فصلنامه
آموزش مهندسی ایران
فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران
گروه علوم مهندسی
شماره ۱۰۸ ■ سال بیست و هفتم ■ زمستان ۱۴۰۴
۱۰۸

- **نگرش، آمادگی دیجیتال و مشـــارکت فعال: عوامل کلیدی در یادگیری الکترونیکی دانشجویان**/ اکرم حسینیان سراجه لو، مقصود فراستخواه، ابراهیم خدایی و حسین برزگران
- **توسعه محفل کند و کاو برخط صنعت محور در دانشجویان مهندسی: رویکرد فراترکیب نظریه ساز**/ مهدی محمدی، علیرضا حیدری و قاسم سلیمی
- **طراحی، اعتبار سنجی و اثر بخشی تلفیق آموزش ریاضی و مهارت‌های کارآفرینی فناورانه در آموزش مهندسی با رویکرد تولید دانش‌بنیان**/ خدیجه احمدجواهری و آتسا پارساپور
- **ایده‌پردازی و قصد کارآفرینی: نقش مسئولیت‌پذیری، ریسک‌پذیری و تعدیل‌گری پذیرش چت جی‌پی‌تی**/ وجیهه سراج، امینه زیوری، مهدی خیاطان، سیده راضیه روانبخش، مرتضی اکبری و کمال سخدری
- **تلفیق نظریهٔ بنیانی و تحلیل ساختاری جهت تبیین انتخاب رشته‌های فنی: در جستجوی رهیافتی نوین**/ نعمت‌اله شیری، فاطمه پورقاسم و مژگان خوش‌مرام
- **هوش مصنوعی در آموزش مهندسی معماری از منظر متخصصان بین‌الملل**/ علی صادقی حبیب‌آباد و الساندرا دی چزاریس
- **چکیده انگلیسی مقالات**

فصلنامه آموزش مهندسی ایران ■ سال بیست و هفتم ■ زمستان ۱۴۰۴ گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران
E-ISSN: ۲۶۷۶-۴۸۸۱
ISSN: ۱۶۰۷-۲۲۱۶
DOI: ۱۰.۲۲۰۴۷/ijee
DOR: ۲۰.۱۰۰۱.۱.۱۶۰۷۲۲۱۶

بسم الله الرحمن الرحیم

فصلنامه آموزش مهندسی ایران
فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

گروه علوم مهندسی

فصلنامهٔ
آموزش مهندسی ایران

سال بیست و هفتم، شمارهٔ ۱۰۸، زمستان ۱۴۰۴

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

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

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

هیئت تحریریه

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

هیئت مشاوران

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

فصلنامهٔ آموزش مهندسی ایران از همکاری صمیمانهٔ انجمن آموزش مهندسی ایران سپاسگزار است.

پایگاه‌ها

پایگاه استنادی جهان اسلام (ISC)

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

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

فصلنامه آموزش مهندسی ایران

۵ اسفند

روز مهندس

روز بزرگداشت خواجه نصیرالدین طوسی
را به جامعه مهندسان کشور تبریک می گوید

۱۴۰۴

فهرست مطالب

فصلنامه آموزش مهندسی
سال ۲۷، شمارهٔ ۱۰۸، زمستان ۱۴۰۴

نگرش، آمادگی دیجیتال و مشارکت فعال: عوامل کلیدی در یادگیری الکترونیکی دانشجویان ۱
اکرم حسینیان سراجه‌لو، مقصود فراستخواه، ابراهیم خدایی و حسین برزگران

توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور در دانشجویان مهندسی: رویکرد فراترکیب نظریه‌ساز ۲۷
مهدی محمدی، علیرضا حیدری و قاسم سلیمی

طراحی، اعتبار سنجی و اثر بخشی تلفیق آموزش ریاضی و مهارت‌های کارآفرینی فناورانه در آموزش مهندسی با رویکرد تولید دانش‌بنیان ۴۷
خدیجه احمدجواهری و آتسا پارساپور

ایده‌پردازی و قصد کارآفرینی: نقش مسئولیت‌پذیری، ریسک‌پذیری و تعدیل‌گری پذیرش چت‌جی‌پی‌تی..... ۷۵
وجیهه سراج، امینه زیوری، مهدی خیاطان، سیده‌راضیه روانبخش، مرتضی اکبری و کمال سخدری

تلفیق نظریهٔ بنیانی و تحلیل ساختاری جهت تبیین انتخاب رشته‌های فنی: در جستجوی رهیافتی نوین ۹۷
نعمت‌اله شیری، فاطمه پورقاسم و مژگان خوش‌مرام

هوش مصنوعی در آموزش مهندسی معماری از منظر متخصصان بین‌الملل ۱۲۵
علی صادقی حبیب‌آباد و الساندرا دی چزاریس

چکیده انگلیسی مقالات 1

نگرش، آمادگی دیجیتال و مشارکت فعال: عوامل کلیدی در یادگیری الکترونیکی دانشجویان

اکرم حسینیان سراجه‌لو[۱]، مقصود فراستخواه[۲]، ابراهیم خدایی[۳] و حسین برزگران[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۴/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۷/۱۶

DOI: 10.22047/ijee.2025.534930.2188

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.108.1.7

چکیده: در عصر فناوری‌های دیجیتال، یادگیری الکترونیکی به یکی از ارکان اصلی نظام آموزشی تبدیل شده و ضرورت انعطاف‌پذیری و بازتعریف روش‌های سنتی آموزش را آشکار ساخته است. این پژوهش با هدف بررسی رابطهٔ نگرش دانشجویان مهندسی شیمی نسبت به یادگیری الکترونیکی با آمادگی دیجیتال و مشارکت فعال آنان انجام شد. پژوهش حاضر توصیفی و از نوع همبستگی است. جامعهٔ آماری شامل کلیهٔ دانشجویان کارشناسی مهندسی شیمی دانشگاه تهران (تعداد کل: ۵۰۰) بود که با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی ساده و فرمول کوکران، نمونه‌ای به حجم ۲۴۷ نفر انتخاب شد. داده‌ها با استفاده از پرسشنامه‌ای مبتنی بر ادبیات پژوهشی داخلی و خارجی گردآوری شد. روایی سازه پرسشنامه به کمک تحلیل عاملی تأییدی و پایایی آن با ضرایب آلفای کرونباخ و امگا تأیید شد. تحلیل داده‌ها در نرم‌افزار JASP و با به‌کارگیری روش‌های آمار توصیفی و استنباطی انجام گرفت. یافته‌ها نشان داد که نگرش مثبت دانشجویان به یادگیری الکترونیکی با آمادگی دیجیتال و مشارکت فعال آنان رابطهٔ مثبت و معناداری دارد. نوآوری این پژوهش در آن است که با ادغام چهارچوب‌های نظری مدل پذیرش فناوری و نظریهٔ خودتعیین‌گری، ابزاری جامع ارائه می‌دهد که تحلیل تعامل پیچیده میان مهارت‌های دیجیتال، انگیزهٔ ذاتی و طراحی محیط‌های یادگیری الکترونیکی را ممکن می‌سازد.

واژگان کلیدی: نگرش دانشجویان، یادگیری الکترونیکی، آمادگی دیجیتال، مشارکت فعال، مدل‌ها

۱- استاد دانشکدهٔ مهندسی دانشگاه تهران، دکترای شیمی معدنی از دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران (نویسندهٔ مسئول). Hoseinian@ut.ac.ir

۲- استاد تمام، مؤسسهٔ پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی، دکترای تخصصی برنامه‌ریزی توسعهٔ آموزش عالی، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. maghsoodf@gmail.com

۳- استاد دانشکدهٔ روان‌شناسی دانشگاه تهران، دکترای آمار کاربردی از ساوتهمپتون انگلستان، تهران، ایران. khodaie@ut.ac.ir

۴- دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد آموزش مهندسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران . hbz25850@gmail.com

۱. مقدمه

آموزش الکترونیکی به‌عنوان یک پارادایم آموزشی نوین در عصر فناوری اطلاعات، از جایگاه استراتژیک در نظام‌های دانشگاهی جهانی برخوردار است و به‌عنوان دارایی ارزشمند برای تضمین دسترسی همگانی به آموزش مورد توجه قرار می‌گیرد.(Sohrabi et al., 2019)

این شیوهٔ یادگیری مبتنی بر فناوری‌های پیشرفته، محتوای آموزشی را به‌صورت الکترونیکی ارائه می‌دهد و با تأکید بر اصل «هر زمان، هر مکان، هر فرد»، از انعطاف‌پذیری بالایی در زمان‌بندی و انتقال دانش برخوردار است .(Islam et al., 2011) موفقیت پیاده‌سازی نظام آموزش الکترونیکی متأثر از عوامل متعددی در حوزهٔ فراگیران است؛ از جمله نگرش، انگیزه، خودکارآمدی دیجیتال، مشارکت فعال و تعهد به مطالعات آنلاین. شواهد پژوهشی حاکی از آن است که دانشجویان دارای نگرش مثبت به یادگیری الکترونیکی، مشارکت بیشتری در فعالیت‌های آنلاین داشته و عملکرد تحصیلی بهتری نشان می‌دهند(Naveed et al., 2020) . همچنین، مشارکت تحصیلی و آمادگی دیجیتال دانشجویان به‌عنوان متغیرهای میانجیِ تأثیرگذار بر درک آنان از یادگیری الکترونیکی و پیش‌بینی‌کنندهٔ پیشرفت تحصیلی شناخته شده‌اند. با وجود درک مثبت دانشجویان از تجربیات یادگیری الکترونیکی دانشگاهی، ضرورت برخورداری از مهارت‌های دیجیتالی قوی و تعهد به مشارکت فعال در محیط‌های یادگیری آکادمیک الکترونیکی مورد تأکید است (Kim et al., 2019). افزون بر این، پژوهش‌ها رابطه‌ای معنادار بین عملکرد یادگیرندگان برخط و ویژگی‌های جمعیت‌شناختی نظیر تعلق منطقه‌ای، وضعیت اجتماعی ـ اقتصادی، سطح تحصیلات، سن، جنسیت و وضعیت ناتوانی را نشان می‌دهند. به‌طور خاص، سطح فقر محله[1] (سطح فقر محله به شاخصی اجتماعی-اقتصادی گفته می‌شود که میزان تمرکز خانوارهای کم‌درآمد در یک محله یا منطقهٔ جغرافیایی خاص را نشان می‌دهد) و تحصیلات قبلی از پیش‌بینی‌های قوی نتایج یادگیری محسوب می‌شوند (Rizvi et al., 2019). بنابراین، بررسی رابطهٔ نگرش دانشجویان نسبت به یادگیری الکترونیکی با ویژگی‌های جمعیت‌شناختی، آمادگی دیجیتال و میزان مشارکت فعال آنان، به درک بهتر عوامل مؤثر بر موفقیت این نوع آموزش کمک کرده و زمینه‌ساز بهبود طراحی و اجرای برنامه‌های آموزشی در محیط‌های مجازی خواهد بود. این پژوهش با تمرکز بر دانشجویان مهندسی شیمی دانشگاه تهران، درصدد ارائهٔ دیدگاهی جامع از عوامل مؤثر بر نگرش و مشارکت دانشجویان در آموزش الکترونیکی است.

۲. ادبیات و پیشینهٔ تحقیق

نگرش به ارزیابی نسبتاً پایدار فرد (شامل احساسات، باورها و تمایلات رفتاری) نسبت به یک شیء، پدیده، شخص یا ایده اطلاق می‌شود. برخلاف ویژگی‌های فطری، نگرش‌ها اکتسابی، قابل‌اصلاح و درعین‌حال دارای

1- Neighborhood poverty level

ثبات نسبی هستند که می‌توانند در سطوح ضمنی، صریح، خودآگاه، ناخودآگاه یا عقلانی، غیرمنطقی نمود یابند و ماهیتی مثبت یا منفی داشته باشند (Olufemi, 2012).

الگوی کلاسیک و تأثیرگذار (Rosenberg & Hovland, 1960)، نگرش را به‌عنوان یک ساختار چندبعدی در نظر می‌گیرد که متشکل از سه مؤلفهٔ به‌هم‌پیوسته است:

۱. **عاطفی:** احساسات و هیجانات نسبت به موضوع نگرش
۲. **شناختی:** باورها، افکار و دانش دربارهٔ موضوع نگرش
۳. **رفتاری:** تمایلات و آمادگی‌ها برای عمل نسبت به موضوع نگرش

این الگوی سه‌بعدی بر این ایده استوار است که نگرش یک گرایش ارزشی پایدار است که می‌تواند به‌طور مثبت یا منفی بروز کند و تأثیر تعیین‌کننده‌ای بر رفتار دارد. اگرچه در جزئیات ممکن است اختلاف‌نظرهایی وجود داشته باشد، ارتباط نیرومند نگرش با رفتار، به‌ویژه در زمینه‌های آموزشی، به‌خوبی مستند شده است (Rosenberg & Hovland, 1960; Yang et al., 2020).

در حوزهٔ آموزش، بررسی‌ها حاکی از آن است که نگرش‌های دانشجویان پیوند نزدیکی با پیامدهای آموزشی (مانند انگیزش و انتقال یادگیری) و رفتارهای تحصیلی آنان دارد. انگیزه به‌عنوان یک عامل کلیدی، ارتباط بین نگرش و انتقال یادگیری را میانجی‌گری می‌کند (Yang et al., 2020). مدل‌های نظری متعددی در حوزهٔ نگرش نسبت به یادگیری الکترونیکی وجود دارد که در این پژوهش به مهم‌ترین آن‌ها، که مبنای مطالعهٔ حاضر قرار گرفته‌اند، اشاره می‌شود.

۲-۱. مدل پذیرش فناوری(TAM)[1]

مدل پذیرش فناوری (TAM)، معرفی‌شده توسط (Davis, 1989) چارچوبی معتبر و پرکاربرد برای پیش‌بینی نگرش و رفتار افراد نسبت به پذیرش فناوری‌های نوین، ازجمله یادگیری الکترونیکی، است(Davis, 1989; Weng et al., 2018) . طبق شکل ۱، این مدل دو عامل کلیدی مؤثر بر نگرش و قصد رفتاری را شناسایی می‌کند:

۱. **سودمندی ادراک**[2]: عبارت است از میزان اعتقاد فرد به این‌که استفاده از سیستم (مانند یادگیری الکترونیکی) عملکرد (شغلی یا تحصیلی) او را بهبود می‌بخشد. تحقیقات نشان می‌دهد سودمندی درک‌شده تأثیر مستقیمی بر نگرش نسبت به استفاده داشته و پذیرش سیستم‌های یادگیری الکترونیکی و مدیریت دوره را افزایش می‌دهد(Umaroh et al., 2023) . هرچه کاربران پلتفرم آموزش الکترونیکی را مفیدتر بدانند، تمایل بیشتری به استفاده از آن دارند (Tahar et al., 2020). همچنین، سودمندی درک‌شده نقش محوری در شکل‌دهی نگرش دانشجویان و دستیابی به رضایت و توسعهٔ شخصی آنان دارد (Ruiz-Jiménez et al., 2022).

1- Technology acceptance model 2- Perceived Usefulness - PU

۲. **سهولت ادراک**[1]: عبارت است از میزان اعتقاد فرد به این‌که استفاده از سیستم نیاز به تلاش کمی دارد. سهولت استفادهٔ درک‌شده نیز بر نگرش نسبت به استفاده تأثیر می‌گذارد و نگرش مثبت دانشجویان به پذیرش یادگیری الکترونیکی را پیش‌بینی می‌کند.(Dubey & Sahu, 2022; Weng et al., 2018).

سایر مؤلفه‌های اصلی مدل پذیرش فناوری عبارتند از:

- **نگرش نسبت به استفاده**[2]: ارزیابی مثبت یا منفی فرد نسبت به استفاده از سیستم، که تحت تأثیر مستقیم سودمندی و سهولت استفاده درک‌شده شکل می‌گیرد.
- **قصد رفتاری**[3]: این مؤلفه بیانگر نیت فرد برای استفاده از فناوری است که به‌وسیلهٔ نگرش نسبت به استفاده و ادراک از مفید بودن هدایت می‌شود. هرچه نگرش مثبت‌تر باشد، احتمال استفادهٔ واقعی از سیستم افزایش می‌یابد.
- **استفادهٔ واقعی**[4]: رفتار نهایی استفاده از فناوری را که نتیجهٔ این فرایند است، نشان می‌دهد. استفادهٔ واقعی نشان‌دهندهٔ اجرای عملی فناوری توسط کاربران است، شامل میزان، فرکانس و نحوهٔ تعامل با پلتفرم یادگیری الکترونیکی.

این مدل تأکید می‌کند که برای موفقیت در پیاده‌سازی یادگیری الکترونیکی، تمرکز بر بهبود سودمندی ادراک‌شده و سهولت استفادهٔ ادراک‌شده ضروری است، زیرا نگرش‌های مثبت حاصل از این عوامل، منجر به پذیرش و استفادهٔ مداوم از سیستم‌های یادگیری الکترونیکی می‌شود (King & He, 2006; Umaroh et al., 2023).

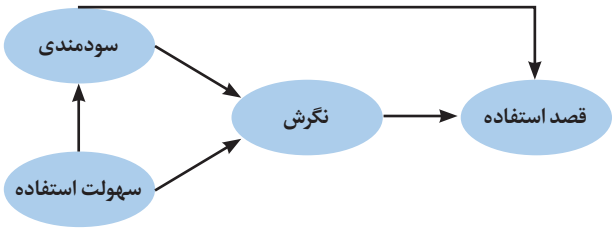
مدل TAM، با در نظر گرفتن پیچیدگی ادغام عوامل انسانی و فناوری در محیط‌های یادگیری آنلاین، به‌عنوان پرکاربردترین چهارچوب نظری در تحقیقات پذیرش آموزش الکترونیکی شناخته می‌شود و چهارچوبی جامع برای بررسی رفتار کاربران ارائه می‌دهد.

مطالعات نشان می‌دهند که پژوهشگران بیشتر بر چهار ساختار اصلی مدل (سودمندی ادراک‌شده، سهولت استفادهٔ ادراک‌شده، نگرش نسبت به استفاده و قصد رفتاری) تمرکز می‌کنند. علاوه بر این ساختارهای اصلی، عوامل مکمل مانند میزان تعامل کاربر با سیستم و مقرون‌به‌صرفه بودن فناوری نیز می‌توانند در شکل‌دهی نگرش مثبت و تقویت قصد استفاده از یادگیری الکترونیکی مؤثر باشند (Dubey & Sahu, 2022).

در مطالعهٔ حاضر، بر اساس مدل پذیرش فناوری نشان داده شد که نگرش دانشجویان نسبت به آموزش الکترونیکی به سودمندی درک‌شده از ابزارهای فناوری مورد استفاده و درک سهولت استفاده بستگی دارد. پژوهش (Ruiz-Jiménez et al.,2022) تأیید می‌کند که سودمندی درک‌شده نقش مهمی در شکل‌دهی

1- Perceived ease of use - PEOU 2- Attitude toward using - ATU 3- Behavioral intention - BI
4- Actual usage - AU

نگرش دانشجویان نسبت به یادگیری الکترونیکی و دستیابی به رضایت و توسعهٔ شخصی کاربران دارد. شکل ۱ مدل پذیرش فناوری را نشان داده است.



شکل ۱. مدل پذیرش فناوری (Weng et al., 2018)

۲-۲. نظریهٔ خودتعیین‌کنندگی[1] (SDT)

طبق نظر (Ryan & Deci , 2000) در خصوص نظریهٔ خودتعیین‌کنندگی، انگیزش درونی با ارضای سه نیاز اساسی روان‌شناختی تقویت می‌شود:

- **خودمختاری**[2]: احساس کنترل بر انتخاب‌ها و اقدامات (مانند امکان انتخاب محتوا، روش یادگیری و زمان‌بندی در محیط الکترونیکی).
- **شایستگی**[3]: احساس تسلط و توانایی در انجام وظایف (از طریق بازخورد سازنده، چالش‌های سطح‌بندی‌شده و ابزارهای حمایتی).
- **ارتباط**[4]: احساس تعلق و پیوند با دیگران (محقق‌شده توسط تعاملات مجازی، بحث‌های گروهی و فروم‌ها).

در آموزش الکترونیکی، این نظریه چهارچوبی کارآمد و معتبر برای تحلیل نگرش و ارتقای نتایج یادگیری است (Yuerong et al., 2024). پلتفرم‌هایی که از این نیازها پشتیبانی می‌کنند (مثلاً مسیرهای یادگیری شخصی‌شده برای خودمختاری، بازخورد بلادرنگ برای شایستگی، ابزارهای تعامل همتا-به-همتا برای ارتباط)، انگیزش درونی را افزایش داده، موانعی مانند اضطراب را کاهش می‌دهند و نتایج یادگیری را بهبود می‌بخشند(Yuerong et al., 2024; Khalil & Ebner, 2021) . پژوهش‌ها نشان می‌دهند این نظریه به‌ویژه در عمیق‌سازی و پایدارسازی انگیزهٔ یادگیرندگان آنلاین از طریق تقویت احساس اختیار، توانایی و ارتباط اجتماعی مؤثر است (Rosli et al., 2022).

۲-۳. سایر عوامل مؤثر بر نگرش دانشجویان

نگرش دانشجویان نسبت به یادگیری الکترونیکی تحت‌تأثیر مجموعه‌ای از عوامل دیگر هم قرار دارد. در

1- Self-determination theory(SDT) 2- Autonomy 3- Competence
4- Relatedness

ادامه، مهم‌ترین عوامل مؤثر بر شکل‌گیری این نگرش بررسی می‌شوند.

- **آمادگی دیجیتال:** مهارت‌ها و خودکارآمدی دانشجویان در استفاده از ابزارهای دیجیتال به‌طور مستقیم بر نگرش مثبت آنان تأثیر می‌گذارد. ابعادی مانند یادگیری خودراهبر، انگیزه، خودکارآمدی رایانه/اینترنت، کنترل یادگیرنده و خودکارآمدی ارتباط آنلاین در این زمینه حیاتی‌اند (Hung et al., 2010).
- **ویژگی‌های جمعیت‌شناختی:** عواملی مانند سن، جنسیت، سطح تحصیلات، زمینهٔ تحصیلی و تجربهٔ فناوری، پیش‌بینی‌های مهمی برای پذیرش و نگرش نسبت به یادگیری الکترونیکی هستند (Chung et al., 2010) و (Venkatesh et al., 2012). به‌طور خاص، سن و جنسیت نقش تعدیل‌کننده در قصد رفتاری و پذیرش فناوری دارند (Tarhini et al., 2014).
- **مشارکت فعال:** درگیری مستمر و پویا در فرآیند یادگیری (از طریق فعالیت‌های معنادار، تعامل با محتوا، هم‌کلاسی‌ها و اساتید) بر نگرش و موفقیت تحصیلی تأثیر بسزایی دارد. استفاده از تکنیک‌های یادگیری فعال (بحث‌های گروهی، پروژه‌ها، حل مسئله) و ابزارهای تعاملی (Google Meet, Jamboard) این مشارکت را تقویت می‌کند(Ahshan, 2021). مشارکت فعال با بهبود تفکر انتقادی، خلاقیت و حل مسئله مرتبط است و یادگیری عمیق‌تر را در محیط‌های آنلاین ممکن می‌سازد (Vermeulen et al., 2024).
- **سایر متغیرها:** آموزش آنلاین که تحت‌تأثیر پیشرفت‌های سریع فناوری و نیازهای آموزشی در حال تغییر است، متغیرهای دیگری را نیز در نگرش دانشجویان دخیل می‌سازد. کیفیت فنی (پایداری، سرعت، دسترسی) و کاربری (رابط کاربری مناسب، سهولت استفاده) پلتفرم‌های آموزش الکترونیکی نقش حیاتی در شکل‌دهی نگرش دارند (Sun et al., 2008). پلتفرم‌های کاربرپسند با قابلیت‌های یادگیری متنوع نگرش مثبت‌تری ایجاد می‌کنند. طراحی چندرسانه‌ای غنی (صوت، تصویر، انیمیشن، پیوندها) نه‌تنها کیفیت محتوا را افزایش می‌دهد، بلکه قصد استفاده و نگرش‌های مثبت دانشجویان را تقویت می‌کند (Jović et al., 2017) . همچنین، نگرش مثبت و تعهد اساتید به آموزش الکترونیکی به‌طور مستقیم بر نگرش و رضایت دانشجویان اثرگذار است. شور و اشتیاق اساتید در تدریس آنلاین، انگیزهٔ دانشجویان را افزایش داده و پذیرش فناوری را تسهیل می‌کند (Sun et al., 2008). این موضوع لزوم انتخاب دقیق مربیان و تأمین آموزش‌های تخصصی برای آنان را نشان می‌دهد. علاوه بر این، ادراک از یادگیری، احساس تعلق به جامعه یادگیرنده، تعاملات اجتماعی و حمایت عاطفی در محیط‌های یادگیری آنلاین نیز اهمیت دارند. این یافته‌ها بر ضرورت طراحی محیط‌های یادگیری آنلاین مشارکت‌محور و حمایت‌گرانه برای ارتقای نگرش مثبت نسبت به یادگیری الکترونیکی تأکید می‌کنند (Yuerong et al., 2024).

۳. تعریف مسئله

مهندسی شیمی به‌عنوان رشته‌ای حیاتی در صنایع کلیدی (پتروشیمی، داروسازی و انرژی) نقش اساسی در طراحی فرآیندهای ایمن، سازگار با محیط‌زیست و بهینه‌سازی تولید ایفا می‌کند

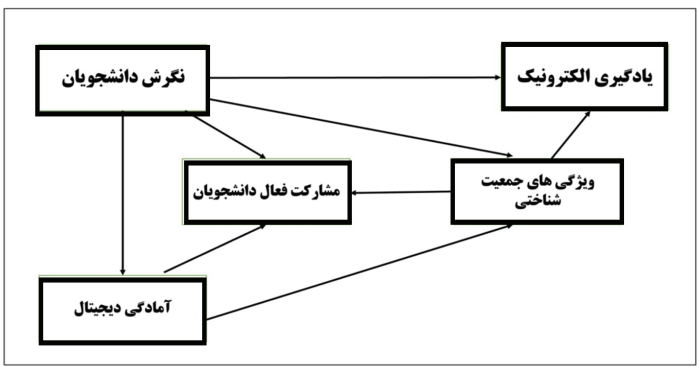
(Carter, 2023) . تربیت مهندسان شیمی کارآمد مستلزم برنامه‌ریزی جامع و توسعهٔ زیرساخت‌های آموزشی نوین است. با توجه به اهمیت آموزش الکترونیکی به‌عنوان یک ضرورت راهبردی، بررسی رابطهٔ بین نگرش، آمادگی دیجیتال و مشارکت فعال دانشجویان مهندسی شیمی دانشگاه تهران در این محیط‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. این تحقیق در پی پاسخ به پرسش اصلی زیر است: «رابطهٔ بین نگرش، آمادگی دیجیتال و میزان مشارکت فعال دانشجویان مهندسی شیمی دانشگاه تهران در آموزش الکترونیکی چگونه است؟»

فرضیه‌های پژوهش

- H_1: بین مؤلفه‌های نگرش نسبت به یادگیری الکترونیکی و ویژگی‌های جمعیت‌شناختی دانشجویان رابطه وجود دارد.
- H_2: بین آمادگی دیجیتال دانشجویان و ویژگی‌های جمعیت‌شناختی آنان رابطه وجود دارد.
- H_3: بین مؤلفه‌های نگرش نسبت به یادگیری الکترونیکی و آمادگی دیجیتال دانشجویان رابطه وجود دارد.
- H_4: بین مؤلفه‌های نگرش نسبت به یادگیری الکترونیکی و میزان مشارکت فعال دانشجویان رابطه وجود دارد.
- H_5: بین آمادگی دیجیتال دانشجویان و میزان مشارکت فعال آنان رابطه وجود دارد.
- H_6: مدل مسیر یادگیری-عملکرد الکترونیک با داده‌های جمع‌آوری‌شده برازش دارد.

هدف پژوهش

هدف پژوهش، بررسی روابط مستقیم و نقش میانجی‌گری بین متغیرهای نگرش، آمادگی دیجیتال، مشارکت فعال و ویژگی‌های جمعیت‌شناختی در مدل مفهومی پژوهش است که در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲. مدل مفهومی پژوهش حاضر

۴. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نوع توصیفی ـ همبستگی است که یکی از روش‌های متداول در تحقیقات علوم اجتماعی و تربیتی محسوب می‌شود. انتخاب این روش به دلیل ماهیت مسئلهٔ پژوهش و متغیرهای درگیر صورت گرفته است؛ زیرا پژوهشگر در پی بررسی و تحلیل نوع و شدت روابط بین چند متغیر (از جمله نگرش دانشجویان نسبت به یادگیری الکترونیکی، ویژگی‌های جمعیت‌شناختی، آمادگی دیجیتال و میزان مشارکت فعال) است. به‌طور کلی، هدف تحقیقات همبستگی، شناسایی و تبیین روابط میان متغیرها بدون دستکاری آن‌هاست. همچنین پژوهش کمی امکان سنجش دقیق و آماری این روابط را فراهم می‌آورد. (Sarmad et al., 2016)

جامعهٔ آماری این پژوهش شامل کلیهٔ دانشجویان مقطع کارشناسی دانشکدهٔ مهندسی شیمی دانشگاه تهران بوده است. از میان جامعهٔ ۵۰۰نفری، با استفاده از فرمول کوکران و روش نمونه‌گیری تصادفی ساده، تعداد ۲۴۷ دانشجو به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. لازم به ذکر است که دانشجویان مهمان از نمونه حذف شده‌اند.

ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامهٔ محقق‌ساخته و برگرفته از (Dubey et al., 2023) بوده است که بر اساس مدل پذیرش فناوری و نظریهٔ خودتعیین‌گری طراحی شده است. این پرسشنامه شامل مؤلفه‌هایی مانند ادراک، انگیزهٔ لذت‌جویانه، سودمندی، توانمندسازی، نگرش و مشارکت دانشجو در فرآیند یادگیری الکترونیکی است. روایی و پایایی این ابزار در پژوهش اصلی با ضریب آلفای کرونباخ بالاتر از ۰/۷ و ضریب قابلیت اطمینان مرکب CR ≥ ۰/۷ تأیید شده است که نشانگر قابلیت اعتماد بالای ابزار است.

برای سنجش آمادگی دیجیتال دانشجویان (مهارت استفاده از رایانه) از گویه‌های برگرفته از پژوهش (Jahanbakhsh et al., 2021) استفاده شد. این گویه‌ها شامل ابعاد مهارت‌های پایه، مهارت‌های عمومی، مهارت‌های وب و دسترسی به منابع آنلاین هستند. پایایی این بخش از پرسشنامه نیز با ضریب آلفای کرونباخ ۹۳/۰ مورد تأیید قرار گرفته است.

پرسشنامهٔ پژوهش مشتمل بر ۵۰ سؤال اصلی بر اساس مقیاس لیکرت پنج‌درجه‌ای (از «کاملاً مخالف» تا «کاملاً موافق») طراحی شده است که به هر گزینه نمره‌ای از ۱ تا ۵ اختصاص می‌یابد. بخش اطلاعات جمعیت‌شناختی نیز شامل ۱۸ سؤال دربارهٔ متغیرهایی نظیر سن، جنسیت، وضعیت تأهل، اشتغال، محل سکونت، نوع دوره (روزانه/شبانه)، تعداد واحدهای گذرانده، رشتهٔ تحصیلی، سال ورود، مدرک و رشته قبلی، نوع دیپلم، میزان استفاده از اینترنت و کانال‌ها در طول روز و معدل هنگام بهره‌گیری از آموزش الکترونیکی است.

روایی سازهٔ پرسشنامه از طریق تحلیل عاملی تأییدی (CFA)[1] و پایایی مقیاس‌ها با استفاده از ضریب

1- Confirmatory factor analysis

آلفای کرونباخ و شاخص امگا (Ω) بررسی شد. پس از تأیید ابزار، تحلیل مسیر بر اساس مدل نظری پژوهش جهت بررسی روابط بین متغیرها انجام گرفت.

برای تحلیل داده‌ها، از آمار توصیفی (شامل میانگین، انحراف معیار، کجی، کشیدگی، آزمون شاپیرو ـ ویلک، نمودار هیستوگرام) و آمار استنباطی (شامل رگرسیون چندگانه، آزمون تحلیل واریانس و ماتریس همبستگی اسپیرمن) به‌منظور آزمون فرضیه‌ها استفاده شده است. همچنین برای مقایسهٔ متغیرهای پژوهش در گروه‌های مختلف جمعیت‌شناختی، از آزمون تحلیل واریانس (ANOVA) بهره گرفته شد.

۵. یافته‌های پژوهش

به‌منظور شناخت دقیق‌تر جامعهٔ آماری، اطلاعات دموگرافیک شرکت‌کنندگان به شرح زیر گردآوری و تحلیل و در جدول (۱) نیز نشان داده شده است:

از مجموع ۲۴۷ نفر شرکت‌کننده در پژوهش، ۱۵۳ نفر (۶۲٪) مرد و ۹۴ نفر (۳۸٪) زن بوده‌اند. در بین دانشجویان مرد، ۱۲۵ نفر (۸۱٪) زیر ۲۰ سال و ۲۸ نفر (۱۹٪) در بازهٔ سنی ۲۰ تا ۲۵ سال قرار داشتند. همچنین، در بین دانشجویان زن، ۷۲ نفر (۷۶٪) زیر ۲۰ سال و ۲۲ نفر (۲۴٪) بالای ۲۰ سال داشتند.

از نظر محل سکونت، ۱۲۰ نفر (۴۹٪) در خوابگاه‌های دانشجویی و ۱۲۷ نفر (۵۱٪) در مناطق مختلف شهر تهران ساکن بودند.

در رابطه با معدل دانشجویان در زمان بهره‌گیری از آموزش الکترونیکی، توزیع به شرح زیر بود:

- ۱ نفر (۰/۴٪) با معدل بین ۱۳ تا ۱۵،
- ۱۰ نفر (۴٪) با معدل بین ۱۵ تا ۱۷،
- ۷۱ نفر (۲۹٪) با معدل بین ۱۷ تا ۱۹،
- ۱۶۵ نفر (۶۶/۶٪) با معدل بین ۱۹ تا ۲۰.

اطلاعات کامل‌تر و تحلیل‌های آماری در نمودارهای مربوطه ارائه شده است.

در خصوص میزان استفادهٔ روزانه از شبکه‌های اجتماعی نیز نتایج به شرح زیر است:

- استفاده به مدت یک ساعت: ۱٪،
- یک تا دو ساعت: ۱۲٪،
- دو تا سه ساعت: ۲۶٪،
- سه تا چهار ساعت به بالا: ۶۱٪.

این نتایج بیانگر میزان بالای استفاده از شبکه‌های اجتماعی در میان دانشجویان مورد بررسی بوده و می‌تواند در تحلیل رفتار یادگیری الکترونیکی آنان تأثیرگذار باشد.

جدول ۱. توزیع ویژگی‌های جمعیت‌شناختی و استفاده از آموزش الکترونیکی

ویژگی	گروه مورد بررسی	تعداد (درصد)
جنسیت	مرد	۱۵۳ نفر (٪۶۲)
	زن	۹۴ نفر (٪۳۸)
سن (مردان)	زیر ۲۰ سال	۱۲۵ نفر (٪۸۱)
	۲۰ تا ۲۵ سال	۲۸ نفر (٪۱۹)
سن (زنان)	زیر ۲۰ سال	۷۲ نفر (٪۷۶)
	بالای ۲۰ سال	۲۲ نفر (٪۲۴)
محل اسکان	خوابگاه دانشجویی	۱۲۰ نفر (٪۴۹)
	تهران	۱۲۷ نفر (٪۵۱)
معدل دانشجویان	۱۳ تا ۱۵	۱ نفر (٪۰/۴)
	۱۵ تا ۱۷	۱۰ نفر (٪۴)
	۱۷ تا ۱۹	۷۱ نفر (٪۲۹)
	۱۹ تا ۲۰	۱۶۵ نفر (٪۶۶/۶)
استفاده از شبکه‌های اجتماعی	یک ساعت	٪۱
	یک تا دو ساعت	٪۱۲
	دو تا سه ساعت	٪۲۶
	سه تا چهار ساعت به بالا	٪۶۱

از منظر و تحلیل و بررسی یافته‌ها و آزمون فرضیه‌ها، آمارهای توصیفی در جدول ۲ نشان داده شده است: نتایج توصیفی نشان می‌دهد که دانشجویان از سطح نسبتاً مطلوبی از آمادگی دیجیتال برخوردار هستند (میانگین: ۵۴/۱۶)، که عمدتاً ناشی از تسلط بر مهارت‌های وب (میانگین: ۲۱/۷۶) است. با این حال، پایین‌ترین میانگین در مؤلفهٔ دسترسی به منابع آنلاین (۷/۶۴) مشاهده شد، که نشان‌دهندهٔ یکی از نقاط ضعف کلیدی در استفادهٔ مؤثر از آموزش الکترونیکی است. در میان ابعاد نگرش به آموزش الکترونیکی، مؤلفه‌های ادراک از مفید بودن، انگیزه و کارآمدی از میانگین بالاتری برخوردار بودند. این یافته‌ها نشان‌دهندهٔ نگرش مثبت نسبی دانشجویان به یادگیری الکترونیکی است. در مقابل، مؤلفهٔ توانمندسازی روانی و عملکردی دانشجویان (میانگین: ۱۰/۷۳) پایین‌ترین میزان را در میان متغیرهای نگرشی داشته است. در بررسی ابعاد مشارکت دانشجویان، مشارکت شناختی (۱۹/۵۹) و مشارکت رفتاری (۱۸/۸۹) در سطوح نسبتاً بالا و قابل‌قبولی ارزیابی شدند، درحالی‌که مشارکت عاطفی (۱۳/۲۴) پایین‌تر بود. این شکاف حاکی از آن است که هرچند دانشجویان در تعامل با محتوا و فعالیت‌های آموزشی فعال هستند، اما پیوند عاطفی و انگیزشی آن‌ها با محیط آموزش الکترونیکی ضعیف‌تر است.

جدول ۲. آماره‌های توصیفی مربوط به متغیرهای پژوهش

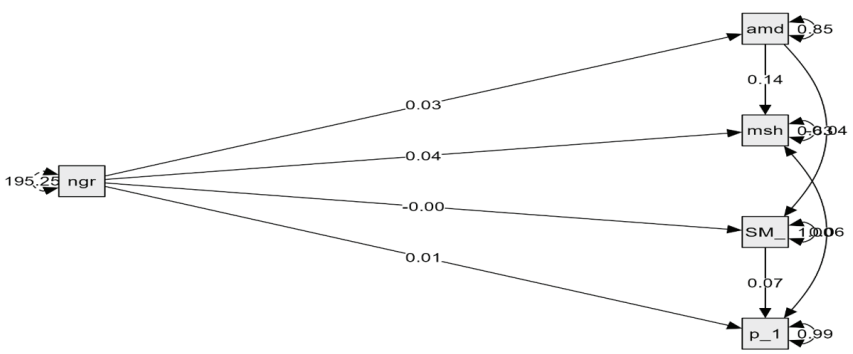
متغیر	میانگین	انحراف استاندارد	کجی	خطای استاندارد کجی	کشیدگی	خطای استاندارد کشیدگی	شاپیرو- ویلک	معناداری
مهارت‌های پایه	۱۰/۷۰۹	۲/۹۱۴	-۰/۳۴۸	۰/۱۵۵	-۰/۵۰۵	۰/۳۰۹	۰/۹۵۹	<۰/۰۰۱
مهارت‌های عمومی	۱۴/۰۴۵	۳/۴۹۷	-۰/۱۱۶	۰/۱۵۵	-۰/۲۶۳	۰/۳۰۹	۰/۹۷۱	<۰/۰۰۱
مهارت‌های وب	۲۱/۷۶۱	۳/۶۳۳	-۱/۳۷۱	۰/۱۵۵	۱/۹۴۸	۰/۳۰۹	۰/۸۳۵	<۰/۰۰۱
دسترسی به منابع آنلاین	۷/۶۴۸	۲/۰۶۸	-۰/۶۵۴	۰/۱۵۵	-۰/۱۹۹	۰/۳۰۹	۰/۹۰۱	<۰/۰۰۱
مفید و کارآمد بودن	۱۴/۲۵۱	۴/۲۲۷	-۰/۵۴۸	۰/۱۵۵	-۰/۲۷۸	۰/۳۰۹	۰/۹۴۴	<۰/۰۰۱
انگیزه	۱۵/۰۶۹	۳/۵۵۲	-۰/۶۳۸	۰/۱۵۵	۰/۲۲۷	۰/۳۰۹	۰/۹۴۵	<۰/۰۰۱
نگرش	۱۳/۷۰۴	۳/۷۶۹	-۰/۳۰۶	۰/۱۵۵	-۰/۲۳۹	۰/۳۰۹	۰/۹۷۲	<۰/۰۰۱
توانمندسازی	۱۰/۷۳۷	۲/۶۵۹	-۰/۴۳۸	۰/۱۵۵	۰/۳۴۰	۰/۳۰۹	۰/۹۵۵	<۰/۰۰۱
ادراک	۲۲/۴۳۳	۳/۸۲۳	۰/۱۳۸	۰/۱۵۵	۰/۷۲۹	۰/۳۰۹	۰/۹۸۲	۰/۰۰۳
مشارکت رفتاری	۱۸/۸۹۵	۳/۵۹۸	-۰/۰۹۸	۰/۱۵۵	-۰/۳۲۸	۰/۳۰۹	۰/۹۶۹	<۰/۰۰۱
مشارکت عاطفی	۱۳/۲۴۷	۳/۳۶۲	-۰/۰۳۳	۰/۱۵۵	-۰/۴۴۶	۰/۳۰۹	۰/۹۸۰	۰/۰۰۲
مشارکت شناختی	۱۹/۵۹۱	۳/۴۹۹	-۰/۳۷۷	۰/۱۵۵	۰/۱۶۶	۰/۳۰۹	۰/۹۶۳	<۰/۰۰۱
سطح آمادگی دیجیتال دانشجویان	۵۴/۱۶۲	۹/۸۰۹	-۰/۴۰۹	۰/۱۵۵	-۰/۱۰۳	۰/۳۰۹	۰/۹۷۶	<۰/۰۰۱
نگرش دانشجویان نسبت به آموزش الکترونیک	۷۶/۱۹۴	۱۳/۹۷۳	-۰/۴۵۶	۰/۱۵۵	۰/۱۹۳	۰/۳۰۹	۰/۹۸۲	۰/۰۰۴
مشارکت دانشجویان در آموزش الکترونیک	۵۱/۷۳۳	۸/۴۹۹	۰/۰۷۹	۰/۱۵۵	-۰/۰۵۷	۰/۳۰۹	۰/۹۸۴	۰/۰۰۶

در خصوص آزمون نرمال بودن داده‌ها، نتایج آزمون شاپیرو-ویلک نشان داد که بیشتر متغیرهای پژوهش دارای توزیع غیرنرمال هستند (سطح معناداری ۰X/۰۵>). با این حال، به دلیل حجم بالای نمونه (۳۰ n <) امکان استفاده از آزمون‌های پارامتریک حفظ شد. همچنین، در تحلیل همبستگی (با استفاده از ضریب اسپیرمن)، رابطهٔ مثبت و معناداری بین نگرش دانشجویان نسبت به آموزش الکترونیکی و میزان مشارکت آن‌ها تأیید شد.

در خصوص تحلیل مسیر، برای آزمون مدل نظری پژوهش از تحلیل مسیر استفاده شد. طبق شکل ۳ در این مدل:

- نگرش دانشجویان (Ngr) به‌عنوان متغیر برون‌زا وارد مدل شد.
- آمادگی دیجیتال (Amd) و متغیرهای زمینه‌ای مانند محل سکونت (SM) به‌عنوان متغیرهای میانجی در نظر گرفته شدند.
- مشارکت فعال دانشجویان (Msh) و عملکرد آموزشی آن‌ها (معدل دورهٔ آموزش مجازی)؛ p1 به‌عنوان متغیرهای درون‌زا وارد مدل شدند.

شکل ۳ مدل مسیر پیشنهادی پژوهش را نشان می‌دهد.



نکته. ngr نشان دهنده نگرش دانشجویان، amd نشان دهنده آمادگی دانشجویان، msh نشان دهنده مشارکت دانشجویان، SM نشان دهنده متغیرهای زمینه‌ای و p_۱ نشان دهنده یادگیری الکترونیک است.

شکل ۳. مدل مسیر ایجادشده بر اساس مدل نظری

نتیجهٔ آزمون مجذور کای حاکی از برازش مناسب مدل با داده‌های تجربی داشت (X^2(۲)=۰,۹۱۳, P<۰,۶۴۹). همچنین، دیگر شاخص‌های برازش نیز حاکی از برازش مناسب مدل بودند. شاخص برازش قیاسی (CFI=۰/۹۹۵)، شاخص توکر لویس (TLI=۰/۹۸۹) و ریشهٔ میانگین مربعات خطاهای

تخمین (RMSEA=٪۹۰CI= [۰/۰۰/۹۹]) همگی حاکی از برازش مناسب مدل با داده‌ها داشتند.

بنابراین، فرضیه ششم پژوهش مبنی بر برازش مدل مسیر یادگیری-عملکرد الکترونیک با داده‌ها تقویت شد. یافته‌ها نیز حاکی از آن هستند که اگرچه دانشجویان از سطح مطلوبی از مهارت‌های دیجیتال برخوردارند، اما چالش‌هایی مانند دسترسی محدود به منابع آنلاین و مشارکت هیجانی پایین می‌توانند اثربخشی آموزش الکترونیکی را کاهش دهند. لذا توصیه می‌شود افزایش دسترسی به منابع دیجیتال، طراحی مداخلات توانمندساز روانی و آموزشی و تقویت انگیزش درونی دانشجویان در اولویت سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های آموزشی قرار گیرد تا بتوان بهره‌وری بالاتری از آموزش‌های مجازی کسب کرد.

یافته‌ها نشان داده‌اند که:

۵-۱. رد نقش متغیرهای جمعیت‌شناختی (فرضیه‌های اول و دوم)

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که ویژگی‌های جمعیت‌شناختی دانشجویان از جمله سن، جنسیت و مقطع تحصیلی (فرضیه‌های H_1 و H_2) تأثیر معناداری بر نگرش آنان نسبت به یادگیری الکترونیکی و سطح آمادگی دیجیتال نداشت. این نتیجه همسو با شماری از مطالعات داخلی و بین‌المللی است. برای نمونه، پژوهش‌های (Khandaghi & Hosseinzadeh, 2011) و (SeyyedNaqvi, 2007) در ایران نشان داده‌اند که متغیرهای دموگرافیک در محیط‌های دانشگاهی مشابه نقش تعیین‌کننده‌ای در نگرش به یادگیری آنلاین ندارند. در سطح جهانی نیز، مطالعهٔ (Vermeulen, 2024) و همکاران در هلند و پژوهش (Yu & Deng, 2022) نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند؛ به گونه‌ای که در نمونه‌های مورد بررسی (از جمله دانشجویان هلندی) سهم عوامل جمعیت‌شناختی در پیش‌بینی نگرش یا مشارکت آنلاین بسیار کمرنگ بوده است.

از منظر نظری، می‌توان چنین تبیین کرد که در محیط‌هایی با زیرساخت‌های دیجیتال پیشرفته ـ مانند دانشگاه تهران ـ دسترسی تقریباً برابر دانشجویان به اینترنت پرسرعت، منابع دیجیتال و آموزش‌های مرتبط، موجب کاهش یا خنثی شدن اثرگذاری عوامل جمعیت‌شناختی می‌شود (Lin et al., 2021). در این شرایط، عوامل محیطی و ادراکی، از جمله کیفیت زیرساخت‌ها، سطح مهارت‌های دیجیتال، و نگرش فردی نسبت به فناوری، نقش مهم‌تری در تصمیم‌گیری دانشجویان برای مشارکت در یادگیری آنلاین ایفا می‌کنند.

بااین‌حال، نتایج پژوهش حاضر با برخی مطالعات دیگر در تضاد است. برای مثال، پژوهش (Latifnejad Rudsari et al., 2009) و (Rehema et al., 2014) در لیبی، تفاوت‌های جنسیتی را در نگرش و مشارکت دانشجویان گزارش کرده‌اند. این ناهمسویی احتمالاً ناشی از تفاوت در بافت فرهنگی ـ اجتماعی یا وجود نابرابری دیجیتالی است. منظور از نابرابری دیجیتالی، دسترسی نامساوی به فناوری‌های دیجیتال، اینترنت پرسرعت، نرم‌افزارهای تخصصی و تجهیزات الکترونیکی است که می‌تواند بر توانایی دانشجویان در مشارکت فعال در یادگیری الکترونیکی اثرگذار باشد. در جوامعی با محدودیت‌های زیرساختی یا شرایط فرهنگی خاص، متغیرهایی مانند جنسیت ممکن است به‌عنوان عامل تعیین‌کننده بروز کنند، درحالی‌که

در محیط‌های با دسترسی برابر، اثرگذاری این متغیرها کمرنگ یا بی‌اثر می‌شود. در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که ویژگی‌های جمعیت‌شناختی نظیر سن، جنسیت و مقطع تحصیلی تأثیر مستقیم و معناداری بر نگرش یا آمادگی دیجیتال دانشجویان ندارند و نقش میانجیگری چشمگیری نیز در مدل ایفا نمی‌کنند. بااین‌حال، این عوامل ممکن است به‌طور غیرمستقیم و از طریق متغیرهایی چون سطح دسترسی به فناوری، تجارب پیشین یادگیری دیجیتال یا تفاوت‌های فرهنگی ـ اجتماعی اثرگذار باشند.

۵-۲. تأیید نقش محوری آمادگی دیجیتال و نگرش (فرضیه‌های سوم و چهارم)

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که آمادگی دیجیتال و نگرش مثبت دانشجویان نقش محوری و تعیین‌کننده‌ای در مشارکت فعال آنان در یادگیری الکترونیکی دارند. تحلیل داده‌ها تأیید کرد که:

آمادگی دیجیتال رابطه‌ای مثبت و معنادار با نگرش دانشجویان نسبت به یادگیری الکترونیکی دارد.

(β = ./48, p < ٪ ./1)

نگرش مثبت دانشجویان نیز رابطهٔ مثبت و معنادار با مشارکت فعال آنان در یادگیری الکترونیکی دارد.

(β = ./32, p < ٪ ./5)

به بیان دیگر، هرچند آمادگی دیجیتال به‌طور مستقیم اثر قابل‌توجهی بر مشارکت فعال نداشت و فرضیهٔ H_5 رد شد، اما این متغیر از طریق نقش میانجی نگرش مثبت، تأثیر غیرمستقیم و معناداری بر مشارکت دانشجویان ایفا کرد. بنابراین، نگرش مثبت به‌عنوان یک پل روان‌شناختی ـ فناورانه، مسیر اثرگذاری آمادگی دیجیتال بر مشارکت فعال را هموار می‌سازد.

این الگو با چارچوب نظری مدل پذیرش فناوری (TAM) همسوست و یافته‌های (Gumaelius et al.,2023) را در حوزهٔ مهندسی آموزش دیجیتال تأیید می‌کند. همچنین نتایج حاضر با مجموعه‌ای از پژوهش‌های داخلی و جهانی همخوانی دارد؛ ازجمله مطالعات (Khandaghi & Kazemi Gharechi, 2013), (Vahedi, 2020), (Jahanbakhsh et al., 2021) در ایران، و پژوهش‌های بین‌المللی مانند (Torun., 2020) و (Kim et al., 2019) همخوانی داشته است که همگی بر نقش کلیدی آمادگی دیجیتال و نگرش مثبت در موفقیت آموزش الکترونیکی تأکید کرده‌اند.

علاوه بر این، پژوهش‌های جدیدتر نظیر (Amiri & Shokri Sabooki, 2022) و (Mishra & Kedia, 2023) نیز نشان داده‌اند که در نمونه‌های همگن (مانند دانشجویان دارای مهارت‌های دیجیتال مشابه)، اثر مستقیم آمادگی دیجیتال بر مشارکت فعال کمرنگ‌تر می‌شود و روابط غیرمستقیم از طریق نگرش اهمیت بیشتری پیدا می‌کنند. این یافته‌ها بر پیچیدگی روابط میان متغیرهای فناورانه و رفتاری تأکید دارند. در نهایت، تأیید فرضیهٔ H_6 و شواهد ارائه‌شده توسط پژوهش‌هایی نظیر (Khorasani et al., 2011) و (Bazargan, 2021) نشان می‌دهد که ترکیب نگرش، آمادگی دیجیتال و مشارکت آکادمیک مدلی کارآمد برای پیش‌بینی عملکرد در محیط‌های یادگیری الکترونیکی است.

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که آمادگی دیجیتال و نگرش مثبت، دو متغیر کلیدی در ارتقای مشارکت فعال و موفقیت تحصیلی دانشجویان در محیط‌های آنلاین هستند. این نتیجه با اغلب پژوهش‌های داخلی و بین‌المللی، از جمله مطالعهٔ (Vermeulen et al., 2024)، همسو بوده و جایگاه محوری این دو متغیر را در ادبیات آموزش الکترونیکی تثبیت می‌کند.

۵-۳. برازش مدل و پیامدهای کاربردی (فرضیهٔ ششم)

شاخص‌های برازش مطلوب:

$(\chi^2/df = ./456, CFI = ./995), TLI = ./989 , RMSEA < ./.1$

- تبیین ۳۷/۲ درصد از واریانس مشارکت فعال دانشجویان توسط متغیرهای آمادگی دیجیتال و نگرش (این نتایج نشان می‌دهد که مدل مفهومی پژوهش به‌خوبی با داده‌های جمع‌آوری‌شده مطابقت دارد).

دلالت‌های راهبردی:

برازش مطلوب مدل نشان می‌دهد که نگرش مثبت و آمادگی دیجیتال نقش حیاتی در مشارکت فعال دارند و توجه به سه محور توانمندسازی، دسترسی و تعامل عاطفی، می‌تواند سیاست‌گذاری‌های راهبردی دانشگاه‌ها و طراحان پلتفرم‌های آموزش آنلاین را در جهت افزایش اثربخشی یادگیری الکترونیکی هدایت کند.

جدول ۳. دلالت‌های راهبردی

محور	یافته	توصیهٔ کاربردی
توانمندسازی	ضعیف‌ترین مؤلفهٔ نگرش (میانگین=۱۰/۷)	طراحی و ادغام مکانیزم‌های خودتعیین‌گری و انگیزه‌بخش در پلتفرم‌های آموزش الکترونیکی،
دسترسی به منابع آنلاین	پایین‌ترین نمرهٔ آمادگی دیجیتال (میانگین=۷/۶)	توسعه و بهبود زیرساخت‌های فناوری و منابع آنلاین، شامل دسترسی به اینترنت پرسرعت، نرم‌افزارهای تخصصی و محتوای چندرسانه‌ای
تعامل عاطفی	مشارکت عاطفی معنادار پایین‌تر (میانگین=۱۳/۲)	ادغام فعالیت‌های یادگیری اجتماعی و گروهی، مانند انجمن‌های گفت‌وگو، پروژه‌های مشترک و بازخورد تعاملی.

۵-۴. تفاوت‌های زمینه‌ای در مشارکت

اگرچه به‌طور کلی متغیرهای جمعیت‌شناختی نقش تعیین‌کننده‌ای در نگرش و آمادگی دیجیتال دانشجویان ایفا نکردند، اما یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که در برخی گروه‌های خاص، تفاوت‌های زمینه‌ای قابل‌توجهی وجود دارد.

به‌طور خاص، نتایج تحلیل آماری نشان داد که دانشجویان زیر ۱۹ سال مشارکت بالاتری در آموزش الکترونیکی داشتند.

یافتهٔ کلیدی: دانشجویان زیر ۱۹ سال مشارکت بالاتری نشان دادند. (t=۲/۵۷۵ , p=۰/۰۱۱)

این نتیجه بیانگر آن است که نسل جوان‌تر به دلیل آشنایی بیشتر با فناوری‌های دیجیتال، استفادهٔ

گستردهٔ از ابزارهای ارتباطی نوین، و شکل‌گیری عادت‌های یادگیری آنلاین، تمایل و انگیزهٔ بیشتری برای مشارکت فعال در محیط‌های آموزش مجازی نشان می‌دهد. همچنین، ساعات بیشتر استفاده از اینترنت نیز می‌تواند با سطح بالاتر مشارکت در یادگیری الکترونیکی مرتبط باشد؛ موضوعی که با یافته‌های (Khorasani et al., 2011) همخوان است.

بااین‌حال، این یافته‌ها با نتایج برخی پژوهش‌های داخلی و خارجی از جمله (Aliabadi et al & O'Doherty, 2018) در تضاد است که تفاوت معناداری در مشارکت بر اساس سن یا دیگر متغیرهای جمعیت‌شناختی گزارش نکرده‌اند. چنین ناهمخوانی‌ای می‌تواند ناشی از متغیرهای تعدیل‌گر کنترل‌نشده باشد؛ عواملی مانند فشارهای تحصیلی، دسترسی به شبکه‌های حرفه‌ای، یا ویژگی‌های شخصیتی که در طراحی پژوهش‌های مختلف به شکل متفاوتی در نظر گرفته شده‌اند.

از منظر نظری، این یافته‌ها نشان می‌دهد که در محیط‌های دانشگاهی با زیرساخت‌های توسعه‌یافته، اگرچه عوامل روان‌شناختی (مانند نگرش مثبت به یادگیری الکترونیکی) بر عوامل زیرساختی (نظیر آمادگی دیجیتال) اولویت تأثیرگذاری دارند و متغیرهای جمعیت‌شناختی نقش محوری ایفا نمی‌کنند، اما برخی تفاوت‌های زمینه‌ای در گروه‌های خاص همچنان می‌توانند بر سطح مشارکت فعال اثرگذار باشند. بنابراین، توجه به شکاف‌های راهبردی در حوزه‌های توانمندسازی، دسترسی و تعامل عاطفی برای ارتقای کیفیت یادگیری آنلاین ضروری به نظر می‌رسد.

لذا دستاورد علمی این پژوهش با تأیید برازش مدل «یادگیری-عملکرد الکترونیک» (H_6)، نشان می‌دهد در محیط‌های دانشگاهی با زیرساخت‌های توسعه‌یافته:

- عوامل روان‌شناختی (نگرش) بر عوامل زیرساختی (آمادگی دیجیتال) اولویت تأثیرگذاری دارند.
- متغیرهای جمعیت‌شناختی نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا نمی‌کنند.
- شکاف‌های راهبردی در حوزه‌های *توانمندسازی، دسترسی و تعامل عاطفی* نیازمند مداخله هستند.

ازجمله اصطلاحات مهم در تحلیل مسیر، روابط مستقیم و غیرمستقیم است. رابطهٔ مستقیم نشان‌دهندهٔ تاثیر فوری یک متغیر مستقل بر یک متغیر وابسته است. در مقابل، رابطهٔ غیر مستقیم تأثیری است که یک متغیر مستقل از طریق یک یا چند متغیر میانجی بر متغیر وابسته می‌گذارد، که در این قسمت به بحث گذاشته می‌شود:

۱. تأیید اعتبار مدل نظری

- شاخص‌های برازش عالی مانند ۹۹۵/. = CFI , ۹۸۹/. = TLI و ۹۹۸/. = NFI نشان می‌دهند مدل نظری طراحی‌شدهٔ شکل۳ به‌خوبی با داده‌های واقعی تطابق دارد.
- کاربرد: این نتایج نشان می‌دهد مدل «یادگیری-عملکرد الکترونیک» (رابطهٔ بین نگرش، آمادگی دیجیتال، مشارکت و یادگیری) معتبر است و می‌توان از آن برای پیش‌بینی یا بهبود سیستم آموزش الکترونیکی استفاده کرد.

۲. شناسایی عوامل کلیدی مؤثر

- مسیرهای مستقیم معنادار:
  - آمادگی دیجیتال ← نگرش دانشجویان: افزایش آمادگی دیجیتال، نگرش مثبت دانشجویان به آموزش الکترونیکی را تقویت می‌کند.
  - مشارکت دانشجویان ← نگرش دانشجویان: مشارکت فعال دانشجویان در کلاس‌های آنلاین، نگرش آنان را بهبود می‌بخشد.
  - کاربرد: تمرکز بر آموزش مهارت‌های دیجیتال به دانشجویان و طراحی فعالیت‌های مشارکتی در کلاس‌های مجازی.
- مسیرهای غیرمستقیم غیرمعنادار:
  - متغیرهای زمینه‌ای (مانند محل سکونت) و آمادگی دیجیتال نقش میانجیگری قوی در مدل ندارند.
  - کاربرد: نیازی به طراحی مداخلات خاص برای تعدیل اثر محل سکونت بر یادگیری نیست.

۳. پیش‌بینی و بهبود یادگیری الکترونیکی

- ۳۷/۲درصد از واریانس مشارکت دانشجویان توسط مدل تبیین شده است. این نشان می‌دهد عواملی خارج از مدل (مانند انگیزهٔ شخصی یا حمایت اساتید) نیز در مشارکت مؤثرند.
- کاربرد: افزودن متغیرهای مکمل مانند «حمایت اساتید» به مدل برای تحلیل دقیق‌تر.

۴. نقاط قوت روش‌شناختی

- استفاده از برآوردگر DWLS[1] به دلیل نرمال نبودن داده‌ها و وجود متغیرهای ترتیبی، نتایج را قابل‌اعتماد می‌کند.
- کاربرد: اطمینان از این‌که نتایج حتی در شرایط غیرایده‌آل (مثل داده‌های کج‌تابیده) معتبر هستند.

جمع‌بندی کاربردی در جدول ذیل است:

جدول ۴. جمع‌بندی روش تحلیل مسیر

عنوان	نتیجه	توصیه
اعتبار مدل	برازش عالی (CFI = ۰,۹۹۵)	استفاده از مدل برای سیاست‌گذاری آموزشی
عامل کلیدی تأثیرگذار	آمادگی دیجیتال - نگرش	سرمایه‌گذاری در آموزش مهارت‌های دیجیتال
عامل غیرمؤثر	متغیرهای زمینه‌ای	تمرکز منابع بر عوامل مستقیم‌تر

1- Diagonally weighted least squares

یافته‌های کلیدی:

- **نقش محوری نگرش و آمادگی دیجیتال:** رابطهٔ مثبت و معنادار بین نگرش مثبت به یادگیری الکترونیکی با آمادگی دیجیتال (z=۰/۰۲۸,P<۰/۰۰۱) و مشارکت فعال (z=۰/۰۳۹,P<۰/۰۰۱) تأیید شد.
- **رد تأثیر ویژگی‌های جمعیت‌شناختی:** سن، جنسیت، و مقطع تحصیلی ارتباط معناداری با نگرش یا آمادگی دیجیتال نشان ندادند (P>۰/۰۵).
- **تفاوت‌های زمینه‌ای در مشارکت:** مشارکت در آموزش الکترونیک در سطوح متغیر مستقل سن بود (t=۲/۵۷۵,df=۲۴۵,P=۰/۰۱۱)، که گروه زیر ۱۹ سال نمرات بالاتری در این مقیاس کسب کرده بودند.
- **برازش مدل نظری:** نتایج شاخص‌های آزمون‌ها حاکی از برازش مطلوب مدل نهایی با داده‌ها بود.

۶. نتایج پژوهش

این پژوهش با بررسی نقش متغیرهای جمعیت‌شناختی، آمادگی دیجیتال، نگرش، و مشارکت فعال در یادگیری الکترونیکی، همسویی و ناهمسویی قابل‌توجهی با یافته‌های مطالعات داخلی و بین‌المللی نشان می‌دهد. در ادامه، یافته‌های پژوهش در چهارچوب ادبیات موجود تحلیل و تفسیر می‌شود که در جدول ۵ توضیح داده شده است.

الف) رد نقش متغیرهای جمعیت‌شناختی (فرضیهٔ H_1, H_2)

یافته‌ها نشان داد که ویژگی‌های جمعیت‌شناختی دانشجویان، شامل سن، جنسیت و مقطع تحصیلی، تأثیر معناداری بر نگرش یا آمادگی دیجیتال نداشتند. این نتیجه با مطالعات داخلی (Khandaghi & Hos-seinzadeh, 2011) و (Seyyed Naqvi, 2007) و مطالعات بین‌المللی (Yu & Deng, 2022; Vermeulen et al., 2024) همسوست که نشان می‌دهد تفاوت‌های جمعیت‌شناختی سهم اندکی در پیش‌بینی مشارکت و نگرش آنلاین دارند.

در مقابل، برخی پژوهش‌ها (Latifnejad Rudsari et al., 2009; Rhema & Miliszewska, 2014) تفاوت‌های جنسیتی را مؤثر گزارش کرده‌اند که احتمالاً ناشی از بافت فرهنگی ـ اجتماعی یا نابرابری دیجیتال است. بنابراین، متغیرهای جمعیت‌شناختی تأثیر مستقیم و میانجی معناداری ندارند، اما ممکن است به‌طور غیرمستقیم از طریق دسترسی به فناوری یا تجارب پیشین اثرگذار باشند.

ب) نقش محوری آمادگی دیجیتال و نگرش در مشارکت فعال (فرضیه‌ی H_3, H_4)

تحلیل مسیر نشان داد که آمادگی دیجیتال با نگرش مثبت دانشجویان به یادگیری الکترونیکی رابطهٔ

معنادار دارد (H_3)، و نگرش مثبت نیز مشارکت فعال دانشجویان را پیش‌بینی می‌کند.(H_4) اگرچه آمادگی دیجیتال به‌طور مستقیم بر مشارکت اثر نداشت (H_5)، اما از طریق نقش میانجی نگرش، اثر غیرمستقیم معناداری بر مشارکت داشت. این الگو با یافته‌های داخلی و بین‌المللی (Amiri & Shokri Sabooki, 2022; Mishra & Kedia, 2023; Khorasani et al., 2011; Gumaelius et al., 2023) همسوست و نشان می‌دهد آمادگی دیجیتال و نگرش مثبت به‌عنوان متغیرهای روانشناختی ـ فناورانه، نقش محوری در ارتقای مشارکت و عملکرد تحصیلی دارند.

ج) تفاوت‌های زمینه‌ای در مشارکت فعال

با وجود عدم اثر کلی ویژگی‌های جمعیت‌شناختی، مشارکت فعال در گروه‌هایی با سن کمتر یا استفادهٔ بیشتر از اینترنت، تا حدی بالاتر بود. این یافته با پژوهش(Khorasani et al., 2011) همسوست که تجربهٔ دیجیتال بیشتر را با مشارکت بالاتر مرتبط دانسته‌اند، اما با برخی مطالعات (Aliabadi et al., 2018; O'Doherty et al., 2018) تضاد دارد، که احتمالاً ناشی از تفاوت‌های زمینه‌ای و متغیرهای کنترل‌نشده مانند فشار تحصیلی، دسترسی به شبکه‌ها یا ویژگی‌های شخصیتی است که در طراحی پژوهش حاضر کنترل نشده‌اند.

د) اعتبارسنجی ابزارها و مدل نظری

ساختارهای نظری مقیاس‌های آمادگی دیجیتال، نگرش، و مشارکت فعال در نمونه‌ی ایرانی با استفاده از تحلیل عاملی تأییدی و بارهای عاملی بالای ۰/۴ تأیید شدند. این نتیجه نه‌تنها روایی سازه ابزارها را تقویت می‌کند، بلکه با چارچوب نظری

(Gumaelius et al., 2023) همسوست که بر محوریت نگرش در تحول دیجیتال تأکید دارد. همچنین، رد نقش جمعیت‌شناختی در مدل نهایی، همسو با تحولات اخیر در ادبیات آموزش الکترونیکی (به‌ویژه پس از همه‌گیری کووید-۱۹) است که نشان می‌دهد عادی‌سازی فناوری و دسترسی برابر به منابع، شکاف‌های سنتی جمعیت‌شناختی را کاهش داده است.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که در محیط‌های آموزشی با زیرساخت‌های دیجیتالی توسعه‌یافته، آمادگی دیجیتال و نگرش مثبت به‌عنوان محرک‌های اصلی مشارکت فعال عمل می‌کنند، درحالی‌که نقش متغیرهای جمعیت‌شناختی به دلیل دسترسی عادلانه به فناوری کمرنگ شده است. این الگو نه تنها با تحولات جهانی در حوزهٔ آموزش الکترونیکی همسوست، بلکه می‌تواند به عنوان چهارچوبی برای سیاست‌گذاری در جهت عدالت دیجیتالی و بهبود کیفیت آموزش مورد استفاده قرار گیرد.

