>در قسمت Writing اگر نوشته‌ها مون صحیح شود تا متوجه غلط‌های خودمون بشیم، خیلی بهتر می‌شود. [توضیح نگارنده: نوشته‌های تعدادی از دانشجویان، در همان جلسه به صورت تصادفی انتخاب و نکته‌های موجود در آنها، در کلاس مورد بحث قرار می‌گرفت].</p> <p>برای پروژه امتیازی میشه دانشجویان یک موضوعی که به برق مربوط میشه رو به زبان انگلیسی در کلاس ارائه بدن.</p> |
| سؤال ۳ | <p>هر توضیح دیگری که لازم می‌دانید را در مورد این درس ذکر کنید.</p> <p>پیشنهادم این است که فیلم‌های سینمایی، مربوط به مهندسی برق برای تقویت Listening بررسی شوند.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## ۷. نتیجه‌گیری

در این مقاله، گزارشی از تدوین محتوا و تدریس درس زبان تخصصی دوره کارشناسی مهندسی برق ارائه شد که می‌تواند به عنوان پیشنهادی برای تدریس این درس نیز در نظر گرفته شود. به اعتقاد نگارنده، چند ویژگی، این پیشنهاد را نسبت به شیوه معمول تدریس درس زبان تخصصی متمایز می‌سازد: اول آن که نوع متن‌های مورد استفاده برای تدریس، از تنوعی برخوردار است که یک متخصص مهندسی برق در دنیای واقعی با آنها برخورد می‌کند. از جمله این نوع متن‌ها، به عنوان نمونه می‌توان به کتاب‌های درسی، کاتالوگ‌ها و راهنماهای استفاده از دستگاه‌ها اشاره کرد. دوم آن که در گنجینه واژگان ارائه شده به دانشجویان، خوشه‌هایی از واژه‌ها وجود دارد که هر یک از انسجام معناداری برخوردار است و از این رو فهم آنها را برای دانشجویان ساده می‌سازد. چگونگی خواندن روابط و فرمول‌های ریاضی، مؤلفه جدید دیگری است که در این درس گنجانده شده است و بالاخره نگارش ایمیل و نامه‌های رسمی، یکی دیگر از نیازهای دانشجو را در این درس برآورده می‌سازد.

بر اساس نتایج این نظرسنجی، در پاسخ به سؤال‌های مربوط به محتوای درس، در جمع ۸۸٪

موافق، ۸/۲٪، ممتنع و ۱٪ مخالف بوده‌اند. بخش دوم نظرسنجی، به رضایت دانشجویان از ارائه درس اختصاص داشت که در جمع، ۸۷٪/۲ دانشجویان نظر موافق، ۷/۱٪ نظر ممتنع و ۳٪ نظر مخالف داشته‌اند. موافقت بالای ۸۷٪ از دانشجویان در بخش‌های اول و دوم نظرسنجی نشان دهنده این است که از دیدگاه ایشان پیشنهادی که در این مقاله ارائه می‌شود، مطلوب و موفق بوده است. به علاوه، در نظرات آزادی که دانشجویان در بخش سوم این نظرسنجی ارائه کرده‌اند، فراوانی دو موضوع خوشه‌های واژگانی و چگونگی خواندن روابط ریاضی در میان جنبه‌های جذاب درس، به وضوح هم نشان‌دهنده احساس نیاز و هم بیانگر جلب رضایت ایشان در این زمینه‌هاست.

از رهگذر تکامل آنچه که در این مقاله گزارش شد، دو پیشنهاد را می‌توان برای ارتقای کیفیت آموزش درس زبان تخصصی مطرح کرد: در امتداد شیوه‌ای که برای معرفی واژگان تخصصی (و عمومی) در این مقاله مطرح شده است، می‌توان فعالیت‌هایی را به منظور یافتن یا تکمیل کردن خوشه‌های واژگانی مطرح شده در کلاس، به صورت تکلیف یا پروژه کلاسی برای دانشجویان تعریف کرد و نتایج کار ایشان را در جلسات بعد، در کلاس به بحث گذاشت. به عنوان پیشنهادی دیگر، می‌توان به گنجاندن استفاده سازنده از ابزارهای نوین هوش مصنوعی برای تولید و تصحیح متون (به طور خاص ChatGPT) در درس زبان تخصصی اشاره کرد. البته باید به ظرافت چنین اقدامی توجه داشت تا بتوان هم از توانمندی‌های این‌گونه ابزار در تقویت فرایند آموزشی کلاس بهره برد و هم از آفت‌های آن به دور ماند. چه بسا یکی از استفاده‌های چنین ابزاری، کمک به دانشجویان در انجام تکلیف یا پروژه کلاسی طرح شده در پیشنهاد اول (یعنی یافتن یا تکمیل کردن خوشه‌های واژگانی) باشد.

## References

- Analog Devices (2023). *RadioVerse: Technology and radio design ecosystem*, Website: <https://www.analog.com/radioverse>
- Boylestad R.L. & Nashelsky L. (2006). *Electronic devices and circuit theory*, Pearson-Prentice Hall, Ninth Edition.
- Cathey J.J. (1990) *2000 Solved problems in electronics*, Schaum's Solved Problems Series, McGraw-Hill.
- Ghasemi Bagherabadi M. (2009). *Selected English readings for the students of power and electronics engineering*, Jungle Press, Tehran.
- Haghani M. (2017). *English for the students of power, electronics, control, and communications*, SAMT Press, Tehran.
- Jaeger R.C. & Blalock T.N. (2022) *Microelectronic circuit design*, McGraw-Hill, Sixth Edition.
- Malmir A. & Bagheri M. (2019). Instructors and learners' attitudes about English for science and technology: learning and target needs of mechanical engineering students. *Iranian Journal of English for Academic Purposes*, 8(1) 17-34.
- Rezaee A.A. & Kazempourian S. (2017). English needs analysis of electrical engineering students, graduates, and companies: a step toward employability, *Journal of Language Horizons*, Alzahra University, 1(1) 77-93.

- Sarwanti S., et al (2023). Needs analysis of English skills amongst electrical engineering students in ESP context, *JOLLT Journal of Languages and Language Teaching*, 11(4) 669-682.
- Şahan Ö, et al (2016). A language needs analysis of engineering undergraduate students at a technical university: a multidimensional approach, *English for Specific Purposes World*, 17(51) 1-34.
- Sodagar A.M. (2023). English for electrical engineering students: structure, content, and teaching experience, *The 8th Iranian International Conference on Engineering Education, Tehran*. [In Persian]
- Sadjadian S.M. & Sadjadian H. (2012). *English in technological studies*, Zabansara, Tehran.
- Tektronix (2023). *TPS2000B series digital storage oscilloscope ZZZ user manual*, Website: [https://download.tek.com/manual/071273300web\\_0.pdf](https://download.tek.com/manual/071273300web_0.pdf)



◀ **امیرمسعود سوداگر:** دکترای مهندسی برق خود را در سال ۱۳۷۹ از دانشگاه علم و صنعت ایران دریافت کرد. از آن زمان، او در دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی متعددی فعالیت داشته است که از آن جمله می‌توان به دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی در داخل و دانشگاه میشیگان، پلی‌تکنیک مونترال و دانشگاه یورک در خارج از کشور اشاره کرد. تالیفات وی شامل ۵ کتاب، ۶ فصل کتاب و مقالات متعدد در مجلات و همایش‌های داخلی و خارجی است و زمینه‌های پژوهشی مورد علاقه ایشان، شامل مدارهای مجتمع، ریزسامانه‌های قابل کاشت در بدن و حوزه آموزش مهندسی است.

## شناسایی مولفه‌های مهارت مباحثه در فرایند یادگیری طراحی معماری

علیرضا رضوانی<sup>۱</sup> و مجید یزدانی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۳۰، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۲۱

DOI: 10.22047/ijee.2024.425282.2027

**چکیده:** آموزش و حوزه تعلیم و تربیت تحت تأثیر نظریه‌های روان‌شناسی و یادگیری، تحولات چشمگیری را تجربه کرده است. به‌طوری‌که توجه به فرایندهای درونی در یادگیری، بستر پرداختن به موضوعاتی چون «مباحثه» را فراهم می‌کند. پژوهش حاضر، با هدف شناسایی مولفه‌های مهارت مباحثه در قالب شاخص‌ها، اهداف و ابعاد و نحوه بهره‌گیری از آنها در آموزش طراحی معماری انجام شد. راهبرد پژوهش حاضر از نوع کیفی و جهت تحلیل داده‌ها از روش‌های فراترکیب و تحلیل محتوا به صورت متوالی استفاده شده است. نتایج‌گذاری داده‌های اسنادی و مصاحبه‌ها در نرم‌افزار NVIVO نشان می‌دهند مولفه‌های مهارت مباحثه، شامل ۹ شاخص، ۳ هدف و ۲ بُعد هستند. شاخص‌ها شامل: «مباحثه مشارکتی»، «مباحثه سازنده‌گرا»، «ارتباط مباحثه و کارکرد حافظه»، «پیوند مباحثه و مهارت بیان دقیق»، «نقش مباحثه در فعالیت‌های حرفه‌ای»، «مباحثه به عنوان آزمون شفاهی»، «مباحثه به عنوان زبان طراحی»، «مباحثه به عنوان جنبه تعاملی فرایند طراحی» و «مباحثه به عنوان آزمون بصری» هستند. هدف از انجام مباحثه دارای سه علت اساسی است: اول خبررسانی، دوم قانع‌کردن و سوم حل مسئله. در نهایت به علت خاص و منحصر به فرد بودن حس بصری در رشته معماری، اگر از دو بُعد «مباحثه شفاهی» و «مباحثه بصری» در آموزش طراحی معماری به صورت هم‌زمان و بر مبنای راهکارهای آموزشی ارائه شده استفاده شود، علاوه بر جذابیت یادگیری و مزایای شناختی بالقوه آن، زمینه‌های مؤثری از توسعه یادگیری را باعث می‌شود.

**واژگان کلیدی:** مباحثه، آموزش معماری، فرایند یادگیری، محیط‌های یادگیری، طراحی معماری

۱- استادیار گروه معماری، واحد مشهد، دانشگاه آزاد اسلامی، مشهد، ایران. Rezvani0112@mshdiau.ac.ir  
۲- استادیار گروه معماری، موسسه آموزش عالی خاوران، مشهد، ایران. (نویسنده مسئول). Yazdani\_m@khavar.ac.ir

## ۱. مقدمه

از سال ۱۹۹۰ که آموزش و حوزه تعلیم و تربیت تحت تأثیر نظریه‌های روان‌شناسی و یادگیری، تحولات چشمگیری را تجربه کرده است، کانون توجه برنامه‌ریزان آموزشی از محیط بیرونی و فیزیکی یادگیرنده به مطالعه فرایندهای درونی و شناختی آنها معطوف گردیده است. (Janassen, 2014) توجه به فرایندهای درونی در یادگیری، بستر پرداختن به موضوعاتی چون زبان، بیان و به تأکید این پژوهش، «مباحثه» را فراهم می‌کند. انسان آفریده عمل و گفتگو است و خودش را از طریق اعمال و کلمات آشکار می‌سازد (Greene, 1982). از سویی دیگر «زبان» وسیله‌ای برای بیان احساس و نظر است و از اولین ابزار ارتباط در کنار خط و نوشتار است، به طوری که در نظریه یادگیری پیاژه<sup>۱</sup> در حوزه روان‌شناسی کودک مورد توجه ویژه بوده است و تقویت و به‌کارگیری آن، به عنوان ابزاری مهم و دارای اولویت در آموزش و یادگیری پیشنهاد شده است. از طرفی نظریه هوش‌های نه‌گانه گاردنر<sup>۲</sup> و توجه به «هوش زبانی<sup>۳</sup>»، به عنوان یکی از بسترهای توسعه ذهن و خلاقیت، بستر تعامل مباحثه را با روان‌شناسی یادگیری افزایش می‌دهد (Seif, 2016). در این میان «گفتگو»، به عنوان آسان‌ترین و درعین حال، شکننده‌ترین ساختار، بیان‌کننده طراحی میان افراد است. (Asgari & Fathi, 2022) مباحثه می‌تواند یکی از ابزارها و مهارت‌های کاربردی در حرف مختلف باشد، از فلسفه گرفته (که وابسته به گفتگو، مجادله و به خصوص علم کلام است) تا علم بازار، حقوق، وکالت، و... حتی در رشته‌های طراحی محیطی، به عنوان مهارتی در مراحل طراحی و نیز دفاع از طرح که برای طراحان در محیط حرفه‌ای، امری آشناست (Janassen, 2014).

## ۱-۱. بیان مسئله

مقوله طراحی معماری، به عنوان شاخص‌ترین محور تعلیمات آموزش معماری در اغلب مراکز آموزشی دنیا مطرح است (Taneri & Dogan, 2021; Gänshirt, 2020). در ایران نیز آموزش طراحی معماری در قالب کارگاه‌های طراحی، به عنوان محور آموزش معماری تقریباً مورد اتفاق نظر همه کارشناسان مسائل آموزشی و حرفه معماری است (Mahmoudi, 2003; Yazdanfar, 2005). لذا فراهم‌آوری شرایط مناسب برای یادگیری در کارگاه طراحی معماری نیز یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های آموزشی در رشته معماری است. از طرفی بنا بر نظرات اندیشمندان، فرایند طراحی نیز یک فرایند گفتگو محور است. بنابراین فرایند تعلیم در این کارگاه‌ها، هنگامی منجر به رشد می‌شود که شرایط انجام گفتگو میان مدرس معماری و دانشجو فراهم گردد (Mansurnejad, 2017). دانا کاف در تأیید این مطلب، «طراحی معماری» را به عنوان یک فعالیت اجتماعی دانسته است و مطالعات موردی و میدانی او در دفاتر معماری، موید این نکته است که تصمیم‌گیری‌های طراحی به نوعی یک مهارت اجتماعی است و تأکید می‌کند که

معماران و دانشجویان معماری باید در زمینه مهارت مباحثه آموزش ببینند. (Cuff, 2013) طراحی به عنوان «حل مسئله»، یکی از رایج‌ترین دیدگاه‌ها در آموزش معماری است (Taneri & Dogan, 2021). بر مبنای این دیدگاه، کارگاه‌های طراحی معماری نمونه بارزی از یک محیط آموزش مشارکتی، چندحسی و تجربه‌گرای مبتنی بر مسئله‌اند (Shariatrad et al., 2021). اما دونالد شون با انتقاد از رویکرد علمی و خردگرایانه محض به طراحی، تقلیل طراحی به «حل مسئله» را بازبینی و به جای این رویکرد در تبیین مفهوم و فرایند طراحی، مدل «طراحی به مثابه گفت‌و شنود تأملی با موقعیت» را پیشنهاد کرد. در این استعاره «طراحی» به منزله مکالمه طراح با موقعیت‌های طراحی تلقی می‌شود که در یک فرایند مطلوب خاصیتی تأملی دارد. (Mohammadi & Tafazzoli, 2018) همچنین طراحی فرایندی تحلیلی محسوب می‌شود که به تجزیه و تحلیل، ارزیابی و گزینش احتیاج دارد (Hojat, 2013) و هر یک از این مراحل می‌توانند توسط شیوه‌هایی از مباحثه تقویت شوند، به طوری که در روش‌هایی که از مشارکت نظری چه در مقیاس طراحان و چه در حوزه ذی‌نفعان بهره می‌برند، نقش «مباحثه» قابل توجه است. به عنوان نمونه مدل آموزشی پیشنهادی سلاما برای آشنایی دانشجویان با طراحی مشارکتی، نشان می‌دهد که مقصودش از روش نظام‌مند به جای مکانیکی، منظم کردن و انسجام بخشیدن به تجارب پراکنده آموزش معماری رایج در جهت هدف‌های تعیین شده است و در این راستا، بیان‌پذیر کردن دانش، تلفیق تحقیق و طراحی، پژوهش محوری و اکتشاف سازمان یافته، مهم‌ترین سازوکارهای آموزشی هستند که با کاربرد «مهارت مباحثه» تحقق می‌یابند (Salama, 2013).

بررسی ۵ برنامه درسی در دوره کارشناسی معماری در ایران نشان می‌دهد در فرایند آموزش طراحی معماری، بر تربیت تصویری دانشجویان تأکید شده اما بر تربیت کلامی آنها کمتر توجه شده است. (Min-istry of Science, Research & Technology, 1998, 2005, 2013, 2016 & 2021) این کمبود باعث ضعف دانشجویان در توصیف کلامی یک بنا و عدم مهارت بیان فهم آن بر محمل کلمات شده است. با توجه به لزوم مهارت معماران در بیان شفاهی، به طوری که قبل از طراحی یک بنای توسط دانشجویان معماری، مهارت توصیف کلامی، آنها را در معرفی بر قالب کلمات به مخاطب توانمندکند، ضروری است تا مولفه‌های مهارت مباحثه و نحوه بهره‌گیری از آنها در فرایند یادگیری طراحی معماری شناسایی شوند. در این راستا در پژوهش حاضر ابتدا به جهت تبیین جایگاه نظری «مباحثه»، به بررسی نظریه‌های یادگیری، روان‌شناسی و علوم تربیتی پرداخته شد. سپس نظریه‌های مرتبط با آموزش طراحی معماری با هدف شناسایی مولفه‌های «مهارت مباحثه» در راستای کیفیت بخشی به آموزش در دروس طراحی معماری مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲-۱. هدف پژوهش

هدف از انجام این پژوهش شناسایی مولفه‌های مهارت مباحثه در قالب شاخص‌ها، اهداف و ابعاد و نحوه بهره‌گیری از آنها در آموزش طراحی معماری است.

### ۱-۳. سؤال پژوهش

پژوهش حاضر در پی پاسخگویی به دو پرسش است: ۱- مولفه‌های مهارت مباحثه در قالب شاخص‌ها، اهداف و ابعاد کدامند؟ و ۲- چگونه می‌توان از مهارت مباحثه در فرایند آموزش طراحی معماری بهره گرفت؟

### ۱-۴. پیشینه پژوهش

محمدی و تفضلی (Mohammadi & Tafazzoli, 2018) ضمن بازخوانی نظر «دونالد شون» با انتقاد از رویکرد علمی و خردگرایانه محض به طراحی، تقلیل طراحی به «حل مسئله» را بازیینی و استعاره «حل مسئله» را برای فعالیت طراحی نامناسب توصیف کردند و به جای این رویکرد در تبیین مفهوم و فرایند طراحی، مدل «تأمل در عمل» را پیشنهاد کرده‌اند. برای توضیح بیشتر معنای عمل، از آن به «گفت‌وشنود با موقعیت» تعبیر می‌کنند و ضمناً این مکالمه را تأملی می‌دانند، در نتیجه درباره طراحی از این استعاره استفاده می‌کنند: «طراحی به مثابه گفت‌وشنود تأملی با موقعیت» در این استعاره طراحی به منزله مکالمه طراح با موقعیت‌های طراحی تلقی می‌شود که در یک فرایند مطلوب خاصیتی تأملی دارد.

ندیمی (Nadimi, 2010) با بررسی «نظام استاد و شاگردی» شش وجه را برای این روش سنتی و در عین حال امروزی در فرایند آموزش مهارت‌های حرفه‌ای معماری احصاء کرده است که عبارتند از: ۱- سرمشق شدن ۲- راهنمایی/ راهبری ۳- حمایت/ مراقبت ۴- ابراز/ بیان ۵- تأمل/ بازاندیشی ۶- مذاقه/ خودیابی، از بین این وجوه «ابراز/ بیان» نوعی آزمون است، به طوری که استاد از شاگردش می‌خواهد که فرایند و چگونگی انجام تکلیف خود را توضیح دهد. این وجه از روش استاد و شاگردی، یکی از سطوح مباحثه است که بین استاد و شاگرد شکل می‌گیرد.

خاکی قصر و پورمهدی قائم‌مقامی (Khaki Ghasr & Poormahdi Ghaemmaghami, 2014) در پژوهش خود استدلال کردند که جهت کسب مهارت «توصیف کلامی» مصادیق معماری باید در تربیت دانشجویان معماری بر «وجه کلامی» تأکید شود و در نوعی از «تربیت کلامی»، استعدادی به نام «توصیف کلامی» که به طور فطری در نهاد آدمی قرار دارد، می‌تواند به منزله مهارتی از جنس بیان تقویت شود. چنین استعدادی که پشتیبانی خود را از قوای تکلم و همچنین قوای فهم و ادراک، از جمله مهارت مشاهده در دانشجویان، می‌گیرد، توان این را دارد که خود به تقویت بدنه مهارت ادراک معماری نیز بپردازد. این استدلال نشان می‌دهد بین توان «توصیف کلامی» مصادیق معماری و توان فهم آنها، نسبتی دوسویه برقرار است، به طوری که تقویت هر کدام از این دو استعداد، به مادر فراهم آوردن زمینه بروز دیگری یاری می‌رساند.

در اهمیت بهره‌گیری از مهارت مباحثه در فرایند یادگیری طراحی معماری، منصورنژاد

(Mansurnejad, 2017) در پژوهش خود ضمن این که فرایند طراحی معماری را یک فرایند «گفتگومحور» عنوان کرده است، بیان داشت زمانی فرایند تعلیم در کارگاه طراحی معماری منجر به رشد می شود که شرایط انجام گفتگو میان مدرس معماری و دانشجو فراهم گردد. همچنین غریب پور و توتونچی مقدم (Gharibpour & Toutounchi Moghaddam, 2016) در بازنگری تطبیقی برنامه آموزش پایه طراحی در دوره کارشناسی معماری پیشنهاد دادند که با توجه به لزوم مهارت معماران در بیان شفاهی و نیز توانمندی در نوشتن گزارش های معمارانه در ارتباط با حرفه طراحی، در برنامه دوره پایه به ویژه سال اول، به پرورش این مهارت پرداخته شود و آموزش این مهارت ها به صورت بخش تکمیلی همراه با تمرین های عملی انجام شود. در مقیاس بین المللی نیز در تأیید این اهمیت، خایدزر و لائوسون (Khaidzir & Lawson, 2013) در پژوهشی با عنوان «ساختار گفتگو در طراحی» بیان کردند: "در حالی که بسیاری از مطالعات در طراحی، در روش های مونولوگ (تک سخنگویی) ساخته و پرداخته شده اند (به عنوان مثال، تفکر با صدای بلند)، ما در آنها به ندرت ابعاد گفتگویی طراحی را می بینیم. آموزش در کارگاه طراحی به همراه مباحثه باید انگیزش های متفاوت مدرسان و دانشجویان، توانایی های شناختی، مهارت ها و راهبردها در برخورد با موقعیت های نوظهور طراحی را منعکس کند". این پژوهش نشان می دهد چگونه «زبان» توسط طراحان در عمل به کار می رود و در واقع نقش شناختی کلیدی و مهمی در انجام طراحی ایفا می کند. کریئر (Kreiner et al., 2011) در پژوهش خود، «گفتگو و مذاکره» را به عنوان ابزاری برای رقابت در مسابقات معماری با عبارت «رقابت معماری مذاکره محور» معرفی کرد در این روش، مذاکرات و گفتگوها، به عنوان بخشی اساسی و ضروری در فرایند رقابت به طور باز در حضور همه رقبای انجام می شود و امکان معرفی بهترین ایده ها و طرح ها را به کارفرما می دهد و شناخت متقابل را ممکن و تسریع می نماید.

