

# فصلنامه آموزش مهندسی ایران فصلنامه علوم جمهوری اسلامی ایران

گروه علوم مهندسی

شماره ۱۰۴ ■ سال بیست و ششم ■ زمستان ۱۴۰۳

- ♦ مطالعه تطبیقی منشورهای منتخب اخلاق حرفه‌ای معماری در ایران و کشورهای غربی / محمدباقر ولی‌زاده‌اوغانی، لیلا مدقالچی، حامد بی‌تی و مینو قره‌بگلو
- ♦ راهکارهایی برای ارتقای کیفیت آموزش مهندسی ایران / حسین معماریان
- ♦ بررسی و مقایسه کارایی پت جی پی تی و گوگل جمنا‌ی در آموزش، طراحی و تحلیل مهندسی / هادی قشوجی برق، محمدهما‌یون صدر و علی آقابابائی
- ♦ واکاوی کمی و کیفی تقاضای اجتماعی تحصیل جوانان کشور در رشته‌های مهندسی / اشرف‌السادات پسندیده، لادن خرسند صفایی و فرزانه نزاقتی رضاپور
- ♦ بررسی مشابهت ساختاری موضوعات حوزه مهندسی عمران در دانشگاه شهید چمران اهواز و مطابقت با این حوزه در ایران و جهان / شهناز خادمی‌زاد، رقیه قضاوی، مریم آقائی و ایوب مهری‌دهنو
- ♦ بهبود ذهنیت کار آفرینانه یادگیرندگان: بررسی تأثیر بازی‌های دیجیتالی از طریق مرور نظام‌مند / علی رحمانی‌پور، شکیلا محمدی و حسین زنگنه
- ♦ چکیده انگلیسی مقالات



E-ISSN: ۲۶۷۶-۴۸۸۱  
ISSN: ۱۶۰۷-۲۳۱۶  
DOI: ۱۰.۲۲۰۴۷/ijee  
DOR: ۲۰.۱۰۱.۱۶۰۷۲۳۱۶

# بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



گروه علوم مهندسی

## فصلنامه آموزش مهندسی ایران

سال بیست و ششم، شماره ۱۰۴، زمستان ۱۴۰۳

صاحب امتیاز: فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

مدیر مسئول: دکتر محمود یعقوبی

سردبیر: دکتر محمود یعقوبی

مدیر داخلی: دکتر میترا ملانی پروزی

ویراستار: عاطفه قنبری

صفحه‌آرایی: مجید میراب‌زاده

پژوهش و طراحی هنری: دکتر محمدحسین حلیمی

طراحی کامپیوتری نقش هندسی: مریم دهنادی

طراحی و صفحه‌آرایی روی جلد: خیرالله اصغری

مقالات منتشر شده در سامانه فصلنامه در دسترس عموم قرار دارد

نشانی: تهران، ۳۳۱۱۱-۱۵۳۷۶

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

فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران

صندوق پستی: ۵۳۱۸-۱۹۳۹۵

تلفن: ۰۲۱-۸۸۱۹۰۴۳۳ / ۰۲۱-۸۸۶۵۶۲۱۶ / دورنگار: ۰۲۱-۸۸۶۵۶۲۱۶

وبگاه: <http://ijee.ias.ac.ir>

رایانامه: [ijee78@ias.ac.ir](mailto:ijee78@ias.ac.ir)

شاپا: ۲۳۱۶-۱۶۰۷ / شاپای الکترونیکی: ۴۸۸۱-۲۶۷۶

شناسه دیجیتال: (DOI) / [10.22047/ijee](https://doi.org/10.22047/ijee)

شناسه دیجیتال: (DOR): ۲۰.۱۰۰۱.۱۶۰۷۲۳۱۶

لیتوگرافی و چاپ و صحافی: باغ هنر

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

## هیأت تحریریه

دکتر سعید سهراب‌پور / عضو پیوسته فرهنگستان علوم  
دکتر مهدی سهرابی / عضو وابسته فرهنگستان علوم  
دکتر ابراهیم شیرانی / عضو وابسته فرهنگستان علوم  
دکتر محمد شاهیده پور / رئیس گروه مهندسی برق و کامپیوتر در  
موسسه فناوری ایلینوی-آمریکا  
دکتر حسن ظهور / عضو پیوسته فرهنگستان علوم  
دکتر جواد فیض / عضو پیوسته فرهنگستان علوم  
دکتر محمد مدرس یزدی / عضو وابسته فرهنگستان علوم  
دکتر عزت الله نادری / عضو پیوسته فرهنگستان علوم  
دکتر غلامعلی منصوری / استاد دانشگاه ایلینوی شیکاگو-آمریکا  
دکتر محمود یعقوبی / عضو پیوسته فرهنگستان علوم

دکتر محمدرضا اسلامی / عضو پیوسته فرهنگستان علوم  
دکتر گودرز احمدی / استاد رابرت هیل، دانشگاه کلارکسون-آمریکا  
دکتر خدایار ایللی / دانشگاه تهران  
دکتر مهدی بهادری نژاد / عضو پیوسته فرهنگستان علوم  
دکتر جعفر توفیقی / عضو پیوسته فرهنگستان علوم  
دکتر پرویز جبه دار مارالانی / عضو پیوسته فرهنگستان علوم  
دکتر جلال حجازی / عضو وابسته فرهنگستان علوم  
دکتر محمد حسین حلیمی / عضو پیوسته فرهنگستان علوم  
دکتر رضوان حکیم زاده / دانشگاه تهران  
دکتر پرویز دوامی / عضو پیوسته فرهنگستان علوم  
دکتر رهبر رحیمی / دانشگاه سیستان و بلوچستان

## هیأت مشاوران

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 معاریان / عضو وابسته فرهنگستان علوم  
دکتر معصومه نصیری کناری / دانشگاه صنعتی شریف  
دکتر منوچهر وثوقی / دانشگاه صنعتی شریف

دکتر علی اشرفی زاده / 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 صدیقی / 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

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

## پایگاه‌ها

پایگاه استنادی جهان اسلام (ISC)

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

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

# فصلنامه آموزش مهندسی ایران

۵ اسفند

روز مهندس

روز بزرگداشت خواجه نصیرالدین طوسی

را به جامعه مهندسان کشور تبریک می گوید

# فهرست مطالب

فصلنامه آموزش مهندسی

سال ۲۶، شماره ۱۰۴، زمستان ۱۴۰۳

- ۱..... مطالعه تطبیقی منشورهای منتخب اخلاق حرفه‌ای معماری در ایران و کشورهای غربی  
محمدباقر ولی‌زاده‌اوغانی، لیلا مدقالچی، حامد بی‌تی و مینو قره‌بگلو
- ۲۹..... راهکارهایی برای ارتقای کیفیت آموزش مهندسی ایران  
حسین معماریان
- ۴۹..... بررسی و مقایسه کارایی چت‌جی‌پی‌تی و گوگل‌جمنای در آموزش، طراحی و تحلیل مهندسی  
هادی قشوجی برق، محمدهمایون صدر و علی آقابابائی
- ۷۷..... واکاوی کمی و کیفی تقاضای اجتماعی تحصیل جوانان کشور در رشته‌های مهندسی  
اشرف‌السادات پسندیده، لادن خرسند صفایی و فرزانه نزاکتی رضاپور
- بررسی مشابهت ساختاری موضوعات حوزه مهندسی عمران در دانشگاه شهید چمران  
اهواز و مطابقت با این حوزه در ایران و جهان  
۱۱۱..... شهناز خادمی‌زاد، رقیه قضاوی، مریم آقائی و ایوب مهری ده‌نو
- ۱۲۹..... بهبود ذهنیت کارآفرینانه یادگیرندگان: بررسی تأثیر بازی‌های دیجیتالی از طریق مرور نظام‌مند  
علی رحمانی‌پور، شکیلا محمدی و حسین زنگنه
- 1..... چکیده انگلیسی مقالات

## مطالعه تطبیقی منشورهای منتخب اخلاق حرفه‌ای معماری در ایران و کشورهای غربی

محمدباقر ولی‌زاده‌اوغانی<sup>۱</sup>، لیلا مدقالچی<sup>۲</sup>، حامد بی‌تی<sup>۳</sup> و مینو قره‌بگلو<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۸، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۳

DOI: 10.22047/ijee.2024.460052.2085

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.104.1.2

چکیده: اخلاق و منشورهای اخلاقی تأثیر مستقیم بر کیفیت معماری دارد. هدف این پژوهش مطالعه تطبیقی منشورهای منتخب اخلاق حرفه‌ای معماری در ایران و غرب جهت بهبود و ارتقای منشورهای اخلاقی معماری در ایران است. این پژوهش از نوع مطالعات تطبیقی است و برای نیل به هدف پژوهش، ابتدا اصول اخلاق حرفه‌ای با تکیه بر مبانی نظری و پیشینه استخراج شده است. سپس با رویکرد قیاسی به تحلیل محتوای منشورهای اخلاقی معماری در پنج منشور اخلاق معماری در غرب و دو منشور اخلاق معماری در ایران اقدام شده است. مقایسه دو منشور اخلاقی در ایران با پنج منشور اخلاق مورد مطالعه، نشان می‌دهد که از لحاظ فراوانی مؤلفه‌های اخلاقی منشور اخلاقی مهندسی ساختمان نسبت به منشور اخلاقی جامعه مهندسان مشاور، با منشورهای غربی مشابهت بیشتری دارد. محتوای بسیاری از مؤلفه‌های اخلاقی در این منشورها یکسان و هم‌مفهوم است و در برخی موارد بر اساس زمینه و مسائل غیر اخلاقی موجود در معماری و حوزه ساخت و ساز کشور مورد نظر، دارای برخی اصول اخلاقی منحصر به فرد هستند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که منشورهای اخلاقی بیشتر در راستای تأمین منافع خود حرفه تدوین شده‌اند. بازنگری منشورهای اخلاقی معماری باید علاوه بر تأمین منافع حرفه معماری و معماران، به ارزش‌ها و کرامت انسانی توجه ویژه داشته باشد.

واژگان کلیدی: اخلاق، اخلاق حرفه‌ای، منشور اخلاق، معماری.

۱- پژوهشگر دوره دکتری معماری اسلامی، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.  
mb.valizadeh@tabriziau.ac.ir

۲- دانشیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران (نویسنده مسئول).  
l.medghalchi@tabriziau.ac.ir

۳- دانشیار گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.  
h.beyti@tabriziau.ac.ir

۴- استاد گروه معماری، دانشکده معماری و شهرسازی، دانشگاه هنر اسلامی تبریز، تبریز، ایران.  
m.gharehbaglou@tabriziau.ac.ir

## ۱. بیان مسئله

اخلاق از مهمترین مباحث در حرفه معماری است. در دهه‌های اخیر، بسیاری از محققین بر همبستگی اخلاق و معماری تأکید کرده‌اند (Spector, 2001; Fox, 2008). از نظر توماس فیشر، معماری دارای مسائل ویژه‌ای است که آن را از هنرها و علوم دیگر متمایز می‌کند. او مدعی است که راه شناسایی اخلاق معماری این است که عمل معماری و در نتیجه، معمار را به عنوان عامل اخلاقی و نه صرفاً اپراتور قانونی یا حرفه‌ای، در مرکز تمرکز قرار دهیم (Moran et al., 2019). اخلاق حرفه‌ای به عنوان یک مزیت رقابتی در سازمان‌ها و نهادها مطرح می‌شود. تحلیل اخلاق حرفه‌ای نیازمند تعریف اخلاق حرفه‌است (Gharamaleki et al., 2011). «اخلاق مجموعه‌ای از صفات روحی و باطنی انسان است، که از خلیقات درونی انسان ناشی می‌شود» (Anvari, 2002). «واژه حرفه کاربردهای فراوان دارد و مراد از آن شیوه برتر شغل است و حرفه‌ای کسی است که به اخلاقیات آشناست و احترام می‌گذارد» (Gharamaleki et al., 2011). یکی از اهداف اخلاق حرفه‌ای ارائه منشورها و دستورالعمل‌های اخلاقی به حرفه‌ای‌ها برای راهنمایی بهتر آن‌ها است (Pan et al., 2022). منشورهای اخلاقی از نظر مسئولیت اجتماعی، به عنوان ابزاری عملی چگونگی حفظ و تنظیم رفتار سازمان‌ها را نسبت به ذی‌نفعان خود و همچنین برای ایجاد یک فرهنگ اجتماعی مسئولیت‌پذیر ارائه می‌دهند. در سه دهه گذشته علاقه پژوهشی به منشورهای اخلاقی در سراسر جهان افزایش یافته است (Caha et al., 2021). در جوامعی چون ایران، اخلاق حرفه‌ای نه در سطح بنگاه‌ها و سازمان‌ها، تولد یافته و نه در مراکز دانشگاهی و حوزوی توسعه پیدا کرده است (Gharamaleki et al., 2011).

در معماری علی‌رغم اهمیت اخلاق، فعالیت‌های غیراخلاقی بزرگترین نگرانی در صنعت ساخت و ساز عنوان شده است (Amoah & Steyn, 2023). در سال ۲۰۰۱ ادعا شده است که موقعیت اخلاقی حرفه معماری و رسالت اخلاقی معماری در رابطه با جامعه در طول ۲۵ سال گذشته کاهش یافته است (Spec-tor, 2001). مطالعات بعدی حاکی از این هستند که این روند ادامه دارد. به طور کلی صنعت ساخت و ساز از نظر اخلاقی اعتبار ضعیفی دارد و بسیاری از کشورها از این مصیبت رنج می‌برند (Mccarthy, 2012). پژوهش‌های متعدد انجام یافته در حیطه اخلاق ساخت و ساز و معماری در کشورهای مختلف بیانگر این موضوع بوده است (Dindi et al., 2018; Azhar et al., 2011; Vee & Skitmore, 2003). در ایران نیز صاحب‌نظران از کم‌توجهی به اخلاق در حرفه معماری (Afshar Naderi, 1998; Hashemi, 2000)، و عدم ارتباط فعالیت حرفه‌ای با شایستگی‌های اخلاقی معماران در معماری معاصر ایران سخن رانده‌اند (Hojjat, 2012; Qayyoomi Bidhendi, 2011).