جدول ۵ .خلاصهٔ مقایسهٔ همسویی و ناهمسویی یافته‌های پژوهش با ادبیات موجود

محور تحلیل	یافته/فرضیهٔ پژوهش	همسو با	ناهمسو با	تفسیر/علل احتمالی
الف) رد نقش متغیرهای جمعیت‌شناختی	ویژگی‌های جمعیت‌شناختی (سن، جنسیت، مقطع) ارتباط معناداری با نگرش یا آمادگی دیجیتال ندارند.	(Khandaghi & Hosseinzadeh, 2011); (Seyed Naqvi ,2007); (Yu & Deng, 2022); (Vermeilen et al., 2024)	(Latifnejad Rudsari et al., 2010); (Rahma & Miliszewska, 2014); (Stekola et al.,2022)	همسویی: در جوامع با زیرساخت دیجیتال پیشرفته (مانند دانشگاه تهران)، دسترسی برابر اثر متغیرهای دموگرافیک را خنثی می‌کند. ناهمسویی: ناشی از تفاوت فرهنگی. اجتماعی یا ابزارهای سنجش متفاوت در جوامعی با نابرابری دیجیتال (مانند لیبی).
ب) تأیید نقش آمادگی دیجیتال و نگرش	رابطهٔ مثبت بین آمادگی دیجیتال، نگرش مثبت و مشارکت فعال.	(Khandaghi & Kazemi, 2013); (Vahedi ,2019); (Jahanbakhsh et al., 2021); (Tron ,2020); (Kim et al., 2019)	-	همسویی: آمادگی دیجیتال اعتماد به فناوری را افزایش می‌دهد و نگرش مثبت، انگیزهٔ مشارکت را تقویت می‌کند. الگوی غیرمستقیم: اثر آمادگی دیجیتال از طریق نگرش، همسو با (Amiri & Shokri Sabooki, 2022) (Kedia& Mishra, 2023)
ج) تفاوت زمینه‌ای در مشارکت فعال	مشارکت فعال در گروه‌های خاص (سن پایین‌تر، استفاده بیشتر از اینترنت) بالاتر بود.	(Khorasani et al.,2011) ; (Stekola et al., 2022)	(Aliabadi et al.,2018) (Du Herty et al.,2018)	همسویی: دانشجویان جوان‌تر به دلیل انعطاف بیشتر با فناوری، مشارکت بالاتری دارند. ناهمسویی: به دلیل تأثیر متغیرهای کنترل‌نشده (مانند فشار تحصیلی یا تفاوت‌های شخصیتی).
د) اعتبارسنجی مدل نظری	تأیید ساختار نظری مدل (نقش محوری نگرش و آمادگی دیجیتال).	(Gumaelius et al., 2023) ; (Bazargan ,2021) ; Post-COVID Literature	-	همسویی: روایی سازه ابزارها در تحلیل عاملی تأییدی با بارهای عاملی >۰/۴. تبیین نظری: کاهش شکاف جمعیت‌شناختی در محیط‌های دیجیتالی توسعه‌یافته و همگرایی با ادبیات عدالت دیجیتال پساکرونا.

پس می‌توان جمع‌بندی کرد که به طور کلی، یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که:

۱. ویژگی‌های جمعیت‌شناختی (سن، جنسیت و معدل و...) تأثیر مستقیم و معناداری بر نگرش، آمادگی دیجیتال یا نقش میانجیگری در مدل ندارند، اما ممکن است به صورت غیرمستقیم از طریق عواملی مانند دسترسی به فناوری یا تجربه های پیشین اثرگذار باشند.

۲. آمادگی دیجیتال و نگرش مثبت به‌عنوان متغیرهای روان‌شناختی. فناورانه، نقش محوری در پیش‌بینی مشارکت فعال و عملکرد دانشجویان ایفا می‌کنند. این نتیجه با یافته‌های اکثر پژوهش‌های داخلی و بین‌المللی، ازجمله (Bazargan, 2021) و (Vermeulen et al., 2024) همسوست.

۳. تفاوت‌های بین‌نسلی سازگاری با یادگیری الکترونیکی میان دانشجویان، اساتید و حتی بین گروه‌های

سنی مختلف دانشجویان ممکن است ناشی از شکاف دیجیتالی نسلی باشد؛ موضوعی که در مطالعاتی مانند (O'Doherty et al., 2018) به آن اشاره شده است.

۴. این تحلیل تجمیعی نشان می‌دهد که اگرچه برخی فرضیه‌ها با ادبیات موجود ناهمسو هستند، چهارچوب کلی پژوهش از نظر توجه به متغیرهای روان‌شناختی ـ فناورانه (نگرش، آمادگی دیجیتال) و تأکید بر طراحی مدل‌های یکپارچه یادگیری الکترونیکی، گامی همسو با تحولات جهانی در حوزهٔ آموزش مهندسی محسوب می‌شود.

هـ) محدودیت‌ها و پیشنهادهای پژوهش‌های آتی:

این پژوهش محدودیت‌هایی از جمله طراحی مقطعی و هم‌بستگی، وابستگی به داده‌های خودگزارش‌دهی، نمونهٔ محدود به دانشجویان مهندسی شیمی، و عدم پوشش برخی ابعاد آمادگی دیجیتال (مانند مدیریت زمان و امنیت سایبری) داشت. پژوهش‌های آتی می‌توانند با طراحی‌های طولی یا آزمایشی، نمونه‌های بین‌رشته‌ای و بین‌فرهنگی، و استفاده از داده‌های عینی از پلتفرم‌های آموزشی، رابطهٔ علّی بین نگرش، آمادگی دیجیتال و مشارکت فعال را بررسی کنند. همچنین، تحلیل نقش متغیرهای میانجی و تعدیل‌گر جدید، مانند حمایت اساتید، خودتنظیمی، و هوش هیجانی، می‌تواند تعمیم‌پذیری و کاربردپذیری یافته‌ها را افزایش دهد.

۷. نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با تلفیق دو چهارچوب نظری «مدل پذیرش فناوری» (TAM) و «نظریهٔ خودتعیین‌گری» (SDT)، تصویری جامع از عوامل فناورانه و روان‌شناختی در آموزش الکترونیکی دانشجویان مهندسی شیمی ارائه کرد. یافته‌ها نشان دادند که متغیرهای جمعیت‌شناختی (سن، جنسیت، مقطع تحصیلی) نقش معناداری در نگرش و آمادگی دیجیتال ندارند؛ موضوعی که نشانگر کاهش شکاف‌های سنتی و حرکت به‌سوی عدالت دیجیتال در محیط‌های دانشگاهی توسعه‌یافته است.

همچنین مشخص شد که اثر آمادگی دیجیتال بر مشارکت فعال عمدتاً از طریق نگرش مثبت عمل می‌کند. این امر ضرورت طراحی مداخلات آموزشی با محوریت تغییر نگرش را برجسته می‌سازد. درعین‌حال، تفاوت‌های بین‌نسلی (مشارکت بیشتر دانشجویان جوان‌تر) اهمیت تدوین سیاست‌های آموزشی متناسب با گروه‌های سنی مختلف را آشکار می‌کند.

از منظر بومی، این پژوهش نخستین مدل یکپارچه و انسان‌محور برای آموزش الکترونیکی در حوزهٔ مهندسی شیمی در ایران را معرفی کرده است که با شرایط زیرساختی، فرهنگی و آموزشی کشور تطابق دارد. کاربردهای عملی این مدل شامل طراحی محتواهای تعاملی و صنعتی، ارتقای مهارت‌های دیجیتال دانشجویان و اساتید، و تقویت انگیزش و خودمختاری یادگیرندگان بر پایهٔ SDT است.

به‌طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که در محیط‌های آموزش الکترونیکی پیشرفته، عوامل روان‌شناختی ـ فناورانه (آمادگی دیجیتال و نگرش) نقش کلیدی‌تری از ویژگی‌های جمعیت‌شناختی دارند و توجه به این عوامل می‌تواند گامی مؤثر در جهت عدالت آموزشی و توسعهٔ پایدار آموزش عالی ایران باشد. توصیه می‌شود تصمیم‌سازان و سیاست‌گذاران از این الگو در طراحی برنامه‌های تحول‌آفرین آموزش الکترونیکی بهره گیرند.

سپاسگزاری

از اساتید محترمی که در تهیهٔ این پژوهش همکاری صمیمانه داشتند و همچنین از مشارکت داوطلبانهٔ دانشجویان مهندسی شیمی دانشگاه تهران در تکمیل پرسش‌نامه‌ها صمیمانه قدردانی می‌شود.

این مقالهٔ علمی برگرفته از پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد با عنوان «بررسی رابطهٔ نگرش دانشجویان نسبت به یادگیری الکترونیکی با آمادگی دیجیتال و میزان مشارکت فعال آنان در آموزش الکترونیکی در دانشکدهٔ مهندسی شیمی دانشگاه تهران (سال‌های ۱۴۰۴-۱۴۰۳)» است که در تاریخ ۲۵ خرداد ۱۴۰۴ دفاع شده و نمرهٔ عالی دریافت کرده است.

References

- Ahshan, R. (2021). A framework of implementing strategies for active student engagement in remote/online teaching and learning during the COVID-19 pandemic. *Education Sciences*, 11(9), 483. https://doi.org/10.3390/educsci11090483.
- Aliabadi, K. & Rajabian Deh Zireh, M., & Esmaeili-Gujar, S. (2018). The relationship between students' attitudes toward e-learning and learning performance and perceived motivational climate. *Payam Farhikhtegan Quarterly (Educational Sciences)*, 3(11) [in Persian].
- Amiri, A. & Shakri Sabuk, A. (2022). The effect of attitudes toward online learning and psychological motivations on online engagement: The mediating role of digital readiness. *New Research in Humanities Quarterly, New Series*, 3(35), 1-14 [in Persian].
- Khandaghi,A. & Kazemi Qarachi, H. (2013). The effect of students' attitudes toward e-learning on their engagement in e-learning environments. *Research in Educational Systems*, 7(21), 133-154 [in Persian].
- Khandaghi, A. & Hosseinzadeh, Z. (2011). Investigating students' attitudes toward e-learning. *Research in Educational Systems*, 5(13), 137-152 [in Persian].
- Bazargan, K. (2022). The relationship between students' readiness for e-learning and their academic performance and satisfaction with the learning experience: A case of graduate students. *Research and Planning in Higher Education Quarterly*, 27(3), 113-141 [in Persian].
- Carter, J. (2023). Advantages and disadvantages of chemical engineering: A comprehensive overview. *International Research Journal of Engineering Science, Technology and Innovation*, 9(2).
- Chung, J.E. & Park, N. & Wang, H. & Fulk, J. & McLaughlin, M. (2010). Age differences in perceptions of online community participation among non-users: An extension of the technology acceptance model. *Computers in Human Behavior*, 26(6), 1674-1684.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. https://doi.org/10.2307/249008.
- Dubey, P. & Sahu, K. K. (2022). Investigating various factors that affect students' adoption intention to technology-enhanced learning. *Journal of Research in Innovative Teaching and Learning*, 15(1), 110-131. https://

doi.org/10.1108/JRIT-07-2021-0049.

- Dubey, P. & Pradhan, R. L. & Sahu, K. K. (2023). Underlying factors of student engagement in e-learning. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning*. https://doi.org/10.1108/JRIT-09-2022-0058.
- Gumaelius, L. & Skogh, I. B. & Matthíasdóttir, Á. & Pantzos, P. (2023). Engineering education in change: A case study on the impact of digital transformation on content and teaching methods. *European Journal of Engineering Education*, 48(1), 70-93. https://doi.org/10.1080/03043797.2023.2285794.
- Hung, M. L. & Chou, C. & Chen, C. H. & Own, Z. Y. (2010). Learner readiness for online learning: Scale development and student perceptions. *Computers & Education*, 55(3), 1080-1090.
- Islam, M. D. & Abdul Rahim, A. & Tan, C. L. & Momtaz, H. (2011). Effect of demographic factors on e-learning effectiveness in a higher learning institution in Malaysia. *International Education Studies*, 4(1), 112-120. https://doi.org/10.5539/ies.v4n1p112.
- Jahanbakhsh, M. & Ahmadi, S. & Saghaeian Nejad Esfahani, S. & Najimi, A. (2021). Participation in e-learning programs: Examining the readiness of students at Isfahan University of Medical Sciences. *Iranian Journal of Medical Education*, 21(4), 418-425 [in Persian].
- Jović, M. & Kostić Stanković, M. & Nešković, E. (2017). Factors affecting students' attitudes towards e-learning. *Management*, 22(2), 73-80. https://doi.org/10.7595/management.fon.2017.0016.
- Kedia, P. & Mishra, L. (2023). Exploring the factors influencing the effectiveness of online learning: A study on college students. *Social Sciences & Humanities*, 8(1), Article 100559. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100559.
- Khalil, R. & Ebner, M. (2021). How social presence on Twitter affects student engagement and learning. *Educational Technology Research and Development*, 69(2), 655-677.
- Kim, H. & Hong, J. & Song, A. J. & Hae-Deok. (2019). The roles of academic engagement and digital readiness in students' achievements in university e-learning environments. *Educational Technology Journal*. https://doi.org/10.1186/s41239-019-0152-3.
- King, W. R. & He, J. (2006). A meta-analysis of the technology acceptance model. *Information & Management*, 43(6), 740-755.
- Khorasani, A. & Abdolmaleki, J. & Zahedi, H. (2011). Factors affecting the acceptance of e-learning among students of Tehran University of Medical Sciences based on the technology acceptance model. *Iranian Journal of Medical Education*, 11(6), 664-673 [in Persian].
- Latifnejad Roodsari, R. & Jafari, H. & Hosseini Bibi Leila, & Asfalani, A. (2010). Investigation of knowledge and attitudes of Mashhad University of Medical Sciences students toward e-learning. *Iranian Journal of Medical Education*, 10(4), 364-373 [in Persian].
- Lin, C. L. & Yuan, Q. J. & Zhao, Q. & Yu, S. W. & Su, Y. S. (2021). Factors influencing students' switching behavior to online learning under COVID-19 Pandemic: A push-pull-mooring model perspective. Asia-*Pacific Education Research*, 30(3), 229-245. https://doi.org/10.1007/s40299-021-00570-0.
- Naveed, Q. N. & Qureshi, M. R. N., et al. (2020). Evaluating critical success factors in implementing an e-learning system using multi criteria decision making. *PLoS One*, 15(5), e0231465. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231465.
- O'Doherty, D. & Dromey, M.& Lougheed, J., et al. (2018). Barriers and solutions to online learning in medical education – An integrative review. *BMC Medical Education*, 18, 130. https://doi.org/10.1186/s12909-018-1240-0.
- Olufemi, T. D. (2012). *Theories of Attitudes* (Doctoral dissertation). Department of psychology, Lagos State University. ISBN 978-1-62081-194-8.
- Rayan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 54-67.
- Rhema, A. & Miliszewska, I. (2014). Analysis of student attitudes towards e-learning: The case of engineering students in Libya. *Issues in Informing Science and Information Technology*, 11, 169-190. http://iisit.org/Vol11/

IISITv11p169-190Rhema0471.pdf.

- Rizvia, S.& Rientiesa, B. & Khojab, S. (2019). The role of demographics in online learning: A decision tree based approach. *Computers & Education*. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.001.
- Rosenberg, M. J. & Hovland, C. I. (1960). Cognitive, affective and behavioral components of attitudes. In C. I. Hovland & M. J. Rosenberg (Eds.), *Attitude Organization and Change* (pp. 1-14). Yale University Press.
- Rosli, M. S. & Saleh, N. S. & Md. Ali, A. & Abu Bakar, S. (2022). Self determination theory and online learning in university. *Sustainability*, 14, Article 14655. https://doi.org/10.3390/su142114655.
- Ruiz Jiménez, M. C. & Martínez Jiménez, R., et al. (2022). Students' attitude: Key to understanding the improvement of their academic results. *The International Journal of Management Education*, 20(2), Article 100635. https://doi.org/10.1016/j.ijme.2022.100635.
- Sarmad, Z. & Collaborators. (2016). *Research Methods in Behavioral Sciences*. Agah Publications. [in Persian].
- Seyyed Negavi, M. A. (2007). Investigating the attitudes of faculty and students toward e-learning. *Research and Planning in Higher Education Quarterly*, 13(1), 157-176 [in Persian].
- Sohrabi, B. & Vanani, I. R. & Iraj, H. (2019). The evolution of e-learning practices at the University of *Tehran: A case study. Knowledge Management & E-Learning, 11(1), 20-37. https://doi.org/10.34105/j.kmel.2019.11.002.*
- Stecuła, K. & Wolniak, R. (2022). Advantages and disadvantages of elearning innovations during COVID19 pandemic. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(3), Article 159. https://doi.org/10.3390/joitmc8030159.
- Sun, P. C. & Tsai, R. J., et al. (2008). What drives a successful e-learning? *Computers & Education*, 50(4), 1183-1202. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.007.
- Tahar, A. & Riyadh, H. A., et al. (2020). Perceived ease of use, perceived usefulness, perceived security and intention to use e-filing. *Journal of Accounting, Finance, Economics & Business*, 7(9), 537-547.
- Tarhini, A. & Hone, K. & Liu, X. (2014). Measuring the moderating effect of gender and age on e-learning acceptance. *Journal of Educational Computing Research*, 50(3), 267-307. https://doi.org/10.2190/EC.50.3.b.
- Torun, E. D. (2020). Online distance learning in higher education: E-learning readiness as a predictor of academic achievement. *Praxis*, 12(2), 191-208.
- Umaroh, S. & Musrini, M. & Fachri, A. M. (2023). Student's acceptance and actual use of e-learning system in a post-COVID era through technology acceptance model. *The 4th Faculty of Industrial Technology International Congress (FoITIC 2023)*, 484.
- Vahedi, M. (2020). The effect of e-learning readiness on students' self-regulated learning strategies and behavioral intention toward web-based learning: The mediating role of motivational beliefs. *Bimonthly Journal of Educational Strategies in Medical Sciences*, 13(2), 133-142 [in Persian].
- Venkatesh, V. & Thong, J. Y., and Xu, X. (2012). "Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology." *MIS Quarterly*, 36(1), 157-178.
- Vermeulen, E. J. & Volman, M. L. L. (2024). Promoting student engagement in online education: Online learning experiences of Dutch university students. *Technology, Knowledge and Learning*, 29, 941-961. DOI:10.1007/s10758-023-09704-3.
- Weng, F. & Yang, R. J. & Ho, H. J. & Su, H. M. (2018). A TAM-based study of the attitude towards-use intention of multimedia among school teachers. *Applied System Innovation*, 1(3), 36. https://doi.org/10.3390/asi1030036.
- Yang, M. & Watson, S. L. (2020). Attitudinal influences on transfer of training: A systematic literature review. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/347548982.
- Yu, Z. & Deng, X. (2022). A meta-analysis of gender differences in e-learners' self-efficacy, satisfaction, motivation, attitude, and performance across the world. *Frontiers in Psychology*, 13, 897327. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.897327.
- Yuerong, L. & Na, M. & Xiaolu, Y., et al. (2024). Self-determination and perceived learning in online learning communities. *Scientific Reports*, 14, 24538. https://doi.org/10.1038/s41598-024-74878-4.

اکرم حسینیان سراجه لو: ایشان درحال‌حاضر دارای مرتبهٔ استادی در دانشگاه مهندسی شیمی دانشگاه تهران هستند. تحصیلات ایشان مدرک دکترای شیمی معدنی از دانشگاه تربیت مدرس است. دکتر حسینیان سراجه‌لو با تمرکز بر بهبود کیفیت آموزش عالی و توسعهٔ یادگیری معنادار، در پروژه‌های پژوهشی متعددی مشارکت داشته‌اند و از جمله دغدغه‌های اصلی ایشان، ارتقای عدالت آموزشی، آموزش‌های مبتنی بر فناوری، و توسعهٔ توانمندی‌های یادگیرندگان در قرن ۲۱ است.

مقصود فراستخواه: استاد برنامه‌ریزی توسعه آموزش عالی در مؤسسهٔ پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی هستند. ایشان دکترای تخصصی جامعه‌شناسی و عضو هیئت علمی مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی هستند. دکتر فراستخواه از متفکران برجستهٔ حوزه‌های مطالعات آموزش عالی، جامعه‌شناسی معرفت، اخلاق عمومی، و آینده‌پژوهی فرهنگی در ایران به شمار می‌روند. دغدغهٔ اصلی ایشان، توسعهٔ انسانی و عقلانیت انتقادی در جامعهٔ ایران است.

ابراهیم خدایی: ایشان دانشیار دانشکدهٔ روان‌شناسی و علوم تربیتی، گروه پژوهش و سنجش دانشگاه تهران و دارای دکترای آمار زیستی و عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت مدرس و از مدیران باسابقهٔ نظام آموزشی کشور هستند. دکتر خدایی ریاست سازمان سنجش آموزش کشور را طی سال‌های متعدد بر عهده داشته‌اند و با نگاه سیستمی و تحلیلی به عدالت آموزشی، اعتبارسنجی علمی، و استانداردسازی فرآیندهای ارزیابی، از چهره‌های اثرگذار در اصلاحات کلان آموزشی کشور به شمار می‌روند.

حسین برزگران: دارای مدرک کارشناسی مهندسی عمران از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز و دانش‌آموختهٔ کارشناسی ارشد آموزش مهندسی دانشکدهٔ فنی دانشگاه تهران فارغ التحصیل در خرداد سال ۱۴۰۴ است. دغدغهٔ اصلی ایشان، ارتقای کیفیت آموزش و تربیت نسلی مسئولیت‌پذیر و توانمند در مواجهه با چالش‌های آینده است. ایشان با انجام این پژوهش در راستای توسعهٔ روش‌های نوین آموزشی، به‌ویژه در زمینهٔ بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در آموزش الکترونیکی، در تلاش است نقش مؤثری در تحول نظام آموزش مهندسی ایفا کند.

توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور در دانشجویان مهندسی: رویکرد فراترکیب نظریه‌ساز

مهدی محمدی[۱]، علیرضا حیدری[۲] و قاسم سلیمی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۶/۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۷/۲۸

DOI: 10.22047/ijee.2025.535362.2197

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.108.2.8

چکیده: هدف کلی از این پژوهش، طراحی مدل توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور در بین دانشجویان مهندسی در نظام آموزش عالی بود. طرح پژوهش کیفی و روش پژوهش آن فراترکیب نظریه‌ساز بود. پس از ارائهٔ پرسش، اعضای تیم فراترکیب مشخص شدند. در گام‌های دوم و سوم، منابع لاتین و فارسی و معیارهای شمول مقالات مشخص شدند و در نهایت ۳۲ مقاله مرتبط پس از غربالگری انتخاب شدند. با تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، ۴۶ کد باز استخراج و در چهارچوب پیشایندهای توسعهٔ محفل کندوکاو صنعت‌محور (مانند محیط یادگیری پویا، مواد آموزشی چندوجهی و ...)، فرایندهای توسعهٔ محفل کندوکاو (مانند تعاملات فعال بین فراگیران، بررسی فعالانهٔ روابط بین دانشجویان توسط اساتید و ...) و پیامدهای توسعهٔ محفل کندوکاو (مانند تبدیل دانشجویان به یادگیرندگان مادام‌العمر، توسعهٔ مهارت‌های عملی دانشجویان مهندسی و ...) طبقه‌بندی و مدل توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور را در دانشجویان مهندسی شکل دادند. بر اساس یافته‌های این پژوهش، اساتید با آگاهی از پیشایندها، فرایندها و پیامدهای توسعهٔ محفل کندوکاو، رویکردهای نوینی را در تدریس به کار برده و تلاش خواهند کرد که دانش‌آموختگانی توانمند با احساس خودکارآمدی قوی و آشنا به مسائل صنعت تربیت کنند.

واژگان کلیدی: محفل کندوکاو، صنعت، آموزش مهندسی، یادگیری پویا

۱- استاد، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران (نویسندهٔ مسئول). Mmohammadi48@shirazu.ac.ir
۲- کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران. alirezaheydari007@gmail.com
۳- دانشیار، دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.salimi.shu@gmail.com

۱. مقدمه

عواملی مانند تغییر سیاست‌ها، جهانی‌شدن، دیجیتالی‌شدن، سرعت توسعهٔ تغییرات و گستردگی تأثیرات آن‌ها و میزان انعطاف‌پذیری بافت اجتماعی ما را به چالش می‌کشد. این تغییرات، نیازمند تأمل عمیق‌تر در نوع جامعه‌ای است که می‌خواهیم در آن زندگی کنیم و همچنین، مجموعهٔ ارزش‌های انسانی، اخلاقیات و آرزوهایی است که ما را به هم پیوند می‌دهد (OECD, 2019). بر این اساس، سازمان همکاری و توسعه اقتصادی نیاز به ایجاد محیط‌های یادگیری نوآورانه که به ماهیت اجتماعی و عاطفی یادگیری توجه می‌کنند بااین‌حال، مشارکت را به یک نتیجه یادگیری ممتاز تبدیل می‌کنند، تأکید کرده است (OECD, 2017).

گزارش سازمان توسعهٔ و همکاری اقتصادی (۲۰۱۹) در مورد رفاه و زندگی دیجیتال نشان می‌دهد که تحول دیجیتال فرصت‌هایی تازه را برای تغییر مدل‌های آموزشی و ایجاد یادگیرندگان مادام‌العمر فراهم می‌کند. انجمن پژوهش‌های دیجیتال نیز در تأیید این گزارش اعلام کرد که ثبت‌نام و ارائهٔ دوره‌های برخط با سرعتی قابل‌ملاحظه در حال رشد هستند (Johnson, 2019). یک نظرسنجی بین اعضای هیئت علمی در سال ۲۰۱۹ توسط انتشارات برخط آمریکا نیز نشان داد که نسبت اساتیدی که در حال تدریس یک دورهٔ برخط هستند، با سرعت ثابت در حال رشد است (Jaschik & Lederman, 2019). همان‌طور که در گزارش بازار جهانی آمده است، در سطح جهانی نیز صنعت آموزش الکترونیکی در مسیر رشد ۷درصدی از سال ۲۰۱۹ تا سال ۲۰۲۵ قرار دارد که به طور کامل به افزایش روش‌های آموزشی مبتنی بر فناوری منجر خواهد شد. آمارهای مشابه به این واقعیت اشاره می‌کند که یادگیری برخط به‌طور تصاعدی در حال رشد است و مؤسسات رایج فیزیکی به طور «تهاجمی» به سمت ارائه‌های آموزشی برخط حرکت می‌کنند (Bates, 2018).

این تحولات منجر به تعهد مؤسسات آموزشی و به‌ویژه آموزش عالی و دانشگاه‌ها به ساختن یک سیستم آموزشی پایدار و کمک به جهانی مملو از عدالت اجتماعی، به‌عنوان یک ضرورت جهانی شده است. همین تعهد در جلسهٔ اختتامیهٔ کنفرانس جهانی اخیر برای یادگیری برخط تکرار شد، زمانی که نیاز به ایجاد امید، محوریت معناسازی و یافتن راه‌حل‌ها به‌عنوان اهداف اولیهٔ آموزش در دنیایی که به گونه‌ای فزاینده مجهز به فناوری است، اشاره کرد. این ضرورت و رشد جهانی همراه با این واقعیت که یادگیری برخط در سراسر جهان، نتیجهٔ مستقیم همه‌گیری جهانی کووید-۱۹ در سال ۲۰۲۰ است، به حد انفجار رسید و بسیاری از تغییراتی که منجر به افزایش یادگیری برخط شده است، منجر به آن شد که امروزه برجسته‌ترین چهارچوب یادگیری در فضای یادگیری برخط، چهارچوب محفل کندوکاو برخط باشد (World Economic Forum, 2020).

چهارچوب محفل کندوکاو برخط، اغلب یکی از چهارچوب‌های بسیار مورد استناد است و بنابراین، در حوزهٔ تمرین و طراحی آموزش از راه دور (online) تأثیرگذار شناخته می‌شود و به مربیان کمک می‌کند تا درک کنند چگونه یادگیری عمیق و معنادار می‌تواند در محیط‌های واسطه‌ای کامپیوتری رخ دهد (Williams, 2017).

در حوزهٔ مهندسی نیز، کندوکاو به‌عنوان یک پژوهش خلاق تعریف می‌شود که توسط دانشجویان مهندسی انجام می‌شود (Zvobgo et al., 2023). به نظر می‌رسد این تعریف در تعامل سنتی دانشجویان مهندسی که در آن دانشجویان عمدتاً برای تکمیل مدارج تحصیلی خود درگیر پژوهش می‌شوند، ریشه دارد.

الزامات بازار کار کنونی فارغ‌التحصیلانی را که دارای تجربهٔ عملی در کلاس و خارج از کلاس هستند، نادیده می‌گیرد (Zvobgo et al., 2023). برای دست‌یابی به این تجربهٔ عملی، دانشگاه‌های مترقی به دانشجویان مهندسی این امکان را می‌دهند که یک پروژهٔ مبتنی بر مشاوره را انتخاب کنند و در آن مشکل یک شرکت را شناسایی کنند و راه‌حل‌هایی را به‌عنوان بخشی از پروژهٔ پژوهشی خود ارائه دهند. اما، بحث در مورد این‌که چه چیزی شامل مشارکت دانشجویان مهندسی در پژوهش‌هاست، هنوز در محافل دانشگاهی بیداد می‌کند. برای رفع این مشکل، چهارچوب محفل کندوکاو (شکل ۱) که یک چهارچوب آموزشی مبتنی بر ساختارگرایی مشارکتی در آموزش از راه دور است (Online)، توسط گریسون و همکاران (Garrison et al., 2000) در سال ۲۰۰۰ ایجاد شد.

در شکل اصلی، این محفل، حول سه بعد وابسته به هم مفهوم‌سازی می‌شود: ۱) حضور شناختی که نشان‌دهندهٔ تعامل دانشجویان مهندسی با محتوای دوره است.۲) حضور اجتماعی که نشان‌دهندهٔ تعامل دانشجویان مهندسی با سایر فراگیران و جنبه‌های فرهنگی محیط یادگیری است. ۳) حضور تدریس، طراحی، تسهیل و هدایت فرآیندهای شناختی و اجتماعی فراگیران برای دست‌یابی به نتایج یادگیری معنادار و ارزشمند است (Garrison et al., 2000). به‌عنوان یک مدل فرآیندی، محفل کندوکاو برخط تلاش می‌کند نه‌تنها سه عنصر بلکه پویایی یک تجربهٔ آموزشی برخط را با بررسی رابطهٔ این حضورها با یکدیگر ترسیم کند (Garrison et al., 2010).

شکل ۱. چهارچوب محفل کندوکاو (Garrison et al., 2000)

برای مثال، انتظار می‌رود حضور اجتماعی نقش واسطه‌ای بین آموزش و حضور شناختی داشته باشد و به‌عنوان مفهوم زیربنایی که همه چیز را گرد هم می‌آورد عمل می‌کند و حضور آموزشی به احتمال زیاد، بر حضور اجتماعی و شناختی تأثیر می‌گذارد (Kozan & Richardson, 2014). اگرچه بیشتر مطالعاتی که

از این چهارچوب استفاده می‌کنند، هر سه عنصر را پوشش می‌دهند، علاقهٔ خاصی به حضور اجتماعی وجود دارد؛ زیرا این جنبه اغلب در محیط‌های یادگیری برخط نادیده گرفته می‌شود (Kim & Gurvitch, 2020). این چهارچوب به‌تدریج از یک چهارچوب توصیفی به یک چهارچوب طراحی تبدیل شد، جایی که مقوله‌های مشخص‌شده در چهارچوب، طراحی به‌ظاهر مؤثرتر دوره‌های برخط را نشان می‌دهد(Arbaugh et al., 2008; Castellanos-Reyes, 2020; Kim & Gurvitch, 2020).

مجلات برجستهٔ یادگیری برخط، محفل کندوکاو صنعت‌محور را به‌عنوان متداول‌ترین چهارچوب نظری در رابطه با آموزش در محیط‌های حقیقی و همچنین آموزش از راه دور (برخط) و پژوهش‌های یادگیری نشان داده‌اند. از ژوئن ۲۰۲۱، گوگل اسکالر بیش از ۶۹۰۰ استناد نمایه‌شده را در این موضوع ثبت کرده است. این استنادها به‌عنوان شاخص‌هایی نشان می‌دهند که در چهارچوب عمل و انتشار به‌خوبی از این مفهوم استفاده شده است. محفل کندوکاو، کندوکاوی در باب مسائل و موقعیت‌های گوناگون است که سعی می‌کند فراگیران را با انتظارات جامعه آشنا کند و بااین‌حال، با تقویت ابزار تفکر نقادانه، خلاقانه و مراقبتی توانایی ارزیابی این انتظارات را نیز در آن‌ها ارتقا دهد (Zvobgo et al., 2023).

انجام پژوهش‌ها و آموزش‌های مشترک در تبادل دانش نقشی مهم ایفا کرده و رابطهٔ دانشگاه و صنعت به گونه‌ای قابل‌توجه توسط عوامل نهادی تعدیل شده است. همچنین درگیرکردن دانشجویان کارشناسی مهندسی در سال‌های اولیهٔ تحصیل، آن‌ها را به مهارت‌های موردنیاز برای انجام پژوهش‌های قابل‌انتشار یا ارائهٔ راه‌حل‌های عملی برای مشکلات شرکت یا صنعت در زمان واقعی مجهز می‌کند. یکی از راه‌های افزایش علاقه می‌تواند شامل فاصله گرفتن از آموزش صرف دروس نظری و ارتباط بیشتر دانشجویان با پروژه‌های آزمایشگاهی و محیط‌های صنعتی باشد (Zvobgo et al., 2023)؛ اما بخش قابل‌توجهی از یافته‌های مطالعات اخیر نشان می‌دهد که دانشگاه‌ها دانشجویان مهندسی را از راه ایجاد برنامهٔ درسی با استفاده از رویکرد چندرشته‌ای، دوره‌های آموزشی، جلسات برنامهٔ راهنمایی پژوهشی، پروژه‌های پژوهشی سنتی، پروژه‌های مشاوره و فرآیند پژوهش‌ها درگیر می‌کنند (Miller et al., 2023). با وجود محیط‌های مساعد و تلاش‌ها و استراتژی‌های ارائه‌شده توسط دانشگاه‌ها برای مشارکت دادن دانشجویان مهندسی در پژوهش‌ها، مطالعات نشان داده است که دانشجویان تمایلی به شرکت در پژوهش‌های خارج از برنامهٔ عادی تحصیلی خود ندارند، نسبت به ابتکارات پژوهشی بی‌تفاوت هستند و در مقابل هر کاری که مازاد بر وظایف تحصیلی عادی‌شان انجام می‌شود، مقاومت می‌کنند و به پژوهش و آیندهٔ تحصیلی خود اهمیتی نمی‌دهند. همچنین، دوره‌های پژوهشی آکادمیک رایج گنجانده‌شده در برنامهٔ درسی جذابیتی کمتر دارند و به مهارت‌های موردنیاز توجهی نمی‌کنند. ابزارهای پژوهشی، پلت‌فرم‌های هوش مصنوعی و توانمندسازی‌های کلیدی پژوهش‌های دانشجویی بدون در نظر گرفتن سطح اولیهٔ آن‌ها ارائه می‌شوند، درحالی که آگاهی ندارند که دانشجویان به دلیل فقدان مهارت‌های عددی، تحلیلی و محاسباتی، تمایلی به شرکت در این نوع پژوهش‌ها ندارند.

از چهارچوب محفل کندوکاو در بسیاری از مطالعات در یادگیری برخط از جمله بخش‌های برخط یادگیری ترکیبی استفاده شده است (Befus, 2016; Kim & Gurvitch, 2020). محبوبیت قابل‌توجه آن به چندین مطالعهٔ مروری و ترکیب پژوهشی در طول سال‌ها منجر شده است (Befus, 2016; Caskurlu et al., 2021; Castellanos-Reyes, 2020; Garrison et al., 2010; Kim & Gurvitch, 2020; Stenbom, 2018). این ادراکات چالش‌هایی را برای جذب و حفظ دانشجویان مهندسی در طول پژوهش ایجاد می‌کند (Zvobgo et al., 2023).

با وجود پژوهش‌های متعدد در حوزهٔ محفل کندوکاو، تا به حال پژوهشی در حوزهٔ توسعهٔ محفل کندوکاو مبتنی بر صنعت برخط در دانشجویان مهندسی انجام نشده است. بر این اساس، هدف این پژوهش، طراحی مدل توسعهٔ محفل کندوکاو مبتنی بر صنعت برخط در دانشجویان مهندسی است. بر این اساس، انجام این پژوهش نقشی مؤثر در توسعهٔ دانش و آگاهی دانشجویان مهندسی از مسائل مرتبط با بخش صنعت داشته و آنان را با چالش‌های ویژهٔ این بخش آشنا می‌سازد و این آگاهی‌ها احتمال جذب آنان را توسط بخش صنعت افزایش خواهد داد. همچنین، توسعهٔ این محفل‌های پژوهشی در دانشگاه‌ها و به‌ویژه دانشکده‌های مهندسی به مدیران و اعضای هیئت علمی کمک شایانی خواهد کرد تا برنامه‌های درسی را کاربردی‌تر و متناسب‌تر با نیازهای ویژهٔ دانشجویان مهندسی و بخش صنعت بازطراحی کنند.

۲. روش‌شناسی پژوهش

در این پژوهش برای گردآوری داده‌ها و توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور در بین تمامی دانشجویان مهندسی روش فراترکیب نظریه‌ساز هفت‌مرحله‌ای (Finfgeld-Connett, 2018) به کار برده شد (شکل ۲).

شکل۲. روش هفت‌مرحله‌ای فراترکیب نظریه‌ساز (Finfgeld-Connett, 2018)

پیش از شروع گام اول، تیم فراترکیب مشخص شد. برای اعتباربخشی نظری، در طراحی و اجرای پژوهش فراترکیب نظریه‌ساز، از یک متخصص در حوزهٔ روش‌های پژوهش سنتزپژوهی و به‌ویژه فراترکیب نظریه‌ساز، کارشناس ارشد پایگاه‌های اطلاعاتی، متخصص در حوزهٔ آموزش عالی و یادگیری برخط کمک گرفته شد.

گام اول: تنظیم هدف و پرسش‌های پژوهش: هدف کلی از انجام این پژوهش، طراحی مدل توسعهٔ محفل کندوکاو صنعت‌محور در بین دانشجویان مهندسی است.

این پژوهش در پی پاسخ به این سؤال است که «پیشایندها، فرایندها و پیامدهای توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محوردر دانشجویان مهندسی چیستند؟»

گام‌های دوم و سوم: جست‌وجوی سیستماتیک و انتخاب پیشینه: در این مرحله با استفاده از جدول ۱. پایگاه‌های اطلاعاتی، کلیدواژه‌ها و سایر معیارها مشخص شدند.

جدول ۱. جزئیات فرایند جست‌وجوی نظام‌مند پژوهش

پایگاه‌های اطلاعاتی	اسکوپوس، ساینس دایرکت، اشپرینگر، نورمگز، مگ ایران، اس‌آی‌دی و علم نت
کلیدواژه‌های جست‌وجو	محفل کندوکاو، چهارچوب جامعهٔ پژوهش، جامعهٔ پژوهش، چهارچوب محفل کندوکاو، جامعهٔ پرس‌وجو، کلمهٔ راهنما: مهندسی
جست‌وجو در	عنوان مقاله، چکیده، واژه‌های کلیدی
حوزه‌ی مطالعاتی[1]	فقط در حوزه‌ی آموزش عالی
محدودیت در بازه‌ی زمانی[2]	از سال ۱۹۷۷ تا ۲۰۲۳
محدودیت در نوع سند[3]	مقالات پژوهشی کیفی، بخش کیفی مقالات ترکیبی، مطالعات خاکستری
نوع دسترسی[4]	همه[5]

پس از بررسی دقیق با کلیدواژه‌ها در پایگاه‌های داده، حدود ۱۸۷ مقاله استخراج شد. از این تعداد، ۶۴ مورد به دلیل تکراری بودن عنوان حذف شدند. پس از آن مقالات موردنظر از منظر چکیده مورد بررسی قرار گرفتند که حدود ۵۹ مقالهٔ دیگر نیز حذف شدند. در ادامه پس از بررسی متن اصلی مقالات باقی‌مانده، ۳۲ مقالهٔ دیگر به دلیل پوشش محتوا توسط سایر مقالات حذف شدند و در کل ۳۲ مقاله برای استفاده باقی ماندند. پژوهش‌هایی که برای تحلیل نهایی مناسب نبودند، در قالب معیارهای خروج به شرح زیر از چرخهٔ آن خارج شدند: ۱- پژوهش‌هایی که اطلاعات کافی در زمینهٔ اهداف این پژوهش گزارش نمی‌دادند. ۲- پژوهش‌هایی که از تناسب و ارتباط کافی با موضوع پژوهش برخوردار نبودند. ۳- پژوهش‌هایی که فاقد الگوی روش‌شناختی مناسب (رویکردهای کیفی و ترکیبی) بودند.

گام چهارم: استخراج اطلاعات: پژوهشگر در این بخش با مطالعهٔ چندین‌بارهٔ مقالات منتخب و نهایی‌شده، در پی دست‌یابی به مضامین و مفاهیم در محتواهای ضمنی هر پژوهش بود. مقاله‌ها براساس مرجع مربوط به هر مقاله شامل نام و نام‌خانوادگی پژوهشگر یا پژوهشگران، سال انتشار و یافته‌های آن طبقه‌بندی شدند. مطالب هدفمند از مباحث کیفی استخراج شده و در گام پنجم در قالب کدگذاری، تجزیه‌وتحلیل و در انتها ترکیب شدند.

گام پنجم: تجزیه‌وتحلیل و ترکیب یافته‌های کیفی: پژوهشگر در این مرحله پس از بررسی ۳۲ مقالهٔ نهایی در زمینهٔ موضوع، با استفاده از روش تحلیل محتوای کیفی به بررسی کدهای باز[6]، کدهای محوری[7] و کدهای گزینشی[8] مربوط به این پدیده پرداخت. همچنین داده‌های جمع‌آوری‌شده مرتبط با توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور در دانشجویان مهندسی با بهره‌گیری از روش دسته‌بندی یافته‌ها[9] و

1- Subject area
2- Date range (inclusive)
3- Document type
4- Access type
5- All
6- Open coding
7- Axial coding
8- Selective coding
9- Classification

روش طبقه‌بندی[1] که از جمله روش‌های مهم تحلیل داده‌ها در فراترکیب به شمار می‌روند، مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند.

گام ششم: کنترل کیفیت: با توجه به این‌که مقالات پژوهشی مورد نظارت و داوری‌های معتبر و خاصی قرار می‌گیرند و دسترسی به سایر منابع ازجمله پایان‌نامه‌های لاتین به‌طور نظام‌مند امکان‌پذیر نبود، مقالات پژوهشی به‌عنوان منابع معتبر انتخاب شده‌اند.

گام هفتم: ارائهٔ یافته‌ها: پس از تحلیل داده‌های کیفی و استخراج مؤلفه‌های مدل توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور در دانشجویان مهندسی در قالب کدهای باز[2]، کدهای محوری[3] و گزینشی[4] و ترکیب با یافته‌های بخش داده‌بنیاد، مدل متناسب با آن طراحی شد.

اعتباریابی یافته‌ها: در پژوهش حاضر، از تمامی فرایندهای بهینه‌سازی اعتباریابی سندلوسکی و باروسو (۲۰۰۷)، یعنی اعتباریابی‌های توصیفی، تفسیری، نظری و پراگماتیک به‌صورت زیر بهره برده شده است (جدول ۲).

جدول ۲. فرایندهای بهینه‌سازی اعتبار فراترکیب (Sandelowski et al., 2006)

فرایندها	نوع اعتباریابی
ارتباط با نویسندگان مطالعات اولیه	توصیفی-تفسیری
مشورت با کتابدار مرجع	توصیفی
مشورت با متخصص پژوهش‌های ترکیب / جست‌وجوی مستقل منابع حداقل توسط دو بازنگر	نظری توصیفی
ارزیابی مستقل هر گزارش حداقل توسط دو بازنگر	توصیفی-تفسیری
جلسه‌های هفتگی تیم پژوهشی به‌منظور بحث درباره نتایج جست‌وجوها و شکل‌دهی و اصلاح راهبردهای جست‌وجوی منابع	توصیفی
جلسه‌های هفتگی تیم پژوهشی به‌منظور بحث دربارهٔ نتایج ارزیابی‌ها و تصمیم‌گیری درباره‌ی راهبردهای ارزیابی مطالعات	توصیفی-تفسیری
جلسه‌های هفتگی تیم پژوهشی به‌منظور تثبیت حوزه‌های مورد توافق و مذاکره دربارهٔ حوزه‌ها و موارد شامل اختلاف نظر تا رسیدن به اجماع	توصیفی-تفسیری- نظری

۳. یافته‌های پژوهش

۱. **پیشایندهای توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور در دانشجویان مهندسی چیستند؟** مطابق با جدول ۳، ۱۳ کد باز مرتبط با پیشایندهای توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور در دانشجویان را نشان می‌دهد.

1- Taxonomy
2- Open coding
3- Axial coding
4- Selective coding

جدول ۳. کدهای باز و شواهد پیشایندهای توسعه‌های محفل کندوکاو برخط صنعت محور

کد محوری	کدهای باز	منبع و سال
ویژگی‌های محیط آموزشی	محیط یادگیری پویا	Douglas et al., 2022; Williams-Dobosz et al., 2021.
	مواد آموزشی چندرسانه‌ای	Lakhal et al., 2020; Jiang and Koo, 2020.
	محتوای آموزش معتبر	Homer , 2022; Zvobgo et al., 2023.
ویژگی‌های دانشجویان مهندسی	دارای تفکر انتقادی	Nihlawi et al., 2018; Law et al., 2019.
	حضور شناختی	Lakhal et al., 2020; Homer , 2022.
	تجربیات آموزشی غنی	Padayachee , 2022; Parrish , 2021.
	انگیزهٔ فزاینده	Corbett et al., 2023; Law et al., 2019.
	علاقهٔ بالا	Hodzi et al., 2021; Huang et al., 2019.
ویژگی‌های اساتید	حمایت‌کنندهٔ محفل	Law et al. 2019; Corbett et al. 2023.
	تهییج‌کنندهٔ فعالانهٔ دانشجویان	Zvobgo et al., 2023; Huang et al., 2019.
	آگاه به روش‌های نوین تدریس	Crawford et al., 2020; Lau et al., 2021.
	دلسوز و حامی	Guo et al., 2022; Jiang and Koo, 2020.
	دارای حضور تدریس	Befus, 2016; Kim and Gurvitch , 2020.

۲. **فرایندهای توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور در دانشجویان مهندسی چیستند؟** جدول ۴، ۲۳ کد باز مرتبط با فرایند توسعه‌های محفل کندوکاو صنعت‌محور در دانشجویان مهندسی را نشان می‌دهد.

جدول ۴. کدهای باز فرایند توسعه‌های محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور دانشجویان مهندسی

کد محوری	کدهای باز	منبع و سال
نقش حمایت‌کنندگان	فراهم کردن ابزار طراحی یادگیری برای دانشجویان	Guo et al., 2022; Purwandari et al., 2022.
	همیاری اساتید محفل	Lakhal et al., 2020; Jiang and Koo, 2020.
نقش و مسئولیت دانشجویان	کاوش فعال عناصر محتوای برنامهٔ درسی	Lakhal et al., 2020; Rachmawati et al., 2020.
	برقراری تعاملات فعال	Corbett et al., 2023; Jiang and Koo, 2020.
	توسعه انسجام درون‌گروهی مثبت و همدلانه	Carroll et al., 2024; Kovanović et al., 2015.
	خودارزیابی طرح‌های یادگیری	Baytiyeh, 2018; Guo et al., 2022; Purwandari et al., 2022.
	بیان احساسات شخصی، و تفکرات در مورد محفل	Morrison et al., 2023; Kozan and Caskurlu, 2018.
	مشارکت فعال و کنجکاوانه در فعالیت‌های داوطلبانه	Carroll et al., 2024; Purwandari et al., 2022.
نقش و مسئولیت اساتید	تلفیق محتوای پیشین با محتواهای جدید ارائه‌شده توسط دانشجویان	Carroll et al., 2024; Law et al., 2019.
	مداخلات روشنگرانهٔ آموزشی	Nazar et al., 2019; Law et al., 2019.
	بررسی سرعت و کارایی اینترنت	Lakhal et al., 2020; Jiang and Koo, 2020.

ادامه جدول ۴

کد محوری	کدهای باز	منبع و سال
	طراحی و سازماندهی فرایندهای نوپدید در محفل	Carroll et al., 2024; Baytiyeh , 2018.
	بررسی میزان انطباق بین توانایی دانشجویان و محتوای قصدشده	Crawford et al., 2020; Douglas , 2022.
	توسعه مهارت‌های فراشناخت دانشجویان	Caird and Roy, 2019; Corbett et al., 2023.
	ارتباط و تعامل آزادانه و فعال با دانشجو	Carroll et al., 2024; Purwandari et al., 2022; Corbett et al., 2023.
	توسعهٔ انگیزهٔ دانشجویان به واسطهٔ توجه به جایگاه آن‌ها	Kovanović et al., 2015; Zvobgo et al., 2023.
	به‌کارگیری استراتژی‌های آموزشی پویا	Purwandari et al., 2022; Huang et al., 2019.
	به‌کارگیری ابزارهای ارتباطی هم‌زمان و ناهم‌زمان	Nihlawi et al., 2018; Jiang and Koo, 2020.
	بازخورد متنی و صوتی به دانشجویان در محفل کندوکاو	Rutz and Ehrlich , 2016; Douglas et al., 2022.
	تسهیل جریان فعال یادگیری دانشجویان	Carroll et al., 2024; Corbett et al., 2023.
	برنامه‌ریزی دقیق چهارچوب کار محفل	Caird and Roy, 2019; Lim and Richardson, 2022.
	هدایت برخط مباحث مطرح‌شده توسط دانشجویان در ارتباط با درس	Beneroso and Robinson , 2022; Kozan and Caskurlu , 2018.
	کمک به دانشجویان برای ارزیابی طرح‌های یادگیری‌شان	Guo et al., 2022; Law et al., 2019; Purwandari et al., 2022.

۳. **پیامدهای توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور در دانشجویان مهندسی چیستند؟** طبق جدول ۵، در مجموع ۸ کد باز به عنوان پیامدها، دسته‌بندی شدند.

جدول ۵. کدهای باز پیامدهای توسعه‌های محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور دانشجویان مهندسی

پیامدها	منبع و سال
تبدیل دانشجویان به یادگیرندگان مادام‌العمر	Caird and Roy, 2019; Baytiyeh, 2018.
توسعهٔ مهارت‌های عملی دانشجویان	Caird and Roy, 2019; Nihlawi et al., 2018.
توسعهٔ احساس خودکارآمدی دانشجویان برای صنعت	Lim and Richardson, 2022; Williams-Dobosz et al., 2021.
پرکردن شکاف بین دانشگاه و صنعت در تأمین نیروی متخصص و کارآمد	Miller et al., 2023; Benrosso and Robinson, 2022.
توسعهٔ چشم‌اندازهای پیشرفت دانشجویان	Rasheed et al., 2020; Beneroso and Robinson, 2022.
توسعهٔ یادگیری خودگردان دانشجویان	Yu and Li, 2022; Jiang and Ku, 2020.
افزایش مهارت دانشجویان در کار مشارکتی در حل مسائل	Kozan & Caskurlu, 2018; Carroll et al., 2024.
توسعهٔ روحیهٔ بشردوستی دانشجویان	Lim and Richardson, 2022; Purwandari et al., 2022.

۴. **چه رابطه‌ای بین پیشایندها، فرایندها و پیامدهای توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور دانشجویان مهندسی وجود دارد؟** بر اساس مجموعه یافته‌های پرسش‌های ۱ تا ۳ و چینش کدهای باز و محوری استخراج‌شده، مدل نهایی توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور دانشجویان مهندسی طراحی شد (شکل ۳).

۴. بحث

یافته‌های تحلیل روش فراترکیب نظریه‌ساز، سه بعد پیشایندها، فرایندها و پیامدهای توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور در دانشجویان مهندسی را نشان داد.

۴-۱. پیشایندهای توسعهٔ محفل کندوکاو صنعت‌محور برخط

پیشایندهای توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور در سه بعد ویژگی‌های محیط آموزشی، ویژگی‌های دانشجویان و ویژگی‌های اساتید مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی محیط آموزشی به‌عنوان درونداد توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور یکی از ابعاد بسیار مهم به شمار می‌رود. محیط آموزشی نقش زیرساختی حیاتی در فرآیند یادگیری دانشجویان ایفا می‌کند، چراکه بستری است که در آن دانشجویان فعالیت می‌کنند و مهارت‌ها و دانش خود را توسعه می‌دهند. محیط‌های دارای ویژگی‌های مثبت و حمایتگر می‌توانند به شکل مؤثری دانشجویان را در دستیابی به اهداف آموزشی‌شان همراهی کنند. در چهارچوب توسعهٔ محفل کندوکاو صنعت‌محور برخط، محیط یادگیری پویا به‌عنوان یک پیش‌نیاز کلیدی شناخته شده است؛ این نوع محیط جایگزین رویکرد سنتی و منفعل تدریس شده و دانشجویان را از دریافت صرف اطلاعات به سمت مشارکت فعال، اکتشاف مستقل و همکاری با اساتید هدایت می‌کند (Williams-Dobosz et al., 2021; Anderson, 2017) یکی دیگر از پیشایندهای مهم در توسعهٔ محفل کندوکاو، استفاده از مواد آموزشی چندوجهی است. با پیشرفت فناوری و ظهور ابزارهای نوین آموزشی، اساتید می‌توانند از منابع چندرسانه‌ای و متنوع برای افزایش کیفیت یادگیری بهره بگیرند؛ برای مثال، استفاده از فایل‌های صوتی تدریس اساتید برجسته، ویدئوهای آموزشی، و ابزارهای تصویری، امکان انتقال مفاهیم پیچیده را به‌صورت مؤثرتر فراهم می‌کند. از منظر تحلیلی، این تنوع کانال‌های ارتباطی باعث تقویت حضور شناختی دانشجویان می‌شود، چراکه امکان پردازش عمیق‌تر اطلاعات و ایجاد ارتباط میان مفاهیم مختلف را فراهم می‌کند (Jiang and Koo, 2020; Baytiyeh, 2018; Caird & Roy, 2019).

پیشایندها

ویژگی‌های محیط آموزشی

محیط یادگیری پویا / مواد آموزشی چندوجهی / اعتبارسنجی همه‌جانبهٔ محتوای آموزش توسط متخصصان

ویژگی‌های دانشجویان

تفکر انتقادی دانشجویان مهندسی/ حضور شناختی دانشجویان مهندسی/ تجربیات آموزشی غنی دانشجویان مهندسی/ انگیزهٔ فزایندهٔ دانشجویان مهندسی/ علاقهٔ بالای دانشجویان

ویژگی‌های اساتید

تحریک فعالانهٔ دانشجویان مهندسی/ آگاهی از روش‌های نوین تدریس/ برنامه‌ریزی چهارچوب کلی کار در محفل/ دلسوز و حامی/ حضور تدریس

فرایندها

نقش حمایت‌کنندگان

همیاری اساتید محفل/ فراهم کردن ابزار طراحی یادگیری برای دانشجویان مهندسی توسط متخصصان با مشورت اساتید

نقش و مسئولیت دانشجویان

کاوش فعال عناصر محتوای برنامهٔ درسی توسط دانشجویان مهندسی/هدایت آنلاین مباحث مطروحه توسط دانشجویان در ارتباط با درس/ تعاملات فعال بین فراگیران/ انسجام مثبت و همدلانهٔ درون‌گروهی بین دانشجویان/ ارزیابی طرح‌های یادگیری توسط خود دانشجویان مهندسی با کمک اساتید/ بیان دانشجویان از احساسات شخصی/عاطفی و تفکرات‌شان در مورد محفل/ مشارکت فعال و کنجکاوانهٔ دانشجویان

نقش و مسئولیت اساتید

ادغام محتوای تکراری با محتواهای جدید توسط اساتید/ مداخلات روشنگرانهٔ آموزشی توسط اساتید/ بررسی سرعت/ کارایی اینترنت توسط اساتید/ طراحی و سازماندهی فرایندهای نوپدید یادگیری توسط اساتید/ بررسی میزان انطباق بین دانشجویان و محتوای فراگیری‌شده توسط اساتید/ توسعهٔ مهارت‌های فراشناخت دانشجویان توسط اساتید/ ارتباط و تعامل آزادانه و فعال دانشجو و استاد/ توسعهٔ انگیزهٔ دانشجویان مهندسی به واسطهٔ توجه به جایگاه آن‌ها توسط اساتید/ استراتژی‌های آموزشی پویای اساتید/ به‌کارگیری ابزارهای ارتباطی هم‌زمان و ناهم‌زمان توسط اساتید/ بازخورد متنی و صوتی بین استاد و دانشجو در محفل کندوکاو/ تسهیل جریان فعال یادگیری توسط اساتید/ برنامه‌ریزی دقیق چهارچوب کار محفل/ هدایت آنلاین مباحث مطرح‌شده توسط دانشجویان در ارتباط با درس/کمک به دانشجویان برای ارزیابی طرح‌های یادگیری‌شان

پیامدها

تبدیل دانشجویان به یادگیرندگان مادام‌العمر/ تاثیر آموزشی بلندمدت در مهارت‌های عملی دانشجویان مهندسی/ توسعه مهارت‌های خود کارآمدی دانشجویان برای صنعت/ پرکردن شکاف بین دانشگاه و صنعت در تأمین نیروی متخصص و کارآمد/ بینش دانشجویان در مورد موضوعات درسی و توجه به اهمیت هم‌زمان دروس نظری و عملی در موفقیت و کارآمدی برای بازار کار / توسعهٔ چشم‌اندازهای پیشرفت دانشجویان/ توسعهٔ یادگیری خودگردان دانشجویان/ مهارت دانشجویان در کار مشارکتی در حل مسائل / توسعهٔ روحیهٔ جامعه‌پسندی و جامعه‌دوستی دانشجویان.

شکل ۳. مدل نهایی توسعهٔ محفل کندوکاو صنعت محور برخط در بین دانشجویان مهندسی

یکی دیگر از پیشایندهای کلیدی در توسعهٔ محفل کندوکاو صنعت‌محور برخط، ویژگی‌های دانشجویان است. یکی از مهم‌ترین این ویژگی‌ها، تفکر انتقادی است. در آموزش سنتی، دانشجویان مهندسی اغلب صرفاً دریافت‌کنندهٔ اطلاعات بودند و نقش فعالی در فرآیند یادگیری نداشتند؛ اما در رویکردهای نوین، تفکر انتقادی به‌عنوان ابزاری کلیدی برای تحلیل، ترکیب و ارزیابی اطلاعات برجسته شده است. این توانایی، دانشجویان را قادر می‌سازد با رویکردی پویا و مهارت‌محور، مسائل پیچیده را تجزیه و تحلیل کرده و به نتایج علمی و عملی ثمربخش دست یابند. (Nihlawi et al., 2018; Caskurlu et al., 2021; Cooper & Scriven, 2017).

یکی دیگر از پیشایندهای مهم در توسعهٔ محفل کندوکاو صنعت‌محور برخط، تجربیات غنی آموزشی دانشجویان است. یادگیری در محفل کندوکاو، یک فرآیند پویا و انباشتی است؛ دانشجویان با ترکیب دانش پیشین و اطلاعات جدید، می‌توانند مسائل پیچیده را بهتر تحلیل کنند و راه‌حل‌های عملی و خلاقانه ارائه دهند. این رویکرد همچنین باعث تقویت حضور شناختی و مهارت‌های حل مسئله در محیط‌های برخط و صنعت‌محور می‌شود و یادگیری را از حالت منفعل به مشارکتی و تعاملی تبدیل می‌کند (Caird and Roy, 2019; Douglas et al., 2022; Crawford et al., 2020).

یکی دیگر از پیشایندهای کلیدی در توسعهٔ محفل کندوکاو صنعت‌محور برخط، ویژگی‌های اساتید است. حضور و عملکرد اساتید برای تسهیل فرآیند یادگیری بسیار اهمیت دارد. هر استاد دارای ویژگی‌ها، سبک‌های تدریس و رفتارهای منحصربه‌فرد است که می‌تواند مسیر یادگیری دانشجویان را یا تسهیل یا موانعی ایجاد کند. یکی از مهم‌ترین این پیشایندها، تحریک فعال دانشجویان توسط اساتید است. در محفل کندوکاو، اساتید با ارائهٔ پرسش‌ها و مسائل چالشی که باعث ایجاد ابهام و کنجکاوی می‌شود، دانشجویان را به مشارکت داوطلبانه در فعالیت‌ها و پژوهش‌های گروهی ترغیب می‌کنند. این تحریک شناختی، دانشجویان را وادار می‌کند که نه‌تنها به بررسی و تحلیل اطلاعات بپردازند، بلکه با دیگر اعضای محفل تعامل کنند و یادگیری خود را از حالت منفعل به فرآیندی پویا و مشارکتی تبدیل کنند. از منظر تحلیلی، این نقش فعال اساتید علاوه بر تقویت حضور شناختی دانشجویان، حضور اجتماعی آن‌ها را نیز ارتقا می‌دهد، زیرا تعامل با همسالان و استاد در قالب حل مسئله و پاسخ به پرسش‌های چالشی، حس همدلی، همکاری و یادگیری مشترک را تقویت می‌کند (Zvobgo et al., 2023; Guo et al., 2022).

یکی دیگر از پیشایندهای اساسی در توسعهٔ محفل کندوکاو صنعت‌محور برخط، حضور تدریس (Teaching Presence) است که نقش آن به‌طور مستقیم با عملکرد اساتید در فرآیند یادگیری مرتبط است. این حضور نه‌تنها شامل انتقال محتوا، بلکه ایجاد فضایی حمایتی، پاسخگویی به پرسش‌ها، هدایت تعاملات گروهی و ارائهٔ بازخوردهای سازنده نیز می‌شود. از منظر تحلیلی، حضور تدریس به استاد این امکان را می‌دهد که یادگیری فعال، مشارکتی و پویا را در محفل کندوکاو ایجاد کند. هدایت آگاهانهٔ استاد، دانشجویان را به کشف مفاهیم، تحلیل مسائل و بررسی ایده‌های نو تشویق می‌کند و از انفعال و یادگیری صرفاً سطحی جلوگیری می‌نماید. (Kim and Gurvitch, 2020; Caird and Roy, 2019; Jaksic, 2021).

۴-۲. فرایندهای توسعهٔ محفل کندوکاو صنعت‌محور برخط

فرایندهای توسعهٔ محفل کندوکاو برخط صنعت‌محور در سه بعد نقش حمایت‌کنندگان، نقش و مسئولیت دانشجویان و نقش و مسئولیت اساتید مورد بررسی قرار گرفت. یکی از فرایندهای این بعد همکاری گروه یاری‌رسان (همکاران) برای همیاری اساتید در محفل کندوکاو است. اساتید که به‌عنوان راهنما در محفل کندوکاو در حال فعالیت هستند، خود احتمال خطا دارند و احتمال دارد دانشجویان مهندسی را گمراه کنند. به همین دلیل، هر استاد در محفل کندوکاو باید در کنار خود گروهی از اساتید را به عنوان اساتید راهنما برای کمک گرفتن از آنها در مواقع بروز مشکل داشته باشد (Carroll et al., 2024). مورد قابل‌بیان دیگر در ارتباط با فراهم کردن ابزار طراحی یادگیری برای دانشجویان مهندسی توسط متخصصان این بحث است که متخصصان به‌عنوان آگاهان نسبت به دانش نوین و بروز بین‌المللی به پژوهش‌های گوناگون در این زمینه اقدام می‌کنند (Guo et al., 2022; Jaksic, 2021; Jiang & Koo, 2020).

یکی دیگر از جنبه‌های اساسی فرایندهای توسعهٔ محفل کندوکاو صنعت‌محور برخط، نقش و مسئولیت دانشجویان است. در این چهارچوب، دانشجویان نه‌تنها گیرندگان منفعل اطلاعات نیستند، بلکه عاملان فعال یادگیری محسوب می‌شوند و مسئولیت کشف، تحلیل و ارزیابی محتوای برنامهٔ درسی بر عهدهٔ آن‌هاست. یکی از مهم‌ترین وظایف دانشجویان، کاوش فعال عناصر کلیدی محتوا و شناسایی بخش‌های حیاتی برنامهٔ درسی است. این فرآیند به دانشجویان امکان می‌دهد که نه‌تنها اطلاعات را دریافت کنند، بلکه آن‌ها را به شکل مفهومی پردازش و در ذهن خود تثبیت کنند. این مشارکت فعال، نه‌تنها منجر به تثبیت دانش و یادگیری مادام‌العمر می‌شود، بلکه دانشجویان را برای کاربرد عملی مفاهیم در مسائل صنعتی و پروژه‌های واقعی آماده می‌سازد (Nihlawi et al., 2018; Lim & Richardson, 2022).

یکی دیگر از فرایندهای توسعهٔ محفل کندوکاو صنعت‌محور برخط، انسجام مثبت و همدلانهٔ گروهی دانشجویان مهندسی است. انسجام گروه نه‌تنها ضامن سلامت روانی و اجتماعی اعضای محفل است، بلکه عامل حیاتی برای ایجاد و پایداری یک محیط یادگیری مشارکتی و پویا محسوب می‌شود. دانشجویان باید حس اعتماد، همدلی و مسئولیت‌پذیری متقابل را در انجام فعالیت‌های مشترک پرورش دهند و فراتر از منافع شخصی، به اهداف جمعی توجه کنند تا کیفیت مشارکت اجتماعی افزایش یابد و تبادل ایده‌ها با سهولت بیشتری انجام شود. مشارکت فعال و کنجکاوانهٔ دانشجویان مهندسی در محفل کندوکاو نیز یکی دیگر از مواردی است که باید مورد توجه ویژه قرار گیرد. در واقع، کنجکاوی یکی از عناصر ضروری برای حل مسئله، رفع ابهام و مشارکت با یکدیگر است و نقطهٔ حرکت دانشجویان از انفعال به سوی جست‌وجو و یافتن است (Purwandari, 2022; Jiang & Koo, 2020).

مدرسان و اساتید به‌عنوان یکی دیگر از ارکان مهم جریان و فرایند یادگیری در محفل کندوکاو، دارای نقش‌ها و وظایفی در قبال دانشجویان و آموزش هستند. آن‌ها برای تسهیل جریان یادگیری و ثمربخش بودن این فرایند نقش‌هایی را پذیرفته و با انجام درست مسئولیت‌های محوله، دانشجویانی موفق را تربیت

می‌کنند (Baytiyeh, 2018). اساتید باید همواره بر فرایند کسب دانش دانشجویان نظارت کافی داشته باشد و از این موضوع اطمینان یابند که دانشجویان مهندسی محتوای جدید و به‌روز را فراگرفته باشند. آزمون‌هایی که در طول ترم از دانشجویان گرفته می‌شود، نمونه‌ای از این نوع نظارت است (Crawford et al., 2020; Nazar et al., 2019; Parrish et al., 2021).