لاک و مک دانل (Luck & McDonnel, 2006) در پژوهشی به بررسی تعامل معمار و کاربر تحت عنوان «گفتگوی فرمی و عملکردی در مکالمات اولیه طراحی» پرداخته و لزوم توانمندسازی دانشجویان توسط اساتید جهت شرکت در بحث های تخصصی در دفاتر معماری و مهم تر از آن، توانایی برقراری ارتباط با مخاطب عادی در پروژه های طراحی معماری را مورد تأکید قرار داده اند. در ادامه پیشنهاد دادند که اساتید و دانشجویان با استفاده از زبان طراحی در کارگاه ها (به صورت دیالوگ های شفاهی و بصری) در مورد مفاهیم آموزشی و طراحی بحث کنند. این مبحث را کروذر (Crowther, 2007) در نظریه «زبان طراحی» دنبال کرد، به طوری که از نظر او صحبت کردن و ترسیم کردن، هر دو با هم، یک زبان واحد را تشکیل می دهند و اساتید و دانشجویان با استفاده از این زبان طراحی در کارگاه ها به واسطه دیالوگ های شفاهی و بصری در مورد مفاهیم آموزشی و طراحی بحث می کنند. سایر پژوهش هایی که به الگوهای



آموزشی مبتنی بر مشارکت درون‌گروهی، یادگیری مشارکتی و یادگیری از طریق همتایان پرداخته‌اند، هر یک کاربرد مهارت مباحثه را در ارتقای یادگیری طراحی معماری مؤثر دانسته‌اند (Moosavi et al., 2019). نتایج جستجو در پژوهش‌های پیشین در داخل و خارج، حاکی از آن است که در ارتباط با موضوع تحقیق حاضر، پژوهش‌های محدودی انجام شده است و در آنها به طور کلی، به اهمیت بهره‌گیری از مهارت مباحثه در فرایند یادگیری طراحی معماری پرداخته شده است و همچنان شناسایی مولفه‌های مهارت مباحثه در قالب شاخص‌ها، اهداف و ابعاد و چگونگی بهره‌گیری از آنها در فرایند آموزش طراحی معماری نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد. در این راستا نوآوری پژوهش حاضر، در ارائه طبقه‌بندی جامعی از مولفه‌های مهارت مباحثه است که پایه‌های نظری آن بر مبنای نظریه‌های یادگیری، روان‌شناسی و علوم تربیتی و همچنین نظریه‌های مرتبط با آموزش طراحی معماری و نظرات اساتید با سابقه معماری شکل گرفته است.

## ۲. مبانی و مباحث نظری

### ۲-۱. مباحثه و ابعاد معنایی آن

«بحث» واژه‌ای عربی است و «مباحثه» اسم مصدر آن است. مباحثه در لغت به معنی بحث و گفتگو بر سر موضوعی یا مسئله‌ای، به خصوص در مسائل علمی و نظری است (Dehkoda, 1998). در فرهنگ فارسی معین به معنای گفتگو و بحث نمودن آمده است (Moin, 2015). در مجمع‌البیان این واژه در اصل به معنی جستجوی چیزی در خاک آمده ولی بعداً به معنی هر گونه جستجو، حتی در مباحث فکری و عقلی به کار رفته است (Ashtiani et al., 1993). در زبان انگلیسی معادل واژه «مباحثه» واژه‌های «debate, discussion, discourse, argument» آمده است (Hayim, 1995)، که مجموعاً دارای معانی استدلال، برهان، اثبات، مباحثه، گفتگو، بررسی، مذاکره و مناظره در برگردان به فارسی هستند. در رساله گریاس افلاطون، سخنوری که به عنوان یکی از انواع بیان و گفتگو مطرح شد، هنر متقاعد ساختن معرفی شده است (Russell, 1961). به این ترتیب در اکثر فرهنگ‌های لغت، مباحثه به معنای «گفتگو» آمده است لیکن مفاهیمی چون مناظره، سخنوری، فصاحت و بلاغت، قانع کردن و نهایتاً جستجو، در معنی با کلمات گفتگو و مباحثه ارتباطی مستقیم دارند.

در ایران بیشترین استفاده از مهارت مباحثه، به شکلی نظام‌مند و نهادینه در حوزه‌های علمی صورت می‌گیرد، به طوری که مهارت مباحثه در حوزه پایه‌های مطالعه مهم است و بر هر طلبه‌ای لازم است که بعد از هر درس، حتماً در مورد آن مباحثه کند (Zavabeti, 1981). مرحوم استاد مطهری (Motahari, 2008) در خصوص این نوع مباحثه گفته است: «امتیاز روش تحصیلی طلاب نسبت به سایر روش‌ها همین است که طلاب، درسی را که از استاد فرامی‌گیرند، دقیقاً مطالعه می‌کنند و سپس مباحثه می‌کنند و می‌نویسند و در همان حال دروس دیگر را تدریس می‌کنند، این جهات سبب می‌شود

که طلاب در حدود تحصیلات خود عمیق گردند" شفیع‌زاده (Shafii-zadeh, 2000). کلیه شیوه‌های مباحثه را در حوزه‌های علمیه به چهار روش «روخوانی»، «تقریر»، «نقد و بررسی» و «روش تحقیق جمعی» دسته‌بندی کرد. او در کتاب خود با نام «نظام طلبگی» فواید و آثار مباحثه در آموزش طلاب را شامل هشت مورد معرفی کرده است: یادگیری بر اساس تصمیم و هدف، تحکیم آموخته‌ها و یادآوری مجدد، تقویت یادگیری، بروز استعداد و شکل‌گیری گرایش، دقت و سرعت عمل، تمرین مدرسی، ایجاد و تحکیم مناسبات گروهی، انتقال و تعمیم مهارت و دانش (Zavabeti, 1981).

## ۲-۲. ساختار مفهومی تفکر و زبان در مکالمات انسانی

از دوران باستان تا به حال، روشی در ساختار مفهومی تفکر و زبان، یعنی سنت علم معانی و بیان وجود داشته است و رابطه بین بلاغت و منطق، به عنوان دو سنت بزرگ تفکر غربی، پیچیده و گاهی سخت است و در عین حال، به نظر می‌رسد که هر دو مورد مذکور ضروری هستند. علم معانی و بیان کلاسیک قاعده‌ای است که در درجه اول با ارائه گفتار در ارتباط بوده و هدف آن «اقناع» است (Hasle, 2006). فاگ، اقناع به این صورت تعریف کرد: "تلاش برای تغییر نگرش یا رفتار و یا هر دو" (Hasle, 2006) به نقل از: (Foog, 2003). علم معانی و بیان (فن خطابه و فن بیان) در یونان باستان در حدود ۵۰۰ سال قبل از میلاد آغاز شد. از آن زمان این سنت مهم تفکر غربی تا به امروز توسعه داده شده است. این حقیقت عمق تاریخی و سابقه اصلاح همه‌جانبه علم معانی و بیان را روشن می‌کند و متفکران دوره‌های مختلف دارای تصورات متفاوت از علم معانی و بیان بوده‌اند و بر جنبه‌های مختلف این علم تأکید کرده‌اند (Hasle, 2006). به عنوان مثال ارسطو (۳۸۴-۳۲۲ قبل از میلاد) یکی از بزرگ‌ترین نویسندگان فصاحت و بلاغت، علم معانی و بیان را به عنوان مجموعه‌ای از فنون ارتباطی و جدای از فلسفه به کار می‌برده است. واتسون (Watson, 1924) تفکر را چیزی بیش از حرف زدن با خود نمی‌دانست و در جایی دیگر تأکید شده که فکرکردن، بدون زبان غیرممکن است. (Shunk, 2017)

## ۲-۳. ابعاد مباحثه در نظریه‌های یادگیری

نظریه‌های یادگیری را می‌توان بر اساس دیدگاه وولف (Wolff, 2004) به سه دسته کلی نظریه‌های شناختی، رفتاری و سازنده‌گرایی تقسیم کرد. مرور این دیدگاه نشان از توجه ویژه نظریه‌های شناختی و سازنده‌گرا به مقوله یادگیری توسط یادگیرنده و تأکید بر زبان، گفتگو و مشارکت بر یادگیری دارد و نظریه‌های یادگیری رفتاری بر نقش محیط در تغییر رفتار و یادگیری تأکید می‌کنند، به ویژه نظریه پیازه، دانشمند سوئیسی در توجه به زبان در رشد شناختی کودکان شروعی بر تبیین این ابعاد است. در نظریه اجتماعی فرهنگی رشد ویگوتسکی، نقش زبان در کارکردهای عالی تبلور می‌یابد. او کارکردهای ذهن را به کارکردهای نخستین و کارکردهای عالی تقسیم می‌کند و زبان را یکی از عناصر اصلی در گروه دوم قرار

می‌دهد. او بر نقش محیط فرهنگی در رشد و یادگیری تأکید می‌کند و اهمیت آموزش زبان را مورد توجه قرار می‌دهد. آموزش مشارکتی و گروهی و استفاده از خود یادگیرندگان در آموزش به یکدیگر، از نتایج چنین نظری است (Seif, 2016).

اگر چه در نظریه‌های یادگیری رفتاری به موضوع زبان اشاره مستقیم نشده است لیکن شرطی‌سازی از طریق زبان، تشویق یا تنبیه و یا ایجاد محیط امن و دوستانه در کلاس، فرصت‌هایی برای تحقق تأثیر مثبت محیط در یادگیری هستند (Shunk, 2017). بندورا روان‌شناس کانادایی، محرک‌های بیرونی و محرک‌های درونی را توأمان در یادگیری مؤثر دانسته است. وی چهار مرحله یادگیری از راه مشاهده و یا الگوبرداری را شامل، توجه، به یاد سپاری، بازآفرینی و انگیزش را مطرح کرده و به نقش کلام پس از مشاهده در مرحله اول تأکید کرده است. در این تئوری بیان افکار با صدای بلند، نه تنها منجر به افزایش توجه بلکه باعث به یاد سپاری می‌شود. سیف پس از مرور نظریه‌های خبرپردازی یا پردازش اطلاعات، همچون نظریه سطوح پردازش، نظریه رمز دوگانه و پردازش توزیع موازی و...، توصیه‌هایی برای استفاده از این تئوری‌ها در تدریس ارائه می‌کند که «مرور مطالب جلسه قبل با دانشجویان» و «جلب توجه دانشجویان با حرکت و سؤال» از آن جمله است (Seif, 2016). این راهکارها استفاده مستقیم محاوره و گفتگو را در آموزش و توسعه یادگیری مورد تأکید قرار می‌دهند.

در روش‌های آموزشی که بازتاب اصول سازنده‌گرایی هستند، یادگیرندگان نقش فعالی در یادگیری دارند، به طوری که تکالیف ممکن است ایجاد کنند که یادگیرندگان مطالب را مورد بحث قرار دهند و بحث‌های کلاسی، وقتی مفیدند که هدف کسب درک مفهومی بیشتر یا بررسی وجوه مختلف یک موضوع باشد. موضوعی که مورد بحث قرار می‌گیرد، موضوعی است که جواب درست و روشنی برای آن وجود ندارد بلکه شامل یک موضوع پیچیده یا مجادله‌آمیز است، یادگیرندگان با مقداری دانش درباره موضوع وارد بحث می‌شوند و از آنها انتظار می‌رود که در نتیجه بحث، درک و فهم بیشتری از آن موضوع پیدا کنند (Shunk, 2017). یادگیری از طریق مباحثه برای شناخت، برای تسهیل نگهداری بلندمدت و انتقال مفاهیم ضرورت دارد. مباحثه یک ابزار یادگیری به شمار می‌آید که باعث می‌شود تا یادگیرندگان برداشت‌های قبلی خود را آشکار سازند و در مورد آنها تأمل کنند و به فعالیت نظام‌دار مهمی بپردازند. مباحثه می‌تواند یادگیری را تسهیل نماید. بسیاری از متخصصان، مانند اندرسون (Anderson, 2006) و بیکر (Baker, 2003)، بین یادگیری مباحثه‌ای و مباحثه برای یادگیری تفاوت قائل‌اند. اولی بیان می‌دارد که یادگرفتن از طریق مباحثه مهم است، در حالی که دیدگاه دوم می‌گوید مباحثه می‌تواند در شرایط خاص، پردازش عمیق و دقیق اطلاعات را تسهیل کند. البته این اتفاق تنها در صورتی رخ می‌دهد که مباحثه‌ها خود دقیق باشند. یادگیری مباحثه و مباحثه برای یادگیری دو دیدگاه مکمل هم هستند (Janassen, 2014). از نظر اندرسون (Anderson, 2001) مباحثه، نوعی بازی زبانی است که در آن، هر دو بازیکن با لغات حرکت می‌کنند. بازی‌های مباحثه‌ای جزء مهمی از محیط‌های یادگیری‌اند که در آن به

یادگیرنده در امر آموزش توجه و او را درگیر فعالیت‌های اصیل و واقعی می‌کند. از نظر والتن (Walton, 1996) انواع مباحثه شامل بحث‌های متقاعدکننده، مذاکرات و بررسی‌ها است که هر یک، اهداف و قوانین خاص خود را دارد. در دیدگاه دیگری مباحثه به سه نوع لفظی<sup>۱</sup>، جدلی<sup>۲</sup> و بدیهی<sup>۳</sup> تقسیم‌بندی شده است (Nussbaum, 2012). مباحثه جدلی عبارت است از گفتگوی بین هواداران دیدگاه‌های متضاد و هدف از آن حل و فصل تفاوت‌های بین نظرات گوناگون است و مباحثه محاوره‌ای و چندصدایی نیز نامیده می‌شود. در آموزش زبان انگلیسی نیز، مباحثه به صورت کلامی یا لفظی کاربرد داشته است (Janassen, 2014).

یادگیرندگان برای پرورش مهارت‌های مباحثه‌ای، به میزان و انواع متفاوتی از اصطلاحاً «تکیه‌گاه‌سازی» نیاز خواهند داشت (Bell & Linn, 2000). تکیه‌گاه‌سازی به فرایند هدایت یادگیرنده از آن چه اکنون می‌داند، به آنچه یاد خواهد گرفت، گفته می‌شود در تکیه‌گاه‌سازی ابتدا معلم یا شخص دیگری که یادگیرنده را یاری می‌دهد بیشتر مسئولیت به عهده می‌گیرد اما با پیشرفت یادگیری، مسئولیت عمدتاً به یادگیرنده واگذار می‌شود. (Seif, 2016) تکیه‌گاه‌ها به شکل‌های مختلفی ارائه می‌شوند: نظام‌های نقشه‌سازی مباحثه، به کمک رایانه و بازی‌های محاوره‌ای، نمونه‌های موفق، الگوبرداری از معلم و هم‌سالان و تسهیل فعالیت با کمک یک رهبر بحث (Bell & Linn, 2000).

جاناسن بر اساس دیدگاه بیکر (Baker, 2003) که متکی بر نظر صاحب‌نظرانی چون اندریسن (Andriessen, 2006)، بل و لین (Bell & Linn, 2000)، هانت (Hunt, 1992)، ناسبام (Nussbaum, 2008)، آسترهان و شوارتز (Asterhan & Schwarz, 2010) است، پنج سازوکار را شناسایی کرد که از طریق آنها مشارکت در مباحثه می‌تواند منجر به نتایج قوی‌تر شود: اول، مباحثه باعث می‌شود تا دانش، عینی و ملموس گردد. دوم، آن که مباحثه می‌تواند منجر به تغییر مفهومی گردد، پژوهش‌ها نشان می‌دهند که مباحثه می‌تواند باعث شود تا یادگیرندگان مجموعه‌ای غنی‌تر از واقعیات را در نظر بگیرند و درک و تعهد یادگیرندگان را نسبت به دیدگاه‌های جایگزین افزایش دهد. سومین سازوکار آن است که با راهنمایی معلم به این نکته پی ببرند که بحث‌های بهتر بر بحث‌های ضعیف غلبه می‌یابند. چهارمین سازوکار که بیکر آن را شناسایی کرد «شرح و بسط مشترک دانش جدید» است که به عمق پردازش بستگی دارد. در اغلب موارد دو یادگیرنده هر یک از دیدگاه خود دفاع می‌کنند اما یادگیرندگان می‌توانند با مشارکت یکدیگر مزایا و معایب هر دیدگاه را بررسی کنند. این مسئله را «مباحثه مشارکتی» یا «جمعی»، یا «گفتگوی اکتشافی» می‌گویند. مرسر (Mercer, 1996) نیز مطالعاتی انجام داد که نشان می‌دهد «گفتگوی اکتشافی» در مقایسه با «گفتگوی جدلی» (که در آن هدف پیروزی است) یا «گفتگوی تراکمی» (که در آن یادگیرندگان دیدگاه‌های دیگران را می‌شنوند ولی هیچگاه مخالفت نمی‌کنند) منجر به پیامدهای یادگیری بهتر می‌شود. لذا بیکر بر شرح و بسطی مشترک تأکید می‌کند که در آن یادگیرندگان، علاوه بر بسط دیدگاه‌های

یکدیگر، به نقد آنها نیز می‌پردازند. سازوکار آخری که بیکر مطرح کرد، «مهارت بیان دقیق» است. در ادامه جاناسن جمع‌بندی می‌کند که وقتی یادگیرندگان درگیر مباحثه می‌شوند، باید پرسش‌ها و دیدگاه‌های خود را به طور روان مطرح کنند و برای این که در مباحثه و متقاعدسازی دیگران تأثیرگذار باشند، باید ایده‌های خود را به بحث بگذارند، مهارت بیان داشته باشند، به طور عمیق بیندیشند و شرح و بسط دهند، شواهدی ارائه کنند، به مخالفت برخیزند و دیدگاه‌های مختلف را ارزشیابی نمایند. این موارد به نوبه خود یادگیری را تقویت می‌کند. جاناسن بر اساس نظرات ناسبام (Nussbaum, 2011)، شوارتز (Schwarz, 2003) و بارون (Barron, 2003) اضافه می‌کند که محیط‌های یادگیری باید طوری طراحی شوند که به یادگیرندگان زمان کافی برای ارزیابی مباحثه‌ها و نظرات مخالف و نیز یادگیری نحوه بحث کردن را بدهند مباحثه ذاتاً فعالیتی هم شناختی و هم اجتماعی است (Janassen, 2014).

#### ۲-۴. ابعاد مهارت مباحثه در فرایند یادگیری طراحی معماری

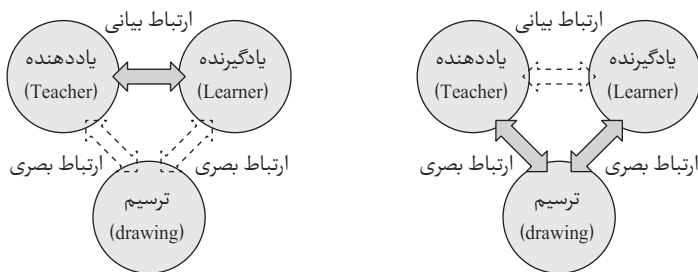
در حالی که در بسیاری از پژوهش‌ها در طراحی به روش‌های مونولوگ (تک‌سخنگویی) از جمله تفکر با صدای بلند اشاره شده؛ اما در آنها به ندرت به «ابعاد گفتگویی طراحی» پرداخته شده است (Khaidzir & Lawson, 2013). در ادامه خایدزر و لاوسون اضافه می‌کنند که مفهوم «زبان طراحی» یک مفهوم جدید نیست بلکه شون (Schon, 1983) قبلاً با برجسب طراحی به عنوان «مکالمه همراه با وضعیت» آن را تعریف کرده بود و گلد اسمیت (Goldschmidt, 1991) نیز ابعاد دیالکتیکی گفتگو در طراحی را تبیین کرده است. مسئله «زبان طراحی» منجر به شکل‌گیری پارادایمی در رویکردهای روش‌شناختی در سراسر تاریخ جنبش روش‌های طراحی، شده است (Khaidzir & Lawson, 2013). از نسل اولیه رویکرد منطقی و نظام‌مند در طراحی تا نسل سوم، روش‌های متکی به طرح‌مایه و تفکر خلاق فرایند طراحی آن چنان که توسط هیلی‌یر (Hillier, 1972) بنیان نهاده شد و به خصوص روش‌های مشارکتی در طراحی، که تحت عنوان روش‌های نسل دوم مورد توجه هستند و توسط افرادی چون ریتل (Rittel, 1977) و بایزیت (Bayazit, 2004) مطرح شدند. (Rezvani, 2013) این مفهوم استدلالی به خوبی با رویکردهای مشارکت جمعی و کاربرمحور برای رسیدن به اهداف طراحی متناسب و قابل استفاده است. ریتل طراحی را علی‌رغم ماهیت چندوجهی، به طور بالقوه قابل مستندسازی و گفتمانی معرفی کرد. این نظرگاه استدلالی در طراحی، نقش هدفمند و سازنده مکالمات تعاملی به عنوان ابزار مؤثر برای گرفتن نتیجه مطلوب از فعالیت‌های طراحی را نشان می‌دهد. از طرف دیگر، تعدادی از مطالعات اخیر نظریه‌پردازانی، چون اک (Oak, 2010)، لاک (Luck, 2009) و گلاک (Glock, 2009) نیز بر جهت‌گیری‌های اجتماعی مکالمه در طراحی تأکید کرده‌اند، آن چنان که در روش‌های تحقیق اجتماعی نظیر روش‌شناختی قوم‌مدارانه، مشاهده شده است (Khaidzir & Lawson, 2013).