مطابق با تحقیقات انجام یافته، فقدان اخلاقیات تأثیر مستقیم و منفی بر کیفیت ساخت و ساز

دارد و حمایت و توجه به اصول اخلاقی نه تنها نگرانی‌های مربوط به شهرت و اعتبار را افزایش می‌دهد، بلکه تأثیر مستقیمی بر کیفیت کار و هزینه دارد (Abdul-Rahman et al., 2010). بنابراین تقاضا برای اصول و منشورهای اخلاقی در معماری، سازمان‌های ساختمانی و صنعت ساخت و ساز ضروری است (Vee & Skitmore, 2003; Ho, 2010). منشورهای اخلاق حرفه‌ای توسط نهادهای مختلف حاکمیتی حرفه‌ای در قالب آیین‌نامه‌های اخلاقی و دستورالعمل‌های عملی به عنوان مجموعه‌ای از قوانین برای هنجارها و معیارهای اجتماعی ارائه شده‌اند. در حیطه مهندسی، مؤسسات و نهادهای مختلف در رشته‌های مرتبط با ساختمان به ارائه منشورهای اخلاقی کرده‌اند.<sup>۱</sup> از تأثیرگذارترین این نهادها در معماری می‌توان به مؤسسه سلطنتی معماران بریتانیا<sup>۲</sup> و مؤسسه معماران آمریکایی<sup>۳</sup> اشاره کرد که اداره حرفه معماری و پیشرفت دانش و معیارهای اخلاقی را تضمین می‌کند (Appelbaum & Lawton, 1990). این منشورها، تعهدات معماران را در قبال کارفرما، جامعه، حرفه، همکاران و محیط زیست نشان می‌دهد (AIA, 2020) و تأثیرات مثبت و ملموسی بر افزایش بهره‌وری و کارایی جامعه حرفه‌ای داشته است (Palchoudhury, 2016). در ایران نیز قواعد اخلاقی و فقهی یکی از مهمترین اصول در تدوین ضوابط معماری و شهرسازی بوده است و نظام‌نامه رفتار حرفه‌ای اخلاقی در مهندسی ساختمان و آیین اخلاق حرفه‌ای مهندسان مشاور در این راستا تدوین شده‌اند (Safari et al., 2021). البته یادآوری این نکته ضروری است که پیشینه منشورهای اخلاقی در ایران را می‌توان در فتوت‌نامه‌های به جا مانده و همچنین اصول اخلاقی مستخرج از آموزه‌های اسلامی جست و جو کرد که موضوع بررسی این پژوهش نبوده است.

مقایسه منشورهای اخلاقی معماری ایران با کشورهای پیشرو و توسعه یافته این امکان را می‌دهد که علاوه بر آگاهی از تغییرات در نظام‌نامه‌های اخلاقی، از محتوای منشورهای اخلاق حرفه‌ای این کشورها برای بهبود و ارتقای نظام‌نامه اخلاقی معماری در ایران متناسب با بستر فرهنگی آن، بهره گرفت. بر این اساس این پژوهش با تحلیل محتوای منشورهای اخلاقی منتخب به مطالعه تطبیقی منشورهای اخلاق حرفه‌ای معماری در ایران و غرب پرداخته و شباهت‌ها و تفاوت‌های منشورهای اخلاقی معماری ایران را با منشور کشورهای پیشرو در زمینه اخلاق حرفه‌ای معماری مورد تحلیل و بررسی قرار داده است. در این راستا برای دستیابی به هدف پژوهش سئوالات زیر قابل طرح است:

۱. مؤلفه‌های اخلاقی مورد تأکید در منشورهای اخلاقی منتخب چیست؟
۲. چه تفاوت‌ها و شباهت‌هایی در منشورهای منتخب اخلاقی معماری در ایران و کشورهای توسعه یافته وجود دارد؟

۱- از مهمترین این سازمان‌ها می‌توان به انجمن مهندسان عمران (ASCE)، مؤسسه آمریکایی مهندسان برق (AIEE) و مهندسان مکانیک آمریکا (ASME) اشاره کرد که به تدوین و ارائه منشورهای اخلاقی اقدام کرده‌اند. در این پژوهش، منشورهای اخلاقی معماری مورد مطالعه قرار گرفته است.

## ۲. پیشینه پژوهش

نطفه آغازین موضوع اخلاق حرفه‌ای در غرب با نخستین نظریه‌های اصلاح طلبانه‌ای که درباره مفهوم حرفه توسط کسانی چون لوتر بیان شد، شکل گرفت. از این رو، پیشینه اخلاق حرفه‌ای که گونه‌ای از اخلاق کاربردی است به دوران اصلاح طلبی دینی بازمی‌گردد (Rismanbaf, 2008). اصطلاح اخلاق حرفه‌ای از قرن ۱۸ و ۱۹ میلادی در ادبیات سیاسی، اقتصادی و اجتماعی نویسندگان غربی رایج شد (Azizi, 2010). رخدادهایی نظیر دو جنگ ویرانگر جهانی، مشکلات ناشی از روابط مدرن اجتماعی، فسادهای مالی و اخلاقی بنگاه‌های بزرگ تجاری و ... منجر به تدوین نظام‌های اخلاقی جهت رفع مشکلات ناشی از این رخدادها شد (Gharamaleki et al., 2008) و به مرور زمان در هر شغل و حرفه‌ای در قالب مرام‌نامه، منشور و میثاق اخلاق حرفه‌ای و نوشته‌هایی شبیه به آن به صورت مکتوب و الزام‌آور در آمد. در معماری نیز تحت تأثیر رخدادهای فوق، از قرن ۱۹، پروژه‌های ساختمانی تحت تأثیر فناوری‌های جدید شروع به رشد کردند و پیچیده‌تر شدند (Kevin et al., 2010). در پی آن مفهوم حرفه‌ای بودن نیز در قانون ثبت معماران رسمیت یافت (Ray, 2005). همبستگی بیشتر معماری و اخلاق از سال ۲۰۰۰ پدیدار شد. اسپکتور<sup>۲</sup> (۲۰۰۱) و فاکس<sup>۳</sup> (۲۰۰۸) موافق بودند که معماری در یک سطح یک تخصص طراحی و در سطح دیگر یک رشته اخلاقی است (Abusaada, 2019). پژوهش اسپکتور (Spector, 2001) رابطه نزدیک بین معماری و مفاهیم اخلاقی را نشان می‌دهد. این پژوهش بر سازوکارهایی برای مقابله با تضاد بین مسئولیت اخلاقی و قوانین ساخت و ساز مهندسی تمرکز دارد. بررسی تأثیرات نظریه‌های معماری پیشرو در جامعه و تحلیل فنون مهندسی در پرتو فلسفه اخلاق از مهمترین مباحث در این پژوهش است. در پژوهش انجام یافته توسط ایلیز و ری (Illies & Ray, 2009)، اخلاق معماری در شش حوزه: الف) رفتار حرفه‌ای در روند تولید معماری، ب) این که کارکرد یا هدف بنا، از نظر اخلاقی مورد قبول است یا نه، ج) تأثیر بنا بر طبیعت، د) تأثیر بنا بر سلامتی و ایمنی انسانها، ه) تأثیر بنا بر رفتار انسان، و) فراهم آوردن معانی فرهنگی و نمادین از طریق انتخاب فرم، رنگ، مصالح و سبک، بررسی شده است.

در پژوهش ون‌هردن و همکاران (Van Heerden et al., 2023) اخلاق و حرفه‌گرایی، یکی از مهارت‌های نرم مهم مورد نیاز در صنعت ساخت و ساز معرفی شده است. پژوهش وی و اسکیت‌مور (Vee and Skitmore, 2003) نشان داد که تقاضا برای یک عمل اخلاقی قدرتمند در صنعت ساخت‌وساز در حال افزایش است و مسائل اخلاقی باید با اجرا و نظارت صحیح مورد توجه قرار گیرد. هو (Ho, 2010) نیز در پژوهش خود خواستار رویکردی برای تعبیه کامل منشورها در فعالیت‌های روزانه سازمان‌های ساختمانی شده است. بوون و همکاران (Bowen et al., 2007) با تأکید بر اخلاق حرفه‌ای در صنعت

ساخت و ساز آفریقایی جنوبی، به مسائل اخلاقی مرتبط با نقض مسئولیت‌ها و تعهدات حرفه‌ای در قبال مشتریان و عموم مردم پرداخته است. از نظر این پژوهش موضوع اخلاق حرفه‌ای نیاز به بازنگری و گسترش دارد تا موضوعاتی همچون نقش حرفه‌ها در جامعه را دربرگیرد. پژوهش جانسون و گور (Johnson & Gore, 2016) به مقایسه و تقابل منشورهای اخلاقی دو رشته معماری و برنامه‌ریزی شهری پرداخته است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که قوانین اخلاقی این دو منشور در موضوعات عدالت اجتماعی، میراث و محیط زیست همگرایی داشته و در حوزه‌های حرفه‌ای و تخصصی خود، واگرا هستند. تقسیم کار بین این دو رشته نیز، «فرآیند» را به برنامه‌ریزان و «محصول» را به معماران واگذار می‌کند. با این وجود، آن‌ها می‌توانند در کاربردهای خاص و آرمان‌های مشترک نظیر حقوق بشر، محیط زیست و میراث فرهنگی باهم مشارکت داشته باشند. فریزر و همکاران (Fraser et al., 2023) با بررسی منشورهای اخلاقی با تأکید بر نیویورک به این نتیجه رسیده است که منشور اخلاقی فعلی معماران در این کشور ناقص است و مسئولیت‌های معماران را به موارد انضباطی محدود می‌کند. از نظر این پژوهش این قوانین برای تجهیز معماران برای رویارویی با چالش‌های حال و آینده ناکافی هستند و چارچوب اخلاقی آن باید در ارتباط با نیازهای جامعه و زمین تجدید نظر شود.

برخی از پژوهشگران بر ارتباط اخلاق و آموزش مهندسی و معماری تأکید کرده‌اند (Polmear, 2022; Chan, 2013). پولمیر (Polmear, 2022) در پژوهشی با عنوان توسعه کلان اخلاقی در آموزش مهندسی عمران و معماری، به بررسی چگونگی معنا بخشیدن به مسئولیت‌های اجتماعی توسط دانشجویان مهندسی عمران و معماری پرداخته است. چان (Chan, 2013) نیز در پژوهش خود، با تأکید بر اهمیت چگونگی آموزش اخلاق در معماری، چهار راهبرد آموزشی برای آموزش اخلاق در معماری را به شرح زیر پیشنهاد کرده است: راهبرد اول: معلم اخلاق مند، راهبرد دوم: توسعه آگاهی اخلاقی در متعلم، راهبرد سوم: کمک به متعلم برای ساخت جعبه ابزار اخلاقی خود (جهان بینی) و راهبرد چهارم: پرورش بردباری اخلاقی متعلم.

هرچند سابقه اخلاق حرفه‌ای در غرب، به اوائل قرن نوزدهم می‌رسد ولی مطالعات نشان می‌دهد که قرن‌ها پیش، چیت‌سازان و آهنگران در ایران دارای ضوابط و معیارها و آیین حرفه‌ای جامع و مستحکمی بوده‌اند (Corbin, 2006). قراملکی در مجموعه مقالاتی که گردآوری کرده است، پیشینه اخلاق حرفه‌ای را به تمدن ایران باستان و حتی بیش از ۳۰۰۰ سال قبل می‌رساند. او معتقد است، جامعه ما بر سر سه گنج پنهان در اخلاق حرفه‌ای نشسته است: میراث اخلاقی ایران باستان و میراث غنی اخلاق حرفه‌ای در آموزه‌های اسلامی و نیز میراث اخلاق حرفه‌ای در تمدن اسلامی (Gharamal-eki et al., 2008). سابقه نظام‌نامه‌ها و منشورهای اخلاقی در معماری را می‌توان در رساله معماریه، فتوت‌نامه بنیایان و اهمیت اخلاق حرفه‌ای در نزد معماران و استادکاران سنتی بیگیری کرد (Khan Mo-hammad, 1992; Moradinasab & Hashemi, 2021).

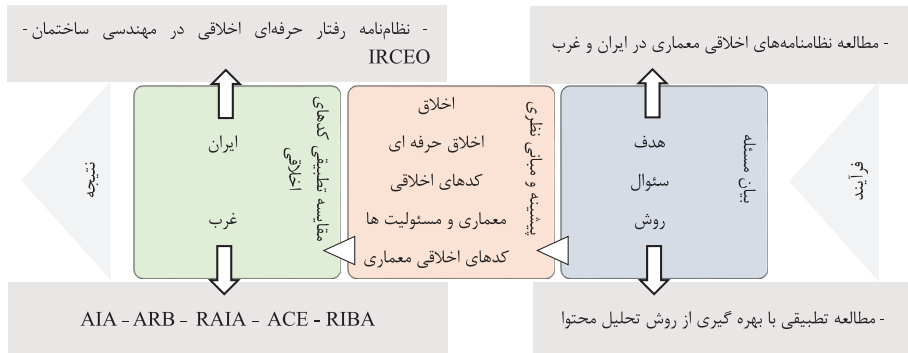
ندیمی (Nadimi, 2006) پس از تعریف مفاهیم اخلاق و اخلاق اسلامی مرتبط با معماری، کسب فضایل حکمت، عدالت، شجاعت و عفت برای رسیدن به کمال را ضروری می‌داند و معتقد است که؛ با جایگزینی حکمت به جای جهل در انسان، اثر او هماهنگ با هستی، طبیعت و فطرت انسانی می‌شود، با جایگزینی عدالت به جای منفعت، اثر او تعالی روح بخش خواهد یافت. جایگزینی شجاعت به جای زبونی، وی را از تقلید دور خواهد کرد و با جایگزینی عفت به جای حرص و تلبیس، در اثر او رعایت حریم و حرمت به انسان و طبیعت ظاهر خواهد گشت. نازی دیزجی و همکاران (Nazi Dizaji et al., 2011) در پژوهش خود، پیشنهادهای نظیر ادای سوگندنامه معماری، تدوین سرفصل درس اخلاق معماری، همکاری فیلسوفان اخلاق و معماران و... را ارائه داده‌اند. به طور کلی بررسی پیشینه تحقیق پیرامون اخلاق و معماری جایگاه اخلاق در معماری را در سه حوزه اخلاق حرفه‌ای در معماری، اخلاق در معماری (صفات ساختمانی) و اخلاق و رفتار متأثر از محصول عمل معماری نشان می‌دهد (Valizadeh, 2019).