در چهارچوب محفل کندوکاو صنعت‌محور برخط، تعامل دانشجویان با اساتید باید همراه با رعایت قوانین انضباطی و درعین‌حال با فراهم بودن آزادی عمل کافی باشد. آزادی عمل باعث تقویت حضور شناختی و اجتماعی دانشجویان می‌شود و به آن‌ها امکان می‌دهد در محیطی امن و حمایتگر، خود را مسئول یادگیری خود بدانند. تعادل میان آزادی عمل و رعایت چهارچوب‌های سازمانی، یکی از عوامل کلیدی موفقیت محفل کندوکاو است. (Carroll et al., 2024; Parrish et al., 2021; Rasheed et al., 2020). اساتید به‌عنوان راهنمایان دانشجویان وظیفه دارند هنگامی که این گونه مشکلات ناگهانی و ازپیش‌تعیین‌نشده روی داد، با ریشه‌یابی و مشورت از متخصصان و صاحب‌نظران و بررسی پژوهش‌های گوناگون، راه‌حل‌هایی را در راستای حل آن ارائه دهند و از این راه به تسهیل جریان در راستای تحقق اهداف گام بردارند (Law et al., 2019; Carroll et al., 2024; Baytiyeh, 2018). در بخش‌هایی از کار نیز اساتید باید با مداخلات آگاهانه و روشنگرانه به دانشجویان مهندسی کمک کنند تا آن‌ها از مسیر صحیح خارج نشوند (Nazar et al., 2019; Jiang and Koo, 2020; Rutz & Ehrlich, 2016; Morrison & Jacobsen, 2023).

۴-۳. پیامدهای توسعهٔ محفل کندوکاو صنعت‌محور برخط

دانشجویان مهندسی، به‌ندرت با انگیزه، علاقه و مهارت وارد دانشگاه می‌شوند؛ بنابراین، دانشگاه‌ها و دانشکده‌های آن‌ها باید محیطی را ایجاد کنند که علاقهٔ دانشجویان را برانگیزد (Corbett, 2023). در ارتباط با پیامدهای محفل کندوکاو، یادگیری مادام‌العمر و تأثیرات آموزشی بلندمدت بسیار کلیدی هستند. مشارکت فعال دانشجویان با راهنمایی اساتید خود باعث می‌شود که آن‌ها به یادگیرندگانی مادام‌العمر تبدیل شوند. منظور از یادگیرندگان مادام‌العمر یعنی آن‌ها به واسطهٔ فعالیتی که دارند مطالبی را فراگرفته و در هر زمانی که به این مطالب نیاز داشته باشند، می‌توانند از آن استفاده کنند. در واقع، یادگیری مادام‌العمر بیانگر تأثیرات آموزشی بلندمدتی است که فراگیران به‌واسطهٔ تحکیم محتوا و یادگیری فعال در ذهن خود آن را تجربه کرده‌اند. این نوع روش تدریس می‌تواند شکاف بین صنعت و دانشگاه را تا حدود قابل‌توجهی پر کند. در واقع، دانشجویان مهندسی در گذشته کمتر به فعالیت‌های عملی می‌پرداختند و هنگامی‌که می‌خواستند وارد بازار کار و صنعت شوند، به دلیل عدم آشنایی با فعالیت‌های عملی، در این زمینه با مشکلات جدی روبه‌رو می‌شدند. محفل کندوکاو با توجه به پیش‌نیازها و فرایندهای صورت‌گرفته، این مشکل را تا حد زیادی حل کرد. آن‌ها به واسطهٔ محفل کندوکاو و فعالیت‌های مستقلانهٔ آن توانستند در این امر توفیق یابند. توفیق در این امر و رفع مشکلاتی که در گذشته وجود داشت و ثمربخش شدن آموزش آن‌ها به پر

شدن شکاف بین دانشگاه و صنعت منجر شد (Caird and Roy, 2019; Baytiyeh, 2018; Nihlawi et al., 2018; Miller, 2023; Morrison & Jacobsen, 2023; Lau et al., 2021).

۴-۴. تبیین ارتباط یافته‌های پژوهش با مطالعات پیشین

مدل توسعهٔ محفل کندکاو، مدلی مبتنی بر حضور فعال دانشجویان، اعضای هیئت علمی و صنعت در یک فرایند تدریس، شناخت و حل مسئله است (Carroll et al., 2024; Rasheed et al., 2020; Beneroso and Robinson, 2022; Yu and Li, 2022; Purwandari et al., 2022). یافته‌های این پژوهش نشان دادند که محیط یادگیری پویا از پیشایندهای اساسی توسعهٔ محفل کندوکاو صنعت‌محور برخط است؛ یافته‌های (Williams-Dobosz et al., 2021) که بر نقش محیط یادگیری تعاملی و پویا در ارتقای حضور شناختی تأکید داشت، این یافته‌ها را تأیید می‌کند. پژوهش (Jiang and Koo, 2020) نیز تأییدکنندهٔ فواید بهره‌گیری از ابزارهای چندرسانه‌ای برای افزایش حضور اجتماعی و مشارکت دانشجویان است.

یافته‌های مربوط به تحریک فعالانهٔ دانشجویان توسط اساتید، با دیدگاه (Zvobgo., 2023) مطابقت دارد که بر اهمیت نقش استاد به‌عنوان تسهیل‌گر و محرک شناختی تأکید می‌کرد؛ یافتهٔ حاضر با افزودن مؤلفهٔ «داوطلبی و انگیزش درونی» در فضای برخط، دیدگاه جدیدی ارائه داده است. شناسایی حضور تدریس (Teaching presence) به‌عنوان پیش‌نیاز کلیدی، توسط مطالعات (Kim and Gurvitch, 2020) و (Caird and Roy, 2019) تأیید شده است. حضور تدریس در محیط‌های برخط صنعت‌محور، نه‌تنها هدایت‌گر بلکه تسهیل‌گر تعامل میان یادگیرندگان و متخصصان صنعتی است (Kim and Gurvitch, 2020; Caird and Roy, 2019). در بعد فرایندی، یافتهٔ مربوط به نقش گروه یاری‌رسان و حمایت‌کنندگان آموزشی با پژوهش (Carroll et al., 2024) همخوانی دارد. این مطالعه نیز تأیید می‌کند که همکاری بین اساتید و متخصصان در طراحی محفل کندوکاو، موجب کاهش خطای آموزشی و بهبود کیفیت بازخوردها می‌شود (Carroll et al., 2024). نقش متخصصان طراحی یادگیری نیز یافته‌ای است که نتایج (Guo et al., 2022) را تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که حضور متخصصان در فرایند یادگیری برخط می‌تواند موجب هم‌راستایی بیشتر میان اهداف آموزشی و نیازهای صنعت شود؛ بنابراین یافتهٔ حاضر با پژوهش‌های پیشین هم‌راستا و تقویت‌کنندهٔ آن‌هاست (Guo et al., 2022).

پژوهش (Kovanović et al., 2015) یافته‌های مرتبط با انسجام گروهی و همدلی بین دانشجویان مهندسی را مورد تأیید قرار داده است. هر دو پژوهش تأکید دارند که انسجام اجتماعی از عوامل کلیدی در موفقیت محفل کندوکاو است، اما پژوهش حاضر با تمرکز بر بُعد صنعت‌محور، این مفهوم را در زمینه‌ای جدید بسط داده است. همچنین مطالعهٔ (Carroll et al., 2024) با یافته‌های این پژوهش در حوزه آزادی عمل دانشجو، مطابقت دارد و آن را تأیید می‌کند. پژوهش‌های (Nazar et al., 2019) و (Jiang and Koo, 2020) نیز مطابق با یافتهٔ مربوط به مداخلات آگاهانهٔ اساتید این پژوهش است. مطالعات

(Caird and Roy, 2019، Baytiyeh., 2018) و (Nihlawi et al., 2018) یافتهٔ مرتبط با یادگیری مادام‌العمر و تأثیرات بلندمدت آموزشی را تأیید می‌کنند (Caird and Roy, 2019; Nihlawi et al., 2018; Miller, 2023).

۵. نتیجه‌گیری

همه این پیشایندها، فرایندها و پیامدها در کنار یکدیگر باعث توسعهٔ چشم‌اندازهای نوین پیشرفت با استفاده از چهارچوب محفل کندوکاو خواهد شد. استفاده از چهارچوب محفل کندوکاو در فرایند یادگیری باعث خواهد شد که فراگیران پیشرفت شگرفی نسبت به گذشته و شیوهٔ سنتی داشته باشند و بتوانند چشم‌اندازهایی نوین از آیندهٔ و پیشرفت را متصور شوند. این مشارکت دانشجویان مهندسی با یکدیگر افزون بر همدلی و موفقیت در کارها باعث توسعهٔ جامعه و دوستی دانشجویان شد. به بیان شفاف‌تر، پرورش حس قوی جامع‌دوستی در محفل کندوکاو مشارکت یادگیرندگان در کار و دست‌یابی به اهداف را ارتقا داد. دانشجویان مهندسی و اساتید آزادی عمل دارند که خود به کار بپردازند. فعالیت‌ها پیامدهایی را به همراه دارند که در واقع، این پیامدها اعضا را به اهدافی که در نظر دارند می رساند و به همین جهت است که گفته می‌شود این بخش‌ها لازم و ملزوم یکدیگرند (Purwandari et al., 2022).

اما این مدل، مزایا و کاربردهای زیادی برای ذی‌نفعان مختلف دارد:

سیاستگذاران: ایجاد **کمیته‌های مشترک مجازی** بین دانشگاه و صنعت برای هماهنگی نیازهای آموزشی و بازار کار، اختصاص بودجه به **پروژه‌های مشترک دانشگاهی-صنعتی** با استفاده از پلتفرم‌های برخط برای پشتیبانی از یادگیری تجربی، و تدوین استانداردهای ملی برای آموزش برخط مهندسی با تأکید بر تعامل با صنعت.

مدیران و برنامه‌ریزان آموزشی: برگزاری **کارگاه‌های آموزشی برخط** برای اساتید در زمینهٔ روش‌های نوین تدریس دیجیتال و فناوری‌های آموزشی، توسعه و بهینه‌سازی **زیرساخت‌های دیجیتال** مانند LMS و سایر ابزارهای همکاری برخط برای پشتیبانی از یادگیری ترکیبی و برخط، و طراحی سیستم‌های ارزشیابی برخط برای سنجش عملکرد دانشجویان و کیفیت محتوای آموزشی.

برنامه‌ریزان درسی: طراحی **دوره‌های پروژه‌محور برخط** که شامل مسائل واقعی صنعتی باشند، گنجاندن **واحدهای کارآموزی مجازی** در برنامهٔ درسی با استفاده از شبیه‌سازها و همکاری با صنعت از راه دور، توسعهٔ محتوای چندرسانه‌ای و تعاملی برای تقویت تفکر انتقادی و خودگردانی در دانشجویان.

اساتید: استفاده از **ابزارهای ارتباطی هم‌زمان و ناهم‌زمان** (مانند وبینار، فروم، چت) برای تعامل مؤثر با دانشجویان، ارائهٔ **بازخوردهای صوتی و متنی** به‌صورت برخط برای تسهیل فرآیند یادگیری و همکاری با متخصصان صنعت از طریق میزبانی **میهمانان مجازی** و به‌روزرسانی محتوای درسی.

دانشجویان: تشویق به مشارکت در **پروژه‌های گروهی برخط** و استفاده از ابزارهای همکاری دیجیتال، ایجاد **شبکه‌های حرفه‌ای مجازی** با صنعت از طریق وبینارها، رویدادهای برخط و پلتفرم‌های شبکه‌سازی، توسعهٔ مهارت‌های خودآموزی و استفاده از منابع آموزشی باز (OER) برای تقویت یادگیری مادام‌العمر.

References

- Anderson, T. (2017). How communities of inquiry drive teaching and learning in the digital age. *Contact North*. https://teachonline.ca/sites/default/files/pdf/e%20newsletters/how_communities_of_inquiry_drive_teaching_and_learning_in_the_digital.pdf
- Arbaugh, J. B., Cleveland-Innes, M., Diaz, S. R., Garrison, D. R., Ice, P., Richardson, J. C., & Swan, K. P. (2008). Developing a community of inquiry instrument: Testing a measure of the community of inquiry framework using a multi-institutional sample. *The Internet and Higher Education*, 11(3-4), 133-136.
- Bates, A. W. (2018). *2018 review of online learning: open pedagogy*. Tony Bates. https://www.tonybates.ca/2018/12/26/2018-review-of-online-learning-open-pedagogy/
- Baytiyeh, H. (2018). Progreen online engineering diploma in the Middle East: Assessment of the educational experience. *European Journal of Engineering Education, 43*(2), 264-277.
- Befus, M. (2016). Conducting a multivocal thematic synthesis on an extensive body of literature. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 42(2). https://doi.org/10.21432/cjlt27463
- Beneroso, D., & Robinson, J. (2022). Online project-based learning in engineering design: Supporting the acquisition of design skills. *Education for Chemical Engineers*, 38, 38-47.
- Caird, S., & Roy, R. (2019). Blended learning and sustainable development. In W. Leal Filho (Ed.), *Encyclopedia of Sustainability in Higher Education* (pp. 107-116). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63951-2_107.
- Carroll, N., Lang, M., & Connolly, C. (2024). An extended community of inquiry framework supporting students in online and digital education. *Innovations in Education and Teaching International*, 1-17.
- Caskurlu, S., Richardson, J. C., Maeda, Y., & Kozan, K. (2021). The qualitative evidence behind the factors impacting online learning experiences as informed by the community of inquiry framework: A thematic synthesis. *Computers & Education*, 165, 104111.
- Castellanos-Reyes, D. (2020). 20 years of the community of inquiry framework. *TechTrends*, 64(4), 557-560.
- hodzi, D. T., & Matobobo, C. (2021, April). An exploration of the efficacy of project-based assessment as a tool to promote basic research skills at undergraduate level in South African rural universities. *In 2021 IEEE Global Engineering Education Conference* (EDUCON) (pp. 808-813). IEEE. https://doi.org/10.1109/EDUCON46332.2021.9454029
- Cooper, T., & Scriven, R. (2017). Communities of inquiry in curriculum approach to online learning: Strengths and limitations in context. *Australasian Journal of Educational Technology*, *33*(4).
- Corbett, C. F., Wright, P. J., Donevant, S. B., Wickersham, K. E., Raynor, P. A., Vick, L. L., ... & Andrews, J. O. (2023). Next generation nurse scientists: A systems approach to engaging undergraduate students in research. *Nursing Outlook*, *71*(6), 102054.
- Crawford, J., Butler-Henderson, K., Rudolph, J., Malkawi, B., Glowatz, M., Burton, R., ... & Lam, S. (2020). COVID-19: 20 countries' higher education intra-period digital pedagogy responses. *Journal of Applied learning & Teaching*, *3*(1), 1-20.https://doi.org/10.37074/jalt.2020.3.1.7
- Douglas, K. A., Johnston, A. C., Martin, J. P., Short, T., & Soto-Pérez, R. A. (2022). How engineering instructors supported students during emergency remote instruction: A case comparison. *Computer Applications in Engineering Education*, *30*(3), 934-955 https://doi.org/10.1002/cae.22495
- Finfgeld-Connett, D. (2018). *A Guide to qualitative meta-synthesis* (Vol. 2). New York, NY, USA:: Routledge.
- Garrison, D. R. (2010). Communities of inquiry in online learning. In *Encyclopedia of distance learning, Second edition* (pp. 352-355). IGI Global Scientific Publishing.
- Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (2000). Critical inquiry in a text-based environment: Computer conferencing in higher education. *The internet and higher education*, *2*(2-3), 87-105.Garrison, D. R., Anderson, T., & Archer, W. (2010). The first decade of the community of inquiry framework: A retrospective. The Internet and Higher Education, 13(1-2), 5-9.
- Guo, B. H., Milke, M., & Jin, R. (2022). Civil engineering students' perceptions of emergency remote teaching: a

case study in New Zealand. *European Journal of Engineering Education*, *47*(4), 679–696.https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2031896

- Hodzi, M. B., Annor, F., & Darkwah, E. (2021). An exploration of work-related experiences of domestic workers in Accra, Ghana. *Journal of Workplace Behavioral Health*, *36*(4), 309–334.
- Homer, D. (2022). Mature students' experience: A community of inquiry study during a COVID-19 pandemic. *Journal of Adult and Continuing Education*, *28*(2), 333–353.
- Huang, Y. C., Backman, S. J., Backman, K. F., McGuire, F. A., & Moore, D. (2019). An investigation of motivation and experience in virtual learning environments: a self-determination theory. *Education and Information Technologies*, *24*(1), 591–611.
- Jaksic, N. I. (2021, July). Pair-to-Pair Peer Learning: Comparative Analysis of Face-to-Face and Online Laboratory Experiences. *2021 ASEE Virtual Annual Conference Content Access*.https://doi.org/10.18260/1-2-37556
- Jaschik, S., & Lederman, D. (2019). *Survey of faculty attitudes on technology.* Inside Higher Ed. https://www.insidehighered.com/sites/default/files/media/IHE_2019_Faculty_Tech_Survey_20191030.pdf
- Jiang, M., & Koo, K. (2020). Emotional presence in building an online learning community among non-traditional graduate students. *Online Learning*, *24*(4), 93.
- Johnson, N. (2019). *National Survey of Online and Digital Learning 2019.* Canadian Digital Learning Research Association. (PDF). https://www.cdlra-acrfl.ca/wp-content/uploads/2020/07/2019_national_en.pdf
- Kim, G. C., & Gurvitch, R. (2020). Online education research adopting the community of inquiry framework: A systematic review. *Quest*, *72*(4), 395–409.
- Kovanović, V., Gašević, D., Joksimović, S., Hatala, M., & Adesope, O. (2015). Analytics of communities of inquiry: Effects of learning technology use on cognitive presence in asynchronous online discussions. *The Internet and Higher Education*, *27*, 74–89.
- Kozan, K., & Caskurlu, S. (2018). On the Nth presence for the Community of Inquiry framework. *Computers & Education*, *122*, 104–118.
- Kozan, K., & Richardson, J. C. (2014). Interrelationships between and among social, teaching, and cognitive presence. The Internet and Higher Education, 21, 68–73. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2013.10.007
- Lakhal, S., Mukamurera, J., Bédard, M. E., Heilporn, G., & Chauret, M. (2020). Features fostering academic and social integration in blended synchronous courses in graduate programs. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, *17*(1), 5.
- Lau, Y. Y., Tang, Y. M., Chau, K. Y., Vyas, L., Sandoval-Hernandez, A., & Wong, S. (2021). COVID-19 crisis: exploring community of inquiry in online learning for sub-degree students. *Frontiers in Psychology*, *12*, 679197.
- Law, K. M., Geng, S., & Li, T. (2019). Student enrollment, motivation and learning performance in a blended learning environment: The mediating effects of social, teaching, and cognitive presence. *Computers & Education*, *136*, 1–12.
- Lim, J., & Richardson, J. C. (2022). Considering how disciplinary differences matter for successful online learning through the Community of Inquiry lens. *Computers & Education*, *187*, 104551.
- Miller, C. T., Drewery, M., Waliczek, T. M., Contreras, R. N., & Kubota, C. (2023). Engaging undergraduate students in research. *HortTechnology*, *33*(1), 1–7.
- Morrison, L., & Jacobsen, M. (2023). The role of feedback in building teaching presence and student self-regulation in online learning. *Social Sciences & Humanities Open*, *7*(1), 100503.
- Nazar, H., Omer, U., Nazar, Z., & Husband, A. (2019). A study to investigate the impact of a blended learning teaching approach to teach pharmacy law. *International Journal of Pharmacy Practice*, *27*(3), 303–310.
- Nihlawi, R., El-Baz, H., & Gunn, C. (2018). Engineering students' perceptions of flipped learning: Benefits, challenges and recommendations. *2018 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)* (pp. 1–6). IEEE.
- OECD. (2017). *The OECD handbook for innovative learning environments.* OECD Publishing. https://www.oecd.

org/education/ceri/handbookforinnovativelearning.htm
- OECD. (2019). *How's life in the digital age?* OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264311800-en
- Padayachee, P., & Campbell, A. L. (2022). Supporting a mathematics community of inquiry through online discussion forums: towards design principles. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *53*(1), 35-63.
- Parrish, C. W., Guffey, S. K., Williams, D. S., Estis, J. M., & Lewis, D. (2021). Fostering cognitive presence, social presence and teaching presence with integrated online-team-based learning. *TechTrends*, *65*(4), 473-484.
- Purwandari, E. P., Junus, K., & Santoso, H. B. (2022). Exploring e-learning community of inquiry framework for engineering education. *International Journal of Instruction*, *15*(1), 619-632.
- Rachmawati, T. S. N., Priadi, C. R., Sagitaningrum, F. H., Swantika, B., Mairizal, A. Q., Abdillah, A., ... & Junus, K. (2020, April). Comparison of online group discussion and class discussion learning for a soil mechanics class. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 830, No. 3, p. 032056). IOP Publishing.
- Rasheed, R. A., Kamsin, A., & Abdullah, N. A. (2020). Challenges in the online component of blended learning: A systematic review. *Computers & Education*, *144*, 103701.
- Rutz, E., & Ehrlich, S. (2016, June). Increasing learner engagement in online learning through use of interactive feedback: Results of a pilot study. *2016 ASEE annual conference & exposition*.
- Sandelowski, M., Sandelowski, M. J., & Barroso, J. (2006). *Handbook for synthesizing qualitative research*. springer publishing company.
- Stenbom, S. (2018). A systematic review of the Community of Inquiry survey. *The Internet and Higher Education*, *39*, 22-32.
- Williams, L. S. (2017). The managed heart: Adult learners and emotional presence online. *The Journal of Continuing Higher Education*, *65*(2), 124-131.
- Williams-Dobosz, D., Azevedo, R. F. L., Jeng, A., Thakkar, V., Bhat, S., Bosch, N., & Perry, M. (2021, April). A social network analysis of online engagement for college students traditionally underrepresented in STEM. *LAK21: 11th International Learning Analytics and Knowledge Conference* (pp. 207-215).
- World Economic Forum. (2020). *The rise of online learning during the COVID-19 pandemic*. World Economic Forum (web article). https://www.weforum.org/stories/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning
- Yu, Z., & Li, M. (2022). A bibliometric analysis of Community of Inquiry in online learning contexts over twenty-five years. *Education and Information Technologies*, *27*(8), 11669-11688.
- Zvobgo, K., Pickering, P. M., Settle, J. E., & Tierney, M. J. (2023). Creating New Knowledge with Undergraduate Students: Institutional Incentives and Faculty Agency. *PS: Political Science & Politics*, *56*(4), 512-518. Zvobgo Zvobgo

- **دکتر مهدی محمدی:** عضو هیئت علمی و استادتمام گروه مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه شیراز، حوزهٔ پژوهشی موردعلاقه: آموزش مهندسی، یادگیری الکترونیکی، آموزش عالی و توسعهٔ پایدار، برنامهٔ درسی در آموزش عالی

- **علیرضا حیدری:** کارشناسی ارشد، گروه مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه شیراز. حوزه پژوهشی مورد علاقه: یادگیری الکترونیکی،هوش مصنوعی، آموزش عالی، آموزش مهندسی ، برنامهٔ درسی در آموزش عالی

- **دکتر قاسم سلیمی:** عضو هیئت علمی و دانشیار گروه مدیریت و برنامه‌ریزی آموزشی دانشکدهٔ علوم تربیتی و روان‌شناسی دانشگاه شیراز، حوزه پژوهشی مورد علاقه: آموزش مهندسی، یادگیری الکترونیکی، آموزش عالی

طراحی، اعتبار سنجی و اثر بخشی تلفیق آموزش ریاضی و مهارت‌های کارآفرینی فناورانه در آموزش مهندسی با رویکرد تولید دانش‌بنیان

خدیجه احمدجواهری[۱] و آتسا پارساپور[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۳/۱۵ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۵/۷

DOI: 10.22047/ijee.2025.528484.2179

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.108.3.9

چکیده: تولید مبتنی‌بر دانش و کارآفرینی فناورانه راهبردهای اصلی توسعهٔ صنعتی هستند. بنابراین، بازنگری بنیادین در آموزش ریاضی برای دانشجویان مهندسی ضرورتی انکارناپذیر است. آموزش سنتی ریاضیات مهندسی، به‌رغم غنای نظری، مهارت‌های تحلیلی، اقتصادی و فناورانه را برای تصمیم‌گیری در فرایندهای تولید و توسعهٔ محصولات نوآورانهٔ دانشجویان تقویت نکرده است. هدف پژوهش حاضر طراحی، اعتبارسنجی و اثربخشی چهارچوب تلفیق آموزش ریاضی و مهارت‌های کارآفرینی فناورانه در برنامهٔ درسی رشته‌های مهندسی است. روش پژوهش از نوع آمیختهٔ اکتشافی است. در بخش کیفی، ازطریقِ مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته، هشت مؤلفه را شناسایی کردیم. در مرحلهٔ کمّی، پرسشنامه‌ای ۶۰گویه‌ای، مبتنی‌بر یافته‌های کیفی طراحی و توزیع کردیم. در تحلیل کمّی داده‌ها، یافته‌ها نشان داد که چهارچوب پیشنهادی از پنج مؤلفهٔ اصلی تشکیل شده است: ۱. آموزش مبتنی‌بر مسائل واقعی صنعت، ۲. استفاده از داده‌های واقعی تولیدی، ۳. تحلیل مالی - ریاضی پروژه‌ها، ۴. ادغام فناوری‌های نوین در یادگیری و ۵. ارتباط مستقیم با محیط‌های تولیدی. نتایج حاکی از اثربخشی این چهارچوب بر ارتقای توانمندی تصمیم‌گیری برای تولید، سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید و تقویت بینش کارآفرینی فناورانهٔ دانشجویان است.

واژگان کلیدی: آموزش ریاضی، برنامهٔ درسی مهندسی، کارآفرینی فناورانه

۱- استادیار گروه ریاضی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرعباس، بندرعباس، ایران (نویسندهٔ مسئول). kh.ahmadjavaheri@iau.ac.ir

۲- دانشیار گروه ریاضی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرعباس، بندرعباس، ایران. atossaparsapour216@iau.ac.ir

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر، تحولات فناوری و اقتصادی آموزش مهندسی را با چالش‌ها و فرصت‌هایی نوین رودررو کرده است. در این میان، ریاضیات، به‌مثابهٔ زبان مشترک علوم مهندسی، نقش کلیدی در تحلیل و حل مسائل پیچیده ایفا می‌کند. بااین‌حال، آموزش سنتی ریاضیات مهندسی که عمدتاً بر مفاهیم نظری و انتزاعی تمرکز دارد به‌طور مؤثر مهارت‌های تحلیلی و کاربردی موردنیاز دانشجویان را در محیط‌های صنعتی و کارآفرینانه تقویت نکرده است (Donndelinger, 2021؛ Fink, 2002). چنین شکافی موجب شده است بسیاری از دانشجویان مهندسی در درک نقش ریاضیات در تصمیم‌گیری‌های تولیدی، تحلیل اقتصادی پروژه‌ها و طراحی بهینهٔ سیستم‌های صنعتی دچار ضعف باشند (Kaya-Capocci et al., 2025).

از سوی دیگر، کارآفرینی فناورانه[1]، به‌مثابهٔ یکی از محرک‌های اصلی توسعهٔ اقتصاد و نوآوری، اهمیتی فزاینده در آموزش مهندسی یافته است. کارآفرینی فناورانه شامل فرایند شناسایی، ارزیابی و بهره‌برداری از فرصت‌های ناشی از پیشرفت‌های فناوری است. کارآفرینی فناورانه فراتر از هوش تجاری صِرف است و نیاز به درک عمیق فناوری، پویایی بازار و توانایی جهت‌یابی در زیست‌بوم‌های پیچیده دارد. کارآفرینان باید نه‌تنها ایده‌های نوآورانه داشته باشند باید ایده‌های نو را به محصولات و خدمات بادوام تبدیل کنند. آنان باید ریسک‌پذیری را با تفکر راهبردی متعادل کنند و با محیط‌های پویا سازگار باشند (Baghersad & Rahimi Asiabaraki, 2024).

بر همین اساس، انتظار می‌رود آموزش ریاضی[2] نیز از حالت صرفاً نظریه‌وار خارج و به ابزار توانمندسازی دانشجویان در مسیر خلق ارزش اقتصادی ازطریقِ تحلیل داده‌های تولیدی، طراحی مدل‌های هزینه - فایده، بهینه‌سازی فرایندهای صنعتی و... تبدیل شود (Stenard, 2021). ادغام آموزش ریاضی با آموزش مهارت‌های کارآفرینی فناورانه، ازجمله مهارت‌های تصمیم‌گیری مبتنی‌بر داده، تفکر خلاق، ارزیابی اقتصادی و مدل‌سازی سیستم‌های تولیدی، رویکردی جدید در تربیت مهندسان آینده فراهم می‌آورد. مهندسانی که نه‌تنها توان حل مسائل فنی را دارند بلکه از درک درستی از زمینه‌های سرمایه‌گذاری برای تولید[3] و توسعهٔ محصولات نوآورانه برخوردارند. چنین نگرشی با اهداف کلان ملی برای توسعهٔ شرکت‌های دانش‌بنیان، کاهش خام‌فروشی و افزایش بهره‌وری تولید سازگار است.

تحولات شتابان فناوری اقتصاد جهانی را به سوی دانایی‌محوری و نوآوری در حوزهٔ دانش‌بنیان سوق داده است، به‌گونه‌ای‌که در بسیاری از کشورها سرمایه‌گذاری در تولید دانش‌بنیان کلید توسعهٔ پایدار و تاب‌آوری اقتصادی شناخته می‌شود. این تغییر رویکرد از نظام‌های آموزش عالی انتظار دارد نقش فعالی در تربیت نیروی انسانی نوآور، مسئله‌محور و توانمند برای مشارکت در فرایندهای تولید فناورانه ایفا کنند (Salvador et al., 2023). اهمیت تربیت دانش‌آموختگانی که توانایی تحلیل اقتصادی - ریاضی و کارآفرینی

1- Technological entrepreneurship 2- Mathematics education 3- Investment for production

در صنایع را داشته باشند نشان‌دهندهٔ شکاف میان خروجی نظام آموزش مهندسی و اقتضائات زیست‌بوم نوآوری صنعتی است و ضرورت تلفیق آموزش ریاضی را با مؤلفه‌های کارآفرینی برجسته کرده است. بیشتر پژوهش‌ها یا بر ارتقای مهارت ریاضی تأکید دارند یا بر کارآفرینی؛ اما الگویی یکپارچه که پیوند این دو حیطه را در محیط صنعتی واقعی بیازماید تاکنون گزارش نشده است.

با توجه به ضرورت اشاره‌شده، هدف پژوهش حاضر طراحی چهارچوبی تلفیقی از آموزش ریاضی و مهارت‌های کارآفرینی فناورانه در برنامهٔ درسی رشته‌های مهندسی با رویکرد تولید دانش‌بنیان است. این چهارچوب تلاش دارد با بهره‌گیری از رویکرد آمیختهٔ اکتشافی، ضمن شناسایی مؤلفه‌های کلیدی از دیدگاه خبرگان، میزان اثربخشی آن را در توانمندسازی دانشجویان از منظر تحلیل تصمیم‌های اقتصادی تولید، تفکر کارآفرینانه و حل مسائل واقعی ارزیابی کند. به‌طور خلاصه، اهداف پژوهش حاضر عبارت‌اند از: ۱. شناسایی و تبیین مؤلفه‌های کلیدی یک چهارچوب تلفیقی آموزش ریاضی-کارآفرینی فناورانه، ۲. ساخت و اعتبارسنجی چهارچوب و ۳. آزمون اثربخشی چهارچوب.

۲. پیشینهٔ پژوهش

مطالعات متعدد داخلی و بین‌المللی (نظیر Emadi et al., 2025؛ Rahimi Kolour et al., 2024؛ Kaya-Capocci et al., 2025 و Suto et al., 2025) بر ضرورت تلفیق آموزش ریاضیات با مهارت‌های کارآفرینی فناورانه و استقرار زیست‌بوم‌های حمایتی در دانشگاه‌ها برای دستیابی به تولید دانش‌بنیان تأکید دارند. ازآنجاکه در سال‌های اخیر توجه به مقولهٔ آموزش کارآفرینی در نظام آموزش عالی ایران رو به گسترش بوده است، در ادامه، برخی از مهم‌ترین پژوهش‌های داخلی مرتبط را مرور می‌کنیم.

عمادی و همکاران (Emadi et al., 2025) در پژوهشی در دانشگاه بوعلی‌سینا دریافتند که سواد فناورانهٔ دانشجویان و سبک تدریس مدرسان به‌طور معنی‌دار و مثبتی با مهارت‌های کارآفرینانهٔ دانشجویانِ در شرف دانش‌آموختگی مرتبط است. یافته‌های آنان بر اهمیت بازنگری در روش‌های تدریس و ارتقای سواد فناورانه در برنامه‌های درسی تأکید دارد. درواقع، این مطالعه با شناسایی عوامل مهمی که بر افزایش مهارت کارآفرینی مؤثرند، راهنما و راهکارهای مناسبی برای سیاستگذاران نظام آموزش عالی فراهم آورد تا به بهبود مهارت‌های کارآفرینی ازطریقِ آموزش و تدریس مولد کمک کند.

رحیمی‌کلور و همکاران (Rahimi Kolour et al., 2024) به بررسی تأثیر کارآفرینی فناورانه بر رشد شرکت‌های دانش‌بنیان ایرانی در حوزهٔ فناوری زیستی، کشاورزی و مواد غذایی پرداختند. براساس نتایج، شرکت‌های دانش‌بنیان فعال در حوزهٔ فناوری زیستی، کشاورزی و مواد غذایی با سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های کارآفرینی فناورانه، بر رشد شرکت تأثیرات مثبت می‌گذارند. در این بین، متغیرهای دیجیتالی‌سازی و نوآوری مهم‌ترین عوامل تقویت پایه‌های رشد شرکت‌ها شناسایی شدند.

باقرصاد و رحیمی آسیابرکی (Baghersad & Rahimi Asiyaberki, 2023) در پژوهشی با استفاده از روش

تحقیق فراترکیب به بررسی ابعاد آموزش مهارت‌های کارآفرینی فناورانه پرداختند. آنان ۱۷ بُعد کلیدی، شامل نوآوری و خلاقیت، توسعهٔ الگوی کسب‌وکار، توسعهٔ محصول، تحلیل بازار، یکپارچه‌سازی فناوری، حداقل محصول قابل‌پذیرش، مالکیت فکری، سواد مالی، مدیریت ریسک، ملاحظات قانونی و مقرراتی، شبکه‌سازی و مشارکت، گروه‌سازی و رهبری، اعتبارسنجی مشتری، تحلیل و سازگاری دیدگاه جهانی را شناسایی کردند که برای تربیت کارآفرینان با رویکرد فناورانه حیاتی هستند.

طبیب‌زاده و همکاران (Tabibzadeh et al., 2023) در پژوهشی با هدف بررسی و طراحی الگوی کارآفرینی فناورانه در حوزهٔ زیست‌فناوری از روش مطالعهٔ موردی و مصاحبه‌های عمیق با خبرگان صنعت و دانشگاه استفاده کردند. آنان پنج عامل اصلی، شامل کارآفرین فناور و گروه، ایده، توسعهٔ محصول، بازار و زمینه و محیط صنعت زیست‌فناوری، را شناسایی کردند که بر فرایند کارآفرینی فناورانه در این صنعت تأثیرگذارند.

زعیم و همکاران (Zaeim et al., 2022) در مطالعه‌ای به شناسایی و تحلیل ابعاد زیست‌بوم کارآفرینی فناورانهٔ دانشگاهی ایران پرداخته و بر لزوم تقویت مراکز رشد دانشگاهی و حمایت از استارت‌آپ‌های فناورانه تأکید کرده‌اند.

حسین‌زاده و احمدی (Hosseinzadeh & Ahmadi, 2021) یک الگوی کارآفرینی فناورانه را در پژوهشگاه‌های کشور طراحی و تبیین کردند و با استفاده از تحلیل کیفی-کمّی به شناسایی مؤلفه‌های الگوی کارآفرینی فناورانه، شامل سیاست‌ها، قوانین و مقررات، موانع موجود، ارزش‌گذاری، توسعهٔ کارآفرینی و راهکارها، پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد که سیاست‌ها تأثیر بسزایی بر قوانین و مقررات، ارزش‌گذاری‌ها و ایجاد موانع موجود دارند و همچنین موانع موجود تأثیر معنی‌داری بر طراحی راهکارها. هرچند ارزش‌گذاری‌ها تأثیر معنی‌داری بر راهکارها نداشتند، راهکارها تأثیر معنی‌داری بر توسعهٔ کارآفرینی داشتند.

صابر کهنه‌گورابی و همکاران (Saber Kohne Goorabi et al., 2021) در پژوهشی با هدف طراحی الگوی کارآفرینی فناورانه با رویکرد نوآوری باز در شرکت‌های دانش‌بنیان نفت و گاز از رویکرد آمیختهٔ اکتشافی استفاده کردند. آنان با تحلیل محتوا و پیمایش، به شناسایی عوامل مؤثر بر موفقیت این شرکت‌ها برای توسعهٔ اقتصادی پایدار پرداختند. نتایج نشان داد نوآوری باز در کشف و توسعهٔ فناوری‌های جدید، خلق نوآوری‌های محصولی یا فرایندی و درنهایت ارزش‌آفرینی و کسب مزیت رقابتی مؤثر است و ضمن آسان‌سازی فرایند کارآفرینی فناورانه، سبب سودآوری و افزایش سهم بازار شرکت‌ها می‌شود. همچنین عوامل سازمانی و محیطی به‌واسطهٔ نوآوری باز بیشترین تأثیر را بر کارآفرینی فناورانه و موفقیت شرکت‌ها دارند.

چند تحقیق بین‌المللی مرتبط با موضوع نیز به شرح ذیل است.

کایا-کاپوچی و همکاران (Kaya-Capocci et al., 2025) در پژوهشی به بررسی آموزش STEM کارآفرینانه و تأثیر آن بر افزایش منابع و مهارت‌های حل مسئلهٔ دانشجویان پرداختند. نتایج نشان داد این نوع رویکرد آموزشی به بهبود مهارت‌های کارآفرینی دانشجویان کمک می‌کند.

سوتو و همکاران در (Suto et al., 2025) به ارزیابی یک روش جدید آموزش کارآفرینی به دانشجویان

مهندسی پرداختند و اذعان داشتند که آن روش شایستگی‌های کارآفرینی، مانند مهارت‌ها و نگرش‌های یادگیری، مهارت‌های بین‌فردی، سواد مالی و اقتصادی، مهارت‌های بازاریابی، مهارت‌های فرصت‌یابی و مهارت‌های راهبردی را در دانشجویان توسعه می‌دهد.

ریواس و حسین (Rivas & Husein, 2022) نقش همدلی، قانع‌کنندگی و دانش را در ترویج نوآوری مهندسان بررسی کردند. یافته‌های آنان نشان داد چنین عوامل شناختی و ارتباطی‌ای در ایجاد تغییر ضروری در نحوهٔ آموزش دانشجویان در زمینه‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات کاربرد دارند. گرچه این پژوهش به‌طور مستقیم به آموزش ریاضی مهندسان نپرداخته است، تأکید آن بر مهارت‌های نرم و شناختی مرتبط با کارآفرینی، زمینهٔ بازنگری در رویکردهای آموزشی، ازجمله آموزش ریاضیات با هدف پرورش نگرش کارآفرینانه، را فراهم می‌آورد.

فدسیو و همکاران در (Fedoseev et al., 2022) مسائل مربوط به روش‌های آموزش ریاضی مهندسان آینده را بررسی کردند. آنان تحلیلی روش‌شناختی از مفهوم ریاضیات مهندسی مطرح کردند و ساختارهای اصلی ادغام فرایند آموزش ریاضی را در نظام آموزش مهندسی معرفی کردند.

داندلینجر (Donndelinger, 2021) در مقاله‌ای به بررسی کاربرد یادگیری مبتنی‌بر مسئله در آموزش اقتصاد مهندسی پرداخت و اظهار داشت که این شیوه به بهبود مشارکت دانشجویان و درک مفاهیم اقتصادی کمک می‌کند.

بررسی و تحلیل پژوهش‌ها نشان می‌دهد به‌رغم توجه و تمرکز بر تلفیق آموزش ریاضی و مهارت‌های فناورانه، پژوهش‌های اندکی به‌صورت منسجم و نظام‌مند به طراحی چهارچوب‌های جامع و عملیاتی پرداخته‌اند. بنابراین، وجود چهارچوبی جامع و کاربردی که هم‌زمان مهارت‌های ریاضی، تحلیلی و کارآفرینی فناورانه را در برنامهٔ درسی رشته‌های مهندسی ترکیب کند شکاف اصلی شناسایی شده است. پژوهش حاضر با طراحی و ارزیابی چنین چهارچوبی درصدد پاسخ به این خلأ است. نوآوری اصلی پژوهش حاضر در ترکیب مؤلفه‌های آموزشی-عملیاتی و همچنین سنجش پیامدهای کارآفرینانهٔ تولید (توانمندی تصمیم‌گیری برای تولید، سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید، و بینش کارآفرینی فناورانه) در قالب الگویی واحد است.

۳. روش‌شناسی

پژوهش حاضر از نوع آمیختهٔ اکتشافی[1] است که براساس مدل کرسول و کلارک (Creswell & Plano Clark, 2011)، با هدف طراحی و اعتبارسنجی چهارچوب تلفیق آموزش ریاضی و مهارت‌های کارآفرینی فناورانه در برنامهٔ درسی رشته‌های مهندسی، اجرا شده است. چنین رویکردی با ماهیت چندوجهی آموزش مهندسی و ارتباط آن با تحلیل‌های ریاضی و کاربردهای فناورانه همخوان است. این مطالعه در فاز کیفی، برمبنای طرح متوالی

1- Exploratory mixed methods

اکتشافی، انجام گرفته است؛ طرحی که به‌زعم کرسول و کلارک، برای اکتشاف عمیق پدیده‌های ناشناخته و ایجاد بنیان نظری کافی برای مرحلهٔ کمّی مناسب است. بنابراین، این رویکرد شامل دو مرحلهٔ پیوسته است: ابتدا، داده‌های کیفی جمع‌آوری و تحلیل و سپس، یافته‌های کیفی به‌شیوهٔ کمّی بررسی می‌شود.

شکل ۱. مراحل طرح اکتشافی کرسول و کلارک (Creswell & Plano Clark, 2011)

جامعهٔ آماری بخش کیفی پژوهش شامل متخصصان حوزهٔ آموزش ریاضی و مهندسی، کارآفرینی و مدیران خبرهٔ صنعت بود و نمونه‌گیری هدفمند با روش گلوله‌برفی انجام گرفت. معیارهای انتخاب شامل تجربهٔ عملی در طراحی برنامه‌های آموزشی و تدریس، سابقهٔ کار در حوزهٔ تولید فناورانه و آشنایی با فرایندهای کارآفرینی صنعتی بود. ۱۵ نفر از حوزه‌های یادشده انتخاب شدند. ابزار استفاده‌شده در این بخش مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته (مجموعه‌ای از پرسش‌های ازپیش‌تعیین‌شده و درعین‌حال با امکان گفت‌وگوی انعطاف‌پذیر) بود که برپایهٔ مرور نظام‌مند مبانی نظری و ادبیات پیشینه و با هدف استخراج مؤلفه‌های اصلی تلفیق آموزش ریاضی و مهارت‌های کارآفرینی فناورانه، شامل پرسش‌هایی در چهار حوزهٔ محتوایی الف) نیازهای مهارتی دانشجویان مهندسی در حوزهٔ تولید دانش‌بنیان، ب) چالش‌های جاری در آموزش ریاضیات مهندسی، ج) راهبردهای تلفیق آموزش ریاضی و کارآفرینی فناورانه و د) موانع و فرصت‌های پیاده‌سازی در محیط‌های صنعتی و دانشگاهی طراحی شد. ابتدا، همهٔ مصاحبه‌ها، پس از کسب رضایت آگاهانه، ضبط و کلمه‌به‌کلمه تبدیل به متن شدند. هر مصاحبه بین ۳۰ تا ۴۵ دقیقه به طول انجامید. برای استخراج الگوهای مفهومی و مؤلفه‌های کلیدی، از روش تحلیل مضمون[1] براون و کلارک (Braun & Clarke, 2021) استفاده کردیم. بر این اساس، فرایند تحلیل شامل مراحل ۱. آشنایی با داده‌ها ازطریقِ خوانش مکرر، ۲. یجاد کدهای اولیه، ۳. جست‌وجوی مضامین، ۴. بازبینی مضامین، ۵. تعریف و نام‌گذاری مضامین و ۶. نگارش گزارش تحلیلی بود.

متن همهٔ مصاحبه‌ها چندین بار خوانده شد و کدگذاری اولیه صورت گرفت. سپس، کدهای مشابه در قالب مضامین اولیه گروه‌بندی شدند. در مرحلهٔ بعد، مضامین بازبینی و به‌صورت مضامین اصلی و فرعی طبقه‌بندی شدند. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MAXQDA نگارش ۲۰۲۲ کدگذاری شدند که امکان مدیریت دقیق داده‌های متنی، دسته‌بندی مفاهیم و تحلیل روابط میان مضامین را فراهم می‌سازد. داده‌های کیفی ازطریقِ روش بازبینی اعضا اعتبارسنجی شدند بدین‌ترتیب که خلاصهٔ یافته‌ها در اختیار برخی از شرکت‌کنندگان قرار گرفت تا نظر خود را دربارهٔ دقت و میزان انطباق آن با تجارب واقعی‌شان اعلام

1- Thematic analysis

کنند. همچنین، برای ارتقای قابلیت اعتماد داده‌ها، از دیدگاه کارشناسان حوزهٔ آموزش مهندسی در فرایند بررسی همکاران بهره گرفتیم. به‌علاوه، اشباع نظری را معیار کفایت داده‌ها در نظر گرفتیم، بدین‌معناکه فرایند کدگذاری تا زمانی که هیچ مفهوم یا الگوی جدیدی شناسایی نشود ادامه یافت. نتایج این تحلیل منجر به استخراج ۳۱۲ کد اولیه، ۵۴ خرده‌مؤلفه و نهایتاً شناسایی پنج مؤلفه/مضمون اصلی چهارچوب پیشنهادی شد که عبارت‌اند از: آموزش مبتنی‌بر مسائل واقعی صنعت[1] (IPBL)؛ استفاده از داده‌های واقعی تولیدی[2] (PRD)؛ تحلیل مالی-ریاضی پروژه‌ها[3] (FMA)؛ ادغام فناوری‌های نوین در یادگیری[4] (ITL)، و ارتباط مستقیم با محیط‌های تولیدی[5] (LWE). همچنین سه مؤلفهٔ توانمندی تصمیم‌گیری برای تولید[6] (DM)، سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید[7] (INV)، و بینش کارآفرینی فناورانه[8] (ENT) با هدف بررسی اثربخشی شناسایی شدند.

جامعهٔ هدف بخش کمّی پژوهش شامل ۶۰ دانشجوی منتخب به روش نمونه‌گیری دردسترس بود که از بین دانشجویان دورهٔ کارشناسی ناپیوسته (کاردانی به کارشناسی) رشته‌های مهندسی انتخاب شدند که عموماً، هم‌زمان با تحصیل در صنایع و خطوط تولید واحدهای صنعتی کوچک و متوسط، به‌عنوان کارشناس فنی مشغول به کار بودند. این گروه از دانشجویان، به دلیل ارتباط مستقیم با فرایندهای واقعی تولید، مناسب آموزش تلفیقی و مسئله‌محور به شمار می‌روند. به‌ویژه، روش یادگیری مبتنی‌بر مسئله در زمینهٔ صنعتی، استفاده از داده‌های واقعی تولیدی و طراحی سناریوهای آموزشی با تمرکز بر چالش‌های کارآفرینی زمینه‌ساز یادگیری عمیق و کاربردی مفاهیم ریاضی برای دانشجویان خواهد بود (Salvador et al. 2023).

ابزار پژوهش، به‌منظور اعتبارسنجی و اثربخشی چهارچوب پیشنهادی، پرسشنامهٔ محقق‌ساخته بود که برمبنای یافته‌های بخش کیفی (تحلیل مضمون مصاحبه‌ها) تدوین شد. این پرسشنامه شامل ۶۰ گویه بود که هریک از هشت مؤلفهٔ استخراج‌شده از بخش کیفی را به‌طور کامل پوشش می‌داد. برای تحلیل داده‌های تحلیل عامل اکتشافی، تحلیل عامل تأییدی و درنهایت مدل‌یابی معادلات ساختاری، از محیط‌های نرم‌افزاری SPSS-۲۹ و AMOS-۲۴ استفاده کردیم.

۴. یافته‌ها

۴-۱. یافته‌های بخش کیفی

راهنمای مصاحبه دربردارندهٔ چهار مبحث اصلی بود: الف) نیازهای مهارتی دانشجویان در حوزهٔ تولید دانش‌بنیان؛ ب) چالش‌های جاری در آموزش ریاضیات مهندسی؛ ج) راهبردهای تلفیق آموزش ریاضی و

1- Problem-based learning in industrial context
2- Real-world production data analysis
3- Financial-mathematical project analysis
4- Integration of emerging technologies in learning
5- Authentic learning environments
6- Decision-making capability in manufacturing
7- Smart manufacturing investment
8- Technological entrepreneurial insight

کارآفرینی فناورانه و د) موانع و فرصت‌های پیاده‌سازی در محیط‌های صنعتی و دانشگاهی.

فرایند تحلیل مصاحبه‌های نیمه‌ساختاریافته با ۱۵ متخصص حوزهٔ آموزش ریاضی و مهندسی (۵ نفر) و کارآفرینی (۴ نفر) و صنعت (۶ نفر) به‌روش تحلیل مضمون در شش مرحله اجرا شد. برای مدیریت داده‌های کیفی، کدگذاری و استخراج الگوها، از نرم‌افزار تخصصیMAXQDA نگارش ۲۰۲۲ استفاده کردیم. به‌منظور اطمینان از اعتبار یافته‌ها، نتایج ازطریقِ بازبینی اعضا به شرکت‌کنندگان ارائه و تأیید شد و همکاران محقق نیز آن را مستقلاً بازبینی کردند. اشباع نظری زمانی حاصل شد که تحلیل مصاحبه‌ها به استخراج مضامین جدید منجر نشد و بنابراین از غنای داده‌ها اطمینان حاصل شد. به‌طور خلاصه، در کدگذاری باز، ۳۱۲ گزارهٔ معنی‌دار استخراج و در نرم‌افزار ثبت شد. سپس، در کدگذاری محوری، کدها در ۵۴ خرده‌مضمون و ۸ مضمون هستهٔ چهارچوب سازمان یافتند و نهایتاً، در کدگذاری انتخابی، رابطه‌ها و پیامدها ترسیم شدند و یک نقشهٔ مفهومی اولیه شکل گرفت. ۸ مضمون اصلی و ۵۴ خرده‌مضمون، مطابق جدول ۱، در ادامه تشریح شده‌اند.

۴-۱-۱. آموزش مبتنی‌بر مسائل واقعی صنعت

متخصصان تأکید داشتند استفاده از مسائل واقعی و ملموس صنعت و مواجهه با مشکلات خطوط تولید به‌مثابهٔ هستهٔ مرکزی آموزش ریاضی، تأثیر درخورِتوجهی بر افزایش درک عملی و مهارت‌های تحلیل مسئلهٔ دانشجویان دارد. این مضمون با یافته‌های پژوهش ساوری (Savery, 2006) همسو بود و نشان داد که کاربرد مسائل واقعی موجب درگیری فعال دانشجویان و تقویت یادگیری عمیق آنان می‌شود. بدون این ارتباط عملی، آموزش ریاضی صرفاً در سطح نظری باقی خواهد ماند و توان تربیت نیروی متخصص برای صنعت را نخواهد داشت.

۴-۱-۲. استفاده از داده‌های واقعی تولیدی

یکی از مضامین برجسته، لزوم استفاده از داده‌های واقعی تولیدی در آموزش ریاضی و مهندسی است. متخصصان معتقد بودند این رویکرد فرصت بی‌نظیری برای آموزش است تا دانشجویان مهارت تحلیل داده و تصمیم‌گیری مبتنی‌بر شواهد واقعی را کسب کنند. مصاحبه‌شوندگان اظهار کردند تحلیل داده‌های تعمیر و نگهداری و ارزیابی خطاهای تولید، درک دانشجویان را از چرخهٔ عمر محصولات و مدیریت هزینه‌ها بهتر می‌کند و داده‌های محیط کار نیز نقش کلیدی در آموزش مفاهیم بهره‌وری و کارایی ایفا می‌کنند. مطابق پژوهش دوال-کوتیل و همکاران (Duval-Couetil et al., 2012)، استفاده از داده‌های واقعی منجر به تقویت مهارت‌های تحلیلی و کاربردی می‌شود که در توسعهٔ توانایی تصمیم‌گیری مؤثر در موقعیت‌های واقعی اثرگذار است.

۴-۱-۳. تحلیل مالی-ریاضی پروژه‌ها

متخصصان بر اهمیت آموزش تحلیل مالی-ریاضی پروژه‌ها تأکید و اظهار کردند که تلفیق ریاضیات و تحلیل مالی در پروژه‌های مهندسی موجب تقویت مهارت‌های مدیریتی و کارآفرینانهٔ دانشجویان می‌شود. یکی از نکات برجستهٔ مصاحبه‌ها تأکید بر ضرورت آموزش تحلیل هزینه-فایده و الگوهای سرمایه‌گذاری به دانشجویان بود. مصاحبه‌شوندگان باور داشتند که بدون درک عمیق تحلیل مالی پروژه‌ها، دانش‌آموختگان مهندسی قادر به تصمیم‌گیری اقتصادیِ صحیح در محیط‌های صنعتی نخواهند بود. علاوه‌براین، ادغام تحلیل حساسیت و الگوهای چندسناریویی، قدرت پیش‌بینی و برنامه‌ریزی مالی دانشجویان را بهبود می‌بخشد.

۴-۱-۴. ادغام فناوری‌های نوین در یادگیری

استفاده از فناوری‌های نوین، مانند داده‌کاوی و هوش مصنوعی، در آموزش ریاضی از مؤلفه‌های کلیدی بود. متخصصان تأکید داشتند ابزارهای دیجیتال و نرم‌افزارهای تخصصی یادگیری را آسان می‌کنند و موجب توسعهٔ مهارت‌های تحلیل داده‌های صنعتی می‌شوند. مصاحبه‌شوندگان خاطرنشان کردند که کاربرد فناوری‌هایی نظیر اینترنت اشیا و واقعیت افزوده به دانشجویان اجازه می‌دهد مفاهیم پیچیدهٔ ریاضی را در قالب‌های عملی و تعاملی تجربه کنند. بهره‌گیری از فناوری‌های نوین، ضمن افزایش جذابیت آموزش، مهارت‌های فناورانهٔ دانشجویان را ارتقا می‌بخشد.

۴-۱-۵. ارتباط مستقیم با محیط‌های تولیدی

برقراری ارتباط مستقیم و مستمر دانشجویان با محیط‌های واقعی تولیدی عنصری حیاتی در فرایند یادگیری مطرح شد. متخصصان معتقد بودند چنین ارتباطی موجب تقویت مهارت‌های عملی و کاربردی دانشجویان و آشنایی آنان با وضعیت واقعی صنعت می‌شود و نیز همیاری مستمر با مدیران تولید و مشارکت در پروژه‌های واقعی سطح آمادگی دانشجویان را به‌میزان درخورِتوجهی افزایش می‌دهد. علاوه‌براین، برگزاری تورها و کارگاه‌های فناوری باعث تقویت انگیزه و ارتقای بینش کارآفرینانهٔ دانشجویان می‌شود.

۴-۱-۶. توانمندی تصمیم‌گیری تولید

این شاخص توانایی فرد/گروه در گردآوری، تفسیر و به‌کارگیری داده‌های کمّی و کیفی برای انتخاب بهینهٔ راهبردها و شیوه‌های تولید است. توانمندی تصمیم‌گیری تولید شامل پیش‌بینی تقاضا، برنامه‌ریزی ظرفیت، زمان‌بندی، کنترل کیفیت، و ارزیابی هزینه-فایدهٔ سناریوهای جایگزین می‌شود و ریشه در نظریه‌های مدیریت عملیات، بهینه‌سازی ریاضی و تصمیم‌گیری چندمعیاره دارد (Skinner, 1969). انتخاب بهینهٔ سناریوهای حجم تولید، موجودی و لجستیک نشان از توانمندی تصمیم‌گیری تولید دارد. رویاروکردن

دانشجو با چرخهٔ حل مسائل اصیل صنعت شایستگی تحلیل و تصمیم‌گیری در موقعیت‌های خط تولید و نیز انتخاب گزینهٔ بهینه را به‌طور محسوسی ارتقا می‌دهد.

۴-۱-۷. سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید

شایستگی ارزیابی و تخصیص منابع مالی به طرح‌های تولیدی با رویکرد بیشینه‌سازی ارزش و کمینه‌سازی ریسک دربرگیرندهٔ شبیه‌سازی ریسک، بهینه‌سازی ساختار تأمین مالی و تعیین راهبرد خروج است. این سازه برمبنای ادبیات بودجه‌بندی سرمایه‌ای و تصمیم‌گیری تحت عدم‌قطعیت تعریف می‌شود (Brealey et al., 2019) و ارزیابی ریسک و بازدهی پروژه‌های صنعتی نوپدید در آن اتفاق می‌افتد. به‌روشنی، یادگیری عمیق تحلیل مالی-ریاضی بیشترین اطمینان را در تخصیص منابع و ارزیابی بازگشت سرمایه ایجاد می‌کند.

۴-۱-۸. بینش کارآفرینی فناورانه

توانایی شناسایی، ارزیابی و بهره‌برداری از فرصت‌های بازار برپایهٔ فناوری‌های نوظهور مؤلفه‌هایی، چون رصد روندهای فناورانه، طراحی الگوی کسب‌وکار نوین، شبکه‌سازی و مدیریت مالکیت فکری را در بر می‌گیرد. نظریه‌های کارآفرینی فرصت‌محور و نوآوری فناورانه مبنای این تعریف هستند (Shane, 2003). نگرش فرصت‌جویانه و نوآورانه برپایهٔ فناوری‌های ریاضی‌محور در این محتوا قرار می‌گیرد. آشکار است که پیوند دوسویهٔ حل مسائل واقعی صنعت و حضور میدانی در محیط‌های تولیدی به ایجاد نگاه فرصت‌جوی فناورانه در دانشجویان می‌انجامد.

جدول ۱ مضامین اصلی و خرده‌مضامین مرتبط با الگو

مضمون اصلی	خرده‌مضامین	درصد قطعات کد
آموزش مبتنی‌بر مسائل واقعی صنعت	پروژه‌های واقعی، مطالعهٔ موردی صنعت، بازدید میدانی از کارخانه، حل مسائل خط تولید، بررسی استانداردهای صنعتی، شبیه‌سازی فرایندهای صنعتی، تحلیل پروژه‌های شکست‌خورده، مدیریت پروژه‌های کوچک	۱۸
استفاده از داده‌های واقعی تولیدی	تحلیل داده‌های تولید، کنترل کیفیت آماری، تحلیل داده‌های تعمیر و نگهداری، تحلیل بهره‌وری خطوط، استفاده از داده‌های واقعی پروژه، ارزیابی خطاهای تولید، تحلیل داده‌های محیط کار	۱۳
تحلیل مالی - ریاضی پروژه‌ها	مدل‌سازی اقتصادی پروژه‌ها، تحلیل ریسک سرمایه‌گذاری، برآورد هزینهٔ تولید، محاسبهٔ نرخ بازگشت سرمایه، تحلیل حساسیت مالی، محاسبهٔ نقطه سربه‌سر، تحلیل مالی چندسناریویی، برنامه‌ریزی سرمایه‌گذاری تولیدی	۲۰
ادغام فناوری‌های نوین در یادگیری	استفاده از شبیه‌سازهای صنعتی، آموزش داده‌کاوی صنعتی، آموزش هوش مصنوعی در تولید، آموزش اینترنت اشیا، کاربرد فناوری واقعیت‌افزوده در آموزش، آموزش چاپ سه‌بُعدی صنعتی، کاربرد یادگیری ماشین در کنترل کیفیت	۱۲

ادامه جدول ۱

مضمون اصلی	خرده‌مضامین	درصد قطعات کد
ارتباط مستقیم با محیط‌های تولیدی	برگزاری دوره‌های کارآموزی میدانی در صنعت، پروژه‌های مشترک دانشگاه با کارخانه‌ها، دریافت بازخورد از مدیران تولید، برگزاری تورهای مرتبط با فناوری تولید، برگزاری سخنرانی‌های مرتبط با صنعت، برگزاری رویدادهای مرتبط با تولید	۱۰
توانمندی تصمیم‌گیری تولید	پیش‌بینی تقاضا و برنامه‌ریزی ظرفیت، تعیین سطح موجودی، مدیریت زنجیرهٔ تأمین، کنترل کیفیت فرایند، واکنش به اختلالات، تصمیم نگهداری و تعمیر و برون‌سپاری	۸
سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید	تحلیل ریسک فناوری، مدیریت پورتفوی سرمایه، ساختار تأمین مالی، تحلیل رقبا، تحلیل بازار محصول، استفاده از سرمایهٔ خطرپذیر	۸
بینش کارآفرینی فناورانه	شناسایی فرصت فناوری، تفکر طراحی، شکل‌دهی زیست‌بوم استارت‌آپی، پذیرش فناوری توسط بازار، مدیریت ریسک نوآوری، در نظر گرفتن پیامدهای اجتماعی، فرهنگی و زیست‌محیطی تصمیم‌های فناورانه	۱۱

از مصاحبه‌ها چنین برمی‌آید که برای ارتقای کارآمد آموزش ریاضیات مهندسی با هدف توسعهٔ کارآفرینی فناورانه باید در برنامه‌های درسی به محورهای کلیدی یادشده توجه شود که هرکدام شامل مجموعه‌ای از فعالیت‌ها و مهارت‌های عملیاتی مشخص هستند. پنج مؤلفهٔ اول نه‌تنها چهارچوبی مفهومی برای بخش کمّی پژوهش فراهم می‌کنند بلکه خطوط کلان مداخله را به سیاستگذاران آموزشی نشان می‌دهند. به‌علاوه، توزیع یکنواخت نقل‌قول‌ها بین همهٔ مصاحبه‌شوندگان و نبودِ کد جدید پس از تحلیل مصاحبهٔ سیزدهم از اشباع داده و اعتبار الگوی پیشنهادی حکایت دارد و دو مصاحبهٔ پایانی برای اطمینان از تثبیت مضامین انجام شده است. این اقدامات موجب افزایش اعتماد به نتایج تحلیل مضمون شد. انتظار می‌رود یافته‌های کمّی مرحلهٔ بعد برازش تجربی این الگوی مفهومی را آشکار سازد و وزن نسبی هر مؤلفه را تبیین کند.

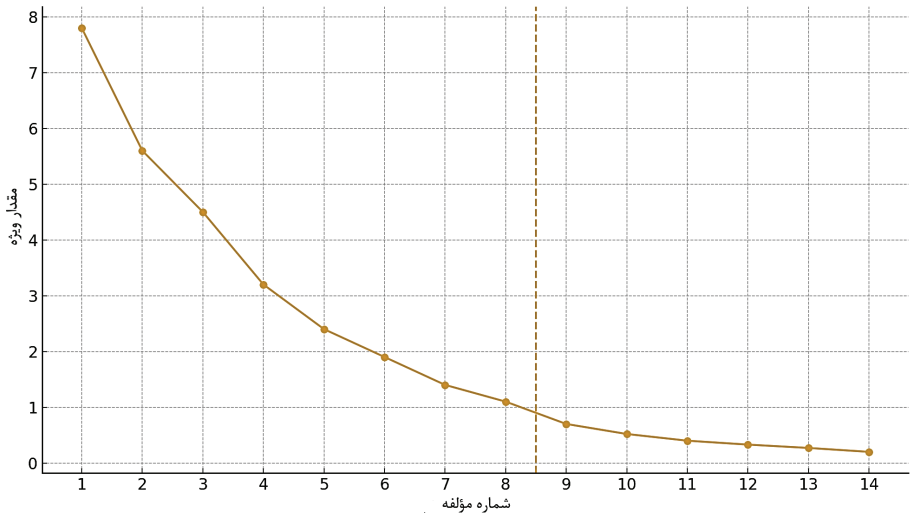
۴-۲. یافته‌های بخش کمّی

جامعهٔ آماری این بخش از پژوهش شامل ۶۰ دانشجوی دورهٔ کارشناسی ناپیوستهٔ رشته‌های مهندسی می‌شد که هم‌زمان در واحدهای صنعتی مشغول به کار بودند. ترکیب تجربهٔ کاری و آموزش دانشگاهی در این گروه فرصت مناسبی برای ارزیابی چهارچوب پیشنهادی فراهم ساخت. پرسشنامهٔ ۶۰گویه‌ایِ (۴۵گویه برای طراحی و اعتبارسنجی و ۱۵ گویه برای تعیین اثربخشی الگو) تکمیل‌شدهٔ ۶۰ دانشجو با کمک تحلیل عاملی بررسی شد. پیش از اجرای تحلیل عاملی، میانگین، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی هر گویه را بررسی کردیم تا نرمال‌بودن تقریبی و نبودِ سقف/کف مطلق تأیید شود. میانگین‌ها در بازهٔ ۲/۹۱ تا ۴/۱۸ (روی طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت) قرار داشتند و هیچ گویه‌ای انحراف معیار کمتر از ۰/۶۰ نداشت. لذا، پراکندگی پاسخ‌ها در تشخیص هم‌بستگی مناسب بود. مقدار مطلق چولگی و کشیدگی همهٔ موارد کمتر از یک گزارش شد که

مطابق ملاک‌های جورج و مالری (George & Mallery, 2019)، نشان‌دهندهٔ توزیع نسبتاً متقارن (نرمال) است؛ بدین‌ترتیب، پیش‌فرض تحلیل عاملی برقرار بود.

برای احراز کفایت داده‌ها در تحلیل عاملی، پیش‌شرط روایی سازهٔ مقدماتی انجام شد. شاخص KMO برابر ۰/۹۳۰ (بالاتر از آستانهٔ توصیه‌شده: ۰/۶۰) به دست آمد که نشان داد تراکم الگوهای هم‌بستگی کافی است و آمارهٔ آزمون بارتلت ۸۹۴۲/۱ = (۱۷۷۰) χ^2 به دست آمد. خروجی آزمون بارتلت نشان می‌دهد که هم‌بستگی‌ها در سطح معنی‌دار p<۰/۰۰۱ به‌اندازه‌ای قوی هستند که تحلیل عاملی توجیه‌پذیر است. از سویی، مقدار اندازهٔ کفایت نمونه (MSA) برای تک‌تک گویه‌ها بین ۰/۷۹ و ۰/۹۶ به دست آمد. لذا، در استخراج ساختار هیچ گویه‌ای به دلیل مزاحم‌بودن حذف/بازنویسی نشد. این نتایج تأیید می‌کنند که داده‌های گردآوری‌شده از نمونهٔ مطالعه‌شده برای تحلیل ساختاری کافی هستند. در ادامه، یافته‌های مربوط به تحلیل عاملی را بیان می‌کنیم.