رسانه گفتاری، موضوعی حائز اهمیت و در عین حال فراموش شده در روندهای آموزشی است. دانا

کاف در خلال مهارت‌های اجتماعی مورد بحث خود به ضرورت لحاظ کردن این موضوع در روندهای درسی معماری اشاره کرده است. منظور از رسانه مزبور، دو گونه از توانایی است: شرکت در بحث‌های نسبتاً تخصصی در دفاتر معماری و مهم‌تر از آن، توانایی برقراری ارتباط با مخاطب عادی (کاربر، کارفرما یا افراد عادی ذی‌مدخل در پروژه‌های طراحی). اگر چه مطالعه مورد اول در کشف فرایند طراحی اهمیت دارد و توسط برخی طراحی‌پژوهان، مورد مطالعه قرار گرفته است (Lawson, 2004) اما مورد دوم، موضوعی است که در حرفه معماری حائز اهمیت است. در حالی که کاف، نتایج این بحث‌ها را نوعی ساختاردهی پیش‌طراحانه و نیز کنترل‌کننده روند طراحی (و نه بخشی از خود طراحی) می‌داند، مدوی<sup>۱</sup> (نقل شده در Luck & McDonnel, 2006) محتوای این گفتگوها را حول چیزی می‌داند که وی، آن را «ساختمان مجازی» نامیده است و نه خواست‌ها و مسائل مجرد و مستقل، لذا می‌توان گفت که ورود به این گفتگو و تداوم آن، به صورت سازنده مستلزم توانایی تحلیل معماری از سوی فرد متخصص و توانایی انتقال این مفاهیم و به بحث گذاشتن آنها با مخاطب است و صرف گردآوری بسته‌ای از خواسته‌های کارفرما، منجر به تفاهم یا رضایت نهایی وی نخواهد شد. بررسی لاک و مک‌دائل (Luck & McDonnel, 2006) حاکی از آن است که این مباحث عمدتاً حول موضوعات سازه‌ای و عملکردی دور می‌زند و مسائل معناشناسانه یا فرمی، در آنها به ندرت طرح می‌گردد. مسلماً افزایش مهارت کارشناسان معماری در دفاتر در کسب اطلاعات و معطوف کردن ذهنیات مخاطب به این دست مسائل، در رفع این نقص مؤثر خواهد بود. در واقع مباحثه، همانند هر فعالیت تخصصی دیگر، نیاز به مهارت و آمادگی قبلی دارد (Duerk, 2007). گفتگو و مذاکره، به عنوان ابزاری برای رقابت در مسابقات معماری است که با عبارات «رقابت معماری مذاکره‌محور» نام‌گذاری شده است، در این روش، مذاکرات و گفتگو، به طور باز و در حضور همه رقبای انجام می‌شود. در این مورد گفتگو و مذاکره، به عنوان بخش اساسی و ضروری در فرایند رقابت، به کارفرما امکان معرفی بهترین ایده‌ها و طرح‌ها را می‌دهد و شناخت متقابل را ممکن و تسریع می‌نماید (Kreiner et al., 2011). مکالمات ابزار مهم و ضروری برای به اشتراک گذاشتن دانش ضمنی و اجتماعی در معماری نیز هستند. اجزای تشکیل‌دهنده آن واژه‌ها، سخنان و گفته‌هایی هستند که به عنوان عناصر کانونی مطرح‌اند. با این حال، گفت و شنودها در طراحی، بیش از آن که تنها در مورد گفتمان در طراحی باشند، فعالیت‌های شناختی و مفهومی‌ای که در طول آموزش‌های کلاسی (استودیو و آتلیه) اتفاق می‌افتد را استنباط می‌کنند (Khaidzir & Lawson, 2013).

مزیرو (Mezirow, 2000) و لاریلارد (Laurillard, 1993) مفاهیم آموزشی را به واسطه دیالوگ، مشارکت و تبادل بهینه‌سازی نمودند. اگر چه در مدرسه طراحی، ارتباط بصری از اهمیت بیشتری برخوردار است، تحقیقات آنها بر روی روش‌های شفاهی ارتباط متمرکز شده است و کار آنها در حقیقت، بهینه‌سازی

چارچوب فعالیت‌های طراحی در کارگاه‌ها جهت ارتقای آموزش محاوره‌ای<sup>۱</sup> از طریق دیالوگ‌های ترسیمی است. به همین دلیل است که محاورات، بیشتر به صورت تصویری صورت می‌گیرد تا شفاهی و این عمل به وسیله به تصویر کشیدن و استفاده از زبان دیاگرام‌ها انجام می‌شود (Crowther, 2007). شون (Schon, 1984) نیز تفاوت‌هایی را بین آموختن درباره طراحی و آموختن چگونه طراحی کردن مطرح کرد و این دو فعالیت را به هم وابسته دانست و توضیح داد که صحبت کردن و ترسیم کردن هر دو با هم، یک زبان واحد را تشکیل می‌دهند. کروذر این ترسیم و گفتگو را «زبان طراحی» نام‌گذاری کرده است. معلمان و دانشجویان با استفاده از این زبان طراحی در کلاس‌های کارگاهی و به واسطه دیالوگ‌های شفاهی و بصری در مورد مفاهیم آموزشی و طراحی بحث می‌کنند. اگر ما ترسیم را در محیط کارگاهی به عنوان نوعی از دیالوگ درک کنیم، در نتیجه ممکن است فهم ما از ترسیم با میزان فهم ما از دیالوگ در محیط یادگیری یکسان شود. ارزش دیالوگ توسط مزیرو (Mezirow, 2006) در تحقیقش روی یادگیری جایگزینی، به خوبی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. در میان سایر ویژگی‌ها، یادگیری ارتباطی و مشارکتی که مزیرو پیشنهاد می‌دهد، محیطی است که در آن یادگیرنده، جدای از هرگونه اجبار، تهدید، تحریف، خودفریبی یا اضطراب، فرصت مساوی را برای شرکت در نقش‌های متفاوت مباحثه‌ای به دست آورد. در یک کارگاه معماری، بسیاری از مباحث و سخنرانی‌ها از طریق ترسیم صورت می‌گیرد، بنابراین دانشجویان برای شرکت در دیالوگ‌ها به مهارتی نیاز دارند (Crowther, 2007). اگر یک دیالوگ خوب در برگیرنده کلیه فعالیت‌های طراحی با فهم عمیق و درست و همچنین جمله‌بندی صحیح و استادانه باشد، به همراه توانایی دانشجویان برای برقراری ارتباط از طریق ترسیم، در نهایت باعث درک عمیق‌تر و همچنین یادگیری بلندمدت آنان می‌شود (Crowther, 2007) به نقل از (Bigg, 1999; Marlon & Saljo, 1976) اگر دانشجویان بخواهند در یادگیری بهتری شرکت کنند باید بتوانند یک مجموعه پیچیده از سخنرانی‌ها، کلمات، نشان‌ها، نمودارها، دیاگرام‌ها و تصاویر به سوی درستی تفسیر کنند (Crowther, 2007) به نقل از (Laouillard, 1993).



شکل ۱. دیالوگ‌های شفاهی، دیالوگ‌های ترسیمی به سوی نظم در می‌آورد (Crowther, 2007)

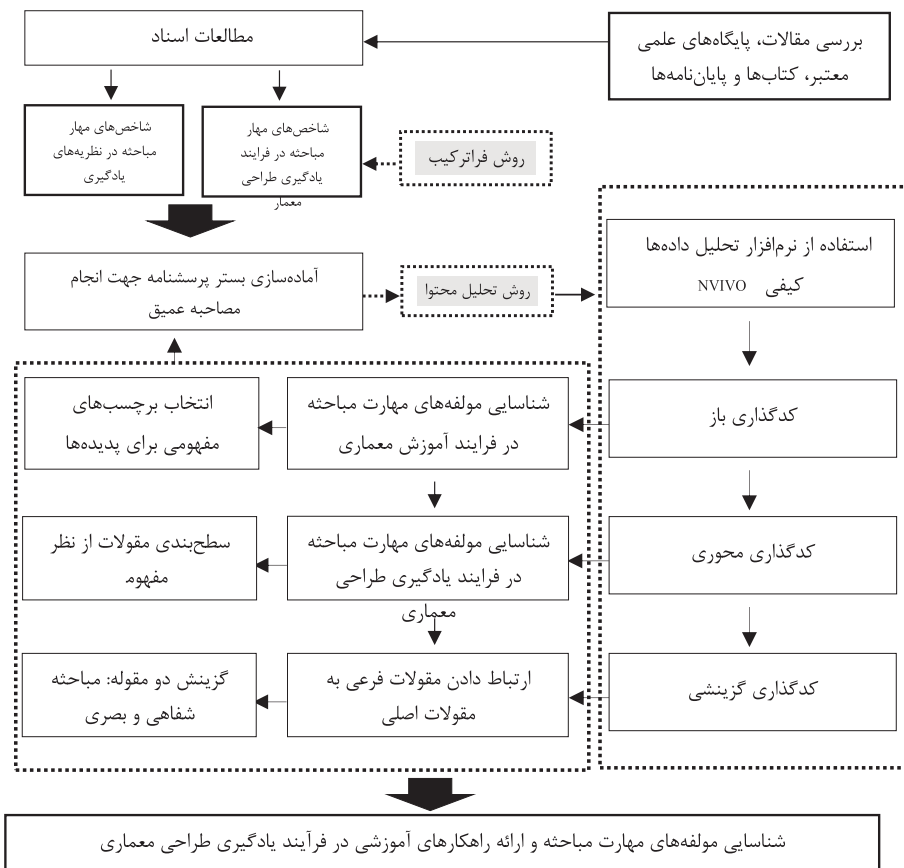
کروذر تأکید می‌کند که دیدگاه مزیرو (Mezirow, 2000) برای «یادگیری جایگزینی» و دیدگاه لاریلارد (Laurillard, 1993) برای «چارچوب مکالمه» در طراحی چنان چه بخواهند در فعالیت‌های کارگاه طراحی مفید واقع شوند باید فرایند یادگیری طراحی مورد بازبینی قرار گیرد، به طوری که در فرایند طراحی بهتر است از چارچوب‌های گفتگو در طراحی و دیالوگ‌های ترسیمی در قالب سامانه‌های مشارکتی استفاده شود. یکی از نتایج استفاده از دیالوگ‌های ترسیمی این است که تمرکز پروژه طراحی از نگاه «محصول محور» به سمت «فرایند محور» سوق داده می‌شود (Crowther, 2007). اغلب پژوهش‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که چگونه زبان توسط طراحان در عمل به کار می‌رود و در واقع نقش شناختی کلیدی و مهمی در انجام طراحی ایفا می‌کند که توسط آن ابعاد گفتگویی طراحی می‌تواند به طور بالقوه خاستگاه‌های سازنده و نتایج بالقوه مباحثه در طراحی را نشان دهد (Khaidzir & Lawson, 2013). در آموزش دانشگاهی نیز با توجه به لزوم مهارت معماران در بیان شفاهی و نیز توانمندی در نوشتن گزارش‌های معمارانه در ارتباط با حرفه طراحی، در برنامه دوره پایه بیشتر دانشگاه‌های خارجی و به ویژه سال اول به پرورش مهارت مباحثه پرداخته می‌شود و آموزش این مهارت‌ها به صورت بخش تکمیلی همراه با تمرین‌های عملی انجام می‌شود (Gharibpour & Toutounchi Moghaddam, 2016).

### ۳. روش شناسی پژوهش

راهبرد پژوهش حاضر از نوع کیفی و جهت تحلیل داده‌ها از روش‌های فراترکیب و تحلیل محتوا به صورت متوالی استفاده شده است. سیوفانگ و شنون تحلیل محتوا کیفی را یک روش تحقیق برای تفسیر ذهنی محتوای متون می‌دانند که از طریق فرایند طبقه‌بندی منظم مضامین یا الگوهای کدگذاری شده انجام می‌شود (Hsiu-fang & Shannon, 2005). با توجه به این که کاربرد منطق استقراء در تحلیل محتوای کیفی بیشتر پذیرفته شده است (Elo & Kingas, 2008)، این پژوهش نیز در روش تحلیل محتوای کیفی با راهبردی استقرایی به دنبال خلاصه‌سازی اطلاعات و ارائه توصیفی دقیق پیرامون مولفه‌های مهارت مباحثه در فرایند یادگیری طراحی معماری بود. برای جمع‌آوری اطلاعات از مطالعه اسنادی، دیدگاه‌ها، تعاریف و مصاحبه فردی نیمه‌ساختارمند استفاده شد. جامعه آماری این پژوهش تعداد ۳۵ نفر از اساتید دانشگاه در رشته معماری هستند که با روش نمونه‌گیری هدفمند و تکنیک گلوله برفی، به عنوان نمونه تحقیق انتخاب شدند. فرایند انجام پژوهش بدین صورت است که ابتدا با روش فراترکیب شاخص‌های مهارت مباحثه در نظریه‌های یادگیری و فرایند آموزش طراحی معماری از دیدگاه صاحب‌نظران خارجی و داخلی بررسی شدند. سپس با استفاده از یافته‌های حاصل از فراترکیب داده‌ها بستر پرسش‌نامه جهت مصاحبه فردی نیمه‌ساختارمند که از نظر انعطاف‌پذیری و عمیق بودن، مناسب پژوهش‌های کیفی است، آماده‌سازی شد. هر مصاحبه به طور میانگین از ۳۰ تا ۴۵ دقیقه طول می‌کشید. پس از انجام ۲۵ مصاحبه و تکرار در اطلاعات دریافتی مشاهده گردید



که از مصاحبه ۲۶ به بعد، داده‌ها کاملاً تکراری و به اشباع نظری رسیده بودند اما برای اطمینان، تا مصاحبه ۳۵ ادامه یافت و کفایت داده‌ها برای تولید مولفه‌های نهایی مهارت مباحثه در فرایند یادگیری طراحی معماری حاصل شد و در نتیجه، فرایند جمع‌آوری داده‌ها خاتمه یافت. در ادامه با کمک تحلیل محتوای اسناد مورد مطالعه و فرم‌های مصاحبه از طریق کدگذاری در سه مرحله کدگذاری باز، محوری و گزینشی، مفاهیم و مقوله‌های مرتبط با مولفه‌های مهارت مباحثه در فرایند یادگیری طراحی معماری استخراج شدند. با توجه به تعدد منابع مورد مطالعه در تحلیل محتوا (۴۵ سند و ۳۵ مصاحبه) جهت تحلیل داده‌های کیفی در مراحل کدگذاری و بررسی میزان فراوانی کدهای مستخرج از اسناد و مصاحبه‌ها از نرم‌افزار NVIVO استفاده شده است (شکل ۲).



شکل ۲. فرایند انجام پژوهش

#### ۴. یافته‌ها و بحث

یافته‌ها در سه بخش قابل بررسی‌اند: در بخش اول، ابتدا با استفاده از روش فراترکیب به بررسی و مقایسه نظریه‌های یادگیری، روان‌شناسی و علوم تربیتی پرداخته شد. یافته‌های این بخش شامل ۱۲ شاخص مهارت مباحثه است که در کیفیت‌بخشی به آموزش و یادگیری موثرند و بر هفت نظریه عمده در حیطه روان‌شناسی یادگیری منطبق‌اند (جدول ۱). در ادامه نتایج بررسی نظریه‌های مرتبط با آموزش طراحی معماری با هدف شناسایی شاخص‌های مهارت مباحثه نشان می‌دهد هر یک به نوعی از مباحثه با عناوینی همچون «گفتگوی ترسیمی یا تصویری»، «گفتگو در طراحی»، «ابراز/ بیان»، «رسانه گفتاری»، «زبان طراحی» اشاره دارند (جدول ۲). به غیر از «نظام استاد و شاگردی» که «ابراز/ بیان» را یکی از سطوح مباحثه بین استاد و شاگرد و نوعی آزمون معرفی کرده است، به طوری که شاگرد فرایند و چگونگی انجام تکلیف خود را توضیح می‌دهد. سایر نظریه‌ها، کاربرد گفتگو را در دروس طراحی به همراه تصاویر، دیالگرام و یا اسکیس مورد تأکید قرار داده‌اند و این گفتگوی تصویری را مکمل گفتگوی شفاهی و عامل نظم‌گفتاری دانشجو در جریان مباحثه دانسته‌اند و به نوعی ساختاردهی پیش از طراحی و نیز کنترل‌کننده روند طراحی را منتج خواهد شد.

جدول ۱. نظریه‌های یادگیری و شاخص‌های مهارت مباحثه در کیفیت‌بخشی به آموزش و یادگیری

| نظریه و نظریه‌پرداز                                                                                                                                                                  | شاخص‌های مهارت مباحثه در کیفیت‌بخشی به آموزش و یادگیری                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| نظریه کنش‌گفتاری آستین (Austin, 1974): واژگان و سخنان تولیدشده در فعالیت‌ها می‌توانند طیفی از کنش‌های گفتاری را به جای توصیف ساده معانی و مفاهیم انجام دهند                          | استفاده از گفتار و زبان در فعالیت‌های تعاملی و پویا                                                                                                                                                                                                                                        |
| نظریه‌های یادگیری شناختی (Wolff, 2004-Bandura, 2001): یادگیری به صورت توانایی‌هایی در فرد ایجاد و در حافظه او ذخیره می‌شود و یادگیرنده در فرایند یادگیری نقش مهمی دارد               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- توجه ویژه نظریه‌های شناختی به مقوله یادگیری توسط یادگیرنده و تأکید بر زبان، گفتگو و مشارکت</li> <li>- بیان افکار با صدای بلند، نه تنها منجر به افزایش توجه بلکه موجب به یادسپاری می‌شود</li> </ul>                                                |
| نظریه اجتماعی فرهنگی رشد ویگوتسکی (Vygotsky, 1981): محیط اجتماعی تعیین‌کننده فرایند رشد شناختی است، و زبان جزئی از کارکردهای عالی ذهن است که خاستگاه اجتماعی دارد                    | تعامل اجتماعی یا ارتباط میان افراد جامعه، به ویژه ارتباط کلامی، کلید ساختن دانش است، با خود سخن گفتن یا نجوا کردن افکار به آهستگی به هدایت و کنترل اندیشه کمک می‌کند (مباحثه با خود)، و همچنین آموزش مشارکتی، گروهی و استفاده از خود یادگیرندگان در آموزش به یکدیگر از نتایج این نظریه است |
| نظریه یادگیری اکتشافی برونر (Bruner, 1978): هر شخص یک مشارکت‌کننده فعال در کسب دانش است و شاگرد باید نظام رمز خود را بسازد، نه این که معلم آن را به صورت آماده در اختیار او قرار دهد | آموزش ساختار بنیادی دانش به یادگیرنده که در این فرایند بر زبان و تعامل تأکید می‌شود                                                                                                                                                                                                        |

ادامه جدول ۱

| نظریه و نظریه‌پرداز                                                                                                                                                                                                                                       | شاخص‌های مهارت مباحثه در کیفیت بخشی به آموزش و یادگیری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| نظریه سازنده‌گرایی (Shunk, 2004- Santrock, 2004- Wolfe, 2004- Kavchak, 2010- Vygotsky, 1978): سازنده‌گرایی بر فعال بودن یادگیرنده در ساختن دانش و فهم تأکید می‌کند و به طوری که یادگیرندگان آنچه را که یاد می‌گیرند و می‌فهمند خود می‌سازند و شکل می‌دهند | در این نظریه، زبان نقش‌هایی همچون شکل دادن تفکر، انتقال فرهنگی و خود نظم‌دهی را ایفا کرده است و بُعد کیفی سطح کارکردهای عقلی را افزایش می‌دهد. در سازنده‌گرایی تعامل اجتماعی از طریق ارتباط کلامی، کلید ساختن دانش است                                                                                                                                                                                                                                            |
| نظریه گفتگوی آموزشی وولفک (Wolfe, 2004): در این نظریه هدف از گفتگو در آموزش، ارتقای یادگیری است و گفتگو به معنای سخنرانی نیست                                                                                                                             | بحث گروهی به عنوان یک روش آموزشی به دو شکل می‌تواند انجام پذیرد: یک شکل آن بحث تمامی کلاس و شکل دیگری بحث گروه‌های کوچک (۲ نفر یا بیشتر) است                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| نظریه بیکر (Baker, 2003): طبق این نظریه پنج سازوکار که از طریق آنها، مشارکت در مباحثه می‌تواند منجر به نتایج بهتری شود معرفی شده است.                                                                                                                     | اول، مباحثه باعث می‌شود تا دانش، عینی و ملموس گردد. دوم، آن که مباحثه منجر می‌شود تا یادگیرندگان، مجموعه‌ای غنی‌تر از واقعیات را در نظر بگیرند. سومین سازوکار آن است که یادگیرندگان با راهنمایی معلم به این نکته پی ببرند که بحث‌های بهتر بر بحث‌های ضعیف غلبه می‌یابند. چهارمین سازوکار شرح و بسط مشترک دانش جدید که نوعی مباحثه مشارکتی و یا گفتگوی اکتشافی است. سازوکار آخر، مهارت بیان دقیق است، به طوری که پرسش‌ها و دیدگاه‌های خود را به طور روان مطرح کنند |

جدول ۲. نظریه‌های یادگیری و شاخص‌های مهارت مباحثه در کیفیت بخشی به آموزش طراحی معماری

| نظریه و نظریه‌پرداز                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | شاخص‌های مهارت مباحثه در کیفیت بخشی به آموزش طراحی معماری                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| نظریه «گفتگوی ترسیمی» (Mezirow, 2000; Larillard, 1993): در این نظریه مفاهیم آموزشی به واسطه دیالوگ، مشارکت و تعامل، بهینه‌سازی شده و بر روی روش‌های شفاهی ارتباط، متمرکز شده است، و برای ایجاد آموزش محاوره‌ای بهتر از طریق دیالوگ‌های ترسیمی چارچوب‌های فعالیت‌های طراحی کارگاهی بازنگری شده‌اند                               | به دلیل اهمیت ارتباط بصری در مدرسه معماری مطابق این نظریه محاورات بهتر است، بیشتر به صورت گفتگوی تصویری انجام شود و محاورات دارای بازخورد تصویری، بصری و دیالوگ‌محور هستند                                                          |
| نظریه «گفتگو در طراحی» (Rittell, 1977): طراحی علی‌رغم ماهیت چندوجهی به طور بالقوه گفتگومانی است و مکالمات تعاملی، به عنوان ابزار مؤثر برای گرفتن نتیجه مطلوب از فعالیت‌های طراحی نقش هدفمند و سازنده‌ای دارند                                                                                                                   | مکالمه و گفتگو به عنوان جنبه تعاملی در فرایند طراحی در سه حیطه تعامل دانشجوی با دانشجو، دانشجو با استاد و همچنین طراح و کارفرما و سایر ذی‌نفعان می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.                                                    |
| نظریه «نظام استاد و شاگردی» در آموزش معماری (Nadimi, 1995 Pressley & McCormick, 2010): استاد و شاگردی روشی از گذشته در عین حال امروزی در فرایند آموزش مهارت‌های حرفه‌ای مؤثر و کارآمد است، شاگرد با مشاهده، تقلید و تقرب به یک استاد یا فردی داناتر و تواناتر از خود یاد می‌گرفت و فرایند یادگیری بخشی از زندگی و کار واقعی بود | ابزار/ بیان، یکی از وجوه شش‌گانه روش استاد و شاگردی است، در این وجه که نوعی آزمون است شاگرد فرایند و چگونگی انجام تکلیف خود را توضیح می‌دهد. این وجه از روش استاد و شاگردی یکی از سطوح مباحثه است که بین استاد و شاگرد شکل می‌گیرد. |

ادامه جدول ۲

| نظریه و نظریه پرداز                                                                                                                                                                                                           | شاخص های مهارت مباحثه در کیفیت بخشی به آموزش طراحی معماری                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| نظریه «رسانه گفتاری» (Cuff, 2013; Luck & McDonnel, 2006): رسانه مزبور، شامل دو گونه توانایی است: شرکت در بحث های نسبتاً تخصصی در دفاتر معماری و مهم تر از آن، توانایی برقراری ارتباط با مخاطب عادی در پروژه های طراحی معماری. | آموزش و توانمندسازی دانشجویان معماری تحت عنوان "رسانه گفتاری" به نوعی ساختاردهی پیش از طراحی و نیز کنترل کننده روند طراحی منتج خواهد شد. |
| نظریه «زبان طراحی» (Schon, 1984; Crowther, 2007): صحبت کردن و ترسیم کردن هر دو با هم یک زبان واحد را تشکیل می دهند که «زبان طراحی» نام گذاری شده است.                                                                         | اساتید و دانشجویان با استفاده از این زبان طراحی در کارگاه ها به واسطه دیالوگ های شفاهی و بصری در مورد مفاهیم آموزشی و طراحی بحث می کنند. |

در بخش دوم، جهت شناسایی مولفه های مهارت مباحثه در فرایند یادگیری طراحی معماری با کمک تحلیل محتوای اسناد مورد مطالعه و فرم های مصاحبه (۴۵ سند و ۳۵ مصاحبه) در مراحل گذاری، با استفاده از نرم افزار Nvivo با بررسی پاراگراف ها و جمله های حاصل از مطالعات اسنادی و مصاحبه (به عنوان واحد معنا) هر متن مفهوم بندی و مقوله بندی گردید. گذاری ها در سه مرحله انجام شد، ابتدا در گذاری باز قصد آن بود تا داده ها و پدیده ها در قالب مفاهیم طبقه بندی شوند. بر این اساس از داده های حاصل از فرایند گذاری باز، ۷۵ کد مفهوم اولیه استخراج گردید. با بازبینی متعدد و ادغام کدها بر اساس تشابهات در طی چندین مرحله، در نهایت ۶۹ کد باز (با تعداد کل ۱۹۵۲ ارجاع) شامل مفاهیم و عبارات مرتبط با مهارت مباحثه به همراه تعداد ارجاعات شناسایی شدند. در مرحله بعدی با کمک گذاری محوری این مفاهیم نیز با یکدیگر مقایسه شدند و بر اساس اشتراکات تشابهات یا هم پوشی معنایی مقوله بندی محتوایی گردیدند و حاصل آن ۱۲ کد محوری شامل ۹ مقوله فرعی و ۳ مقوله اصلی است که هر یک از مقوله های فرعی، اشاره به شاخصه ای از مهارت مباحثه در فرایند یادگیری طراحی معماری دارد و شامل: «مباحثه مشارکتی (گفتگوی اکتشافی)»، «مباحثه سازنده گرا»، «ارتباط مباحثه و کارکرد حافظه»، «پیوند مباحثه و مهارت بیان دقیق»، «نقش مباحثه در فعالیت های حرفه ای»، «مباحثه به عنوان آزمون شفاهی»، «مباحثه به عنوان زبان طراحی»، «مباحثه به عنوان جنبه تعاملی فرایند طراحی»، «مباحثه به عنوان آزمون بصری» می باشند. هر مقوله اصلی نیز معرف یک هدف از انجام مباحثه است و شامل: «خبررسانی (اطلاع رسانی)»، «افتتاح» و «حل مسئله» شناسایی هستند. در آخرین مرحله گذاری بر اساس نتایج دو مرحله قبلی با استفاده از گذاری گزینشی ۲ کد «مباحثه شفاهی» و «مباحثه بصری» به عنوان ابعاد مباحثه شناسایی شد (جدول: ۳).