از نزدیک‌ترین پیشینه‌ها به پژوهش حاضر مقاله سیمونی و عباسی (Simoni & Abbasi, 2020) است که اخلاق و انضباط را از معیارهای مهم دفاتر حرفه‌ای در ایران نام برده است. در پژوهش عشرتی و جم (Eshrati & Jam, 2023)، نیز اخلاق حرفه‌ای به عنوان یک مهارت نرم، مهم‌ترین مهارت در بین همه شرکت‌های مهندسی مشاور معرفی شده است. به جز پژوهش رحمانی سامانی و مجروحی سردرود (Rahmani & Majrouhi, 2015) که به ارائه منشور اخلاق حرفه‌ای مهندسان در ایران پرداخته است، پژوهشی که منشورهای اخلاقی معماری را در ایران بررسی کرده باشد یافت نشد که این موضوع، ضرورت انجام این پژوهش را دوچندان می‌کند.

### ۳. روش تحقیق

این پژوهش از نوع مطالعات تطبیقی است و به دنبال شناسایی و مقایسه مؤلفه‌های اخلاقی مورد تأکید در منشورهای اخلاقی منتخب در غرب و ایران است. برای این منظور ابتدا، برای کدگذاری و استخراج مؤلفه‌ها، پیشینه پژوهش‌های مرتبط و همچنین متن منشورهای اخلاقی منتخب مطالعه و در نهایت اصول اخلاق حرفه‌ای در هشت مؤلفه دسته‌بندی شد، سپس سرفصل‌ها، اصول و محتوای منشورهای اخلاقی معماری منتخب مطالعه شده و بر اساس مؤلفه‌های استخراج شده تحلیل محتوا شد (شکل ۱). برای تحلیل محتوا نیز از رویکرد قیاسی بهره گرفته شده است. در این رویکرد می‌توان با استفاده از عناصر نظریه نظریه‌سازان و یافته‌های پژوهش‌های پیشین، نظریه‌ای برساخت (Blaikie, 2005).

برای تحلیل منشورهای اخلاقی معماری، پنج منشور اخلاق معماری در غرب و دو منشور اخلاق معماری ایران انتخاب شد (جدول ۱). دو منشور منتخب ایران، مهم‌ترین منشورهای مرتبط با معماری هستند که یکی توسط سازمان نظام مهندسی و دیگری توسط جامعه مهندسان مشاور تدوین شده است



شکل ۱. فرآیند پژوهش

و مخاطب آن، تمامی مهندسين دخیل در فرآیند ساخت‌وساز در ایران است. برای مطالعه تطبیقی این منشورها، تلاش شد، منشورهایی انتخاب شوند که توسط کشورها و مؤسسات پیشرو معماری تدوین شده‌اند. منشورهای اخلاقی انتخاب شده در غرب در کشورهای پیشرو و توسط مؤسسه‌های مشهور معماری تدوین شده و جزء اولین منشورهای اخلاقی تدوین شده هستند. برای مثال منشور اخلاقی AIA تاریخچه‌ای طولانی دارد و اولین نسخه آن در سال ۱۹۰۹ تصویب شده و در طول سال‌ها بارها مورد بازنگری و به‌روزرسانی قرار گرفته تا منعکس‌کننده معیارهای اخلاقی در حال تغییر و شیوه‌های حرفه‌ای باشد (Johnson & Gore, 2016). منشور RIBA نیز توسط موسسه سلطنتی معماران بریتانیا که با چهل و چهار هزار عضو و سابقه نزدیک به صد و هشتاد سال، یکی از مؤثرترین سازمان‌های معماری است، تدوین شده است (Sadri, 2012). این منشورها به عنوان کد مرجع، راهنمای بسیاری از کشورها در تدوین منشورهای اخلاقی خود بوده‌اند. همچنانکه شورای معماران اروپا در مقدمه خود، منشور ACE را به عنوان سند مرجعی برای سایر منشورهای اخلاقی می‌داند (ACE, 2016).

جدول ۱. کدهای اخلاقی مورد مطالعه

منشور اخلاقی	نام مؤسسه	کشور	سرفصل‌ها و اصول اخلاقی مورد تأکید	منبع
کد رفتار حرفه‌ای	مؤسسه سلطنتی معماران بریتانیا	انگلستان	سه اصل: صداقت - شایستگی - اصل روابط	RIBA, 2021
منشور اخلاقی و رفتار حرفه‌ای	مؤسسه معماران آمریکا	آمریکا	شش اصل: تعهدات عمومی - مسئولیت در قبال عموم - در قبال مشتری - در قبال حرفه - در قبال همکاران - در قبال محیط زیست	AIA, 2020
کد معماران: عملکرد حرفه‌ای	هیئت ثبت معماران	انگلستان	۱۲ اصل: صداقت و درستی - صلاحیت - تبلیغ صادقانه خدمات - مدیریت کسب و کار - در نظر گرفتن تأثیرات گسترده‌تر حرفه - رعایت وجدان و معیارهای فنی و حرفه‌ای - اعتماد - بیمه - حفظ حیثیت معماران -	ARB, 2017

ادامه جدول ۱

منبع	سرفصل‌ها و اصول اخلاقی مورد تأکید	کشور	نام مؤسسه		منشور اخلاقی
	رسیدگی به اختلافات و شکایات - همکاری با الزامات و تحقیقات نظارتی - احترام به دیگران				
ACE, 2016	<b>چهار اصل:</b> تعهدات عمومی - تعهدات در قبال منافع عمومی - در قبال مشتری - تعهدات در جهت منافع حرفه	اتحادیه اروپا	ACE	شورای معماران اروپا	کد اخلاقی برای خدمات معماری
RAIA, 2017	<b>چهار اصل:</b> تعهدات نسبت به عموم - مشتری - حرفه - همکاران	استرالیا	RAIA	مؤسسه سلطنتی معماران استرالیا	کد رفتار حرفه‌ای
IRCEO, 2016	<b>سه سرفصل؛ رفتار عمومی - رفتار با کارفرمایان، طرف‌های قرارداد مهندسی و اشخاص در استخدام - رفتار با همکاران. پنج اصل:</b> رجحان منافع عمومی - انجام خدمات مهندسی به نحو حرفه‌ای - رفتار شرافتمندانه، مسئولانه، توأم با رازداری، انصاف و حسن نیت و منطبق بر دانش حرفه‌ای - احتراز از رفتاری که موجب لطمه به همکاران، سلب اعتبار اجتماعی یا وهن صاحبان حرفه مهندسی باشد - اجتناب از تکفل همزمان اموری که زمینه و موجبات نمایندگی یا قبول منافع متعارض را فراهم آورد.	ایران	IRCEO	نظام مهندسی ساختمان	نظام نامه رفتار حرفه‌ای اخلاقی در مهندسی ساختمان
IRSCE, 2005	<b>شش بخش:</b> ارزش‌ها - تعهدات در قبال منافع ملی، محیط زیست و فرهنگ - در قبال کارفرمایان - در قبال همکاران حرفه‌ای - در قبال حرفه مهندسی مشاور - در قبال کارکنان خود	ایران	IRSCE	جامعه مهندسان مشاور ایران	آیین اخلاق حرفه‌ای مهندسان مشاور

#### ۴. مبانی نظری

##### ۴-۱. اخلاق

اخلاق<sup>۱</sup> به عنوان معیار رفتار مناسب تعریف می‌شود. فلسفه‌های اخلاقی از هنجارهای فرهنگی جامعه سرچشمه گرفته‌اند و در میان مفاهیم دینی فیلتر شده‌اند (Barakat, 2011). برای مثال اخلاق در اسلام متکی بر قرآن و سخنان پیامبران الهی، عارفان و حکیمان است (Motahari, 2008). علم اخلاق دانش

۱- اخلاق در هر دو مفهوم Morality and Ethics به عنوان معیار رفتار مناسب تعریف می‌شود. علیرغم برخی تفاوت‌های فرهنگ لغت، این دو واژه در شرایط کنونی معمولاً به جای هم استفاده می‌شوند (Barakat, 2011).

بررسی و ارزش نهادن بر رفتارهای آدمی است (Adabavazeh et al., 2023). واژه اخلاق در زبان فارسی از ریشه خلق به معنای رویه و عادت است. معادل انگلیسی آن (Ethics)، که غالباً به صورت جمع به کار می‌رود، از لحاظ ریشه‌شناسی انگلیسی، ریشه در زبان‌های هند و اروپایی دارد، و در زبان یونانی و لاتین به (Ethica) و در زبان فرانسه کهن به (Ethique) ترجمه شده است. این واژه از لحاظ معناشناسی گستره زیادی دارد از جمله: ۱. مبانی و اصول رفتار درست (Principles of right conduct)، ۲. تئوری‌ها یا مجموعه‌ای نظامند از ارزش‌های اخلاقی (Moral values)، ۳. قوانین یا معیارهای حاکم بر رفتار اعضای یک حرفه خاص (اخلاق حرفه‌ای) (Bahrainy, 2010) (Professional ethics).

#### ۲-۴. اخلاق حرفه‌ای

مفهوم اخلاق حرفه‌ای از دو مفهوم اخلاق و حرفه تشکیل شده است. اهمیت اخلاق در حرفه‌ها را می‌توان از طریق تفکر در مورد اینکه حرفه‌ای چیست درک کرد. فرهنگ لغت، حرفه را به عنوان شغلی تعریف می‌کند که فرد ادعا می‌کند در آن مهارت دارد. در هر حرفه، یک حرفه‌ای بدان دلیل می‌خواهد به مرتبه‌ای بالا از کردار حرفه‌ای دست یابد که ضرورت دارد اعتماد جامعه را در مورد کیفیت خدمات آن حرفه جلب کند (Pouriansab, 2000). انجام مسئولیت‌ها و تعهدات حرفه‌ای بر اساس صداقت و امانت‌داری و به صورت شرافتمندانه را می‌توان اخلاق حرفه‌ای نامید (Ezati & Mostafavi, 2023). اساس اخلاق حرفه‌ای، خودفهمی حرفه‌ای عاملان و عبور آن‌ها از مفهوم معیشتی کار و فعالیت خود و نیل به احساس‌های متعالی‌تری، مانند تولید کیفیت و مفید واقع شدن است (Farasatkah, 2006). اخلاق حرفه‌ای مجموعه‌ای کاملاً ایده‌آل از ارزش‌هاست که هدف آن، تبیین بهترین دنیای ممکن است که حرفه مورد نظر می‌تواند در آن کار کند (Hayat Khan & Rana, 2016). اخلاق حرفه‌ای ناظر بر افعال ارادی حرفه‌ای‌ها در حیطه فعالیت‌های حرفه‌ای خودشان است (Farasatkah, 2006).

#### ۳-۴. منشورهای اخلاقی

فرآیند حرفه‌ای‌سازی شامل داشتن کار تمام وقت، یک مدرسه آموزشی، یک انجمن حرفه‌ای، صدور مجوز و یک منشور رسمی اخلاقی است (Wilensky, 1964). حرکت به سمت حرفه‌ای شدن در طیف وسیعی از مشاغل، به ویژه در میان مشاغلی که پیشرفت علم و فن در آنها باعث ایجاد مسائل و مشکلات انسانی می‌شود، منشورهای اخلاق حرفه‌ای را مهم می‌کند (Johnson & Gore, 2016). منشورهای اخلاقی اسنادی هستند که اصول رفتاری پذیرفته شده توسط یک سازمان را بیان می‌کنند. مطابق با مطالعات انجام یافته منشورهای اخلاقی به عنوان بخشی از سیاست مدیریت اخلاق شرکت، در سازمان‌های زیادی وجود دارد. به عنوان مثال، از ۱۰۰۰ شرکت برتر ایالات متحده و کانادا، به ترتیب ۷۸ و ۸۵ درصد و همچنین انجمن‌های صنعتی و حرفه‌ای، اسنادی نوشته‌اند که به عنوان منشورهای

اخلاقی یا رفتاری برجسب‌گذاری شده‌اند (Nijhof et al., 2003). منشورهای اخلاقی تعهد یک حرفه به مجموعه‌ای از ارزش‌های اخلاقی را نشان می‌دهد.