پس از تأیید کفایت نمونه، باید تصمیم بگیریم چند عامل را نگه داریم. ابتدا، با کمک معیار کایزر، هر هشت عامل اول دارای مقدار ویژهٔ بزرگ‌تر از یک (۱/۱، ۱/۴، ۱/۹، ۲/۴، ۳/۲، ۴/۵، ۵/۶، ۷/۸) بودند و بنابراین همگی را نگه داشتیم. با دقت در نمودار اسکری (شکل ۲) نیز شکست شیب بعد از مؤلفهٔ هشتم را به‌وضوح مشاهده می‌کنیم. لذا، از تشکیل عامل‌های کاذب جلوگیری کردیم. عامل‌های اول تا پنجم با ۴۵ گویهٔ نخست هم‌خوان بودند و مؤلفه‌های طراحی/اعتبارسنجی را بازنمایی کردند. سه عامل آخر، به‌ترتیب، توانمندی تصمیم‌گیری تولید، سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید و بینش کارآفرینی فناورانه را پوشش دادند که اثربخشی الگو را می‌سنجند.



شکل ۲ نمودار اسکری-تحلیل عاملی اکتشافی

در ادامه، برای سنجش سهم هر مؤلفه در تغییرات کلی داده‌ها، نسبت واریانس تبیین‌شدهٔ هریک از مؤلفه‌ها را اندازه‌گیری کردیم به‌طوری‌که پنج مؤلفهٔ اول، به‌ترتیب، مقادیر ۱۷/۳، ۱۳/۸، ۱۱/۲، ۱۰/۴ و ۱۰/۷ درصد از واریانس را توضیح دادند. ازاین‌رو، این پنج عامل درمجموع ۶۳/۴ درصد از واریانس کل را تبیین می‌کنند که نشان می‌دهد ساختار عاملی استخراج‌شده بخش عمده‌ای از تفاوت‌ها و تنوع پاسخ‌های شرکت‌کنندگان را تبیین می‌کند. جزئیات کامل محاسبات مربوط به شاخص‌های پایایی و روایی سازه‌ای برای هشت مؤلفه در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲ .شاخص‌های پایایی و روایی

سازه	نماد	تعداد سنجه	AVE	$\sqrt{AVE}$	CR	α	دامنهٔ بارعاملی (λ)
آموزش مبتنی‌بر مسائل واقعی صنعت	IPBL	۹	۰/۶۴	۰/۸۰۰	۰/۸۹	۰/۸۸	۰/۷۸ –۰/۸۷
استفاده از داده‌های واقعی تولیدی	PRD	۸	۰/۶۲	۰/۷۸۷	۰/۸۸	۰/۸۷	۰/۷۴ –۰/۸۶
تحلیل مالی - ریاضی پروژه‌ها	FMA	۱۰	۰/۶۵	۰/۸۰۶	۰/۹۰	۰/۸۹	۰/۷۷ –۰/۸۸
ادغام فناوری‌های نوین در یادگیری	ITL	۹	۰/۶۰	۰/۷۷۵	۰/۸۶	۰/۸۵	۰/۷۲ –۰/۸۴
ارتباط مستقیم با محیط‌های تولیدی	LWE	۹	۰/۶۱	۰/۷۸۱	۰/۸۷	۰/۸۶	۰/۷۵ –۰/۸۳
توانمندی تصمیم‌گیری تولید	DM	۵	۰/۶۶	۰/۸۱۲	۰/۹۱	۰/۹۰	۰/۷۶ –۰/۸۸
سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید	INV	۵	۰/۶۸	۰/۸۲۵	۰/۹۲	۰/۹۱	۰/۷۸ –۰/۸۹
بینش کارآفرینی فناورانه	ENT	۵	۰/۶۳	۰/۷۹۴	۰/۸۹	۰/۸۸	۰/۷۴ –۰/۸۶

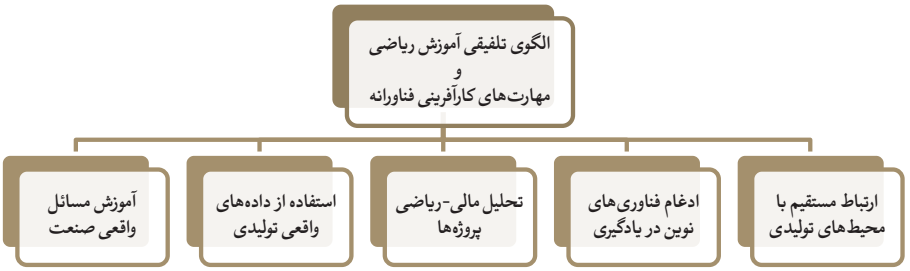
با توجه به جدول ۲، پایایی درونی با کمک ضریب آلفای کرونباخ (α) برای همهٔ مؤلفه‌ها بیشتر از ۰/۸۵ و برای کل ابزار ۰/۹۱ است. این میزان نشان می‌دهد گویه‌های طراحی‌شده برای هر مؤلفه به‌طور سازگار و هم‌بسته ابعاد موردنظر را اندازه می‌گیرند. لذا، این پایایی درونی قوی اعتبار نتایج پرسشنامه را افزایش می‌دهد و پایایی ترکیبی (CR) بین ۰/۸۶ و ۰/۹۲ نیز از حد ۰/۷۰ عبور می‌کند که نشان از پایداری مناسب مدل دارد. حدود مقادیر میانگین واریانس استخراج‌شده (AVE) بین ۰/۶۰ و ۰/۶۸ است و همگی بزرگ‌تر از ۰/۵۰ هستند که نشان از روایی هم‌گرا دارد. ریشهٔ دوم آن نیز برای هر مؤلفه بزرگ‌تر از مجذور هم‌بستگی‌های بین‌عاملی آن است (معیار فورنل - لارکر (Fornell & Larcker, 1981). بنابراین، تمایز عامل‌ها (روایی واگرا) تضمین شد. این نتایج بنیان تحلیل عاملی تأییدی و آزمون مدل را در فاز بعدی فراهم آورد.

مدل اندازه‌گیری پنج‌عاملی (متغیرهای نهفته) را در نرم‌افزارAMOS نگارش ۲۴ برآورد کردیم. مهم‌ترین شاخص‌های برازش در جدول ۳ خلاصه شده است که مطابق آن، همهٔ شاخص‌ها، ضمن انطباق با معیارهای پذیرفته‌شده (Hu & Bentler, 1999; Hair et al., 2018)، نشان‌دهندهٔ برازش قوی مدل هستند.

جدول ۳. شاخص‌های برازندگی مدل اندازه‌گیری

شاخص برازش	χ^2/df	CFI (شاخص مقایسه‌ای برازش)	TLI (شاخص تاکر-لویس (شاخص غیرنرمال‌شدهٔ برازش))	RMSEA (جذر میانگین مربعات خطای برآورد)	SRMR (ریشهٔ میانگین مربعات مانده استاندارد)
مقدار به‌دست‌آمده	۲/۱۸	۰/۹۵۷	۰/۹۴۹	۰/۰۴۸	۰/۰۴۱

می‌دانیم که بار عاملی (λ) ضریب همبستگی استانداردشدهٔ هر گویه با سازه نهفته است. مقادیر بالای ۰/۷۰ آن، طبق جدول ۲، نشان‌دهندهٔ سهم قوی و درخورِاعتنای هر گویه در تبیین سازهٔ متناظر است. لذا، حذف/اصلاح گویه‌ای ضروری نیست. پس، ساختار پنج‌عاملی به‌دست‌آمده در تحلیل اکتشافی با شواهد آماری نیرومند در تحلیل عاملی تأییدی را تأیید کردیم. در شکل ۳، تصویر الگوی پنج‌عاملی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳. الگوی تلفیقی آموزش ریاضی و مهارت‌های کارآفرینی فناورانه

برای بررسی اثربخشی چهارچوب پیشنهادی، پنج مؤلفهٔ اول را متغیرهای برون‌زا و سه مؤلفهٔ توانمندی تصمیم‌گیری تولید، سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید و بینش کارآفرینی فناورانه را متغیرهای درون‌زا در نظر گرفتیم. مقادیر شاخص‌های برازندگی الگوی اثربخش در جدول ۴ ثبت شده است.

جدول ۴ شاخص‌های برازندگی الگوی اثربخش

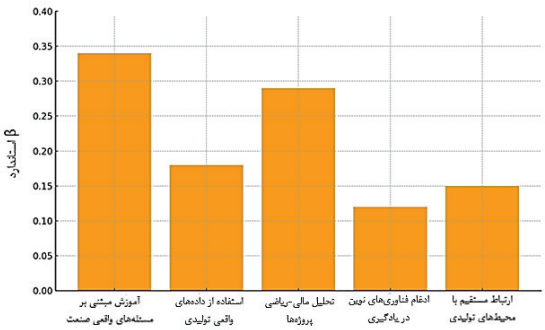
شاخص برازش	χ^2/df	CFI	TLI	RMSEA	SRMR
مقدار به‌دست‌آمده	۲/۳۱	۰/۹۵۴	۰/۹۴۶	۰/۰۴۹	۰/۰۴۶

همچنان‌که در جدول ۴ مشاهده می‌کنید، این الگو برازش مطلوب دارد و نیازی به اصلاح آن نیست. برازش الگوی دوسطحی (پنج مؤلفهٔ طراحی و سه مؤلفهٔ اثربخشی) به‌طور معناداری بهتر از الگوی تک‌سطحی بود. این نتیجه از جداسازی نظری دو دسته مؤلفه حمایت می‌کند.

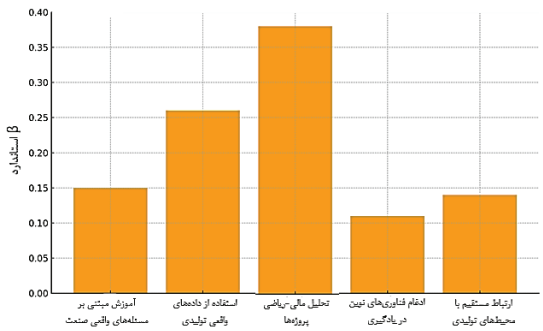
نتایج بررسی β استاندارد (ضریب مسیر) بین مسیرهای پنج‌گانه نیز در نمودارهای ۴، ۵ و ۶ برای سه پیامد (متغیرهای درون‌زا) جداگانه آمده است. هر پیامد یک محرک کلیدی دارد: آموزش مبتنی‌بر مسائل واقعی صنعت برای توانمندی تصمیم‌گیری تولید (β =۰/۳۴،p<۰۰۱)، تحلیل مالی - ریاضی پروژه‌ها

برای سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید (β =۰/۳۸،p<۰۰۱) و ادغام فناوری‌های نوین در یادگیری برای بینش کارآفرینی فناورانه (β =۰/۳۱،p<۰۰۱). فناوری نوین در یادگیری نقشی دوگانه ایفا می‌کند: بزرگ‌ترین تقویت‌کنندهٔ بینش کارآفرینی فناورانه است درحالی‌که ضعیف‌ترین عامل سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید است که نشان می‌دهد فناوری بدون پشتوانهٔ دانش مالی سرمایه‌گذاران را متقاعد نمی‌کند. در عمل، می‌توان اذعان داشت الف) در توانمندی تصمیم‌گیری تولید، حل مسائل واقعی صنعت این مهارت را بیش از سایر عوامل بهبود می‌بخشد؛ ب) در سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید، تسلط بر تحلیل مالی - ریاضی اطمینان سرمایه‌گذاری را می‌افزاید و ج) در بینش کارآفرینی فناورانه، رویارویی مستقیم با مشکلات محیط واقعی تولید این نوع بینش را تقویت می‌کند.

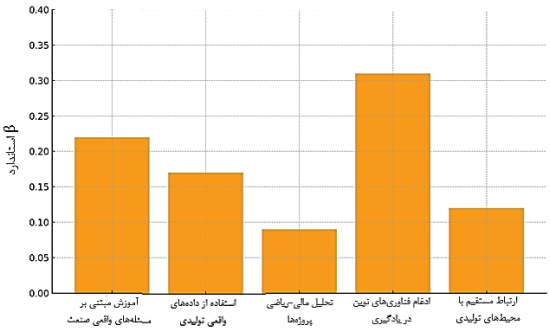
اندازهٔ تأثیر هریک از پنج مؤلفهٔ اصلی الگو بر سه پیامد در سه نمودار میله‌ای ۴، ۵ و ۶ نمایش داده شده است. در این نمودارها، برخی مسیرها به سطح معناداری نرسیده‌اند که احتمال دارد ناشی از هم‌پوشانی با تأثیرهای غیرمستقیم یا اهمیت کمتر فناوری در تصمیم‌های عملیاتی باشد. این مسیرها عبارت‌اند از: IPBL→ INV (شواهد کافی برای قطعیت کامل نیست.)، ITL → INV (فناوری به‌تنهایی تضمین‌کنندهٔ جذب سرمایه نیست.) و FMA → ENT (تحلیل مالی به‌طور مستقیم بینش فناورانه ایجاد نمی‌کند.)



شکل ۴. نمایش اندازهٔ تأثیر مؤلفه‌ها بر توانمندی تصمیم‌گیری تولید

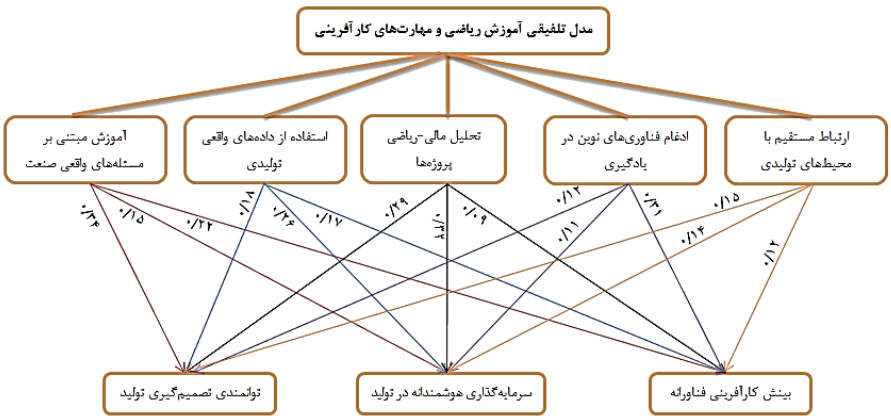


شکل ۵. نمایش اندازهٔ تأثیر مؤلفه‌ها بر سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید



شکل ۶. نمایش اندازهٔ تأثیر مؤلفه‌ها بر بینش کارآفرینی فناورانه

با دقت در نمودارهای بالا و همچنین مدل نهایی شکل ۷، نتایج جداول پیشین تأیید می‌شود و از سویی ضرورت دارد الف) برای بهبود توانمندی تصمیم‌گیری تولید، بر آموزش مسئله‌محور و تحلیل مالی تمرکز کنیم؛ ب) برای گسترش سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید، تحلیل مالی دقیق کنیم و ج) برای تقویت بینش کارآفرینی فناورانه، فناوری‌های نوین یادگیری را در اولویت قرار دهیم.



شکل ۷. مدل نهایی

در ادامه، حاصل ارزیابی تبیین واریانس هر پیامد توسط پنج مؤلفهٔ اصلی در جدول ۵ آمده است. میزان R^2 نمایش‌داده‌شده قدرت تبیین چهارچوب تلفیقی را در متغیرهای هدف نشان می‌دهد.

جدول ۵. توان تبیین هر پیامد توسط پنج مؤلفهٔ اصلی الگو

پیامد	R^2 کل	سهم نسبی قوی‌ترین پیش‌بین	سهم نسبی ضعیف‌ترین پیش‌بین
توانمندی تصمیم‌گیری تولید	۰/۶۲	۵۵٪ (آموزش مبتنی‌بر مسائل واقعی صنعت)	۸٪ (ادغام فناوری‌های نوین)
سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید	۰/۶۵	۵۸٪ (تحلیل مالی - یاضی پروژه‌ها)	۱۲٪ (ادغام فناوری‌های نوین)
بینش کارآفرینی فناورانه	۰/۵۸	۵۳٪ (ادغام فناوری‌های نوین)	۱۲٪ (تحلیل مالی - ریاضی پروژه‌ها)

با توجه به جدول ۵، نکات زیر درخورِذکر است:

الف) مدل تلفیقی، ۶۲ درصد واریانس توانمندی تصمیم‌گیری تولید، ۶۵ درصد واریانس سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید و ۵۸ درصد واریانس بینش کارآفرینی فناورانه را تبیین می‌کند. براساس معیار کوهن (Cohen, 1977)، مقادیر R^2 (مجموع تأثیرات استاندارد) بالا (بیش از ۲۶ درصد) نشان‌دهندهٔ تأثیر بزرگ هستند؛ لذا، چهارچوب مذکور در تبیین پیامدهای کارآفرینانه مؤثر بوده است.

ب) بیش از نیمی از توان پیش‌بینی تصمیم‌گیری تولید (۵۵ درصد) متعلق به آموزش مبتنی‌بر مسائل واقعی صنعت است که نشان می‌دهد رویاروکردن دانشجویان با سناریوهای واقعی تولید، تفکر تحلیلی آنان را فعال می‌کند و مسیر مستقیم به تصمیم‌سازی داده‌محور را فراهم می‌سازد. مؤلفهٔ ادغام فناوری‌های نوین در فرایند یادگیری نیز کمترین سهم را دارد و لذا ابزارهای فناورانه باید در قالب مسائل واقعی قرار گیرند تا تأثیرشان بر تصمیم‌سازی محسوس‌تر شود.

ج) تحلیل مالی - ریاضی پروژه‌ها حدود ۵۸ درصد واریانس سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید را توضیح می‌دهد. این امر با ماهیت مالی سازه همسوست و تأکید می‌کند که آموزش باید مهارت‌های حسابداری مدیریت و مدل‌سازی جریان نقدی را در بر گیرد. ادغام فناوری‌های نوین در یادگیری با ضریب غیرمعنادار نیز نشان می‌دهد فناوری تا زمانی که در قالب ارزش مالی ترجمه نشود، روی تصمیم سرمایه‌گذار تأثیر تعیین‌کننده نخواهد داشت.

د) ادغام فناوری‌های نوین قدرتمندترین پیش‌بین (۵۳ درصد) متغیر بینش کارآفرینی فناورانه است. این درک از فناوری نوظهور شالودهٔ فرصت‌یابی کارآفرینانه است. تحلیل مالی - ریاضی پروژه‌ها نیز کمترین سهم را دارد و معنادار نیست. در مراحل شکل‌گیری بینش نوآورانه، جذابیت فناوری و نیاز بازار مقدّم بر ارزیابی مالی دقیق است. البته، در مراحل بعدی کسب‌وکار، اهمیت تحلیل مالی - ریاضی پروژه‌ها افزایش می‌یابد.

با توجه به یافته‌های ذکرشده، برای نهادینه‌سازی چهارچوب پیشنهادی در آموزش مهندسی با هدف رشد تصمیم‌سازی تولید، سرمایه‌گذاری هوشمند و کارآفرینی فناورانه، باید نخست برنامهٔ درسی به‌واسطهٔ همکاری «وزارت علوم»، «وزارت صنعت، معدن و تجارت» و «شورای عالی برنامه‌ریزی آموزشی» با تمرکز بر پروژه‌های واقعی صنعتی، همراه با تحلیل مالی دقیق، بازنگری شود و سپس با فناوری‌های نوین و کارآموزی میدانی بلندمدت غنا یابد.

براساس تحلیل کیفی، چهارچوب پیشنهادی سه پیامد حیاتی تصمیم‌گیری تولید، سرمایه‌گذاری هوشمندانه و بینش کارآفرینی فناورانه را با شدتی معنادار ارتقا می‌دهد. همچنین به‌کارگیری مسائل واقعی صنعت و داده‌های خط تولید در کلاس‌های ریاضی مهندسی، همراه با تقویت تحلیل مالی و فناوری‌های نوین، نه‌تنها به بهبود تصمیم‌های عملیاتی منجر می‌شود بلکه سرمایه‌گذاری و نوآوری فناورانه را تحریک می‌کند. متخصصان نیز بر واقعی‌بودن داده و مسئله و پیوند لحظه‌به‌لحظهٔ آموزش با خط تولید تأکید دارند. همین تأکید در نتایج کمّی به‌صورت بار عاملی بالای آموزش مبتنی‌بر مسائل واقعی صنعت و استفاده از داده‌های واقعی تولیدی بازتاب یافت. درمجموع، ترکیب داده‌های کیفی غنی با تحلیل‌های کمّی به‌روشنی نشان می‌دهد که چهارچوب مفهومی طراحی‌شده دارای روایی سازه‌ایِ بالا، کارایی آموزشی اثربخش و قابلیت اجرای عملی در محیط‌های واقعی آموزشی و صنعتی است. نتایج هر دو بخش یکسان است و اعتبار درونی و بیرونی الگوی پیشنهادی را تضمین می‌کند. شایان ذکر است که چهارچوب پیشنهادی با تبیین نظری و تأیید تجربی به‌عنوان الگوی مرجع بازنگری در برنامهٔ درسی مهندسی با هدف تولید دانش‌بنیان کاربرد دارد.

۵. بحث

تحولات سریع فناوری و گرایش الگوهای توسعهٔ اقتصادی به اقتصادهای دانش‌بنیان ضرورت بازنگری در نظام‌های آموزش مهندسی را دوچندان کرده است. در وضعیتی که صنایع به سوی تولید نوآورانه و دانش‌محور حرکت می‌کنند، مهارت‌های صرفاً فنی دیگر برای موفقیت شغلی و کارآفرینی کافی نیستند. در این میان، ادغام آموزش ریاضی با مهارت‌های کارآفرینی فناورانه، به‌مثابهٔ یک راهکار تربیت مهندسان خلاق، تحلیلگر و صاحب نگرش فناورانه، باید در قالب الگوهای انعطاف‌پذیر، به‌تناسب اهداف پژوهشی یا تراز مأموریتی دانشگاه‌ها در سطوح متفاوت، طراحی شود. بدیهی است میزان تحقق این رویکرد در محیط‌های دانشگاهی، متأثر از سطح مأموریت، امکانات و ظرفیت‌های آموزشی/پژوهشی هر دانشگاه، متفاوت خواهد بود.

پژوهش حاضر با هدف طراحی، اعتبارسنجی و اثربخشی چهارچوب تلفیق آموزش ریاضیات با مهارت‌های کارآفرینی فناورانه در برنامهٔ درسی مهندسی صورت گرفته است. این چهارچوب در پی پاسخ به نیاز روزافزون تربیت مهندسانی است که علاوه‌بر تسلط بر مفاهیم ریاضی، از این دانش در فرایندهای نوآوری، توسعهٔ محصول و تصمیم‌گیری‌های اقتصادی استفاده کنند تا مبنای بازطراحی دروس ریاضیات در رشته‌های فنی - مهندسی قرار گیرد.

روش پژوهش حاضر، با طراحی دقیق مراحل کیفی و کمّی و بهره‌گیری از ترکیب داده‌ها، امکان طراحی چهارچوبی کاربردی، معتبر و پیاده‌شدنی را در برنامه‌های مهندسی فراهم کرده و ضمن ایجاد ارتباط منطقی، اطمینان از جامعیت، اعتمادپذیری و تعمیم‌پذیری نتایج پژوهش را افزایش داده است. نتایج بخش کیفی و کمّی پژوهش نیز به‌روشنی نشان می‌دهند چهارچوب مفهومی پیشنهادی روایی ساختار

قابل‌قبولی دارد و به‌میزان درخورِتوجهی در بهبود کیفیت آموزش ریاضیات مهندسی با رویکرد کارآفرینی فناورانه مؤثر خواهد بود. الگوی مفهومی ارائه‌شده، با تمرکز بر پنج مؤلفهٔ آموزش مبتنی‌بر مسائل واقعی صنعت، استفاده از داده‌های واقعی تولیدی، تحلیل مالی - ریاضی پروژه‌ها، ادغام فناوری‌های نوین در یادگیری و ارتباط مستقیم با محیط‌های تولیدی که هریک دارای زیرمجموعه‌های کاربردی و قابل‌اجرا در محیط‌های آموزشی و صنعتی هستند، دیدی جامع به آموزش فراهم می‌سازد. با توجه به اینکه الگوی نهایی (با در نظر گرفتن سه پیامد) به‌طور معناداری ۶۲ درصد از واریانس توانمندی تصمیم‌گیری برای تولید، ۶۵ درصد از واریانس افزایش سرمایه‌گذاری هوشمندانه در تولید و ۵۸ درصد از واریانس تقویت بینش کارآفرینی فناورانه را تبیین می‌کند، پشتوانهٔ قوی تجربی‌ای برای بازنگری در برنامه‌های درسی مهندسی با رویکرد تولید دانش‌بنیان و تأکید بر سرمایه‌گذاری برای تولید مهیا می‌سازد، بستر پرورش سرمایهٔ انسانی قوی را در اقتصاد دانش‌بنیان فراهم می‌آورد، راهنمای سیاستگذاران آموزش عالی خواهد بود و مسیر مدیران واحدهای صنعتی را برای ایجاد ارزش‌افزوده و تحقق سرمایه‌گذاری برای تولید در کشور را هموار می‌سازد.

مرور پیشینهٔ پژوهش نشان می‌دهد که اگرچه در برخی مطالعات به پیوندهای آموزش ریاضی و کارآفرینی فناورانه اشاره شده، به طراحی چهارچوبی منسجم و تلفیقی با مؤلفه‌های پیشنهادی کنونی کمتر توجه شده است. بااین‌حال، در ادامه، علاوه‌بر تحلیل نقش مؤلفه‌ها در تحقق چهارچوب مفهومی، یافته‌های کنونی و نتایج تحقیقات مشابه را مقایسه می‌کنیم.

در پژوهش حاضر، یکی از مضامین اصلی و از کلیدی‌ترین مؤلفه‌های مؤثر بر توسعهٔ مهارت‌های تحلیلی و اقتصادی در دانشجویان مهندسی، ضرورت طراحی آموزش ریاضی مبتنی‌بر مسائل واقعی صنعت بود. مصاحبه‌شوندگان تأکید داشتند رویارویی مستقیم با چالش‌ها و مسائل واقعی تولید، مهارت‌های تحلیل کمّی، حل مسئله و تصمیم‌گیری دانشجویان را به‌میزان درخورِتوجهی تقویت می‌کند. علاوه‌براین، استفاده از مسائل واقعی به دانشجویان امکان می‌دهد مهارت‌های نرم را نیز، مانند کار گروهی، مدیریت زمان و تفکر انتقادی، توسعه دهند که این خود مزیت رقابتی مهمی در دنیای امروز است. تحلیل مصاحبه‌ها همچنین نشان داد استفاده از داده‌های واقعی تولیدی در آموزش ریاضیات مهندسی تأثیری چشمگیر بر ارتقای مهارت‌های کاربردی و نقشی تعیین‌کننده در درک بهتر تحلیل‌های عددی و آماری دانشجویان دارد. داده‌های واقعی دارای ویژگی‌هایی مانند عدم‌قطعیت، ناهماهنگی زمانی و مشکلات ثبت هستند که تحلیل آنها نیاز به توانایی‌های بالاتر در پردازش داده، مدل‌سازی آماری و تحلیل ریاضی دارد. مواجهه با داده‌های غیرساخت‌یافتهٔ واقعی، دانشجویان را به چالش می‌کشد تا توانایی‌های تحلیل آماری، پردازش داده و مدل‌سازی ریاضی خود را تقویت کنند. تحلیل مالی - ریاضی پروژه‌ها نیز بر اهمیت تلفیق آموزش تحلیل‌های مالی و اقتصادی با مفاهیم ریاضی مهندسی تأکید داشت. شرکت‌کنندگان اشاره داشتند که توانایی تحلیل اقتصادی پروژه‌ها، ارزیابی هزینه - فایده، تحلیل ریسک مالی و مدل‌سازی سرمایه‌گذاری از مهارت‌های ضروری برای مهندسان در محیط‌های نوآور و

رقابتی است. ایجاد توانمندی در محاسبهٔ نرخ بازگشت سرمایه، تحلیل حساسیت مالی، تحلیل نقطهٔ سربه‌سر و سنجش ریسک اقتصادی پروژه‌ها، دانشجویان را آمادهٔ نقش‌آفرینی مؤثرتر در واحدهای تحقیق و توسعه (R&D) و مدیریت پروژه می‌سازد.

مطالعات داخلی در سال‌های اخیر، مانند پژوهش‌های باقرصاد و رحیمی آسیابرکی (Baghersad & Rahimi Asiyaberki, 2024) دربارهٔ توجه به آموزش مهارت‌های موردنیاز دانشجویان برای کارآفرینی فناورانهٔ مشتمل بر توانایی‌های تجاری و فنی؛ دائی‌چیان و همکاران (Daeechian et al., 2024) دربارهٔ شناسایی و ارزیابی فرصت‌های کارآفرینانه و بهره‌برداری از آن‌ها توسط دانشجویان با کمک فرایندهای آموزشی مؤثر بر پرورش ذهنیت کارآفرینانهٔ آنان، و ترکاشوند و سراجی (Torkashvand & Seraji, 2021) دربارهٔ توسعهٔ مهارت‌های سواد فناورانه در دانشجویان به‌منظور پرورش شایستگی‌های کارآفرینی آنان، همگی بر نتایجی مشابه با یافته‌های پژوهش حاضر تأکید کرده‌اند. همسویی‌های مذکور نشان می‌دهد چهارچوب طراحی‌شده در تحقیق پیش رو با نیازهای واقعی دانشگاه‌ها و صنعت کشور کاملاً منطبق است.

یافته‌های پژوهش حاضر با دیدگاه اسکینر (Skinner, 1969) درخصوص پیوند آموزش تولید و راهبرد سازمانی هم‌خوانی دارد. وی معتقد بود استفاده از مسئلهٔ واقعی در فرایند آموزش به پرورش صلاحیت تصمیم‌گیری در حوزهٔ تولید و هم‌سویی بهتر با راهبردهای سازمانی منجر می‌شود. همچنین نتایج پژوهش حاضر با تحلیل بریلی و همکاران (Brealey et al., 2019) مبنی‌بر اهمیت داشتن روش‌های بودجه‌بندی سرمایه‌ای در کاهش ریسک سرمایه‌گذاری موجود و نیز نظریهٔ فرصت‌محور شین (Shane, 2003) که بر شناسایی فناوری به‌مثابهٔ محرک فرصت تأکید دارد منطبق است. مطالعات بین‌المللی معتبر دیگر، مانند فدسیو و همکاران (Fedoseev et al., 2022) دربارهٔ تلفیق ریاضیات کاربردی و مهارت‌های فنی؛ واشکو و همکاران (Washko et al., 2021) دربارهٔ شناسایی ویژگی‌های الگوهای کسب‌وکار موفق در مهندسی و دوام آنها با کمک مهارت‌های فناورانه، و استارشینوا (Starshinova, 2022) دربارهٔ ادغام فناوری‌های نوین در آموزش، با یافته‌های پژوهش پیش رو کاملاً همسوست.

برنان و همکاران (Brennan et al., 2020) دربارهٔ آموزش پروژه‌محور ریاضیات و اهمیت تجربهٔ یادگیری مبتنی‌بر پروژه‌های واقعی در درک عمیق مفاهیم ریاضی تأکید کردند. دئو و هلتا - اتو (Deo & Hölttä-Otto, 2024) افزایش معنادار توانایی تحلیل انتقادی و حل مسئلهٔ دانشجویان را به‌دلیل کار با داده‌های واقعی صنعتی بررسی کردند. واشکو و همکاران (Washko et al., 2021)، بر نقش کلیدی شاخص‌های عملکردی در موفقیت کارآفرینان فناور تأکید کردند نتایج حاصل از شواهد معتبرترین اسامی در حوزه تحلیل و طراحی ابزارهای آموزشی، از جمله به‌طور مشخص، نتیجه پژوهش سورنسن و همکاران (Sörensen et al., 2022)، تأکید دارند که ادغام مؤلفه‌های آموزشی مرتبط با مهارت‌های کارآفرینی در آموزش مهندسی، شکل‌گیری تجربه‌های ارزش آفرین در سراسر برنامه درسی را القا می‌کند (Eisenstein, 2022).

۶. نتیجه‌گیری

یافته‌ها به‌روشنی نشان داد برای ارتقای کیفیت آموزش مهندسی و پاسخ‌گویی به نیازهای بازار کار دانش‌بنیان و صنایع فناورانه، بازنگری جدی در شیوه‌های آموزش ریاضیات مهندسی و حرکت به سمت آموزش تلفیقی ریاضی با مهارت‌های کارآفرینی فناورانه، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. چهارچوب طراحی‌شده در این تحقیق با ترکیب پنج مؤلفهٔ کلیدی، الگویی جامع و عملیاتی برای آموزش ریاضی کاربردی با رویکرد فناورانه ارائه می‌دهد. اجرای این چهارچوب به تربیت مهندسانی خلاق منجر می‌شود که علاوه‌بر تسلط بر مفاهیم فنی قدرت تحلیل اقتصادی، مهارت تصمیم‌گیری فناورانه و بینش کارآفرینانه داشته باشند. این طرح تأکید می‌کند که چنانچه برنامهٔ درسی مهندسی بر محور مسئله‌محوری صنعتی همراه با تحلیل مالی طراحی و با فناوری و کارآموزی میدانی تکمیل شود هم‌زمان تصمیم‌سازی تولید، سرمایه‌گذاری و روحیهٔ کارآفرینی فناورانهٔ دانشجویان را بهبود می‌بخشد. چنین تحولی درنهایت به روند توسعهٔ صنعتی و تحقق اهداف توسعهٔ پایدار را سرعت خواهد داد.

تلفیق نظام‌مند داده‌های کیفی و کمّی در این پژوهش شواهد قانع‌کننده‌ای فراهم می‌سازد که چهارچوب پیشنهادی نه‌تنها از منظر نظری بلکه از منظر کارآمدیِ عملی در محیط‌های صنعتی - دانشگاهی نیز معتبر باشد. این چهارچوب بستر پرورش سرمایهٔ انسانی توانمند در تولید دانش‌بنیان و زمینهٔ تعمیم‌پذیری را فراهم می‌سازد و راهنمای سیاستگذاران دانشگاهی و مدیران صنایع در ایجاد ارزش‌افزوده ازطریقِ آموزش هدفمند ریاضی در رشته‌های مهندسی به شمار می‌آید.

برای نهادینه‌سازی رویکردی مطابق با چهارچوب تلفیق آموزش ریاضی و کارآفرینی فناورانه در آموزش مهندسی ایران، بسته‌ای شش‌گانه از اقدامات قابل‌اجرا ارائه می‌شود: ۱. بازطراحی سرفصل‌ها براساس آموزش نتیجه‌محور و افزودن واحدهای درسی مرتبط، ازقبیل دروس پروژهٔ صنعتی بین‌رشته‌ای و تحلیل مالی مهندسی، ۲. انعقاد تفاهم‌نامه‌های بلندمدت با شهرک‌های صنعتی و تعریف و تعیین منتور صنعتی برای هر درس پروژه‌محور، ۳. الزام به گذراندن دورهٔ کارآموزی نظام‌مندِ میدانی پس از سال سوم تحصیل، ۴. ایجاد آزمایشگاه‌های یادگیری مبتنی‌بر اینترنت اشیا، تحلیل داده و شبیه‌سازی مالی، ۵. اعطای گواهی ملی با عنوان کارآفرینی فناورانه به دانش‌آموختگانی که این مسیر را به‌طور کامل طی می‌کنند و درج آن در نظام رتبه‌بندی حرفه‌ای و ۶. تخصیص امتیاز ترفیع و گرنت ویژه به اعضای هیئت‌علمیِ راهبر پروژه‌های صنعت‌محور. اجرای این بستهٔ سیاستی چهارچوب تلفیقی پیشنهادی را به‌طور پایدار در نظام آموزش مهندسی کشور مستقر خواهد کرد.

۷. پیشنهادها

یافته‌های پژوهش حاضر به‌روشنی نشان داد تلفیق آموزش ریاضیات با مهارت‌های کارآفرینی فناورانه در رشته‌های مهندسی در توسعهٔ آموزش‌های هدفمند و کارآفرینانه در عصر جدید از اهمیت بالایی

برخوردار است و نقش کلیدی دارد. در پرتو این نتایج، پیشنهادهای کاربردی و پژوهشی برای دانشگاه‌ها، سیاستگذاران آموزشی و پژوهشگران آینده اهمیتی دوچندان دارد. با توجه به تفاوت سطح مأموریت، منابع و ظرفیت‌های اجرایی دانشگاه‌ها، پیشنهادها به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که در هر سطح از آموزش مهندسی، امکان پیاده‌سازی تدریجی آن‌ها فراهم باشد و بدین‌ترتیب مسیر توسعهٔ علمی و عملی آموزش مهندسی به سوی اهداف تولید و اقتصاد دانش‌بنیان و توسعهٔ پایدار هموار شود.

۷-۱. پیشنهادهای کاربردی برای تحول در آموزش ریاضی و مهارت‌های کارآفرینی فناورانه

الف) بازنگری در برنامه‌های درسی مهندسی و طراحی مجدد آن‌ها: برنامه‌های درسی مهندسی باید با محوریت تلفیق آموزش ریاضیات کاربردی و مهارت‌های فناورانه بازآرایی شوند و به‌جای تأکید صِرف بر آموزش نظری، پروژه‌محوری، یادگیری مسئله‌محور و فعالیت‌های عملی در دستورکار قرار گیرند. براساس سطح‌بندی دانشگاه‌ها، تفاوت مأموریت‌ها و امکانات اجرایی، برنامه‌ها باید متناسب با ظرفیت‌های نهادی و انعطاف‌پذیر اهداف دانشگاه‌ها طراحی شوند. برای نمونه، برای دانشگاه‌های با تراز بالاتر، تمرکز بر چالش‌های پیچیدهٔ صنعتی و تحلیل مالی - ریاضی پروژه‌های نوآورانه پیشنهاد می‌شود؛ درحالی‌که در دانشگاه‌های دیگر، با لحاظ‌کردن ظرفیت‌ها می‌توان بر پروژه‌های بنگاه‌های کوچک و متوسط صنعتی و فناوری‌های بومی متمرکز شد.

ب) توسعهٔ آموزش‌های مبتنی‌بر پروژه‌های واقعی صنعتی: دانشگاه‌ها باید پروژه‌های واقعی صنعتی را هستهٔ اصلی آموزش مهندسی تعریف کنند. اجرای پروژه‌های واقعی به دانشجویان فرصت می‌دهد مهارت‌های تحلیلی - اقتصادی و فناورانهٔ خود را در مواجهه با مشکلات واقعی پرورش دهند. این رویکرد باید با الگوهای موفق، مانند الگوی یادگیری پروژه‌محور که اثربخشی مؤثری در آموزش مهندسی نشان داده است، همسو باشد.

ج) بهره‌گیری از داده‌های واقعی تولیدی در کلاس درس: استادان باید از داده‌های واقعی تولیدی، مانند داده‌های بهره‌وری، نگهداری و کنترل کیفیت، در آموزش ریاضی استفاده کنند که سبب ارتقای مهارت تحلیل داده‌ها، افزایش قدرت تصمیم‌گیری و درک بهتر مباحث آماری، بهینه‌سازی و الگوسازی می‌شود و یادگیری پایدار را به‌میزان درخورِتوجهی افزایش می‌دهد.

د) ادغام آموزش تحلیل مالی و اقتصادی در دروس مهندسی: در طراحی دروس همهٔ رشته‌های مهندسی، آموزش تحلیل مالی پروژه‌ها باید به‌صورت یک مؤلفهٔ اصلی گنجانده شود. دانشجویان باید مفاهیمی چون نرخ بازگشت سرمایه، تحلیل حساسیت مالی و محاسبهٔ نقطهٔ سربه‌سر را عملی و در قالب پروژه‌های واقعی بیاموزند، چراکه اهمیت این مهارت‌ها در موفقیت کارآفرینی فناورانه و دوام کسب‌وکارهای نوپا به اثبات رسیده است.

هـ) کاربرد فناوری‌های نوین در آموزش ریاضی: استفاده از فناوری‌های پیشرفته، مانند شبیه‌سازهای

صنعتی، یادگیری ماشین، داده‌کاوی صنعتی، اینترنت اشیا و واقعیت‌افزوده باید بخشی از راهبردهای آموزش ریاضی در رشته‌های مهندسی شود؛ چراکه فناوری‌های نوین امکان یادگیری همیارانه، تجربهٔ واقعی و توسعهٔ مهارت‌های فناورانه را برای دانشجویان فراهم می‌سازند.

و) ایجاد پیوند ساختاریافتهٔ دانشگاه - صنعت: ازآنجاکه ایجاد مراکز همیاری دانشگاه و صنعت برای طراحی پروژه‌های واقعی، داده‌های تولیدی و فرصت‌های کارآموزی از الزامات نظام آموزشی است، تجربهٔ عملی‌ای که محیط واقعی و معتبر یادگیری در اختیار دانشجویان قرار می‌دهد منجر به کسب دانش ضمنی کارآفرینی می‌شود و به توسعهٔ مهارت‌های تصمیم‌گیری و افزایش بینش کارآفرینانه به‌منظور سازگاری با محیط کار، چه در مقام کارآفرین و چه در جایگاه مهندس شاغل، کمک می‌کند.

ز) ارتقای مهارت‌های تحلیلی و کارآفرینانهٔ استادان: ضرورت دارد استادان بر مهارت‌های جدید تحلیل مالی، فناوری‌های دیجیتال و مدیریت پروژه مسلط باشند تا همسو با نیازهای واقعی صنعت آموزش بدهند. برگزاری دوره‌های توانمندسازی تخصصی برای استادان لازمهٔ تحول آموزش مهندسی است.

۷-۲. پیشنهادها به سیاست‌گذاران آموزشی

الف) بازنگری در سیاست‌های آموزشی با محوریت توسعهٔ مهارت‌های فناورانه: چهارچوب‌های برنامه‌ریزی درسی باید فراتر از آموزش نظری برمبنای نیازهای نوظهور صنعت، بازار کار و تولید دانش‌بنیان بازنگری شوند. سیاست‌گذاران با نگاهی راهبردی و تحول‌آفرین با همکاری نمایندگان صنعت و دانشگاه و براساس تحلیل نیازهای فعلی و آینده می‌توانند در بازنگری در سرفصل‌های درسی، توسعهٔ مهارت‌های تحلیلی، مالی، فناورانه و تصمیم‌سازی را به‌صورت هدفمند در اولویت قرار دهند. شواهد پژوهش‌های بین‌المللی (Fedoseev et al., 2022; Brennan et al., 2020) نیز نشان می‌دهند مهندسان نسل آینده به ترکیبی چندبُعدی و متوازن از مفاهیم ریاضی با دانش فنی، مهارت‌های اقتصادی، شایستگی‌های فناورانه و توان حل مسئلهٔ قوی نیاز دارند.

ب) حمایت مالی از دوره‌های آموزشی تلفیقی: یکی از چالش‌های اصلی در اجرا و توسعهٔ آموزش‌های تلفیقی، محدودیت منابع مالی و زیرساختی است. بنابراین، حمایت مالی ویژهٔ نهادهای ذی‌ربط در توسعهٔ دوره‌های تلفیقی ریاضی - کارآفرینی فناورانه در دانشگاه‌ها ضرورت دارد. بسته‌های حمایتی، شامل تخصیص گرنت‌های آموزشی، بودجهٔ تحقیق و توسعه، خرید یا اعطای یارانهٔ تجهیزات فناوری نوین و آزمایشگاهی یا پشتیبانی از پروژه‌های مشترک دانشگاه - صنعت موردنیاز است.

ج) ایجاد مراکز تخصصی نوآوری آموزشی: ایجاد مرکز تخصصی نوآوری آموزش مهندسی برای توسعه و ارزیابی شیوه‌های نوآورانهٔ آموزشی با تعریف سه مأموریت: ۱. طراحی و پایلوت دوره‌های آموزشی تلفیقی، ۲. توانمندسازی استادان در روش‌های آموزشی خاص و نوین، ۳. ارزیابی پیوستهٔ اثربخشی برنامه‌های تدوین‌شده ضروری است. این مراکز، علاوه‌برآنکه نقشی مهم در همسوسازی آموزش

مهندسی با تحولات فناورانه ایفا می‌کنند، در پیوندی پایدار با شبکهٔ مراکز رشد از زیرساخت‌های مشترک بهره می‌برند و بدین‌ترتیب تجاری‌سازی ایده‌ها و دستاوردها را ممکن می‌سازند.

۷-۳. پیشنهادها برای دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی

الف) تدوین سرفصل واحدهای آموزش کارآفرینی فناورانه و تحلیل مالی مهندسی: با توجه به تفاوت مأموریت و ظرفیت دانشگاه‌ها، پیشنهاد می‌شود واحدهای بین/میان‌رشته‌ای مرتبط با آموزش کارآفرینی فناورانه متناسب با ظرفیت هر دانشگاه ایجاد شوند که مأموریت آن‌ها توسعهٔ آموزش مهارت‌های تصمیم‌سازی دانشجویان و تقویت ارتباط با صنعت باشد. دانشگاه‌های ترازبالاتر می‌توانند با تمرکز بر پروژه‌های صنعتی پیچیدهٔ چندمنظوره و همکاری با شرکت‌های پیشرو، و دانشگاه‌های دیگر نیز با تمرکز بر نیازهای شرکت‌های تولیدی شهرک‌های صنعتی، این واحدها را به‌صورت پروژهٔ مشترک با صنایع ملی یا منطقه‌ای تعریف کنند.

ب) ایجاد نظام ارزیابی جدید برای دروس ریاضی: نظام‌های ارزیابی سنتی که صرفاً برمبنای آزمون کتبی پایان‌ترم پایه‌گذاری شده‌اند، برای سنجش مهارت‌های تحلیلی و کارآفرینانهٔ موردانتظار در آموزش تلفیقی مناسب نیستند. پیشنهاد می‌شود ارزیابی دانشجو بر پایهٔ توانمندی در اجرای پروژه‌های واقعی، تحلیل داده‌های صنعتی، ارائهٔ گزارش مالی پروژه‌ها و کارِ گروهی باشد. میزان گستردگی و پیچیدگی پروژه می‌تواند متناسب با سطح برنامه و قابلیت اجرایی هر دانشگاه (از مسائل مرزی فناوری تا چالش‌های کاربردی محلی)، مأموریت و امکانات هم‌تراز شود.

ج) برگزاری دوره‌های مهارتی کوتاه‌مدت برای دانشجویان و استادان: برگزاری دوره‌های کوتاه‌مدت تخصصی برای دانشجویان و استادان گروه‌های مهندسی در حوزه‌هایی نظیر تحلیل پیشرفتهٔ مالی پروژه‌ها، شبیه‌سازی فرایندهای صنعتی، داده‌کاوی صنعتی و کاربرد فناوری‌های نوین در تولید باید به‌طور گسترده در دستورکار دانشگاه‌ها قرار گیرد. در دانشگاه‌های ترازبالاتر، تمرکز بر فناوری‌های نوظهور و شیوه‌های پیشرفته، و در دانشگاه‌های دیگر نیز متناسب با سطح تخصص و زیرساخت موجود، بر دوره‌های مهارت‌های مالی پروژه‌های کوچک و فناوری‌های تولید چابک تأکید می‌شود.

۷-۴. پیشنهادهای پژوهشی برای تحقیقات آتی

بررسی اثر چهارچوب تلفیقی طراحی‌شده در این تحقیق به‌صورت طولی ضروری است. ارزیابی تغییرات در مهارت‌های تحلیلی، اقتصادی و فناورانهٔ دانشجویان پس از پیاده‌سازی طرح در بازه‌های زمانی متفاوت، دیدگاه دقیقی دربارهٔ اثربخشی این رویکرد خواهد داد. همچنین پیشنهاد می‌شود پژوهشگران قابلیت انطباق این چهارچوب را در رشته‌های بین/میان‌رشته‌ای بررسی کنند. به‌علاوه، یکی از زمینه‌های مغفول در تحقیقات آموزشی، نبودِ ابزارهای معتبر سنجش مهارت‌های تلفیقی است. توسعه و روان‌سنجی پرسشنامه‌ها

و ابزارهای سنجش مهارت‌های تحلیل مالی، کارآفرینی فناورانه و تحلیل دادهٔ صنعتی نیز پژوهش‌های آینده را آسان می‌کند. بررسی تطبیقی اثربخشی چهارچوب پیشنهادی در صنایع گوناگون، مانند خودروسازی، نفت و گاز، و فناوری اطلاعات، به تعمیم بهتر نتایج کمک می‌کند. همچنین احتمال دارد فرهنگ صنعتی، سطح فناوری و نظام آموزشی بر موفقیت/شکست پیاده‌سازی چنین چهارچوبی اثرگذار باشد.

مجموعهٔ پیشنهادهای مذکور راهکارهای عملی، علمی و سیاست‌محورِ ارتقای کیفیت آموزش ریاضی مهندسی را به‌منظور توسعهٔ مهارت‌های کارآفرینی فناورانه مطرح می‌کند. بی‌گمان، تحقق این پیشنهادها مستلزم همکاری سیاستگذاران، دانشگاه‌ها، استادان و صنعت است و تنها ازطریقِ چنین همکاری ساختاریافته‌ای به توسعهٔ پایدار آموزش مهندسی و تربیت نیروهای متخصص در آینده دست می‌یابیم.

References

- Baghersad, V. & Rahimi Asiyaberki, H. (2023). *Dimensions of teaching technological entrepreneurship skills*. Iran's First National Skill Conference, Tehran, Iran. *[in Persian]*.
- Baghersad, V. & Rahimi Asiabaraki, H. (2024). Providing a framework for technological entrepreneurship development skills. *Karafan Journal*, e211498. doi: 10.48301/kssa.2024.470591.2958. *[in Persian]*.
- Braun, V. & Clarke, V. (2021). Thematic analysis: A practical guide. SAGE Publications, New York, United States.
- Brealey, R. A., Myers, S. C., & Allen, F. (2019). Principles of corporate finance. (13th ed.). McGraw-Hill Education/ Europe, Middle East & Africa, New York, United States.
- Brennan, R. W. Johnston, K., Li, S., Nelson, N., Nygren, A., Paul, R., & Sullivan, M. (2020). Experience and reflection on an integrated mathematics curriculum an engineering articulation program. Proceedings of the Canadian Engineering Education Association (CEEA) Conference. doi: 10.24908/pceea.vi0.14146.
- Cohen, J. (1977). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. (Rev. ed.). Lawrence Erlbaum Associates, Inc, New Jersey, United States. doi: 10.1016/C2013-0-10517-X.
- Creswell, J. W. & Plano Clark, V. L. (2011). Designing and conducting mixed methods research. (2nd ed.). Sage Publications, Los Angeles, United States. (A. Kiamanesh and J. Sarabi, Trans.). Tehran: Aiizh Press. *[in Persian]*.
- Daeechian, Y., Hejazi, S. R., Faraji, A. & Yadollahi Farsi, J. (2024). Design-entrepreneurship framework in engineering education. *Journal of Entrepreneurship Development*, *17*(2), 106-130. doi: 10.22059/jed.2024.370865.654318 *[in Persian]*.
- Deo, S. & Hölttä-Otto, K. (2024). Critical thinking assessment in engineering education: A Scopus-based literature review. *Journal of Mechanical Design*, 146(7), 072301, (17 pages). doi: 10.1115/1.4064275.
- Donndelinger, J. A. (2021). Applying problem-based learning to improve student engagement in an engineering economics course. *Journal of Applied Business and Economics*, 23(3), 252-257. doi: 10.33423/jabe.v23i3.4351.
- Duval-Couetil, N., Haghighi, S. & Reed, T. K. (2012). Engineering students and entrepreneurship education: Involvement, attitudes and outcomes. *International Journal of Engineering Education*, 28(2): 425-435.
- Emadi, S. R., Nasiri, F. & Mirzaie, M. (2025). Predicting students' entrepreneurial skills based on their technological literacy and instructors' teaching styles (Case study: Bu-Ali Sina University). *Journal of Entrepreneurship Research*, *3*(4), 27-42. doi: 10.22034/jer.2024.2039771.1182. *[in Persian]*.
- Fedoseev, V. V., Rodionov M. M., Shabanov G. G., Pasin A. & Puchkov N. (2022). Mathematics in professional education: Fundamentals of the methodology of teaching engineering mathematics. INFRA-M Academic Publishing LLC, Moscow, Russia. doi: 10.12737/1859606.
- Fink, F. K. (2002). Problem-based learning in engineering education: A catalyst for regional industrial

development. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 1(1), 29-32.

- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. doi: 10.2307/3151312.
- George, D., & Mallery, P. (2019). IBM SPSS statistics 26 step by step: A simple guide and reference. Routledge, New York, United States. doi: 10.4324/9780429056765.
- Hair, J. F., Babin, B. J., Anderson, R. E. & Black, W. C. (2018). Multivariate data analysis. (8th ed.). Cengage Learning EMEA, Massachusetts, United States.
- Hosseinzadeh, H. & Ahmadi, S. A. A. (2021). *Design and highlighting the technological entrepreneurship model in researching institutes of country (Case study: Research Institute of the ministry of labor and social welfare). Governmental Accounting*, 7(2), 211-228. doi: 10.30473/gaa.2021.56969.1444. [in Persian].
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. Structural Equation Modeling: *A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55. doi: 10.1080/10705519909540118.
- Kaya-Capocci, S., Pabuccu-Akis, A. & Orhan-Ozteber, N. (2025). Entrepreneurial STEM education: Enhancing students' resourcefulness and problem-solving skills. *Research in Science Education*, 55, 103-134. doi: 10.1007/s11165-024-10189-y.
- Rahimi Kolour, H., Nikkhah, Y. & Ebrahimzadeh, M. (2024). The effect of technological entrepreneurship on the growth of Iranian knowledge-based firms in the fields of biotechnology, agriculture, and food by emphasizing the mediating role of digitalization and innovation. *Journal of Entrepreneurial Strategies in Agriculture, 11*(1), 79-91. doi: 10.61186/jea.11.1.79. *[in Persian].*
- Rivas, D. F. & Husein, S. (2022). Empathy, persuasiveness and knowledge promote innovative engineering and entrepreneurial skills. Education for Chemical Engineers, 40, 45-55. doi: 10.1016/j.ece.2022.05.002.
- Saber Kohne Goorabi, M. H., Iranmanesh, S. H. & Jafari, P. (2021). Technological entrepreneurship model with open innovation approach: sustainable development of oil and gas knowledge-based companies. *Program and Development Research*, *2*(3), 44-71. doi: 10.22034/pbr.2021.145864. [in Persian].
- Salvador, R., Barros, M. V., Barreto, B., Pontes, J., Yoshino, R. T., Piekarski, C. M. & de Francisco, A. C. (2023). Challenges and opportunities for problem-based learning in higher education: Lessons from a cross-program Industry 4.0 case. *Industry and Higher Education*, 37(1), 3-21. doi: 10.1177/09504222221100343.
- Savery, J. R. (2006). Overview of problem-based learning. Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 1(1), 5-15. doi: 10.7771/1541-5015.1002.
- Shane, S. (2003). *A general theory of entrepreneurship: The individual-opportunity nexus*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, UK. doi: 10.4337/9781781007990.
- Skinner, W. (1969). Manufacturing-missing link in corporate strategy. Harvard Business Review, 47(3), 136-145.
- Sörensen, A., Mitra, R., Hulthén, E., Hartmann, T., & Clausen, E. (2022). Bringing the entrepreneurial mindset into mining engineering education. *Mining, Metallurgy & Exploration*, 39, 1333 - 1344. doi: 10.1007/s42461-022-00620-1.
- Starshinova, T. A. (2022). Multilevel integration: processes in engineering education. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta, 236. 143-148. doi: 10.25198/1814-6457-236-143.
- Stenard, B. S. (2021). Interdisciplinary skills for STEAM entrepreneurship education. *Entrepreneurship Education and Pedagogy*, 6(1), 32-59. (Original work published 2023). doi: 10.1177/25151274211029204..
- Suto, Y., Moriya, H., Ikenoue, Y. & Sasaki, Y. (2025). Developing future engineering leaders: Evaluating a novel entrepreneurship education course. *The International Journal of Management Education*, 23(2), 101084. doi: 10.1016/j.ijme.2024.101084.
- Tabibzadeh, F., Hejazi, S. R. & Mousakhani, M. (2023). Investigating and designing a technological entrepreneurship model in biotechnology. *Journal of Technology Development Management*, *11*(2), 37-92. doi: 10.22104/jtdm.2024.6455.3217. *[in Persian].*
- Torkashvand, A. & Seraji, F. (2021). The role of technological literacy on entrepreneurial intention in engineer

students: Findings of a mixed method research. *Curriculum Planning Knowledge & Research in Educational Sciences*, 17(40(67)), 72-89 [in Persian].

- Washko, F. M., Edwards, W. S. & Washko, L. A. (2021). Entrepreneurship education in engineering using key performance indicators. *IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)*. Princeton, NJ, USA, 292-295. doi: 10.1109/ISEC52395.2021.9764013.
- Zaeim, A., MosaKhani, M. & Davari, A. (2022). *Identifying and analyzing the dimensions of Iran's technological university entrepreneurship ecosystem from the perspective of experts in university incubators. Public Policy in Management*, 13(46), 1-12. doi: 10.30495/ijpa.2022.20381. [in Persian].

خدیجه احمدجواهری: استادیار پایهٔ ۲۷ گروه ریاضی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرعباس، است و در زمینهٔ تحقیقاتیِ آموزش ریاضی، به‌ویژه آموزش ریاضی مهندسی، فعالیت دارد.

آتسا پارساپور: دانشیار پایهٔ ۲۹ گروه ریاضی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرعباس، است و در زمینهٔ تحقیقاتی آموزش ریاضی، به‌ویژه آموزش ریاضی مهندسی، فعال است.

ایده‌پردازی و قصد کارآفرینی: نقش مسئولیت‌پذیری، ریسک‌پذیری و تعدیل‌گری پذیرش چت‌جی‌پی‌تی

وجیهه سراج[۱]، امینه زیوری[۲]، مهدی خیاطان[۳]، سیده‌راضیه روانبخش[۴]، مرتضی اکبری[۵] و کمال سخدری[۶]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۴/۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۸/۸

DOI: 10.22047/ijee.2025.531202.2181

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.108.4.0

چکیده: در سال‌های اخیر توجه محققان داخلی به عوامل تأثیرگذار بر گرایش دانش‌آموختگان آموزش عالی به کارآفرینی بیش از گذشته جلب شده است. تقویت گرایش کارآفرینی در دانش‌آموختگان موجب افزایش کشف و خلق فرصت‌ها شده و بهره‌برداری از این فرصت‌ها، خود زمینه‌ساز بروز یا ایجاد فرصت‌های جدید و کسب‌وکارهای جدید خواهد شد. با توجه به اهمیت این موضوع، این پژوهش با هدف بررسی تاثیر احساس مسوولیت برای تغییر و تمایل به ریسک از طریق ایده‌پردازی بر قصد کارآفرینی دانشجویان با نقش تعدیل‌کنندگی چت‌جی‌پی‌تی (Chat GPT) انجام پذیرفت. جامعهٔ آماری این پژوهش را دانشجویان دانشگاه تهران تشکیل دادند که به روش نمونه‌گیری در دسترس انتخاب شدند. برای گردآوری داده‌ها از پرسشنامهٔ استاندارد با طیف پنج‌درجه‌ای لیکرت استفاده شد که در نهایت ۲۰۸ پرسشنامهٔ کامل و قابل تحلیل مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که ایده‌پردازی، به‌عنوان یک عامل کلیدی، تأثیر مستقیم و مثبتی بر قصد کارآفرینی دانشجویان دارد. همچنین، تمایل به ریسک، مسئولیت‌پذیری برای تغییر و پذیرش چت‌جی‌پی‌تی، هر سه به‌طور مثبت و معناداری ایده‌پردازی را در میان دانشجویان تقویت می‌کنند. افزون بر این، پذیرش چت‌جی‌پی‌تی رابطهٔ میان تمایل به ریسک و ایده‌پردازی را نیز تقویت کرده و اثر مثبت و معناداری بر رابطهٔ میان احساس مسئولیت برای تغییر و ایده‌پردازی دارد. این یافته‌ها بر اهمیت پرورش ویژگی‌های روان‌شناختی در کنار استفادهٔ هوشمندانه از ابزارهای هوش مصنوعی برای تقویت کارآفرینی در میان نسل جدید تأکید دارد.

واژگان کلیدی: احساس مسئولیت برای تغییر، ایده‌پردازی، تمایل به ریسک، قصد کارآفرینی، چت‌جی‌پی‌تی

۱- دانشجوی دکتری کارآفرینی، گروه فناوری، دانشکدهٔ کارآفرینی، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. vajihe.saraj@ut.ac.ir
۲- دانشجوی دکتری، گروه توسعهٔ کارآفرینی، دانشکدهٔ کارآفرینی، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. a.zivari@ut.ac.ir
۳- دانشجوی دکتری کارآفرینی، گروه فناوری، دانشکدهٔ کارآفرینی، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، یزد، ایران. khayatan@ut.ac.ir
۴- دانشجوی دکتری کارآفرینی، گروه فناوری، دانشکدهٔ کارآفرینی، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. sr.ravanbakhsh@ut.ac.ir
۵- استاد، گروه کارآفرینی فناورانه، دانشکدهٔکارآفرینی، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول). mortezaakbari@ut.ac.ir
۶- دانشیار، گروه کارآفرینی سازمانی، دانشکدهٔ کارآفرینی، دانشکدگان مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران. kasakhdari@ut.ac.ir

۱. مقدمه و طرح مسئله

در دنیای امروز، کارآفرینی به‌عنوان یک عامل کلیدی در توسعهٔ اقتصادی و اجتماعی شناخته می‌شود. از این رو، دولت‌ها، سازمان‌های خصوصی و دانشگاه‌ها در کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه برای تحریک کارآفرینان جدید و حمایت از طرح‌های نوپا به سرمایه‌گذاری در این نوع فعالیت‌ها پرداخته‌اند (Bergmann et al., 2016; Vecchiarini & Somià, 2023). امروزه پرورش روحیهٔ کارآفرینانه در بین دانشجویان و فارغ‌التحصیلان یکی از موضوعات اصلی دانشگاه‌هاست. از این رو، ارزیابی قصد کارآفرینی دانشجویان دانشگاه (به‌عنوان کارآفرینان بالقوه) به‌عنوان یک دستور کار تحقیقاتی توسط مدیران اجرایی و سیاست‌گذاران دانشگاه در نظر گرفته شده است. قصد کارآفرینی دانشجویان برای توسعهٔ کارآفرینی ضروری است، زیرا به‌عنوان یکی از بهترین پیش‌بینی‌کنندگان رفتار کارآفرینانهٔ آن‌ها در نظر گرفته می‌شود (Dabbous & Boustani, 2023; Yilmaz et al., 2023). قصد کارآفرینی به‌عنوان اقدام کارآفرینانهٔ آینده‌محور تفسیر می‌شود. بدون آن، هیچ مرحله‌ای از کارآفرینی وجود نخواهد داشت (Dabbous & Boustani, 2023; Petrič, 2024). از نظر مفهومی، قصد کارآفرینی به «وضعیت ذهنی فردی که توجه، تجربه و اقدامات را به سمت ایدهٔ راه‌اندازی یک سرمایه‌گذاری جدید هدایت می‌کند» اشاره دارد (Yilmaz et al., 2023). از این رو، از اواخر دههٔ ۱۹۸۰، حجم قابل‌توجهی از ادبیات به مفهوم مقاصد کارآفرینی پرداخته است (Bird, 1988). بنابراین شناسایی عوامل تعیین‌کنندهٔ قصد کارآفرینی دانشجویان بسیار حائز اهمیت است.

از دیدگاه یک کارآفرین بالقوه مانند یک دانشجو، کارآفرینی با یک ایده شروع می‌شود و ایده‌پردازی یک عامل کلیدی در خلق کسب‌وکارهای جدید یا نوآوری در کسب‌وکارهای موجود است. در ابتدای مسیر کارآفرینی همیشه یک ایده وجود دارد و زمان و تلاش لازم جهت شکل‌گیری آن بسیار کمتر از سایر مراحل راه‌اندازی کسب‌وکار است (Ghafourian et al., 2022). موضوع ایده‌پردازی از منظرهای متعدد مورد بررسی قرار گرفته است؛ مانند دیدگاه منابع و کارکردها؛ این دیدگاه بررسی می‌کند که منشأ ایده‌های کارآفرین بالقوه چیست و چه محرک‌هایی این فرآیند را فعال می‌کنند (Ruef, 2002; Vecchiarini & Somià, 2023). در سطح فردی، دو سازهٔ انگیزشیِ احساس مسئولیت برای تغییرِ و ریسک‌پذیری، می‌توانند فرایند ایده‌پردازی کارآفرینانه را تحریک کنند. احساس مسئولیت برای تغییر نوعی انگیزش پیش‌کنش‌گرایانه است که فرد را فراتر از نقش رسمی برای ایجاد تغییر سوق می‌دهد، با رفتارهای خلاق و بهبودگر پیوند دارد (Morrison & Phelps, 1999; Fuller et al., 2006). ریسک‌پذیری نیز تمایل عمومی به انتخاب گزینه‌های همراه با عدم‌قطعیت است که با خلاقیت و نوآوری هم‌بسته گزارش شده است (Meertens & Lion, 2008; Tyagi et al., 2017; Mittone et al., 2022; Wu et al., 2021). بر مبنای نظریهٔ رفتار برنامه‌ریزی‌شده، ایده‌پردازی یکی از نزدیک‌ترین پیشایندهای «قصد» است و زمینهٔ تبدیل انگیزش به نیت رفتاریِ راه‌اندازی کسب‌وکار را فراهم می‌کند (Ajzen, 1991; Krueger et al., 2000). در این تحقیق، نقش این دو سازه بر ایده‌پردازی و پیامد غیرمستقیم آن‌ها بر قصد کارآفرینی دانشجویان بررسی می‌شود؛ همچنین نقش پذیرش چت‌جی‌پی‌تی

به‌عنوان تعدیلگرِ روابط مرتبط آزمون می‌گردد، با تکیه بر ادبیاتِ اخیرِ پذیرش نسل نوی چت‌بات‌های مولد (Dwivedi et al., 2023; Petrič, 2024).

بااین‌حال و با وجود تحقیقات صورت‌گرفته، سؤالات زیادی در این حوزه باقی مانده است. به‌طور خاص، ما می‌دانیم که چگونه مسئولیت برای تغییر و تمایل به ریسک به‌طور هم‌زمان بر ایده‌پردازی و درنهایت بر قصد کارآفرینی دانشجویان تأثیر می‌گذارند. علاوه بر آن، نقش ابزارهای نوین مانند چت‌جی‌پی‌تی به‌عنوان یک متغیر تعدیلگر در این زمینه به‌طور کامل بررسی نشده است. درک این روابط می‌تواند به ما کمک کند تا به‌طور مؤثرتری به توسعهٔ کارآفرینی در میان دانشجویان بپردازیم.

این مطالعه به چندین روش مهم به ادبیات موجود کمک می‌کند. اولاً، با توجه به اهمیت متغیرهای تمایل به ریسک و احساس مسئولیت در کارآفرینی و قصد و انگیزهٔ کارآفرینان، این مقاله به توسعهٔ نظریه‌های موجود در حوزهٔ کارآفرینی کمک می‌کند. این امر می‌تواند به درک عمیق‌تری از عوامل مؤثر بر کارآفرینی منجر شود. ثانیاً، بررسی مزیت استفاده از هوش مصنوعی (در این مطالعه چت‌جی‌پی‌تی) به‌عنوان یک متغیر تعدیلگر، می‌تواند به کارآفرینان کمک کند تا از ابزارهای جدید برای تقویت ایده‌پردازی و تصمیم‌گیری‌های کارآفرینانهٔ خود بهره‌برداری کنند. ثالثاً، نتایج این مطالعه می‌تواند بر ادبیات مربوط به ویژگی‌های روان‌شناختی نیز کمک‌کننده باشد.