جدول ۳. سه مرحله کُدگذاری باز، محوری و گزینشی داده‌های حاصل از مطالعه اسنادی و مصاحبه (به همراه تعداد ارجاعات و درصد فراوانی)

| کُدگذاری گزینشی              |                                     | کُدگذاری محوری                                                                                    | کُدگذاری باز                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| مقوله هسته<br>(ابعاد مباحثه) | مقوله اصلی<br>(هدف از انجام مباحثه) | مقوله فرعی<br>(شاخص‌های مباحثه)                                                                   | مفاهیم و عبارات مرتبط با مهارت مباحثه (تعداد ارجاعات)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| مباحثه شفاهی                 | حل مسئله                            | مباحثه مشارکتی<br>(گفتگوی اکتشافی)<br>جمع کدهای باز: ۸<br>جمع ارجاعات: ۱۹۹<br>درصد فراوانی: ۷۱/۰۷ | مباحثه ذاتاً فعالیتی هم شناختی و هم اجتماعی است (۲۲) / استفاده از خود یادگیرندگان در آموزش به یکدیگر (۳۱) / تعامل اجتماعی یا ارتباط میان افراد جامعه به ویژه ارتباط کلامی، کلید ساختن دانش است (۱۸) / بحث گروهی شامل بحث تمامی کلاس و یا بحث در گروه‌های کوچک (۲۹) / فعالیت‌های تعاملی و پویا با استفاده از گفتار و زبان (۲۸) / شرح و بسط مشترک دانش جدید با استفاده از مباحثه مشارکتی و یا گفتگوی اکتشافی (۲۶) / ایجاد و تحکیم مناسبات گروهی با استفاده از مباحثه (۲۳) / در بحث گروهی یادگیرندگان می‌توانند با مشارکت یکدیگر مزایا و معایب هر دیدگاه را بررسی کنند (۲۲) /                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                              |                                     | مباحثه سازنده‌گرا<br>جمع کدهای باز: ۸<br>جمع ارجاعات: ۲۲۴<br>درصد فراوانی: ۸۰                     | مباحثه یک ابزار یادگیری است و باعث می‌شود تا یادگیرندگان برداشت‌های قبلی خود را آشکار و در مورد آنها تأمل کنند (۲۵) / آموزش ساختار بنیادی دانش در فرایندی با محوریت زبان و تعامل ممکن است (۲۷) / در سازنده‌گرایی تعامل اجتماعی از طریق ارتباط کلامی، کلید ساختن دانش است (۲۵) / مباحثه باعث می‌شود تا دانش، عینی و ملموس گردد (۲۹) / مباحثه منجر می‌شود تا یادگیرندگان مجموعه‌ای غنی‌تر از واقعیات را در نظر بگیرند (۳۱) / مباحثه سبب می‌شود که یادگیرنده در حدود تحصیلات خود عمیق شود (۳۳) / انتقال و تعمیم مهارت و دانش با استفاده از مباحثه (۲۸) / شرکت در بحث‌های کلاسی با هدف کسب درک مفهومی بیشتر و یا بررسی وجوه مختلف یک موضوع (۲۶) /                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                              | اطلاع‌رسانی                         | ارتباط مباحثه و کارکرد حافظه<br>جمع کدهای باز: ۱۲<br>جمع ارجاعات: ۳۳۴<br>درصد فراوانی: ۷۹/۵       | مباحثه می‌تواند در شرایط خاص، پردازش عمیق و دقیق اطلاعات را تسهیل کند (۳۴) / بیان افکار با صدای بلند نه تنها منجر به افزایش توجه بلکه موجب به یادسپاری می‌شود (۲۶) / توجه ویژه نظریه‌های شناختی به مقوله یادگیری توسط یادگیرنده و تأکید بر زبان، گفتگو و مشارکت (۲۸) / با خود سخن گفتن یا نجوا کردن افکار به آهستگی به هدایت و کنترل اندیشه کمک می‌کند (۲۲) / مباحثه سبب تحکیم آموخته‌ها و یادآوری مجدد و تقویت یادگیری می‌شود (۳۲) / مباحثه دقت و سرعت عمل را به همراه دارد (۳۰) / تفکر چیرزی بیش از حرف زدن با خود نیست (۱۸) / فکر کردن بدون زبان غیرممکن است (۱۹) / نقش زبان در کارکردهای عالی ذهن (۲۹) / یادگیری از راه مشاهده و یا الگوبرداری شامل: توجه، به یادسپاری، بازآفرینی و انگیزش است و نقش کلام پس از مشاهده مورد تأکید است (۳۱) / استفاده مستقیم از گفتگو در آموزش با مرور مطالب جلسه قبل با دانشجویان و جلب توجه آنها با حرکت و سؤال (۳۲) / یادگیری از طریق مباحثه برای شناخت، برای تسهیل نگهداری بلندمدت و انتقال مفاهیم (۳۳) / |

ادامه جدول ۳

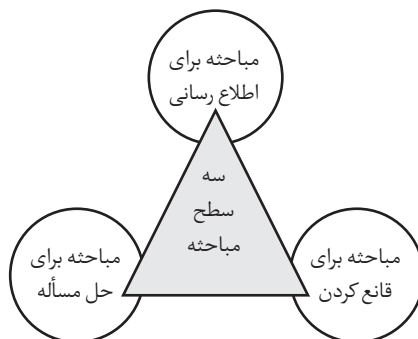
|          |                       |                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| م. ح. ب. | اقناع                 | پیوند مباحثه و مهارت<br>بیان دقیق<br>جمع کدهای باز: ۴<br>جمع ارجاعات: ۱۰۶<br>درصد فراوانی: ۷۵/۷۱   | بحث‌های بهتر بر بحث‌های ضعیف غلبه می‌یابند. (۲۲) / مهارت بیان دقیق<br>لازمه مباحثه است، به طوری که دانشجویان پرسش‌ها و دیدگاه‌های خود را<br>بتوانند به طور روان مطرح کنند (۳۲) / سخنوری که به عنوان یکی از انواع بیان<br>و گفتگو مطرح شده است، هنر متقاعد ساختن است (۲۳) / علم معانی و بیان<br>کلاسیک قاعده‌ای است که در درجه اول با ارائه گفتار در ارتباط بوده و هدف<br>آن «اقناع» است (۲۹)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|          | قانع ساختن / حل مسئله | نقش مباحثه در<br>فعالیت‌های حرفه‌ای<br>جمع کدهای باز: ۸<br>جمع ارجاعات: ۲۲۹<br>درصد فراوانی: ۸۱/۱۷ | لرزم شرکت در بحث‌های تخصصی در دفاتر معماری (۲۹) / توانایی برقراری<br>ارتباط با مخاطب عادی در پروژه‌های طراحی معماری (۳۲) / تعامل معمار و<br>کاربر تحت عنوان «گفتگوی فرمی و عملکردی در مکالمات اولیه طراحی» (۲۷)<br>/ مباحثه سبب بروز استعداد و شکل‌گیری گرایش می‌شود (۲۲) / مباحثه شکلی<br>از تمرین مدرسی است (۳۰) / بازی‌های مباحثه‌ای جزء مهمی از محیط‌های<br>یادگیری‌اند که در آن به یادگیرنده در امر آموزش توجه و او را درگیر فعالیت‌های<br>اصیل و واقعی می‌کنند (۲۸) / مباحثه، همانند هر فعالیت تخصصی دیگر، نیاز<br>به مهارت و آمادگی قبلی دارد (۳۳) / مکالمات ابزار مهم و ضروری برای به<br>اشتراک گذاشتن دانش ضمنی و اجتماعی در معماری هستند (۲۸)                                                                                                     |
|          |                       | مباحثه به عنوان<br>آزمون شفاهی<br>جمع کدهای باز: ۳<br>جمع ارجاعات: ۷۹<br>درصد فراوانی: ۷۵/۲۳       | ابراز- بیان، نوعی آزمون است که شاگرد فرایند و چگونگی انجام تکلیف خود<br>را توضیح می‌دهد (۳۰) / استفاده از دیالوگ‌های ترسیمی باعث می‌شود تمرکز<br>پروژه طراحی از نگاه «محصول محور» به سمت «فرایند محور» سوق داده<br>شود (۲۰) / آزمون‌های شفاهی می‌تواند بخشی از ارزیابی‌های مستمر در طول<br>نیمسال‌های تحصیلی باشد (۲۹)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|          | اطلاعات رسانی         | ارتباط مباحثه و کارکرد<br>حافظه<br>جمع کدهای باز: ۴<br>جمع ارجاعات: ۱۰۴<br>درصد فراوانی: ۷۴/۲۸     | توجه به قابلیت‌های زبان که نقش شناختی کلیدی در انجام طراحی ایفا<br>می‌کند (۲۲) / طراحی به مثابه گفت و شنود تأملی با موقعیت است (۳۰) /<br>آموزش در کارگاه طراحی به همراه مباحثه باعث انگیزش مدرسان و دانشجویان<br>می‌شود (۲۰) / دیالوگ خوب شامل فعالیت‌های طراحی با فهم عمیق و درست<br>و جمله‌بندی صحیح و استادانه به همراه توانایی برقراری ارتباط از طریق<br>ترسیم در نهایت باعث درک عمیق‌تر و همچنین یادگیری بلندمدت دانشجویان<br>می‌شود (۳۲)                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|          | حل مسئله / اقناع      | مباحثه به عنوان زبان<br>طراحی<br>جمع کدهای باز: ۶<br>جمع ارجاعات: ۱۹۰<br>درصد فراوانی: ۹۰/۴۷       | طراحی علی‌رغم ماهیت چندوجهی به طور بالقوه قابل مستندسازی و گفتمانی<br>است (۳۰) / نقش مؤثر تربیت کلامی در فرایند آموزش طراحی معماری (۳۲) /<br>به دلیل اهمیت ارتباط بصری در معماری محاورات بهتر است، بیشتر به صورت<br>تصویری انجام شود و محاورات دارای بازخورد تصویری، بصری و دیالوگ‌های<br>هستند (۳۱) / اساتید و دانشجویان بهتر است با استفاده از زبان طراحی در<br>کارگاه‌ها به واسطه دیالوگ‌های شفاهی و بصری در مورد مفاهیم آموزشی و<br>طراحی بحث کنند (۳۲) / فرایند طراحی یک فرایند گفتگو محور است بنابراین<br>فرایند تعلیم در این کارگاه‌ها هنگامی منجر به رشد می‌شود که شرایط انجام<br>گفتگو میان مدرس معماری و دانشجو فراهم گردد (۳۲) / ارتقای آموزش<br>محاوره‌ای از طریق دیالوگ‌های ترسیمی به وسیله به تصویر کشیدن و استفاده<br>از زبان دیالوگ‌ها (۳۳) |

ادامه جدول ۳

|                |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| مسئله / اقتناع | مباحثه به عنوان جنبه تعاملی فرایند طراحی جمع کدهای باز: ۴ جمع ارجاعات: ۱۰۸ درصد فراوانی: ۷۷/۱۴ | اهمیت مباحثه به عنوان جنبه تعاملی در فرایند طراحی در سه حیطه تعامل دانشجویان با دانشجویان، دانشجویان با استاد و همچنین طراح با کارفرما و سایر ذی‌نفعان در حرفه معماری (۳۲) / «طراحی معماری» یک فعالیت اجتماعی است و تصمیم‌گیری‌های طراحی به نوعی یک مهارت اجتماعی است (۲۸) / تعامل معمار و کاربر تحت عنوان «گفتگوی فرمی و عملکردی» در مکالمات اولیه طراحی (۲۶) / در فرایند طراحی بهتر است از چارچوب‌های گفتگو در طراحی و دیالوگ‌های ترسیمی در قالب نظام‌های مشارکتی استفاده شود (۲۲)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                | مباحثه به عنوان آزمون بصری جمع کدهای باز: ۲ جمع ارجاعات: ۶۲ درصد فراوانی: ۸۸/۵۷                | در جریان کرکسیون دانشجویان با کمک بیان تصویری چگونگی انجام تکلیف خود را توضیح می‌دهند (۳۲) / در آزمون اسکیزم دیالوگ‌های شفاهی، دیالوگ‌های ترسیمی به سوی نظم درمی‌آورد بنابراین لازم است آزمون بصری به همراه آزمون شفاهی برگزار شود (۳۰)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                | مباحثه سازنده‌گرا جمع کدهای باز: ۳ جمع ارجاعات: ۹۲ درصد فراوانی: ۸۷/۶۱                         | کارگاه‌های طراحی معماری نمونه‌سازی از یک محیط آموزش مشارکتی، چندحسی و تجربه‌گرای مبتنی بر مسئله‌اند (۳۲) / بیان‌پذیر کردن دانش، تلفیق تحقیق و طراحی، پژوهش محوری و اکتشاف سازمان‌یافته با کاربرد «مهارت مباحثه» تحقق می‌یابد (۲۸) / کارگاه‌های طراحی معماری عمدتاً یادگیرنده محور هستند و باید هر یک از دانشجویان در گفتگوها مشارکت فعال داشته باشند (۳۲)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| مسئله / اقتناع | نقش مباحثه در فعالیت‌های حرفه‌ای جمع کدهای باز: ۷ جمع ارجاعات: ۲۲۵ درصد فراوانی: ۹۱/۸۳         | لزم مهارت معماران در بیان شفاهی و نیز توانمندی در نوشتن گزارش‌های معمارانه (۳۴) / آموزش و توانمندسازی دانشجویان معماری تحت عنوان «رسانه گفتاری» به نوعی ساختاردهی پیش از طراحی و نیز کنترل‌کننده روند طراحی منتج خواهد شد (۳۰) / لزوم مهارت معماران در بیان شفاهی، به طوری که قبل از آن که نبایی را طراحی کنند، مهارت توصیف کلامی، آنها را در معرفی بر قالب کلمات به مخاطب توانمندکنند (۳۲) / «گفتگو و مذاکره» به عنوان ابزاری برای رقابت در مسابقات معماری (۳۲) / نقش هدفمند و سازنده مکالمات تعاملی به عنوان ابزار مؤثر برای گرفتن نتیجه مطلوب از فعالیت‌های طراحی (۲۹) / ورود به گفتگو در طراحی و تداوم آن به صورت سازنده، مستلزم توانایی تحلیل معماری از سوی فرد متخصص و توانایی انتقال این مفاهیم و به بحث گذاشتن آنها با مخاطب است (۲۵) / اگر دانشجویان بخواهند در یادگیری مباحثه‌ای شرکت کنند، باید بتوانند یک مجموعه پیچیده از سخنرانی‌ها، کلمات، نشان‌ها، نمودارها، دیاگرام‌ها و تصاویر را به درستی تفسیر کنند (۳۳) |

در بخش سوم، جهت پاسخگویی به پرسش دوم تحقیق و چگونگی بهره‌مندی از مهارت مباحثه در فرایند آموزش دروس طراحی معماری، بررسی مولفه‌های مهارت مباحثه نشان می‌دهد که هدف از انجام مباحثه دارای سه علت اساسی و بنیادین است (شکل ۳): اول، خبررسانی یا اطلاع‌رسانی (Nussbaum, 2012)، دوم، قانع ساختن (Russell, 1961; Walton, 1996; Hasle, 2006) و سوم، حل مسئله (نظریه یادگیری اکتشافی مطابق با دیدگاه برونر، (Bruner, 1978)، از سوی دیگر طراحی به عنوان «حل مسئله»، یکی از رایج‌ترین دیدگاه‌ها در آموزش معماری است (Taneri & Dogan, 2021; Shariatrad et al., 2021).

بر مبنای این دیدگاه و نتایج مصاحبه‌ها چنین برداشت می‌شود که از ۹ شاخص شناسایی شده از مهارت مباحثه (مطابق با جدول ۳) می‌توان از ۸ شاخص با هدف «حل مسئله» در کارگاه‌های طراحی معماری در جهت کیفیت‌بخشی به آموزش بهره گرفت (به جز شاخص: «ارتباط مباحثه و کارکرد حافظه»). همچنین از بین شاخص‌ها «نقش مباحثه در فعالیت‌های حرفه‌ای» در بُعد «مباحثه بصری» که با هدف «حل مسئله و اقناع» انجام می‌شود، با درصد فراوانی: ۹۱/۸۳ بیشترین امتیاز را از دیدگاه اساتید معماری داشته است و با یافته‌های پژوهش‌های دیگر (Khaidzir & Mezirow, 2006; Luck & McDonnell, 2006; Crowther, 2007; Mezirow, 2000; Schon, 1983; Lawson, 2013) هم‌سویی دارد. همچنین بر اساس تعداد افراد در سه سطح مباحثه انجام می‌شود: مباحثه با خود مطابق نظریه‌های یادگیری شناختی و دیدگاه وولف (Wolff, 2004)، بندورا (Bandura, 2001)، واتسون (Watson, 1924)، همانند بیان افکار با صدای بلند، که نه تنها منجر به افزایش توجه بلکه باعث به یادسپاری بهتر می‌شود، مباحثه با یک فرد دیگر (Anderson, 2001) و مباحثه گروهی (Vygotsky, 1978) همانند آموزش مشارکتی (Baker, 2003) و استفاده از خودِ یادگیرندگان در آموزش به یکدیگر، که می‌تواند مورد توجه و کاربرد قرار گیرد، در رابطه دوسویه یاددهی- یادگیری نیز می‌توان دو نوع مباحثه، یاددهنده با یادگیرنده (استاد با دانشجو) و یادگیرنده با یادگیرنده (دانشجو با دانشجو) را باز شناخت (شکل ۴).



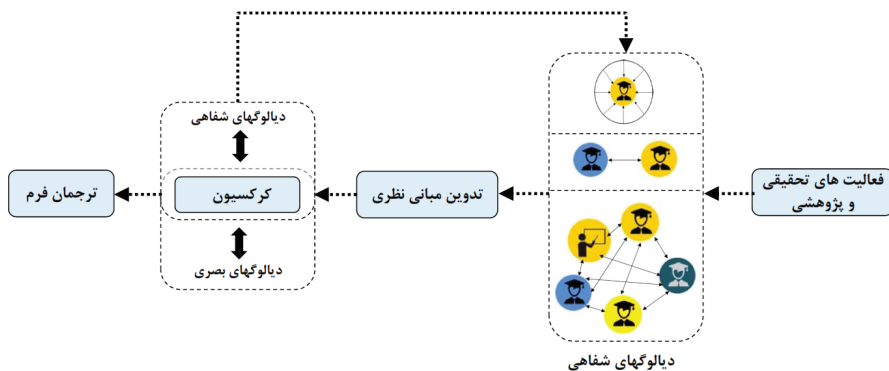
شکل ۳. سه سطح مهارت مباحثه بر اساس هدف



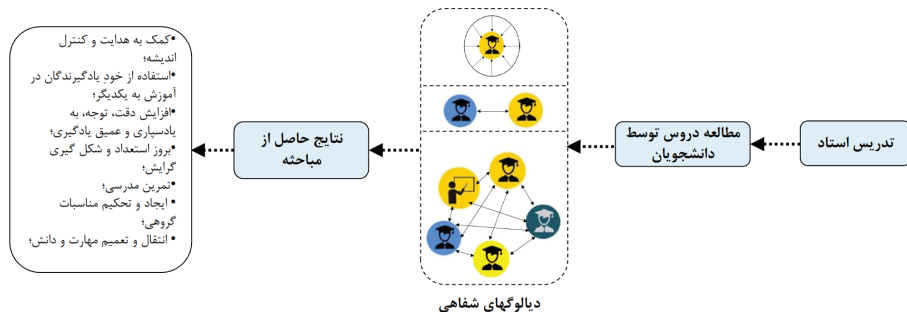
شکل ۴. انواع مهارت مباحثه بر اساس تعداد افراد



در آموزش معماری می‌توان استفاده از مهارت مباحثه را در دو حوزه مختلف آموزش مورد توجه قرار داد، از مطالب و دانش تئوری گرفته تا دروس عملی و بخصوص طراحی معماری، در آموزش دانش تئوری، از بُعد «مباحثه شفاهی» و با استفاده از شاخص‌های «مباحثه مشارکتی (گفتگوی اکتشافی)»، «مباحثه سازنده‌گرا»، «ارتباط مباحثه و کارکرد حافظه»، «پیوند مباحثه و مهارت بیان دقیق»، «نقش مباحثه در فعالیت‌های حرفه‌ای» و «مباحثه به عنوان آزمون شفاهی» می‌توان بهره برد. «مباحثه شفاهی» و شاخص‌های آن در کلیه دروس نظری در سایر رشته‌های دانشگاهی نیز قابلیت استفاده دارد. در آموزش طراحی معماری، که معمولاً ابتدا شامل یک مرحله مطالعه و تحقیق و سپس مرحله اصطلاحاً «طراحی» است. بنابراین در مرحله اول «مباحثه شفاهی» با استفاده از شاخص‌های مرتبط با آن پیشنهاد می‌شود و در مرحله طراحی از بُعد «مباحثه بصری» و شاخص‌های آن، شامل «مباحثه به عنوان زبان طراحی»، «مباحثه به عنوان جنبه تعاملی فرایند طراحی» و «مباحثه به عنوان آزمون بصری» می‌توان استفاده کرد. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که اگر از دو بُعد «مباحثه شفاهی» و «مباحثه بصری» در آموزش طراحی معماری به صورت هم‌زمان استفاده شود، نتایج مطلوب‌تری در پی خواهد داشت که این مهم با یافته‌های پژوهش‌های دیگر (Khaidzir & Mezirow, 2006; Luck & Mezirow, 2000; Schon, 1983; Lawson, 2013; Crowther, 2007; McDonnel, 2006) هم‌سویی دارد. در شکل‌های ۵ و ۶ دیگرام جانمایی و نحوه استفاده از «مباحثه شفاهی» و «مباحثه بصری» تحت عنوان دیالوگ‌های شفاهی و بصری در فرایند طراحی معماری، مشخص شده است.