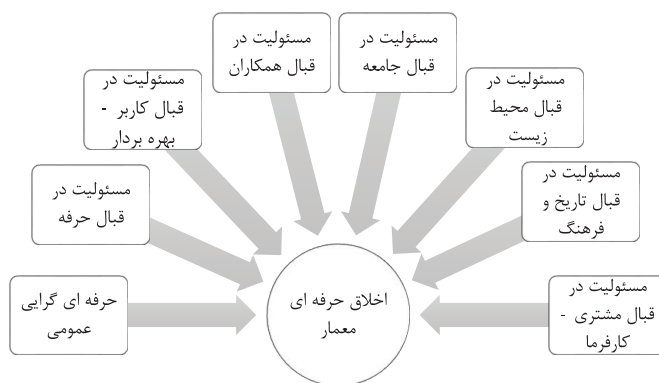
#### ۴-۴. اخلاق حرفه‌ای در معماری

معماری به عنوان یک حرفه، از هنرهای دیگر متمایز است. یک نویسنده یا نقاش ممکن است تصمیم بگیرد که کاری با ماهیت شخصی یا عمومی تولید کند و یا برای اجرای ایده‌های خود با دیگران همکاری کند. در هر صورت، این تصمیم وابسته به انتخاب هر هنرمند است و عموماً تحت نظارت حرفه‌ای نیست. در حرفه معماری این سؤال مطرح می‌شود که چه اتفاقی می‌افتد که خواسته‌های یک معمار با کاربر، کارفرما یا مشتری او و خواسته‌های جامعه همسو نباشد؟ معمار بیشتر به چه کسی خدمت می‌کند؟ اثر مصنوع و طراحی شده یک معمار چه رابطه‌ای با محیط طبیعی و زیست انسانی دارد؟ (Ray, 2005) در حالی که این پرسش‌ها برخی از پیچیدگی‌های اخلاقی زیربنای همه حرفه‌ها را آشکار می‌کنند، در معماری به دلیل ماهیت فنی و هنری آن و نوع ارتباط آن با مسائل انسانی و محیطی اهمیت مضاعف دارد.

از نظر بیلز (Bayles, 1988)، کسانی که تحت تأثیر فعالیت حرفه‌ای قرار می‌گیرند و در ساختار یک حرفه تعامل دارند به سه گروه طبقه‌بندی می‌شوند: «خود متخصصان، مشتریان آنها و عموم مردم». مسئولیت‌ها و تعهدات حرفه‌ای اعضا در قبال همکاران خود، مشتریان خود و عموم مردم معمولاً در آیین‌نامه‌های رفتاری مشخص می‌شوند (Bowen et al., 2007). پردازش اخلاق حرفه‌ای، مباحث اخلاقی در حرفه‌های مختلف است. به طور کلی، توافق بر سر ویژگی‌های مشترک بین همه حرفه‌ها وجود دارد. از جمله مهم‌ترین ویژگی‌های مشترک یک حرفه‌ای به شرح زیر است: یک حرفه‌ای متعلق به یک نهاد حرفه‌ای بوده و دارای مهارت و دانش تخصصی است و به عنوان عضوی از یک نهاد یا سازمان به اصول اخلاقی آن سازمان پایبند است. او دانش و مهارت‌ها را از طریق یک دوره آموزشی و تحصیلی طولانی به دست آورده است و همچنان در طول زندگی حرفه‌ای به حفظ و به روز رسانی آنها ادامه می‌دهد. در نتیجه، قدرت قابل توجهی برای تأثیرگذاری بر تک تک مشتریان و جامعه را دارد. تخصص حرفه‌ای‌ها و حوزه‌هایی که آنها این تخصص را در آن اعمال می‌کنند، به آنها قدرتی می‌دهد تا رفاه افراد را بهبود ببخشند (RAEng, 2011).

بیشتر ادبیات حرفه‌ای در مورد اخلاق در معماری به اخلاق بین‌فردی، مسئولیت‌های معماران در قبال یکدیگر، مشتریان، کاربران ساختمان و جامعه گسترده‌تر می‌پردازد. این مباحث شامل موضوعاتی مانند استخدام، قراردادها، ارتقای رفاه جسمی و روانی، و حمایت از فرهنگ‌ها با طرح‌های مناسب است. در سال‌های اخیر، ظهور پایداری به عنوان یک موضوع منجر به این شده است که این تأکید انسان محور با ارجاعاتی به اخلاق زیست محیطی، مسئولیت‌های معماران در قبال جانوران و گیاهان

غیرانسانی، رفاه بوم‌سازگان‌ها و جهان به عنوان یک کل، تکمیل شود (Farmer & Radford, 2010). پژوهش‌های مختلف ابعاد بسیاری از مسئولیت‌های اخلاقی را در معماری مطرح کرده‌اند. ارتباط بین مسئولیت اجتماعی و مسائل شهری (Eckenwiler, 2018)، اخلاق محیطی و مسئولیت در قبال محیط زیست (Daugėlaite & Grazulevičiute-Vileniske, 2022)، اخلاق حفاظت و توجه به حفظ محیط‌های تاریخی و فرهنگی (Barry, 2017) و ... از جمله مهمترین مسائل اخلاقی مورد تأکید بوده است. با مرور ادبیات تحقیق و همچنین منشورهای اخلاقی، ۸ حوزه کلی اخلاق حرفه‌ای معماری مطابق با شکل ۲ شناسایی شد و مطالعات تطبیقی منشورهای اخلاقی بر اساس آن انجام خواهد شد.



شکل ۲. حوزه‌های کلی اخلاق حرفه‌ای در معماری؛ جمع‌بندی و اقتباس از: (Fraser et al., 2023; Pan et al., 2022; Duong & Brew, 2021; AIA, 2020; Abusaada, 2019; Johnson & Gore, 2016)

## ۵. منشور اخلاق حرفه‌ای معماری در غرب

۵-۱. منشور RIBA

منشور مؤسسه سلطنتی معماران بریتانیا<sup>۱</sup> به دنبال ترویج رفتار خوب و بهترین عملکرد است. هدف آن نه تنها حفظ معیارها از طریق نظم و انضباط، بلکه توانمند ساختن شاغلین به تفکر انتقادی و تلاش مستمر برای بهبود خود است. این آیین‌نامه وظایف زیر را که برای همه اعضا اعمال می‌شود بیان می‌کند: نسبت به جامعه و کاربر نهایی، نسبت به مشتریان حرفه‌ای و سرمایه‌گذاران، نسبت به کارکنان، همکاران، کارمندان، کارفرمایان، نسبت به حرفه و نسبت به خود (RIBA, 2021). هر عضوی که این قانون را نقض کند، مطابق با آیین‌نامه، توبیخ عمومی، تعلیق یا اخراج خواهد شد (Ibid). این منشور در قالب سه اصل صداقت، شایستگی و اصل روابط به حیطه‌های مختلف اخلاق حرفه‌ای پرداخته است (جدول ۲)

جدول ۲. اصول اخلاق حرفه‌ای در منشور اخلاقی مؤسسه سلطنتی معماران بریتانیا (RIBA, 2021)

RIBA	مؤلفه‌های اخلاق حرفه‌ای
<p>فعالیت حرفه‌ای بی‌طرفانه - راستگویی و صداقت - تحت تأثیر منافع شخصی نبودن - تعارض منافع - رازداری و حریم خصوصی - عدم ارائه و پذیرش رشوه - وجدان کاری و مسئولیت‌پذیری - مهارت، دانش، مراقبت، توانایی - رعایت قوانین و مقررات - توسعه و به روزرسانی مهارت، دانش خود به نفع عموم، طبیعت و کیفیت محیط ساخته شده - آشنایی با دستورالعمل‌های مربوط به سلامت و ایمنی، عملکرد اخلاقی، پایداری و ... - برنامه‌ریزی شهری و کشوری - داشتن رویه‌های مکتوب برای رسیدگی به اختلافات یا شکایات - داشتن بیمه مناسب برای پوشش هرگونه سهل‌انگاری در فعالیت‌های حرفه‌ای - وجود شرایط شفاف و افشاگری تخلفات و فساد و ...</p>	حرفه‌ای‌گرایی عمومی
<p>پرهیز از اظهارات نادرست و گمراه‌کننده بر خلاف دانش حرفه‌ای - بهبود مستمر و مادام‌العمر دانش و مهارت حرفه‌ای خود - ارتقای معیارهای آموزش معماری، یادگیری مادام‌العمر، تحقیق و تمرین به نفع حرفه - انجام فعالیت در حیطه صلاحیت و تخصص خود - بازاریابی و تبلیغات قانونی، منصفانه، در حدود صلاحیت (عدم ارائه اطلاعات گمراه‌کننده و غیرواقعی) - توجه دقیق به استفاده از کلمات و عناوین در تبلیغ و معرفی خود - اطمینان از صلاحیت و تجربه کافی خود و کارمندان برای خدمات حرفه‌ای - اطمینان از منابع مالی و فنی مناسب قبل از شروع کار</p>	مسئولیت در قبال حرفه
<p>محافظت از سلامت و ایمنی همکاران، کارکنان و ... - عدم کپی یا تصاحب ایده‌های طراحان دیگر بدون داشتن مجوز صریح از آن‌ها - عدم تصاحب پروژه‌های معماران دیگر - عدم آسیب و ضرر بر شهرت و عملکرد همکاران معمار - فراهم کردن محیط کاری منصفانه، ایمن و عادلانه برای همکاران و کارکنان - ارائه قرارداد کتبی کامل کار به تمام کارکنان - پرداخت عادلانه حقوق کارکنان - تسهیل و تشویق پیشرفت حرفه‌ای کارکنان - توجه به قرارداد کتبی و پرداخت مالی و آموزش دانشجویان در صورت استخدام آن‌ها - رقابت منصفانه و صادقانه با رقبای بالقوه در مسابقات معماری</p>	مسئولیت در قبال همکاران
<p>توجه به منافع عمومی و اهداف اجتماعی - تحقیق، آموزش و تمرین به نفع منافع عمومی - متعادل کردن منافع ذی‌نفعان با منافع جامعه - آگاهی از تأثیرات فعالیت حرفه‌ای بر جامعه - ترویج عدالت اجتماعی - رعایت قوانین مربوط به برده‌داری مدرن - عدم هرگونه تبعیض سنی، ناتوانی، جنسیتی، نژادی، مذهبی و ... - احترام به حقوق و منافع دیگران - رفتار منصفانه، با ادب و احترام و بدون تعصب با همه</p>	مسئولیت در قبال جامعه
<p>تلاش برای حفاظت و ارتقای میراث - حفاظت از میراث، بناهای تاریخی و چشم‌اندازهای طبیعی</p>	مسئولیت در قبال تاریخ و فرهنگ
<p>رازداری و محافظت از حریم خصوصی مشتریان - توجه به موارد مالی مرتبط با مشتریان - تعهد و مسئولیت خدمات حرفه‌ای در قبال مشتری - ارزیابی و اعلام احتمال دستیابی به خواسته‌های مشتری - ثبت قرارداد کتبی واضح با مشتری با کلیه شرایط (خدمات، مسئولیت طرفین، هزینه‌ها، بیمه و ...) - مشاوره تخصصی به مشتری برای تعیین و کنترل هزینه پروژه - مطلع کردن مشتری از شرایط و پیشرفت پروژه - عمل متقابل به وظایف قانونی - مشاوره تخصصی زیست محیطی به مشتری - رفتار مؤدبانه با مشتریان در صورت بروز اختلافات و شکایات - توجه به زمان، هزینه و کیفیت - حفظ و نگهداری قراردادها و گزارش‌های کتبی و ... - بازرسی عناصر مکرر کار در طول دوره اولیه ساخت و ساز - پایبندی به قراردادها با مشتری</p>	مسئولیت در قبال مشتری - کارفرما

مؤلفه‌های اخلاق حرفه‌ای	RIBA
مسئولیت در قبال کاربر - بهره بردار	تلاش برای ارائه پروژه‌ای ایمن و مقرون به صرفه - اطمینان از تحویل موفقیت‌آمیز ساختمان برای بهره‌بردار - توجه به نحوه عملکرد ساختمان مطابق با هدف طراحی و ترویج و حمایت نیازهای ساکنان ساختمان - آگاهی از تأثیرات پروژه‌های خود بر کاربران - توجه به برابری، تنوع و شمول در محیط ساخته شده - آگاهی از کلیه قوانین و مقررات مربوط به بهداشت و ایمنی در طراحی، ساخت - صدور گواهی تکمیل کارهای ساختمانی بعد از تکمیل کامل آن
مسئولیت در قبال محیط زیست	تلاش برای حفاظت و ارتقای محیط طبیعی - ارائه پروژه‌هایی با حداقل اثرات منفی بر محیط زیست در طول چرخه حیات - محافظت از محیط زیست محلی، بوم‌شناسی و تنوع زیستی - ترویج اصول طراحی و توسعه پایدار - توجه به آب و هوا و آلودگی و ...

۵-۲. منشور AIA

منشور موسسه معماران آمریکا به بالاترین معیارهای حرفه‌ای، صداقت و شایستگی اختصاص دارد. این کد در سه سطح بیانیه مرتب شده است: قوانین، معیارهای اخلاقی، و قوانین رفتار. قوانین اصول کلی رفتار هستند. معیارهای اخلاقی اهداف مشخص‌تری هستند که اعضا باید در عملکرد و رفتار حرفه‌ای به دنبال آن باشند. قوانین رفتاری (قاعده) اجباری است. نقض یک قانون دلیلی برای برخورد انضباطی موسسه است. قوانین رفتار، در برخی موارد، بیش از یک معیار یا معیار اخلاقی را اجرا می‌کند. این منشور برای فعالیت‌های حرفه‌ای همه اعضا اعمال می‌شود (AIA, 2020).