۲. مبانی نظری پژوهش و فرضیات

کارآفرینی به‌عنوان یک عامل کلیدی در توسعهٔ اقتصادی و اجتماعی شناخته می‌شود که نه‌تنها به ایجاد بازارهای جدید و اشتغال‌زایی کمک می‌کند، بلکه در پیشبرد نوآوری نقش مهمی ایفا می‌کند (Vodă & Florea, 2019). در حوزهٔ تحقیقات کارآفرینی، قصد کارآفرینانه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین موضوعات تحقیقاتی شناخته شده است، زیرا درک عمیقی از فرآیند کارآفرینی فراهم می‌آورد (Anjum et al., 2019). قصد کارآفرینانه حالتی ذهنی تعریف می‌شود که افراد را به سمت دستیابی به اهداف کارآفرینانه هدایت می‌کند (Luc, 2018). بااین‌حال، مطالعات نشان می‌دهند که تأثیر عوامل زمینه‌ای و فناوری‌های نوین، به‌ویژه در عصر دیجیتال، بر شکل‌گیری قصد کارآفرینانه کمتر بررسی شده است (Dabbous & Boustani, 2023). ایده‌پردازی، به‌عنوان هستهٔ مرکزی فرآیند نوآوری (Gonçalves & Cash, 2021)، تحت‌تأثیر ویژگی‌های شخصیتی، انگیزه‌ها، دانش قبلی و مهارت‌های کارآفرین قرار دارد (Matzembacher et al., 2019). این فرآیند با افزایش تعداد ایده‌های تولیدشده، احتمال دستیابی به راه‌حل‌های خلاقانه را تقویت می‌کند (Ghafourian et al., 2022). علاوه بر این، عوامل روان‌شناختی مانند تمایل به ریسک و احساس مسئولیت برای تغییر، خلاقیت و ایده‌پردازی را بهبود می‌بخشند (Duan et al., 2018; Du et al., 2021). در این راستا، پذیرش فناوری‌های نوین مانند چت‌جی‌پی‌تی، بر اساس مدل پذیرش فناوری (TAM)، می‌تواند به‌عنوان یک تسهیل‌کننده یا محدودکننده در فرآیند ایده‌پردازی عمل کند (Vecchiarini & Somià, 2023). با توجه

به شکاف‌های موجود در ادبیات، به‌ویژه در بررسی نقش فناوری‌های هوش مصنوعی و عوامل روان‌شناختی در ایده‌پردازی و قصد کارآفرینانهٔ دانشجویان، این پژوهش به دنبال ارائهٔ چهارچوبی یکپارچه برای تبیین روابط بین متغیرهای مذکور است.

۲-۱. رابطهٔ بین ایده‌پردازی و قصد کارآفرینانه

ایده‌پردازی نتیجهٔ چندین گزاره است که عمدتاً به ویژگی‌های شخصیتی، انگیزه، دانش قبلی و مهارت‌ها یا قابلیت‌های کارآفرین مربوط می‌شود (Matzembacher et al., 2019). به‌طور گسترده‌ای پذیرفته شده است که با تولید ایده‌های زیاد، احتمال رسیدن به یک راه‌حل خلاقانه بالاتر می‌رود (Ghafourian et al., 2022). درواقع، افزایش تعداد ایده‌های تولیدشده، احتمال ارائهٔ یک ایدهٔ ارزشمند را که دنبال خواهد شد افزایش می‌دهد (Obialo & Akinjo, 2021).

افزایش تعداد ایده نشان‌دهندهٔ خلاقیت بالای فرد است که بر قصد کارآفرینی تأثیر می‌گذارد. جنبهٔ کلیدی خلاقیت توانایی تولید ایده‌ها (تفکر واگرا) است که می‌تواند قصد کارآفرینی را پیش‌بینی کند. ایده‌های کارآفرینانه غالباً از دانشِ پیشین فرد و مواجهه با منابع اجتماعیِ اطلاعات شکل می‌گیرند؛ دانش پیشین مسیرهای ادراک فرصت را جهت می‌دهد و شبکه‌های اجتماعی دسترسی به اطلاعات نو، سرنخ‌های مسئله و بازخورد را فراهم می‌کنند (Shane, 2000; Ardichvili et al., 2003; Ozgen & Baron, 2007). در چهارچوب مدل‌های قصد کارآفرینی نیز این ورودی‌های شناختی از مسیر نگرش، هنجارهای ذهنی و کنترل رفتاری ادراک‌شده بر نیت اثر می‌گذارند (Krueger et al., 2000). به‌طور مشخص، پژوهش‌های شبکه‌های اجتماعی نشان می‌دهند که دسترسی به پیوندهای ضعیف و ساختارهای دارای شکاف‌های ساختاری و نیز الگوهای همکاریِ جهانِ کوچک، جریانِ اطلاعات متنوع را افزایش می‌دهد و کیفیت و اصالت ایده‌های خلاقانه را ارتقا می‌دهد (Perry-Smith & Shalley, 2003; Burt, 2004; Baer, 2004; Uzzi & Spiro, 2005). هرچند خاستگاه بسیاری از ایده‌های کارآفرینانه می‌تواند الهامی و شهودی باشد، تبدیل آن‌ها به نیتِ عملیِ راه‌اندازی مستلزم هم‌افزاییِ شناختِ تحلیلی / علّی و شهودِ کل‌نگر / زمینه‌محور است؛ به بیان دیگر، تصمیم‌سازی کارآفرینانه زمانی اثربخش‌تر می‌شود که فرایندهای تحلیل‌محور و شهودمحور مکمل یکدیگر عمل کنند (Sadler-Smith, 2016).

قصد کارآفرینی ماهیت هدفمندی دارد و می‌توان آن را از طریق توسعهٔ ایده‌ها در ذهن افراد (به‌عنوان کارآفرینان بالقوه مانند دانشجویان) ایجاد و تقویت کرد. در واقع، جدا از سبک‌های تفکری (تحلیلی یا شهودی)، حجم ایده‌های کارآفرینانهٔ دانشجویان مستقیماً قصد کارآفرینی آن‌ها را تقویت می‌کند (Molaei et al., 2014).

همچنین طبق مطالعهٔ انجام‌شده در دانشکدهٔ کارآفرینیِ دانشگاه تهران نیز شواهد تجربی نشان می‌دهد که آموزش کارآفرینی و ویژگی‌های فردیِ دانشجویان با قصد و رفتار کارآفرینانه پیوند دارند

(Tahmasebi et al., 2017; Akbari et al., 2017). درنتیجه قصد کارآفرینی به‌عنوان یک عامل مهم تعریف می‌شود که نقش کلیدی در فرآیند انتقال از ایده به رفتار کارآفرینی ایفا می‌کند؛ بنابراین فرضیهٔ زیر مطرح می‌شود:

فرضیهٔ ۱: ایده‌پردازی بر قصد کارآفرینی دانشجویان تأثیر مثبت دارد.

۲-۲. رابطه بین تمایل به ریسک و ایده‌پردازی

فرآیند خلاقیت پر از نااطمینانی است و کارکنان باید مایل به ریسک باشند. دیوت (Dewett, 2007) نشان داد که تمایل به ریسک کردن، پیش‌بینی‌کنندهٔ مهمی برای خلاقیت است. با توجه به اهمیت تمایل به ریسک در فرآیند خلاق، دوان و همکارانش (Duan et al., 2018) نقش میانجی ریسک‌پذیری را در رابطه بین رهبری اخلاقی و خلاقیت کارکنان بررسی کردند. خلاقیت یک فعالیت پرخطر است که اغلب با احتمال شکست زیاد همراه است. تنها زمانی که کارکنان تمایل به پذیرش عواقب خطرات را داشته باشند، احتمالاً رفتار خلاقانه‌ای از خود نشان می‌دهند. چندین محقق ارتباط بین تمایل به ریسک و خلاقیت را برجسته کرده‌اند (Duan et al., 2018). تحقیقات نشان می‌دهد ریسک اغلب به‌عنوان یک عنصر ضروری برای دستیابی به نوآوری توصیف می‌شود. مطالعهٔ شواهد تجربی نشان می‌دهد که فضای ریسک‌پذیری روی عملکرد نوآوری اثر مثبتی دارد (Giaccone & Magnusson, 2022).

مطالعات صورت‌گرفته در خصوص ارتباط بین تمایل به ریسک و خلاقیت در شرکت‌ها صورت گرفته است، درحالی‌که شرکت‌های مهندسی به‌طور فزاینده‌ای ارزش بیشتری برای خلاقیت و نوآوری قائل هستند (Peng et al, 2024) و این در خصوص دانشجویان کمتر است. از سوی دیگر خلاقیت مجموعهٔ گسترده‌ای از مهارت‌های موردنیاز برای ایجاد چیزی جدید است، درحالی‌که ایده‌پردازی فرآیند خاص ارائهٔ ایده‌های بدیع به‌عنوان بخشی از فرآیند خلاقیت است. ایده‌پردازی به‌تنهایی خلاقیت را تشکیل نمی‌دهد؛ ایده‌ها نیز باید توسعه داده شوند، مشکلاتشان حل شود و با استفاده از مهارت‌های خلاقانه تکمیل شوند. در این پژوهش ما به بررسی رابطهٔ تمایل به ریسک و ایده‌پردازی دانشجویان می‌پردازیم و فرضیهٔ موردبررسی به‌صورت زیر است:

فرضیه ۲: تمایل به ریسک بر ایده‌پردازی دانشجویان تأثیر مثبت دارد.

۲-۳. رابطهٔ بین احساس مسئولیت برای تغییر و ایده‌پردازی

از آنجایی که احساس مسئولیت برای تغییر یک حالت روان‌شناختی فعال است که به ابتکار کارمند مربوط می‌شود (Wen et al., 2023)، احساس مسئولیت برای تغییر به‌عنوان یک فرآیند مداخله ضروری در نظر گرفته می‌شود تا بهتر درک شود که چرا کارکنان فعال انگیزهٔ مشارکت در خلاقیت را دارند. کارکنانی که مسئولیت تغییر را دارند، تمایل دارند در قبال نتایج خود احساس مسئولیت کنند و در طول فرآیندهای

دستیابی به هدف، ریسک کنند (Wen et al., 2023). آن‌ها ممکن است انگیزهٔ ایجاد ایده‌های جدید را برای رویه‌های کاری افزایش دهند و به احتمال زیاد در تلاش‌های خلاقانه و اعمال خلاقیت شرکت کنند (Parker & Collins, 2010). به‌طور خلاصه احساس مسئولیت برای تغییرِ سازنده، سازوکاری است که خلاقیتِ کارکنانِ پیش‌کنشگر را برمی‌انگیزد و میان شخصیتِ پیش‌کنشگر و خلاقیت پیوند برقرار می‌کند. (Jiang & gu, 2015)

افرادی که احساس مسئولیت بالایی دارند به‌احتمال زیاد در رفتارهای فعالانه مانند رفتار صوتی، رفتار فرانقشی و رفتار شهروندی سازمانی درگیر می‌شوند. آن‌ها تمایل دارند ریسک کنند و برای دستیابی به اهداف سازمانی احساس مسئولیت کنند که می‌تواند منجر به بهبود عملکرد و نوآوری شود. این رفتارها برای تولید ایدهٔ مؤثر ضروری هستند، زیرا محیطی را ایجاد می‌کنند که در آن ایده‌های جدید می‌توانند به اشتراک گذاشته و توسعه یابند. افرادی که نسبت به تغییر احساس مسئولیت می‌کنند، اغلب بیشتر درگیر ایده‌پردازی هستند. طرز فکر فعالانه، آن‌ها را تشویق می‌کند که خلاقانه فکر کنند و راه‌حل‌های نوآورانه‌ای برای مشکلات ارائه دهند (Du et al., 2021).

طبق نظریهٔ خودتعیینی، احساس مسئولیت برای تغییر در بین دانشجویان به انگیزهٔ درونی و تعهد شخصی دانشجویان نسبت به آغاز و مشارکت در تغییرات سازنده در محیط آموزشی خود اشاره دارد. این مفهوم برای درک اینکه چگونه دانشجویان با فرآیندهای یادگیری خود درگیر می‌شوند و به جوامع خود کمک می‌کنند بسیار مهم است. در این پژوهش ما به دنبال بررسی ارتباط بین ایده‌پردازی و احساس مسئولیت برای تغییر در بین دانشجویان هستیم و فرضیهٔ موردبررسی به‌صورت زیر است:

فرضیهٔ ۳: احساس مسئولیت بر ایده‌پردازی دانشجویان تأثیر مثبت دارد.

۲-۴. رابطهٔ بین پذیرش چت‌جی‌بی‌تی و ایده‌پردازی: نگاهی به مدل TAM

پذیرش چت‌بات‌هایی مانند چت‌جی‌بی‌تی در میان دانشجویان و صنایع مختلف توجه بسیاری را جلب کرده است. با پیشرفت‌های اخیر در پردازش زبان طبیعی، این ابزارها به منابع باارزش برای یادگیری و ایده‌پردازی تبدیل شده‌اند (Vecchiarini & Somià, 2023). بر اساس مدل پذیرش فناوری (TAM)، دو عامل اصلی یعنی «سودمندی درک شده» و «سهولت استفاده» می‌توانند به‌طور مستقیم بر پذیرش و بهره‌مندی از این فناوری تأثیر بگذارند (Davis, 1989). سودمندی درک‌شده یکی از مهم‌ترین عواملی است که باعث پذیرش چت‌جی‌بی‌تی در میان دانشجویان شده است. بسیاری از کاربران این چت‌بات را به‌عنوان ابزاری مفید برای تولید ایده‌های جدید و خلاقانه ارزیابی کرده‌اند. پژوهش‌ها نشان می‌دهد که استفاده از آن می‌تواند به دانشجویان کمک کند تا به‌راحتی تفکرات و ایده‌های جدیدی را پیدا کنند که ممکن است در صورت عدم استفاده از این ابزار در دسترس‌شان نباشد (Dwivedi et al., 2023). این نوع اثربخشی می‌تواند به‌طور قابل توجهی فرآیند یادگیری را تسهیل کرده و منجر به ارائهٔ ایده‌های خلاقانه‌تر در پروژه‌ها و تکالیف آموزشی شود. سهولت استفاده نیز یکی دیگر از عواملی است که موجب جذب

کاربران به چت‌جی‌بی‌تی می‌شود. این ابزار به‌گونه‌ای طراحی شده است که کاربری آسانی دارد و کاربران می‌توانند به‌راحتی با آن تعامل کنند. این سهولت در استفاده به دانشجویان اجازه می‌دهد که بدون دغدغه یا پیچیدگی‌های فنی، به اطلاعات موردنیاز خود دست یابند و روی ایده‌های جدید تمرکز کنند (Petrič, 2024; Yilmaz et al., 2023). همراستا با این مطالعات اکبری و پولادیان (Akbari & Pouladian, 2021) در مطالعهٔ بررسی عوامل مؤثر بر پذیرش فناوری نسل پنجم در بین دانشجویان نتیجه گرفتند که کیفیت فناوری با اثرگذاری مثبت بر سهولت درک‌شده، مفید بودن درک‌شده و اعتماد، بر تمایل افراد به پذیرش فناوری ۵G اثر مثبت و معنادار دارد. ضمن اینکه بین لذت درک‌شده و تمایل افراد به استفاده از فناوری G۵ رابطهٔ مستقیمی وجود ندارد (Akbari & Pouladian, 2021). ازاین‌رو، چت‌جی‌بی‌تی تا حد زیادی به تسهیل فرآیند ایده‌پردازی کمک می‌کند و کاربران می‌توانند به‌سرعت پاسخ‌های لازم را دریافت کنند. در مجموع، می‌توان گفت پذیرش چت‌جی‌بی‌تی نه‌تنها می‌تواند به نزدیک‌تر کردن دانشجویان به فرایند ایده‌پردازی کمک کند بلکه این فناوری می‌تواند به‌عنوان یک ابزار کارآمد در افزایش خلاقیت و نوآوری در آموزش عالی عمل کند. با توجه به مزایای ذکرشده، به‌وضوح می‌توان دریافت که چت‌جی‌بی‌تی می‌تواند به‌عنوان یک تسهیل‌کننده در بحث ایده‌پردازی مورد توجه قرار گیرد و پذیرش آن می‌تواند به شکل‌گیری ایده‌های جدید و نوآورانه منتهی شود.

فرضیه ۴: پذیرش چت‌جی‌بی‌تی بر ایده‌پردازی تأثیر مثبت دارد.

۲-۵. تأثیر پذیرش چت‌جی‌بی‌تی بر رابطهٔ بین تمایل به ریسک و ایده‌پردازی

پذیرش چت‌جی‌بی‌تی به‌عنوان یک ابزار هوش مصنوعی در فرآیندهای ایده‌پردازی می‌تواند تأثیر مثبتی بر رابطهٔ میان تمایل به ریسک و نوآوری داشته باشد. ریسک بخشی از تلاش روزانه زندگی بشری است و دلیل هر پیشرفت عمده‌ای که در تمدن بشری رخ داده است، تمایل به ریسک و چالش بوده است (Nategh Golestan & Zeinabi, 2021). تمایل به ریسک، به‌عنوان یک صفت شخصیتی، به افراد اجازه می‌دهد به چالش‌ها و موقعیت‌های نامعلوم روی آورند و از این طریق ایده‌های جدید و خلاقانه‌ای را مطرح کنند. بااین‌حال، این تمایل ممکن است تحت‌تأثیر ترس از شکست، نااطمینانی و فقدان اطلاعات کافی محدود شود (Nategh Golestan & Zeinabi, 2021).

استفاده از چت‌جی‌بی‌تی می‌تواند این ترس‌ها را کاهش دهد و فضایی ایمن برای آزمودن ایده‌های نو فراهم کند. این ابزار نه‌تنها پاسخ‌های سریعی به سؤالات می‌دهد، بلکه می‌تواند به کاربران در تحلیل ریسک‌های مرتبط با ایده‌هایشان کمک کرده و به آن‌ها اطمینان بیشتری دهد. بدین ترتیب، کاربران با استفاده از چت‌جی‌بی‌تی به‌راحتی می‌توانند ایده‌های خلاقانه‌تری را که ممکن است به دلیل ترس از ریسک حذف می‌شدند، مورد بررسی قرار دهند (Yu, 2023). علاوه‌بر این، چت‌جی‌بی‌تی به دلیل توانایی در ارائهٔ بازخوردهای فوری و متنوع، می‌تواند به کاربران کمک کند ایده‌های خود را توسعه دهند. این بازخوردها

به افراد اجازه می‌دهد به ریسک‌های بالقوه در ایده‌های خود پی ببرند و درعین‌حال آن‌ها را اصلاح کنند؛ بنابراین، پذیرش چت‌جی‌بی‌تی نه‌تنها می‌تواند تمایل به ریسک را در میان کاربران تقویت کند، بلکه به یک محیط مساعد برای ایده‌پردازی و نوآوری منجر شود (Božić & Poola, 2023). درنتیجه، فرضیه‌ای که بیان می‌کند پذیرش چت‌جی‌بی‌تی رابطهٔ مثبت بین تمایل به ریسک و ایده‌پردازی را تعدیل می‌کند، به این معناست که این ابزار می‌تواند به دانشجویان و پژوهشگران کمک کند با اعتمادبه‌نفس بیشتری ریسک کنند و درنهایت ایده‌های خلاقانه‌تری ارائه دهند. این موضوع می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر فرایندهای نوآوری و تولید ایده‌های تازه در محیط‌های آموزشی و حرفه‌ای داشته باشد.

فرضیهٔ ۵: پذیرش چت‌جی‌بی‌تی بر رابطهٔ بین تمایل به ریسک و ایده‌پردازی تأثیر مثبت دارد.

۲-۶. تأثیر پذیرش چت‌جی‌بی‌تی بر رابطهٔ بین احساس مسئولیت برای تغییر و ایده‌پردازی

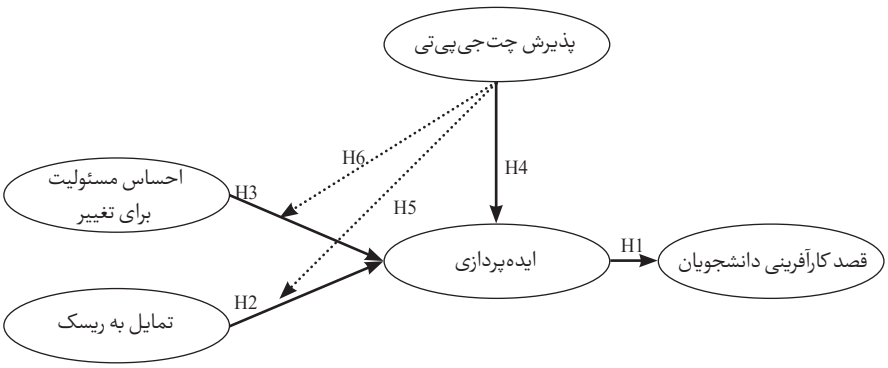
پذیرش ابزارهایی مانند چت‌جی‌بی‌تی می‌تواند تأثیرات مثبتی بر رابطهٔ بین احساس مسئولیت برای تغییر و ایده‌پردازی داشته باشد. این ابزارها با فراهم‌کردن دسترسی سریع و گسترده به اطلاعات و منابع متنوع، به افراد کمک می‌کنند تا در مسیر تغییرات مثبت، ایده‌های خلاقانه‌تری تولید کنند. زمانی‌که افراد از چت‌جی‌بی‌تی برای جست‌وجوی ایده‌ها، تحلیل داده‌ها یا الهام‌گیری استفاده می‌کنند، می‌توانند توانایی خود را در تفکر خلاق و حل مسئله ارتقا دهند. در واقع، استفاده از این فناوری می‌تواند احساس مسئولیت برای تغییر را تقویت کند، زیرا کاربران درمی‌یابند که با بهره‌گیری از ابزارهای نوین می‌توانند نقش مؤثرتری در بهبود فرایندها و حل چالش‌ها ایفا کنند (Cribben & Zeinali, 2023).

علاوه‌بر این، چت‌جی‌بی‌تی می‌تواند به‌عنوان یک عامل تسهیلگر تفکر عمل کند و فرآیند شکل‌گیری ایده‌ها را تسریع نماید. در شرایطی که کاربران احساس می‌کنند در مسیر تغییر مسئول‌اند، استفاده از این ابزار می‌تواند منابع فکری و بینش‌های جدیدی در اختیار آنان قرار دهد و موجب افزایش خلاقیت و تمایل به نوآوری شود (Božić & Poola, 2023). بنابراین، پذیرش چت‌جی‌بی‌تی نه‌تنها احساس مسئولیت برای تغییر را تقویت می‌کند، بلکه از طریق افزایش آگاهی و دسترسی به ایده‌های متنوع، بر ایده‌پردازی نیز تأثیر مثبت دارد.

فرضیهٔ ۶: پذیرش چت‌جی‌بی‌تی بر رابطهٔ بین احساس مسئولیت برای تغییر و ایده‌پردازی تأثیر مثبت دارد.

با توجه به تئوری‌ها، فرضیات و روابط بیان‌شده مدل ساختاری به‌صورت زیر است:

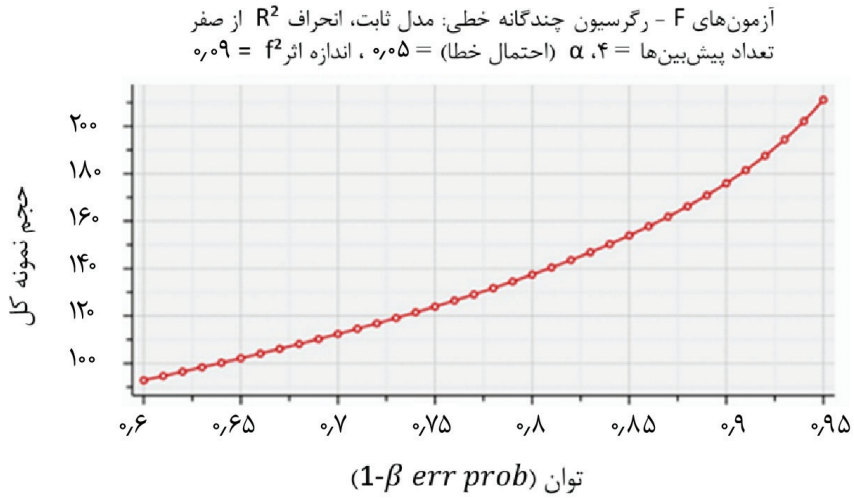
مدل ساختاری پیشنهادی در شکل ۱، روابط فرضی میان متغیرها را به تصویر می‌کشد. در این مدل، احساس مسئولیت برای تغییر و تمایل به ریسک به‌عنوان متغیرهای مستقل، بر ایده‌پردازی تأثیر می‌گذارند. ایده‌پردازی نیز به‌عنوان متغیر میانجی، به‌طور مستقیم بر متغیر وابستهٔ نهایی، یعنی قصد کارآفرینی دانشجویان مؤثر است. علاوه‌بر این، پذیرش Chat GPT به‌عنوان یک متغیر تعدیل‌گر مدل‌سازی شده که بر مسیرهای ارتباطی میان متغیرهای مستقل و ایده‌پردازی تأثیر می‌گذارد.



شکل ۱. مدل تحقیق

۳. روش‌تحقیق

بنا بر فرضیات مطرح‌شده، پژوهش از نظر هدف کاربردی و از آن‌جا که روی متغیرهای این پژوهش، دست‌کاری خاصی انجام نشده است، می‌توان گفت یک پژوهش توصیفی از نوع پیمایشی است. روش پژوهش، توصیفی ـ پیمایشی از شاخهٔ تحقیقات میدانی است. پژوهش حاضر از منظر هدف، کاربردی و ازنظر ماهیت، توصیفی ـ پیمایشی است. از نظر روش جمع‌آوری اطلاعات، آمیزه‌ای از روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی است. روش کتابخانه‌ای، عمدتاً به‌منظور مطالعهٔ ادبیات موضوع و بررسی سابقهٔ پژوهش و آشنایی با تجربیات صورت گرفته است. روش میدانی نیز به‌منظور شناسایی ابعاد و مؤلفه‌های پژوهش در قالب گردآوری داده‌ها از طریق پرسش‌نامه انجام‌شده است. جامعهٔ آماری مورد مطالعه کلیهٔ دانشجویان مقطع لیسانس، فوق لیسانس و دکتری دانشگاه تهران بودند. برای اطمینان از آشنایی کافی با فناوریِ موردِ تعدیل، فقط دانشجویانی وارد تحلیل شدند که طی ۳ ماه گذشته حداقل در چند فعالیت علمی / ایده‌پردازانه از چت‌جی‌پی‌تی استفاده کرده بودند. با توجه به شرط گذاشته‌شده و محدود شدن جامعهٔ آماری تنها ۲۱۵ نفر به روش نمونه‌گیری در دسترس و به‌عنوان نمونهٔ آماری انتخاب شدند که از میان پرسش‌نامه‌های جمع‌آوری‌شده ۲۰۸ عدد آن قابل‌تحلیل بود. در ارتباط با تعیین اندازهٔ حجم نمونه از نرم‌افزار G_Power استفاده شد که در شکل ۱ می‌توان مشاهده کرد بازهٔ زمانی توزیع و تکمیل پرسش‌نامه‌ها مردادماه ۱۴۰۳ است. داده‌های مذکور به روش سنجش هم‌بستگی و معادلات ساختاری تجزیه‌وتحلیل شده‌اند که به این منظور از نرم‌افزارهای آماری SPSS و Smart PLS استفاده شده است.



شکل ۲. خروجی نرم‌افزار جی‌پاور

برای تعیین روایی محتوایی یک آزمون از قضاوت متخصصان استفاده می‌شود. بر این اساس، پرسش‌نامهٔ این تحقیق جهت بررسی صحت و سقم سؤالات و تأیید روایی محتوای آن در اختیار صاحب‌نظران و خبرگان قرار گرفت و اصلاحات لازم اعمال شد. برای بررسی روایی سازه نیز بارهای عاملی مورد سنجش قرار گرفتند. همچنین برای بررسی پایایی پرسش‌نامه از روش آلفای کرونباخ استفاده شد. با استناد به هیر و همکاران (Hair et al., 2010) که میزان ۰/۷ و بیشتر برای آلفای کرونباخ، ۰/۶و بیشتر برای پایایی ترکیبی (میزان شدت واپاش خطاهای اندازه‌گیری)[1] و ۰/۷ و بیشتر را برای میانگین واریانس استخراج‌شده[2] مناسب می‌داند، مقادیر به‌دست‌آمده حاکی از آن است که ابزار تحقیق، قابلیت قابل‌قبول و پایایی خوبی برای گردآوری داده‌ها دارد که در جدول ۱ مقادیر گزارش شده است.

جدول ۱. آلفای کرونباخ، قابلیت اطمینان، پایایی ترکیبی، و روایی هم‌گرا

بعد	تعداد سؤال	α	CR	AVE
قصد کارآفرینی دانشجویان	۶	۰/۸۵۰	۰/۸۸۹	۰/۵۷۴
ایده‌پردازی	۴	۰/۸۲۱	۰/۸۸۲	۰/۶۵۱
پذیرش Chat GPT	۱۰	۰/۹۲۹	۱/۰۰۰	۰/۶۰۷
احساس مسئولیت برای تغییر	۵	۰/۶۹۷	۰/۷۷۴	۰/۵۰۱
تمایل به ریسک	۳	۰/۶۹۶	۰/۷۰۶	۰/۵۵۸

1- Combined reliability
2- Average variance extracted

مقادیر به‌دست‌آمده حاکی از آن است که ابزار تحقیق، قابلیت قابل‌قبول و پایایی خوبی برای گردآوری داده‌ها دارد. همچنین به‌منظور بررسی پایایی ترکیبی (میزان شدت واپایش خطاهای اندازه‌گیری) و روایی (اعتبار) سازه، از دو شاخص AVE و CRدر نرم‌افزار PLS استفاده شد که مقایسهٔ مقادیر حاصل با مقادیر معیار گزارش‌شده در مطالعهٔ هیر و همکاران (Hair et al., 2010) تأییدکننده برازش مناسب آن است.

شاخص روایی یگانه ـ دوگانه از دیگر معیارهای مناسب برای سنجش روایی واگرا در مدل معادلات ساختاری محسوب می‌شود که مقادیر آن برای متغیرهای پژوهش در جدول ۲ گزارش شده است.

جدول ۲. مقادیر گزارش‌شده سنجش نسبت روایی یگانه ـ دوگانه

	پذیرش CHAT GPT (تعدیلگر ۱)	پذیرش CHAT GPT (تعدیلگر ۲)	احساس مسئولیت برای تغییر	ایده‌پردازی	تمایل به ریسک	قصد کارآفرینی دانشجویان
پذیرش CHAT GPT (تعدیلگر ۱)	–	–	–	–	–	–
پذیرش CHATGPT (تعدیلگر ۲)	۰/۵۲۵	–	–	–	–	–
احساس مسئولیت برای تغییر	۰/۵۸۹	۰/۴۶۳	–	–	–	–
ایده‌پردازی	۰/۲۵۸	۰/۲۴۶	۰/۷۳۴	–	–	–
تمایل به ریسک	۰/۴۶۱	۰/۲۷۹	۰/۸۲۹	۰/۵۸۲	–	–
قصد کارآفرینی دانشجویان	۰/۲۴۴	۰/۲۰۱	۰/۸۲۵	۰/۷۹۶	۰/۶۲۳	–

با توجه به اینکه حد مجاز معیار نسبت روایی یگانه و دوگانه میزان ۰/۸۵ تا ۰/۹۰ است، اگر مقادیر این معیار کمتر از ۰/۹۰ باشد روایی واگرا قابل‌قبول است. به‌عبارتی توجه به مقادیر گزارش‌شده در جدول فوق نشان می‌دهد که غالب مقادیر گزارش‌شده در جدول بالا، میزان قابل‌قبول را دارند که نشان از قابلیت مناسب روایی واگراست.

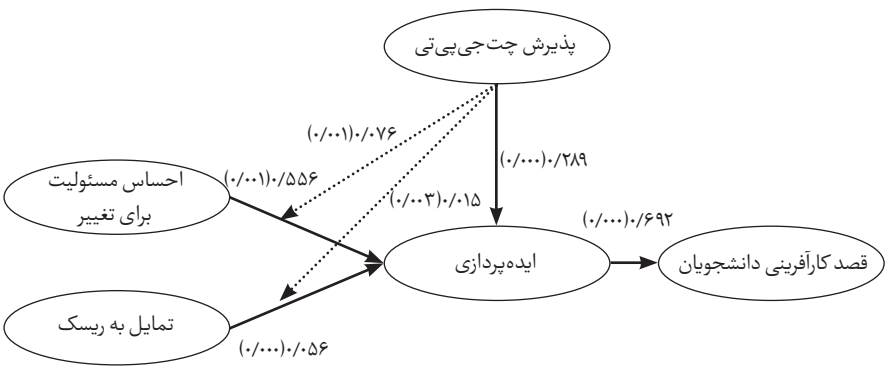
۴. یافته‌ها

طبق جدول ۳، ۴۳/۳ درصد از دانشجویان مرد و ۵۶/۷ درصد زن بودند. اکثریت دانشجویان، حدود ۵۰ درصد، کمتر از ۲۵ سال داشتند. ۴۶/۷ درصد بین ۲۵ تا ۴۰ سال و ۳/۳ درصد بین ۴۱ تا ۵۶ سال داشتند. از نظر تحصیلات، ۵۴/۹ درصد از دانشجویان کارشناسی و ۲۳/۳ درصد فوق‌لیسانس و ۲۱/۷ درصد دکتری داشتند. از همهٔ شرکت‌کنندگان در مطالعه رضایت کسب شد.

جدول ۳. نتایج توصیفی از شرکت‌کنندگان در پژوهش

ویژگی‌ها	دسته‌بندی‌ها	فراوانی	درصد
جنسیت	مرد	۹۱	۴۳/۳
	زن	۱۱۷	۵۶/۷
سن	>۲۵	۱۰۴	۵۰
	۴۰.۲۵	۹۶	۴۶/۷
	۵۶.۴۱	۸	۳/۳
تحصیلات	لیسانس	۱۱۴	۵۴/۹
	فوق‌لیسانس	۴۹	۲۳/۳
	دکتری	۴۵	۲۱/۷

در ادامه رابطهٔ متغیرهای مورد بررسی در هر یک از فرضیه‌های تحقیق بر اساس یک ساختار علّی با تکنیک حداقل مربعات جزئی PLS آزمون شده است. در مدل کلی تحقیق که در شکل‌های زیر ترسیم شده است، مدل اندازه‌گیری (رابطهٔ هریک از متغیرهای قابل‌مشاهده به متغیر پنهان) و مدل مسیر (روابط متغیرهای پنهان با یکدیگر) محاسبه شده است. برای سنجش معناداری روابط نیز آمارهٔ t با تکنیک بوت استراپینگ محاسبه شده است. در شکل ۳، مدل مربوط به ضرایب مسیر و مقادیر t گزارش شده است.



شکل ۳. مدل نهایی (بر اساس ضرایب بتا و سطح معناداری داخل پرانتز اشاره شده است)

برازش مدل درونی

برازش مدل درونی شاخص‌هایی که برای برازش مدل ساختاری در این مطالعه استفاده شده است، شامل شاخص ضریب تعیین (R^2) و شاخص استون ـ گیسر (Q^2) است. شاخص R^2 تنها برای برازش متغیرهای وابسته و میانجی به کار می‌رود و حدود مجاز برای این شاخص به ترتیب ۰/۱۹ (دامنهٔ ضعیف)، ۰/۳۳ (دامنهٔ

متوسط) و ۰/۶۷ (دامنهٔ قوی) ذکر شده است (Mohsenin & Esfandiani, 2014). شاخص Q^2 به دو شاخص تقسیم می‌شود: ۱. شاخص اشتراک با روایی متقاطع (CV-Com) برای مدل اندازه‌گیری (برای متغیرهای مستقل و وابسته) و ۲. شاخص روایی متقاطع افزونگی (CV-Red) برای سنجش مدل ساختاری (برای متغیرهای وابسته). حدود مجاز برای شاخص Q^2 عبارت‌اند از: دامنهٔ ۰/۰۲ نشان‌دهندهٔ کیفیت پایین، ۰/۱۵ نشان‌دهندهٔ کیفیت متوسط و ۰/۳۵ نشان‌دهندهٔ کیفیت بالای مدل است (Henseler et al,. 2009).

جدول ۴. نتایج برازش مدل ساختاری بر اساس دو شاخص R^2 و Q^2

متغیرها	CV-Com	CV-Red	R2
پذیرش CHAT GPT (تعدیلگر ۱)	۱/۰۰۰		
پذیرش CHAT GPT (تعدیلگر ۲)	۱/۰۰۰		
احساس مسئولیت برای تغییر	۰/۳۴۷		
ایده‌پردازی	۰/۴۰۵	۰/۳۴۹	۰/۵۷۹
تمایل به ریسک	۰/۱۰۶		
قصد کارآفرینی دانشجویان	۰/۴۰۴	۰/۲۵۰	۰/۴۸۰

همان‌طور که نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد می‌توان گفت کیفیت بخش ساختاری مدل مفهومی تحقیق بر اساس دو شاخص R و Cv-Red دارای کیفیت بالایی است. همچنین با مشاهدهٔ نتایج شاخص Cv-Com در این جدول می‌توان این نتیجه را گرفت که کیفیت مدل‌های اندازه‌گیری در سطح مطلوبی قرار دارد. همچنین با بررسی R^2، واریانس تبیین قصد کارآفرینی دانشجویان ۰/۴۸۰ است و متغیر ایده‌پردازی ۰/۵۷۹درصد تغییرات متغیر وابسته را پیش‌بینی می‌کند.

برای برازش کلی مدل پژوهش (بخش ساختاری و بخش اندازه‌گیری) از شاخص نیکویی برازش یا همان GOF استفاده شده است. این شاخص از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$GOF: \sqrt{R^2} \times \sqrt{AVE} = 0.727 \times 0.724 = 0.527$$

با توجه به فرمول شاخص نیکویی برازش (GOF) که از جذر میانگین AVE و جذر میانگین R2 به دست می‌آید و شرط مطرح‌شده توسط وتزل و همکاران (Wetzels et al, 2009) که مقدار GOF باید بالاتر از ۰/۴ باشد تا مدل از برازش مناسبی برخوردار باشد، مقدار GOF محاسبه‌شده در این تحقیق برابر با ۰/۵۲۷ است. این مقدار به‌وضوح نشان‌دهندهٔ برازش بالای مدل است و تأیید می‌کند که مدل کلی از کیفیت و کارآیی مناسبی در توضیح داده‌ها و روابط بین متغیرها برخوردار است؛ بنابراین، نتایج به‌دست‌آمده بیانگر برازش قوی مدل در این پژوهش است و مدل قابلیت تبیین مناسبی دارد.

جدول ۵. نتایج مدل معادلات ساختاری

فرضیه‌ها	توضیحات	بتا	T	سطح معنی‌داری	نتیجه
فرضیه ۱	تأثیر ایده‌پردازی بر قصد کارآفرینی	۰/۶۹۲	۲۱/۴۳۷	۰/۰۰۰	تأیید
فرضیه ۲	تمایل به ریسک بر ایده‌پردازی	۰/۰۵۶	۷/۰۲۹	۰/۰۰۰	تأیید
فرضیه ۳	احساس مسئولیت برای تغییر بر ایده‌پردازی	۰/۵۵۶	۳/۴۹۴	۰/۰۰۱	تأیید
فرضیه ۴	چت‌جی‌بی‌تی بر ایده‌پردازی	۰/۲۸۹	۴/۱۳۳	۰/۰۰۰	تأیید
فرضیه ۵	پذیرش چت‌جی‌بی‌تی (تعدیلگر ۲) بر رابطهٔ بین تمایل به ریسک و ایده‌پردازی	۰/۰۱۵	۳/۰۰۷	۰/۰۰۳	تأیید
فرضیه ۶	پذیرش چت‌جی‌بی‌تی (تعدیلگر ۱) بر رابطهٔ احساس مسئولیت برای تغییر و ایده‌پردازی	۰/۰۷۶	۳/۴۹۴	۰/۰۰۱	تأیید

نتایج جدول ۵ حاکی از آن است که فرضیه‌های پژوهش با استفاده از معیارهای آماری مورد ارزیابی قرارگرفته‌اند. برای تأیید یک فرضیه، ضریب مسیر (β) باید از نظر آماری معنادار باشد، مقدار p-value کمتر از ۰/۰۵ (سطح اطمینان ۹۵ درصد) و مقدار آمارهٔ t بیشتر از ۱/۹۶ (برای سطح معناداری ۰/۰۵) باشد. بر اساس نتایج معادلات ساختاری، همهٔ فرضیه‌های پژوهش تأیید شده‌اند. برای آزمون اثر میانجی از آزمون سوبل استفاده شد. فرمول آزمون سوبل به‌صورت رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$z - value = \frac{a \times b}{\sqrt{a^2 \times s_a^2 + a^2 \times s_b^2}}$$

در آزمون سوبل، ضریب (a) بیانگر ضریب مسیر (بتا) رابطهٔ بین متغیر مستقل و متغیر میانجی و ضریب (b) بیانگر ضریب مسیر رابطهٔ بین متغیر میانجی و متغیر وابسته است. همچنین، (Sa) نشان‌دهندهٔ خطای استاندارد ضریب (a) (رابطهٔ بین متغیر مستقل و میانجی) و (Sb) نشان‌دهندهٔ خطای استاندارد ضریب (b) (رابطهٔ بین متغیر میانجی و وابسته) است. آمارهٔ آزمون سوبل برای ارزیابی معناداری اثر غیرمستقیم (میانجی‌گری) استفاده می‌شود. اگر مقدار مطلق آمارهٔ آزمون (|t|) بیشتر از ۱/۹۶ باشد، اثر میانجی‌گری در سطح خطای ۰/۰۵ معنادار تلقی می‌شود.

جدول ۶. نتیجهٔ آزمون سوبل

مسیر غیرمستقیم	ضریب بتا (β)	خطای استاندارد (SE)	آمارهٔ t	نتیجه
پذیرش چت‌جی‌بی‌تی ← ایده‌پردازی ← قصد کارآفرینی	۰/۱۷۷	۰/۰۴۰	۴/۲۱۰	معنادار
پذیرش چت‌جی‌ی‌تی (تعدیلگر ۱) ← ایده‌پردازی ← قصد کارآفرینی	۰/۲۰۲	۰/۰۶۶	۳/۳۹۰	معنادار
پذیرش چت‌جی‌بی‌تی (تعدیلگر ۲) ← ایده‌پردازی ← قصد کارآفرینی	-۰/۱۲۲	۰/۰۵۰	۲/۷۴۸	معنادار
احساس مسئولیت برای تغییر ← ایده‌پردازی ← قصد کارآفرینی	۰/۲۱۳	۰/۰۶۶	۳/۳۵۱	معنادار
تمایل به ریسک ← ایده‌پردازی ← قصد کارآفرینی	۰/۳۲۹	۰/۰۴۵	۷/۱۱۳	معنادار

۵. بحث

هدف اصلی این پژوهش، بررسی تأثیر عوامل روان‌شناختی نظیر احساس مسئولیت برای تغییر و تمایل به ریسک بر قصد کارآفرینی دانشجویان از طریق نقش میانجی ایده‌پردازی، با تأکید بر نقش تعدیل‌کنندهٔ پذیرش چت‌جی‌پی‌تی بود. این مطالعه با تمرکز بر دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد و دکتری دانشگاه تهران، تلاش کرد درک عمیق‌تری از عوامل انگیزشی و تأثیر فناوری‌های نوین هوش مصنوعی بر فرآیند کارآفرینی فراهم آورد. نتایج نشان داد که ایده‌پردازی به‌عنوان متغیر میانجی، تأثیر مثبت و معناداری بر قصد کارآفرینی دانشجویان دارد. این نتیجه تأیید می‌کند که توسعهٔ ایده‌ها در ذهن دانشجویان، به‌عنوان کارآفرینان بالقوه، پایه‌ای محکم برای رفتار کارآفرینانه فراهم می‌کند. همان‌طور که یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد، ایده‌پردازی بر قصد کارآفرینی تأثیر مثبتی دارد که نشان‌دهندهٔ تأیید فرضیهٔ اول است که با مطالعات مختلفی ازجمله یافته‌های بیرد (Bird, 1988) و وکیارینی و سامیا (Vecchiarini & Somià, 2023) و اوبیالو و آکینجو (Obialo & Akinjo, 2021) هم‌راستاست.

نتایج همچنین نشان داد که تمایل به ریسک و احساس مسئولیت برای تغییر، تأثیرات مثبت و معناداری بر ایده‌پردازی دارند. این یافته‌ها با مطالعات دابوس و بوستانی (Dabbous & Boustani, 2023) و بوژیچ و پولا (Božić & Poola, 2023) هم‌خوانی دارد که تمایل به ریسک را پیش‌بینی‌کنندهٔ خلاقیت و احساس مسئولیت را محرک نوآوری معرفی کرده‌اند. این نتایج حاکی از آن است که ویژگی‌های شخصیتی فعال و انگیزه‌های درونی، ایده‌پردازی را تقویت می‌کنند.

افزون بر نتایج بیان‌شده، پذیرش چت‌جی‌پی‌تی به‌طور مستقیم بر ایده‌پردازی تأثیر مثبتی داشت (تأیید فرضیهٔ ۴) که با تحقیقات پتریچ (Petrič, 2024) و ییلماز و همکاران (Yilmaz et al., 2023) و وکیارینی و سامیا (Vecchiarini & Somià, 2023) و دویودی و همکاران (Dwivedi et al, 2023) هم‌راستاست و پتانسیل هوش مصنوعی در تسهیل خلاقیت را نشان می‌دهد. این ابزار با ارائهٔ بازخورد سریع و اطلاعات گسترده، به تولید ایده‌های نوآورانه کمک می‌کند. بااین‌حال، دانشگاه‌ها باید آموزش‌هایی برای استفادهٔ متعادل و مسئولانه از هوش مصنوعی ارائه دهند تا از وابستگی بیش‌ازحد جلوگیری شود. بنابراین می‌توان بیان کرد که چت‌جی‌بی‌تی تا حد زیادی به تسهیل فرآیند ایده‌پردازی کمک می‌کند و کاربران می‌توانند به‌سرعت پاسخ‌های لازم را دریافت کنند.

از سوی دیگر، درخصوص نقش تعدیل‌کنندگی پذیرش چت‌جی‌پی‌تی که در فرضیهٔ ۵ بیان شده است، نتایج به‌دست‌آمده رابطهٔ مثبت بین تمایل به ریسک و ایده‌پردازی را تقویت می‌کند. این نتیجه نشان می‌دهد که چت‌جی‌پی‌تی می‌تواند منبعی برای ایده‌ها باشد. این نتیجه با مطالعات مختلف (از جمله Božić & Poola, 2023) هم‌راستاست.

فرضیهٔ ۶ که پیش‌بینی‌کنندهٔ تأثیر مثبت پذیرش چت‌جی‌پی‌تی بر رابطهٔ احساس مسئولیت برای تغییر و ایده‌پردازی بود، تأیید شد. این امر نشان می‌دهد که چت‌جی‌پی‌تی این رابطه را تقویت می‌کند،

که با یافته‌های کریبن و همکاران (Cribben & Zeinali, 2023) هم‌راستاست. این نتیجه حاکی از آن است که استفاده و پذیرش چت‌جی‌پی‌تی می‌تواند به‌عنوان یک ابزار تسهیلگر عمل کرده و افراد دارای احساس مسئولیت را برای ایده‌پردازی توانمندتر سازد.

نتایج آزمون سوبل تأیید کرد که ایده‌پردازی تأثیر غیرمستقیم معناداری بین متغیرهای مستقل (احساس مسئولیت برای تغییر، تمایل به ریسک و پذیرش چت‌جی‌پی‌تی) و قصد کارآفرینی دارد که با مطالعات دویودی و همکاران (Dwivedi et al., 2023) و وکیارینی و سامیا (Vecchiarini & Somià, 2023) هم‌راستاست.

۶. نتیجه‌گیری

این پژوهش با تلفیق عوامل روان‌شناختی و فناوری، چارچوبی جامع برای درک و تقویت قصد کارآفرینی ارائه می‌دهد. بااین‌حال، تمرکز بر دانشگاه تهران و استفاده از نمونه‌گیری دردسترس، ممکن است تعمیم‌پذیری نتایج را محدود کند. بر اساس نتایج مرتبط با فرضیات پژوهش، دانشگاه‌ها می‌توانند برنامه‌های آموزشی با تمرکز بر کارگاه‌های خلاقیت و شبیه‌سازی‌های کارآفرینانه طراحی کنند و به دانشجویان کمک کنند تا مهارت‌های عملی و نظری لازم برای ورود به دنیای کارآفرینی را به دست آورند. همچنین پیشنهاد می‌شود دانشگاه‌ها محیط‌های آموزشی را فراهم کنند که ریسک‌پذیری کنترل‌شده را از طریق پروژه‌های واقعی کارآفرینی با بازخورد سازنده تشویق کنند. این نوع محیط‌ها می‌توانند به دانشجویان اجازه دهند در شرایط واقعی با چالش‌ها و فرصت‌های کارآفرینی روبه‌رو شوند. علاوه‌بر این، برنامه‌های آموزشی باید بر تقویت تفکر انتقادی در کنار هوش مصنوعی تمرکز کنند. به‌عنوان مثال، می‌توان تمرین‌هایی طراحی کرد که دانشجویان را به به چالش کشیدن خروجی‌های چت‌جی‌پی‌تی و سایر ابزارهای هوش مصنوعی تشویق کنند؛ این رویکرد نه‌تنها خلاقیت آن‌ها را افزایش می‌دهد، بلکه موجب توسعهٔ مهارت‌های تحلیلی و انتقادی نیز می‌شود. همچنین پیشنهاد می‌شود دانشجویان از هوش مصنوعی برای ایده‌پردازی اولیه استفاده کرده و سپس این ایده‌ها را با ابتکار شخصی خود توسعه دهند، که می‌تواند به ایجاد ترکیبی از خلاقیت انسانی و توانمندی‌های فناوری منجر شود. در نهایت، تقویت قصد کارآفرینی نیازمند پرورش ویژگی‌های روان‌شناختی مناسب و استفادهٔ هوشمندانه از هوش مصنوعی است؛ برنامه‌های آموزشی که این عناصر را ترکیب کنند، می‌توانند به توسعهٔ کارآفرینان آینده کمک کنند. برای تحقیقات آینده پیشنهاد می‌شود جامعهٔ آماری به سطح بین‌المللی گسترش یابد و از مطالعات طولی استفاده شود تا روندهای تغییرات در طول زمان بررسی شود. همچنین متغیرهایی مانند خودکارآمدی و فرهنگ سازمانی می‌توانند به درک بهتر از تأثیرات روان‌شناختی و فناوری بر کارآفرینی کمک کنند. تحلیل جنسیتی و مقایسهٔ ابزارهای مختلف هوش مصنوعی نیز می‌تواند به غنای پژوهش‌های آینده افزوده و درک عمیق‌تری از تأثیرات این فناوری‌ها بر فرایند کارآفرینی فراهم آورد.

References

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50*(2), 179-211. https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T.
- Akbari, M. , Ahangar Selebenei, A. , Hoshmandzadeh, M. & Tahmasebi, R. (2017). The effect of gender differences in entrepreneurial intention of students: the case of faculty of entrepreneurship, Tehran University. *Iranian Journal of Engineering Education*, *19*(73), 45-65. doi: 10.22047/ijee.2017.53216.1380. [In Persian].
- Akbari, M. & Pouladian, H. (2021). Factors affecting acceptance of 5G technology among Iranian students. *Iranian Journal of Engineering Education*, *23*(90), 151-131. doi: 10.22047/ijee.2021.258981.1794. [In Persian].
- Anjum, T., Ramzani, S. R., & Nazar, N. (2019). Antecedents of entrepreneurial intentions: A study of business students from universities of Pakistan. *International Journal of Business and Psychology*, *1*(2), 72-88.72-88.
- Ardichvili, A., Cardozo, R., & Ray, S. (2003). A theory of entrepreneurial opportunity identification and development. *Journal of Business Venturing, 18*(1), 105-123. https://doi.org/10.1016/S0883-9026(01)00068-4.
- Baer, M. (2010). The strength-of-weak-ties perspective on creativity: A comprehensive examination and extension. *Journal of Applied Psychology*, 95(3), 592-601. https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/a0018761.
- Bergmann, H., Hundt, C., & Sternberg, R. (2016). What makes student entrepreneurs? On the relevance (and irrelevance) of the university and the regional context for student start-ups. *Small Business Economics, 47*(1), 53-76. https://doi.org/10.1007/s11187-016-9700-6.
- Bird, B. (1988). Implementing entrepreneurial ideas: The case for intention. *Academy of Management Review, 13*(3), 442-453. https://doi.org/10.5465/amr.1988.4306970.
- Božić, V., & Poola, I. (2023). Chat GPT and education. *Preprint*, *10*.
- Burt, R. S. (2004). Structural holes and good ideas. *American journal of sociology*, 110(2), 349-399. https://doi.org/10.1086/421787.
- Cribben, I., & Zeinali, Y. (2023). The benefits and limitations of ChatGPT in business education and research: A focus on management science, operations management and data analytics. *Operations Management and Data Analytics*. https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4404276.
- Dabbous, A., & Boustani, N. M. (2023). Digital explosion and entrepreneurship education: Impact on promoting entrepreneurial intention for business students. *Journal of Risk and Financial Management, 16*(1), 27. https://doi.org/10.3390/jrfm16010027.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly, 13*(3), 319-340. https://doi.org/10.2307/249008.
- Dewett, T. (2007). Linking intrinsic motivation, risk taking, and employee creativity in an R&D environment. *R&D Management, 37*(3), 197-208. https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2007.00469.x.
- Du, Y., Hu, H., & Wang, Z. (2021). Entrepreneurs' felt responsibility for constructive change and entrepreneurial performance: A moderated mediation model of technology action and market orientation. *Frontiers in Psychology*, 12, 750113. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.751821.
- Duan, S., Liu, Z., & Che, H. (2018). Mediating influences of ethical leadership on employee creativity. *Social Behavior and Personality*, *46*(2), 323-337.323-338. https://doi.org/10.2224/sbp.6160.
- Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., & Wright, R. (2023). "So what if ChatGPT wrote it?" Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management. 71*, 102642. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642.
- Fuller, J. B., Marler, L. E., & Hester, K. (2006). Promoting felt responsibility for constructive change and proactive behavior: Exploring aspects of an elaborated model of work design. *Journal of Organizational Behavior, 27*(8), 1089-1120. https://doi.org/10.1002/job.408.
- Ghafourian, F. S., Mohammadi Elyasi, Q., Ahmadpur Dariani, M., & Yadollahi Farsi, J. (2022). Facilitating methods of entrepreneurial idea generation: A literature review. *Iranian Journal of Management Sciences*, 47-74. [Persian].

- Giaccone, S. C., & Magnusson, M. (2022). Unveiling the role of risk-taking in innovation: Antecedents and effects. *R&D Management, 52*(1), 93-107. https://doi.org/10.1111/radm.12477.
- Gonçalves, M., & Cash, P. (2021). The life cycle of creative ideas: Towards a dual-process theory of ideation. *Design Studies*, . *72*, 100988. https://doi.org/10.1016/j.destud.2020.100988.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). Multivariate data analysis (7th ed.). Pearson.
- Henseler, J., Ringle, C. M., & Sinkovics, R. R. (2009). The use of partial least squares path modeling in international marketing. In R. Sinkovics & P. N. Ghauri (Eds.), *New challenges to international marketing*. 20, pp. 277-319. https://doi.org/10.1108/S1474-7979(2009)0000020014.
- Jiang, W., & Gu, Q. (2015). A moderated mediation examination of proactive personality on employee creativity: A person-environment fit perspective. *Journal of Organizational Change Management*, *28*(3), 393-410. https://doi.org/10.1108/JOCM-05-2014-0088.
- Krueger, N. F., Reilly, M. D., & Carsrud, A. L. (2000). Competing models of entrepreneurial intentions. *Journal of Business Venturing, 15*(5-6), 411-432. https://doi.org/10.1016/S0883-9026(98)00033-0.
- Luc, T. P. (2018). The relationship between perceived access to finance and social entrepreneurship intentions among university students in Vietnam. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, *5*(1), 63-72.
- Matzembacher, D. E., Raudsaar, M., de Barcellos, M. D., & Mets, T. (2019). Sustainable entrepreneurial process: From idea generation to impact measurement. *Sustainability*. *11*(21), 5892. https://doi.org/10.3390/su11215892.
- Meertens, R. M., & Lion, R. (2008). Measuring an individual's tendency to take risks: The risk propensity scale. *Journal of Applied Social Psychology, 38*(6), 1506-1520. https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2008.00357.x.
- Mittone, L., Morreale, A., & Vu, T.-T.-T. (2022). What drives innovative behavior? An experimental analysis on risk attitudes, creativity and performance. *Journal of Behavioral and Experimental Economics, 98*, 101868. https://doi.org/10.1016/j.socec.2022.101868.
- Mohsenin, S., & Esfidani, M. R. (2014). *Structural equations based on the partial least squares approach using SmartPLS software: Educational and practical* (1st ed.). Mehraban Nashr. [Persian].
- Molaei, R., Reza Zali, M., Hasan Mobaraki, M., & Yadollahi-Farsi, J. (2014). The impact of entrepreneurial ideas and cognitive style on students' entrepreneurial intention. *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies*, *6*(2)140-162. https://doi.org/10.1108/JEEE-09-2013-0021.
- Morrison, E. W., & Phelps, C. C. (1999). Taking charge at work: Extrarole efforts to initiate workplace change. *Academy of Management Journal, 42*(4), 403-419. https://doi.org/10.5465/257011.
- Nategh Golestan, A., & Zeinabi, N. (2021). The impact of personality traits on the risk perception of stock market investors: Analyzing the mediating role of risk propensity. *Financial and Investment Advances*, 33-54. [Persian].
- Obialo, F. K., & Akinjo, O. J. (2021). The influence of idea generation on business growth: Evidence from Ibadan, Nigeria. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting*,*21*(7), 99-114. https://doi.org/10.9734/ajeba/2021/v21i730406.
- Ozgen, E., & Baron, R. A. (2007). Social sources of information in opportunity recognition: Effects of mentors, industry networks, and professional forums. *Journal of Business Venturing, 22*(2), 174-192. https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2005.12.001.
- Parker, S. K., & Collins, C. G. (2010). Taking stock: Integrating and differentiating multiple proactive behaviors. *Journal of Management, 36*(3), 633-662. https://doi.org/10.1177/0149206308321554.
- Peng, A., Menold, J., & Miller, S. R. (2024). Nature versus nurture: The influence of classroom creative climate on risk-taking preferences of engineering students. *IDETC-CIE*. [Conference paper] https://doi.org/10.1115/DETC2023-116688.
- Perry-Smith, J. E., & Shalley, C. E. (2003). The social side of creativity: A static and dynamic social network perspective. *Academy of Management Review*, 28(1), 89-106. https://doi.org/10.5465/amr.2003.8925236.
- Petrič, G. (2024). Everyone talks everything with ChatGPT: Students' uses of ChatGPT and their impact on learning performance. *International Journal of Technology and Human Interaction, 20*(1), 1-22. 10.4018/IJTHI.349225.

- Ruef, M. (2002). Strong ties, weak ties and islands: Structural and cultural predictors of organizational innovation. *Industrial and Corporate Change, 11*(3), 427–449. https://doi.org/10.1093/icc/11.3.427.
- Sadler-Smith, E. (2016). The role of intuition in entrepreneurship and business venturing decisions. *European Journal of Work and Organizational Psychology, 25*(2), 212–225. https://doi.org/10.1080/1359432X.2015.1029046.
- Shane, S. (2000). Prior knowledge and the discovery of entrepreneurial opportunities. *Organization Science, 11*(4), 448–469. https://doi.org/10.1287/orsc.11.4.448.14602.
- Tahmasebi, R. , Akbari, M. , Hoshmandzadeh, M. and Ahangar Selebeni, A. (2017). The effects of entrepreneurial education on entrepreneurial behavior of students, the case of Faculty of Entrepreneurship. *Iranian Journal of Engineering Education*, *19*(75), 103-128. doi: 10.22047/ijee.2017.72062.1433. [In Persian].
- Tyagi, V., Hanoch, Y., Hall, S. D., Runco, M. A., & Denham, S. L. (2017). The risky side of creativity: Domain-specific risk taking in creative individuals. *Frontiers in Psychology, 8*, 145. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00145.
- Uzzi, B., & Spiro, J. (2005). Collaboration and creativity: The small world problem. *American Journal of Sociology*, 111(2), 447-504. https://doi.org/10.1086/432782.
- Vecchiarini, M., & Somià, T. (2023). Redefining entrepreneurship education in the age of artificial intelligence: An explorative analysis. *The International Journal of Management Education* , *21*(3), 100879, https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100879.
- Vodă, A. I., & Florea, A. N. (2019). Impact of personality traits and entrepreneurship education on entrepreneurial intentions of business and engineering students. *Sustainability*. https://doi.org/10.3390/su11041192.
- Wen, J., Huang, S. S., & Teo, S. (2023). Effect of empowering leadership on work engagement via psychological empowerment: Moderation of cultural orientation. *Journal of Hospitality and Tourism Management, 54*, 88–97. https://doi.org/10.1016/j.jhtm.2022.12.012.
- Wetzels, M., Odekerken-Schröder, G., & Van Oppen, C. (2009). Using PLS path modeling for assessing hierarchical construct models: Guidelines and empirical illustration. *MIS Quarterly*, 177-195. https://doi.org/10.2307/20650284.
- Wu, Y. J., Yuan, C.-H., & Chen, M.-Y. (2021). Editorial: From thinker to doer: Creativity, innovation, entrepreneurship, maker, and venture capital. *Frontiers in Psychology, 12*, 649037. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.649037.
- Yilmaz, H., Maxutov, S., Baitekov, A., & Balta, N. (2023). Student attitudes towards ChatGPT: A Technology Acceptance Model survey. *International Educational Review, 1*(1), 57–83. https://doi.org/10.58693/ier.114.
- Yu, H. (2023). Reflection on whether ChatGPT should be banned by academia from the perspective of education and teaching. *Frontiers in Psychology*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1181712.

وجیهه سراج: دانشجوی مقطع دکتری در رشتهٔ کارآفرینی با گرایش کارآفرینی فناورانه در دانشکدهٔ کارآفرینی دانشگاه تهران است. حوزه‌های پژوهشی مورد علاقهٔ او شامل مدیریت، کارآفرینی و بهره‌گیری از فناوری‌های نوظهور به‌ویژه هوش مصنوعی در توسعه و بهبود فرآیندهای کارآفرینی و مدیریت نوآوری است.

امینه زیوری: دانشجوی دکتری توسعهٔ کارآفرینی دانشکدهٔ کارآفرینی دانشگاه تهران است. حوزه‌های پژوهشی و آموزشی موردعلاقهٔ او توسعهٔ کارآفرینی، نهاد و کارآفرینی و اقتصاد و نوآوری است.

مهدی خیاطان: دانشجوی دکتری کارآفرینی دانشگاه تهران است. ایشان درحال‌حاضر، مسئول توانمندسازی حوزهٔ توسعهٔ فناوری سلامت معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، عضو شورای فناوری دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، عضو شورای مرکزی پذیرش مرکز رشد دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد و نمایندهٔ مراکز نوآوری دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد در پارک علم و فناوری یزد است.

سیده راضیه روان‌بخش: دانشجوی دکتری کارآفرینی گرایش فناوری دانشگاه تهران و دانش‌آموختهٔ رشتهٔ مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی شریف است. علایق آموزشی و پژوهشی او شامل هوش مصنوعی، فناوری‌های نوظهور و کارآفرینی ایرانی اسلامی است.

◀ **مرتضی اکبری**: استاد گروه کارآفرینی فناورانهٔ دانشکدهٔ کارآفرینی دانشگاه تهران است.

◀ **کمال سخدری**: دانشیار گروه کارآفرینی سازمانی دانشکدهٔ کارآفرینی دانشگاه تهران است.

فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال بیست و هفتم، شماره ۱۰۸، زمستان ۱۴۰۴، صص.۱۲۴-۹۷

تلفیق نظریهٔ بنیانی و تحلیل ساختاری جهت تبیین انتخاب رشته‌های فنی: در جستجوی رهیافتی نوین

نعمت‌اله شیری[۱]، فاطمه پورقاسم[۲] و مژگان خوش‌مرام[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۴/۱۸؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۲۹

DOI: 10.22047/ijee.2025.533298.2185

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.108.5.1

چکیده: انتخاب رشتهٔ تحصیلی یکی از مراحل مهم و سرنوشت‌ساز تحصیلی برای دانش‌آموزان است و باوجود برتری‌هایی- نظیر کاربرد عملی، ورود سریع به بازار کار، تربیت تکنسین و کارگر ماهر، تعداد زیاد رشته‌ها، تمرکز بر آموزش‌های کارگاهی و عملی و غیره- که رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش دارند، اما اکثر دانش‌آموزان رشته‌های شاخه نظری را برای ادامه تحصیل انتخاب می‌کنند. پژوهش حاضر با هدف شناسایی، تبیین و اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان استان ایلام با تلفیق نظریه بنیانی به‌شیوهٔ کلاسیک و تکنیک تحلیل ساختاری اثرات متقابل (نرم‌افزار میک‌مک)، انجام شد. یافته‌ها بیانگر این بود که متغیرهای «علاقه به رشته»، «سودمندی درک‌شده رشته»، «آینده شغلی درک‌شده رشته»، «انگیزه پیشرفت»، «هنجارهای ذهنی»، «مشاوره و هدایت تحصیلی»، «دانش و تجربه پیشین»، «ارزش اقتصادی درک‌شده رشته»، «نگرش نسبت به رشته»، «اثربخشی درک‌شده رشته»، «داشتن الگوی نقش»، «حمایت محیطی» و «باور به خودکارآمدی» تأثیرگذاری قوی و مستقیمی بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان داشتند. این پژوهش ضمن معرفی رهیافتی نوین در مطالعات آمیخته، چارچوبی یکپارچه برای درک انتخاب رشته‌های فنی توسط دانش‌آموزان ارائه می‌دهد و بر اهمیت مداخلات آموزشی و مشاوره‌ای هدفمند، برای هدایت آنان به‌سمت آموزش‌های مهارت‌محور تأکید می‌کند.

واژگان کلیدی: هدایت تحصیلی، آموزش فنی‌وحرفه‌ای، اثرات متقابل، گراندد تئوری کلاسیک، نرم‌افزار میک‌مک.

۱- دانشیار گروه کارآفرینی و توسعه روستایی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران (نویسنده مسئول). n.shiri@ilam.ac.ir

۲- دانش‌آموخته دکتری، گروه ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران. poorghasemf@yahoo.com

۳- پژوهشگر بخش تحقیقات اقتصادی و اجتماعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران. m.khoshmaram@areeo.ac.ir

۱. مقدمه

انتخاب رشته تحصیلی در دوره متوسطه، به‌عنوان یکی از تصمیم‌های سرنوشت‌ساز دانش‌آموزان، نقشی کلیدی در تعیین مسیر آینده شغلی و فردی آنان ایفا می‌کند. این انتخاب زمانی بهینه خواهد بود که با ویژگی‌های فردی، علایق و توانایی‌های دانش‌آموز از یک‌سو، و نیازهای واقعی بازار کار از سوی‌دیگر، همخوانی داشته باشد (Sadeghi Bajd & Ahmadi, 2014; Rezapour & Shafiee, 2014). انتخاب نادرست نه‌تنها می‌تواند به افت انگیزه و عملکرد فرد بینجامد، بلکه موجب اتلاف منابع انسانی و اقتصادی کشور شده و شکاف بین عرضه و تقاضای نیروی کار را تشدید می‌کند (Niyaazi & Soleymaannejaad, 2021) . در این میان، آموزش‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش به‌عنوان پلی میان نظام آموزشی و بازار کار، نقشی اساسی در تجهیز جوانان به مهارت‌های موردنیاز مشاغل حال و آینده و کمک به توسعه اقتصادی ایفا می‌کنند (Abbaszadeh et al., 2019; Güngör, 2020) . با این‌حال علی‌رغم تأکید سیاست‌های کلان توسعه‌ای بر گسترش این آموزش‌ها (Bagherifar & Salehi, 2016)، شواهد حاکی از آن است که نظام آموزشی ایران در جذب دانش‌آموزان به‌سمت این شاخه تحصیلی با چالش مواجه بوده و نتوانسته است به اهداف تعیین‌شده دست یابد (Mehdi et al., 2022). این امر منجر به گرایش غالب دانش‌آموزان به رشته‌های نظری و فارغ‌التحصیلی تعداد زیادی دانش‌آموخته فاقد مهارت‌های کاربردی برای ورود به بازار کار شده است (Dadar, 2016).