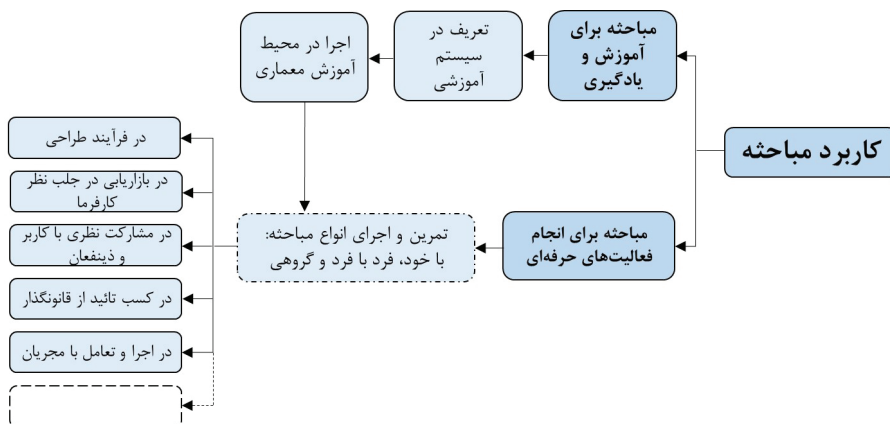


شکل ۵. دیگرام جانمایی کاربرد مهارت مباحثه در فرایند طراحی معماری (یافته‌های حاصل از کدگذاری گزینشی)



شکل ۶. دیاگرام جانمایی کاربرد مهارت مباحثه در درس نظری و بخش نظری درس طراحی معماری (یافته‌های حاصل از کدگذاری گزینشی)

دیالوگ‌ها در «مباحثه بصری» شامل هر آنچه توسط دانشجویان ترسیم می‌شود، شامل دیاگرام‌ها، اسکیس و ارائه نقشه‌ها است که به عنوان پشتیبان «مباحثه شفاهی» و عامل نظم‌گفتاری دانشجویان در جریان مباحثه خواهد بود. آن چه که مورد تأکید است اینکه هدف اصلی از آموزش و یادگیری معماری آماده‌شدن در جهت فعالیت‌های حرفه‌ای است. لذا قاعداً، تمرکز بر استفاده از مولفه‌های مهارت مباحثه در آموزش دانشگاهی باید شامل تمامی کاربردهای مباحثه در محیط حرفه‌ای نیز باشد (شکل ۷).



شکل ۷. دیاگرام انواع کاربرد مهارت مباحثه در رشته معماری

یکی از شاخص‌های نه‌گانه شناسایی شده «مباحثه سازنده‌گرا» است که نشان می‌دهد مباحثه یکی از جنبه‌های اصلی محیط‌های یادگیری یادگیرنده‌محور است و نقش دانشجوی معماری به عنوان یادگیرنده، در آن حائز اهمیت است لذا با استفاده از مهارت مباحثه در فرآیند آموزش طراحی معماری که به تجزیه و تحلیل، ارزیابی و گزینش احتیاج دارد (Taneri & Dogan, 2021; Shariatrad et al., 2021)، می‌توان قدرت تجزیه، تحلیل و بسط اطلاعات را در دانشجویان گسترش داد. همچنین بر مبنای دو

شاخصه «مباحثه مشارکتی یا گفتگوی اکتشافی» و «مباحثه به عنوان جنبه تعاملی فرایند طراحی» می‌توان مباحثه را یک تمرین اجتماعی با ارزش برای دانشجویان معماری دانست که دانشجویان با شرکت در جلسات بحث پیرامون موضوعات طراحی، مهارت لازم را در انجام فعالیت‌های حرفه‌ای نیز کسب خواهند کرد که منطبق بر شاخصه «نقش مباحثه در فعالیت‌های حرفه‌ای» است. در این راستا با توجه به رابطه دوسویه یاددهی- یادگیری و نقش استاد و دانشجو به عنوان اجزای اصلی تشکیل دهنده مباحثه، در جدول ۴ وظایف و نقش‌های آنها در دو نوع مباحثه شفاهی و بصری در جهت کیفیت بخشی به آموزش دروس طراحی معماری بیان شده است.

جدول ۴. نوع مباحثه و شاخص‌های آن در کیفیت بخشی به آموزش طراحی معماری بر مبنای نقش استاد و دانشجو

| نوع مباحثه   | شاخص‌های کاربردی مهارت مباحثه در کیفیت بخشی به آموزش طراحی معماری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| مباحثه شفاهی | <ul style="list-style-type: none"> <li>• نقش استاد در ایجاد زمینه گفتگو و انتخاب موضوع بحث (Gage &amp; Berliner, 1986).</li> <li>• استفاده از فنون تکیه‌گاه‌سازی در حد کافی تا دانشجویان درکی از موضوع پیدا کرده و در مباحثه شرکت کنند (Bell &amp; Linn, 2000).</li> <li>• تشویق دانشجویان به اظهارنظر و هدایت و پشتیبانی جریان بحث (Wolff, 2004).</li> <li>• دادن نقش به تمام دانشجویان همانند یک بازی که می‌تواند ایجاد انگیزه کند (Andriessen, 2006).</li> <li>• انجام بخشی از ارزیابی‌ها توسط اساتید، به صورت شفاهی (Nadimi, 2010. Pressley &amp; McCormick 1995).</li> <li>• سوق دادن یادگیرندگان به استدلال کردن و به چالش کشیدن آنها با نظرات مخالف (Gage &amp; Berliner, 1986).</li> <li>• معلم به جای نظر دادن نظرات را بازگو کند و وقت لازم را برای تفکر بعد از مباحثه به شاگرد بدهد (Wolff, 2004).</li> <li>• استفاده از مباحثه در آموزش تا اینکه دانش، عینی و ملموس گردد (Baker, 2003).</li> <li>• تعامل و پویایی آموزش با استفاده از گفتار و زبان (Austin, 1974).</li> <li>• تشویق دانشجو به مهارت بیان دقیق به طوری که پرسش‌ها و دیدگاه‌های خود را به طور روان مطرح کند (Baker, 2003).</li> <li>• استفاده از قابلیت‌های زبان و گفتگو در نقش‌هایی همچون شکل دادن به تفکر، انتقال فرهنگی و خود نظم‌دهی و از بُعد کیفی بالابردن سطح کارکردهای عقلی (Wolff, 2004. Shunk, 2017. Vygotsky, 1981).</li> <li>• توجه به ارتباط کلامی در آموزش مشارکتی و گروهی با استفاده از خود یادگیرندگان در آموزش به یکدیگر (Vygotsky, 1981).</li> <li>• استفاده از مباحثه در جریان یادگیری اکتشافی به طوری که هر شاگرد یک مشارکت‌کننده فعال در کسب دانش باشد (Bruner, 1978).</li> </ul> |
| مباحثه بصری  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• توجه به قابلیت‌های زبان که نقش شناختی کلیدی در انجام طراحی ایفا می‌کند (Khaidzir &amp; Lawson, 2013).</li> <li>• به دلیل اهمیت ارتباط بصری در معماری محاورات بهتر است، بیشتر به صورت تصویری انجام شود و محاورات دارای بازخورد تصویری، بصری و دیالوگ‌محور هستند (Mezirow, 2000; Larillard, 1993).</li> <li>• مباحثه به عنوان جنبه تعاملی در فرایند طراحی در سه حیطه تعامل دانشجو با دانشجو، دانشجو با استاد و همچنین طراح با کارفرما و سایر ذی‌نفعان در حرفه معماری می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (Rittel, 1977).</li> <li>• توانمندسازی دانشجویان توسط اساتید جهت شرکت در بحث‌های تخصصی در دفاتر معماری و مهم‌تر از آن، توانایی برقراری ارتباط با مخاطب عادی در پروژه‌های طراحی معماری (Cuff, 2013. Luck &amp; McDonnel, 2005).</li> <li>• اساتید و دانشجویان با استفاده از زبان طراحی در کارگاه‌ها (به صورت دیالوگ‌های شفاهی و بصری) در مورد مفاهیم آموزشی و طراحی بحث کنند (Cuff, 2013. Luck &amp; McDonnel, 2006).</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| • جهت مهارت در بیان شفاهی بهتر است در سال اول به پرورش این مهارت پرداخته شود و آموزش این مهارت‌ها به صورت بخش تکمیلی همراه با تمرین‌های عملی انجام شود (Gharibpour & Toutouchi, 2016)<br>• آموزش گفتگو و مذاکره به عنوان ابزاری برای رقابت در مسابقات معماری (Kreiner et al., 2011) |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## ۵. نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف شناسایی مولفه‌های مهارت مباحثه در قالب شاخص‌ها، اهداف و ابعاد و نحوه بهره‌گیری از آنها در آموزش طراحی معماری انجام شد. نتایج حاصل از گدگذاری داده‌های اسنادی و مصاحبه‌ها در نرم‌افزار NVIVO نشان می‌دهد مولفه‌های مهارت مباحثه شامل ۹ شاخص، ۳ هدف و ۲ بُعد هستند. به طوری که شاخص‌ها بر هفت نظریه عمده در حیطه روان‌شناسی یادگیری و ۵ نظریه مرتبط با آموزش طراحی معماری منطبق‌اند. در آموزش طراحی معماری، معمولاً ابتدا شامل یک مرحله مطالعه و تحقیق و سپس مرحله اصطلاحاً «طراحی» آغاز می‌شود. بنابراین در مرحله اول از بُعد «مباحثه شفاهی» به همراه شاخص‌های «مباحثه مشارکتی یا گفتگوی اکتشافی»، «مباحثه سازنده‌گرا»، «ارتباط مباحثه و کارکرد حافظه»، «پیوند مباحثه و مهارت بیان دقیق»، «نقش مباحثه در فعالیت‌های حرفه‌ای» و «مباحثه به عنوان آزمون شفاهی» می‌توان بهره برد. در مرحله طراحی از بُعد «مباحثه بصری» و شاخص‌های آن شامل: «مباحثه به عنوان زبان طراحی»، «مباحثه به عنوان جنبه تعاملی فرایند طراحی» و «مباحثه به عنوان آزمون بصری» می‌توان استفاده کرد. هدف از انجام مباحثه بر مبنای هر یک از شاخص‌های نه‌گانه دارای سه علت اساسی است: اول خبررسانی، دوم قانع کردن، سوم حل مسئله. از سوی دیگر طراحی به عنوان «حل مسئله»، یکی از رایج‌ترین دیدگاه‌ها در آموزش معماری است. بنابراین از ۹ شاخص مهارت مباحثه می‌توان از ۸ شاخص با هدف «حل مسئله» در کارگاه‌های طراحی معماری در جهت کیفیت بخشی به آموزش بهره گرفت. در رشته معماری حس بصری، خاص و منحصر به فرد است و لذا گفتگو با تصویر (اسکیس، دیاگرام، ترسیم و...) و مهارت در آن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نتایج نیز نشان می‌دهد، اگر از دو بُعد «مباحثه شفاهی» و «مباحثه بصری» در آموزش طراحی معماری به صورت هم‌زمان استفاده شود، نتایج مطلوب‌تری در پی خواهد داشت. به عبارت دیگر درگیر کردن یادگیرندگان در بحث‌های متفکرانه و آزاد، با استفاده از گفتگوی تصویری به همراه گفتگوی شفاهی علاوه بر جذابیت یادگیری و مزایای شناختی بالقوه آن، زمینه‌های مؤثری از توسعه یادگیری را باعث می‌شود که بدون آن میسر نیست. در این راستا با توجه به رابطه دوسویه یاددهی-یادگیری و نقش استاد و دانشجو به عنوان اجزای اصلی تشکیل دهنده مباحثه، وظایف و نقش‌های آنها در دو نوع مباحثه شفاهی و بصری در جهت کیفیت بخشی به آموزش دروس طراحی معماری بیان شده است.

## پیشنهاد برای پژوهش‌های آینده

- ارزیابی تأثیرات کاربرد مولفه‌های مهارت مباحثه (شفاهی و بصری) در راستای ارتقای آموزش دروس طراحی معماری
- تدوین محتوای آموزشی و عنوان درسی مرتبط با مهارت مباحثه در برنامه‌های درسی دوره کارشناسی معماری

## References

- Andriessen, J. (2006). *Arguing to Learn*. in K. Sawyer (ed), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. New York: Cambridge University Press.
- Asgari, A. & Fathi, R. (2022). Examining the role of design tools in quality of ideation and presenting architectural designs. *The Monthly Scientific Journal of Bagh-e Nazar*, 19(113), 87–104. [in Persian].
- Ashtiani, M. R. (1993). *Sample interpretation*. Tehran: Darul Kitab al-Islamiya. Volume 4. [in Persian].
- Asterhan, C. S. C., & Schwarz, B. B. (2010). Online moderation of synchronous e-argumentation. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 5: 259–282.
- Austin, J.L. (1976). *How to do things with words*. Oxford: Oxford University Press.
- Bayazit, N. (2004). *Investigating design: a review of forty years of design research*. *Des Issues* 20(1), 16–29.
- Bell, p., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. *International journal of Science Education*, 22, 797–817.
- Bruner, J. S. (1978). *The role of dialogue in language acquisition*. In A. Sinclair, R. J. Jarvella, & W. J. M. Levelt (Eds.), *The Child's Concept of Language*. New York: Springer-Verlag.
- Crowther, P. (2007). Drawing dialogues: *Participatory design education*. *Idea Journal*, 2007, 3–15.
- Cuff, D. (2013). Translator: Ali Alaei, Social skills of design in architecture profession and education. *Soffeh*, 13(2). 119–133. [in Persian].
- Dehkhoda, A. A. (1998). *Dehkhoda dictionary*. Tehran: Tehran University Press. C. 28. [in Persian].
- Demirbaş, O. O., & Demirkan, H. (2003). Focus on architectural design process through learning styles. *Design Studies*, 24(5), 437–456.
- Duerk, D. p. (2007). *Architectural programming: information management for design*. Translated by Amir Saeed Mahmoudi. Tehran: Tehran University Press. [in Persian].
- Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107–115.
- Gage, N. L., Berliner, D. C., & Bach, G. (1986). *Pädagogische Psychologie*. Weinheim: Beltz.
- Gänshirt, C. (2020). *Tools for ideas: introduction to architectural design*. Basel: Birkhäuser.
- Gharibpour, A., & Toutouchi Moghaddam, M. (2016). Comparative revising the curriculum of basic design studios in undergraduate studies of architecture. *Journal of Fine Arts: Architecture & Urban Planning*, 20(4), 59–72. [in Persian].
- Goldschmidt, G. (1991). The dialectics of sketching. *Creativity Research Journal*, 4(2), 123–143.
- Greene, M. (1982). Literacy for what?. *The Phi Delta Kappan*, 63(5), 326–329.
- Hasle, P. F. (2006, July). The persuasive expansion-Rhetoric, information architecture, and conceptual structure. *In International Conference on Conceptual Structures* (pp. 2–21). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Hayim, S. (1995). *Persian-English one-volume dictionary*. Tehran: Contemporary Culture. [in Persian].
- Hojat, E. (2013). Evolution of the architectural education in Iran, from chest to chest education to shoulder to

- shoulder education. *Iranian Journal of Engineering Education*, 14(56), 37-53 [in Persian].
- Hsiu-Fang, H., & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative health research*, 15(9), 1277-1288.
  - Janassen, D. (2014). *Theoretical foundations of learning environments* (Translation: Mina Azarnoush and Hossein Zanganeh). Tehran: Avaye Noor Publications. [in Persian].
  - Khaidzir, K. A. M., & Lawson, B. (2013). The cognitive construct of design conversation. *Research in Engineering Design*, 24, 331-347.
  - Khaki Ghasr, A., & Poormahdi Ghaemmaghami, H. (2014). Verbal description and architectural education. *Soffeh*, 24(3), 17-30. [in Persian].
  - Kreiner, K., Jacobsen, P. H., & Jensen, D. T. (2011). Dialogues and the problems of knowing: Reinventing the architectural competition. *Scandinavian Journal of Management*, 27(1), 160-166.
  - Lalbakhsh, E., Ghobad, V., & Azizi, S. (2019). A model of architectural design education Bbased on collaborative and interactive thoughts. *Technology of Education Journal (TEJ)*, 13(3), 649-659. [in Persian].
  - Lawson, B., (2004). *What Designers Know*. UK: Architectural Press.
  - Luck, R., & McDonnell, J. (2006). Architect and user interaction: the spoken representation of form and functional meaning in early design conversations. *Design Studies*, 27(2), 141-166.
  - Mahmoodi, A. S. (2003). Challenges of teaching architectural design in iran; examining the opinions of professors and students. *Journal of Fine Arts: Architecture & Urban Planning*, 12(1), 79-70. [in Persian].
  - Mansurnejad, H. (2017). Architectural education in relation with thinking preferences of students. *Soffeh*, 27(2), 35-48. [in Persian].
  - Mercer, N. (1996). The quality of talk in children's collaborative activity in the classroom. *Learning and instruction*, 6(4), 359-377.
  - Ministry of Science, Research & Technology. (1998, 2005, 2013, 2016& 2021). *General Specifications, Plan, and the Syllabus for the Bachelor's Program in Architecture*. Tehran: Supreme Council of Planning.
  - Mohammadi, A., & Tafazzoli, Z. (2018). Design As ... A re-reading of 'design's' conceptual metaphors. *Soffeh*, 28(4), 5-24. [in Persian].
  - Moin, M. (2015). *Persian culture*. Tehran: Amir Kabir Publications. Twenty-third edition. C3. [in Persian].
  - Moosavi, S. M., Saghafi, M. R., Mozaffar, F., & Izadi, S. (2019). Achieving an effective teaching model in architectural education; case study: architectural design basics two. *Armanshahr Architecture & Urban Development*, 12(28), 103-114. [in Persian].
  - Motahari, M. (2008). *Ten words*. Tehran: Sadra Publishing House. [in Persian].
  - Nadimi, H. (2010). Apprenticeship method, a second view. *Journal of Fine Arts: Architecture & Urban Planning*, 2(44), 27-36.
  - Nussbaum, E. M. (2012). *Argumentation and student-centered learning environments*. D. Jonassen & S. Land (Eds.), *Theoretical foundations of learning environments* (2nd ed.; pp. 114-141). New York, NY: Routledge.
  - Pressley, M., & McCormick, C. (1995). *Advanced educational psychology, for educators, researches, and policymakers*. New York: Harper Collins College Publishers.
  - Rezvani, Alireza. (2013). Functional classification of methods and introduction of the seven process of architectural design. Yazd University. *National Conference on Research Methods in Architecture and Urban Planning*. [in Persian].
  - Rittel, H. W. (1977). *On the planning crisis: systems analysis of the "first and second generations."*. Stuttgart, Germany: Institut für Grundlagen der Planung IA, Universität Stuttgart.
  - Russell, Bertrand. (1961). *Translation of Najaf Daryabandari. The history of Western philosophy and its relationship with political and social situations from ancient times to today*. Tehran: Pocket books joint stock company. [in Persian].
  - Salama, A. M. (2013). Seeking responsive forms of pedagogy in architectural education. *Field*, 5(1), 9-30.
  - Schon, D.A. (1983). *The reflective practitioner*. Hampshire: Ashgate Publishing Limited.
  - Seif, A. A. (2016). *Modern educational psychology*. Tehran: Doran Publishing. [in Persian].

- Shafiiizadeh, H. *Islamic Republic newspaper* (17 / 1 / 2000), (domain page). [in Persian].
- Shariatrad, F., Adine Doost Abadi, M., Dehbandi, R., & Senemari, F. (2021). A study of influential factors in online teaching in architectural design studios; the case of the faculty of architecture and urban planning, shahid beheshti university, during covid - 19 pandemic. *Soffeh*, 31(2), 61-82. [in Persian].
- Shunk, D. H. (2017). *Learning theories* (translated by Yousef Karimi). Tehran: Editing Publishing. [in Persian].
- Soliman, A. M. (2017). Appropriate teaching and learning strategies for the architectural design process in pedagogic design studios. *Frontiers of Architectural Research*, 6(2), 204-217.
- Taneri, B., & Dogan, F. (2021). How to learn to be creative in design: Architecture students' perceptions of design, design process, design learning, and their transformations throughout their education. *Thinking Skills and Creativity*, 39, 100781.
- Yazdanfar, Seyed Abbas. (2005). An overview of students' mental schema and its development in the process of design education (design architecture workshop). *Soffeh*, 14(1). 145-169. [in Persian].
- Zavabeti, M. M. (1981). *A study in the student system*. Tehran: Translation and publishing company. [in Persian].



◀ **علیرضا رضوانی؛** فارغ‌التحصیل مقطع کارشناسی ارشد معماری از دانشگاه علم و صنعت ایران و دکترای شهرسازی از دانشگاه تکنولوژی دورتمند آلمان است، وی به زمینه‌های فرم‌شناسی، برنامه‌ریزی و روش‌شناسی طراحی، هویت شهری و مبانی نظری معماری علاقه‌مند است.