این منشور در قالب شش سرفصل: تعهدات عمومی، مسئولیت در قبال عموم، در قبال مشتری، در قبال حرفه، در قبال همکاران و قبال محیط زیست به حیطه‌های مختلف اخلاق حرفه‌ای پرداخته است (جدول ۳)

جدول ۳. اصول اخلاق حرفه‌ای در منشور اخلاقی مؤسسه معماران آمریکا (AIA, 2020)

مؤلفه‌های اخلاق حرفه‌ای	AIA
حرفه‌ای‌گرایی عمومی	بهبود دانش و مهارت حرفه‌ای خود - الگوی ثابتی از مراقبت و شایستگی - ارتقای مستمر معیارهای برتری زیبایی‌شناسی، آموزش معماری، تحقیق و ... رعایت قوانین و مقررات قابل اجرا در خدمات حرفه‌ای - تعارض منافع - صراحت و صداقت در اظهارات و عمل (عدم اظهارات نادرست و گمراه‌کننده بر خلاف صلاحیت، تجربه و دانش حرفه‌ای) - عدم ارائه خدمات غیرقانونی در جریان درخواست مشتری در حین اجرا - منع اخذ یا پرداخت هرگونه هدیه و رشوه و... در ارتباط با پروژه - صداقت و انصاف - رعایت روح و متن قانون - انجام اعمال بی‌طرفانه در مسئولیت‌های حرفه‌ای خود
مسئولیت در قبال حرفه	کمک به ترویج هنرهای متحد و دانش و توانایی صنایع ساختمانی به عنوان یک کل - ارائه خدمات حرفه‌ای در حیطه صلاحیت و تخصص خود (به شرط واجد شرایط بودن) - عدم امضا یا مهر نقشه‌ها، گزارش‌ها و ... که کنترل و مسئولیتی برای آن‌ها ندارد - عدم اظهارات آگاهانه نادرست در حرفه - تلاش برای ارتقای حیثیت و یکپارچگی حرفه - شهرت حرفه‌ای بر اساس شایستگی خدمات و عملکرد

## ادامه جدول ۳

مؤلفه‌های اخلاق حرفه‌ای	AIA
مسئولیت در قبال همکاران	تصدیق آرزوهای حرفه‌ای همکاران خود- فراهم کردن محیط کاری منصفانه و عادلانه برای همکاران و کارکنان خود- احترام متقابل با همکاران و کارکنان- پرورش همکاری‌های حرفه‌ای و توجه به پیشرفت آنها- مشارکت حرفه‌ای با کارکنان و همکاران- ممنوعیت کپی برداری از آثار معماری بدون اجازه از صاحب حق
مسئولیت در قبال جامعه	عدم هرگونه تبعیض سنی، ناتوانی، جنسیتی، نژادی، مذهبی و...- خودداری از موافقت با تصمیمات کارفرما که تأثیر منفی بر عموم دارد- گزارش نقض قوانین ساختمانی در صورت تهدید منافع عمومی- ارائه خدمات حرفه‌ای رایگان مرتبط با منافع عمومی (خدمات به افراد بی بضاعت پس از بلایا)- مشارکت در فعالیت‌های مدنی
مسئولیت در قبال تاریخ و فرهنگ	احترام به میراث طبیعی و فرهنگی خود
مسئولیت در قبال مشتری - کارفرما	عدم مشاوره به مشتری در ارتباط با راه‌های غیرقانونی و تقلبی- آگاهی مشتریان از تأثیرات یا عواقب بالقوه زیست محیطی- خدمت به موقع و شایسته به مشتریان خود- تغییر دامنه یا اهداف پروژه بدون رضایت مشتری- محافظت از اعتماد مشتری (ارزاداری و حفظ اطلاعات محرمانه)
مسئولیت در قبال کاربر - بهره بردار	تسهیل کرامت انسانی و سلامت، ایمنی و رفاه فرد و عموم در طراحی ساختمان‌ها
مسئولیت در قبال محیط زیست	برابری و عدالت زیست محیطی- ترویج طراحی و توسعه پایدار در محیط‌های طبیعی و ساخته شده- کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای- کاهش مصرف آب و حفاظت از تأمین آب- انتخاب مصالح ساختمانی برای به حداقل رساندن سموم و آلاینده‌ها و ... در محیط

## ۵-۳. منشور ARB

منشور اخلاقی هیئت ثبت معماران<sup>۱</sup> معیارها و عملکرد رفتار حرفه‌ای را برای معماران ارائه داده است. عدم رعایت مفاد این منشور به خودی خود به عنوان رفتار حرفه‌ای غیرقابل قبول یا عدم صلاحیت حرفه‌ای جدی تلقی نمی‌شود، اما باید در هر گونه رسیدگی انضباطی در کمیته رفتار حرفه‌ای، این منشور در نظر گرفته شود. به عبارتی اگر معماری به جرمی مجرمانه محکوم شود که با حرفه وی به عنوان یک معمار مرتبط باشد، ممکن است حکم انضباطی علیه او صادر شود (ARB, 2017).

این منشور در ۱۲ معیار از معماران انتظار دارد: ۱. صادق باشد و با صداقت رفتار کند. ۲. شایستگی و صلاحیت داشته باشد. ۳. خدمات خود را صادقانه و مسئولانه تبلیغ کند. ۴. کسب و کار خود را با شایستگی مدیریت کند. ۵. تأثیر گسترده‌تر کار خود را در نظر بگیرد. ۶. کار خود را صادقانه و با وجدان انجام دهد. ۷. قابل اعتماد باشد و مراقب پول مشتریان خود باشد. ۸. ترتیبات بیمه‌ای مناسب داشته باشد. ۹. حیثیت و آبروی معماران را حفظ کند. ۱۰. با اختلافات یا شکایات به درستی برخورد کند. ۱۱. با الزامات نظارتی و تحقیقات همکاری نماید. ۱۲. برای دیگران احترام قائل باشد (جدول ۴)

جدول ۴. اصول اخلاق حرفه‌ای در منشور اخلاقی هیئت ثبت معماران (ARB, 2017)

ARB	مؤلفه‌های اخلاق حرفه‌ای
صداقت و درستی - اجتناب از اظهارات گمراه‌کننده و ناعادلانه - تضاد منافع - صلاحیت و شایستگی - داشتن مهارت‌های ارتباطی لازم و دانش محلی برای انجام مسئولیت‌های خود - مهارت و دقت در انجام کار - قضاوت و مشاوره حرفه‌ای بی‌طرفانه و مستقل - پوشش بیمه‌ای مناسب - برخورد درست با شکایات و اختلافات - عمل طبق تعهدات قانونی - عدم دریافت یا پرداخت هرگونه پرداخت برای معرفی یا ارجاع کار	حرفه‌ای‌گرایی عمومی
اجتناب از اقدام ناسازگار با تعهدات حرفه‌ای - به روز نگه داشتن دانش و مهارت مرتبط با کار حرفه‌ای - تبلیغ مسئولانه و صادقانه خدمات حرفه‌ای خود - حفظ حیثیت معماران - همکاری با الزامات و تحقیقات نظارتی ARB	مسئولیت در قبال حرفه
پوشش بیمه‌ای مناسب برای کارکنان و ...	مسئولیت در قبال همکاران
عدم هرگونه تبعیض سنی، ناتوانی، جنسیتی، نژادی، مذهبی و ... - احترام و رفتار منصفانه با همه	مسئولیت در قبال جامعه
-	مسئولیت در قبال تاریخ و فرهنگ
محافظت از اطلاعات محرمانه مشتریان - انعقاد قرارداد کتبی با مشتری حاوی اطلاعات کافی (هزینه، مسئولیت‌ها و ...) - توصیه به مشتریان از نحوه حفاظت و ارتقاء محیط زیست و منابع طبیعی - انجام کار حرفه‌ای بدون تأخیر مطابق با توافق با مشتری - مطلع کردن مشتری از پیشرفت کار و ... - قابل اعتماد بودن و محافظت از پول مشتریان - اقدامات مناسب در ارتباط با حرفه در صورت غیبت، ناتوانی و ... در انجام کار - اطمینان از وجود منابع حرفه‌ای، مالی و فنی کافی هنگام انعقاد قرارداد	مسئولیت در قبال مشتری - کارفرما
اطمینان از اجرای حرفه‌ای عملکرد و نظارت و بررسی منظم پروژه‌ها	مسئولیت در قبال کاربر - بهره‌بردار
در نظر گرفتن تأثیرات گسترده‌تر حرفه (تأثیرات زیست محیطی و منابع طبیعی)	مسئولیت در قبال محیط زیست

#### ۴-۵. منشور ACE

منشور اخلاقی شورای معماران اروپا<sup>۱</sup> در ۲۲ آوریل ۲۰۱۶ توسط مجمع عمومی شورای معماران اروپا تصویب شده است و یک به‌روزرسانی از کد قبلی است که در سال ۲۰۰۵ تنظیم شده بود. محتویات این منشور برای سازمان‌های عضو ACE، از نظر قانونی الزام‌آور نخواهد بود مگر اینکه توسط اتحادیه اروپا یا قوانین ملی یا توسط قراردادی بین یک ارائه‌دهنده خدمات معماری و یک مشتری یا کاربر دیگر یا به عنوان یک موضوع حقوق عمومی یا خصوصی الزام‌آور شود. با این حال، عدم پیروی از راهنمایی‌های ذکر شده در این منشور عاملی خواهد بود که در صورت لزوم بررسی رفتار یا صلاحیت ارائه‌دهنده خدمات معماری مورد توجه قرار می‌گیرد. مطابق با این منشور، ارائه‌دهندگان حرفه‌ای خدمات معماری در اتحادیه اروپا باید به بالاترین معیارهای استقلال، بی‌طرفی، صداقت، شایستگی و حرفه‌ای

1- Architects' Council of Europe (ACE) - Conseil des Architectes d'Europe (CAE)

بودن و بالاترین کیفیت ممکن در طراحی، خروجی فنی و خدمات خود برسند و دانش، مهارت‌های حرفه‌ای و استعداد‌های ویژه و منحصر به فرد خود را برای توسعه محیط ساخته شده به کار گیرند. آن‌ها در قبال مردم، مشتریان و کاربران معماری، صنایع ساختمان و هنر و علم معماری و تداوم دانش و آفرینش میراث فردا و میراث حرفه معماری برای جامعه مسئول هستند (ACE, 2016).

منشور ACE در قالب چهار اصل: تعهدات عمومی (صداقت و شایستگی)، تعهدات در قبال منافع عمومی، تعهدات نسبت به مشتری و تعهدات در جهت منافع حرفه به حیطة‌های مختلف اخلاق حرفه‌ای پرداخته است (جدول ۵)

جدول ۵. اصول اخلاق حرفه‌ای در منشور اخلاقی شورای معماران اروپا (ACE, 2016)

مؤلفه‌های اخلاق حرفه‌ای	AEC
حرفه‌ای‌گرایی عمومی	صداقت در گفتار و عمل - انصراف از خدمات غیرمنطقی - رعایت متن و روح قوانین - عدم ترویج، تشویق، حمایت یا رضایت نسبت به ایجاد اقدامات ارتکاب جرم، رفتار غیراخلاقی یا هرگونه اعمال غیرقانونی یا بی‌نظمی مالی - قضاوت بدون تعصب و بی‌طرفانه - ارائه خدمات مطابق با وجدان، شایستگی، حرفه‌ای و بی‌طرفانه - مهارت و دقت - عدم دریافت یا پرداخت رشوه - تضاد منافع - مدیریت قانونی امور مالی - پاسخگویی شخصی به هر گونه شکایات
مسئولیت در قبال حرفه	ارتقای معیارهای برتری در زمینه‌های آموزش، پژوهش، طراحی، فناوری، روش‌های ساخت و ساز - عدم تبلیغ خدمات حرفه‌ای خود به شیوه‌ای نادرست و فریبکارانه - انجام فعالیت حرفه‌ای در حد دانش و توانایی خود - حمایت از یکپارچگی و حیثیت حرفه - عدم همکاری با افراد نامناسب (افراد محروم از خدمت و ...) - رعایت و پیروی از کد ACE - عدم امضا و تأیید درخواست‌هایی که طراح آن نیستید یا به اندازه کافی نظارت یا بررسی نکرده‌اید - حفظ و توسعه دانش و هنر، مهارت حرفه‌ای، علم و تجارت معماری
مسئولیت در قبال همکاران	احترام به حقوق و آرمان‌های همکاران خود - تصدیق خدمات سایر اعضای گروه پروژه - پرداخت منصفانه و مناسب به کارکنان خود - عدم تصاحب مالکیت معنوی و بهره‌برداری از ایده‌های دیگران بدون مجوز صریح آن‌ها - عدم انتقاد بدخواهانه یا غیرمنصفانه از آثار معماری دیگران - عدم عقد قرارداد برای پروژه (در صورت درگیر بودن معمار دیگری در پروژه) - رعایت اصول مرتبط با شرکت در مسابقات طراحی
مسئولیت در قبال جامعه	توجه به تأثیرات اجتماعی - احترام به حقوق و منافع مشروع دیگران - عدم هرگونه تبعیض سنی، ناتوانی، جنسیتی، نژادی، مذهبی و ...
مسئولیت در قبال تاریخ و فرهنگ	احترام به نظام ارزشی و میراث طبیعی و فرهنگی جامعه
مسئولیت در قبال مشتری - کارفرما	عدم ارائه خدمات معماری و اظهارات گمراه‌کننده یا ناعادلانه کتبی یا غیر آن، مغایر با دانش یا نظر حرفه‌ای خود برای مشتری - عمل به تعهدات خود در قبال مشتریان - دریافت پاداشت مطابق با حق الزحمه و مزایای مشخص شده در قرارداد مربوطه - مشاوره مستقل و بی‌طرفانه به مشتریان خود - عقد قرارداد و توافق نامه کتبی کامل با کارفرما - حفظ و مراقبت از امور محرمانه مشتریان خود - انجام خدمات معماری بدون تأخیر و در زمان توافق شده - مطلع کردن مشتری از پیشرفت کار و ... رسیدگی به شکایات به شیوه‌ای سریع و مؤدبانه و آگاه کردن مشتریان از رویه‌های حل اختلاف - برخورداری از رویه‌های نظارت و بازنگری، و کارکنان واجد شرایط و نظارت کافی - پیشنهاد هزینه‌ای متناسب با ارزش خدمات ارائه شده

ادامه جدول ۵

مؤلفه‌های اخلاق حرفه‌ای	AEC
مسئولیت در قبال کاربر - بهره‌بردار	احترام به نیازها و الزامات بیان شده توسط مشتری یا هر کاربر احتمالی دیگر- توجه کامل به تأثیر کار بر منافع همه کسانی که از محصول استفاده می‌کنند ...
مسئولیت در قبال محیط زیست	حفظ و توسعه محیط زیست- استفاده کارآمد از منابع شامل (انرژی، صرفه‌جویی در آب، کاهش ضایعات و کاهش انتشار کربن در شرایط تغییرات آب و هوایی و ...)