این مسئله در استان ایلام که با نرخ بالای بیکاری و مازاد نیروی کار غیرماهر دست به گریبان است (Shiri & Moradnejadi, 2023; Noori et al., 2023)، از حادیت بیشتری برخوردار است. آمارها نشان می‌دهد در فاصله سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲، تنها حدود ۲۶ درصد از دانش‌آموزان این استان، رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش را انتخاب کرده‌اند و ۷۴ درصد مابقی در رشته‌های نظری مشغول به تحصیل شده‌اند (Shiri et al., 2024). این عدم تعادل آشکار بین انتخاب‌های تحصیلی و نیازهای اساسی بازار کار محلی، لزوم واکاوی عمیق‌تر عوامل تأثیرگذار بر این انتخاب‌ها را بیش از پیش نمایان می‌سازد. براین اساس، پرسش اصلی این پژوهش آن است که چه عواملی بر تمایل یا عدم تمایل دانش‌آموزان استان ایلام برای انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش تأثیر می‌گذارد؟ شناسایی این عوامل- اعم از بازدارنده یا مشوق- می‌تواند به سیاست‌گذاران و آموزشگران در طراحی برنامه‌های هدایت تحصیلی- شغلی مؤثرتر کمک کند، تا از ظرفیت این شاخه تحصیلی در راستای کاهش بیکاری و توسعه متوازن استان نهایت استفاده به‌عمل آید.

۲. مبانی نظری و پیشینهٔ پژوهش

آموزش و پرورش نیروی انسانی یکی از ارکان بنیادین و مهم در رشد و توسعه اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی و سیاسی به‌شمار می‌رود (Zargaran Khouzani, 2022). طبق نظر بارنز و همکاران (Barnes et al., 2016) نظام آموزش و مهارت نقش حیاتی در تجهیز افراد به مهارت‌ها، شایستگی‌ها و ویژگی‌های لازم برای مقابله

و مدیریت بازار کار دارد (Morris, 2019). تربیت نیروی انسانی مورد نیاز جوامع در قالب آموزش‌های فنی‌وحرفه‌ای از اواخر قرن نوزدهم و اوایل قرن بیستم، مورد توجه بسیاری از کشورهای جهان قرار گرفته است. در پی پیشرفت‌های علمی و صنعتی پس از جنگ جهانی دوم، این آموزش‌ها به‌نحو بی‌سابقه‌ای در جهان گسترش یافت تا آنجا که آموزش‌های فنی‌وحرفه‌ای وزارت کار و امور اجتماعی پس از آموزش و پرورش، در بسیاری از کشورها خصوصاً جوامع صنعتی در جهت پاسخگویی هرچه بیشتر به نیازهای اقتصادی و اجتماعی در حرکت می‌باشد (Atashsiro et al., 2015). یونسکو (UNESCO, 2001) تعریفی را برای آموزش و پرورش حرفه‌ای ارائه می‌کند که منعکس‌کننده تغییرات در گذر زمان در تفکر در مورد آنچه که فعالیت‌های حرفه‌ای را تشکیل می‌دهد، می‌باشد (Tognatta, 2014). تغییر از دیدگاه آموزش حرفه‌ای کاملاً محدود از نظر آماده‌سازی افراد برای یک شغل یا یک شغل خاص به چشم‌اندازی از آن به‌عنوان راهبردی برای پرداختن به اهداف مختلف آموزشی، اقتصادی و اجتماعی بوده است. «آموزش و تعلیم فنی‌وحرفه‌ای» به‌عنوان «اصطلاح جامعی است که به‌جنبه‌هایی از فرآیند آموزشی اشاره می‌کند که علاوه بر آموزش عمومی، مطالعه فناوری‌ها و علوم مرتبط، و کسب مهارت‌ها، نگرش‌ها، درک و دانش عملی مربوط به مشاغل در بخش‌های مختلف زندگی اقتصادی و اجتماعی را شامل می‌شود» (Tognatta, 2014). به این ترتیب، آموزش فنی‌وحرفه‌ای شامل تمام فعالیت‌های انجام شده در مراحل مختلف، از دوره متوسطه تا پس از متوسطه و آموزش در حین کار است (Tognatta, 2014). امروزه علی‌رغم موفقیت روزافزون در کیفیت و نرخ تکمیل تعداد زیادی از دوره‌های حرفه‌ای که اکنون ارائه می‌شوند و همچنین افزایش چشمگیر تعداد دانش‌آموزانی که آموزش‌های حرفه‌ای را انتخاب می‌کنند، آموزش حرفه‌ای هنوز هم تا حد زیادی وضعیت بسیار پایین‌تری نسبت به مسیرهای سنتی و دانشگاهی دارد (Fuller & MacFadyen, 2012). در حال حاضر، با توجه به شرایط فرهنگی، سیاسی، اقتصادی جوامع و رویکرد آن‌ها نسبت به آموزش‌های فنی‌وحرفه‌ای، سه الگوی رسمی برای ارائه آن‌ها ایجاد شده است: الگوی اول که کشورهایی مانند انگلیس، آمریکا و ژاپن، بیشتر از آن تبعیت می‌کنند الگوی بازارمحور است. در این الگو، مراکز حرفه‌آموزی در مؤسسات تولیدی و خدماتی استقرار یافته‌اند. در الگوی دوم که آموزش فنی‌وحرفه‌ای تمام وقت است، آموزش عملی و نظری، به‌طور مشترک ارائه می‌شوند و دارای ارتباط کافی با بازار کار نیست. این الگو در کشورهایی مانند فرانسه، اسپانیا و ایران استفاده می‌شود. در الگوی سوم، تحصیلات و کارآموزی در دو محیط مدرسه و کار صورت می‌گیرد و یادگیری مرتبط با بازار کار اصل زیربنایی آن را تشکیل می‌دهد. آلمان، استرالیا و سوئیس از این الگو تبعیت می‌کنند (Abbaszadeh et al., 2019). در یک دسته‌بندی، آموزش‌های فنی وحرفه‌ای به سه دسته رسمی، غیررسمی و آزاد تقسیم می‌شوند (Mehdi et al., 2022). در ایران، آموزش فنی‌وحرفه‌ای رسمی در وزارت آموزش و پرورش در دوره متوسطه دوم در دو شاخه فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش ارائه می‌شود. هدف شاخه کاردانش تربیت کارگر ماهر در سطح دوم صلاحیت حرفه‌ای است که پس از فراغت از تحصیل وارد بازار کار می‌شوند؛ درحالی که شاخه فنی‌وحرفه‌ای با ارائه آموزش‌های مهارتی در سطوح دوم و سوم صلاحیت

حرفه‌ای، هنرجویان را برای ورود به آموزش‌های مهارتی عالی (دانشگاهی) آماده می‌سازد (Mehdi et al., 2022). مطالعات پیشین در زمینهٔ موضوع را می‌توان در چهار دسته اصلی زیر طبقه‌بندی کرد:

۱. **عوامل مؤثر بر انگیزه و انتخاب رشته تحصیلی:** عوامل فردی: علاقه شخصی، استعداد تحصیلی، خودکارآمدی، آرزوهای تحصیلی، تصور از توانمندی شخصی، امید به آینده شغلی و ترس از شکست (Pirzahi & Behravan, 2014; Ahmadi et al., 2022; Mtemeri, 2017). عوامل اجتماعی-خانوادگی: پایگاه اقتصادی-اجتماعی، نظر و فشار والدین، کنش دانشجو-والدین، نظر دبیران و مشاوران، تأثیر گروه همسالان و دوستان (Nazari et al., 2009; Mokhtar Zadeh Bazargani & Alizadeh, 2019; Ashouri et al., 2023). عوامل محیطی-ساختاری: عوامل اقتصادی (درآمد و بازار کار)، عوامل مؤسسه‌ای-آموزشی (امکانات مراکز آموزشی)، کنکور سراسری، تبلیغات و رسانه‌ها، و جغرافیا (Enayati Novinfar et al., 2023; Tarverdizade et al., 2017; Korkmaz, 2015).

۲. **نگرش به آینده شغلی و ارتباط آن با تحصیل:** انگیزه تحصیلی دانشجویان به‌طور معناداری توسط نگرش مثبت به آینده شغلی پیش‌بینی می‌شود (Sharifi et al., 2020). دانشجویان انتظار دارند شغل آینده‌شان زمینه‌ساز آزادی عمل، نشان دادن توانایی‌ها و رفع نیازهای اقتصادی باشد. همچنین نقش حمایتگری دولت در اشتغال‌یابی بسیار مورد تأکید است (Vaghefi Nazari et al., 2015). امید به پیامدهای شغلی (مالی، فرصت‌ها) و نفوذ بین‌فردی (خانواده، معلمان) از عوامل کلیدی در تصمیم‌گیری شغلی هستند (Abe & Chikoko, 2020).

۳. **چالش‌ها و آسیب‌های نظام هدایت تحصیلی و آموزش‌های فنی‌وحرفه‌ای:** چالش‌های آموزشی: نبود تجهیزات کارگاهی به‌روز، روش‌های آموزشی منسوخ، عدم ارتباط مهارت‌های آموخته‌شده با نیاز بازار کار، کمبود زمان مهارت‌آموزی و مشکل ادامه تحصیل (Bagherifar & Salehi, 2016; Güngör, 2020; Mehdi et al., 2022). چالش‌های فرهنگی-اجتماعی: نگرش منفی جامعه و خانواده به‌ویژه نسبت به رشته‌های فنی و کشاورزی، اصرار خانواده بر انتخاب رشته خاص، تبلیغات رسانه‌ای نامناسب و پایین بودن شأن اجتماعی برخی مشاغل (Zargaran Khouzani, 2022; Asghari & Hashemi, 2020). چالش‌های ساختاری: ضعف در برنامه‌ریزی درسی، ناکافی بودن منابع مالی، کمبود مشاوران متخصص و عدم بهره‌گیری از پتانسیل‌های بومی (Menbari et al., 2023; Sadeghifar et al., 2022).

۴. **تفاوت‌های جنسیتی و جمعیت‌شناختی در ترجیحات و انتخاب‌ها:** تفاوت در اولویت‌ها: دختران به‌ترتیب به ماهیت کار، بُعد اقتصادی و تعادل کار-خانواده اهمیت می‌دهند، در حالی که برای پسران بُعد اقتصادی و سپس ماهیت کار در اولویت است (Alimondegari et al., 2021). تفاوت در دیدگاه: دختران در انتخاب شغل، طیف وسیع‌تری از معیارها (خلاقیت، حساسیت محیطی) را نسبت به پسران (که بر «استفاده از دست و ابزار» متمرکزند) در نظر می‌گیرند (Korkmaz, 2015). نقش جنسیت در انتخاب رشته: اگرچه جنسیت در برخی مطالعات بر انتخاب شغل تأثیرگذار نبوده (Mtemeri, 2017)، اما در

اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر انتخاب رشته (Nazari et al., 2009) و انگیزه تحصیلی (Koyuncuoğlu, 2021) تفاوت‌های معناداری مشاهده شده است.

با بررسی مبانی نظری و پیشینه پژوهش می‌توان دریافت که انتخاب رشته و انگیزه تحصیلی، متأثر از عوامل درهم‌تنیده فردی، اجتماعی، اقتصادی و ساختاری است. شکاف بین آموزش و اشتغال و کم‌رنگ بودن نقش مشاوره مؤثر، به‌عنوان چالش‌های محوری نظام هدایت تحصیلی به‌ویژه در شاخه‌های فنی‌وحرفه‌ای شناسایی شده‌اند. از یک‌طرف، مطالعات مختلف از دیدگاه‌های متفاوتی به این موضوع پرداخته‌اند و هرکدام به‌زعم خود عواملی را شناسایی و معرفی کرده‌اند؛ به‌گونه‌ای که چارچوبی منسجم برای شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب رشته تحصیلی در بین دانش‌آموزان وجود ندارد. لذا نظر به این‌که در این مطالعه هدف شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان است؛ بنابراین، نتایج مطالعات قبلی کاربرد چندانی در این زمینه نخواهد داشت. از این‌رو، ابتدا عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان توسط گراندد تئوری مورد واکاوی قرار گرفت و سپس در ادامه میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل شناسایی شده با استفاده از تحلیل ساختاری اثرات متقابل و نرم‌افزار میک‌مک بررسی شده است.

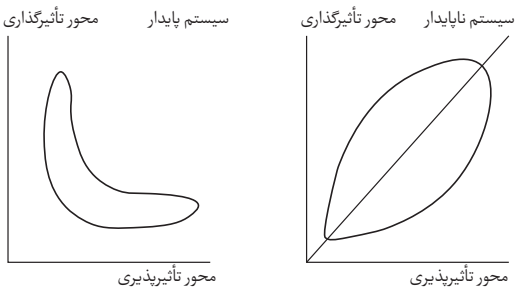
۳. روش تحقیق

در این پژوهش، ابتدا از روش گراندد تئوری به‌شیوهٔ کلاسیک برای شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان در استان ایلام بهره گرفته شد. این عوامل از طریق بررسی ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش و مصاحبه نیمه‌ساختارمند با دانش‌آموزان رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش شناسایی شدند. سپس میزان تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل شناسایی شده با استفاده از تحلیل ساختاری اثرات متقابل و نرم‌افزار میک‌مک بررسی شد. جامعه مورد مطالعه شامل تمام هنرجویان رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش در هنرستان‌های استان ایلام بودند. با استفاده از روش نمونه‌گیری غیراحتمالی هدفمند با تمرکز بر بیشینه‌سازی تنوع با تعدادی از آن‌ها در سراسر استان مصاحبهٔ عمیق صورت گرفته شد. در این راستا، بعد از هماهنگی با مدیر مدرسه، مصاحبه‌گر با مراجعهٔ حضوری برخی از معیارها مصاحبه‌شوندگان را با مدیران مدرسه در میان می‌گذاشت. با این وجود در انتخاب نمونه چند نکته قابل بیان است:

- در انتخاب مشارکت‌کنندگان، نوع هنرستان و رشتهٔ تحصیلی خاصی مدنظر نبود و سعی شد کلیهٔ هنرستان‌ها و رشته‌های تحصیلی مدنظر قرار گیرند؛
- در انتخاب مشارکت‌کنندگان سطوح مختلف تحصیلی از بسیار زرنگ تا ضعیف مدنظر بود؛ به‌طوری که داده‌های از مشارکت‌کنندگانی به سطوح مختلف تحصیلی جمع‌آوری شده‌اند.

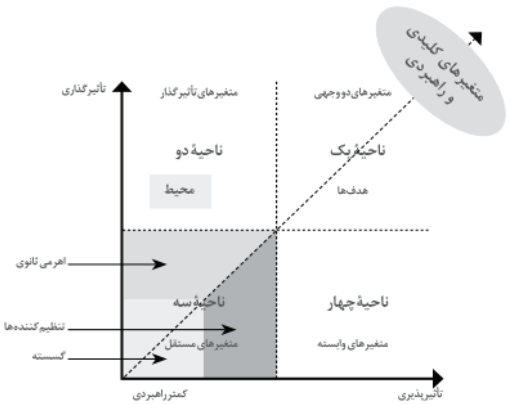
از هنرآموزان، مدیران و معاونین مدرسه برای معرفی افراد مشورت گرفته شد؛ حتی برای آن‌ها فیلترهایی نظیر میزان زرنگی، استعداد، بی‌انضباطی و غیره در نظر گرفته شد. با تمرکز بر بیشینه‌سازی تنوع در نمونه‌ها و از قلم نیفتادن نظر و یا ایده از جانب مشارکت‌کنندگان و با توجه به قاعدهٔ اشباع داده، تعداد ۶۴ مصاحبه با هنرجویان هنرستان‌های کاردانش و فنی‌وحرفه‌ای در سراسر استان ایلام صورت گرفت تا از قابلیت تعمیم نتایج به کل جامعهٔ مورد مطالعه در استان اطمینان حاصل گردد و اعتماد به داده‌ها افزایش یابد. ابزارهای جمع‌آوری داده‌ها، ابتدا مصاحبه‌های عمیق انفرادی و بحث متمرکز گروهی با هنرجویان هنرستان‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش در استان ایلام بود و در ادامه از پرسشنامه تحلیل ساختاری اثرات متقابل (میک‌مک) برای اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان استان ایلام بهره گرفته شد.

به‌منظور شناسایی عوامل مؤثر بر هدایت تحصیلی دانش‌آموزان از تکنیک‌های تحلیل داده‌ها در روش گراندد تئوری، یعنی کدگذاری باز، محوری و انتخابی استفاده شد. در بخش کدگذاری انتخابی برای تعیین روابط متقابل بین عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان استان ایلام و شناسایی عوامل کلیدی از روش‌شناختی «تحلیل ساختاری» استفاده شد. نظر به این‌که در مراحل قبل، تعداد ۲۰ عامل مؤثر بر انتخاب رشته توسط دانش‌آموزان در استان ایلام شناسایی شد؛ بنابراین، ابعاد ماتریس تأثیر متقابل متغیرها در این پژوهش ۲۰×۲۰ بود. بعد از تدوین پرسشنامه پژوهش در قالب ماتریس مذکور از مشارکت‌کنندگان درخواست شد تا میزان تأثیر هر عامل را بر سایر عامل‌های شناسایی شده در طیفی از صفر تا سه (۰= بی‌تأثیر، ۱= تأثیر کم، ۲= تأثیر متوسط، ۳= تأثیر زیاد و P= تأثیر بالقوه) به‌صورت زوجی مشخص کنند. این کار برای تک تک ۲۰ عامل شناسایی شده در پژوهش تکرار شد. بدین‌ترتیب، میزان تأثیرگذاری و وابستگی (تأثیرپذیری) یک عامل نسبت به عامل‌های دیگر مشخص گردید. سپس، ماتریس داده‌ها به کمک نرم‌افزار تحلیل ساختاری میک‌مک تجزیه‌وتحلیل شد. نرم‌افزار میک‌مک یک ابزار تحلیل ساختاری کارامد است که نه‌تنها رابطه مستقیم و غیرمستقیم بین متغیرها و عوامل را مشخص می‌کند، بلکه میزان تأثیر مستقیم و غیرمستقیم آن‌ها را نیز تعیین می‌کند و نمودار علّی- معلولی را نیز ترسیم می‌کند. همچنین، این نرم‌افزار آماری متغیرها را براساس میزان تأثیرگذاری یا وابستگی (تأثیرپذیری) دسته‌بندی و اولویت‌بندی می‌کند (Mowlaei & Talebian, 2016). در تحلیل ساختاری میک‌مک، نحوه توزیع متغیرها در نقشه پراکندگی، میزان پایداری یا ناپایداری سیستم را نشان می‌دهد. در تحلیل ساختاری اثرات متقابل با استفاده از نرم‌افزار میک‌مک دو نوع پراکندگی، یعنی سیستم‌های پایدار و سیستم‌های ناپایدار تعریف شده است (شکل ۱).



شکل ۱. نقشه پراکندگی سیستم‌ها در تحلیل ساختاری میک‌مک

در سیستم‌های پایدار پراکندگی متغیرها در نقشه L شکل است، به این‌معنی که برخی از متغیرها دارای تأثیرگذاری قوی و برخی دیگر دارای تأثیرپذیری (وابستگی) قوی هستند. به‌طور کلی، در سیستم پایدار سه نوع متغیر قابل مشاهده است: الف) متغیرهای بسیار تأثیرگذار بر سیستم (عوامل کلیدی و ریشه‌ای)، ب) متغیرهای مستقل و ج) متغیرهای خروجی سیستم (متغیرهای نتیجه). در سیستم پایدار، موقعیت هر متغیر کاملاً مشخص و نقش آن نیز به‌وضوح قابل مشاهده است. این درحالی است که سیستم‌های ناپایدار بسیار پیچیده‌تر از سیستم‌های پایدار هستند. در این سیستم‌ها، متغیرها حول محور قطری صفحه پراکنده هستند و اغلب متغیرها یک حالت بینابینی از تأثیرگذاری و تأثیرپذیری را نشان می‌دهند که ارزیابی و شناسایی عوامل کلیدی را بسیار دشوار می‌کنند. با این حال، در این سیستم نیز دستورالعمل‌های راهنما برای انتخاب و شناسایی عوامل کلیدی وجود دارد. سیستم‌های ناپایدار دارای متغیرهای تأثیرگذار، متغیرهای دووجهی (متغیرهای ریسک و هدف)، متغیرهای تنظیمی، متغیرهای وابسته (تأثیرپذیر) و متغیرهای مستقل هستند (Godet et al., 2003). انواع متغیرها در سیستم‌های پایدار و سیستم‌های ناپایدار تحلیل میک‌مک در شکل ۲، نشان داده شده‌اند.



شکل ۲. مختصات تحلیل تأثیر متقابل متغیرها

۴. یافته‌ها

از نظریه بنیانی به شیوهٔ کلاسیک برای شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان در استان ایلام بهره گرفته شده است. در این راستا، داده‌های جمع‌آوری شده (۶۴ مصاحبه، شامل ۳۰ نفر دختر و ۳۴ نفر پسر) در پژوهش که در قالب یادداشت‌های میدانی و نوارهای ضبط شده بودند، توسط پژوهشگران در محیط نرم‌افزار ورد پیاده‌سازی و پس از بررسی خط‌به‌خط متن مصاحبه‌ها، جملات مرتبط با پرسش‌های پژوهش شناسایی و طبقه‌بندی شدند. در این بخش، تجزیه‌وتحلیل و تفسیر داده‌ها در طی سه مرحلهٔ کدگذاری باز، کدگذاری محوری و کدگذاری انتخابی انجام شده است.

۴-۱. کدگذاری باز

در مرحله کدگذاری باز متن مصاحبه‌ها مورد تحلیل محتوای عرفی قرار گرفت. بدین‌صورت که متن مصاحبه‌ها با تحلیل خط‌به‌خط تجزیه‌وتحلیل شد. مفاهیم بی‌ربط و نامناسب حذف شده، مفاهیم مشابه در هم ادغام و مفاهیم کلیدی استخراج شدند. در این مرحله، ۸۳ مفهوم مرتبط با عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان از دل نقل‌وقول‌های مشارکت‌کنندگان استخراج گردید (جدول ۱).

جدول ۱. مفاهیم و طبقات استخراج شده در خصوص عوامل مؤثر بر انتخاب رشته دانش‌آموزان

	کدگذاری باز		کدگذاری محوری	
ردیف	مفهوم	فراوانی	طبقات	فراوانی
۱	پایین بودن تراز علمی دانش‌آموزان	۱۴	ضعف علمی	۲۲
۲	تنبل و ضعیف بودن دانش‌آموزان در مباحث نظری	۳		
۳	نداشتن حق انتخاب رشته‌های نظری	۵		
۴	وجود بازارکار مناسب و زیاد برای رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۹	آینده شغلی رشته	۲۷
۵	آینده شغلی مناسب و تضمینی رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۹		
۶	آینده‌دار بودن مشاغل مرتبط با رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۱۰		
۷	قابلیت فراوان برای استخدام و کار کردن در شرکت‌ها و سازمان‌های مختلف	۳		
۸	دست‌یابی آسان‌تر و سریع‌تر به شغل و بازارکار در این رشته‌ها	۶		
۹	علاقه به رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۲۱	علاقه به رشته	۴۰
۱۰	علاقه‌مند بودن به انجام کارهای عملی و کاربردی	۱۰		
۱۱	دوست داشتن فعالیت‌های فنی و هنری در هنرستان‌ها	۷		
۱۲	علاقه به محیط‌های آموزشی کاربردی و کارگاهی	۲		

ادامه جدول ۱

	کدگذاری باز		کدگذاری محوری	
ردیف	مفهوم	فراوانی	طبقات	فراوانی
۱۳	پوشش دادن انواع حرفه‌ها و مشاغل در شاخه‌های کاردانش و فنی‌وحرفه‌ای	۱	سودمندی درک‌شده	۳۰
۱۴	وجود رشته‌ها و گرایش‌های متنوع و مناسب در هنرستان‌ها	۳		
۱۵	متناسب بودن رشته با علم و فناوری‌های دنیا	۶		
۱۶	امکان راحت‌تر کسب صلاحیت‌های شغلی موردنیاز زندگی و جامعه	۵		
۱۷	به‌روز و جدید بودن رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۳		
۱۸	کمک به رشد و شکوفایی استعدادهای دانش‌آموزان	۱		
۱۹	ایجاد بستری برای نشان دادن استعداها، قابلیت‌ها و توانایی‌ها	۷		
۲۰	کاربرد فراوان دروس رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش در جامعه	۴		
۲۱	داشتن پتانسیل موفقیت در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۵	خودکارآمدی	۹
۲۲	متناسب بودن رشته با استعدادها و توانایی‌های شخصی	۲		
۲۳	داشتن توانایی علمی و عملی در رشته‌های فنی و کاربردی	۲		
۲۴	فشار جامعه، نزدیکان و خانواده برای ادامه تحصیل و اخذ مدرک تحصیلی	۴	هنجارهای ذهنی	۲۰
۲۵	راهنمایی و ترغیب شدن توسط دوستان، همسالان و همکلاسی‌ها	۶		
۲۶	نظرات مثبت نزدیکان و اطرافیان نسبت به رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۷		
۲۷	دیدگاه مناسب جامعه نسبت به رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۱		
۲۸	تأیید مشاوران مدرسه برای تحصیل در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۲		
۲۹	فرار از محیط خانه و خانواده	۱	وقت‌گذرانی	۶
۳۰	گذراندن اوقات بیشتری با دوستان و همسالان	۳		
۳۱	سرگرمی و بازی با همکلاسی‌ها	۱		
۳۲	آسانی کسب نمره و پاس شدن دروس در هنرستان‌ها	۲	سهولت درک شده	۱۵
۳۳	سهولت کسب مدرک تحصیلی در هنرستان‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۳		
۳۴	سهولت ادامه تحصیل در مقاطع بالاتر	۲		
۳۵	سهولت کسب اعتبار و جایگاه اجتماعی	۱		
۳۶	امکان ورود ساده‌تر به دانشگاه‌های دولتی	۳		
۳۷	راحتی دروس رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۴		
۳۸	امیدواری نسبت به آینده شغلی رشته انتخابی	۷	انگیزه پیشرفت	۲۱
۳۹	امید به موفقیت بیشتر در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۸		
۴۰	ترس از شکست تحصیلی در رشته‌های نظری	۳		
۴۱	انگیزه تحصیلی و شغلی دانش‌آموزان در زمینه رشته انتخابی	۳		

ادامه جدول ۱

	کدگذاری باز		کدگذاری محوری	
ردیف	مفهوم	فراوانی	طبقات	فراوانی
۴۲	محیط و شرایط درسی و آموزشی مناسب رشته	۴	شرایط آموزشی	۱۰
۴۳	فراهم بودن بستر گسترش تبادلات علمی و عملی با بازارکار و جامعه	۴		
۴۴	مکان، فضا، امکانات و تجهیزات هنرستان‌های کاردانش و فنی‌وحرفه‌ای	۲		
۴۵	پیروی از الگوهای موفق و نخبگان در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۲	داشتن الگوی نقش	۱۳
۴۶	الگو قراردادن تجربیات و زمینهٔ کاری دوستان و آشنایان برای انتخاب رشته	۲		
۴۷	ارتباط داشتن با افراد خبره و باتجربه در زمینهٔ رشته انتخابی	۳		
۴۸	ادامه دادن شغل و پیشه خانوادگی والدین و نزدیکان	۲		
۴۹	الگوبرداری از رشته‌های انتخابی سایر اعضای خانواده	۴		
۵۰	جایگاه و منزلت بالای رشته‌های کاربردی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش در جامعه	۲	نگرش نسبت به رشته	۱۶
۵۱	جذاب و لذت‌بخش بودن تحصیل و درس خواندن در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۸		
۵۲	استقبال جهانی از رشته‌های کاربردی و عملی فنی‌وحرفه‌ای	۲		
۵۳	شرایط شغلی و کاری مناسب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۲		
۵۴	احساس خوشایند نسبت به تحصیل در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۲		
۵۵	هزینه‌های کمتر تحصیل در رشته انتخابی	۲	ارزش اقتصادی درک‌شده	۱۷
۵۶	پرسود بودن و درآمد زیاد رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش در جامعه	۱۰		
۵۷	دست‌یابی به مشاغل پردرآمد در این رشته‌ها	۳		
۵۸	سرمایه‌گذاری آموزشی و تحصیلی مناسب در این رشته‌ها	۲		
۵۹	داشتن گواهی و مدرک فنی مرتبط با رشته انتخابی	۱	دانش و تجربه پیشین	۱۸
۶۰	داشتن تجربه و سابقه کاری مرتبط با رشته انتخابی	۷		
۶۱	اطلاعات و دانش کافی از رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۳		
۶۲	انتخاب رشته مرتبط با حرفه و پیشهٔ خانوادگی	۶		
۶۳	امکان ایجاد کسب‌وکار و کارآفرینی در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۲	اثربخشی درک‌شده	۱۴
۶۴	فراهم بودن بستر خویش‌فرمایی در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۳		
۶۵	فراهم آوردن زمینه‌های مناسب برای آزادی عمل	۳		
۶۶	قطع وابستگی مالی و پولی به خانواده و والدین	۲		
۶۷	تبدیل شدن به رئیس خود در کار با تحصیل در هنرستان‌ها	۲		
۶۸	فراهم بودن شرایط اشتغال‌آفرینی و کمک به افراد دیگر در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۲		

ادامه جدول ۱

	کدگذاری باز		کدگذاری محوری	
ردیف	مفهوم	فراوانی	طبقات	فراوانی
۶۹	درس هدایت و برنامه‌ریزی تحصیلی و شغلی دانش‌آموزان	۷	مشاوره و هدایت تحصیلی	۱۹
۷۰	برنامه‌های هفته مشاغل در مدرسه	۱		
۷۱	دروس کار و فناوری و کارآفرینی در مدارس	۲		
۷۲	راهنمایی و توصیه معلمان، دبیران و مشاورین تحصیلی در مدارس	۶		
۷۳	راهنمایی و توصیه نزدیکان و افراد خبره و با تجربه علمی و تحصیلی	۳		
۷۴	تمایل به طراحی و ایجاد چیز (کالا و خدمات) جدیدی	۵	خلاقیت و نوآوری	۱۱
۷۵	علاقه به مباحث ایده‌پردازی و اختراع وسایل کاربردی	۳		
۷۶	تمایل به فعالیت در زمینه ایده‌ها و فناوری‌های نوین	۱		
۷۷	تمایل به انجام کارهای خلاقانه و نوآورانه در جامعه	۲		
۷۸	تبلیغات رسانه‌ها و وسایل ارتباط جمعی در خصوص رشته‌های کاربردی	۲	رسانه‌ها	۷
۷۹	کسب اطلاعات از رسانه‌ها و فضای مجازی برای انتخاب رشته	۳		
۸۰	برنامه‌های تلویزیونی و رادیویی در زمینه ایده‌پردازی و خلاقیت	۲		
۸۱	حمایت مناسب دولت از تحصیل در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۳	حمایت‌های محیطی	۱۲
۸۲	حمایت مالی خانواده از تحصیل در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش	۴		
۸۳	تخصیص وام‌ها و تسهیلات خوداشتغالی به رشته‌های کاربردی	۵		

نمونه‌هایی از نقل‌وقول‌های مشارکت‌کننده در خصوص عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان استان ایلام که مورد تحلیل قرار گرفتند، در ذیل ارائه شده است.

«خیلی دوست داشتم در رشته‌های نظری- رشته‌های علوم انسانی، ریاضی و فیزیک و علوم تجربی- تحصیل کنم، ولی به‌دلیل کسب نکردن تراز علمی موردنیاز برای این رشته مجبور شدم بیام و در هنرستان‌ها درس بخونم».

«به‌دنبال رشته‌ای بودم که جدید و نوآور باشد و در سطح کشور و جهانی کاربرد داشته باشد، به‌همین خاطر با مشورت با نزدیکان و مشاوران اومدم در هنرستان‌ها رشته کامپیوتر را انتخاب کردم».

«من رشته‌های فنی و عملی که در جامعه و بازار کار داشته باشند را دوست دارم به‌همین خاطر رشته تعمیر برق موتور را در شاخه کاردانش انتخاب کردم. به این رشته خیلی علاقه‌مند هستم و توانایی موفقیت و پیشرفت در این رشته را دارم».

«ما در جامعه‌ای زندگی می‌کنیم که نداشتن مدرک تحصیلی و دانشگاهی به‌عنوان یک

عیب و نقص بزرگ حساب می‌شود و خانواده‌ها و جامعه نمی‌پذیرند که فرزندانشان درس نخوانند. به‌همین خاطر به‌دلیل فشار خانواده و نزدیکان مجبور به ادامه تحصیل و درس خوندن هستیم. به‌دلیل این‌که راه گریزی نداشتم رشته‌های فنی را انتخاب کردم که هم درس خونده باشم و هم خیلی راحت نمره بگیرم و اذیت نشوم».

«الان دیگر رشته‌های نظری جایگاهی در جامعه ندارند و اکثر کسانی که مدارک دانشگاهی سطح بالا در این رشته‌ها دارند بیکار هستند؛ این در حالی است که با تحصیل در رشته‌های فنی‌وحرفه و کاردانش خیلی سریع وارد بازار کار می‌شویم و صاحب مشاغل پرسود و پردرآمد می‌شویم که در جامعه براشون ارزش قائل هستند».

«به ساخت و طراحی چیزهای جدید علاقه دارم و همیشه دوست دارم با ایده‌پردازی و خلاقیت محصول جدیدی اختراع کنم؛ به‌همین دلیل با پرس‌وجو از اطرافیان رشته‌های کاردانش را برای ادامه تحصیل انتخاب کردم که با علایق و استعدادهام سازگاری دارد».

«من از کودکی در کنار اطرافیان- والدین و نزدیکان- در فعالیت‌های فنی و هنری کار می‌کردم و تجربه در این زمینه دارم. به‌همین خاطر دوست داشتم رشته‌ای بخونم که در آن تجربه داشته باشم. جدا از این الان دولت، خانواده و برخی نهادها از کارهای فنی و کاربردی حمایت می‌کنند و حتی برای راه‌اندازی و فعالیت وام خوداشتغالی می‌دهند».

۴-۲. کدگذاری محوری

مفاهیم مشابهی که در کدگذاری باز استخراج شده بودند در مرحله کدگذاری محوری، دسته‌بندی و طبقه‌بندی شدند. براساس نتایج جدول ۱؛ عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان استان ایلام در ۱۹ طبقه دسته‌بندی شدند. این طبقات شامل: «ضعف علمی»، «آینده شغلی رشته»، «علاقه به رشته»، «سودمندی درک‌شده»، «باور به خودکارآمدی»، «هنجارهای ذهنی»، «وقت‌گذرانی»، «سهولت درک‌شده»، «انگیزهٔ پیشرفت»، «شرایط آموزشی»، «داشتن الگوی نقش»، «نگرش نسبت به رشته»، «ارزش اقتصادی درک‌شده»، «دانش و تجربه پیشین»، «اثربخشی درک‌شده رشته»، «مشاوره و هدایت تحصیلی»، «خلاقیت و نوآوری»، «رسانه‌ها» و «حمایت‌های محیطی» هستند. در ادامه، مفاهیم مرتبط با هر طبقه معرفی شدند.

۴-۳. کدگذاری انتخابی

کدگذاری انتخابی عبارت از استنباط یک روایت یا داستان از روابط درونی میان طبقات ایجاد شده است. در واقع، در کدگذاری انتخابی پژوهشگر به‌دنبال بررسی و شناسایی ارتباطات و اثرات متقابل میان طبقات

استخراج شده (حاصل کدگذاری محوری) برای تبیین و پیش‌بینی پدیدهٔ مورد مطالعه است. در این راستا، برای بررسی اثرات متقابل (متقاطع) میان عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های کاردانش و فنی‌وحرفه‌ای توسط دانش‌آموزان از رویکرد تحلیل ساختاری با استفاده از نرم‌افزار میک‌مک بهره گرفته شد. در واقع، هدف از این تحلیل، بررسی اثرات متقابل به‌منظور شناسایی متغیرهای تأثیرگذار و تأثیرپذیر در زمینهٔ انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان استان ایلام است. با توجه به تعداد متغیرها، ماتریس این تحلیل در ابعاد ۲۰×۲۰ تهیه و وارد نرم‌افزار میک‌مک شد.

جدول ۲. تحلیل اولیه ماتریس داده‌ها

ابعاد ماتریس	تعداد تکرار	بدون تأثیر (تعداد صفر)	تأثیر ضعیف (یک)	تأثیرگذاری متوسط (دو)	تأثیرگذاری قوی (سه)	تأثیرگذاری بالقوه (پی)	جمع	درجه پرشدگی
۲۰	۲	۲۵۸	۹۷	۳۱	۱۴	۰	۱۴۲	٪۳۵/۵۰

نتایج ارائه شده در جدول ۲؛ نشان می‌دهد که تعداد چرخش‌ها (تکرارها) در این تحلیل دو و درجه پرشدگی ماتریس داده‌ها برابر با ۳۵/۵ درصد است که ضریب نسبتاً خوبی را نشان می‌دهد؛ چرا که نشان‌دهنده این است که درصد قابل قبولی از موارد بر یکدیگر تأثیر گذاشته‌اند و عوامل شناسایی شده پراکندگی و برهم‌کنش‌های (کنش و واکنش‌های) خوبی با هم دارند. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۲؛ از بین ۱۴۲ رابطه شناسایی شده در ماتریس تحلیل اثرات متقابل، ۹۷ رابطه برابر یک (تأثیر کم)، ۳۱ رابطه برابر با دو (تأثیر متوسط) و ۱۴ رابطه برابر با سه (تأثیر قوی) بود. افزون بر این، تعداد ۲۵۸ مورد بدون تأثیر (رابطه برابر صفر) و صفر مورد تأثیرگذاری بالقوه در ماتریس داده‌ها مشاهده شد.

نتایج پایداری ماتریس تحلیل اثرات عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان استان ایلام در جدول ۳، ارائه شده است.

جدول ۳. پایداری ماتریس تحلیل اثرات

تکرارها (چرخش)	تأثیرگذاری	تأثیرپذیری
۱	٪۸۹	٪۱۰۰
۲	٪۱۰۰	٪۱۰۰

با توجه به نتایج جدول ۳؛ مشخص می‌شود که ماتریس داده‌ها پس از دو بار چرخش (تکرار)، از مطلوبیت و بهینه‌شدگی ۱۰۰ درصدی برخوردار شده است. این نتیجه حاکی از روایی مناسب پرسشنامه و پاسخ‌های آن است.

نظر به این‌که در ماتریس داده‌ها میزان اثرگذاری بالقوه متغیرها بر یکدیگر برابر صفر بود؛ بنابراین، در تحلیل میک‌مک پژوهش حاضر متغیرها فقط دو نوع تأثیرات (اثرگذاری و اثرپذیری) مستقیم و غیرمستقیم دارند (جدول ۴).

جدول ۴. جمع ردیف و ستون‌های ماتریس اثرات مستقیم و غیرمستقیم

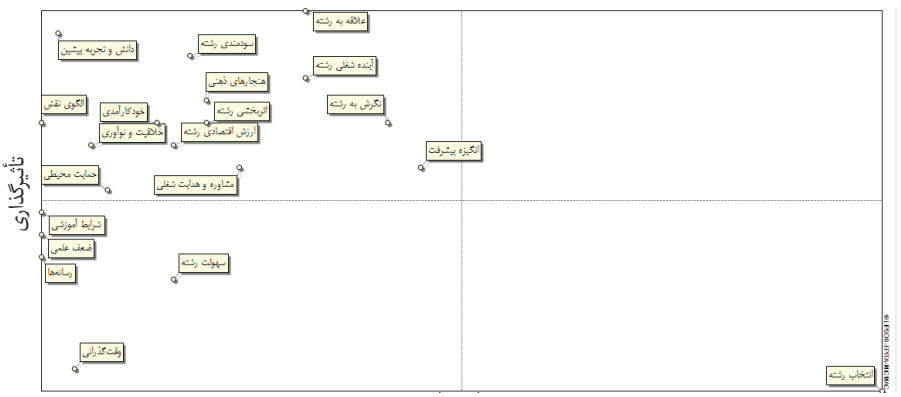
ردیف	متغیرها	تعداد کل سطرها		تعداد کل ستون‌ها	
		اثرگذاری مستقیم	اثرگذاری غیرمستقیم	اثرپذیری مستقیم	اثرپذیری غیرمستقیم
۱	انتخاب رشته	۰	۰	۵۱	۳۹۲۶
۲	علاقه به رشته	۱۷	۱۴۱۸	۱۶	۱۱۶۵
۳	سودمندی رشته	۱۵	۱۳۳۴	۹	۸۶۱
۴	آینده شغلی رشته	۱۴	۱۲۲۰	۱۶	۱۲۸۷
۵	ضعف علمی	۷	۱۹۲	۰	۰
۶	انگیزه پیشرفت	۱۰	۷۴۰	۲۳	۱۷۷۱
۷	هنجارهای ذهنی	۱۳	۱۰۳۱	۱۰	۷۵۳
۸	مشاوره و هدایت تحصیلی	۱۰	۹۴	۱۲	۱۱۹۲
۹	دانش و تجربه پیشین	۱۶	۱۲۵۷	۱	۰
۱۰	ارزش اقتصادی رشته	۱۱	۹۴۳	۸	۸۱۵
۱۱	نگرش به رشته	۱۲	۹۴۰	۲۱	۱۶۱۶
۱۲	سهولت رشته	۵	۲۸۹	۸	۶۲۱
۱۳	اثربخشی رشته	۱۲	۱۰۴۶	۱۰	۹۶۴
۱۴	الگوی نقش	۱۲	۱۰۷۵	۰	۰
۱۵	حمایت محیطی	۹	۶۷۱	۴	۲۲۲
۱۶	خلاقیت و نوآوری	۱۱	۱۰۶۹	۳	۳۱۸
۱۷	شرایط آموزشی	۸	۶۳۷	۰	۰
۱۸	خودکارآمدی	۱۲	۹۴۱	۷	۵۱۵
۱۹	رسانه‌ها	۶	۴۲۹	۰	۰
۲۰	وقت‌گذرانی	۱	۰	۲	۰
	کل	۲۰۱	۲۰۱	۲۰۱	۲۰۱

براساس نتایج جدول ۴؛ مشاهده می‌شود که مهمترین متغیرهای تأثیرگذار علاقه به رشته، دانش و تجربهٔ پیشین، سودمندی درک‌شده رشته، آینده شغلی درک‌شده رشته و هنجارهای ذهنی در مورد رشته انتخابی و مهم‌ترین متغیرهای تأثیرپذیر در این سیستم انتخاب رشته، انگیزه پیشرفت، نگرش نسبت به رشته، علاقه به رشته و آینده شغلی درک‌شده رشته در تحلیل داده‌های ماتریس اثرات مستقیم هستند. افزون براین، در تحلیل داده‌های ماتریس اثرات غیرمستقیم نیز مهم‌ترین متغیرهای تأثیرگذار علاقه به رشته، سودمندی درک‌شده رشته، دانش و تجربه پیشین، آینده شغلی درک‌شده رشته و داشتن الگوی نقش و مهم‌ترین متغیرهای تأثیرپذیر انتخاب رشته، انگیزه پیشرفت، نگرش به رشته، آینده شغلی درک‌شده

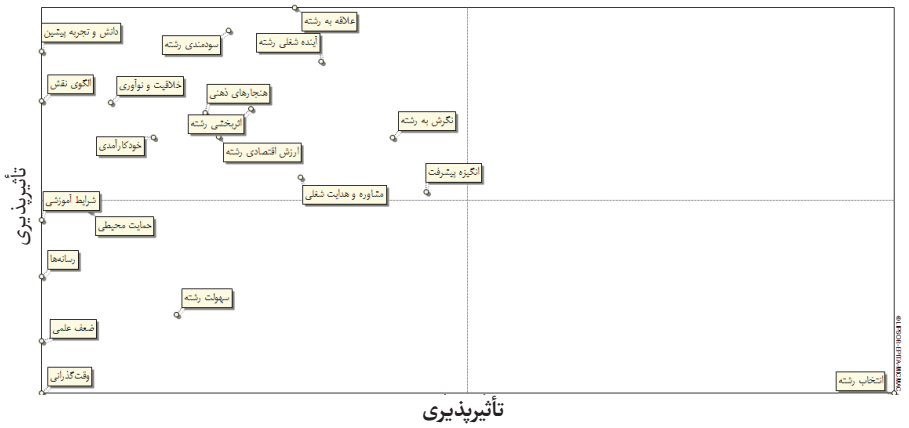
رشته و مشاوره و هدایت تحصیلی در سیستم عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش هستند. در واقع، نتایج تحلیل داده‌های ماتریس اثرات مستقیم و غیرمستقیم در این پژوهش تا حدودی با هم سازگار هستند.

در مرحله بعد، نقشه تأثیرگذاری و تأثیرپذیری عوامل مرتبط با انتخاب رشته و تحرک آن‌ها در صفحات مختصات مربوط به ماتریس داده‌های اثرات مستقیم و غیرمستقیم برای تحلیل کلی سیستم مورد مطالعه و درنهایت، شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان استان ایلام مورد واکاوی قرار گرفته است (شکل‌های ۳ و ۴).

آنچه از وضعیت نقشه پراکندگی متغیرهای مربوط به عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان قابل درک است، نقشه پراکندگی این متغیرها تقریباً دارای سیستم پایداری است؛ چراکه پراکندگی عوامل در نقشه L شکل است. در سیستم پایدار سه نوع متغیر، یعنی متغیرهای بسیار تأثیرگذار بر سیستم (عوامل کلیدی و ریشه‌ای)، متغیرهای مستقل و متغیرهای خروجی سیستم (متغیرهای بسیار تأثیرپذیر و نتیجه) قابل مشاهده است. در سیستم پایدار، موقعیت هر متغیر کاملاً مشخص و نقش آن به‌وضوح قابل مشاهده است. این درحالی است که در سیستم‌های ناپایدار بیشتر متغیرها در اطراف محور قطری صفحه پراکنده‌اند و نقش‌های بینابینی دارند. در کل، براساس نتایج قابل استنباط از شکل‌های ۳ و ۴؛ می‌توان دسته‌بندی مناسبی از عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان استان ایلام به‌صورت زیر ارائه داد.



شکل ۳. نقشه تأثیرگذاری/تأثیرپذیری مستقیم



شکل ۴. نقشه تأثیرگذاری/تأثیرپذیری غیرمستقیم

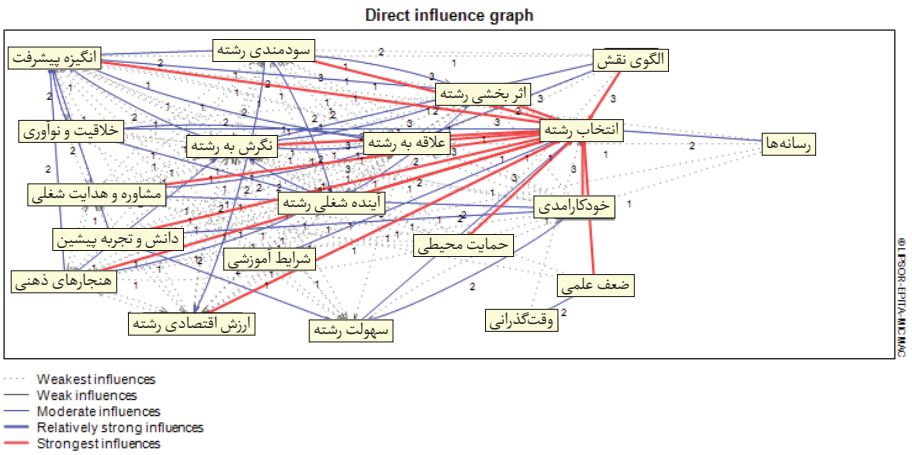
۱) عوامل تأثیرگذار: این عوامل اثرگذاری بالایی بر سیستم انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان دارند؛ اما تأثیرپذیری چندانی از سایر عوامل درون سیستم ندارند. در این دسته عواملی نظیر «علاقه به رشته»، «سودمندی درک‌شده رشته»، «آینده شغلی درک‌شده رشته»، «انگیزه پیشرفت»، «هنجارهای ذهنی»، «مشاوره و هدایت تحصیلی»، «دانش و تجربه پیشین»، «ارزش اقتصادی درک‌شده رشته»، «نگرش نسبت به رشته»، «اثربخشی درک‌شده رشته»، «داشتن الگوی نقش»، «حمایت محیطی»، «خلاقیت و نوآوری» و «باور به خودکارآمدی» قرار گرفته‌اند. این عوامل متغیرهای کلیدی هستند که به‌راحتی قابل کنترل نیستند و تغییر در آن‌ها به‌شدت بر عوامل ناحیه چهار (متغیرهای کاملاً تأثیرپذیر) اثر می‌گذارد. بنابراین، جهت هدایت دانش‌آموزان به انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش در استان ایلام بایستی برنامه‌ها و راهکارهایی با تمرکز بر عوامل این ناحیه طراحی و اجرا کرد؛ چراکه با کار بر روی این عوامل می‌توان انتظار بیشترین تأثیرگذاری بر افزایش نرخ انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش در استان ایلام داشت.

۲) عوامل مستقل: سایر عوامل شناسایی شده مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش، یعنی «ضعف علمی»، «سهولت درک‌شده رشته»، «شرایط آموزشی»، «رسانه‌ها» و «وقت‌گذرانی» از جمله متغیرهای هستند که در ناحیه سه سیستم مورد مطالعه قرار دارند و به‌نوعی متغیرهای مستقل و مستثنا هستند. به‌عبارت دیگر، این پنج متغیر تأثیرگذاری و تأثیرپذیری ناچیزی در سیستم انتخاب رشته دانش‌آموزان استان ایلام دارند. البته نظر به این‌که برخی از این پنج عامل به ناحیه یک سیستم نزدیک هستند؛ بنابراین، نمی‌توان گفت که هیچ نقشی در سیستم مورد مطالعه ندارند و بایستی به آن‌ها در برنامه‌ریزی و هدایت تحصیلی و شغلی دانش‌آموزان استان ایلام توجه کرد.

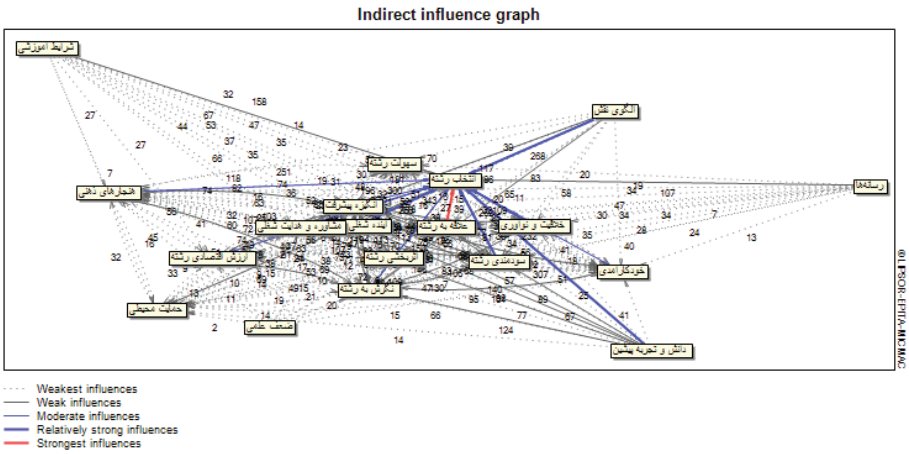
۴) عوامل وابسته: در این سیستم فقط متغیر «انتخاب رشته» در ناحیه عوامل اثرپذیر قرار گرفته است. در این ناحیه، متغیرها وابستگی یا تأثیرپذیری زیاد و تأثیرگذاری کمی بر سیستم موردمطالعه دارند. در

واقع، این متغیر می‌توانند نتیجه برهم‌کنش‌های عوامل ناحیه‌های یک و تا حدودی ناحیه سه در سیستم موردمطالعه باشد. براساس نتایج، متغیر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش به‌شدت وابسته به عوامل ناحیه یک است. از این‌رو، تغییر در هر کدام از متغیرهای ناحیه یک سیستم مورد مطالعه اثرات مستقیمی بر روی انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان استان ایلام خواهد داشت. برای مثال، با فراهم کردن شرایط کسب دانش و تجربه توسط دانش‌آموزان دوره اول متوسط در خصوص مشاغل و حرفه‌های مختلف می‌توان انتظار داشت که دانش‌آموزان بیشتر به‌سمت انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش گرایش پیدا کنند.

در ادامه، نمودار متناظر با نتایج تحلیل ماتریس داده‌ها در خصوص تأثیرگذاری مستقیم و غیرمستقیم هر عامل بر سایر عوامل شناسایی شده در سیستم انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط «پیکان‌ها» و اهمیت و میزان تأثیرگذاری اثرات متقابل به‌صورت «عددی» در بالای پیکان‌ها نمایش داده شده است (شکل ۵ و ۶). نتایج این نمودارها، نشان می‌دهد که متغیرهای «علاقه به رشته»، «سودمندی درک‌شده رشته»، «آینده شغلی درک‌شده رشته»، «انگیزه پیشرفت»، «هنجارهای ذهنی»، «مشاوره و هدایت تحصیلی»، «دانش و تجربه پیشین»، «ارزش اقتصادی درک‌شده رشته»، «نگرش نسبت به رشته»، «اثربخشی درک‌شده رشته»، «داشتن الگوی نقش»، «حمایت محیطی» و «باور به خودکارآمدی» بیشترین (خیلی قوی) تأثیرگذاری مستقیم و متغیر «علاقه به رشته» بیشترین تأثیرگذاری غیرمستقیم بر سیستم انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان در استان ایلام دارد؛ بنابراین، برای هدایت دانش‌آموزان به‌سمت انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش در استان ایلام بایستی بر این عوامل تمرکز کرد و با ارائه راهبردها و راهکارهای مؤثر در جهت ترغیب و هدایت تحصیلی و شغلی مناسب دانش‌آموزان اقدام کرد.



شکل ۵. نمودار تأثیرگذاری مستقیم متغیرها



شکل ۶. نمودار تأثیرگذاری غیرمسقیم متغیرها

۵. بحث

یکی از عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان ضعف علمی آن‌ها بود؛ در واقع، در سیستم آموزشی ایران دانش‌آموزانی که از سطح علمی بالایی برخوردارند، توسط نزدیکان و مشاوران مدرس به‌سمت رشته‌های پرطرفدار در جامعه نظیر علوم تجربی و ریاضی‌وفیزیک هدایت می‌شوند و دانش‌آموزانی که تراز علمی پایینی دارند، در مباحث نظری تنبل و ضعیف هستند، حق انتخاب رشته‌های نظری در سیستم آموزشی کشور ندارند، رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش را انتخاب می‌کنند. این یافته با نتایج مطالعه باقری‌فر و صالحی (Bagherifar & Salehi, 2016) همخوانی دارد. باقری‌فر و صالحی (Bagherifar & Salehi, 2016) عدم جذب دانش‌آموز مستعد و انتخاب رشته توسط دانش‌آموزان با نمرات و معدل پایین را از چالش‌های عمده در روند مهارت‌آموزی و پرورش هنرجویان کارآفرین در هنرستان‌ها عنوان کرده‌اند. نظری و همکاران (Nazari et al., 2009) نیز توانایی علمی را یکی از عامل‌های مؤثر بر انتخاب رشته دختران و پسران عنوان کرده‌اند. آینده شغلی درک‌شده رشته نیز یکی دیگر از عوامل مهم تأثیرگذار بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان بود. نظر به این‌که دانش‌آموزان در تصمیم‌گیری و انتخاب رشتهٔ تحصیلی خود به آینده شغلی و کاری آن رشته توجه می‌کنند؛ بنابراین، پر واضح است که برخی دانش‌آموزان به‌دلیل وجود بازارکار مناسب و زیاد، آینده شغلی مناسب و تضمینی، قابلیت فراوان برای استخدام و کار کردن در شرکت‌ها و سازمان‌های مختلف و دست‌یابی آسان‌تر و سریع‌تر به شغل و بازارکار در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش، این رشته‌ها را برای ادامه تحصیل انتخاب کنند. این یافته با نتایج مطالعات (Abe & Chikoko, 2020; Nazari et al., 2009; Pirzahi & Behravan, 2014; Talebzadeh Nobarian et al., 2005) هم‌راستا است. طالب‌زاده نوبریان و همکاران (Nobarian et al., 2005)

نیز نشان دادند یکی از عوامل موثر در گرایش فراگیران بزرگ‌سال غیرشاغل به آموزش‌های کاردانش دست‌یابی آسان‌تر به شغل می‌باشد. نصیری میانایی و همکاران (Nasiri Mianaei et al., 2019) نیز نشان دادند بازار کار مهمترین عامل مؤثر بر انتخاب رشته دانش‌آموزان فنی‌وحرفه‌ای از دیدگاه خود آنان است.

یکی از متغیرهای مهم که توسط اکثر پاسخگویان به‌عنوان دلیل اصلی انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای بیان شد، علاقه به رشته تحصیلی بود؛ به‌گونه‌ای که اکثر پاسخگویان به‌دلیل علاقه‌مندی و دوست داشتن کارهای عملی، کارگاهی، فنی و هنری رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش را در هنرستان‌ها برای ادامه تحصیل انتخاب کرده بودند. این نتیجه با نتایج مطالعات (Talezari, 2016; Bakhtiari Doost, 2020) هم‌راستا است که بر نقش علاقه در انتخاب رشته تأکید کرده‌اند. همچنین، این نتایج با یافته‌های باقری‌فر و صالحی (Bagherifar & Salehi, 2016) مغایرت دارد؛ زیرا عدم علاقه به رشته و عدم انگیزه برای ادامه کار را در دانش‌آموزان هنرستان نشان داده‌اند. این عامل نشان می‌دهد که دانش‌آموزان بایستی در مورد رشته‌های مختلف تحصیلی دانش و آگاهی داشته باشند تا بتوانند با آگاهی و علاقه رشته تحصیلی خود را انتخاب کنند(Ahmed et al., 2017; Kaleva et al., 2019). این عامل، نقش مشاوران و مربیان هدایت تحصیلی و شغلی برای ایجاد علاقه در دانش‌آموزان برای انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش را آشکار می‌کند.

سودمندی و سهولت درک‌شده نیز از عوامل اصلی تأثیرگذار بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان بودند؛ به‌گونه‌ای که دانش‌آموزان با انگیزه سودمندی و سهولت کسب مدرک اقدام به انتخاب رشته تحصیلی می‌کنند. این یافته‌ها در راستای مدل پذیرش فناوری (Davis, 1989) است. براساس این مدل اگر فرد به این باور برسد که انتخاب یک رشته تحصیلی منجر به افزایش بهره‌وری و بهبود کار او می‌شود و تحصیل در آن رشته ساده و بی‌دردسر است، گرایش بیشتری برای انتخاب آن رشته پیدا خواهد کرد. از این‌رو، نظر به این‌که دانش‌آموزان از یک‌طرف رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش را به‌دلیل پوشش دادن انواع حرفه‌ها و مشاغل، رشته‌ها و گرایش‌های متنوع و مناسب، متناسب بودن رشته با علم و فناوری‌های دنیا، امکان راحت‌تر کسب صلاحیت‌های شغلی موردنیاز زندگی و جامعه، به‌روز و جدید بودن، کمک به رشد و شکوفایی استعدادها، ایجاد بستری برای نشان دادن استعدادها، قابلیت‌ها و توانایی‌ها و کاربرد فراوان دروس رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش در جامعه سودمند می‌دانند؛ و از طرف دیگر، براساس دیدگاه آن‌ها درس خواندن، نمره گرفتن و ادامه تحصیل در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش آسان است؛ بنابراین، در جهت انتخاب این رشته‌ها اقدام خواهند کرد. طالب‌زاده نوبریان و همکاران (Talebzadeh Nobarian et al., 2005) نیز نشان دادند سهولت کسب دیپلم و سهولت ادامه تحصیل از علل گرایش فراگیران بزرگ‌سال غیرشاغل به آموزش‌های کاردانش است.

براساس نظریه رفتار برنامه‌ریزی شده آجزن (Ajzen, 1991) باور به خودکارآمدی، نگرش نسبت به رشته و هنجارهای ذهنی از عوامل اصلی بروز قصد و رفتار به‌شمار می‌روند. هم‌راستا با این نظریه در مطالعه حاضر نیز مشخص شد که چنانچه دانش‌آموزان به توانایی‌ها و استعدادهای خود در زمینه یک

رشتهٔ تحصیلی باور داشته باشند؛ احساسات و عواطف آنان در زمینه یک رشته خوب و مثبت باشد؛ و از دیدگاه آن‌ها، افراد جامعه (نزدیکان و دوستان، آشنایان و ...) از آن رشتهٔ تحصیلی حمایت کنند، در جهت انتخاب آن برای ادامه تحصیل اقدام خواهند کرد. براین اساس، نظر به این‌که دانش‌آموزان خود را در زمینهٔ رشته‌های تحصیلی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش کارآمد می‌دانند؛ نگرش و دیدگاه خوبی در زمینه رشته‌های عملی، کاربردی و کارگاهی دارند؛ و هنجارهای ذهنی آن‌ها در زمینه این رشته‌ها مثبت است؛ بنابراین، برای ادامه تحصیل خود رشته‌های موجود در هنرستان‌ها را انتخاب کرده‌اند. این یافته با نتایج مطالعات (Aun & Chee, 2020; Wardaya et al., 2021) در تأثیر نگرش بر انتخاب رشته و شغل مطابقت دارد. انگیزه پیشرفت یکی از دلایل انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان بود؛ به‌گونه‌ای که دانش‌آموزان به‌دلیل امیدواری نسبت به آینده شغلی رشته تحصیلی، امید به موفقیت بیشتر در رشته‌های فنی و کاربردی و ترس از شکست در رشته‌های تحصیلی شاخه نظری نسبت به انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای در هنرستان‌ها اقدام کرده بودند. این یافته با نتایج مطالعات (Sojow et al., 2018; Koyuncuoghu, 2021) هم‌راستا است. نتایج پژوهش نصیری میانایی و همکاران (Nasiri Mianaei et al., 2019) نیز نشان داد از دیدگاه دانش‌آموزان ترس از شکست تحصیلی در اولویت آخر عوامل مؤثر بر انتخاب رشته دانش‌آموزان فنی‌وحرفه‌ای قرار دارد؛ بنابراین، می‌توان با ایجاد انگیزه و امیدواری در دانش‌آموزان آن‌ها را به‌سمت انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش ترغیب کرد.

با توجه به این‌که دانش‌آموزان محیط و شرایط درسی و آموزشی رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش را مناسب تصور می‌کردند؛ و معتقد بودند که در این رشته‌ها بستر گسترش تبادلات علمی و عملی با بازارکار و جامعه فراهم است و همچنین، مکان، فضا، امکانات و تجهیزات هنرستان‌ها باب میل آن‌ها است، در جهت انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش اقدام کرده بودند. در واقع، می‌توان گفت که دیدگاه و ادراکات دانش‌آموزان از شرایط آموزشی می‌تواند بر تصمیم‌گیری و رفتار آن‌ها برای انتخاب رشتهٔ تحصیلی تأثیر بگذارد. این یافته با نتایج (Asghari & Hashemi, 2020; Bagherifar & Salehi, 2016) مغایرت دارد. نتایج مطالعات آنان نشان داد یکی از آسیب‌های گسترش شاخه‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش و از چالش‌های عمده در روند مهارت‌آموزی و پرورش هنرجویان کارآفرین در هنرستان‌ها، امکانات و تجهیزات ناکافی و عدم تطابق آن با فناوری و دانش روز است.

براساس نتایج پژوهش مشخص شد که داشتن الگوی نقش تأثیر قابل‌توجهی بر انتخاب رشته‌های تحصیلی فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان دارد. نتایج مطالعات مختلفی (Henry et al., 2024; Porter & Serra, 2020) نیز این یافته را تأیید می‌کنند. برای مثال، پورتر و سررا (Porter & Serra, 2020) در مطالعه‌ای نشان دادند که معرفی و حضور زنان موفق و جذاب در رشته اقتصاد در کلاس‌های مقدماتی دانشجویان دختر، بر انتخاب رشته اقتصاد توسط آنان تأثیر قابل‌توجهی داشته است؛ به‌گونه‌ای که این مداخله باعث شده انتخاب رشته اقتصاد حدود ۵۰ درصد در بین دختران افزایش یابد. در واقع، این عامل

کم هزینه، تأثیر مثبت قابل‌توجهی بر ترغیب دانش‌آموزان به انتخاب رشته‌های کاربردی دارد؛ به‌گونه‌ای که داشتن الگوی نقش- به‌خصوص در رشته‌هایی که تعداد زیادی الگوی نقش وجود دارد- می‌تواند بر انتخاب رشته تحصیلی دانش‌آموزان تأثیر بگذارد. این مداخله می‌تواند به دانش‌آموزان کمک کند تا ببینند افراد موفق در رشته‌های مختلف چگونه به موفقیت دست یافته‌اند و این امکان را برای آن‌ها فراهم می‌کند که آینده شغلی خود را در زمینه آن رشته تجسم کنند.

یافته‌های پژوهش نشان داد که ارزش اقتصادی درک‌شده رشته می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان داشته باشد. پر واضح است که اگر دانش‌آموزان هزینه تحصیل در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش را کمتر از رشته‌های نظری تصور کنند و همچنین، این رشته‌ها را از نظر کسب سود و دستیابی به مشاغل پردرآمد مناسب‌تر درک کنند، گرایش مثبتی نسبت به انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش پیدا می‌کنند. یافته‌های مطالعات (Ashouri et al., 2023; Ahmadi et al., 2022; Niyaazi & Soleymaannejaad, 2021) نیز هم‌راستا با نتایج پژوهش حاضر، تأثیر ارزش‌ها و جایگاه اقتصادی و مالی بر انتخاب رشته تحصیلی تأیید کردند. براساس نتایج پژوهش نیز مشخص شد که دانش و تجربه پیشین دانش‌آموزان می‌تواند بر انتخاب رشته تحصیلی آنان تأثیر بگذارد. یافته‌های مطالعات زرگاران و خوزانی (Zargaran Khouzani, 2022) این نتیجه را تأیید می‌کنند. نظر به این‌که دانش و تجربه پیشین می‌تواند سبب افزایش دانش و آگاهی دانش‌آموزان در مورد رشته‌های مختلف، شناخت استعدادها و علایق خود در زمینه‌های مختلف و آمادگی برای پذیرش ریسک و مقابله با چالش‌ها شود، در نتیجه دانش‌آموزان می‌توانند تصمیم‌گیری آگاهانه‌تری برای انتخاب رشته‌های تحصیلی بگیرند. از این‌رو، پرواضح است که داشتن دانش و تجربه در خصوص کارهای عملی و فنی بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان تأثیر مثبت داشته باشد.