◀ **مجید یزدانی؛** دکترای معماری و عضو هیئت علمی مؤسسه آموزش عالی خاوران در مشهد است. وی در حال حاضر معاون پژوهش و فناوری دانشگاه است و به تحقیقات در زمینه‌های آموزش معماری، مبانی نظری معماری و طراحی پژوهشی علاقه‌مند است.

گزارش علمی

## چالش‌های آموزش عالی در رشته‌های مهندسی

جواد فیض<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۵/۱۷، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۰/۲۷

DOI: 10.22047/ijee.2024.410688.2001

چکیده: در سال‌های اخیر در جهان و نیز کشورمان استقبال کمتری از رشته‌های مهندسی و علوم پایه صورت می‌گیرد و تعداد دانش‌آموزان دبیرستانی که شاخه ریاضی و علوم را انتخاب می‌کنند، به صورت فزاینده‌ای در حال کاهش است. با وجود آن که در سال‌های اخیر تعداد دانشکده‌های مهندسی در کشور افزایش یافته ولی تعداد متقاضیان تحصیل در آنها، به شدت رو به کاهش است. این کاهش علاقه در درازمدت باعث کمبود نیروهای متخصص کارآمد در صنایع کشور خواهد شد زیرا دانش‌آموزان ضعیف‌تر، جذب رشته‌های مهندسی خواهند شد که حتی در صورت عدم کاهش تعداد فارغ‌التحصیلان افراد فکور و صاحب ایده در بین آنان نادر خواهد بود. این امر دلایل زیادی دارد که در این مقاله به آنها پرداخته شده است. تلاش می‌شود راه‌هایی پیش پا گذاشته شوند تا بتوان در آینده تمایل دانش‌آموزان به رشته‌های مذکور را افزایش داد و از شدت مشکلاتی که کشور در آینده با آنها دست به گریبان خواهد شد، کاست. عدم آگاهی دانش‌آموزان از رشته‌های مهندسی و نیز عواملی که منجر به انتخاب رشته‌های دیگر می‌شود، بررسی شده‌اند. سرمایه‌گذاری در آموزش مهندسی، اساس توسعه اقتصادی است و وجود نیروهای متخصص و ماهر است که سرمایه‌گذاری شرکت‌های بزرگ را ممکن می‌سازد.

واژگان کلیدی: آموزش عالی، رشته‌های مهندسی، آموزش مهندسی، توسعه اقتصادی



## ۱. مقدمه

در حال حاضر شکایت صنایع آن است که یافتن مهندسان مناسب دشوار است و شاید در سال‌های آینده یافتن مهندسان خبره با ۵ سال تجربه تقریباً غیرممکن شود. با آن که ما در دوره فناوری محور زندگی می‌کنیم، تصور بیشتر دانش‌آموزان از مهندسی، همان دیدگاه ۴۰ سال قبل است. آنان فکر می‌کنند که مهندسان به جای کار با مهارت علمی خود که مانند عملکردهای تلفن‌های هوشمند آنان است، در کارخانه‌ها و کارگاه‌های شلوغ و کثیف کار می‌کنند و به وضوح اغوای سازمان‌های مالی و شهری باعث فرار از رشته‌های مهندسی شده است و این به معنی هدر رفتن نیروی انسانی است. در آینده این کمبود مهندسان خبره تأثیر منفی بر اقتصاد کشور خواهد گذاشت. توجه کنید که بیشتر مهندسان علاوه بر مسائل روزمره، به حل مسائل آینده می‌پردازند و این زندگی را ارزشمند می‌کند.

مهندسی حرفه‌ای همراه با آفرینندگی است. راه‌حل‌های هر مسئله ابتدا تصور می‌شود، سپس مدل شده و سرانجام ساخته و مورد آزمایش قرار می‌گیرند. در جهان ما مسائلی که نیاز به حل دارند، بی‌نهایت و فریبنده‌اند و بسیار جالب‌تر از تجارت سکه یا سهام شرکت‌ها هستند. تیزهوشان زیادی در سن ۴۵ سالگی در امور مالی کار می‌کنند ولی رکود پیدا کرده‌اند، در حالی که بیشتر مهندسان در این سن، به حل مسئله‌ای جدید علاقه‌مند هستند و این زندگی را ارزشمند می‌کند. انتقال این پیام به جامعه ضروری است.

لازم است شرکت‌ها مستقیماً وارد گود شوند و مثل مبلغان مذهبی، به طور مستقیم روانه دبیرستان‌ها و دانشگاه‌ها شوند. لازم است برنامه‌های آموزشی مهندسی، شادی‌آور، همه‌جانبه و الهام‌بخش باشند و با شغل‌ها تطابق یابند. آفرینندگی، قلب شغل مهندسی است. امروزه برنامه‌های مهندسی تقریباً به ریاضیات و فیزیک تمرکز یافته‌اند، در حالی که اکنون رایانه بر این حوزه حاکم است. اگر نرم‌افزارهایی وجود دارد که قادرند مسائل مطرح شده را حل کنند، چرا باید چهار سال وقت صرف شود تا به دانشجویان آموزش داده شود که کار یک نرم‌افزار را تکرار کنند. ترغیب جوانان برای ایجاد تغییر در کشور از طریق به‌کارگیری مهندسی و فناوری، ممکن است آنان را بیشتر جذب رشته‌های مهندسی کند تا این که بر روی چالش مهارت‌های ریاضی و علوم تأکید شود. دانستن این امر به آنان دیدی قوی در مورد آموزش علوم و مهندسی خواهد داد.

برای پیروزی در رقابت بین رشته‌های مختلف دانشگاهی، بهبود کیفیت نظام‌های آموزش مهندسی ضروری است. دانشگاه‌ها باید چالش در این مورد را درک کرده و تلاش کنند با افزایش آگاهی، معیارهای آموزشی را بهبود بخشند. برای رفع نیاز فناوری‌های پیشرفته، باید نظام آموزش مهندسی بهبود و گسترش یابد تا نسل جوان مهارت‌های لازم مورد نیاز امروز و آینده را کسب کنند. هنوز تقاضای روزافزونی برای جذب افراد ماهر که تسلط کافی در علوم، فناوری، مهندسی و ریاضی (STEM) Science Technology Engineering and Mathematic داشته باشند، وجود دارد.

جامعه منافع علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات (STEM) را به خوبی درک می‌کند زیرا برای باقی ماندن در رقابت اقتصاد جهانی و حفظ سطح نوآوری، نظام آموزشی باید استعدادیابی زیادی در حرفه‌های STEM و توسعه آن انجام دهد [Engineering a Knowledge Island 2020 & Eurostat database]. با این وصف تعداد فارغ التحصیلان کافی متناسب با تقاضای صنعت و بخش علمی، (John Power, 2011) افزایش نیافته و تعداد دانش‌آموزان داوطلب، در حال کاهش است (Tax-incentives-investors-ireland). ضرورت دارد که مطالعه جامعی صورت گیرد تا جاذبه تحصیل در علوم و فناوری ارتقا یابد. هدف آن است که نظر دانش‌آموزان به آموزش مهندسی و فناوری جلب شود و درک آنان در این حوزه‌ها بهبود یابد. (lowtax-policies-created)

باید به سه مورد زیر توجه کرد:

۱. جذابیت مهندسی شدن

۲. موانع رسمی برای ورود به آموزش مهندسی

۳. جذب دانش‌آموزان به آموزش علوم، فناوری/ مهندسی و تداوم آن

واضح است که والدین روی انتخاب شغل فرزندان خود تأثیرگذارند. مثلاً شغل والدین روی انتخاب شغل آینده فرزندان مؤثر است. (Sahlberg, 2007) همچنین انواع مختلف فعالیت‌هایی که جوانان در معرض آنها قرار می‌گیرند، روی آگاهی آنان از شغل‌ها و شکل دادن آینده دلخواه و مورد علاقه‌شان تأثیر می‌گذارد (Qualifax, 2012). انگیزه اصلی در پس انتخاب رشته مهندسی توسط دانش‌آموزان، معمولاً به قابلیت‌های فهم ریاضی، علوم و حل مسئله برمی‌گردد. به علاوه درک این مورد ضروری است که غالباً مهندس، حقوق کافی دریافت می‌کند و به آسانی جذب بازار کار می‌شود (Our Lady's).

متأسفانه به ندرت پژوهشی انجام شده است که شناخت دانش‌آموزان در مورد مهندسی را در قیاس با سایر حرفه‌ها نشان دهد.

چگونه دانش‌آموزان سایر شغل‌ها را بر اساس تلاش برای تقبل برنامه، میزان حقوق و درک کارفرما مقایسه می‌کنند؟ آگاهی از این موارد می‌تواند به روش‌های جدیدی بی‌انجامد که دانش‌آموزان را به برنامه STEM جذب کند.

شاید پرسش‌نامه‌ای باید تدوین و در دبیرستان‌ها توزیع شود تا بتوان انگیزه دانش‌آموزان را به تعقیب تحصیلات دانشگاهی، به ویژه در مهندسی، عمیق‌تر دریافت کرد. شاید اگر این پرسش‌نامه برخط باشد، پاسخ بیشتری دریافت شود.

این پرسش‌نامه‌ها روشن خواهد کرد که چگونه زمینه تحصیلی والدین روی انتخاب دانش‌آموزان تأثیرگذار است، انگیزه‌های اصلی برای پذیرش برنامه مهندسی چیست و آنان چگونه آگاهی‌های لازم را کسب کرده‌اند. این که یکی از والدین دانش‌آموزان شغل مهندسی داشته باشند، به احتمال زیاد بر روی انتخاب وی تأثیرگذار است. نتایج دروس فیزیک، شیمی و ریاضیات نیز عوامل مهمی هستند. در مورد

اهمیت منابع اطلاعاتی مختلف برای انتخاب برنامه/ دانشگاه، وفاق زیادی بین دانش‌آموزان وجود دارد. دانش‌آموزان باید اطلاعات وزارت آموزش و پرورش، بازدید از مؤسسات آموزش عالی، انتشارات دبیرستان، راهنماهای منصفانه برنامه و آموزش عالی را داشته باشند. همچنین توجه به این امر مهم است که قابلیت دانش‌آموزان در مهندسی چندان به نظر سایرین بستگی ندارد. یعنی آنان ترجیح می‌دهند تا بر اساس اطلاعات قابل اطمینان، تصمیمات آگاهانه بگیرند یا به احتمال زیاد والدین، آشنایان و دوستان تأثیری روی تصمیم آنان ندارند. گرچه ممکن است ورود به مهندسی حتی در ذهن دانش‌آموز دبستانی وجود داشته باشد اما تصمیم قطعی خود را در دبیرستان می‌گیرد. شاید دانش‌آموز پس از دریافت نمرات خود بفهمد که نمرات وی برای ورود به رشته مهندسی کافی نیست و از این رو تصمیم بگیرد به حوزه دیگری وارد شود.

در بعضی موارد درک دانش‌آموزان از حرفه مهندسی بسیار محدود است به‌ویژه در مورد آنانی که هرگز به هیچ طریقی در معرض آن نبوده‌اند. (Qualifax, 2012) به طور کلی مهندسان در توسعه هر کشوری مهم تلقی می‌شوند. این اهمیت از نظر دانش‌آموزان دبیرستان، دانشجویان مهندسی و مهندسان تازه‌کار متفاوت است. اغلب اعتقاد بر این است که وظایف مهندسان دشوارتر از پزشکان است، در حالی که دانش‌آموزان عکس این عقیده را دارند. از نظر دشواری، پزشکی تلاش بیشتری می‌طلبد و پس از آن مهندسی قرار دارد و از نظر درآمد پزشکی در رأس قرار دارد، با این حال مهندسان همواره در مورد درآمد خود، خوش‌بین هستند. به علاوه دانشجویان در حال تحصیل در مهندسی، به کار آینده خود امیدوارند و دسترسی بهتری به بازار کار دارند.

شاید برای جذب دانش‌آموزان بسیار باانگیزه و مستعد لازم باشد که دانشگاه‌ها برنامه‌های پیش‌دانشگاهی مناسب برای معرفی رشته‌های مهندسی ارائه دهند. این برنامه‌ها می‌توانند چند ماه قبل از انتخاب رشته، توسط داوطلبان ورود به دانشگاه‌ها به اجرا در آیند و برخی دانشگاه‌ها می‌توانند آن را نه به صورت مقطعی بلکه در سراسر سال اجرا کنند. شاید اجرای این دوره‌ها در حوزه‌هایی مثل رباتیک و تلفن هوشمند جذابیت بیشتری برای جوانان داشته باشد. چنین برنامه‌هایی فرصت‌های مغتنمی برای مخاطبین فراهم خواهند ساخت که ارزش عملی دوره‌های آموزشی را احساس کنند و در عین حال، آفرینندگی، روش حل مسئله، ایجاد ارتباط و آموزش مهارت‌های گروهی خود را گسترش دهند. هدف درازمدت چنین برنامه‌هایی، افزایش آگاهی دانش‌آموزان دبیرستان‌ها در مورد حوزه‌های مربوط به مهندسی است. تأثیر طولانی‌مدت این برنامه‌ها، زمان بیشتری می‌طلبد.

در زیر اهمیت حرفه مهندسی مطرح و نظرانی ارائه شده‌اند که مشخص می‌کنند چگونه می‌توان این حرفه را برای نسل آینده جذاب کرد.

سیاست‌گذاری علمی آینده برای رقابت در فناوری و اقتصاد جذب استعدادها در علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات را ضروری می‌سازد. از این رو دولت‌ها باید سیاست‌هایی را اتخاذ کنند که عالمان،

دانش آموزان، پژوهشگران و متخصصین در STEM را جذب کنند تا در تلاش برای نوآوری و ایجاد شغل سهیم شوند. هم چنین باید اهمیت این مسئله درک شود که افزایش و آموزش صاحبان دانش و به ویژه مهندسان در کشور لازم است. در غیر این صورت در آینده کشور با بحران مواجه خواهد شد. بررسی ها نشان می دهند که علاقه دانش آموزان به حوزه های STEM در حال کاهش است. کشورهای پیشرفته می توانند این کمبودها را از طریق جذب خارجیان جبران کنند ولی بدیهی است که چنین امکانی در کشور ما وجود ندارد.

دولت باید در پژوهش علوم پایه، سرمایه گذاری پیوسته ای انجام دهد، فارغ التحصیلان گوناگون در STEM افزایش یابد و درس در زمینه معرفی حوزه مهندسی برای دانش آموزان دبیرستانی الزامی شود. این سیاست ها جزو امور ملی اضطراری هستند.

بیشتر دانش آموزان از مهندس فهم اولیه ای به صورت «طراحی و ساخت اشیا» دارند اما تعداد بسیار محدودی از آنان در مورد این که واقعاً مهندسان چه می کنند، حس لازم را دارند. بیشتر دانش آموزان از ریاضیات می هراسند و هرگز حرفه ای را که با ریاضیات در ارتباط است، مد نظر قرار نمی دهند. یک راه موفق آن است که یک برنامه راهنمای مهندسی ارائه شود که به دنبال آوردن اصول مهندسی، مهارت ها، و تجربیات طراحی در آموزش دبیرستانی باشد و بدین ترتیب هر دانش آموزی به طور آزاد مهندسی را بفهمد. این موارد می تواند کشف مهندسی، مهندسی و جامعه، مهارت های حرفه ای مهندسی و کار مهندسی باشد.

افزودن چنین خصوصیتی به برنامه های آموزشی آن را برای رقابت با ارزش می سازد. دانش قبلی برای دبیرستان ها ضرورتی ندارد و هر دبیری می تواند آموزش لازم را ببیند و این دوره را ارائه دهد. به دانش آموزان اختیار داده شود که در جامعه محلی شان از طریق نمایش مسائلی که شخصاً برایشان معنا دارد یا با چالش های معتبر جامعه همراه است، مثل تحمل پذیری، آب تمیز، و سلامت انسان، تغییر بیافرینند. روش های آموزش دانش آموزان آنان را قبل از ورود به حوزه مهندسی، در آفرینش مهندسی درگیر می کند. در نظر گرفتن تفاوت ها در چگونگی یادگیری دانش آموزان تأثیر مهمی بر روی حافظه آنان می گذارد.

رقابت اقتصاد ملی، قدرت نظامی، سلامت مردم و استاندارد زندگی، زمینه های مورد توجه هستند و رشد نیروی کار مهندسی، گامی اساسی در ساختن آینده است.

## ۲. ارتقای درک مهندسی

لازم است سازمان های مهندسی تلاش هماهنگی را برای ارتقای فهم عموم از دانش مهندسی و فناوری به عمل آورند. متأسفانه یک درک نادرست به طور عام وجود دارد که مهندسی حرفه ای است که مستلزم تسلط فراوان به ریاضیات است و از این رو برای همه افراد مؤثر نیست. چنین افسانه ای

اغلب دانش‌آموزان را از حرفه‌های صنعتی منصرف می‌کند. عموم درک اندکی از ماهیت و ارزش آموزش مهندسی دارند. دانشکده‌های مهندسی باید به فهم عموم از این که مهندسان چه می‌کنند و چه نقشی در تحقق افزایش کیفیت زندگی انسان‌ها دارند، کمک کنند و باید سیاستی اتخاذ شود که آموزش مهندسی را در محدوده درک اجزای مهندسی تعدیل کند.

### ۳. اجرای برنامه‌های تبادل در حوزه مهندسی

هدف از تبادل در حوزه مهندسی، معرفی نوآوری‌ها و توسعه فرهنگ‌ها، پرورش تأثیرات متقابل بین پیشگامان نسل آینده در علم و فناوری و بنا نهادن ارتباطات و همکاری بین‌رشته‌ها، فرهنگ‌ها و کشورهاست. برای مثال دولت‌های ژاپن و بریتانیا پیوندهای اینترنتی بین دانش‌آموزان انگلیسی و ژاپنی را برقرار کرده و تبادل دانش‌آموزان، آموزگاران و دبیران را مورد تشویق قرار داده‌اند. در کنار همکاری‌های بیشتر از طریق سازمان‌های بین‌المللی، هر دو کشور فرصت‌های گسترده‌ای برای جوانان بریتانیایی و ژاپنی فراهم ساخته‌اند تا درک کامل‌تری از فرهنگ، مردم، جامعه و روش زندگی یکدیگر پیدا کنند. با فراهم آوردن چنین برنامه‌هایی، دانش‌آموزان اجازه می‌یابند که قابلیت زبان خارجی، مهارت‌های بین فرهنگی و تجربه حرفه‌ای پیدا کنند تا به طور مؤثر با محیط چندملیتی، تصور کلی مهندسی را متحول سازند. دانش‌آموزان می‌توانند تأثیر متقابل مهارت‌ها، به علاوه آگاهی از آینده شغلی و کار در زمینه‌های مختلف را تجربه کنند. این گونه همکاری در سطح دبیرستان‌ها و دانشگاه‌های جهان تبادل ایده‌های درخشان، فرهنگ و اخلاق کار را ارتقا می‌بخشد.

### ۴. توسعه مراکز پژوهش مهندسی

مراکز پژوهش مهندسی یک چارچوب مشارکتی غیرموازی را بین بازیگران عمده صنعتی و هیئت علمی فراهم می‌سازد تا تحرک دانشجویان و اعضای هیئت علمی افزایش یابد. بدنه رشددهنده تحقیق، چگونگی یادگیری دینامیک را به دانشجویان عرضه می‌کند تا با راهنمایی و در هر مرحله کار، دانشجویان تبدیل آموزه‌های محیط کارشناسی را تجربه کنند. با تمرکز روی تحقیق در مراکز آموزشی، مشخص می‌شود که چگونه می‌توان به دانش‌آموزان با سبک‌های آموزشی مختلف، خدمت ارائه داد، چه رهیافت‌ها و تربیت‌هایی به کار برد و چگونه این موارد را مورد تأکید قرار داد تا افرادی تربیت شوند که در تمام عمر خود آموزنده باشند. همچنین این امر به آنان کمک می‌کند که درک کنند چه مهارت‌های ویژه‌ای برای ممارست مهندسی در قرن حاضر لازم است. با افزایش مشارکت صنعتی و تشویق به تحقیق و نوآوری، دانش‌آموزان بیشتری هم به دوره‌های تحصیلات تکمیلی جذب می‌شوند و مهندسی به عنوان یک شاخه بدیع مد نظر قرار می‌گیرد.

## ۵. توسعه بورس های تحصیلی

اهرم بورس تحصیلی انگیزه‌ای برای افرادی فراهم می‌سازد که آنها را علاقه‌مند به ادامه تحصیل در رشته‌های مهندسی می‌کند ولی تمکن مالی کافی ندارند. این یک مسئله مهم در نواحی کمتر توسعه یافته است که به خاطر فقر با کمبود زیاد متخصص مواجه‌اند. با تأمین هزینه زندگی، کاهش شهریه‌های آموزش مهندسی مراکز غیردولتی دانشجویان را به تحصیل ترغیب کرد. بورس‌ها و حمایت‌های مالی به دانش‌آموزان مستعد از قشرهای کم‌درآمد، کمک خواهد کرد تا فاصله بین استعداد خام و اندیشمند کارکشته را پل بزنند و آموزش مهندسی را به آموزشی ارزان‌تر تبدیل کنند.

## ۶. مشارکت فعال با بازیگران صنعت

مهندسی یک حوزه پویاست و در آن تحولات پیوسته‌ای به عنوان فناوری‌های نورخ می‌دهد. برای آن که طیف گسترده‌ای از مهارت‌ها در معرض دید دانشجویان قرار گیرند، برای بیشتر مؤسسات آموزشی مشارکت با بازیگران صنعت ضروری است. ممکن است برخی از دوره‌ها برای صنعت مفید نباشند و تعداد زیادی از فارغ‌التحصیلان این دوره‌ها بیکار بمانند و از این رو دانش‌آموزان بعدی از ادامه تحصیل در این حوزه‌ها منصرف شوند. گردانندگان صنعت باید تشویق شوند تا با ایجاد فرصت‌های کارآموزی و تحقیق جدی، به دانشجویان اجازه دهند روش عملی‌تر مهندسی را تجربه کنند. همچنین این امر به دانشجویان و دانشگاه‌ها کمک می‌کند تا مهارت‌هایی را مشخص کنند که بیشتر مورد نیازند و استخدام در آنها آسان‌تر است.

## ۷. اصلاحات در برنامه‌های درسی

آگاهی عموم از مهندسی تحت تأثیر عوامل متعددی نظیر ماهیت کار مهندسی، صلاحیت‌های لازم شاغلان مهندسی و ساختار و دقت یک آموزش مهندسی در مقابل دیگر برنامه‌های آموزشی حرفه‌ای یا کارشناسی قرار دارد. برای جذب دانش‌آموزان بیشتر در رشته مهندسی ضروری است تا شغلی در قامت مهندسی فراهم آید. به علاوه تجربه صنعتی اعضای هیئت علمی می‌تواند بسیار مفید واقع شود. همکاری‌های زیادی با بازیگران صنعت لازم است تا دوره‌های تحصیلی مربوط، برای دانشجویان به‌روزرسانی شوند. مدرسین رشته‌های مهندسی باید از روش مطالعات موردی مناسب برای دوره‌های آموزش کارشناسی و تحصیلات تکمیلی استفاده کنند. از این رو ضرورت دارد با مشاورت صنایع دوره‌های آموزشی اصلاح شوند. با این کار متقاضیان بیشتری جذب رشته‌های مهندسی خواهند شد. با تمرکز روی این پیام که مهندسی فقط برای آنانی مناسب است که در ریاضیات و علوم برترند، باعث روگردانی تعداد زیادی از داوطلبین از رشته‌های مهندسی می‌شود. لازم است به مفاهیم آفرینندگی مهندسی تأکید و نشان داده شود که مهندسی نه فقط حل معادلات بلکه حل مسائل و رفع مشکلات واقعی

جامعه است.