۵-۵. منشور RAI A

منشور اخلاقی موسسه سلطنتی معماران استرالیا در سال ۲۰۰۶ تصویب شده است. در مقدمه این منشور ارزش‌های مورد توافق مشترک معماران عضو در قالب؛ رفتار اخلاقی، برابری فرصت‌ها، عدالت اجتماعی، آرزوی تعالی و عملکرد حرفه‌ای شایسته اشاره شده است و از معماران انتظار دارد:

- خدمت و پیشبرد منافع عمومی از طریق مشارکت مناسب در فعالیت‌های مدنی، به عنوان شهروند و متخصص.
- ارتقاء آگاهی زیست محیطی و قدردانی از معماری و طراحی شهری.
- تشویق به بحث عمومی آگاهانه در مورد مسائل معماری و طراحی شهری.
- احترام، حفظ و ارتقای محیط طبیعی و فرهنگی؛
- تشویق و حفظ مسئولیت‌پذیری طراحی و توسعه پایدار از نظر زیست محیطی و انرژی کارآمد
- تلاش برای کمک به توسعه دانش، فرهنگ و آموزش معماری.

این منشور اصولی را تعیین می‌کند که اعضای مؤسسه ملزم به رعایت آن هستند و نقض هر یک از این معیارها زمینه‌ای برای اقدامات انضباطی را فراهم می‌کند (RAIA, 2017). منشور RAIA در چهار اصل: تعهدات نسبت به عموم، مشتری، حرفه و همکاران به تشریح معیارهای اخلاقی پرداخته است (جدول ۶).

جدول ۶. اصول اخلاق حرفه‌ای در منشور اخلاقی شورای معماران اروپا (RAIA, 2017)

مؤلفه‌های اخلاق حرفه‌ای	RAIA
حرفه‌ای‌گرایی عمومی	پذیرفتن متن و روح قوانین- ارائه خدمات صادقانه، با وجدان، شایستگی، حرفه‌ای و بی‌طرفانه- عدم دریافت یا پرداخت مالی غیرمعمول- تضاد منافع- صداقت و انصاف- انجام خدمات حرفه‌ای با مهارت و دقت- تشویق به بحث عمومی آگاهانه در مورد مسائل معماری و طراحی شهری
مسئولیت در قبال حرفه	عدم تبلیغ خدمات حرفه‌ای خود به شیوه‌ای گمراه‌کننده و فریبکارانه- حمایت از قانون در انجام فعالیت حرفه‌ای- پیروی از آیین‌نامه‌های اخلاقی و رفتاری- عدم همکاری با افراد نامناسب (افراد محروم از خدمت و ...) - حمایت از استقلال، بی‌طرفی، یکپارچگی و حیثیت حرفه- توسعه دانش معماری، فرهنگ و آموزش

ادامه جدول ۶

مؤلفه‌های اخلاق حرفه‌ای	RAIA
مسئولیت در قبال همکاران	احترام به مشارکت و آرمان‌های همکاران خود- عدم تصاحب مالکیت معنوی و بهره‌برداری از ایده‌های دیگران بدون مجوز صریح آن‌ها- عدم انتقاد بدخواهانه یا غیرمنصفانه از آثار معماری دیگران- عدم عقد قرارداد برای پروژه (در صورت درگیر بودن معمار دیگری در پروژه)- فراهم کردن محیط کاری مناسب برای همکاران و کارکنان برای پیشرفت آن‌ها
مسئولیت در قبال جامعه	توجه به تأثیرات اجتماعی- عدم هرگونه تبعیض سنی، ناتوانی، جنسیتی، نژادی، مذهبی و ...- مشارکت در فعالیت‌های مدنی
مسئولیت در قبال تاریخ و فرهنگ	احترام به نظام ارزشی و میراث طبیعی و فرهنگی جامعه
مسئولیت در قبال مشتری - کارفرما	انجام خدمات معماری بدون تأخیر و در زمان توافق شده- مطلع کردن مشتری از پیشرفت کار و ...- مشاوره مستقل و بی‌طرفانه به مشتریان خود- حفظ و مراقبت از امور محرمانه مشتریان خود
مسئولیت در قبال کاربر - بهره‌بردار	تلاش برای بهبود کیفیت زندگی و زیستگاه انسانی- توجه کامل به تأثیر کار بر منافع همه کسانی که از محصول استفاده می‌کنند
مسئولیت در قبال محیط زیست	بهبود محیط زیست- ترویج آگاهی زیست محیطی- تشویق به طراحی و توسعه پایدار از نظر زیست محیطی و انرژی کارآمد

## ۶. منشور اخلاق حرفه‌ای معماری در ایران

### ۶-۱. نظامنامه رفتار حرفه‌ای اخلاقی در مهندسی ساختمان

نظامنامه رفتار حرفه‌ای اخلاقی در مهندسی ساختمان در سه فصل و در سال ۱۳۹۵ توسط سازمان نظام مهندسی ساختمان تدوین و به تصویب رسیده است و الزام اجرایی دارد. اصول کلی این نظام نامه عبارت است از: ۱. رجحان منافع عمومی، حفظ محیط‌زیست، میراث فرهنگی و رعایت قانون بر منافع شخصی خود و صاحبان کار هنگام تعارف منافع، ۲. انجام خدمات مهندسی به نحو حرفه‌ای و همراه با مراقبت و خودداری از اقدامی که با حقوق جمع، صاحبان کار و اشخاص ثالث مغایرت داشته باشد، ۳. رفتار شرافتمندانه، مسئولانه، همراه با امانت‌داری، رازداری، انصاف و حسن نیت و منطبق بر دانش حرفه‌ای در عرض خدمات مهندسی در برابر صاحبان کار و خودداری از هر اقدامی که با منافع قانونی صاحبان کار مغایرت داشته باشد، ۴. احتراز از رفتاری که موجب لطمه به همکاران، سلب اعتبار اجتماعی یا وهن صاحبان حرف مهندسی باشد، ۵. اجتناب از تکفل همزمان اموری که زمینه و موجبات نمایندگی یا قبول منافع متعارض را فراهم آورد (IRCEO, 2016).

این منشور در سه سرفصل؛ رفتار عمومی، رفتار با کارفرمایان، طرف‌های قرارداد مهندسی و اشخاص در استخدام و رفتار با اشخاص حقیقی و حقوقی همکار به مصادیق رفتار حرفه‌ای اخلاقی در مهندسی ساختمان پرداخته است (جدول ۷).

جدول ۰۷. اصول اخلاق حرفه‌ای در نظامنامه اخلاقی در مهندسی ساختمان (IRCEO, 2016)

مؤلفه‌های اخلاق حرفه‌ای	IRCEO
حرفه‌ای‌گرایی عمومی	رعایت اصول اخلاق حرفه‌ای - رعایت قوانین و مقررات - دقت و مهارت و دانش فنی لازم - پرهیز از توسل به روش‌های متقلبانه، متخلفانه و مجرمانه برای کسب منافع مالی و امتیازات حرفه‌ای - تضاد منافع - راست‌گویی در اظهارات فنی ... - پرهیز از اظهارات خلاف واقع، مبالغه‌آمیز و گمراه‌کننده - خودداری از استفاده غیرقانونی از موقعیت شغلی خود - عدم دریافت وجه یا امتیاز غیر قانونی - اعلام موارد ناقض مقررات و مسئولیت‌های مهندسی - اعلان ورشکستگی شرکت تحت مدیریت خود در صورت ورشکستگی
مسئولیت در قبال حرفه	اجتناب از تأسیس مؤسسه و دفتر برای انجام خدمات فنی و مهندسی بدون داشتن پروانه اشتغال - خودداری از اعلام نظر تخصصی برخلاف دانش تخصصی - قرار ندادن محصول کار خود در اختیار دیگری - اجتناب از لطمه به حرفه مهندسی - عدم واگذاری پروانه، مهر و امضا به اشخاص دیگر - خودداری از اغراق در مورد نوع مسئولیت خود - پذیرفتن کار در صورت داشتن صلاحیت حرفه‌ای و مهارت و ...
مسئولیت در قبال همکاران	رعایت انصاف در توافق با کارکنان در ارتباط با حق الزحمه‌ها - اجتناب از رقابت ناسالم و غیرمنصفانه با همکاران - عدم تبانی در مزایده‌ها و مناقصه‌ها - عدم حذف سایر همکاران رقیب از شرکت در رقابت - عدم تصاحب مالکیت معنوی و بهره‌برداری از ایده‌های دیگران - خودداری از ارزیابی و قضاوت نادرست و غیرمنصفانه همکاران
مسئولیت در قبال جامعه	رجحان منافع عمومی بر منافع شخصی
مسئولیت در قبال تاریخ و فرهنگ	حفظ میراث فرهنگی
مسئولیت در قبال مشتری - کارفرما	پذیرش مسئولیت حرفه‌ای مشاوره‌های فنی و تخصصی - پرهیز از دادن وعده‌های خلاف واقع و مغایر با معیارهای حرفه‌ای به منظور ترغیب کارفرما - پایبندی به وظایف و تعهدات قانونی و قراردادی در قبال کارفرما - احراز صلاحیت‌های لازم در واگذاری کار به دیگران - رعایت انصاف در توافق با کارفرما در ارتباط با حق الزحمه‌ها - عدم سوءاستفاده از کم‌اطلاعی یا بی‌اطلاعی کارفرماها - اجتناب از تحمیل هزینه‌های غیرضروری به کارفرما - اجتناب از دریافت وجه یا امتیاز غیرقانونی از کارفرما - مطلع کردن کارفرما از هرگونه تعارض منافع قبل از شروع کار - عدم انتشار اطلاعات محرمانه کارفرما - پذیرفتن مسئولیت محصول، خدمت و آثار کار حرفه‌ای خود - امانت‌داری و دقت در اعلام صورت وضعیت‌ها و کارکردهای فنی و مالی
مسئولیت در قبال کاربر - بهره‌بردار	صدور درست و واقعی تاییدیه‌ها و گواهی‌ها
مسئولیت در قبال محیط زیست	حفظ محیط زیست

## ۶-۲. آیین‌نامه اخلاق حرفه‌ای جامعه مهندسان مشاور ایران

جامعه مهندسان مشاور ایران، منشور اخلاق حرفه‌ای مهندسان مشاور را در پنج فصل تدوین کرده است: تعهدات مهندسان مشاور در قبال منافع ملی، محیط زیست و فرهنگ، تعهدات مهندسان مشاور در قبال کارفرمایان، تعهدات مهندسان مشاور در قبال حرفه مهندسی مشاور، تعهدات مهندسان مشاور در قبال یکدیگر، تعهدات مهندسان مشاور در قبال کارکنان و سهام داران خود. در تنظیم و تدوین آیین‌نامه اخلاق

حرفه‌ای، کمیته مسئول با مراجعه به شبکه جهانی اطلاعات و جمع‌آوری، مطالعه و بررسی آیین‌نامه اخلاقی مهندسان مشاور چند کشور مانند هند، استرالیا، کانادا، آمریکا و همچنین اتحادیه فیدیک از یک سو و جمع‌آوری نظرات و پیشنهادهای شرکت‌های عضو جامعه مهندسان مشاور ایران از سوی دیگر، اولین ویرایش اخلاق حرفه‌ای مهندسان مشاور را تنظیم کرده است (IRSCE, 2005).

جدول ۸. اصول اخلاق حرفه‌ای در منشور اخلاق حرفه‌ای مهندسان مشاور (IRSCE, 2005)

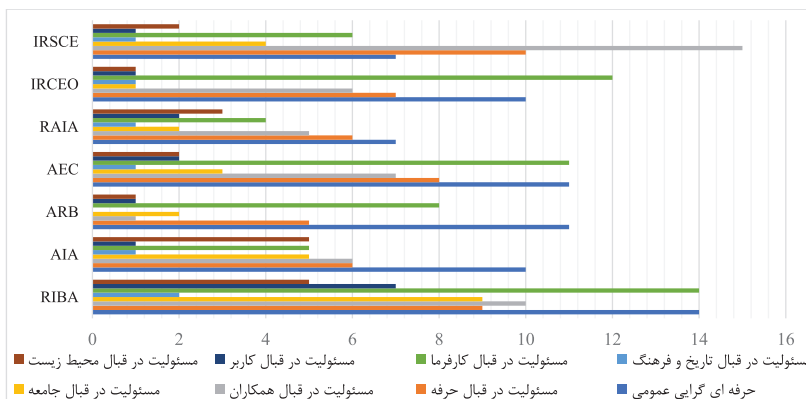
مؤلفه‌های اخلاق حرفه‌ای	IRSCE
حرفه‌ای‌گرایی عمومی	عدم پرداخت یا دریافت مستقیم و غیر مستقیم برای انتخاب، اخذ یا تأیید کارها- تضاد منافع- رعایت معیارها و ضوابط فنی و حرفه‌ای- راست‌گویی و صداقت- تحت تأثیر منافع شخصی نبودن- عدم تسلیم در برابر تصمیمات غیرکارشناسانه و غیرمعمولانه کارفرما- عدم ارائه خدمات مشاوره‌ای به کارفرمایانی با اعمال غیرقانونی
مسئولیت در قبال حرفه	حمایت از مهندسان مشاور پایبند به اخلاق- پذیرش پروژه در حد امکانات و توان بالقوه خود- حمایت از انسجام، حرمت و منزلت حرفه- حفظ احترام و اعتبار حرفه توسط خود و کارکنان و کارشناسان خود- به روز نگه داشتن دانش و تخصص خود- مطالعه عملکرد مهندسان مشاور برجسته و ارتقای سطح شرکت خود- ارتقای حرفه مهندسی با انتقال دانش و تجربیات خود- انجام صحیح، مسئولانه و به موقع خدمات- آموزش اصول اخلاقی به کارکنان و کارشناسان خود- عدم تأیید گزارش، طرح و دیگر کارهای حرفه‌ای که مسئول آن نیستید
مسئولیت در قبال همکاران	احترام به حقوق دیگر همکاران و کارکنان- اجتناب از رقابت ناسالم و بکارگیری روش‌های غیراخلاقی برای اخذ کار- عدم ورود به پروژه‌های ناتمام دیگر اعضا بدون موافقت آن‌ها- عدم استخدام کارشناسان دیگر اعضا- پرهیز از ارائه خدمات مجانی و تخفیف نسبت به قیمت پایه- عدم استفاده از نتایج کار و پروژه‌های همکاران بدون اخذ مجوز- عدم تخریب شخصیت حرفه‌ای سایر همکاران- احترام به نقش و مشارکت کارکنان در اعتبار شرکت- فراهم کردن محیط کاری مناسب برای کارکنان و کارشناسان- امنیت شغلی و رفاهی کارکنان- روابط کاری، رفتاری شفاف و صادقانه با کارکنان و کارشناسان- انعقاد قرارداد مناسب و پایبندی به قرارداد کارکنان- پرهیز از هرگونه تبعیض (دینی، جنسیتی، قومی و...) در جذب و نگهداری نیروی کار- تخصیص بودجه برای آموزش و پیشرفت کارکنان- مرجعیت جامعه مهندسان مشاور در حل اختلاف بین کارکنان و شرکت
مسئولیت در قبال جامعه (منافع عموم)	اولویت منافع ملی- رعایت معیارهای فنی و اصول مدیریت کیفیت در رابطه با منافع عموم- مطلع کردن جامعه مهندسان مشاور از پروژه‌هایی که منافع عمومی و سلامت محیط را به مخاطره می‌اندازد- توجه به طرح یا پروژه‌های معایر منافع ملی
مسئولیت در قبال تاریخ و فرهنگ	حفظ میراث فرهنگی
مسئولیت در قبال مشتری - کارفرما	ارائه خدمات با شایستگی و به روش حرفه‌ای به کارفرمایان- انجام کار در زمان تعهد شده- استقلال و قضاوت بی‌طرفانه در ارائه خدمات به کارفرما- آگاه کردن کارفرما از ابعاد مختلف پروژه- محافظت از اطلاعات محرمانه کارفرما- عدم سوءاستفاده از کم‌اطلاعی یا بی‌اطلاعی کارفرماها
مسئولیت در قبال کاربر - بهره بردار	انجام کار با کمیت و کیفیت مطلوب
مسئولیت در قبال محیط زیست	حفظ محیط زیست- مطلع کردن جامعه مهندسان مشاور از طرح‌های مخاطره‌انداز محیط زیست