براساس نظریه انگیزه حفاظت راجرز (Rogers, 1995) اگر افراد یک فعالیت و اقدام را کارآمد یا اثربخش درک کنند، احتمال انجام آن رفتار و اقدام در آن‌ها افزایش می‌یابد. در این راستا، دانش‌آموزانی که به‌دلایل «امکان ایجاد کسب‌وکار و کارآفرینی، فراهم بودن بستر خویش‌فرمایی و زمینه‌های مناسب برای آزادی، قطع وابستگی مالی و پولی به خانواده و والدین، تبدیل شدن به رئیس خود در کار و فراهم بودن شرایط اشتغال‌آفرینی و کمک به افراد دیگر در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش»، تحصیل در رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش را کارآمد و اثربخش تصور کنند، احتمال انتخاب این رشته‌ها توسط آنان افزایش می‌یابد. یافته‌های مطالعهٔ نظری و همکاران (Nazari et al., 2009) این نتیجه را تأیید می‌کنند. یافته‌های پژوهش مشخص کرد که مشاوره و هدایت تحصیلی یکی از متغیرهای مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان است. مطالعات پیشین (Theresa, 2015; Talezari, 2016) این یافته را تأیید می‌کنند. مشاوره و هدایت تحصیلی می‌تواند احتمال توجه دانش‌آموزان- به‌ویژه دانش‌آموزانی که سطح اطلاعات اولیه کمتری دارند- به برنامه‌ها و رشته‌های تحصیلی کمتر شناخته شده و غیرمتعارف

را افزایش دهد (Piepenburg & Fervers, 2022). همچنین، برنامه‌های مشاوره و هدایت تحصیلی تمایل دانش‌آموزان به انتخاب رشته‌هایی که آینده شغلی و بازار کار مناسبی در آینده داشته باشند، را افزایش می‌دهد (Milsom & Coughlin, 2015). از این‌رو، پرواضح است دانش‌آموزانی که تحت تأثیر برنامه‌های مشاوره و هدایت تحصیلی در خصوص رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش قرار گیرند، احتمال انتخاب این رشته‌ها توسط آنان افزایش یابد.

براساس نتایج مشخص شد که دانش‌آموزانی که به طراحی و ایجاد کالا و خدمات جدید، ایده‌پردازی و اختراع وسایل کاربردی، فعالیت در زمینه ایده‌ها و فناوری‌های نوین، انجام کارهای خلاقانه و نوآورانه در جامعه تمایل دارند، رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش را انتخاب می‌کنند. در واقع، می‌توان گفت که گرایش به سمت خلاقیت و نوآوری سبب می‌شود که دانش‌آموزان انتخاب رشته‌های فنی و کاربری را بر رشته‌های نظری ترجیح دهند. در این راستا، نتایج مطالعات کورک‌مز (Korkmaz, 2015) و واقفی نظری و همکاران (Vaghefi Nazari et al., 2015) نیز نشان می‌دهد که ویژگی‌های شخصیتی و روان‌شناختی کارآفرینانه افراد در انتخاب رشته‌ها و فعالیت‌های شغلی آنان تأثیرگذار است. یافته‌های پژوهش بیانگر این بود که رسانه‌ها می‌توانند نقش قابل‌توجهی بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان داشته باشند. دلیل این امر آن است که افراد به تبلیغات و برنامه‌های رسانه‌ها- نظیر رادیو و تلویزیون- بها می‌دهند و چنانچه این رسانه‌ها از رشته تحصیلی خاص حمایت کنند، آن رشته تحصیلی را انتخاب خواهند کرد. در این راستا، دانش‌آموزان معتقد بودند که به‌دلیل «تبلیغات رسانه‌ها و وسایل ارتباط جمعی در خصوص رشته‌های کاربردی، کسب اطلاعات از رسانه‌ها و فضای مجازی برای انتخاب رشته و برنامه‌های تلویزیونی و رادیویی در زمینه ایده‌پردازی و خلاقیت»، رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش را برای ادامه تحصیل انتخاب کرده‌اند. این یافته در راستای نتایج مطالعه بختیاری دوست (Bakhtiari Doost, 2020) است. با این‌حال، در بعضی مطالعات تأثیر منفی تبلیغات و رسانه‌های جمعی در زمینه پذیرش یک رشته تحصیلی و شغلی و عدم تبلیغ مناسب اهمیت مهارت‌آموزی و کار تولیدی (Bagherifar & Salehi, 2016) نیز حاصل شده است. بر این اساس، باید از رسانه‌ها در جهت ارائه اطلاعات دقیق و شفاف در مورد آینده شغلی و نیازهای بازار کار رشته‌های مختلف و کمک به دانش‌آموزان در انتخاب رشته تحصیلی به‌طور مؤثری استفاده کرد.

براساس نتایج پژوهش مشخص شد که حمایت‌های محیطی درک‌شده تأثیر مثبتی بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان دارند. نظر به این‌که حمایت محیطی درک‌شده به تصور دانش‌آموزان از مثبت بودن شرایط اجتماعی، فرهنگی و اقتصادی جامعه در زمینهٔ انتخاب رشته تحصیلی خاصی اشاره دارد؛ و بر طبق نظریهٔ یادگیری اجتماعی، عوامل محیطی تأثیر قابل‌توجهی بر فرآیندهای یادگیری و شناختی دارند (Bandura, 1977)؛ و همچنین، براساس نظریه اقتصاد نهادی، عوامل زمینه‌ای- محیطی می‌توانند نقش مهمی در شکل‌گیری نگرش و رفتار اقتصادی افراد داشته باشند (North, 1990, 2005). لذا این حمایت از طرف خانواده، دوستان و نزدیکان و نهادهای سیاستی و آموزشی می‌توانند

نقش مهمی در انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان داشته باشند. نتایج مطالعات (Mtemeri, 2017; Aeb & Chikoki, 2020; Talezari, 2016; Enayato Novinfar et al., 2023; Ashouri et al., 2023) نیز تأثیر حمایت‌های محیطی بر انتخاب رشته را تأیید می‌کنند. در نهایت، نتایج پژوهش نشان داد که متغیرهای «علاقه به رشته»، «سودمندی درک‌شده رشته»، «آینده شغلی درک‌شده رشته»، «انگیزه پیشرفت»، «هنجارهای ذهنی»، «مشاوره و هدایت تحصیلی»، «دانش و تجربه پیشین»، «ارزش اقتصادی درک‌شده رشته»، «نگرش نسبت به رشته»، «اثربخشی درک‌شده رشته»، «داشتن الگوی نقش»، «حمایت محیطی» و «باور به خودکارآمدی» بیشترین (خیلی قوی) تأثیرگذاری مستقیم و متغیر «علاقه به رشته» بیشترین تأثیرگذاری غیرمستقیم بر سیستم انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان در استان ایلام دارد؛ بنابراین، برای هدایت دانش‌آموزان به‌سمت انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش در استان ایلام بایستی بر این عوامل تمرکز کرد و با ارائه راهبردها و راهکارهای مؤثر در جهت ترغیب و هدایت تحصیلی و شغلی مناسب دانش‌آموزان اقدام کرد.

۶. نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش نشان داد که عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان استان ایلام در ۱۹ طبقه قابل دسته‌بندی هستند. این طبقات عبارت از: «ضعف علمی»، «درک از آینده شغلی رشته»، «علاقه به رشته»، «درک از سودمندی رشته»، «خودکارآمدی»، «هنجارهای ذهنی»، «وقت‌گذرانی»، «درک از سهولت رشته»، «انگیزه پیشرفت»، «شرایط آموزشی»، «وجود الگوی نقش»، «نگرش نسبت به رشته»، «درک از ارزش اقتصادی رشته»، «دانش و تجربه پیشین»، «درک از اثربخشی»، «مشاوره و هدایت تحصیلی»، «خلاقیت و نوآوری»، «تأثیر رسانه‌ها» و «درک از حمایت‌های محیطی» بودند. با توجه به اینکه در این پژوهش، دیدگاه دانش‌آموزان مقاطع پایه‌تر (پیش از انتخاب رشته) و همچنین دانش‌آموزان شاخه‌های نظری بررسی نشده است؛ بنابراین، تعمیم و به‌کارگیری نتایج این تحقیق بایستی با احتیاط صورت گیرد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده، برای افزایش قابلیت تعمیم و کاربردی‌تر شدن نتایج، دیدگاه این گروه‌ها نیز مورد مطالعه قرار گیرد. با این حال، پژوهش حاضر از دستاوردهای نظری و کاربردی ارزشمندی برخوردار است.

در بحث دستاوردهای نظری این پژوهش در جهت غنی کردن ادبیات هدایت تحصیلی دانش‌آموزان اقدام کرده است؛ به‌گونه‌ای که عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان استان ایلام در مطالعه حاضر بررسی و شناسایی شدند که ضمن پر کردن شکاف مطالعاتی در این زمینه، می‌تواند به‌عنوان چارچوبی برای مطالعات آتی استفاده گردد. افزون براین، در این پژوهش روش‌شناسی نظریه داده‌بنیان (گراندد تئوری) با تحلیل ساختاری میک‌مک تلفیق شد که می‌تواند به‌عنوان یک رویکرد پژوهشی جدید در تحقیقات آینده مورد استفاده قرار گیرد.

در بحث دستاوردهای کاربردی، این پژوهش با شناسایی عوامل مؤثر بر انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش توسط دانش‌آموزان استان ایلام و راهکارهایی بهینه برای هدایت تحصیلی آن‌ها می‌تواند به سیاست‌گذاران دولتی و آموزشی در جهت هدایت تحصیلی دانش‌آموزان- به‌ویژه دانش‌آموزان با استعداد و زرنگ- به‌سمت انتخاب رشته‌های کاربردی و فنی کمک کند. در این راستا، با توجه به نتایج پژوهش، راهکارهای اجرایی و کاربردی زیر جهت هدایت تحصیلی دانش‌آموزان به‌سمت انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش به سیاست‌گذاران دولتی و آموزشی استان ایلام توصیه می‌گردد:

- اجرای برنامه‌های آمایش و نیازسنجی آموزشی برای ایجاد رشته‌های جدید و حذف رشته‌های غیرکاربردی در هنرستان‌ها متناسب با ظرفیت‌های جامعه و بازار کار محلی و استانی؛
- تدوین و اجرای برنامه‌های متنوع در رسانه‌های جمعی - نظیر تلویزیون و رادیو- برای ارتقای آگاهی جامعه نسبت به رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش؛
- بازنگری و اصلاح سرفصل‌ها، مطالب و محتوای درسی رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش متناسب با نیازهای بازارکار جامعه؛
- تقاضامحور کردن پذیرش هنرجو در رشته‌های تحصیلی مختلف شاخه‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش؛
- حضور مشاوران و مربیان باتجربه، نخبه، متخصص و با تحصیلات مرتبط در مدارس دورهٔ اول متوسطه؛
- بازنگری و اصلاح آیین‌نامه‌ها و تسهیل فرآیند ادامه تحصیل هنرجویان در رشته‌های متنوع و مختلف نظام آموزش عالی کشور؛
- ارائه برنامه‌های آموزشی و ترویجی از طریق رسانه‌های گروهی به‌منظور ترغیب بیشتر دانش‌آموزان به انتخاب رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش؛
- استفاده از ظرفیت جلسات انجمن و اولیا با حضور مشاوران و روانشناسان به‌منظور تغییر دیدگاه، نگرش و باورهای سنتی خانواده‌ها نسبت به رشته‌های تحصیلی و مسیرهای شغلی آینده فرزندان؛
- افزایش تسهیلات مالی و اعتباری برای بهبود فضا و امکانات و کیفیت آموزش‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش در هنرستان‌ها؛
- دعوت از صاحبان مشاغل فنی (تکنیسین و مهندسین) در هفته معرفی مشاغل و حرفه‌ها در مدارس؛
- تلاش برای ایجاد و اختصاص ردیف بودجه‌ای خاص به‌منظور توسعه و بهبود آموزش‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش در هنرستان‌ها؛
- تهیه کاتالوگ‌ها و بروشورهای مشاوره تحصیلی توسط مشاوران و مربیان هدایت تحصیلی و شغلی در مدارس؛
- ارتقای سطح نگرش، دانش و مهارت حرفه‌ای مشاوران و مربیان هدایت و برنامه‌ریزی تحصیلی و شغلی در مدارس نسبت به رشته‌های فنی‌وحرفه‌ای و کاردانش؛
- الزامی نمودن درس هدایت و برنامه‌ریزی تحصیلی و شغلی برای دانش‌آموزان مدارس متوسطه اول.

References

- Abbaszadeh, S., Shahi, S., & Mehralizadeh, Y. (2019). Consistency of technical institutes and vocational training with the needs of small industries of ahvaz. *Journal of Educational Planning Studies*, *7*(14), 48-70. doi: 10.22080/eps.1970.2125 [in Persian].
- Abe, E.N., Chikoko, V. (2020). Exploring the factors that influence the career decision of STEM students at a university in south africa. *IJ STEM Ed* 7, 60. https://doi.org/10.1186/s40594-020-00256-x.
- Ahmadi, M., Shirdel, M.L., and Heidari, M.G. (2022). Factors affecting students' motivations for choosing technical associate degree as a career in faculty of shahid yazdanpanah of sanandaj: a cross-sectional study. *Karafan Journal*, *19*(Special Issue), 279-295. doi: 10.48301/kssa.2021.129159 [in Persian].
- Ahmed, Kazi Afaq., Sharif, Nimra., & Ahmad, Nawaz. (2017). Factors influencing students' career choices: empirical evidence from business students. *Journal of Southeast Asian Research*, Vol. 2017 (2017), Article ID 718849, DOI: 10.5171/2017.718849.
- Ajzen, Icek. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Alimondegari, M., Razeghi Nasrabad, H.B., & Bakhtiari, A. (2021). Identification of job preferences of youth and the related factors in isfahan city. *Strategic Research on Social Problems*, *10*(2), 99-128. doi: 10.22108/srspi.2021.127402.1679 [in Persian].
- Ashouri, M., Mohebbi, M., Fathiazar, E., & Adib, Y. (2023). Exploring the experiences of ninth grade students from the major selection process. *Educational and Scholastic studies*, 11(4), 523-495 [in Persian].
- Asghari, M., & Hashemi, T. (2020). Pathology of the development of technical and vocational branches in tabriz. *Technology of Education Journal (TEJ)*, *15*(1), 165-180. doi: 10.22061/jte.2019.5071.2164 [in Persian].
- Atashsiro, G., Hassani, M., & Mosavi, M. N. (2015). Organizing and assessment of Technical & Vocational majors in orumieh. *Educational Management Innovations*, 10(3), 73-88 [in Persian].
- Aun, N. B., & Chee, F. A. (2020). Application of planned behavior theory on post-study career intention: the influence of internship experience in malaysia. *International Journal of Academic Research in Progressive Education & Development*, 10(6), 363-379.
- Bagherifar, A.A., & Salehi, K. (2016). Challenges of skill training and education of entrepreneurial students in technical and vocational high schools: a phenomenological study. *JST*, 4 (15) :7-40. URL: http://faslnameh.irantvto.ir/article-1-173-fa.html [in Persian].
- Bakhtiari Doost, M. (2020). Factors influencing students' motivation to enter technical fields in conservatorie. *International Conference on Interdisciplinary Studies in Management and Engineering* [in Persian].
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*, 84(2): 191-215.
- Dadar, N. (2016). How is the academic guidance of students carried out?. *Growth of Technical and Vocational Education and vocational training*, 12(1), 22-27 [in Persian].
- Davis, F.D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Enayati Novinfar, A., Durrani, K., and Karamdoost, N. A. (2023). Comparative evaluation of effective factors in students major selection at educational sciences and engineering colleges in university of tehran. *Journal of Research and Planning in Higher Education*, *18*(4), 145-167 [in Persian].
- Fuller, C., and MacFadyen, T. (2012) What with your grades?: Students motivation for and experience of vocational courses in further education. *Journal of Vocational Education and Training*, 64 (1), 87-101. ISSN 1747-5090 doi: https://doi.org/10.1080/13636820.2011.622447.
- Godet, A. J., Meunier, M. F. & Roubelat, F. (2003). Structural analysis with the MICMAC method & actors' strategy with MACTOR method. *Futures Research Methodology*, 2 (3), 124-153.
- Güngör, Gündüz. (2020). Problems and solution suggestions encountered in vocational skill training in vocational

high schools: teachers' views. *European Journal of Education Studies*, 7(4), 233- 253.

- Hassani, M., Asadi, R., Sameri, M., & Akbari, T. (2015). Structural modeling of the effect of educational aspiration on educational in equality of male and female students in pre-university cycle. *Journal of School Psychology*, *3*(4), 37-50 [in Persian].
- Henry, M., Meago, R., & Mourifie, I. (2024). Role models and revealed gender-specific costs of STEM in an extended Roy model of major choice. *Journal of Econometrics*, 238 (2), 105571. https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2023.105571.
- Janetius, S.T. (2013). Choice of field of study in higher education and career choice: the need for school-based career development program. *Management Wisdom*, 2(1). https://www.researchgate.net/publication/313025104_Choice_of_Field_of_study_in_Higher_Education_and_Career_Choice_the_need_for_School-based_Career_Development_Program.
- Kaleva, S., Pursiainen, J., & Hakola, M. (2019). Students' reasons for STEM choices and the relationship of mathematics choice to university admission. *IJ STEM Ed* 6, 43. https://doi.org/10.1186/s40594-019-0196-x.
- Korkmaz, Hunkar. (2015). Factors influencing students' career chooses in science and technology: implications for high school science curricula. Procedia - Social and Behavioral Sciences 197, 966 - 972. *7th World Conference on Educational Sciences*, (WCES-2015), 05-07 February 2015, Novotel Athens Convention Center, Athens, Greece.
- Koyuncuoğlu, Ö. (2021). An investigation of academic motivation and career decidedness among university students. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 7(1), 125-143. https://doi.org/10.46328/ijres.1694.
- Mehdi, M., Bayat, M., Mohammad Ali, M., & Abdollahi, M.S. (2022). Investigating the quality of technical and vocational education in Iran. Research Center of the Islamic Consultative Assembly. December 2022 [in Persian].
- Menbari, M., Pooshaneh, K., & Khosravibabadi, A.A.(2023). Identify the factors affecting the diagnosis of the educational guidance system in order to provide a strategic model. *Quarterly Journal of Educational Leadership & administration*, 16(4), 122-146 [in Persian].
- Milsom, A., & Coughlin, J. (2015). Satisfaction With College Major: A Grounded Theory Study. *NACADA Journal*, 35 (2): 5-14. doi: https://doi.org/10.12930/NACADA-14-026.
- Mokhtar Zadeh bazargani, S., & Alizadeh, S. (2019). Assessing factors affecting the orientation of the cours-of-study selection in students. *Management and Educational Perspective*, 1(1), 15-30. doi: 10.22034/jmep.2019.100581 [in Persian].
- Morris, Thomas Howard. (2019). Facilitating self-directed learning in adult and vocational education. Dissertation.
- Mowlaei, M.M., & Talebian, H. (2016). Futures studies of iran's issues by structural analysis method. *Majlis and Rahbord*, *23*(86), 5-32 [in Persian].
- Mtemeri, Jeofrey. (2017). *Factor influencing the choice of career pathways among high school student in Midlands province, Zimbabwe*. Submitted in accordance with the requirements for the degree of doctor of education, University of South Africa.
- Nasiri Mianaei, K., Salehi omran, E., & Abedini baltork, M. (2019). Identifying factors affecting the selection of technical and vocational students from the stakeholder perspective. *JST*, 7(28), 35-50.URL: http://faslnameh.irantvto.ir/article-1-253-fa.html [in Persian].
- Nazari, E., Mohammadi, F., & Hatami, H.(2009). Some guidelines to guide first grade high schoo students of sirjan in selecting their educational and career guidance. *A New Approach To Educational Management*, 2(5), 117-130 [in Persian].
- Niyaazi, M., & Soleymaannejaad, M. (2021). Experts' opinion on factors affecting the selection of field of study by high school students . *QJOE*, 36 (4) :105-126 URL: http://qjoe.ir/article-1-2712-fa.html [in Persian].
- North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
- North, D. C. (2005). Understanding the process of economic change. Princeton: Princeton University Press.
- Noori, M., Saymohammadi, S., & Shiri, N. (2023). Strategic analysis of the development of healthy

agribusinesses in ilam province. *Journal of Entrepreneurship Research*, 2 (4), 83-99. https://doi.org/10.22034/jer.2024.2020349.1076 [in Persian].

- Piepenburg, J.G., & Fervers, L. (2022). Do students need more information to leave the beaten paths? The impact of a counseling intervention on high school students' choice of major. *High Educ* 84, 321-341. https://doi.org/10.1007/s10734-021-00770-z.
- Pirzahi, A., & Behravan, H. (2014). Sociological factors influencing the academic motivation of students studying at ferdowsi university of mashhad. *Ferdowsi University of Mashhad Journal of Social Sciences*, 10(2), 23-56. doi: 10.22067/jss.v0i0.38460 [in Persian].
- Porter, C., & Serra, D. (2020). Gender differences in the choice of major: the importance of female role models. *American Economic Journal: Applied Economics*, *12*(3), 226-254. https://www.jstor.org/stable/26921834.
- Rezapour, S., & Shafiee, R. (2014). Factors affecting students' choice of academic field. *The first international conference on political epic (with an approach to developments in the Middle East) and economic epic (with an approach to management and accounting)*, 12 February 2014 [in Persian].
- Rogers, E.M.(1995). *The diffusion of innovations*. 4th Edition, Free Prees, New York, NY.
- Sadeghi Bajd, F.M., & Ahmadi, F. (2014). An appropriate model of academic and career guidance to increase the attraction of students in technical and vocational branches in the program of fundamental transformation of the educational system. *National Conference on Changing the Curriculum of Educational Courses*. 4 March 2014 [in Persian].
- Sadeghifar, J., Saeidian Khorasgani, N., & Baratali, M. (2022). Thematic analysis of educational dimensions and components in the development of vocational technical education. *Karafan Journal*, 19(2), 113-136. doi: 10.48301/kssa.2021.282824.1491[in Persian].
- Sharifi, T., Ebrahim Bay, S., Najafi Hodk, F., & Mohammadi, A. (2020). Relationship between academic motivation and students' attitude towards future job in the students of Torbat Heydariyeh University of Medical Sciences. *Qom Univ Med Sci J*, 14 (1), 74-84. URL: http://journal.muq.ac.ir/article-1-2621-fa.html [in Persian].
- Shiri, N., & Moradnejadi, H. (2023). Exploring the obstacles and problems of knowledge-based companies in ilam province. *Journal of Business Management Perspective*, *22*(53), 196-228. doi: 10.48308/jbmp.2023.103665 [in Persian].
- Shiri, N., Mirakzadeh, A. A., & Zarafshani, Z. (2022). Determinants of entrepreneurial behavior among iranian students: a gender analysis. *Journal of Entrepreneurship Research*, 1 (1), 87-101. 10.22034/jer.2022.697520 [in Persian].
- Shiri, N., Pourghasem, F., & Khoshmaram, M. (2024). Investigating and presenting the solutions for educational guidance of secondary school students to study in technical and vocational schools in ilam province. Accepted Research Plan of Education Organziational of Ilam, Ilam, Iran [in Persian].
- Sojow, L., Wajong, A., & Sangi, N. (2018). Vocational students' motivation for professional skills. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 306 012072.
- Talebzadeh Nobarian, M., Abolghasemi, M., & Khairkhah, A.(2005). Investigating the causes of the tendency of unemployed adult learners to vocational training. *Journal of Educational Psychology Studies,* 5(1), 23-41. SID. https://sid.ir/paper/99375/fa [in Persian].
- Talezari, M. (2016). Study of factors affecting the academic and career guidance of students in the new secondary education system in Shahrood city. *The Second International Conference on Information and Communication Technology and Management in 2016*, Tehran, Iran [in Persian].
- Tarverdizade, H., Pashasharifi, H., & Saberie, H.(2017). Creating and validating a questionnaire on attitudes toward education and job prospects among students. *Psychometry*, 6(21), 83-115 [in Persian].
- Theresa, Lawer Dede. (2015). Factors that inform students' choice of study and career. *Journal of Education and Practice*, 6(27). ISSN 2222-288X (Online). www.iiste.org ISSN 2222-1735.
- Tognatta, Namrata. (2014). *Technical and vocational education and training in india - a study of choice and returns*. A DISSERTATION in education, presented to the faculties of the university of pennsylvania in partial fulfillment of

the requirements for the degree of doctor of philosophy. https://repository.upenn.edu/server/api/core/bitstreams/e0c663b9-4a93-44bd-ab18-0d37529206a8/content.

- Tripney, J.S., & Hombrados, J.G. (2013). Technical and vocational education and training (TVET) for young people in low- and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Empirical Res Voc Ed Train* 5, 3. https://doi.org/10.1186/1877-6345-5-3.
- Vaghefi Nazari, R.S., Farahani, A. , Asad, M.R., & khodadadi, M. R. (2015). Job expectations of physical education students of their job and job prospect in tehran azad universities. *Sport Management Journal*, *7*(2), 175-189. doi: 10.22059/jsm.2015.55159 [in Persian].
- Wardaya, Didik, Prasojo, Lantip Diat., & Sugiyono, Sugiyono. (2021). Factors affecting students' choice of educational administration major: Why do students join the program? *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 10(4), 1125 - 1132.
- Zargaran Khouzani, M. R. (2022). Factors affecting the motivation of rural students in continuing education in technical and vocational fields and agricultural proficiency. *Agricultural Education Administration Research*, 13(59), 186-202. doi: 10.22092/jaear.2022.357992.1886 [in Persian].

نعمت‌اله شیری: دانشیار گروه کارآفرینی و توسعه روستایی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه ایلام است. ایشان متخصص آموزش و ترویج کارآفرینی است و در زمینه‌های آموزش کارآفرینی، ترویج کارآفرینی، پایداری کسب‌وکار و کسب‌وکارهای کشاورزی تدریس و پژوهش انجام می‌دهند.

فاطمه پورقاسم: دانش‌آموخته دکتری رشته ترویج و آموزش کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی هستند. علایق پژوهشی ایشان در حوزه‌های آموزش کشاورزی، ترویج کشاورزی، آموزش محیط‌زیست و منابع طبیعی، رفتارهای محیط‌زیستی و آموزش حرفه‌ای است.

مژگان خوش‌مرام: پژوهشگر بخش تحقیقات اقتصادی و اجتماعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ایلام، ایران است. علایق پژوهشی ایشان نوآوری و کارآفرینی کشاورزی، آموزش کشاورزی، پذیرش فناوری، تشخیص فرصت‌های کارآفرینی است.

هوش مصنوعی در آموزش مهندسی معماری از منظر متخصصان بین‌الملل

علی صادقی حبیب‌آباد[۱] و السااندرا دی چزاریس[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۷/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۸/۲۰

DOI: 10.22047/ijee.2025.550554.2209

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.108.6.2

چکیده: با پیشرفت سریع فناوری‌های نوین، هوش مصنوعی جایگاه برجسته‌ای به‌عنوان عاملی تحول‌ساز در آموزش معماری پیدا کرده است. این فنّاوری با قابلیت‌هایی همچون شخصی‌سازی فرآیند یادگیری، افزایش سرعت طراحی و تحلیل دقیق پروژه‌ها، چشم‌اندازهای جدیدی را برای سامانه‌های آموزشی ایجاد کرده است. بااین‌حال، چالش‌هایی مانند کاهش مهارت‌های تفکر انتقادی، وابستگی بیش‌ازحد به فناوری و ملاحظات اخلاقی و فرهنگی نیز مطرح هستند که شناخت و مدیریت آن‌ها برای استفادهٔ مؤثر از هوش مصنوعی ضرورت دارد. با توجه به کمبود پژوهش‌های جامع در این حوزه، مطالعهٔ حاضر با هدف بررسی نگرش‌ها، فرصت‌ها، چالش‌ها و آیندهٔ هوش مصنوعی در آموزش معماری از منظر متخصصان بین‌المللی صورت گرفته است. این پژوهش با رویکرد کیفی انجام شده و تحلیل محتوای پاسخ‌های ۱۳ متخصص بین‌المللی که به‌طور هدفمند بر اساس معیارهای تخصصی انتخاب شدند، مورد بررسی قرارگرفته است. گردآوری داده‌ها از طریق پرسشنامه‌ای شامل ۱۶ سؤال باز صورت گرفت و سپس با مراحل کدگذاری، دسته‌بندی و تحلیل به نتایج نهایی رسید. نتایج نشان داد که نگرش غالب نسبت به هوش مصنوعی در آموزش معماری، مثبت اما مشروط و همراه با احتیاط است. فرصت‌هایی نظیر تسهیل فرایند یادگیری، تقویت خلاقیت و ایجاد تغییرات بنیادی در فضای آموزشی موردتوجه قرار گرفتند.

واژگان کلیدی: هوش‌مصنوعی، آموزش معماری، نگرش‌ها و چالش‌ها، متخصصان بین‌المللی

۱- استادیار گروه مهندسی معماری، عضو هیئت علمی دانشکدهٔ فنی و مهندسی دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران(نویسندهٔ مسئول): AliSadeghi@yu.ac.ir

۲- دانشیار مهندسی معماری، دانشکدهٔ برنامه‌ریزی، طراحی و فناوری معماری، دانشگاه ساپینزا رم، ایتالیا.
alessandra.decesaris@uniroma1.it

۱. مقدمه

فناوری‌های نوین دارای نقشی بسیار تأثیرگذار در جامعهٔ امروز و شیوهٔ زندگی انسان‌ها هستند. این تحولات، نه‌تنها بر نحوهٔ تفکر و احساس افراد اثر گذاشته است، بلکه طرز عملکرد و شیوهٔ ارتباط و تعامل میان انسان‌ها را نیز به شکل چشمگیری دگرگون کرده‌اند. فناوری‌ها با وارد کردن تغییراتی گسترده، مسیر زندگی روزمره، روابط اجتماعی و حتی دیدگاه ما نسبت به جهان اطراف را کاملاً تحت‌تأثیر قرار داده‌اند (Serban et al, 2020; Nejati & Bemanian, 2021). امروزه نرم‌افزارهای آموزشی با بهره‌گیری از فناوری‌های هوش مصنوعی به شکلی چشمگیر توسعه یافته‌اند و ابزارهای متعددی برای یادگیری ریاضیات و اصول علمی ارائه شده است (Martí-Parreño et al, 2016). بااین‌حال، بررسی جامع‌تر در خصوص نقش هوش مصنوعی در تسهیل فرایند یادگیری موضوعات پیچیده‌تر مانند معماری و مهندسی عمران ضروری به نظر می‌رسد. این فناوری‌ها باید به‌طور مؤثر در قالب ابزارهای نرم‌افزاری کاربردی طراحی شوند تا نیازهای آموزشی این حوزه‌ها را برآورده کنند (Mair & Reischauer, 2017).

پیشرفت سریع فناوری‌های نوین، به‌ویژه هوش مصنوعی، زمینه‌های تازه‌ای را در آموزش معماری ایجاد کرده است. این فناوری با قابلیت‌هایی مانند تسهیل فرایند یاددهی و یادگیری، شخصی‌سازی آموزش، تقویت خلاقیت و تحلیل دقیق‌تر پروژه‌ها، به‌عنوان یکی از ابزارهای تحول‌آفرین شناخته می‌شود. درعین‌حال، هوش مصنوعی علاوه بر فرصت‌های متعدد، چالش‌های مهمی نیز به همراه آورده است؛ ازجمله کاهش مهارت‌های تفکر انتقادی، وابستگی بیش‌ازحد به فناوری، تغییر نقش استاد و دغدغه‌های اخلاقی. با وجود گسترش روزافزون استفاده از هوش مصنوعی در آموزش، تحقیقات جامع و نظام‌مندی در مورد نگرش‌ها و تجربیات متخصصان بین‌المللی این حوزه انجام نشده است. فقدان داده‌های کافی دربارهٔ فرصت‌ها، چالش‌ها و آیندهٔ احتمالی این فناوری ممکن است روند توسعه و بهره‌برداری مؤثر از آن را با مسائل جدی مواجه کند. به همین دلیل، این تحقیق با هدف بررسی و تحلیل نگرش‌ها، فرصت‌ها و تهدیدهای هوش مصنوعی در آموزش معماری از دیدگاه متخصصان بین‌المللی طراحی شده است تا زمینه‌ای برای برنامه‌ریزی اصولی و کاربردی در جهت ارتقای کیفیت آموزش معماری در دوران فناوری‌های پیشرفته فراهم شود.

با توسعهٔ سریع فناوری هوش مصنوعی و گسترش کاربردهای آن در حوزه‌های متنوع علمی و عملی، آموزش معماری نیز دستخوش تغییراتی اساسی شده است. به‌عنوان یکی از رشته‌های میان‌رشته‌ای، این حوزه به‌طور مستقیم تحت‌تأثیر پتانسیل‌های خارق‌العادهٔ هوش مصنوعی قرار گرفته است که می‌تواند یادگیری را تسهیل کند، خلاقیت دانشجویان را ارتقا دهد و آموزش را با رویکردی شخصی‌سازی‌شده ارائه دهد. بااین‌حال، چالش‌هایی نظیر تأثیر بر مهارت‌های انسانی، تغییر جایگاه استاد و مسائل اخلاقی مرتبط با استفاده از این فناوری، همچنان نیازمند مطالعه‌ای عمیق و نظام‌مند هستند؛ بنابراین، شناخت دقیق نگرش‌ها، فرصت‌ها و تهدیدهای هوش مصنوعی در آموزش معماری از دیدگاه متخصصان بین‌المللی، ضرورتی انکارناپذیر برای برنامه‌ریزی مؤثر و بهره‌برداری مطلوب از این ابزار در نظام‌های آموزشی محسوب می‌شود.

این مقاله با هدف بررسی جامع نگرش‌ها و فرصت‌های هوش مصنوعی در حوزهٔ آموزش معماری و

با تمرکز بر دیدگاه متخصصان بین‌المللی طراحی شده است. اهداف اصلی این تحقیق شامل شناسایی نگرش‌های مثبت، منفی و محتاطانه نسبت به به‌کارگیری هوش مصنوعی در آموزش معماری؛ استخراج مزایا و فرصت‌های بالقوه در بهبود فرآیندهای آموزشی و تقویت خلاقیت دانشجویان؛ ارزیابی چالش‌ها و تهدیدات موجود در استفاده از این فناوری؛ تحلیل تغییرات موردنیاز در برنامه‌های درسی، نقش استاد و ساختار فضای آموزشی و ارائهٔ چشم‌انداز عملیاتی برای توسعهٔ کاربردهای هوش مصنوعی در این زمینه است.

۲. پیشینهٔ تحقیق

ادغام هوش مصنوعی در حوزهٔ آموزش مهندسی معماری، فرصتی ارزشمند برای تحول در شیوه‌های یادگیری و طراحی فراهم می‌آورد، اما درعین‌حال همراه با چالش‌هایی است که مستلزم شناخت دقیق دیدگاه‌ها و حمایت‌های نهادی است. بررسی‌ها حاکی از آن است که هوش مصنوعی توانایی قابل‌توجهی در ارتقای نتایج آموزشی دارد، اما پذیرش مؤثر این فناوری تا حد زیادی به نحوهٔ نگرش مربیان نسبت به این ابزار و سازگاری آن با چهارچوب‌های آموزشی فعلی بستگی دارد. ازاین‌رو، ایجاد تعادل میان بهره‌گیری از هوش مصنوعی و انطباق با فضای آموزشی موجود، نیازمند برنامه‌ریزی دقیق و تطبیق اصول آموزشی با نوآوری‌های فنّاورانه است. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، بهره‌گیری و کاربرد هوش مصنوعی در حوزهٔ معماری ایران همچنان در مراحل اولیهٔ خود قرار دارد و به دلیل نوپا بودن این رویکرد، نیازمند توجه ویژه و تحقیقات بیشتری در این زمینه است. این مسئله نیازمند برنامه‌ریزی دقیق، توسعهٔ زیرساخت‌های مرتبط و افزایش مشارکت فعال متخصصان در این عرصه است. برای ارائهٔ تصویری جامع‌تر از دستاوردهای تاکنون به‌دست‌آمده، در جدول ۱ مجموعه‌ای از مهم‌ترین پژوهش‌ها به همراه دستاوردهای قابل‌توجه آن‌ها گردآوری شده است تا زمینه‌ساز گسترش و بهره‌برداری مؤثرتر از هوش مصنوعی در آموزش باشد. همچنین به کاربرد هوش مصنوعی در معماری اشاره شده است.

جدول ۱. خلاصه‌ای از پیشینهٔ تحقیق

پژوهشگران	دستاوردها و توضیحات
(Jin et al, 2024)	این پژوهش به اهمیت بررسی نگرش‌ها و چالش‌های موجود در آموزش معماری با بهره‌گیری از هوش مصنوعی می‌پردازد. در این راستا، استفادهٔ پراکنده و محدود دانشجویان از فناوری‌های هوش مصنوعی و مشکلات موجود در ارائهٔ نتایج طراحی مورد توجه قرارگرفته است. همچنین بر ضرورت تدوین یک رویکرد سامانمند برای بهبود اثربخشی فرآیند یادگیری تأکید می‌شود.
(Bernstein, 2024)	این مقاله به بررسی تأثیر فناوری هوش مصنوعی بر جریان کاری و روش‌های معماری پرداخته و اهمیت آموزش را برای هماهنگی با این تغییرات برجسته می‌سازد. تمرکز اصلی آن بر تحلیل نگرش‌ها و چالش‌های موجود در فرآیند ادغام هوش مصنوعی در آموزش مهندسی معماری، با هدف آماده‌سازی متخصصان آینده است.
(Kołata & Zierke, 2021)	این مقاله به بررسی تأثیر الگوریتم‌های کامپیوتری بر معماری پرداخته و اهمیت تطبیق معماران با پیشرفت‌های فناوری را مورد تأکید قرار می‌دهد.

(Pordel & ZiaBakhsh, 2022)	این پژوهش با هدف بررسی مبانی نظری روان‌شناسی محیط، به شناسایی شاخص‌های مرتبط با فضای معماری تعلق‌پذیر می‌پردازد. سپس، با تحلیل نمونه‌های موردی، تأثیر به‌کارگیری هوش مصنوعی در طراحی فضای معماری تعلق‌پذیر را از منظر فرم مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.
(Nikolic et al, 2024)	این مقاله به بررسی دیدگاه‌های مختلف دربارهٔ نقش هوش مصنوعی در آموزش می‌پردازد و ضمن اشاره به مزایایی مانند افزایش بهره‌وری، نگرانی‌های مهمی نظیر رعایت صداقت تحصیلی و ضرورت آموزش مناسب را مورد تأکید قرار می‌دهد. آگاهی از این چالش‌ها برای استفادهٔ بهینه و ترکیب مؤثر هوش مصنوعی در آموزش مهندسی معماری اهمیت ویژه‌ای دارد.
(D'Souza, 2007)	این مقاله به‌طور ویژه بر اهمیت درک مفاهیم مرتبط با هوش‌های چندگانه در فرآیند آموزش طراحی معماری تمرکز دارد. این رویکرد می‌تواند نقش قابل‌توجهی در مواجههٔ مؤثر با چالش‌ها و تغییر نگرش‌ها در این حوزه ایفا کند. همچنین، زمینه‌ای فراهم می‌آورد که مهارت‌های متنوع‌تر و همه‌جانبه‌تری در طراحان توسعه یابند؛ مهارت‌هایی که نه‌تنها به جنبه‌های سنتی شکل‌دهی فرم و مهارت‌های گرافیکی محدود نمی‌شوند، بلکه طیف گسترده‌تری از توانایی‌ها را شامل می‌شوند که برای انطباق بهتر با نیازهای متغیر معماری مدرن ضروری است.
(Carvalho et al, 2022)	این مقاله به‌طور ویژه بر اهمیت همکاری میان مربیان و یادگیرندگان در طراحی تجربیات آموزشی در عصر هوش مصنوعی تأکید دارد. این همکاری نه‌تنها به ایجاد محیط‌های یادگیری پویا و متناسب با تغییرات سریع فناوری کمک می‌کند، بلکه فرصتی را فراهم می‌آورد تا چالش‌ها و عدم قطعیت‌های ذاتی این حوزه به‌صورت مؤثر مورد بررسی قرار گیرند. همچنین، مقاله بر ضرورت تقویت مهارت‌های انطباق‌پذیری و توانایی خلاقیت در پاسخ به پیچیدگی‌های جهان مدرن تأکید دارد، مهارت‌هایی که در رشته‌هایی مانند مهندسی معماری نقشی ضروری و حیاتی ایفا می‌کنند.
(Zahra et al, 2025)	این پژوهش بر اهمیت ادغام هوش هیجانی با فناوری هوش مصنوعی در فرآیند آموزش معماری تمرکز دارد و تلاش می‌کند به چالش‌های موجود در این حوزه پاسخ دهد. در جریان این مطالعه، بر لزوم تحلیل و درک واکنش‌های عاطفی دانش‌آموزان تأکید شده است، چراکه چنین شناختی به مربیان این امکان را می‌دهد تا رویکردها و راهبردهای آموزشی خود را به شکلی مؤثرتر و متناسب‌تر تنظیم کنند. نتیجهٔ این رویکرد نه‌تنها موجب افزایش عملکرد یادگیری دانش‌آموزان می‌شود، بلکه به شکل‌گیری و تقویت محیطی پویا و حمایتی برای یادگیری نیز کمک شایانی خواهد کرد.
(Hafiz, 2024)	این مقاله بر اهمیت بررسی نگرش‌ها و چالش‌های مرتبط با ادغام هوش مصنوعی در آموزش معماری تمرکز دارد. ضمن اشاره به این‌که هوش مصنوعی می‌تواند به بهبود فرآیند یادگیری کمک کند، تأکید می‌کند که این فناوری قادر نیست جایگزین تفکر انتقادی و دیدگاه انسانی شود که برای پیشبرد روند آموزشی ضروری هستند.
(Levin et al, 2022)	این مقاله به بررسی نقش هوش مصنوعی در حوزهٔ آموزش مهندسی می‌پردازد و بر اهمیت تعریف دقیق اصطلاحات و مهارت‌های ضروری برای کاربران، به‌ویژه در زمینه‌هایی مانند صنعت ساخت‌وساز و حمل‌ونقل، تأکید دارد.
(Amanzadegan et al, 2024)	یافته‌های این پژوهش نشان‌دهندهٔ پتانسیل قابل‌توجهی در ترکیب هوش مصنوعی و مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) برای تحول صنعت ساخت‌وساز است. این ترکیب، امکانات گسترده‌ای نظیر کاهش چشمگیر خطاهای عملیاتی، صرفه‌جویی در زمان و منابع شامل نیروی انسانی و مصالح ساختمانی، افزایش سطح بهره‌وری و ایجاد نقشه‌های سفارشی‌شده را بر اساس نیازهای کاربران فراهم می‌کند. این اقدامات با بهره‌گیری از سه ماژول کلیدی شامل کنترل‌کننده، پایگاه داده و یادگیری ماشین، همچنین انطباق کامل با مقررات ساختمانی صورت می‌پذیرد که موجب ارتقای چشمگیر کیفیت و اثربخشی در اجرای پروژه‌های ساخت‌وساز می‌شود.

ادامه جدول ۱

پژوهشگران	دستاوردها و توضیحات
(Ronagh & Daneshmandi, 2025)	هدف اصلی این پژوهش، بازنگری و بهینه‌سازی روش‌شناسی در فرآیند طراحی معماری رایانشی با تمرکز ویژه بر کاربردهای هوش مصنوعی است.
(Taheri & Rasoolzadeh, 2024)	هدف این پژوهش برجسته‌سازی نقش هوش مصنوعی در تقویت ارتباط میان «معماری داخلی» و دستیابی به ساختمان‌های سالم است.

۳. روش تحقیق

این تحقیق به روش کیفی انجام‌شده و بر تحلیل محتوای پاسخ‌های ۱۳ متخصص بین‌المللی در حوزه‌ی معماری و هوش مصنوعی تمرکز دارد. هدف اصلی پژوهش بررسی دیدگاه‌ها، فرصت‌ها، تهدیدها و چشم‌اندازهای هوش مصنوعی در آموزش معماری است. این متخصصان بر اساس سابقه‌ی پژوهشی، فعالیت‌های حرفه‌ای و دانش مرتبط به‌صورت هدفمند انتخاب شده‌اند تا مجموعه‌ای جامع و متنوع از دیدگاه‌ها به دست آید. برای گردآوری داده‌ها، از پرسشنامه‌ای شامل ۱۶ سؤال باز استفاده شده است که به پاسخ‌دهندگان اجازه می‌دهد نگرش‌ها و تجربیات خود را به‌طور مفصل بیان کنند (پی‌نوشت ۱). این سؤالات پیرامون موضوعاتی نظیر نگرش کلی نسبت به هوش مصنوعی، فرصت‌ها و تهدیدها، تأثیر این فناوری بر خلاقیت و محیط آموزشی، موانع موجود و چشم‌اندازهای آینده طراحی‌شده‌اند. تحلیل داده‌ها با روش کیفی و مبتنی بر تحلیل محتوا صورت گرفته است. ابتدا کدگذاری اولیه انجام شد که طی آن مفاهیم اصلی از متن پاسخ‌ها استخراج شدند. سپس این کدها در قالب تم‌های اصلی دسته‌بندی شدند و فراوانی هر تم برای تعیین میزان اهمیت و تکرار آن محاسبه شد. فرآیند تحلیل شامل مراحل مختلفی ازجمله شناسایی مفاهیم کلیدی، دسته‌بندی کدها در تم‌های جامع‌تر، محاسبهٔ فراوانی و ارائهٔ نتایج در قالب جدولی بوده است. درنهایت با استفاده از داده‌های حاصل، نگرش‌ها، چالش‌ها، فرصت‌ها و چشم‌اندازهای هوش مصنوعی در آموزش معماری مورد بررسی قرار گرفته است. برای اطمینان از اعتبار داده‌ها، فرایند کدگذاری توسط دو محقق مستقل انجام شد و اختلاف‌نظرها با تبادل‌نظر برطرف شد. همچنین، انتخاب متخصصان به‌صورت هدفمند با در نظر گرفتن تخصص، قابلیت تعمیم نتایج را افزایش داده است. این رویکرد باعث شده است که تحلیل ارائه‌شده از اعتبار لازم برخوردار باشد و دیدگاه‌های متنوع در این حوزهٔ تخصصی منعکس شود.

۴. ادبیات تحقیق

۴-۱. هوش مصنوعی

هوش مصنوعی (AI)، به‌عنوان یکی از زیرشاخه‌های مهم علوم کامپیوتر، یک حوزهٔ چندوجهی و پیچیده است که بر توسعهٔ سیستم‌هایی متمرکز شده است که توانایی انجام وظایفی را دارند که معمولاً نیازمند

هوش انسانی هستند. این وظایف شامل قابلیت‌هایی نظیر استدلال، یادگیری و تصمیم‌گیری است که از طریق استفاده از الگوریتم‌ها و تکنیک‌های پیشرفته‌ای همچون یادگیری ماشین و یادگیری عمیق امکان‌پذیر می‌شود. سیستم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی توانایی استخراج و تحلیل اطلاعات از داده‌ها را دارند که این ویژگی به آن‌ها امکان می‌دهد به‌جای اینکه صرفاً بر قوانین ازپیش‌تعیین‌شده متکی باشند، بتوانند مسائل را به‌طور مستقل تحلیل و حل کنند (Deng, 2018; Kahraman et al, 2024).

این فناوری دارای ویژگی‌های برجسته‌ای است که نقش مهمی در تحول و پیشرفت فنّاوری ایفا می‌کند. یکی از این ویژگی‌ها، قابلیت یادگیری و سازگاری سیستم‌های هوش مصنوعی است که از طریق الگوریتم‌های قدرتمند آموزش دیده و عملکرد خود را در طول زمان بهبود می‌بخشند. این خصوصیت به‌وضوح در مدل‌های یادگیری ماشین و یادگیری عمیق مشاهده می‌شود، جایی که مدل‌ها قادر به شناسایی الگوهای پیچیده میان داده‌های مختلف هستند (Panch et al, 2019; Cazacu et al, 2019). علاوه بر یادگیری، هوش مصنوعی تلاش می‌کند عملکردهای شناختی انسان نظیر ادراک و تصمیم‌گیری را شبیه‌سازی کند، هرچند هنوز فاقد آگاهی و حس انسان است (Kahraman et al, 2024). طبیعت بین‌رشته‌ای هوش مصنوعی نیز یکی دیگر از ویژگی‌های شاخص آن است. این حوزه دربرگیرندهٔ زمینه‌هایی نظیر نمایش دانش، پردازش زبان طبیعی و رباتیک بوده و توانایی کاربرد گسترده در صنایع مختلف را به نمایش می‌گذارد (Tecuci, 2011). بااین‌حال و به‌رغم پیشرفت‌های چشمگیر در کارایی و توانمندی‌های حل مسئله توسط هوش مصنوعی، نگرانی‌هایی دربارهٔ پیامدهای اخلاقی و احتمال وجود سوگیری الگوریتمی همچنان پابرجاست. این مسائل نشان‌دهندهٔ نیاز به توجه دقیق‌تر و مسئولیت‌پذیری در زمان توسعه و اجرای سیستم‌های هوشمند است (Panch et al, 2019).

۴-۲. آموزش معماری

آموزش معماری، به‌ویژه درزمینهٔ طراحی معماری، از موضوعات مهم و چالش‌برانگیز در سطح جهان محسوب می‌شود (Kazemi et al, 2021). فاصلهٔ عمیق میان آموزش‌های دانشگاهی در دانشکده‌های معماری و واقعیت‌های حرفه‌ای موجود در جامعه باعث شده است که فارغ‌التحصیلان این رشته اغلب آشنایی کافی با فرایند اشتغال و حل مسائل معماری در جامعه نداشته باشند. این مسئله می‌تواند یکی از عوامل مؤثر بر ناکارآمدی نظام آموزش طراحی معماری در ایران به شمار آید (Lalbakhsh et al, 2019). آموزش معماری در مقاطع مختلف دانشگاهی یکی از جنبه‌های مهم آموزش عالی محسوب می‌شود که به دلیل ویژگی‌ها و جایگاه حرفه‌ای این رشته، فرآیند و روش خاصی را می‌طلبد. ماهیت معماری، به‌واسطهٔ ترکیب دروس عملی و نظری، تفاوت‌های قابل‌توجهی با سایر رشته‌ها دارد. هدف این پژوهش، بررسی نقش و جایگاه آموزش مجازی در رشتهٔ معماری، به‌ویژه در بخش‌های عملی و نظری است که مستقیماً به ماهیت ترکیبی این رشته مرتبط می‌شود. این موضوع اهمیت بررسی تأثیر آموزش مجازی بر این حوزه

را برجسته می‌کند (Hessari & Chegeni, 2022).

آموزش مهندسی معماری به‌منظور پاسخگویی به نیازهای ساخت‌وساز مدرن و مواجهه با چالش‌های پایداری، به‌طور مداوم در حال تحول است. این تحول شامل ادغام اصول طراحی پایدار، سازگاری با محیط‌های یادگیری آنلاین و تمرکز بر مهارت‌های تخصصی در سیستم‌های ساختمانی می‌شود. یکی از محورهای اساسی آموزش مهندسی معماری، ادغام طراحی پایدار است. برای نمونه، برنامهٔ UNL-AE طراحی پایدار را از طریق دوره‌های آموزشی، پژوهش‌ها و مشارکت‌های اجتماعی در فرآیند یادگیری دانشجویان وارد کرده است (Alahmad et al, 2011). دانشجویان همچنین در فعالیت‌های عملی مانند کارگاه‌ها و مسابقات شرکت می‌کنند تا روش‌های پایداری را در موقعیت‌های واقعی به کار گیرند (همان). همچنین، در پی همه‌گیری کووید-۱۹، نیاز به تحول در یادگیری آنلاین تأثیر عمده‌ای بر آموزش مهندسی معماری گذاشت (Mosier et al, 2023). برگزاری کلاس‌ها و آتلیه‌های طراحی آنلاین چالش‌هایی را برای هیئت‌علمی ایجاد کرد که نشان‌دهندهٔ اهمیت توسعهٔ مهارت‌های فناورانه و تقویت زیرساخت‌ها بود (همان). برای افزایش تاب‌آوری آموزش آنلاین، مؤسسات باید در آموزش هیئت‌علمی سرمایه‌گذاری کرده و به‌طور مرتب نیازهای فناوری را ارزیابی کنند. تمرکز بر آموزش تخصصی سیستم‌های ساختمانی نیز یکی دیگر از ابعاد مهم این حوزه است. به‌عنوان نمونه، دانشگاه WPI دوره‌های تخصصی در زمینهٔ آکوستیک و نورپردازی ارائه می‌دهد که از طریق روش‌های آموزش مبتنی بر پروژه، دانشجویان را با فیزیک ساختمان و یکپارچه‌سازی سیستم‌ها آشنا می‌کند (Berardi et al, 2014). همچنین برنامهٔ Kansas State University (KSU) دانشجویان را با تخصص‌های مختلف مهندسی و ادغام سیستم‌های ساختمانی برای مشاغل مهندسی مشاوره آماده می‌سازد (Fritchen & Tredway, 1998). درنهایت، یکی از اهداف اساسی آموزش مهندسی معماری، ایجاد پیوند مؤثر بین تئوری و عمل است. این موضوع از طریق همکاری با متخصصان صنعت، همان‌طور که در برخی ابتکارات دیده شده است، تحقق می‌یابد (Alahmad & Tills, 2010).

تحولات فناورانه در حوزهٔ هوش مصنوعی، چشم‌انداز آموزش معماری را به‌صورت بنیادین دگرگون کرده و زمینه‌ساز بازنگری در ساختارها و فرآیندهای آموزشی در عصر دیجیتال شده است. در این میان، تدوین رویکردهای سیستماتیک برای بهره‌گیری مؤثر از هوش مصنوعی در فرآیند یادگیری، یکی از موضوعات اساسی است. این ضرورت از آنجا ناشی می‌شود که استفادهٔ محدود و ناپیوسته از فناوری‌های نوین میان دانشجویان، چالش‌هایی را در تبیین خروجی‌های طراحی پدید آورده است (Jin et al, 2024). علاوه بر این، تلفیق AI با آموزش معماری برای انطباق با تغییرات سریع در جریان کار و شیوه‌های طراحی مطرح شده است تا متخصصانی تربیت شوند که قابلیت مواجهه با آیندهٔ دیجیتال معماری را داشته باشند (Bernstein, 2024). توسعهٔ الگوریتم‌های رایانشی و تأثیرات آن‌ها بر طراحی معماری، از دیگر بنیان‌های نظری مهم به شمار می‌آید. این جریان نه‌تنها معماری را با الگوهای جدید رایانشی پیوند داده، بلکه نیاز به توانمندی‌های فناورانهٔ معماران را برجسته‌تر کرده است (Kołata & Zierke, 2021). همچنین، رابطهٔ میان روان‌شناسی محیط و طراحی، به‌ویژه درزمینهٔ فضاهای

تعلق‌پذیر، امروز با هوش مصنوعی درهم‌تنیده شده و امکان تحلیل دقیق‌تر فرم‌ها، احساس‌ها و ادراک فضایی را فراهم آورده است (Pordel & ZiaBakhsh, 2022). تلفیق هوش مصنوعی با فرآیندهای آموزشی نیازمند توجه به پیامدهای اجتماعی، فرهنگی و اخلاقی این فناوری است. ازجمله موارد مطرح، موضوعاتی مانند رعایت صداقت تحصیلی، آموزش صحیح در استفاده از فناوری و پایبندی به اصول حرفه‌ای است (Nikolic et al, 2024). در این راستا، نظریهٔ «هوش‌های چندگانه» نیز جایگاه ویژه‌ای دارد؛ چراکه آموزش معماری نمی‌تواند صرفاً به مهارت‌های بصری یا گرافیکی محدود شود و باید شامل هوش‌هایی چون بین‌فردی، موسیقایی و منطقی باشد تا زمینه‌ساز پرورش معمارانی چندوجهی و منعطف باشد (D'Souza, 2007). ایجاد همکاری دوسویه بین معلمان و دانشجویان در طراحی تجربه‌های آموزشی نیز یکی از اصول کلیدی محسوب می‌شود. این تعامل می‌تواند محیط‌هایی انعطاف‌پذیر، خلاقانه و هماهنگ با هم‌زیستی انسان و فناوری ایجاد کند (Carvalho et al, 2022). علاوه بر این، نقش هوش هیجانی در بهره‌گیری مؤثر از فناوری‌های هوشمند از منظر تنظیم آموزش متناسب با واکنش‌های عاطفی دانشجویان موردتوجه قرارگرفته است و می‌تواند به شکل چشمگیری محیط یادگیری را بهبود دهد (Zahra et al, 2025).

دیدگاه‌های انتقادی نیز بر این نکته تأکید دارند که هوش مصنوعی قادر نیست جایگزین تفکر انتقادی یا رویکردهای انسانی در آموزش معماری شود. بلکه باید به‌عنوان مکمل عمل کرده و نقشی حمایتی ایفا کند. این دیدگاه خصوصاً در زمینهٔ آموزش مفاهیم انسانی و فرهنگی در معماری اهمیت فراوان دارد (Hafiz, 2024). در حوزهٔ کاربردی، تعریف دقیق مفاهیم و مهارت‌های لازم برای کاربران فناوری‌های نوین یکی دیگر از ضرورت‌هاست؛ به‌ویژه در بخش‌هایی مانند ساخت‌وساز یا حمل‌ونقل که مستلزم دانش فنی گسترده هستند (Levin et al, 2022). ترکیب هوش مصنوعی با مدل‌سازی اطلاعات ساختمان (BIM) نیز بعد دیگری از تحولات نظری و عملی محسوب می‌شود که امکان کاهش خطاها، استفادهٔ بهینه از منابع و افزایش بهره‌وری را فراهم کرده است (Amanzadegan et al, 2024). در سال‌های اخیر، معماری رایانشی که بر پایهٔ الگوریتم‌های هوشمند بنا شده است، به‌عنوان یک رویکرد نظری و تکنیکی نوین در طراحی معاصر شناخته شده است. این روش، نه‌تنها قابلیت تغییر در فرآیندهای سنتی آموزش طراحی را دارد، بلکه می‌تواند به بازنگری گسترده‌تر این روش‌ها منجر شود (Ronagh & Daneshmandi, 2025). از سوی دیگر، این تحولات با زمینه‌هایی همچون معماری داخلی و طراحی سلامت‌محور نیز ارتباط تنگاتنگی دارند و بیانگر این نکته هستند که هوش مصنوعی توانایی ایفای نقش به‌عنوان ابزاری کلیدی در جهت ارتقای کیفیت زندگی انسانی در فضاهای معماری را داراست (Taheri & Rasoolzadeh, 2024).

۵. تحلیل و تفسیر یافته‌ها

۵-۱. مشخصات جامعهٔ آماری

بر اساس اطلاعات ارائه‌شده در جدول ۲، جامعهٔ آماری تحقیق شامل ۱۳ متخصص در زمینه‌های معماری، فناوری معماری و هوش مصنوعی است که از ۷ دانشگاه معتبر بین‌المللی انتخاب شده‌اند. دانشگاه ساپینزا

رم ایتالیا با مشارکت ۴ نفر (۳۰٫۸درصد) بالاترین سهم را در این جامعهٔ آماری به خود اختصاص داده است. پس از آن، دانشگاه‌های فلورانس، شارجه و باهچه شهیر هر یک با ۲ نفر (۱۵٫۴ درصد) در رتبهٔ دوم قرار دارند. همچنین دانشگاه‌های نزوی عمان، تونگجی چین و یدی تپه ترکیه هر یک با ۱ نفر (۷٫۷ درصد) کمترین سهم را در این ترکیب دارند. از نظر سابقهٔ کاری، اعضای جامعهٔ آماری دارای تجربه‌هایی بین ۵ تا ۱۵ سال در صنعت معماری بوده‌اند. بیشترین سابقهٔ فعالیت متعلق به یک استاد تمام از دانشگاه ساپینزا با ۱۵ سال تجربه است، و سایر اعضا در بازهٔ زمانی ۵ تا ۱۴ سال سابقه کاری دارند. این ترکیب بیانگر برخورداری جامعهٔ آماری از توازن مناسب بین تجربه‌های عملی و پیشینهٔ آکادمیک است، به‌طوری‌که میانگین تخمینی سابقهٔ کاری آن‌ها حدود ۹ تا ۱۰ سال برآورد می‌شود. در زمینهٔ تخصص علمی، این جامعهٔ آماری بر سه محور اصلی متمرکز بوده‌اند: معماری و هوش مصنوعی، فناوری معماری و تکنولوژی آموزش معماری. این تخصص‌ها در دانشگاه‌هایی نظیر ساپینزا، تونگجی، فلورانس، نزوی، شارجه، یدی تپه و باهچه شهیر پراکنده‌اند. تمرکز بر این حوزه‌ها موجب شده است که تحلیل محتوای کیفی تحقیق از لحاظ عمق علمی و اجرایی به سطح بالایی از غنا برسد. علاوه بر این، تنوع جغرافیایی محل انتخاب متخصصان از کشورهایی مانند ایتالیا، ترکیه، چین، عمان و امارات متحده عربی نمایانگر پوشش بین‌المللی داده‌هاست. این ویژگی نه‌تنها به کاهش سوگیری‌های محلی در دیدگاه‌های ارائه‌شده کمک کرده بلکه به جامع‌تر و چندبعدی‌تر شدن مطالعه نیز منجر شده است.

جدول ۲. مشخصات توصیفی از حجم نمونهٔ پژوهش

دانشگاه و کشور	تعداد (نفر)	درصد (٪)	مرتبهٔ علمی	تعداد	سابقهٔ کار در صنعت معماری (سال)	توضیح نمونه
دانشگاه ساپینزا رم (ایتالیا)	۴	۳۰/۸	استادیار	۱	۵	متخصصان جوان تا میانی باسابقه مناسب
			دانشیار	۲	۱۱	دارای سابقهٔ پژوهشی قوی
			استاد تمام	۱	۱۵	متخصص ارشد و با سابقهٔ بالا
دانشگاه فلورانس (ایتالیا)	۲	۱۵/۴	دانشیار	۱	۱۰	تخصص در فناوری های نوین معماری
			استادیار	۱	۷	تجربهٔ صنعتی قابل‌توجه
دانشگاه نزوی (عمان)	۱	۷/۷	استادیار	۱	۶	تمرکز بر فناوری و کاربردهای عملی
دانشگاه تونگجی (چین)	۱	۷/۷	دانشیار	۱	۱۴	پژوهشگر باسابقه و تجربهٔ صنعتی
دانشگاه شارجه (امارات)	۲	۱۵/۴	استادیار	۱	۵	متخصص در فناوری‌های نوین
			دانشیار	۱	۹	تجربهٔ ترکیبی دانشگاهی و صنعتی
دانشگاه باهچه شهیر (ترکیه)	۲	۱۵/۴	استادیار	۱	۷	تمرکز بر آموزش و فناوری
			استادیار	۱	۱۳	پژوهشگر ارشد و باسابقه
دانشگاه یدی تپه (ترکیه)	۱	۷/۷	دانشیار	۱۱	۸	تخصص در فناوری و کاربردهای معماری

مطابق با جدول ۳؛ برای تحلیل داده‌های کیفی، از رویکرد کدگذاری اولیه بهره گرفته شد. پاسخ‌های ۱۳ متخصص به ۱۶ سؤال باز موردبررسی قرار گرفت و سپس به کدهای مفهومی تبدیل شدند. به‌عنوان نمونه، در پاسخ به سؤال نخست که دیدگاه کلی نسبت به هوش مصنوعی را مورد پرسش قرار می‌داد، کدهایی نظیر «مثبت مشروط»، «ابزار بی‌طرف»، «انسان‌محور» و «بومی‌سازی ضروری» استخراج شدند. این کدها نمایانگر نگرشی ترکیبی، احتیاط‌آمیز و هم‌زمان فرصت‌محور از سوی متخصصان است.

جدول ۳. کدگذاری اولیه (برای ۱۳ متخصص و ۱۶ سؤال)

شمارهٔ سؤال	پرسش (خلاصه)	کدهای اولیهٔ نمونه (نمونهٔ ۱۳ پاسخ)
۱	دیدگاه کلی نسبت به AI در آموزش معماری	مثبت مشروط، محتاطانه، خیلی مثبت، مثبت با نگرانی، کاملاً مثبت، بومی‌سازی ضروری، انسان‌محور، ابزار بی‌طرف، نگرانی ریشه‌ها، ابزار پیشرفت، ارائهٔ مفید، شخصی‌سازی، مکمل آموزش
۲	فرصت‌های AI در آموزش معماری	تسریع طراحی، افزایش دقت، خودآموزی سریع، سبک‌های یادگیری متنوع، شبیه‌سازی، تحلیل اقلیمی، تعامل کاربر، تحلیل طراحی، دسترسی به منابع، شهرسازی داده‌محور، روایت بصری، شخصی‌سازی یادگیری، شبیه‌سازی ساخت
۳	تهدیدهای AI در آموزش معماری	کاهش تفکر انتقادی، تهدید فلسفه طراحی، نبود اخلاق، کاهش تعامل انسانی، وابستگی، تقلید غیربومی، حذف بعد انسانی، غلبهٔ فرم بر معنا، فرم بی‌معنا، حذف خلاقیت محلی، حذف تفکر چندلایه، فقدان اعتماد، وابستگی به فناوری
۴	تأثیر AI بر فضای آتلیه	تحول در آتلیه، تغییر نقش استاد، بهبود تحلیل، ابزار طراحی، کاهش تعامل انسانی، افزایش همکاری، پیچیدگی فناوری
۵	تأثیر AI بر خلاقیت دانشجو	افزایش خلاقیت، تقویت تحلیل، خودبیانگری، افزایش تنوع، تکرار، کاهش نوآوری، تقلید، فقدان انگیزه
۶	چالش‌های کاهش خلاقیت با AI	کاهش مهارت تفکر، وابستگی، استفادهٔ سطحی، حذف فرآیند، تمرکز روی نتیجه، کاهش تحلیل
۷	مهارت‌های لازم دانشجو برای AI	برنامه‌نویسی، تفکر انتقادی، سواد دیجیتال، تحلیل داده، توانایی حل مسئله، ارتباطات، هوش هیجانی
۸	تغییرات در برنامه درسی	افزودن دروس AI، میان‌رشته‌ای، بازنگری سرفصل‌ها، آموزش تیمی، پروژه‌محور، آموزش اخلاقی
۹	بهترین مقطع آموزش AI	کارشناسی، کارشناسی ارشد، هر دو، وابسته به کشور، تخصصی‌تر در مقطع ارشد
۱۰	نقش AI نسبت به استاد	کمک‌یار استاد، جایگزین جزئی، هرگز جایگزین، در بعضی دروس، مکمل آموزشی
۱۱	کاربرد AI در ارزیابی پروژه‌ها	نقد خودکار، تحلیل پروژه، تشخیص سبک، ارزیابی اولیه، تحلیل روند، ابزارهای بصری
۱۲	موانع اصلی استفاده از AI	کمبود زیرساخت، نبود دانش تخصصی، زبان و فرهنگ، عدم دسترسی، مقاومت فرهنگی، ضعف آموزش
۱۳	تأثیر AI بر انگیزه‌ی دانشجویان	افزایش انگیزه، خطر تقلید، افزایش بهره‌وری، کاهش تعهد، وابستگی، اشتیاق کاذب
۱۴	تجربه‌ی شخصی از به‌کارگیری AI	فقدان آموزش، تجربه‌ی مثبت، محدودیت کاربرد، فقدان منابع، ترس از نوآوری
۱۵	نحوه‌ی ورود AI به آموزش	شروع تدریجی، کارگاه عملی، تیم‌سازی، ادغام میان‌رشته‌ای، دگرگونی ناگهانی
۱۶	چشم‌انداز آینده‌ی AI در آموزش معماری	تحول بنیادی، چالش‌های اخلاقی، ترکیب انسان و ماشین، توسعه‌ی فناوری، آینده‌ی ترکیبی

۵-۲. تفسیر تم‌ها

مطابق با جدول ۴؛ پس از اجرای فرآیند کدگذاری اولیه مبتنی بر پاسخ‌های ارائه‌شده توسط ۱۳ متخصص به ۱۶ سؤال طراحی‌شده، داده‌ها در مرحله‌ی دوم وارد فرآیند تحلیل مضمون شدند و با دقت مورد بررسی قرار گرفتند. در این مرحله، کدهای مفهومی مرتبط با یکدیگر مورد مقایسه و ترکیب قرار گرفتند و نهایتاً تم‌های اصلی برای هر یک از سؤالات به‌طور دقیق استخراج شدند. نتایج حاصل از تحلیل نشان داد که نگرش‌ها نسبت به کاربرد هوش مصنوعی در حوزه‌ی آموزش معماری ترکیبی از سه رویکرد اصلی شامل: نگاه مثبت، مشروط و محتاطانه است. اکثر متخصصانی که در این مطالعه شرکت کرده بودند بر ضرورت‌هایی مانند بومی‌سازی فناوری‌های مرتبط، حفظ نقش کلیدی انسان در فرآیندهای آموزشی و تقویت مهارت تفکر انتقادی در کنار بهره‌گیری از امکانات فناورانه تأکید داشتند. در بخش فرصت‌ها، مضامین مهمی نظیر تسریع فرایند طراحی، امکان شخصی‌سازی یادگیری دانشجویان، ارتقای توانایی تحلیل داده‌ها و قابلیت شبیه‌سازی مراحل طراحی و ساخت شناسایی شدند که به برجسته‌ترین مزایای هوش مصنوعی در این حوزه اشاره دارند؛ اما در مقابل، تهدیدات جدی نیز مطرح شد که شامل مواردی چون وابستگی بیش‌ازحد به فناوری‌های جدید، کاهش خلاقیت فردی، تضعیف مهارت‌های انسانی خلاقانه و چالش‌های اخلاقی و فرهنگی بودند.