#### ۸. هدف نهایی سیاست فناوری

در جهان فناوری‌های قدرتمند جدیدی در حال انتقال به صنعت است. این فناوری‌ها می‌توانند سازوکاری برای انتقال آموزش و یادگیری باشند. ICT (Information Communications Technology) در آموزش مهندسی لحاظ شود تا دانشجویان را به آخرین مهارت‌های اینترنتی مجهز سازد و فرصت‌هایی برای ایجاد شبکه بین‌المللی فراهم آورد. این امر برای شرکت مؤثر در جهان امروزی ضروری است. پیشرفت‌های سریع در سال‌های پیش رو محیط‌های یادگیری جدیدی، مانند استفاده از شبیه‌سازی‌ها، تجسم فکری، بازی، نظام‌های آموزش هوشمند، شبکه‌های یادگیری بیشتری فراهم خواهند آورد. فناوری‌هایی که در حال آمدن هستند، می‌توانند فرصت‌های یادگیری الزام‌آوری بیافرینند که نیاز تمام یادگیران را تأمین کنند و دانش و آموزش در محیط قابل انعطاف را فراهم سازند و در عین حال یادگیری را ارتقا داده و هزینه آن را کاهش دهند.

#### ۹. بهبود مشاور حرفه‌ای

بیشتر جوانان و والدین آنان به دقت به فرصت‌های شغلی و حرفه‌ای مرتبط به رشته‌های دانشگاهی می‌نگرند. به این معنا که انتظار دارند تحصیل دانشگاهی دانش‌آموز در جهت کار آینده وی باشد. اگر کمبود مهارت‌های مهندسی برای برنامه‌ریزان آموزشی محسوس باشد و این کمبودها برطرف شوند، انتخاب رشته‌های مهندسی برای جوانان جذاب خواهد شد. اما به نظر می‌رسد درک مهندسی به عنوان یک حرفه و به ویژه ارتباط آن با ریاضیات و علوم که جوانان در دبیرستان می‌آموزند، هنوز یک مشکل به حساب می‌آید. ضروری است که دانش‌آموزان در مراحل انتخاب در جریان اطلاعات مربوط به صنایع و حرفه‌ها مختلف قرار گیرند. لازم است دانشگاه‌ها شراکت بیشتری با صنعت برقرار سازند و حاصل آن را به دبیرستان‌ها انتقال دهند و دانش‌آموزان را با کارهای عملی آشنا سازند و با فارغ‌التحصیلان و کارآموزان ارتباط دهند. با نمایش سهم مهیج مهندسی، موارد جاری و آینده را رقم بزنند و این که چگونه درجه مهندسی دانشگاهی به شغل‌های بسیار مفید منجر می‌شود را تشریح کنند. آیا فکر می‌کنید عموم مردم، این پیام را که مهندسی دیگر فقط درمورد پل‌ها و راه‌آهن نیست، دریافت کرده‌اند؟

#### ۱۰. سوق دادن دانش‌آموزان بیشتر به رشته مهندسی

به دانش‌آموزان در دبیرستان آموزش علوم داده می‌شود و آنان درک می‌کنند که چه چیزهایی را یاد می‌گیرند. جوانانی که به رشته مهندسی تمایل دارند، غالباً آنانی هستند که والدین یا آشناهایشان

مهندس هستند. به عبارتی به ندرت دبیرستان‌های محل تحصیلشان، آنان را به سوی مهندسی سوق می‌دهند. از آن جا که مهندسی موضوعی نیست که در دبیرستان آموزش داده شود، به وضوح ضروری است که مهندسان بیشتری در دبیرستان‌ها حضور یابند تا به دبیران کمک کنند. برخی شرکت‌های بزرگ برای انجام این کار بسیار مناسبند.

شاید یک راه مؤثر در جذب دانش‌آموزان به مهندسی این باشد که دانشگاه‌ها سال اول رشته‌های مهندسی را به صورت عمومی برگزار کنند و به دانشجویان فرصت دهند تا رشته خاص مورد نظر خود را در سال دوم انتخاب کنند. این که از دانش‌آموزی خواسته شود تا مهندسی برق یا مهندسی مکانیک را قبل از این که واقعاً بداند این رشته‌ها چیستند انتخاب کند، کار اشتباهی است. البته اطلاع‌رسانی و تبلیغ در مورد محاسن رشته‌های مهندسی در دوره‌های آموزش ابتدایی، متوسطه و رسانه‌ها ضرورت دارد. مهندسی به دنبال یافتن راه حل‌های عملی برای مسائلی است که جامعه با آن مواجه است، مثل تغییر اقلیم، پیر شدن جمعیت و غیره. این در حالی است که در مدارس و رسانه‌ها فقط به مسائل جاری مهندسی، مثل پل‌ها و راه‌ها پرداخته می‌شود. بیشتر مردم اطلاع ندارند که مهندسی چیست. آنان تنها با مواردی در ارتباط قرار می‌گیرند که فکر می‌کنند مهندسی است، مثل تعمیر وسایل خانگی و شوربختانه رسانه‌ها نیز به این سوء برداشت‌ها کمک می‌کنند.

## ۱۱. افزایش حقوق و رعایت‌شان مهندسان

سال‌ها قبل، کمبود مهندس در کشور وجود داشت، از این رو فارغ‌التحصیلان موفق به راحتی وارد بازار کار می‌شدند. با این حال در آن زمان پرداخت و شرایط شغل‌های مهندسی نازل‌تر از پزشکی و حقوق بود و در کشورهای پیشرفته، تا حد زیادی کمتر از شغل‌هایی مثل بانکداری بود. در برخی کشورها احترام و مزد مهندسان، قابل مقایسه با پزشکان و وکلایست، گرچه درآمد زیادتر غالباً در مدیریت دیده می‌شود ولی بیشتر مهندسان علاقه ندارند که مدیر شوند و بیشتر علاقمندند به کارهای فنی بپردازند. تا زمانی که نه فقط پرداخت به مهندسان، بلکه نقش مورد انتظار آنان مد نظر قرار نگیرد و ارشد بودن و تجربه آنان مورد التفات نباشد رو برگرداندن دانش‌آموزان نسبت به انتخاب رشته‌های مهندسی ادامه خواهد یافت. احساس می‌شود برای اکثر مهندسان در حرفه خود، پاداش چشمگیری وجود ندارد ولی این بهایی است که باید برای حرفه پایدار و امنیت شغلی بپردازند. مهندسی به عنوان یک شغل هنوز با پرداخت کم و ارتقای نازل در مقایسه با سایر رشته‌ها، حتی حسابداری، قرار دارد.

## ۱۲. افزایش آگاهی دانش‌آموزان و عموم از مهندسی

برای افزایش اشتیاق و جذب دانش‌آموزان به حوزه مهندسی، باید رقابت‌ها و چالش‌های متعددی در مؤسسات آموزشی و نیز صنعت اتفاق افتد. این چالش‌ها برای جذب توجه بیشتر به برنامه‌های



مهندسی باید ادامه یابد. مشارکت در این چالش‌ها هم برای دانش‌آموزان که تلاش در توسعه قابلیت‌های طراحی و شبکه‌سازی خود دارند و هم برای مؤسسات که سعی در ارتقای برنامه‌ها و افزایش رویت‌پذیری خود دارند منفعت دارد.

برای رفع و رجوع مؤثر افسانه‌های مختلفی که در مورد حوزه مهندسی وجود دارد، باید اسباب حمایت از توسعه و نگهداری برنامه‌های بسیار نوآورانه فراهم شود. مواد درسی دانش‌آموزان دبیرستانی باید در جهت یک حرفه مهندسی موفق طراحی شوند تا اشتیاق دانش‌آموزان را برانگیزانند. انجمن‌ها و دانشجویان مهندسی نیز می‌توانند به عنوان معلم عمل کنند، دانش‌آموزان دبیرستان‌ها را در معرض فعالیت‌های مهندسی مهیج قرار دهند تا آنان را به ادامه تحصیل در این حوزه تشویق شوند. دانشگاه‌ها باید با انجمن‌های محلی، مدارس، و معلمان درباره این که مهندسی چیست گفتگو کنند. این کار هر چه سریع‌تر باید آغاز شود و عقب انداختن آن به کلاس‌های بالاتر دبیرستان، شاید دیر باشد. اگر به دانش‌آموزان توضیح داده شود که مثلاً در تمام تجهیزات بیمارستان‌ها، مثل اشعه X یا سایر دستگاه‌ها، مهندسی باید درگیر ساخت دستگاه‌ها بوده باشد تا مراقبت از بیماران صورت گیرد، این برداشت تأثیر زیادی بر روی آنان در مورد امکان وسیع این حرفه می‌گذارد. هنگامی که مهندسی به صورت یک حوزه باریک توصیف شود، هیجان لازم را به دانش‌آموزان القا نمی‌کند. اگر دانشگاه‌ها چنین توصیفی را مد نظر قرار دهند، مثل این است که صاحب استخر بزرگی هستند که متقاضیان اندکی دارد. پس باید به طور فعال به مدارس معاضدت کرد. مثلاً در سومین سال دوره کارشناسی، دانشجویان می‌توانند به عنوان سفیران مهندسی به مدارس گسیل داده شوند تا مهندسی را به طور مستقیم به مدارس ببرند و این یک کار کلیدی و بسیار خوبی است. از مهندسانی می‌توان استفاده کرد که مدول‌هایی در مدارس در کنار دبیران ارائه دهند. این کار را حتی می‌توان، از سن ۱۱ سالگی برای دانش‌آموزان شروع کرد.

کسب تجربه در محل کار برای جوانانی که می‌خواهند مهندس شوند، ضروری است. داده‌ها نشان می‌دهند که اغلب بهترین شغل‌ها به آنانی تعلق می‌گیرد که نوعی تجربه اولیه داشته باشند. لازم است با ایجاد آگاهی و تشویق مطمئن شد که فرصت‌هایی برای تجربه‌اندوزی و تعامل با شرکت‌ها و مهندسان در طی دوره آموزشی فراهم است.

برای اصلاح درک عموم از مهندسی پیشنهاد می‌شود که جامعه مهندسی بر اساس یک سیاست ارتباطی شروع به عرضه پیام‌های هماهنگ کند. این پیام‌ها به شرح زیرند:

- مهندسان جهانی متفاوت می‌آفرینند.
- مهندسان ضمن ارائه ایده‌های نو، به حل مسائل جدید می‌پردازند.
- مهندسان به شکل دادن آینده کمک می‌کنند.
- مهندسی برای سلامتی، شادی و امنیت جامعه ضروری است.

پیام‌های مزبور مردم را قادر خواهد ساخت که تصمیم‌های آگاهانه‌تر در مورد فناوری، تشویق دانش‌آموزان به انتخاب حرفه‌های مهندسی و سرانجام پایداری‌سازی ظرفیت نوآورانه بگیرند. ضرورت دارد که دولت‌ها برای این آگاهی‌سازی بودجه‌هایی تخصیص دهند تا نظر عموم را بهبود بخشند. در حالی که کمتر از حدود ۱۵٪ از جوانان، مهندسی را با اصطلاحاتی مثل کسالت‌آور یا غیراجتماعی توصیف می‌کنند، پژوهش‌ها نشان می‌دهند که بیشتر دانش‌آموزان از ریاضی و علوم به حد کافی لذت نمی‌برند. مهندسی باید به عنوان حرفه‌ای رضایت‌بخش تغییر یابد و این امر مستلزم آفرینش ایده‌ها و کارگروهی است، نه فقط منافع شخصی و مهارت‌های فنی. جامعه مهندسی باید سیاست‌هایی اتخاذ کند و ابزاری به کار گیرد که منجر به توسعه موثرتری شود (Boe, 2011).

موفقیت در سطحی پیشرفته برای دانش‌آموزان دبیرستانی ضروری است تا قادر به ادامه تحصیل در رشته‌های مهندسی شوند. با این ذهنیت، برخی از این انتخاب‌ها، به ویژه در رشته‌های غیرمهندسی، مطمئناً از انتظارات والدین و وضعیت جامعه نشئت می‌گیرد ولی عوامل دیگری هم در این امر دخیل هستند. (Europe 2010)

گرچه مهندسان کارآزموده اغلب امکان استخدام و دریافت حقوق مکفی را دارند ولی برای تعداد زیادی از دانش‌آموزان روشن نیست که مهندسان چه کارهایی انجام می‌دهند- تصویر مثبت آنان از مهندسی، مواردی مثل طراحی و ساخت پل‌ها و خودروهاست. به عبارتی سهم مهمی که مهندسان در سایر موارد در جامعه دارند، دیده نمی‌شود. به نظر می‌رسد همان‌گونه که پزشک در موضع کمک به بیمار رویت می‌شود، مهندس هم باید در موقعیت کمک به رفع مشکلات فنی دیده شود. حوزه توان بخشی به کمک رباتیک، از جمله مواردی است که پزشکان و مهندسان تعامل مستقیمی با هم دارند. مواردی مثل کالبدشناسی اختلال حرکتی، مستلزم زمان طولانی توان بخشی با وسایل کاردرمانی است که در آن کنترل و انجام حرکت‌های تکراری، ضروری است تا به کار درمانگر نظارت شود. با این وصف، انجام حرکت تکراری می‌تواند مسئله‌ساز باشد، به‌ویژه وقتی بیمار ناتوان یا کودک است. هم‌زمان، محدودیت منابع ممکن است مانع نظارت مستقیم متخصصان بهداشت و سلامت باشد. کاربرد رباتیک انواع مختلف و بیشتر توان بخشی را امکان‌پذیر می‌سازد و بخشی از کندی پیشرفت درمان را جبران می‌کند. حتی از طریق کنترل از راه دور ربات امکان توان بخشی کلینیکی مفید وجود دارد. ارتباط از طریق تصویر دوجهته (با TCP/IP پروتکل کنترل انتقال/ پروتکل اینترنت) به دانشجویان اجازه می‌دهد با ساخت ربات و ارتباط با بیمار در فرایند توان بخشی شرکت کنند و انتظار می‌رود که دو طرف از این تعامل متقابل بهره‌مند شوند. ماهیت ملموس و فردی می‌تواند تأثیر قابل توجه کار مهندسان در جامعه را به دانش‌آموزان نشان دهد. این تأثیر به طور فردی و نیز نظام‌مند صورت می‌پذیرد.

دانش‌آموزان در دوره تحصیل دبیرستان در معرض میزان محدودی از کارهای مهندسی و عملی قرار می‌گیرند که حتی آنها هم انعکاس دقیقی از مهندسی دوره کارشناسی نیست (OECD, 2006). گرچه

موضوعات علمی در کارهای آزمایشگاهی تبلور می‌یابند ولی روش‌های تجربی ارائه شده به دانش‌آموزان همراه با فهرستی از دستورالعمل‌های متمایزند و از دانش‌آموزان خواسته می‌شود که آنها را تکرار کنند. اینها برای توسعه مهارت دانش‌آموز، مثل بررسی یادگیری، پژوهش، تحلیل داده یا حل مسئله - به عنوان اجزای کلیدی رشته مهندسی کافی نیست. بدون فرصت تجربه کردن جدی این اجزا، از ابتدای امر دانش‌آموزان به این اعتقاد می‌رسند که مهندسی عموماً نظری، با تمرکز روی ریاضیات (شغل پشت میزی) است و باور می‌کنند که تنها افراد فوق‌العاده هوشمند می‌توانند موفق و خوشحال به استخدام درآیند و این یک نکته منفی به حساب می‌آید.

گنجاندن موارد مهندسی در سرفصل‌های دروس دبیرستانی را می‌توان مهم تلقی کرد. اجزایی مثل حل مسئله، و یادگیری گروهی پژوهش‌محور را می‌توان با فعالیت‌های یادگیری مسئله‌محور مشارکتی به نمایش گذاشت. افزودن ویژگی عمل - اجرا - باور - طراحی (CDIO) در دبیرستان، باعث خواهد شد که دانش‌آموز در محیط یادگیری آفرینندگی پیدا کند و ارتباط اجتماعی وی پررنگ شود (Europe 2004; Hanson, 2010). آمار نشان می‌دهد که حدود ۸۰٪ دانش‌آموزان نمی‌دانند که در مقایسه با زیست‌شناسی و شیمی، چگونه یک نظریه فیزیک ممکن است به درد محیط کار بخورد (Whiston, S, 2004; Bandura A, 2001). حدود ۷۵٪ از دانش‌آموزان معتقدند فیزیکی که می‌آموزند، آشکارا اثر بسیار اندکی در زندگی واقعی آنان دارد. بدین ترتیب کاربردهای عملی نظریه‌ها می‌تواند این روند را تغییر دهد.

### ۱۳. ساختار و جزئیات مفهومی

دانش‌آموزان باید از فرصت آموزش مهارت‌های کار گروهی و حل مسئله بهره‌مند شوند تا عوامل اولیه تحصیل در مهندسی پررنگ شود. ارائه تعریف دقیق و اجتماعی حوزه مهندسی به دانش‌آموزان باعث ارتقای آگاهی عموم از آنچه در حرفه مهندسی می‌گذرد، خواهد شد. از این رو تدوین سرفصل‌های دروس دبیرستانی به‌گونه‌ای که چارچوب کلی آنها حاوی این موضوعات باشد، اهمیت دارد. در کنار ارائه این سرفصل‌ها، دانش‌آموزان انتظار دارند که تئوری‌هایی را که یاد می‌گیرند، اجرا کنند و این به بهبود انگیزه جذب تئوری می‌انجامد و لزوم کاربرد آن را پررنگ می‌کند. برای آن که انگیزه دانش‌آموز در جذب تئوری بهبود یابد، کاربرد و لزوم کلی آن باید مورد تأکید قرار گیرد.

ترکیب سناریوی کاربردمحور، حل مسئله و یادگیری گروهی با آموزش دبیرستان، نشان داده است که باید ارتباط اجتماعی مسیر حرفه‌ای برای دانش‌آموزان تبیین شود. مثلاً کاربردهای مهندسی در پزشکی، ممکن است توجه دانش‌آموز را جذب کند. بیشتر ابتکارات پزشکی قبل از رویت نتایج کلینیکی، نیازمند آزمون بالینی عمیق هستند و این آزمون برای درمان طولانی مدت استفاده می‌شود. از مشاهده اجرا و اثرات حاصل از تلاش دانش‌آموز در چارچوب آموزش نقش و سهم وی در یک پروژه آشکار می‌شود.

با عرضه پروژه کلاسی که دانش‌آموزان شخصاً با آن در ارتباط باشند، اهمیت اجتماعی مهندسی و وابستگی حوزه پزشکی به نوآوری‌های فناورانه روشن می‌شود. طراحی پروژه باید به گونه‌ای صورت پذیرد که شرکت یک گروه از دانش‌آموزان و فرد جوان هم‌سن تحت کاردرمانی میسر شود. این درمان به شکل بهبود مشکل حرکتی ناشی از فلج مغزی توسط موتور است. در آغاز برای دانش‌آموزان یک ربات، دوربین رایانه‌ای و دوره مشکل حرکتی متناسب با اندازه ربات فراهم می‌شود. پروژه دانش‌آموزان ساخت رباتی است که دوره مشکل حرکتی را از طریق ترکیب حسگرها و موتورهای کنترل شده از راه دور هدایت کند، پس لازم است دانش‌آموزان، بازه وسیعی از نظریه‌هایی را که در دروس دبیرستان یاد گرفته‌اند، به کار بندند.

در طی بخش مقدماتی، دانش‌آموزان ممکن است در معرض انتقال مفاهیم علمی قرار گیرند و این تئوری تجمیعی، با کار گروه‌محور تقویت می‌شود. در طی آن بخش انتظار می‌رود تا دانش‌آموزان دانشی را که در مجموعه ربات‌ها کسب کرده‌اند، به کار گیرند. برای مثال به دانش‌آموزان به عنوان سرفصل‌های فیزیک اصول نور، امواج، و طیف رنگ آموزش داده می‌شود. به دانش‌آموزان، یک مجموعه ربات داده می‌شود که شامل حسگر نوری است و خواسته می‌شود رباتی بسازند که خط قرمز را تعقیب کند. دانش‌آموزان باید با استفاده از دانش نظری که از درک موضوع موج و فرکانس نور کسب کرده‌اند یک ربات چرخ‌دار بسازند و برنامه‌ریزی کنند که بتواند تفاوت بین امواج رنگی دریافتی از حسگر نوری را تشخیص دهد و بدین ترتیب از این اطلاعاتی دریافتی بهره‌برداری کنند.

سپس فرد جوان تحت درمان به دانش‌آموزان معرفی می‌شود و با ارتباط دوطرفه از طریق دوربین رایانه‌ای/ میکروفن، امکان تماس چهره‌به‌چهره گروه کلاسی و بیمار فراهم می‌شود. با دوربین‌های رایانه‌ای اضافی می‌توان خود ربات و مشاهده پیشرفت عملیات از ابتدا را به بیمار نمایش داد. بیمار به دستگاهی مجهز می‌شود که آنان بتوانند کنترل ربات را به دست گیرند.

غالباً فعالیت‌های روزانه بیمار، مثل بستن بندهای کفش یا بستن دکمه پیراهن دشوار است و این به علت مشکل عدم کنترل نرم موتور توسط بیمار است. از این رو لازم است برای هدایت ربات با اهرمک رایانه، یک سری موانع و تعامل و حسگرهای نقطه‌ای به کار رود. هدف عرضه مختصات حرکت‌های ماهیچه‌ای کوچک به گونه‌ای است که برای این حرکت لازم است. میزان مهارت به کارگیری اهرمک مورد نیاز برای تکمیل این کارها ممکن است تغییر کند و طراحی شامل دوره دشواری باشد که به نیازهای بیمار وابسته است. علاوه بر این، گروه‌های دیگر می‌توانند دوره طراحی موانع را ارائه دهند تا پیوسته به شکلی نوآورانه میزان مهارت بیمار توسعه یابد. همچنین بیماران ممکن است با یکدیگر از طریق ساختارهای تمرینی مثل «زمان-تا-تکمیل» یا «موانع تعاملی» رقابت کنند. از این رو بیمار در فرایند درمان درگیر می‌شود و کنترل نرم موتور را بهبود می‌بخشد و این از طریق تکمیل یک پیام دریافتی صورت می‌گیرد.