## ۷. یافته‌ها

منشورهای اخلاقی مختلف در دسته‌بندی‌های متفاوت به تشریح بایسته‌های اخلاقی در معماری پرداخته‌اند. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد، هفت منشور اخلاقی بررسی شده با وجود تفاوت در عناوین و سرفصل‌ها دارای محتوای تقریباً یکسان بوده و همپوشانی بین اصول اخلاقی وجود دارد. عناوین و سرفصل‌های منشورهای اخلاقی همچنین نشان می‌دهد که چهار اصل تعهدات عمومی شامل (صلاحیت، صداقت و شایستگی)، مسئولیت در قبال حرفه، در قبال همکاران و در قبال کارفرما به عنوان مشتری در همه کدها مورد توجه بوده است. مطابق با شکل ۳ که تعداد مؤلفه‌های اخلاقی را برای هر کد اخلاقی نشان می‌دهد، چهار اصل مذکور (به استثنای مسئولیت در قبال همکاران در منشور ARB) بیشترین فراوانی را نیز به خود اختصاص داده‌اند. رجوع به جداول ۲ تا ۸ و مشاهده محتوای منشورها حاکی از آن است که اکثر مسئولیت‌های این چهار مؤلفه در ارتباط با خود حرفه معماری است. تمرکز منشورهای اخلاقی بر این چهار مؤلفه نشان می‌دهد که منشورهای اخلاقی بیشتر در راستای کسب تأیید عمومی، ارتقای تصویر خود حرفه و سهم آن در بازار کار معماری تدوین شده‌اند (Sadri, 2017). این یافته در راستای انتقادات محققانی همچون اسپکتور (Spector, 2005) و چان (Chan, 2013) نسبت به منشورهای اخلاقی بوده و تأییدی بر پژوهش صدری (Sadri, 2012) است. او در پژوهش خود با موضوع مسئولیت معماران در قبال بشریت، به مطالعه دو منشور اخلاقی RIBA و AIA پرداخته است. این پژوهش منشورهای اخلاقی را متمرکز بر مسئولیت‌های شخصی معماران دانسته و معتقد است منشورهای اخلاق حرفه‌ای باید به جای غلیق حرفه‌ای، بر منافع بشریت تمرکز کنند و اخلاق معماری نیز باید با تمرکز بر ارزش‌های جهانی توسعه یابد. او در پژوهش مشابه دیگری، برای تهیه منشور اخلاقی در معماری، گسترش مسئولیت معماران فراتر از حرفه معماری و رویکرد ارزشی و حقوق بشری پیشنهاد می‌کند (Sadri, 2017).

معماری تحت تأثیر عوامل مختلف اجتماعی، فرهنگی، اقتصادی، محیطی و ... است. از این رو معماران در قبال همه این عوامل مسئولیت دارند. همانطور که کاترین اینگرام<sup>۱</sup> می‌نویسد: معماری مناسب تنها در فن صرف نمی‌شود، بلکه بیشتر در معنا، زمینه، و ارجاعات مناسب معماری، وظیفه مدنی و همچنین مسئولیت اجتماعی معمار قرار دارد (Ingraham, 1988). نایجل تیلور<sup>۲</sup> نیز در بیانی مشابه درباره ابعاد اخلاقی معماری اظهار می‌دارد که توجهی به طراحی ساختمان در واقع، عدم توجه به مردمی است که باید با آن زندگی کنند ... نقد زیبایی‌شناختی او صرفاً زیبایی‌شناختی نیست، بلکه در عین حال اخلاقی نیز هست. نقدی اخلاقی بر محتوای زیبایی‌شناختی ساختمان (Taylor, 2000). این در حالی است که بررسی منشورهای اخلاقی نشان می‌دهد که رسالت‌های مهمی

همچون مسئولیت‌های اجتماعی و زیبایی‌شناختی معماران در این منشورها آنچنان مورد توجه نبوده‌اند. همانطور که چان (Chan, 2013) می‌نویسد: آیا کدی وجود دارد که به چالش‌های اجتماعی و زیبایی‌شناختی معماری بپردازد؟ آیا کدی وجود دارد که در ارتباط با طراحی یک زندان که مرتبط با تحقیر کرامت انسانی است بحث کند؟ یا کدی وجود دارد که در مورد اولویت یک معمار در رابطه با مشتریان، کاربران ساختمان، همسایگان، محیط‌زیست و ... پرداخته باشد. یافته‌های پژوهش بر این نکته تأکید می‌کند که منشورهای اخلاقی تلاش کمی برای پرداختن به چالش‌های اجتماعی و زیبایی‌شناختی کرده‌اند. همچنانکه مطابق با شکل ۳، مؤلفه‌های اخلاقی، مسئولیت در قبال فرهنگ و تاریخ، در قبال کاربر، در قبال محیط‌زیست و در قبال جامعه، به ترتیب کمترین فراوانی را در منشورهای اخلاقی به خود اختصاص داده‌اند. این در حالی است که در ایران با توجه به اینکه اکثر ساخت‌وسازها در کلان‌شهرها، به وسیله بساز بفروش‌ها انجام می‌شود (Maleki, 2015)، مسئولیت در قبال نیازهای کاربران و بهره‌برداران ساختمان و همچنین با توجه به مشکلات زیست‌محیطی ساخت و سازها (Banhashemi et al., 2021) و اقبال سازندگان به نماهای رومی و ایجاد مسائل هویتی و.... مسئولیت در قبال کاربران، تاریخ و فرهنگ، محیط‌زیست و جامعه باید جزء اولویت‌های اصول اخلاق حرفه‌ای باشد.

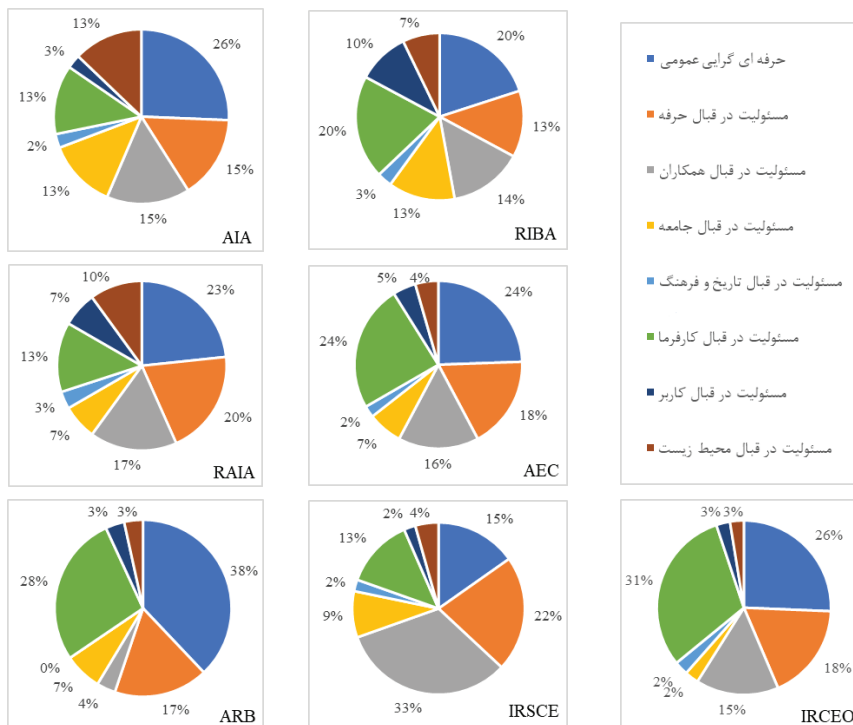


شکل ۳. فراوانی مؤلفه‌های اخلاق حرفه‌ای در کدهای مورد مطالعه

مقایسه فراوانی اصول اخلاق حرفه‌ای در منشورهای مورد مطالعه مطابق با شکل ۴ نشان می‌دهد، مؤلفه «حرفه‌گرایی عمومی» در پنج منشور اخلاق غربی بیشترین فراوانی را در بین همه مؤلفه‌های اخلاقی دارد. لازم به ذکر است در منشور اخلاقی RIBA و AEC فراوانی «مسئولیت در قبال کارفرما» با «حرفه‌گرایی عمومی» برابر است. در منشور اخلاقی جامعه مهندسان مشاور ایران مؤلفه «مسئولیت در قبال همکاران و کارکنان»، «مسئولیت در قبال حرفه» و «حرفه‌گرایی عمومی» به ترتیب بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است که از این لحاظ با دیگر منشورهای اخلاقی متفاوت است. می‌توان

استدلال کرد که ماهیت کار گروهی و اهمیت مضاعف آن در شرکت‌های مهندسی مشاور، دلیل افزایش فراوانی و توجه بیشتر به تعهدات نسبت به همکاران و کارکنان است. در منشور اخلاقی مهندسی ساختمان نیز «مسئولیت در قبال کارفرما»، «حرفه‌گرایی عمومی» و «مسئولیت در قبال حرفه» به ترتیب بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است.

مقایسه دو منشور اخلاقی در ایران با پنج منشور اخلاق مورد مطالعه، نشان می‌دهد که از لحاظ فراوانی مؤلفه‌های اخلاقی منشور اخلاقی مهندسی ساختمان با منشورهای غربی شباهت زیادی دارد. از نظر محتوایی نیز بسیاری از مؤلفه‌های اخلاقی در این منشورها هم مفهوم بوده‌اند. محتوای منشورهای اخلاقی بر اساس زمینه و مسائل غیر اخلاقی موجود در کشور مورد نظر، دارای برخی اصول اخلاقی منحصر به فرد هستند. به عنوان مثال، در کشورهای انگلیسی-آمریکایی مسائلی وجود داشته است که سازمان‌های حرفه‌ای به دلیل «بی‌اعتمادی»، منشورهای حرفه‌ای حاوی قوانینی علیه هزینه‌های رقابتی و «تصاحب غیرقانونی» مشتری تدوین کرده‌اند (Fraser et al., 2023). در ایران نیز، به دلیل وجود برخی مسائل غیر اخلاقی نظیر تأسیس دفتر مهندسی بدون اخذ پروانه و یا واگذاری مهر و امضاء مهندسی به دیگران و شرکت‌های حقوقی، در منشورهای اخلاقی مورد توجه قرار گرفته است.



شکل ۴. فراوانی اصول اخلاق حرفه‌ای به تفکیک هر کد اخلاقی

## ۸. نتیجه‌گیری

این پژوهش به تحلیل محتوا و مطالعه تطبیقی منشورهای منتخب اخلاق حرفه‌ای معماری در ایران و غرب پرداخت. برای این منظور با تکیه بر مطالعات تطبیقی، اصول اخلاق حرفه‌ای در هشت مؤلفه «حرفه‌گرایی عمومی»، مسئولیت در قبال «حرفه»، «همکاران»، «جامعه»، «تاریخ و فرهنگ»، «مشتری-کارفرما»، «کاربران» و «محیط زیست» دسته‌بندی شده است. سپس به تحلیل محتوای منشورهای اخلاقی معماری در پنج منشور اخلاق معماری در غرب و دو منشور اخلاق معماری ایران پرداخته شد. مطابق با یافته‌های پژوهش با وجود تشابه محتوایی منشورهای اخلاقی ایران به منشورهای اخلاقی کشورها و مؤسسات پیشرو معماری در غرب، صاحب‌نظران از کم‌توجهی به اخلاق در حرفه معماری و عدم ارتباط فعالیت حرفه‌ای با شایستگی‌های اخلاقی معماران در معماری معاصر ایران سخن رانده‌اند. لذا رعایت اصول اخلاقی منشورهای اخلاقی در عمل نیازمند الزام اجرایی و صدور حکم‌های انضباطی در صورت عدم رعایت آن است.