نه‌تنها نگرش‌ها بلکه تغییرات قابل‌توجهی نیز درباره‌ی نقش فضای استودیوهای معماری و جایگاه استاد در آموزش معماری مشاهده شد که بیانگر انعطاف‌پذیری این ساختارها تحت تأثیر ورود هوش مصنوعی است. همچنین مشخص شد که فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی می‌توانند به‌عنوان ابزاری مکمل برای تسهیل فرآیند تحلیل و طراحی استفاده شوند. در ارتباط با برنامه‌ی درسی، پیشنهادهای متعددی از سوی متخصصان ارائه شد؛ برجسته‌ترین موارد شامل گنجاندن دروس میان‌رشته‌ای مرتبط با فناوری، آموزش اصول اخلاق حرفه‌ای و تشویق یادگیری تیمی و مشارکتی بودند. علاوه بر این، دیدگاه متخصصان درباره‌ی زمان مناسب برای ورود هوش مصنوعی به آموزش (در مقطع کارشناسی یا ارشد) متنوع بوده و اجماعی در این زمینه وجود نداشت.

از دیدگاه کلی، تم‌های دیگری نیز شناسایی شدند که به موضوعاتی مانند ضرورت تجهیز دانشجویان به مهارت‌های فنی و تحلیلی پیشرفته، موانع فرهنگی و زیرساختی موجود برای پذیرش فناوری، اثرات مثبت و منفی هوش مصنوعی بر انگیزه و بهره‌وری تحصیلی دانشجویان و شیوه‌های تدریجی و میان‌رشته‌ای واردکردن فناوری به فضای آموزشی می‌پرداختند. درنهایت چشم‌انداز آینده‌ای که از دید متخصصان ترسیم شده بود، ترکیبی بود از تحولی مثبت با لحاظ دغدغه‌های اخلاقی، تلاش برای حفظ تعادل میان انسان و ماشین و واکنش سازگارانه نسبت به تغییرات آتی که می‌تواند جهت‌دهنده‌ی مسیر توسعه‌ی آموزش معماری باشد.

جدول ۴. استخراج تم‌ها (Thematic Analysis) برای هر سؤال همراه با تفسیر

شماره سؤال	تم‌های اصلی استخراج‌شده	تفسیر تم‌ها
۱	نگرش مثبت (مطلق و مشروط)، نگرش محتاطانه، نگرش منفی، بومی‌سازی	دیدگاه‌ها ترکیبی از حمایت با تأکید بر توجه به بومی‌سازی و حفظ نقش انسان است. نگرانی‌ها حول کاهش مهارت و خلاقیت تمرکز دارد.
۲	تسریع و بهینه‌سازی، یادگیری شخصی‌سازی‌شده، تحلیل داده و شبیه‌سازی	متخصصان فرصت‌های AI را در تسریع فرآیندها و فراهم کردن آموزش متناسب با نیاز هر دانشجو می‌بینند.
۳	وابستگی و کاهش مهارت، از بین رفتن خلاقیت، مسائل اخلاقی و فرهنگی	نگرانی‌ها در مورد کاهش مهارت‌های انسانی، تقلید صرف و نبود چارچوب‌های اخلاقی از تم‌های مهم است.
۴	تحول آتلیه، نقش متغیر استاد، بهبود تحلیل، پیچیدگی فناوری	AI باعث تغییرات ساختاری در فضای آتلیه شده و نقش استاد به سمت منتور تغییر می‌کند. پیچیدگی فناوری چالش‌زاست.
۵	افزایش خلاقیت، کاهش نوآوری، تقلید، تأثیرات انگیزشی	برخی متخصصان افزایش تنوع و خلاقیت را گزارش کرده‌اند ولی نگرانی درباره‌ی تقلید و کاهش نوآوری نیز وجود دارد.
۶	کاهش مهارت تفکر، استفاده‌ی سطحی، حذف فرآیند، وابستگی	کاهش کیفیت تفکر تحلیلی و تمرکز صرف بر نتایج از معضلات بالقوه است.
۷	مهارت‌های فنی (برنامه‌نویسی)، مهارت‌های تحلیلی و انتقادی، سواد دیجیتال	ترکیب مهارت‌های فنی و تفکر انتقادی برای موفقیت در بهره‌برداری از AI ضروری است.
۸	آموزش AI، دروس میان‌رشته‌ای، آموزش اخلاقی، آموزش تیمی	تغییرات برنامه‌ریزی‌شده یدرسی باید شامل آموزش فنی و اخلاقی باشد و به‌صورت تیمی اجرا شود.
۹	مقطع آموزش کارشناسی، ارشد، یا ترکیبی	تفاوت نظرات درباره‌ی مقطع مناسب برای آموزش AI نشان‌دهنده‌ی نیاز به انعطاف‌پذیری است.
۱۰	نقش مکمل AI، جایگزینی جزئی، عدم جایگزینی کامل استاد	AI به‌عنوان ابزار کمکی پذیرفته‌شده و جایگزین کامل استاد در نظر گرفته نمی‌شود.
۱۱	استفاده در نقد و ارزیابی خودکار، تحلیل پروژه، تشخیص سبک و روندها	AI قابلیت تسهیل ارزیابی و تحلیل پروژه‌ها را دارد اما جایگزین نقد انسانی نیست.
۱۲	موانع زیرساختی، آموزشی، فرهنگی و دسترسی	کمبود امکانات و آموزش ناکافی از موانع اصلی به‌کارگیری AI هستند.
۱۳	انگیزه‌افزایی، خطر تقلید، افزایش بهره‌وری	AI می‌تواند انگیزه ایجاد کند ولی خطر وابستگی و تقلید نیز باید مدیریت شود.
۱۴	فقدان آموزش و تجربه، تجارب مثبت و محدودیت‌ها	تجربه‌های متنوع نشان می‌دهد آموزش کافی و منابع مناسب برای موفقیت ضروری است.
۱۵	ورود تدریجی، آموزش عملی، ادغام میان‌رشته‌ای	ورود AI باید تدریجی، عملی و با همکاری بین رشته‌ها انجام شود.
۱۶	چشم‌انداز تحول، نگرانی اخلاقی، ترکیب انسان و هوش مصنوعی	آینده‌ی AI در آموزش معماری ترکیبی از تحول مثبت با ملاحظات اخلاقی و تعادل میان انسان و ماشین است.

۵-۳. تحلیل محتوای کیفی به همراه فراوانی و تفسیر برای تمامی ۱۶ سؤال

مطابق با جدول‌های ۵ الی ۲۰؛ تحلیل محتوای کیفی پاسخ‌های ۱۳ متخصص به ۱۶ سؤال پژوهش نشان می‌دهد که نگرش‌ها نسبت به هوش مصنوعی در آموزش معماری بسیار متنوع و چندلایه است. برخی متخصصان هوش مصنوعی را ابزاری مثبت و تحول‌آفرین می‌دانند که می‌تواند کیفیت آموزش را ارتقا دهد، درحالی‌که گروهی دیگر با نگرشی محتاطانه، نگرانی‌هایی نظیر کاهش نقش انسان، تضعیف تفکر انتقادی و تغییر ماهیت طراحی معماری را مطرح کرده‌اند. همچنین اقلیتی از کارشناسان نیز با دیدی منفی، هوش مصنوعی را تهدیدی جدی برای ارزش‌های انسانی در حوزه آموزش می‌پندارند. در بررسی فرصت‌های هوش مصنوعی، مهم‌ترین موارد شامل تسریع و بهینه‌سازی فرآیند طراحی، یادگیری شخصی‌سازی‌شده و توانایی تحلیل داده‌ها و شبیه‌سازی‌های اقلیمی است که می‌تواند آموزش را کارآمدتر، دقیق‌تر و انعطاف‌پذیرتر کند. بااین‌حال، تهدیدهایی نظیر کاهش مهارت‌های انسانی، افت خلاقیت ناشی از تقلید و نبود چارچوب‌های اخلاقی و فرهنگی برای به‌کارگیری مناسب هوش مصنوعی نیز مطرح‌شده است.

تأثیر هوش مصنوعی بر فضای آتلیهٔ آموزشی نیز موردتوجه بوده است؛ ورود فناوری موجب تغییر فضای سنتی آموزش معماری شده و نقش استاد از یک آموزش‌دهندهٔ مستقیم به هدایتگر و منتور تغییر یافته است. پیچیدگی فناوری‌های مرتبط نیز به‌عنوان چالشی عنوان‌شده که نیازمند آموزش و آمادگی بیشتر است. دربارهٔ تأثیر هوش مصنوعی بر خلاقیت دانشجویان، دیدگاه‌ها دوگانه است؛ برخی آن را عامل تنوع و خلق ایده‌های تازه می‌دانند، اما عده‌ای هشدار داده‌اند که استفادهٔ سطحی از هوش مصنوعی می‌تواند تقلید و کاهش نوآوری را به دنبال داشته باشد. همچنین این موضوع بر انگیزهٔ دانشجویان نیز تأثیر گذاشته است؛ هوش مصنوعی می‌تواند انگیزه‌بخش باشد اما در صورت استفادهٔ نادرست، ممکن است وابستگی و کاهش تعهد ایجاد کند. چالش مربوط به کاهش خلاقیت شامل مضامینی نظیر تضعیف تفکر تحلیلی، استفادهٔ سطحی از فناوری و وابستگی بیش‌ازحد به هوش مصنوعی می‌شود. در این راستا تأکید شده که دانشجویان باید مهارت‌هایی چون سواد دیجیتال، تفکر انتقادی و برنامه‌نویسی را بیاموزند تا بتوانند با چالش‌های فناوری مواجه شوند. این مسئله به ضرورت تغییر در برنامه‌های درسی نیز اشاره دارد؛ متخصصان پیشنهاد داده‌اند که دروس مرتبط با هوش‌مصنوعی به‌صورت میان‌رشته‌ای، همراه با آموزش‌های اخلاقی و عملی وارد ساختار آموزشی شوند.

نظرات درباره زمان مناسب آموزش هوش مصنوعی متفاوت است: برخی توصیه می‌کنند که آموزش از دورهٔ کارشناسی آغاز شود، برخی از مقطع کارشناسی ارشد و برخی به ترکیبی از هر دو مقطع معتقد هستند. همچنین در خصوص نقش هوش مصنوعی در مقایسه با استاد، اجماع نسبی وجود دارد که این فناوری باید مکمل استاد باشد و نه جایگزین کامل او، گرچه در برخی فرآیندها مانند ارزیابی پروژه‌ها می‌تواند بخشی از وظایف را بر عهده گیرد. درزمینهٔ کاربرد هوش مصنوعی در ارزیابی، قابلیت‌هایی نظیر نقد خودکار، تحلیل سبک طراحی و استفاده از ابزارهای بصری موردتوجه قرارگرفته است؛ هرچند بر اهمیت قضاوت انسانی تأکید

شده است. بررسی موانع استفاده از هوش مصنوعی نیز نشان داد که کمبود زیرساخت‌ها، ضعف آموزش تخصصی و مقاومت فرهنگی و زبانی از موانع اصلی محسوب می‌شوند. تجربهٔ شخصی متخصصان نشان می‌دهد که بسیاری از آن‌ها آموزش کافی در این زمینه دریافت نکرده‌اند، اما برخی تجربه‌های مثبت و موفق در استفاده از این فناوری داشته‌اند. در خصوص نحوهٔ ورود هوش مصنوعی به آموزش، اکثر متخصصان ورود تدریجی، اجرای آموزش‌های عملی و همکاری میان‌رشته‌ای را پیشنهاد کرده‌اند. چشم‌انداز آیندهٔ هوش مصنوعی در آموزش معماری نیز ترکیبی از تحول بنیادین، مسائل اخلاقی و تلاش برای ایجاد توازن میان انسان و ماشین است. پیش‌بینی می‌شود آینده این حوزهٔ مبتنی بر همکاری هوشمند میان انسان و فناوری باشد که اصول اخلاقی و زمینه‌های فرهنگی در آن لحاظ شود.

جدول ۵: سؤال ۱: دیدگاه کلی نسبت به هوش مصنوعی در آموزش معماری

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
نگرش مثبت	۵	هوش مصنوعی به‌عنوان ابزاری تحول‌آفرین، افزایش‌دهندهٔ کیفیت و تسریع‌کنندهٔ فرآیند آموزش دیده می‌شود.
نگرش محتاطانه	۵	نگرانی‌ها دربارهٔ جایگزینی انسان، از دست رفتن فلسفهٔ طراحی و احتمال کاهش مهارت‌های انتقادی مطرح است.
نگرش منفی	۳	برخی متخصصان نگرانی جدی درباره تأثیرات منفی و کاهش نقش انسانی در آموزش دارند.

جدول ۶: سؤال ۲: فرصت‌های به‌کارگیری هوش مصنوعی در آموزش معماری

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
تسریع و بهینه‌سازی طراحی	۶	AI باعث افزایش سرعت و دقت در فرایند طراحی و آموزش می‌شود.
یادگیری شخصی‌سازی‌شده	۴	AI امکان تطبیق آموزش بر اساس نیازها و سرعت یادگیری دانشجو را فراهم می‌کند.
تحلیل داده و شبیه‌سازی	۳	کاربرد AI در تحلیل داده‌های اقلیمی، شبیه‌سازی محیط و بهبود کیفیت آموزش تأییدشده است.

جدول ۷: سؤال ۳: تهدیدهای AI در آموزش معماری

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
کاهش مهارت‌های انسانی	۵	نگرانی از کاهش توانمندی تفکر انتقادی و مهارت‌های طراحی به دلیل اتکا به AI وجود دارد.
تقلید و نبود خلاقیت	۴	استفادهٔ نادرست یا تقلید صرف از مدل‌های AI می‌تواند خلاقیت دانشجو را کاهش دهد.
مسائل اخلاقی و فرهنگی	۴	فقدان چارچوب‌های اخلاقی و تفاوت‌های فرهنگی در به‌کارگیری AI چالش‌هایی ایجاد می‌کند.

جدول ۸: سؤال ۴: تأثیر AI بر فضای آتلیه

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
تحول در آتلیه	۶	فضای آتلیه به سمت استفادهٔ بیشتر از فناوری‌های AI تغییر می‌کند و فرآیند طراحی تسهیل می‌شود.
تغییر نقش استاد	۵	استادان نقش خود را از ارائه‌دهندهٔ مستقیم محتوا به راهنما و منتور تغییر می‌دهند.
پیچیدگی فناوری	۲	نیاز به یادگیری و مدیریت فناوری‌های پیچیده از چالش‌های موجود است.

جدول ۹: سؤال ۵: تأثیر AI بر خلاقیت دانشجو

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
افزایش خلاقیت	۵	AI می‌تواند تنوع و ایده‌های جدید را به فرآیند طراحی اضافه کند.
کاهش نوآوری و تقلید	۵	در مقابل، نگرانی از تقلید صرف و کاهش نوآوری به دلیل استفادهٔ سطحی از AI وجود دارد.
تأثیرات انگیزشی	۳	استفاده از AI ممکن است انگیزهٔ دانشجویان را هم افزایش یا کاهش دهد.

جدول ۱۰: سؤال ۶؛چالش‌های کاهش خلاقیت با AI

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
کاهش مهارت تفکر	۶	تمرکز بیش‌ازحد بر نتایج AI می‌تواند مهارت تفکر انتقادی را کاهش دهد.
استفادهٔ سطحی از AI	۴	استفادهٔ محدود و نادرست از AI باعث کاهش عمق و کیفیت طراحی می‌شود.
وابستگی بیش‌ازحد	۳	وابستگی به AI ممکن است توانایی‌های مستقل دانشجویان را تضعیف کند.

جدول ۱۱: سؤال ۷: مهارت‌های لازم دانشجو برای AI

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
برنامه‌نویسی	۵	توانایی کدنویسی و درک الگوریتم‌های AI برای بهره‌برداری کامل ضروری است.
تفکر انتقادی	۶	مهارت‌های تحلیلی و نقد برای ارزیابی خروجی AI اهمیت دارد.
سواد دیجیتال	۷	توانایی استفاده از ابزارهای دیجیتال پایهٔ ضروری است.

جدول ۱۲: سؤال ۸: تغییرات در برنامهٔ درسی

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
افزودن دروس AI	۸	نیاز به دروس اختصاصی برای آموزش هوش مصنوعی احساس می‌شود.
میان‌رشته‌ای بودن	۵	تلفیق معماری با فناوری اطلاعات و رشته‌های مرتبط ضروری است.
آموزش اخلاقی	۵	آموزش اصول اخلاقی در استفاده از AI از اهمیت بالایی برخوردار است.

جدول ۱۳: سؤال ۹؛ بهترین مقطع آموزش AI

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
کارشناسی	۵	شروع آموزش AI از مقطع کارشناسی پیشنهاد شده است.
کارشناسی ارشد	۴	برخی معتقدند آموزش تخصصی‌تر باید در مقطع ارشد باشد.
ترکیبی	۴	نظر به تنوع، برخی پیشنهاد آموزش پیوسته در هر دو مقطع را داده‌اند.

جدول ۱۴: سؤال ۱۰؛ نقش AI نسبت به استاد

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
کمک‌یار استاد	۷	AI به‌عنوان ابزار کمکی و مکمل آموزشگر شناخته می‌شود.
جایگزین جزئی استاد	۳	برخی موارد جایگزینی جزئی در فرایندهای خاص قابل‌قبول است.
عدم جایگزینی کامل	۳	استادان باید نقش اصلی و راهنمایی را حفظ کنند.

جدول ۱۵: سؤال ۱۱؛ کاربرد AI در ارزیابی پروژه‌ها

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
نقد و ارزیابی خودکار	۷	AI توانایی نقد اولیه و ارزیابی پروژه‌ها را دارد.
تحلیل سبک و روند	۴	AI می‌تواند سبک طراحی و روندها را تحلیل کند.
ابزارهای بصری	۲	نمایش بصری نتایج تحلیل برای دانشجویان و اساتید مفید است.

جدول ۱۶: سؤال ۱۲؛ موانع اصلی استفاده از AI

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
کمبود زیرساخت	۷	نبود تجهیزات و شبکه‌های مناسب مشکل اصلی است.
آموزش ناکافی	۵	کمبود آموزش تخصصی برای دانشجویان و اساتید.
مقاومت فرهنگی و زبانی	۳	برخی محیط‌ها و فرهنگ‌ها پذیرش فناوری را با مقاومت مواجه می‌کنند.

جدول ۱۷: سؤال ۱۳؛ تأثیر AI بر انگیزهٔ دانشجویان

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
افزایش انگیزه	۶	AI می‌تواند باعث ایجاد اشتیاق و انگیزه در دانشجویان شود.
خطر تقلید	۴	خطر استفاده از AI صرفاً برای کپی‌برداری و تقلید وجود دارد.
وابستگی و کاهش تعهد	۳	وابستگی بیش‌ازحد به AI می‌تواند تعهد و انگیزهٔ واقعی را کاهش دهد.

جدول ۱۸: سؤال ۱۴؛ تجربهٔ شخصی از به‌کارگیری AI

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
فقدان آموزش	۵	بسیاری از متخصصان آموزش کافی در زمینهٔ AI نداشته‌اند.
تجربهٔ مثبت	۴	برخی تجربیات مثبت در تسهیل فرایند طراحی و آموزش گزارش شده است.
محدودیت کاربرد	۴	کاربرد AI هنوز محدود به حوزه‌های خاص و ابزارهای مشخص است.

جدول ۱۹: سؤال ۱۵؛ نحوهٔ ورود AI به آموزش

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
ورود تدریجی	۸	ورود آرام و مرحله‌ای به آموزش توصیه می‌شود.
آموزش عملی	۶	برگزاری کارگاه‌ها و آموزش‌های عملی برای یادگیری مؤثر ضروری است.
ادغام میان‌رشته‌ای	۴	همکاری میان‌رشته‌ای برای تلفیق فناوری و معماری لازم است.

جدول ۲۰: سؤال ۱۶؛ چشم‌انداز آیندهٔ AI در آموزش معماری

تم (Thematic Analysis)	فراوانی	تفسیر
تحول بنیادین	۷	انتظار تحول اساسی در روش‌های آموزش معماری وجود دارد.
چالش‌های اخلاقی	۵	نگرانی‌های اخلاقی در مورد استفاده گستردهٔ AI در آموزش معماری برجسته است.
ترکیب انسان و هوش مصنوعی	۶	آیندهٔ ترکیبی با همکاری انسان و فناوری هوش مصنوعی پیش‌بینی می‌شود.

بر اساس جدول ۲۱؛ تحلیل داده‌ها حاکی از آن است که هوش مصنوعی در آموزش معماری، علاوه بر فرصت‌های قابل‌توجه، چالش‌های مهمی را نیز به همراه دارد. فرصت‌ها شامل تسریع فرآیند طراحی و یادگیری، افزایش دقت در تحلیل‌ها، امکان ارائه‌ی آموزش‌های شخصی‌سازی‌شده و تحول در فضای آتلیه هستند؛ عواملی که به ارتقای کیفیت آموزش و افزایش انگیزه‌ی دانشجویان منجر می‌شوند. بااین‌حال، چالش‌هایی همچون کاهش مهارت‌های تفکر انتقادی، وابستگی بیش‌ازحد به فناوری، مشکلات اخلاقی و فرهنگی، مقاومت در پذیرش نوآوری و کمبود زیرساخت‌ها و آموزش‌های تخصصی، ازجمله موانع اصلی بهره‌گیری مؤثر از هوش مصنوعی در محیط آموزشی معماری محسوب می‌شوند. این دوگانگی ضرورت طراحی یک چارچوب متعادل را برای استفاده‌ی هوشمندانه از هوش مصنوعی در این حوزه برجسته می‌کند.

جدول ۲۱: چالش‌ها و فرصت‌ها در هوش مصنوعی برای آموزش معماری

دسته	موارد اصلی
فرصت‌ها	تسریع طراحی و آموزش، یادگیری شخصی‌سازی‌شده، افزایش دقت و تحلیل، تحول فضای آتلیه، افزایش انگیزه‌ی دانشجویان
چالش‌ها	کاهش مهارت‌های تفکر انتقادی، وابستگی به فناوری، مسائل اخلاقی و فرهنگی، مقاومت در برابر فناوری، کمبود زیرساخت و آموزش

آموزش معماری در حال تجربه‌ی یک تحول بزرگ است، به‌طوری که هوش مصنوعی به‌عنوان موتور اصلی پیشرفت و نوآوری در یادگیری و طراحی شناخته می‌شود. اما در این میان، حفظ تعادل میان کارایی فناوری و اصالت انسانی در فرایندهای آموزشی ضروری به نظر می‌رسد. برای نیل به این هدف، رویکردی تدریجی و میان‌رشته‌ای برای ورود هوش مصنوعی به برنامه‌های درسی پیشنهاد می‌شود. این راهبرد شامل آموزش هم‌زمان مهارت‌های فنی مانند دیجیتال و برنامه‌نویسی، در کنار تقویت مهارت‌های انسانی

نظیر تفکر انتقادی و اخلاق حرفه‌ای است. همچنین، نقش استادان باید از صرفاً ارائه‌دهندگان محتوا به منتورهایی که تسهیل‌کننده‌ی یادگیری هوشمند هستند، تغییر یابد. افزون بر این، تدوین چارچوب‌های اخلاقی و فرهنگی جهت استفاده‌ی مسئولانه از فناوری در آموزش معماری گامی کلیدی در ایجاد تحول پایدار خواهد بود. جدول ۲۲ با روش SWOT نقاط قوت و ضعف، فرصت‌ها و تهدیدهارا نمایش می‌دهد:

جدول۲۲. تحلیل SWOT هوش مصنوعی در آموزش مهندسی معماری

بخش	شرح جزئیات و مصادیق تحلیلی
نقاط قوت	۱. ارتقای کیفیت آموزش و بهبود فرآیند طراحی از طریق بهره‌گیری از تحلیل‌های دقیق‌تر که به تسریع فرایندهای طراحی کمک کرده و امکان تصمیم‌گیری بهینه در زمینه‌های آموزشی را فراهم می‌کند. ۲. فراهم‌سازی بستر یادگیری شخصی‌سازی‌شده به‌گونه‌ای که محتوا و روش‌های آموزشی بر اساس نیازها، اهداف و توانایی‌های هر دانشجو تنظیم شوند تا تجربه‌ی یادگیری مؤثرتری ارائه شود. ۳. تقویت خلاقیت در فرآیندهای آموزشی و افزایش تنوع در ایده‌ها با بهره‌گیری از ابزارهای هوش مصنوعی که امکان تولید راهکارها و ایده‌های نوآورانه را فراهم کرده و تحلیل‌های خلاقانه طراحی را پشتیبانی می‌کنند. ۴. تسهیل روند آموزش میان‌رشته‌ای با ایجاد هماهنگی میان حوزه‌هایی همچون معماری، فناوری اطلاعات و علوم شناختی، به منظور گسترش دامنه‌های دانش و تلفیق بین‌رشته‌ای جهت حل چالش‌های آموزشی. ۵. بهبود فرآیندهای دریافت بازخورد و ارزیابی عملکرد با استفاده از ابزارهای تحلیل خودکار پروژه‌ها و ارائه نقدهای هوشمند که موجب ارتقای سطح یادگیری و اصلاح مشکلات احتمالی می‌شود. ۶. افزایش انگیزه و تعامل یادگیرندگان از طریق استفاده از ابزارهای گرافیکی جذاب و محیط‌های تعاملی که تجربه‌ی یادگیری را دل‌پذیرتر، مؤثرتر و جذاب‌تر می‌سازند.
نقاط ضعف	۱. کاهش مهارت‌های انسانی و تفکر انتقادی: اعتماد و وابستگی بیش‌ازاندازه به سیستم‌های هوش مصنوعی می‌تواند به مرور زمان باعث کاهش توانایی‌های فردی انسان‌ها در تصمیم‌گیری مستقل، تحلیل مسائل پیچیده و به‌کارگیری قوهٔ تفکری شود که برای حل مسائل غیرقابل پیش‌بینی ضروری است. ۲. خطر تقلید و استفادهٔ سطحی: استفادهٔ مداوم از خروجی‌های تولیدشده توسط الگوریتم‌های هوش مصنوعی، اغلب به نوعی نگاه تکراری و سطحی ختم می‌شود که ممکن است با کاهش یا محدودیت در خلاقیت انسانی همراه باشد؛ این امر نهایتاً به نوعی وابستگی ذهنی منجر خواهد شد که توانایی افراد را در خلق نوآوری و راه‌حل‌های تازه محدود می‌کند. ۳. ناآشنایی و کمبود آموزش تخصصی: فقدان دانش عمیق و مهارت‌های فنی کافی در بین اساتید دانشگاه‌ها، دانشجویان و دیگر ذی‌نفعان، مانعی جدی برای بهره‌گیری کامل و مؤثر از فناوری‌های مبتنی بر هوش مصنوعی به شمار می‌آید؛ این ضعف می‌تواند سرعت گسترش و استفادهٔ کارآمد را کاهش دهد. ۴. کمبود زیرساخت‌های فنی: عدم دسترسی به تجهیزات سخت‌افزاری مناسب، نرم‌افزارهای پیشرفته داخلی و نبود یک زیرساخت بومی توانمند، چالشی مهم برای توسعه و پیاده‌سازی فناوری‌های هوش مصنوعی در بسیاری از حوزه‌ها به شمار می‌رود. ۵. مقاومت فرهنگی: وجود نگرانی‌های اجتماعی دربارهٔ جایگزینی انسان‌ها توسط سیستم‌های هوش مصنوعی و بی‌اعتمادی به نتایج تولیدشده توسط این فناوری‌ها، باعث کند شدن پذیرش عمومی و ایجاد مقاومت در برابر پیشرفت‌های مرتبط با آن شده است. ۶. پیچیدگی فناوری و دشواری بومی‌سازی: ماهیت پیچیدهٔ فناوری‌های هوش مصنوعی و نیاز به بومی‌سازی آن‌ها مطابق با شرایط خاص فرهنگی، اقتصادی و زبانی هر جامعه، چالش‌هایی چندلایه ایجاد می‌کند که روند استقرار کامل این ابزارها را دشوارتر می‌کند.

ادامه جدول ۲۲

بخش	شرح جزئیات و مصادیق تحلیلی
فرصت‌ها	۱. ایجاد تحول اساسی در آموزش معماری با بازبینی آتلیه‌ها و نوآوری در مدل‌های یادگیری. ۲. تقویت تعامل میان دانشگاه و صنعت از طریق ادغام آموزش با پروژه‌های عملی و واقعی. ۳. گسترش همکاری‌های بین‌رشته‌ای با طراحی دوره‌های مشترک بین معماری، IT و علوم شناختی. ۴. افزایش عدالت در آموزش با استفاده از پلتفرم‌های هوشمند برای فراهم کردن دسترسی بیشتر. ۵. بهبود و توسعهٔ آموزش هیبریدی از طریق ترکیب مؤثر روش‌های حضوری و مجازی. ۶. ارتقای سطح پژوهش در زمینهٔ الگوریتم‌های تخصصی مرتبط با آموزش معماری.
تهدیدها	۱. چالش‌های اخلاقی و فرهنگی: نقض حقوق مالکیت فکری و کاهش عنصر انسانی. ۲. خطر جایگزینی نقش استاد: تضعیف ارتباطات مؤثر در فرآیند آموزشی. ۳. شکاف دیجیتال: عدم دسترسی یکسان به فناوری برای همه. ۴. تضعیف فلسفهٔ طراحی و کم‌رنگ شدن هویت بومی. ۵. وابستگی بیش از حد به داده‌ها و تصمیم‌گیری ماشینی. ۶. تحولات سریع فناوری و هزینه‌های قابل توجه مرتبط با آن.

۶. نتیجه‌گیری

مطالعهٔ حاضر نشان داد که دیدگاه متخصصان بین‌المللی نسبت به استفاده از هوش مصنوعی در آموزش معماری دارای طیف گسترده‌ای از نگرش‌هاست. اکثریت بر این باورند که هوش مصنوعی فرصت‌های قابل‌توجهی برای بهبود فرآیندهای آموزشی و طراحی فراهم می‌کند، به‌ویژه در زمینه‌هایی مثل تسریع روند طراحی، شخصی‌سازی فرایند آموزش و تحلیل دقیق‌تر پروژه‌ها. بااین‌حال، نگرانی‌هایی نیز مطرح شده است، ازجمله کاهش مهارت‌های انسانی، تضعیف خلاقیت و وابستگی بیش‌ازحد به فناوری که نیازمند بررسی و مدیریت دقیق هستند. برای ورود مؤثر هوش مصنوعی به حوزه‌ی آموزش معماری، اتخاذ رویکردی تدریجی امری ضروری است. این فرایند باید همراه با برنامه‌ریزی دقیق و ارائهٔ آموزش‌های عملی باشد تا هم دانشجویان و هم اساتید بتوانند مهارت‌های فنی و تفکر انتقادی لازم را کسب کنند. همچنین باید نقش استاد به‌عنوان راهنما و منتور حفظ شود و هوش مصنوعی صرفاً به‌عنوان ابزار تکمیلی مورداستفاده قرار گیرد.

در کنار این موارد، چالش‌هایی نظیر کمبود زیرساخت‌های لازم، آموزش‌های ناکافی و مقاومت فرهنگی ازجمله موانع اصلی هستند که باید با سیاست‌گذاری‌های مناسب و هدفمند رفع شوند. علاوه بر این، لحاظ کردن ملاحظات اخلاقی و فرهنگی در کاربرد هوش مصنوعی اهمیت دارد تا بتوان از پیامدهای احتمالی منفی جلوگیری کرد. بااین‌وجود، آیندهٔ آموزش معماری با تلفیق هوشمندانهٔ توانایی‌های انسانی و قابلیت‌های فناوری هوش مصنوعی، نوید تغییرات بنیادین و مثبت را می‌دهد؛ تغییراتی که می‌توانند کیفیت و اثربخشی فرایندهای آموزشی را به شکل قابل‌توجهی ارتقا دهند. در ادامه یافته‌های کلیدی به همراه پیشنهادهای کاربردی ارائه شده است:

جدول ۲۳. خلاصه‌ای از یافته‌های کلیدی و پیشنهادهای کاربردی

محور	یافتهٔ کلیدی	پیشنهادهای کاربردی
نگرش نسبت به AI	نگرش مثبت مشروط غالب است، نگرانی‌هایی دربارهٔ کاهش خلاقیت وجود دارد	حفظ نگرش محتاطانه با ترویج آموزش و پژوهش بیشتر در زمینهٔ اخلاق AI
فرصت‌ها	تسریع طراحی، شخصی‌سازی آموزش، تحلیل دقیق‌تر پروژه‌ها	توسعهٔ نرم‌افزارهای تخصصی معماری با قابلیت شخصی‌سازی و همکاری تیمی
تهدیدها و نگرانی‌ها	وابستگی زیاد، کاهش مهارت‌های انسانی، مسائل فرهنگی و اخلاقی	آموزش مهارت‌های انتقادی و تفکر خلاق همراه با آموزش AI
نقش استاد	نقش استاد به سمت راهنما و منتور تغییر می‌کند، نه حذف کامل	آموزش استادان برای استفاده بهینه و همراهی با AI
چالش‌های عملی	کمبود زیرساخت، آموزش ناکافی، مقاومت فرهنگی	سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌ها، آموزش تخصصی اساتید و دانشجویان
نحوهٔ ورود AI	ورود تدریجی و آموزش عملی بهترین روش است	برگزاری کارگاه‌ها، دوره‌های آموزشی کوتاه‌مدت و پروژه‌های عملی
چشم‌انداز آینده	ترکیب انسان و ماشین، تحول بنیادین با رعایت ملاحظات اخلاقی	توسعهٔ سیاست‌ها و چارچوب‌های اخلاقی در استفاده از AI

۶-۱. پیشنهادها

برای توسعهٔ هوش مصنوعی در آموزش معماری، پیشنهادهایی کلیدی مطرح شده‌اند که می‌توانند به ارتقای کیفیت آموزش و استفاده مؤثرتر از این فناوری کمک کنند. یکی از این پیشنهادها، طراحی برنامه‌های میان‌رشته‌ای است که با تأکید بر معماری، فناوری اطلاعات و علوم انسانی، مهارت‌های دیجیتال و تفکر انتقادی دانشجویان را تقویت می‌کند. علاوه بر این، برگزاری کارگاه‌های عملی و دوره‌های تخصصی برای آموزش کاربردهای هوش مصنوعی به اساتید و دانشجویان مورد توجه قرار گرفته است. تقویت زیرساخت‌های فنی و نرم‌افزاری در دانشگاه‌ها و مراکز آموزشی نیز یکی دیگر از اقدامات ضروری به شمار می‌آید. توسعهٔ چارچوب‌های اخلاقی برای استفادهٔ مسئولانه از هوش مصنوعی در آموزش و طراحی معماری ضرورت دارد تا بهره‌گیری از این فناوری به شکلی پایدار و اخلاقی انجام شود. همچنین حفظ نقش راهنمایی استادان و ارتقای آموزش آن‌ها جهت همکاری مؤثر با هوش مصنوعی به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از فرآیند یادگیری پیشنهاد شده است. ترویج پژوهش‌های میان‌رشته‌ای و کاربردی دربارهٔ تأثیرات هوش مصنوعی بر آموزش و خلاقیت نیز می‌تواند زمینه‌ساز ارتقای دانش و تعامل بیشتر در این حوزه شود. درنهایت، نظارت و ارزیابی مستمر تأثیرات هوش مصنوعی، به‌منظور اصلاح سیاست‌ها و برنامه‌های آموزشی، تضمین‌کنندهٔ پیشرفت و هماهنگی بیشتر در استفاده از این فناوری خواهد بود.

۶-۲. پژوهش‌های آینده

با توجه به ماهیت کیفی این پژوهش و بهره‌گیری از پرسشنامه باز برای جمع‌آوری دیدگاه‌های متخصصان، اگرچه این روش امکان درک عمیق‌تر مفاهیم را فراهم می‌کند، اما به دلیل نقش پژوهشگر در فرآیند کدگذاری و تفسیر داده‌ها، احتمال تأثیر قضاوت ذهنی نیز وجود دارد. بنابراین، توصیه می‌شود که در مطالعات آینده از روش‌های کمی یا ترکیبی (Mixed Method) برای کمی‌سازی متغیرهای کیفی استفاده شود تا نتایج به‌طور دقیق‌تر قابل مقایسه و تعمیم‌پذیر باشند. به‌ویژه می‌توان از پرسشنامه‌های ساخت‌یافته‌تر همراه با مقیاس‌های عددی یا لیکرت پنج‌درجه‌ای بهره برد تا نگرش‌ها، فرصت‌ها و چالش‌های مرتبط با هوش مصنوعی در آموزش معماری به‌صورت کمی و آماری مورد تحلیل قرار گیرند. همچنین، استفاده از ابزارهای پیشرفتهٔ تحلیلی مانند مدل‌سازی معادلات ساختاری (SEM) یا تحلیل عاملی تأییدی (CFA) می‌تواند به شناسایی دقیق‌تر روابط متغیرها و عوامل تأثیرگذار کمک کند. افزون بر این، اجرای پژوهش‌های تطبیقی میان دانشگاه‌ها یا کشورهای مختلف با استفاده از نمونهٔ آماری گسترده‌تر، امکان بررسی تفاوت‌ها و شباهت‌های بین‌فرهنگی در نگرش به هوش مصنوعی در آموزش معماری را فراهم می‌آورد. چنین رویکردهایی، علاوه بر کاهش تأثیرات ذهنی پژوهشگر، باعث افزایش دقت، اعتبار نتایج و همچنین کاربرد مؤثرتر آن‌ها در سیاست‌گذاری‌های آموزشی خواهند شد.

۷. پی‌نوشت

۱- پرسشنامهٔ پژوهش:

Research Questionnaire

Title: Artificial Intelligence in Architectural Education: Perspectives and Opportunities from International Experts

Dear participant,
This questionnaire has been developed to gather insights from experts in architecture and emerging technologies.
The aim of this study is to explore perspectives, opportunities, and challenges regarding the use of Artificial Intelligence (AI) in architectural education from an international viewpoint.
All responses will be used strictly for academic and research purposes, and full confidentiality is guaranteed.
We kindly ask you to answer the questions carefully and honestly. Your valuable input is greatly appreciated.

Researcher: [Your Name]
Affiliation: [University or Institution]
Phone Number: [Your Contact Number]
Email: [Your Email Address]

Section 1: Personal Information

Full Name	
Age	
Academic Rank (☐ Assistant Professor ☐ Associate Professor ☐ Full Professor ☐ Other: .....)	
Affiliated University	
Academic Degree (☐ Master's ☐ Ph.D. ☐ Postdoctoral)	
Field of Expertise	
Years of Professional Experience	
Email Address	
Phone Number	

Section 2: Open-Ended Questions

1. 1. What is your overall perspective on the use of AI in architectural education?
2. 2. In your opinion, what are the main opportunities arising from the implementation of AI in architectural education?
3. 3. What threats or concerns do you perceive regarding the use of AI in architectural education?
4. 4. How do you think AI will affect the way design studios operate in architectural education?
5. 5. Can AI help enhance students' creativity? Please elaborate.
6. 6. Could AI potentially diminish students' creativity? Why?
7. 7. What skills should architecture students develop in order to use AI effectively?
8. 8. What changes should be made to architecture curricula to integrate AI education?
9. 9. Do you believe AI should be taught at the undergraduate level or in advanced degrees? Why?
10. 10. Can AI replace instructors in the teaching of architectural design? Why or why not?
11. 11. What roles do you envision for AI in the critique and evaluation of student projects?
12. 12. What are the challenges of implementing AI-based education in different countries, particularly in developing nations?
13. 13. What are the advantages and disadvantages of using AI-based tools such as Midjourney, DALL•E, or ChatGPT in architectural education?
14. 14. Do you have any experience using AI tools in teaching or architectural design? Please describe.
15. 15. What recommendations do you have for architecture educators considering the use of AI in their classrooms?
16. 16. How do you envision the future of architectural education in the age of AI?

References

- Alahmad, M., & Tills, J. (2010). Learning applications in the architectural engineering educational setting. *Journal of Architectural Engineering*, 16(4), 126–135. https://doi.org/10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000021.
- Alahmad, M., Brink, H., Brumbaugh, A., & Rieur, E. (2011). Integrating sustainable design into architectural engineering education: UNL-AE program. *Journal of Architectural Engineering*, 17(2), 75–81. https://doi.org/10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000038.
- Amanzadegan, M., Peyvastehgar, Y., Heidari, A. A., & Malekhosseini, R. (2024). Analysis of the ability to integrate building information modeling (BIM) and artificial intelligence in architecture with the approach of systematic tracking of scientific resources in the period of 2015-2021. *Physical Social Planning*, 10(4), 111-134. https://psp.journals.pnu.ac.ir/article_10963.html?lang=en.
- Berardi, U., Pietroforte, R., & El-Korchi, T. (2014). Acoustics and lighting education in architectural engineering: Experience of WPI. *Journal of Architectural Engineering*, 20(2), 05013003. https://doi.org/10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000142.
- Bernstein, P. (2024). Autonomous algorithmic architects: Wicked problems of machine learning in architecture. *Architectural Design*, 94(3), 118-127. https://doi.org/10.1002/ad.3063.
- Carvalho, L., Martinez-Maldonado, R., Tsai, Y.-S., Markauskaite, L., & de Laat, M. (2022). How can we design for learning in an AI world? Computers & Education: *Artificial Intelligence*, 3, 100053. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100053.
- Cazacu, I. M., Udristoiu, A. L., Gruionu, L. G., Iacob, A. V., Gruionu, G., & Saftoiu, A. (2019). Artificial intelligence in pancreatic cancer: *Toward precision diagnosis. Endoscopic Ultrasound*, 8(6), 357-359. https://doi.org/10.4103/EUS.EUS_76_19.
- D'Souza, N. (2007). Design intelligences: A case for multiple intelligences in architectural design. *International Journal of Architectural Research: Archnet-IJAR*, 1(2), 15-34. https://doi.org/10.26687/archnet-ijar.v1i2.13.
- Deng, L. (2018). Artificial intelligence in the rising wave of deep learning: The historical path and future outlook [Perspectives]. *IEEE Signal Processing Magazine*, 35(1), 180-187. https://doi.org/10.1109/MSP.2017.2762725.
- Fritchen, D. R., & Tredway, T. C. (1998). Kansas State University architectural engineering. *Journal of Architectural Engineering*, 4(1), 34-39. https://doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0431(1998)4:1(34).
- Hafiz, D. (2024). Shaping tomorrow: The impact of AI on architectural history and interior design education. *Evolutionary Studies in Imaginative Culture*, 8(2), 357-367. https://doi.org/10.70082/esiculture.vi.1052.
- Hessari, P., & Chegeni, F. (2022). Investigating the effectiveness of virtual education in practical and theoretical courses in the field of architecture. *Technology of Education Journal (TEJ)*, 16(2), 281-292. https://jte.sru.ac.ir/article_1607.html?lang=en.
- Jin, S., Tu, H., Li, J., Fang, Y., Qu, Z., Xu, F., Liu, K., & Lin, Y. (2024). Enhancing architectural education through artificial intelligence: A case study of an AI-assisted architectural programming and design course. *Buildings*, 14(6), 1613. https://doi.org/10.3390/buildings14061613.
- Kahraman, F., Aktaş, A., Bayrakceken, S., Çakar, T., Tarcan, H. S., Bayram, B., Durak, B., & Ülman, Y. I. (2024). Physicians' ethical concerns about artificial intelligence in medicine: A qualitative study: "The final decision should rest with a human." *Frontiers in Public Health*, 12, 1428396. https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1428396.
- Kazemi, E., Sattari Sarebangoli, H., Mohammadzade, R., & Gharibpur, A. (2021). Studying the quality of teaching the course of the introduction to architectural design (2) at the Faculty of Fine Arts, University of Tehran. *Technology of Education Journal (TEJ)*, 15(4), 815-835. https://jte.sru.ac.ir/article_1078.html?lang=en.
- Kołata, J., & Zierke, P. (2021). The decline of architects: Can a computer design fine architecture without human input? *Buildings*, 11(8), 338. https://doi.org/10.3390/buildings11080338.
- Lalbakhsh, E., Ghobad, V., & Azizi, S. (2019). A model of architectural design education based on collaborative and interactive thoughts. *Technology of Education Journal* (TEJ), 13(3), 649-659. https://jte.sru.ac.ir/article_948.

html?lang=en.

- Levin, B. A., Piskunov, A. A., Poliakov, V. Y., & Savin, A. V. (2022). Artificial intelligence in engineering education. *Vysšee Obrazovanie v Rossii*, 31(7), 79–95. https://doi.org/10.31992/0869-3617-2022-31-7-79-95.
- Mair, J., & Reischauer, G. (2017). Capturing the dynamics of the sharing economy: Institutional research on the plural forms and practices of sharing economy organizations. *Technological Forecasting and Social Change*, 125, 11–20. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.023.
- Martí-Parreño, J., Méndez-Ibáñez, E., & Alonso-Arroyo, A. (2016). The use of gamification in education: A bibliometric and text mining analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(6), 663–676. https://doi.org/10.1111/jcal.12161.
- Mosier, R. D., Adhikari, S. K., & Langar, S. (2023). Effects of laptop requirements on online architecture and architectural engineering education. *Journal of Architectural Engineering*, 29(3), 04023017. https://doi.org/10.1061/jaeied.aeeng-1584.
- Nejati, N., & Bemanian, M. (2021). Architectural design training based on artificial intelligence. *Architectural Technologies Studies*, 1(1), 7. http://jiu.ir/fa/Article/32585/FullText.
- Nikolic, S., Wentworth, I., Sheridan, L., Moss, S., Duursma, E., Jones, R. A., Ros, M., & Middleton, R. (2024). A systematic literature review of attitudes, intentions, and behaviours of teaching academics pertaining to AI and generative AI (GenAI) in higher education: An analysis of GenAI adoption using the UTAUT framework. *Australasian Journal of Educational Technology*, 40(1), 1–24. https://doi.org/10.14742/ajet.9643.
- Panch, T., Mattie, H., & Atun, R. (2019). Artificial intelligence and algorithmic bias: Implications for health systems. *Journal of Global Health*, 9(2), 020318. https://doi.org/10.7189/JOGH.09.020318.
- Pordel, A., & ZiaBakhsh, N. (2022). The application of artificial intelligence in the formal ideation of the belonging architectural space with the approach of environmental psychology (Case study: The future Islamic-Iranian city center). *City Architect*, 1(4), 38–52. https://journals.iau.ir/article_700245.html.
- Ronagh, E., & Daneshmandi, M. (2025). Methodological redesign of the digital architecture design process with emphasis on artificial intelligence applications. *Naqshejahan*, 15(1), 27–48. http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-78411-fa.html.
- Serban, I. V., Gupta, V., Kochmar, E., Vu, D. D., Belfer, R., Pineau, J., & Bengio, Y. (2020). A large-scale, open-domain, mixed-interface dialogue-based ITS for STEM. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 387–392). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52240-7_70.
- Taheri, P., & Rasoolzadeh, M. (2024). Meta-analysis of artificial intelligence in interior architecture: A new chapter for healthy building. *Naqshejahan*, 14(2), 139–158. http://bsnt.modares.ac.ir/article-2-76756-fa.html.
- Tecuci, G. (2011). Artificial intelligence. Wiley Interdisciplinary Reviews: *Computational Statistics*, 4(2), 168–180. https://doi.org/10.1002/wics.200.
- Zahra, S. A., Samra, M., & El Gizawi, L. (2025). Working toward advanced architectural education: Developing an AI-based model to improve emotional intelligence in education. *Buildings*, 15(3), 356. https://doi.org/10.3390/buildings15030356.

علی صادقی حبیب‌آباد: دارای درجهٔ دکتری مهندسی معماری از دانشگاه شهید رجایی تهران (۱۳۹۹)، پسادکتری مهندسی معماری از دانشگاه فلورانس ایتالیا (۱۴۰۱) و پسادکتری طراحی و تکنولوژی معماری از دانشگاه ساپینزای رم ایتالیا (۱۴۰۲) است. او در حال حاضر به عنوان استادیار گروه مهندسی معماری و عضو هیئت علمی دانشکدهٔ فنی و مهندسی دانشگاه یاسوج فعالیت می‌کند. سابقهٔ تدریس در دانشگاه‌های شهید رجایی تهران، دانشکدهٔ شریعتی، و دانشکدهٔ ولیعصر (عج) تهران (از سال ۱۳۹۶ تا ۱۴۰۲). زمینه‌های تخصصی و علاقه‌مندی‌های ایشان شامل معماری ایرانی-اسلامی.

الساندرا دی چزاریس: دارای درجهٔ دکتری طراحی و تئوری معماری از دانشگاه ساپینزای رم ایتالیا (۱۹۹۲) و پسادکتری مهندسی معماری از دانشگاه پلی‌تکنیک باری ایتالیا (۱۹۹۳) است. ایشان به‌عنوان استاد گروه مهندسی معماری ـ شهرسازی و عضو هیئت علمی دانشگاه ساپینزای رم ایتالیا فعالیت می‌کنند. او عضو کمیتهٔ دکتری طراحی و تئوری معماری در دانشگاه ساپینزا بوده و در دورهٔ ۲۰۱۲-۲۰۱۹ به‌عنوان مدیر و سرپرست علمی مرکز تحقیقات مسکن گروه معماری دانشگاه ساپینزا فعالیت داشته است. همچنین، ایشان مسئول تفاهم‌نامه‌های فرهنگی بین دانشگاه‌های ایران و ایتالیا بوده و عضو واحد بین‌المللی‌سازی دپارتمان PDTA و مدیر علمی مرکز تحقیقات بازآفرینی شهری-پایداری محیطی نیز هستند. زمینه‌های تخصصی و علاقه‌مندی‌های ایشان شامل مطالعات معماری و شهرسازی ایران، نظریه‌ها و تئوری‌های معماری، بازآفرینی شهری، مرمت و توسعهٔ میراث، بازسازی و تحقیقات شهرسازی معاصر و... است.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ARCHITECTURAL ENGINEERING EDUCATION FROM THE PERSPECTIVE OF INTERNATIONAL EXPERTS

A. Sadeghi Habibabad[1] and A. De Cesaris[2]

Received: 1 October 2025 ; Accepted: 11 November 2025

DOI: 10.22047/ijee.2025.550554.2209

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.108.6.2

Abstract: With the rapid advancement of modern technologies, artificial intelligence has emerged as a transformative driver within architectural education. This technology offers capabilities such as personalized learning experiences, accelerated design processes, and precise project analysis, opening up new possibilities for educational systems. However, challenges such as diminished critical thinking skills, over-reliance on technology, and ethical and cultural considerations also arise, underscoring the need to recognize and address these issues for effective utilization of AI. Given the lack of comprehensive research in this field, the present study aims to explore the perspectives, opportunities, challenges, and future of AI in architectural education, as viewed by international experts. Employing a qualitative approach, the study analyzed the responses of 13 international experts who were purposefully selected based on specialized criteria. Data collection involved a questionnaire comprised of 16 open-ended questions, which were subsequently coded, categorized, and analyzed to derive final results. Findings revealed that the prevailing attitude toward AI in architectural education is predominantly positive but conditional and cautious. Opportunities such as facilitating the learning process, enhancing creativity, and driving fundamental changes in educational environments were acknowledged.

Keywords: Artificial intelligence, architectural education, perspectives and challenges, international experts

1- Assistant Professor, Architectural Engineering Department, Faculty of Technical and Engineering, Yasouj University, Yasouj, Iran. (Corresponding Author). E-mail: AliSadeghi@yu.ac.ir

2- Associate Professor, Department of Planning, Design and Architectural Technology, Sapienza University of Rome, Italy. E-mail: alessandra.decesaris@uniroma1.it

INTEGRATING GROUNDED THEORY AND STRUCTURAL ANALYSIS TO EXPLAIN THE CHOICE OF TECHNICAL MAJORS: TOWARD A NOVEL APPROACH

N. Shiri[1], F. Pourghasem[2] and M. Khoshmaram[3]

Received: 9 July 2025; Accepted: 20 September 2025

DOI: 10.22047/ijee.2025.533298.2185

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.108.5.1

Abstract: Choosing a field of study is one of the important and destiny-shaping stages of education for students and despite the advantages - such as practical application, quick entry into the job market, training of skilled technicians and workers, a large number of fields, focus on workshop and practical training, etc. - that vocational and technical fields have, most Iranian students still choose theoretical fields to continue their education. The present study was designed and implemented with the aim of identify, explain, and prioritize the factors affecting the choice of vocational and technical fields by students in Ilam province, using a combination of grounded theory and Micmac software. The results showed that variables such as "interest", "perceived usefulness", "perceived future career", "motivation for progress", "subjective norms", "educational counseling and guidance", "prior knowledge and experience", "perceived economic value", "attitude towards the field", "perceived effectiveness", "having a role model", "environmental support", and "self-efficacy" had a strong and direct impact on the choice of vocational and technical fields. This study introduces a novel approach in mixed-methods research, providing an integrated framework for understanding students' selection of technical fields. It emphasizes the importance of targeted educational and counseling interventions to guide students toward skill-based training.

Keywords: Educational guidance, technical and professional education, interaction effects, classical grounded theory, Micmac software

1- Associate Professor, Department of Entrepreneurship and Rural Development, Faculty of Literature and Humanities, Ilam University, Ilam, Iran. (Corresponding Author).E-mail: n.shiri@ilam.ac.ir

2- Ph.D. Graduate, Department of Agricultural Extension and Education, Faculty of Agriculture , Razi University, Kermanshah, Iran. E-mail: poorghasemf@yahoo.com

3- Researcher, Social and Economic Research Department, Ilam Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ilam, Iran. E-mail: m.khoshmaram@areeo.ac.ir

IDEATION AND ENTREPRENEURIAL INTENTION: THE ROLES OF RESPONSIBILITY FOR CHANGE, RISK TAKING, AND THE MODERATING EFFECT OF CHATGPT ADOPTION

V. Saraj[1], A. Zivari[2], M. Khayatan[3], S. R. Ravanbakhsh[4], M. Akbari[5] and Kamal Sakhdari[6]

Received: 24 June 2025 ; Accepted: 30 October 2025

DOI: 10.22047/ijee.2025.531202.2181

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.108.4.0

Abstract: In recent years, scholars have paid increasing attention to the factors shaping higher-education graduates' orientation toward entrepreneurship. Strengthening such tendencies promotes the discovery and creation of opportunities; the exploitation of these opportunities, in turn, seeds further opportunities and new ventures. Against this backdrop, the present study examines how felt responsibility for change (FRCC) and risk propensity influence students' entrepreneurial intention through ideation, and whether ChatGPT adoption moderates these relationships. The study population comprised students at the University of Tehran; using convenience sampling, 208 complete and analyzable questionnaires were obtained. Data were collected via a standardized instrument employing a five-point Likert scale. Findings indicate that ideation, as a key factor, exerts a direct and positive effect on students' entrepreneurial intention. Moreover, risk propensity, FRCC, and ChatGPT adoption each significantly enhance students' ideation. Furthermore, ChatGPT adoption also strengthened the relationship between risk propensity and ideation, and had a positive and significant effect on the relationship between sense of responsibility for change and idea generation.These results underscore the importance of cultivating psychological attributes alongside the judicious use of AI tools to foster entrepreneurship among the new generation.

Keywords: Sense of responsibility, change, ideation, risk-taking propensity, entrepreneurial intention, ChatGPT

1- PhD Student, Department of Technological Entrepreneurship, Faculty of Entrepreneurship, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: vajihe.saraj@ut.ac.ir

2- PhD Student, Department of Entrepreneurship Development , Faculty of Entrepreneurship, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: a.zivari@ut.ac.ir

3- PhD Student, Department of Technological Entrepreneurship, Faculty of Entrepreneurship, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, Yazd, Iran. E-mail: khayatan@ut.ac.ir

4- PhD Student, Department of Technological Entrepreneurship, Faculty of Entrepreneurship, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: sr.ravanbakhsh@ut.ac.ir

5- Professor, Department of Technological Entrepreneurship, Faculty of Entrepreneurship, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. (Corresponding Author). E-mail: mortezaakbari@ut.ac.ir

6- Associate Professor, Department of Corporate Entrepreneurship, Faculty of Entrepreneurship, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: kasakhdari@ut.ac.ir

DESIGN, VALIDATION AND EFFECTIVENESS FOR INTEGRATING MATHEMATICS EDUCATION AND TECHNOLOGICAL ENTREPRENEURSHIP SKILLS IN ENGINEERING EDUCATION WITH A KNOWLEDGE-BASED PRODUCTION APPROACH

K. Ahmad Javaheri[1] and A. Parsapour[2]

Received: 5 June 2025 ; Accepted: 29 July 2025

DOI: 10.22047/ijee.2025.528484.2179

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.108.3.9

Abstract: Knowledge-based production and technological entrepreneurship are considered the primary strategies for industrial development; hence, a fundamental review of mathematics education for engineering students is an undeniable necessity. The traditional education in engineering mathematics, despite its theoretical richness, has not been able to strengthen students' analytical, economic, and technological skills necessary for making decisions in production processes and developing innovative products. The current research was conducted to design, validate and assess the structural effectiveness of integrating mathematics education and technological entrepreneurship skills in the engineering curriculum. The research method is a mixed exploratory type. In the qualitative part, eight components were identified through semi-structured interviews. In the quantitative part, a 60-item questionnaire based on qualitative findings was designed and distributed. In the quantitative data analysis, the findings revealed that the proposed framework comprises five main components: education based on real industry problems, utilizing real production data, financial and mathematical analysis of projects, integrating new technologies into learning, and direct communication with production environments. The results indicate the effectiveness of this framework in enhancing the ability to make decisions for production, intelligent investment in production, and strengthening the technological entrepreneurship insight of students.

Keywords: Mathematics education, engineering curriculum, technological entrepreneurship

1- Department of Mathematics, B A.C., Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran. (Corresponding Author).
E-mail: kh.ahmadjavaheri@iau.ac.ir

2- Department of Mathematics, B.A.C., Islamic Azad University, Bandar Abbas, Iran. E-mail: atossaparsapour216@iau.ac.ir

DEVELOPMENT OF INDUSTRY – BASED ONLINE COMMUNITY OF INQUIRY AMONG ENGINEERING STUDENTS: A THEORY GENERATING META-SYNTHESIS APPROACH

M. Mohammadi[1], A. Hedari[2] and G. Salimi[3]

Received: 24 August 2025 ; Accepted: 20 October 2025

DOI: 10.22047/ijee.2025.535362.2197

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.108.2.8

Abstract: The aim of this research was to design a model for developing an industry-based online community of inquiry model among undergraduate engineering students in the higher education system. The qualitative research design and its research method were theory-building metasynthesis. Accordingly, in the first step, after presenting the research question, the members of the metasynthesis team were identified. In the second and third steps, reliable Latin and Persian sources were determined and the inclusion criteria for articles were determined. After passing through the screening stages, finally, 32 relevant articles were selected. By analyzing the data, 46 open codes were first extracted and then these codes formed a classification and model for the development of industry-based exploration circles in engineering students within the framework of antecedents of the development of industry-based exploration circles (such as dynamic learning environment, multifaceted educational materials, and ...), processes of the development of industry-based exploration circles (such as active interactions between learners, active examination of relationships between students in line with participation by professors and ...), and consequences of the development of industry-based exploration circles (such as transforming students into lifelong learners, developing practical skills of engineering students and ...). Based on the findings of this study, professors, aware of the antecedents, processes, and consequences of the development of the exploration circle, will apply new approaches to teaching and will strive to train capable graduates with a strong sense of self-efficacy, familiar with industry issues.

Keywords: Community of inquiry, industry, engineering, dynamic learning

1- Professor, Faculty of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran. (Corresponding Author). E-mail: Mmohammadi48@shirazu.ac.ir

2- Master of Art in Curriculum Studies, Faculty of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran. E-mail:alirezaheydari007@gmail.com

3- Associate Professor, Faculty of Education and Psychology, Shiraz University, Shiraz, Iran. E-mail: salimi.shu@gmail.com

ABSTRACTS

ATTUDES, DIGITAL READINESS, AND ACTIVE ENGAGEMENT: KEY FACTORS IN STUDENTS' E-LEARNING

A. Hossienian Serajeloo[1], M. Farasatkhah[2], E. Khodaie[3] and H. Barzegaran[4]

Received: 16 July 2025 ; Accepted: 8 October 2025

DOI; 10.22047/ijee.2025.534930.2188

DOR: 20.1001.1.16072316.1404.27.108.1.7

Abstract: In the era of digital technologies, e-learning has become one of the main pillars of the educational system. This study was conducted with the aim of investigating the relationship between chemical engineering students' attitudes towards e-learning, digital readiness and their active engagement. The present study is descriptive and correlational. The statistical population included all undergraduate chemical engineering students at the University of Tehran (total number: 500), and a sample of 247 people was selected using simple random sampling and the Cochran formula. Data were collected using a questionnaire based on domestic and foreign research literature. The construct validity of the questionnaire was confirmed with the help of confirmatory factor analysis and its reliability was confirmed with Cronbach's alpha and omega coefficients. Data analysis was performed in JASP software using descriptive and inferential statistical methods. The findings showed that students' positive attitude towards e-learning has a positive and significant relationship with their digital readiness and active engagement. The innovation of this research is that it integrates the theoretical frameworks of technology acceptance model and self-determination theory as a comprehensive tool that provides an analysis of the complex interaction between digital skills, intrinsic motivation and the design of e-learning environments.

Keywords: Student attitudes, digital readiness, active engagement, e-learning, models

1- Professor, Faculty of Engineering, University of Tehran, PhD in Inorganic Chemistry from Tarbiat Modares University, Tehran, Iran. (Corresponding author). E-mail: Hoseinian@ut.ac.ir

2- Full Professor, Institute for Research and Planning in Higher Education, PhD in Higher Education Development Planning, Faculty of Educational Sciences and Psychology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: maghsoodf@gmail.com

3- Professor, Faculty of Psychology, University of Tehran, PhD in Applied Statistics from the University of Southampton, UK, Tehran, Iran. E-mail: khodaie@ut.ac.ir

4- Master's Graduate in Engineering Education, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: hbz25850@gmail.com

Contents

Iranian Journal of
Engineering Education

Vol. 27 No. 108, Winter 2026

- *Attitudes, digital readiness, and active engagement: Key factors in students' E-Learning /* A. Hossienian Serajeloo, M. Farasatkhah, E. Khodaie and H. Barzegaran
- *Development of industry – based online community of inquiry among engineering students: A theory generating meta-synthesis approach /* M. Mohammadi, A. Heydari and G. Salimi
- *Design, validation and effectiveness for integrating mathematics education and technological entrepreneurship skills in engineering education with a knowledge-based production approach /* K. Ahmad Javaheri and A. Parsapour
- *Ideation and entrepreneurial intention: The roles of responsibility for change, risk taking, and the moderating effect of chatGPT adoption /* V. Saraj, A. Zivari, M. Khayatan, S. R. Ravanbakhsh, M. Akbari and K. Sakhdari
- *Integrating grounded theory and structural analysis to explain the choice of technical majors: Toward a novel approach /* N. Shiri, F. Pourghasem and M. Khoshmaram
- *Artificial intelligence in architectural engineering education from the perspective of international experts /* A. Sadeghi Habibabad and A. De Cesaris
- *English Abstracts of the Articles*

Editorial Board:

Prof. Khodayar Abili / University of Tehran
Prof. Godarz Ahmadi/Robert Hill Professor, 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 / 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 / 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. Mohamnad Hassan Panjeshahi/ University of Tehran
Prof. Jalali Agha Rashed Mohassel/ University of Tehran
Prof. Mahmoud Shakeri/ Amirkabir University of Technology
Prof. Abbas Shoja Sadati/ Tarbiat Modares University
Prof. Mohammad M. Shokrieh/ Iran University of Science and Technology
Prof. Naser Taleb Bidokhti/ Shiraz University
Prof. Naser Towhidi/ University of Tehran
Prof. Manochehr Vosoghi/ Sharif University of Technology

This Journal Appreciate the Collaboration of Iranian Society of Engineering Education

Index by:

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

IN THE NAME OF GOD

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

Department of Engineering Sciences

Iranian Journal of Engineering Education

Vol. 27 No. 108, Winter 2026

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

This Journal is Open Access

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

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

Department of Engineering Sciences

Number 108 Volume 27 Winter 2026

- **Attitudes, digital readiness, and active engagement: Key factors in students' E-Learning/** A. Hossienian Serajeloo, M. Farasatkhah, E. Khodaie and H. Barzegaran
- **Development of industry – based online community of inquiry among engineering students: A theory generating meta-synthesis approach/** M. Mohammadi, A. Hedari and G. Salimi
- **Design, validation and effectiveness for integrating mathematics education and technological entrepreneurship skills in engineering education with a knowledge-based production approach/** K. Ahmad Javaheri and A. Parsapour
- **Ideation and entrepreneurial intention: The roles of responsibility for change, risk taking, and the moderating effect of chatGPT adoption/** V. Saraj, A. Zivari, M. Khayatan, S. R. Ravanbakhsh, M. Akbari and K. Sakhdari
- **Integrating grounded theory and structural analysis to explain the choice of technical majors: Toward a novel approach/** N. Shiri, F. Pourghasem and M. Khoshmaram
- **Artificial intelligence in architectural engineering education from the perspective of international experts/** A. Sadeghi Habibabad and A. De-Cesaris
- **English Abstracts of the Articles**

فصلنامه آموزش مهندسی ایران ■ سال بیست و هفتم ■ زمستان ۱۴۰۴ گروه علوم مهندسی وزارت علوم، تحقیقات و فناوری جمهوری اسلامی ایران

۱۰۸

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