برای بیمار افزایش قابل توجهی در حرکت پدید می‌آید. در محیطی بسیار مددکارانه بیماران می‌توانند همتایان خود را مشاهده و با آنان صحبت کنند تا رقابت تشویق شود و بهبود یابد. از طریق اجرای مدول فوق، دانش‌آموزان نه تنها به نظریه STEM لازم دوره متوسطه خود توجه می‌کنند، بلکه فرصت می‌یابند تا از آن استفاده کنند. بدین ترتیب نه فقط اطلاعات طولانی‌مدت را بهبود می‌بخشند، بلکه STEM آنان تحرک بیشتری پیدا می‌کند. اطلاع از آن چه در رشته مهندسی رخ می‌دهد- عواملی مثل کار گروهی و حل مسئله نیز از طریق مرحله ساخت ربات با گروه دانش‌آموزی اصلاح می‌شود. سرانجام، ارتباط اجتماعی مهندسی از طریق تأثیر متقابل دانش‌آموزان و بیمار به شدت مورد تأکید قرار می‌گیرد. فرصتی برای دانش‌آموزان فراهم می‌شود که نه تنها شاهد تحرک اجتماعی فراهم شده از طریق ارتباط دوطرفه از راه دور باشند، بلکه توانایی بیمار در کنترل و هماهنگی بهبود یابد. این در پاسخ مستقیم به تلاش‌های دانش‌آموزان به طراحی دوره رباتیک است. حیطه گسترده‌ای برای توسعه و ارتقای موارد فوق‌الذکر در زمینه آموزش و نیز پزشکی وجود دارد. امکان بازه وسیعی از پژوهش‌ها در حوزه دستگاه‌هایی که ممکن است به‌کارگیری آنها در کنار درس مشکل باشد، وجود دارد. با وجود آن که مورد فوق اساساً بر روی حوزه کنترل موتور تمرکز دارد، ابزار لمسی ممکن است، معرفی شود تا اجازه دهد برنامه گستره وسیعی از شرایط مثل شیمی درمانی، بیماری اعصاب جنبی القایی و تحلیل ماهیچه مورد توجه قرار گیرد. غیر از پاسخگویی اجتماعی، استخدام‌پذیری از عوامل اساسی در تصمیم‌گیری دانش‌آموزان است. اجزای تأثیرگذار بر روی آگاهی از حوزه مهندسی باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که تغییرات پیوسته سناریوهای اقتصادی و فرهنگی رشد یابند.

#### ۱۴. نتیجه‌گیری

برای ارتقای رشته‌های مهندسی در آموزش عالی و جذب دانش‌آموزان مستعد در آنها باید اقدامات زیادی مد نظر قرار گیرند. ارتقای درک رشته‌های مهندسی توسط جامعه و به تبع آن دانش‌آموزان در دوران تحصیل ضروری است. به این منظور آنان باید به طور مستمر با مهندسان، شرکت‌های مهندسی و دانشگاه‌ها در ارتباط باشند. درک عملی از کاربرد گسترده مهندسی در پزشکی و پیراپزشکی و عدم امکان پیشرفت در آنها بدون کمک رشته‌های مهندسی، باید مورد توجه قرار گیرد. این که گردش چرخ زندگی و تداوم و پیشرفت آن در آینده به وجود مهندسان ماهر و کافی وابسته است، آشکارا قابل درک است و این امر می‌تواند متقاضیان بیشتری به رشته‌های مهندسی جذب کند.

## References

- Bandura A., Barbaranelli C., Caprara G. V., Pastorelli C. (2001), Self-Efficacy Beliefs as Shapers of Children's Aspirations and Career Trajectories, *Child Development*, Vol. 72, No. 1, pp. 187–206.
- Bøe M. V., Henriksen E. K., Lyons T. and Schreiner C., (2011). Participation in science and technology: Young people's achievement-related choices in late modern societies, *Studies in Science Education*, Vol. 47, No. 1., pp. 37–72.
- Engineering a Knowledge Island (2020), Irish Academy of Engineering Ireland, Sponsored by Inter TradeIreland. October 2005.
- Europe (2004). Europe needs more *scientists!*, *European Commission*, Director at eGeneral for Research, High Level Group on Human Resources for Science and Technology in Europe, Brussels.
- Europe(2010). A European Strategy for smart, sustainable, and inclusive growth, European Commission, Brussels.
- Eurostat database [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/employment\\_unemploymentfs/data/database](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/employment_unemploymentfs/data/database) (Accessed July 2012).
- Hanson, M., Engström, E., Kairamo, A., and Varano, M. (2010), Enhance the attractiveness of studies in science and technology, Joint International IGIP-SEFI Annual Conference, IGIP-SEFI, Trnava, Slovakia.
- <http://www.independent.ie/opinion/editorial/lowtax-policies-created-the-tiger-485406.html>.
- <http://www.revenue.ie/en/business/incentives/tax-incentives-investors-ireland.html>.
- John Power, (2011), Director general of EI, EI Annual Conference.
- OECD (2006), Changing supply and demand for S&T professionals in a globalised economy, OECD Publishing.
- *Our Lady's/St. Andrew's Surveys*.
- Qualifax, (2012), [http://www2.cao.ie/dir\\_report/content.htm](http://www2.cao.ie/dir_report/content.htm).
- Sahlberg, P., Education policies for raising student learning: the Finnish approach *Journal of Education Policy*, *Journal of Education Policy* (2007), Vol. 22, No. 2., pp. 147–171
- Whiston S. C., Keller B. K. (2004), The influences of the family of origin on career development: a review and analysis, *The Counseling Psychologist*, Vol. 32, No. 4, pp. 493–568.



## □ اهداف انتشار فصلنامه

هدف از چاپ و انتشار «فصلنامه آموزش مهندسی ایران» کمک به ارتقا و توسعه کمی و کیفی آموزش مهندسی در کشور است. نقش سازنده و مؤثرتر جامعه مهندسی کشور در توسعه ملی، شکوفایی، نوآوری، خلاقیت، 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | ب- پژوهش                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• مرزهای نو در آموزش مهندسی</li> <li>• طراحی دروس و برنامه‌های جدید</li> <li>• آینده آموزش مهندسی در ایران و جهان</li> <li>• استاندارد آموزش و آموزش استاندارد در مهندسی</li> <li>• آموزش بر خط (الکترونیک) مهندسی</li> <li>• آموزش مهندسی در جهت توسعه پایدار</li> <li>• آموزش‌های بین رشته‌ای مهندسی</li> <li>• توسعه علمی و فناوری</li> <li>• تنوع در آموزش مهندسی</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• توسعه جایگاه تحقیق و پژوهش در آموزش مهندسی</li> <li>• روش‌های پژوهش در آموزش مهندسی</li> <li>• تاریخ علوم و فناوری در مهندسی</li> <li>• تجربیات بومی مهندسی در آموزش و مستند سازی</li> </ul> |
| ب ارزشیابی، کیفیت و نوآوری                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ت- ارتقای فرهنگ علوم انسانی در آموزش مهندسی                                                                                                                                                                                           |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• شناخت شناسی و تعیین عوامل مؤثر در تفکر و دانش مهندسی</li> <li>• ارزشیابی برنامه‌ها و دروس مهندسی</li> <li>• روش‌های نوین یاددهی و یادگیری در آموزش مهندسی</li> <li>• چگونگی استفاده از روش‌ها، ابزارها و معیارهای ارزیابی در توسعه مهندسی</li> <li>• کیفیت تدریس اعضا هیأت علمی در ارتقا آموزش مهندسی</li> </ul>                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• نوآوری، خلاقیت و کارآفرینی در آموزش مهندسی</li> <li>• نقش علوم انسانی در آموزش مهندسی</li> <li>• اخلاق مهندسی</li> <li>• اخلاق آموزش</li> <li>• اخلاق پژوهش</li> </ul>                       |
| رهنمودهای تهیه مقاله                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ث- آموزش در سایر رشته‌های علوم (ریاضی، فیزیک، شیمی و روانشناسی و علوم تربیتی)                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• مقالات علمی و پژوهشی مرتبط با آموزش علوم در زمینه‌های فوق</li> </ul>                                                                                                                         |

## □ 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 (۳-۵ کلیدواژه مناسب)، بیکره اصلی مقاله، تقدیر و تشکر، مراجع، پیوست‌ها (در صورت لزوم)، عنوان، چکیده و کلید واژه‌های انگلیسی. برای جزئیات 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.



## Scientific Report CHALLENGES OF HIGHER EDUCATION IN ENGINEERING FIELDS

J. Faiz <sup>1</sup>

Received: 17 August 2023 ; Accepted: 17 January 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.410688.2001

**Abstract:** In recent years, in the world as well as in Iran, there is little interest of engineering and basic sciences, and the number of high school students who choose mathematics and sciences is decreasing. Despite the fact that the number of engineering colleges in the country has increased in recent years, the number of applicants for education has decreased sharply. This decrease in the long term will cause a shortage of efficient specialists in the country's industries because weaker students will be attracted to engineering fields, which will be rare talented among them even if the number of graduates does not decrease. There are many reasons for this decreases, which are discussed in this article. It is tried to find ways to increase the interest of students in the mentioned fields in the future and reduce the severity of the problems that the country will face in the coming years. Students' lack of knowledge about engineering fields and the factors that lead to choosing other fields have been studied. It is found that investment in engineering education is the basis of economic development, and it is the existence of expert and skilled forces that makes the investment of large companies possible.

**Keywords:** Higher education, engineering fields, engineering education, economic development

## IDENTIFYING THE COMPONENTS OF DISCUSSION SKILLS IN THE PROCESS OF LEARNING ARCHITECTURAL DESIGN

A. Rezvani<sup>1</sup> and M. Yazdani<sup>2</sup>

Received: 21 November 2023; Accepted: 21 February 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.425282.2027

**Abstract:** Under the influence of psychology and learning theories, education and the field of education have experienced significant changes; Thus, paying attention to the internal processes in learning provides a platform for dealing with topics such as “discussion”. The current research was conducted with the aim of identifying the components of discussion skills in the form of indicators, goals and dimensions and how to use them in architectural design education. The current research strategy is of qualitative type and for data analysis meta-composition and content analysis methods have been used consecutively. The results of the coding of documentary data and interviews in NVIVO software show that the components of discussion skills include 9 indicators, 3 goals and 2 dimensions. Indicators include: “participatory discussion”, “constructivist discussion”, “discussion connection and memory function”, “discussion link and accurate expression skills”, “discussion role in professional activities”, “discussion as an oral test”, “discussion as a design language”, “discussion as an interactive aspect of the design process” and “discussion as a visual test”. The purpose of the discussion has three basic reasons: first, to inform; second, to convince; third, to solve the problem. Finally, due to the special and unique nature of the visual sense in the field of architecture, if the two dimensions of “verbal discussion” and “visual discussion” are used in teaching architectural design at the same time based on the provided educational solutions, in addition to the attractiveness of learning and its potential cognitive benefits, it causes effective areas of learning development.

**Keywords:** Discussion, architectural education, learning process, learning environments, architectural design

---

1- Assistant Professor, Department of Architecture, Mashhad Branch, Islamic Azad University, Mashhad, Iran. E-mail: Rezvani0112@mshdiau.ac.ir

2- Assistant Professor, Department of Architecture, Khavaran Institute of Higher Education, Mashhad, Iran. (Corresponding Author). E-mail: Yazdani\_m@khavaran.ac.ir

# A NEW STRUCTURE AND TEACHING APPROACH BASED ON PROFESSIONAL NEEDS FOR THE UNDERGRADUATE COURSE ‘ENGLISH FOR ELECTRICAL ENGINEERING’, A CASE STUDY

A. M. Sodagar <sup>1</sup>

Received: 3 November 2023 ; Accepted: 30 January 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.423545.2022

**Abstract:** This paper proposes a new combination of contents and a teaching approach for the ‘English for Electrical Engineering’ undergraduate course. This proposition targets the current and future needs of an electrical engineer, focused on reading, comprehension, and writing, and slightly touches upon speaking and listening as well. The structure of the course is based on in-class delivery of the content in such a way that it maximally attracts the participation and contribution of students. For reading and comprehension, a wide variety of scientific and technical texts are used including textbooks, laboratory instruction manuals, user manuals, catalogues, brochures, and also datasheets. The texts are chosen to cover various subspecialties within the electrical engineering discipline. Captured from the texts discussed in the class, a rich vocabulary is gradually formed comprising numerous word clusters. Feedback of the students on the content and delivery of the course was collected through a questionnaire in three parts. According to the evaluation results, around 87% of the students participated in the class were satisfied with the fulfillment of their English language needs and expectations through the proposed course structure and content, as well as the teaching approach.

**Keywords:** Course design, electrical engineering students, content generation, English language needs, academic purposes, language skills

---

1- Ph.D, Research Lab. for Integr. Circ. & Syst., K.N.Toosi Univ. of Tech., Tehran, Iran. E-mail: amsodagar@gmail.com and EECS Department, York University, Toronto, Canada

## CREATIVE ENGINEERING APPROACH FOR PERSISTENT SIMULATION OF ENGINEERING SYSTEMS IN SOFTWARE ENVIRONMENTS

A. Mansouri<sup>1</sup> and R. Gavagsaz-Ghoachani<sup>2</sup>

Received : 8 September 2023 ; Accepted : 11 December 2023

DOI: 10.22047/ijee.2023.415346.2009

**Abstract:** Engineering education, alongside various fields of engineering, requires research and importance. In engineering sciences, numerical simulation using computer software is one of the important research tools for engineers. MATLAB/Simulink software is one of the practical engineering software. Due to its wide range of applications, training in this software is of particular importance. In this paper, a training method based on a coherent set of blocks used for engineering systems is introduced. This method is based on images and the goal is to implement the blocks in the Simulink environment. Factors such as the name, appearance, and performance of block components are important. The proposed method is effective in improving the recognition and mental maintenance of these factors. Examples of implementing this idea at different levels are introduced as assignments or tests. The experience of implementing this method over several semester shows that it can be easily implemented on various engineering systems. The results from surveys on sustainability, recognition, and psychological aspects are analyzed. The effectiveness of the proposed package is investigated through pre- and post-test.

**Keywords:** MATLAB, Simulink software, engineering education, software skills, sustain

---

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

2- Associate Professor, Department of Renewable Energy Engineering, Faculty of Mechanical and Energy Engineering, Shahid Beheshti University, Tehran. Iran. (Corresponding Author). E-mail; r\_gavagsaz@sbu.ac.ir

## INVESTIGATING THE RELATIONSHIP BETWEEN MATH, COMPUTER AND SCIENCE SELF-EFFICACY AND THE ACADEMIC PERFORMANCE OF ENGINEERING STUDENTS

M. Abolghasemi Najafabadi<sup>1</sup> and K. Nosrati<sup>2</sup>

Received: 4 September 2023; Accepted: 8 January 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.414346.2008

**Abstract:** The aim of the present research was to examine the relationship between self-efficacy in mathematics, computer science and engineering students' academic performance. This research was applied and descriptive and correlational. The population of this research includes all engineering students of Isfahan University of Technology in the academic year 1402-1401 and multi-stage cluster sampling method. Questionnaires used to collect information include mathematical self-efficacy questionnaire (MSES), Murphy, Kuro and Owen self-efficacy questionnaire and Henderson Questionnaire were used to measure science self-efficacy. The validity and reliability of this questionnaire has been confirmed in past researches. In this research, the validity of these questionnaires has been checked and confirmed by subject experts, and its reliability has been confirmed by Cronbach's alpha. The data obtained from the questionnaires were used by means of descriptive statistics such as mean and standard deviation and inferential statistics such as Pearson correlation and multiple regression. The results of the data analysis indicated that having self-efficacy in mathematics and computers can predict academic performance and science has a correlation with academic performance. Meanwhile, mathematics self-efficacy has the greatest power to explain mathematics performance, followed by computer and science self-efficacy, which has the power to explain the academic performance of undergraduate engineering students.

**Keywords:** Math self-efficacy, computer self-efficacy, science self-efficacy, academic performance, engineering students

---

1- Assistant Professor, Department of Educational Sciences, Farhangian University, Tehran, Iran. (Corresponding Author). E-mail: mah.abolghasemi@gmail.com

2- Assistant Professor, Department of Educational Sciences, Farhangian University, Tehran, Iran.  
E-mail: kamalnosrati1367@cfu.ac.ir

## ATTITUDE OF ENGINEERING STUDENTS OF SHIRAZ UNIVERSITY TOWARDS THE RELATEDNESS OF THE GRADUATE CURRICULUM WITH SUSTAINABLE DEVELOPMENT

M. Mohammadi<sup>1</sup>, R. Shirin Hissar<sup>2</sup> and Q. Salimi<sup>3</sup>

Received: 1 October 2023 ; Accepted: 9 December 2023

DOI: /10.22047/ijee.2023.414181.2007

**Abstract:** The purpose of this study was to the engineering Implemented graduate curriculum at Shiraz University based on the sustainable curriculum framework. The research method was descriptive survey design. The statistical population included all engineering graduate students. By using a stratified random sampling method, 400 students were selected. The research tool was the sustainable curriculum scale, which was distributed among the sample students after calculating the validity and reliability. To analyze the data, the T-test method of a sample of SPSS 19 software was used. The results of the research showed that: the logic, objectives, and content of Shiraz University engineering courses implemented curriculum, the general objectives of this curriculum, and its academic content headings, skill headings, and attitude headings, are align with the logic of the curriculum. They are stable and correspondence. However, based on the student's point of view, the role of the instructors in teaching and learning and the teaching and learning methods used in the implemented curriculum, educational resources and educational assistance, engineering students' learning activities, course time, educational space for implementing the curriculum, methods, based on the students and the evaluation methods used, are not consistent with the sustainable curriculum elements. According to the results of the research, it can be seen that that sustainable engineering education is a vital component in dealing with climate change and promoting a greener future. With the increasing demand for sustainable infrastructure, renewable energy sources and environmentally friendly technologies, the engineering curriculum of Shiraz University must adapt to these needs.

**Keywords:** Implemented curriculum, sustainable development, graduate studies, engineering, evaluation

---

1- PhD, Curriculum Studies, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University, Shiraz. Iran.  
(Corresponding author).E-mail: Mmohammadi48@shirazu.ac.ir

2- PhD, Curriculum Studies, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University, Shiraz. Iran.  
E-mail:shirinhesar.r@gmail.com

3- PhD, Higher Education Management, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shiraz University, Shiraz.  
Iran. E-mail:salimi@shirazu.ac.ir

## ABSTRACTS

### THE FRAMEWORK FOR IMPROVING THE CONTENT OF CIVIL ENGINEERING UNDERGRADUATE EDUCATION, WITH THE APPROACH OF TRANSFERRING ENTREPRENEURIAL SKILLS

A. Mohammadi<sup>1</sup>, A. Momayez<sup>2</sup> and S. Mahmoud Taheri<sup>3</sup>

Received: 16 September 2023; Accepted: 23 January 2024

DOI:10.22047/ijee.2024.416586.2010

**Abstract:** A framework has been proposed to improve the content of civil engineering undergraduate education with a focus on transferring entrepreneurial skills. Using a mixed-exploratory research method, 11 university experts were interviewed and a conceptual model with 9 components (ecosystem, tests and evaluations, structure, incentives, general/theoretical courses, projects (structural and road design), internship, complementary courses and Kehad, extracurricular activities) was developed. Based on the sub-components, solutions have been presented for improving the content of civil engineering undergraduate education by transferring entrepreneurial skills. Then, based on the model, a questionnaire including 35 Likert-scale questions and 2 ordinal questions was designed and distributed to a sample of working civil engineers (experts). The obtained data were analyzed with the Friedman test, and the questions were ranked according to the priority of the experts. Finally, based on the top 20 priorities, suggestions were made to policymakers, professors, entrepreneurs, and students. For example, visiting construction sites as extracurricular activities was the suggestion of professors and the first priority of experts, also, the lesson proposal under the title “Innovative Project” was one of the 20 primary priorities of experts.

**Keywords:** Entrepreneurship education, Friedman test, engineering education, civil engineering, exploratory mixed method

---

1- MS Student of Engineering Education, College of Engineering, University of Tehran, Tehran, Iran. (Corresponding author) E-mail: mohammadi.arezoo@ut.ac.ir

2- Assistant Professor, School of Entrepreneurship, University of Tehran, Iran. E-mail: amomayez@ut.ac.ir.

3- Professor, School of Engineering Sciences, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: sm\_taheri@ut.ac.ir





# Contents

## Iranian Journal of Engineering Education

Volume 25, No. 100, Winter 2024

- *The framework for improving the content of civil engineering undergraduate education with the approach of transferring entrepreneurial skills / A. Mohammadi, A.Momayez, and S. M. Taheri*
- *Attitude of engineering students of Shiraz University towards the relatedness of the graduate curriculum with sustainable development / M. Mohammadi, R. S. Hissar and Q. Salimi*
- *Investigating the relationship between math, computer and science self-efficacy and the academic performance of engineering students / M. Abolghasemi Najafabadi and K. Nosrati*
- *Creative engineering approach for persistent simulation of engineering systems in software environments / A. Mansouri and R. Gavagsaz-Ghoachani*
- *A new structure and teaching approach based on professional needs for the undergraduate course 'English for electrical engineering', A case study / A. M. Sodagar*
- *Identifying the components of discussion skills in the process of learning architectural design / A. Rezvani and M. Yazdani*
- *Challenges of higher education in engineering fields / J. Faiz*
- *English Abstracts of the Articles*

## Editorial Board:

Prof. Khodayar Abili / University of Tehran  
Prof. Godarz Ahmadi/Professor of Robert Hill, Clarkson 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 Electrical 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. Mohammad 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



Department of Engineering Sciences

## Iranian Journal of Engineering Education

---

**Vol. 25 No. 100 Winter 2024**

---

**Proprietor:** The Academy of Sciences of IR Iran

**Managing Director:** Prof. Mahmood Yaghoubi

**Editor-in-Chief:** Prof. Mahmood Yaghoubi

**Office Manager:** Dr. Mitra Molaee Parvareh

**Persian Editor:** Miss. Atefeh Ghanbari

**Page Layout:** Mr. Majid Mirabzadeh

**Cover Design:** Mr. Kh. 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](mailto: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 100 ■ Volume 25 ■ Winter 2024

- ◆ The framework for improving the content of civil engineering undergraduate education with the approach of transferring entrepreneurial skills / A. Mohammadi, A. Momayez, and S. M. Taheri
- ◆ Attitude of engineering students of Shiraz University towards the relatedness of the graduate curriculum with sustainable development / M. Mohammadi, R. S. Hissar and Q. Salimi
- ◆ Investigating the relationship between math, computer and science self-efficacy and the academic performance of engineering students / M. Abolghasemi Najafabadi and K. Nosrati
- ◆ Creative engineering approach for persistent simulation of engineering systems in software environments / A. Mansouri and R. Gavagsaz-Ghoachani
- ◆ A new structure and teaching approach based on professional needs for the undergraduate course 'English for electrical engineering', A case study / A. M. Sodagar
- ◆ Identifying the components of discussion skills in the process of learning architectural design / A. Rezvani and M. Yazdani
- ◆ Challenges of higher education in engineering fields / J. Faiz
- ◆ English Abstracts of the Articles

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