مطابق با هفت منشور اخلاقی بررسی شده، عناوین و سرفصل‌های منشورهای اخلاقی نشان داد که از هشت مؤلفه اخلاقی، چهار مؤلفه «تعهدات عمومی شامل (صلاحیت، صداقت و شایستگی)»، «مسئولیت در قبال حرفه»، «در قبال همکاران» و «در قبال کارفرما به عنوان مشتری» در همه منشورها به اندازه کافی مورد توجه بوده است. در مقابل آن، چهار مؤلفه «مسئولیت در جامعه»، «در قبال تاریخ و فرهنگ»، «در قبال کاربران» و «در قبال محیط زیست» علی‌رغم اهمیت آن در معماری به اندازه کافی مورد توجه نبوده است. لذا با توجه به ماهیت خاص معماری و ارتباط آن با انسان و طبیعت و اثرات انسانی و زیست‌محیطی آن لازم است منشورهای اخلاقی در ایران متناسب با زمینه فرهنگی و جغرافیایی در چهار مؤلفه فوق‌به‌روزرسانی شود. بازنگری منشور اخلاقی معماری باید علاوه بر تأمین منافع حرفه معماری و معماران، ارزش‌ها و کرامت انسانی توجه ویژه داشته باشد. منشورهای اخلاقی در کشورهای پیشرو در طول سال‌ها مطابق با تغییرات و پیشرفت حرفه معماری بازنگری و به‌روزرسانی می‌شوند ولی در ایران دو منشور اخلاقی بررسی شده از زمان تدوین مورد بازنگری جدی قرار نگرفته‌اند. از طرفی منشورهای اخلاقی در کشورهای پیشرو مخصوص مهندسان معمار بوده است ولی منشورهای اخلاقی معماری در ایران همانطور که عنوان آن‌ها نیز نشان می‌دهد کلیه مهندسان دخیل در ساختمان و معماری را مورد مخاطب قرار داده‌اند. بنابراین پیشنهاد می‌شود، در پژوهش‌های آتی منشور اخلاقی معماری ایران مورد بازنگری قرار گیرد و پیشنهاد نظامنامه اخلاقی جدید با اولویت و رهبری حرفه معماری و توجه به مسئولیت‌های اجتماعی معماران بر اساس منشورهای اخلاقی کشورهای پیشرو و همچنین پیشینه اخلاق حرفه‌ای در فتوت‌نامه‌های معماری، مبتنی بر فرهنگ و ارزش‌های بومی ارائه شود. مطالعه تطبیقی منشورهای اخلاقی بیشتر در کشورهای غربی و به‌خصوص منشورهای اخلاقی کشورهای شرقی که جزء محدودیت‌های این تحقیق بوده است، پیشنهادی دیگر برای پژوهش‌های آینده است تا به تعمیم‌پذیری بیشتر نتایج این پژوهش کمک کند.

## References

- Abdul-Rahman, H., Wang, C. & Yap, X.W. (2010), How professional ethics impact construction quality: Perception and evidence in a fast developing economy. *Scientific Research and Essays*, 5 (23), 3742-3749.
- Abusaada, H. (2019). Ethics of architecture or ethical architecture?. *International Journal of Responsible Leadership and Ethical Decision-Making*. 1(2), 1-15.
- Adabavazeh, N., Amindoust, A. & Nikbakht, M. (2023). Identifying and prioritizing the components of professional competency in industrial engineering based on the moral ethics of engineering using the fuzzy Delphi approach. *Iranian Journal of Engineering Education*. 24(96), 119-138. [In Persian].
- Afshar Naderi, K. (1998). Architectural space and life space. *Memar Magazine*. 2, 5-7. [In Persian].
- AIA. (2020). *Codes of ethics & professional conduct*. American Institute of Architects.
- Amoah, C. & Steyn, D. (2023). Barriers to unethical and corrupt practices avoidance in the construction industry. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 41(6), 85-101.
- Anvari, H. (2002). *Farhang-e bozorg-e sokhan*. Volume 1, Tehran: Sokhan Publications. [In Persian].
- Appelbaum, D. & Lawton, S. V. (1990). *Ethics and the professions*. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- ACE. (2016). *European deontological code*. Architects Council of Europe.
- ARB. (2017). *The architects code: Standards of professional conduct and practice*. Architects' Registration Board
- Azhar, S., Selph, J., & Maqsood, T. (2011). Unethical business practices and corruption in international construction: A survey of American contractors working overseas. 6th *Nordic Conference on Construction Economics and Organisation*. pp. 457- 467.
- Azizi, N. (2010). Professional ethics in higher education; A reflection on strategy of improvement of ethical standards in university education. *Culture Strategy Quarterly*. 3(8-9), 173-201. [In Persian].
- Bahrainy, N. (2010). Ethical foundations of testing in Iran's educational system, *Applicable ethics in Iran and Islam*, edited by: Ahad Farmarz Gharamaleki, Tehran: Research Center for Cultural and Social Studies, pp. 73-97. [In Persian].
- Banihashemi, A., Khalilzadeh, M., Shahraki, A., Rostamy-Malkhalifeh, M. & Ahmadizade, S. (2021). Optimizing the environmental impacts of the construction industry with multi-mode activities: The Iranian leopold matrix method. *Journal of Environmental Science and Technology*. 23(2), 161-175. [In Persian].
- Barakat, N. (2011). Engineering ethics: A critical dimension of the profession. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 1(2), 24-28.
- Barry, K. M. (2017). Buildings as artifacts: Heritage, patriotism and the constructed landscape. *Architectural Histories*. 5 (1), 1-13.
- Blaikie, N. (2005). *Designing social research: The logic of anticipation*. Translated by Hasan Chavoshian. Tehran: Ney Publication. [In Persian].
- Bowen, P., Pearl, R. & Akintoye, A. (2007) Professional ethics in the South African construction industry, *Building Research & Information*, 35(2), 189-205.
- Caha, Z., Ruso, M. & Proch Zkov, M. (2021). Qualitative comparative analysis of codes of ethics of companies in the Czech Republic operating nationally or internationally. *The 20th International Scientific Conference Globalization and its Socio-Economic Consequences 2020*. pp. 1-8.
- Chan, J. K. H. (2013). Teaching ethics in architecture: Contexts, issues and strategies. *Journal of the NUS Teaching Academy*, 3(3), 85-99.
- Corbin, H. (2006). *Etiquette of chivalry*. Translated by Ehsan Naraghi. Tehran: Sokhan. [In Persian].
- Daugélaite, A. & Grazulevičiute-Vileniske, I. (2022). Retrospective analysis of sustainable architecture: Mind-mapping development of ideas and expression. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*. 30(1), 78-92.
- Dindi, A., Quang, D. V., AlNashef, I. & Abu Zahra, M. (2018). A process for combined CO2 utilization and treatment of desalination reject brine. *Desalination*, (442), 62-74.
- Duong, H. & Brew, P. (2021). Conceptual frames for the nurturing of professionalism and care in architectural

- education. *Charrette*, 7(2), 85–111.
- Eckenwiler, L. (2018). Displacement and solidarity: An ethic of place-making. *Bioethics* 32, 562–568.
  - Eshrati, P. & Jam, A. (2023). Assessing the viewpoints of consulting engineering companies on hard and soft skills for employing new architecture graduates employability. *Journal of Iranian Architecture & Urbanism*. 14(1): 133–150. [In Persian].
  - Ezati, M & Mostafavi, Z. S. (2023). Identifying the relationship between technical engineering graduates' competencies and entrepreneurial spirit with the mediation of engineering professional ethics. *Iranian Journal of Engineering Education*. 25(98), 55–82. [In Persian].
  - Farasatkah, M. (2006). Scientific ethics is the key to improving higher education; The position and mechanisms of "scientific professional ethics" in guaranteeing the quality of higher education in Iran, *Journal of Ethics in Science and Technology*. (1), 13–28. [In Persian].
  - Farmer, G. & Radford, A. (2010). Building with uncertain ethics. *Building Research & Information*. 38(4), 363–367.
  - Fox, E. J. (2008). Preface. In Spector, M. Merrill, M. D. Merriënboer, J. v. & Driscoll, M. P. (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (3rd ed., pp. xxviii–xxxii). New York: Taylor & Francis Group.
  - Fraser, J., Burgess, A., Burfoot, M. & Walker, Ch. (2023). Ethics, care, and the architect's responsibility to society and environment. *Environmental Science and Sustainable Development*. 8(4), 1–18.
  - Gharamaleki, A. F. et al. (2008). *Professional ethics in Iran and Islamic civilization*. second edition, Tehran: Research Institute of Cultural and Social Studies. [In Persian].
  - Gharamaleki, A.F., Derakhshani, L. & Rezaei Sharif Abadi, S. (2011). *Professional ethics in library and information science*. Tehran: Samt. [In Persian].
  - Hashemi, R. (2000). Professional ethics, *Memar Magazine*. (11), 2. [In Persian]
  - Hayat Khan, T & Rana, S. (2016). Implicit values behind young architects' moral level: A case study in Malaysia. *Asian Social Science*, 12(2), 138–150.
  - Ho, M. F. (2010). A critique of corporate ethics codes in Hong Kong construction, *Building Research & Information*, 38(4), 411–427.
  - Hojjat, E. (2012). *Tradition and innovation in architecture education*. Tehran: samt. [In Persian].
  - Illies, Ch. & Ray, N. (2009). Philosophy of architecture. In book: *Meijers, anthonie. Philosophy of Technology and Engineering Sciences*. pp:1199–1256.
  - Ingraham, C. (1988). The faults of architecture: Troping the proper, *Assemblage*. No. (7), 6–13.
  - IRSCE. (2005). *Code of professional ethics of consulting engineers*. Iranian Society of Consulting Engineers. [In Persian].
  - Johnson, B. J. & Gore, N. (2016): What do the professions 'profess'? Comparing architecture and planning codes of ethics, *Architectural Science Review*, 59(6):1–16
  - Kevin L., Burr Ed.D., Chad B. & Jones M. S. (2010) The role of the architect: Changes of the past, practices of the present, and indications of the future, *International Journal of Construction Education and Research*, 6(2), 122–138.
  - Khan - Mohammadi, A. A. (1992). "Fotovvat - Nameh," The letter of generosity. *Soffeh*. 2(1): 10–15. [In Persian]
  - Maleki, B. (2015). *Analysis of Iran's housing market*. Tehran: Industrial Management Organization. [In Persian]
  - Mccarthy, S. F. (2012). Developing an Australian code of construction ethics. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*. 12(2), 87–100.
  - IRCEO. (2016). *Code of professional ethical behavior in construction engineering*. Ministry of Roads and Urban Development. [In Persian].
  - Moradinasab, H & Hashemi, S. (2021). Explaining the foundation of traditional architecture education in Iran based on fotovatnameh with emphasis on fotovatnameh-ye banayan. *Athar*. 42 (3): 364–379. [In Persian]
  - Moran, D., Jewkes, Y. & Lorne, C. (2019). Designing for imprisonment: Architectural ethics and prison design. *Architecture Philosophy*, 4(1), 67–81.
  - Motahari, M. (2008). *Introduction to islamic sciences*. Qom: Islamic Publications Office. [In Persian].

- Nadimi, H. (2006). *A pen of friend*. Isfahan: Isfahan Municipal Cultural and Recreational Organization. [In Persian].
- Nazi Dizaji, S., Vafamehr, M. & Keshtkar Qalati, A. R. (2011). Ethics in architecture. *Ethics in Science and Technology*. 5(3-4), 105-114. [In Persian]
- Nijhof, A., Cludts, S., Fisscher, O. & Laan, A. (2003), Measuring the implementation of codes of conduct. An assessment method based on a process approach of the responsible organization, *Journal of Business Ethics*, 45(1-2), 65-78.
- Palchoudhury, A. (2016). Productivity & ethical conduct: A correlation. *IOSR Journal of Humanities and Social Science*, 21(1), 93- 94.
- Pan, P., Li, Y., Hao, S., Cao, H. & Liu, W. (2022). Research on the current situation and trend development of engineering ethics codes for civil engineering. *Proceedings of the 2022 International Conference on Diversified Education and Social Development (DESD 2022)*, 276- 286.
- Polmear, M. (2022). Macroethical development in civil and architectural engineering education. *50th Annual Conference of The European Society for Engineering Education*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Pouriansab, A. (2000), Principles of professional ethics. *Accountant Journal*, 14(137), 18-22 and 70-73. [In Persian].
- Qayyoomi Bidhendi, M. (2011). *Art and architecture of history of bases the in statements*. Tehran: Elmi. [In Persian].
- Rahmani, M. & Majrouhi, J. (2015). Code of professional ethics of engineering in Iran. *Iranian Journal of Engineering Education*. 17(67), 23-55. [In Persian].
- Ray, N., (2005). Architectural ethics, *Research Ethics Review*, 1(2), 67-72.
- Rismanbaf, A. (2008). An introduction to professional ethics in library and information science. *Research on Information Science and Public Libraries*. 15(2), 49-75. [In Persian].
- RAlA. (2017). *Architects' model statutory code of professional standards and conduct*. Royal Australian Institute of Architects.
- RIBA (2021). *Code of professional conduct*. Royal Institute of British Architects.
- Sadri, H. (2012). Professional ethics in architecture and responsibilities of architects towards humanity. *Turkish Journal of Business Ethics*. 5(9), 86-96.
- Sadri, H. (2017). Profession vs ethics, *Journal of Contemporary Urban Affairs*, 1(12), 76-82.
- Safari, H., Zamani, B & Rabbani, A. (2021). Analysis of dimensions and factors affecting the process of formulating professional ethics guidelines for urban planning in Iran. *Geography and Environmental Planning*. 31(4), 43-70. [In Persian].
- Simoni, P & Abbasi, M. (2020). Evaluating the relationship between education and professional activity in architecture and urban planning detailed study: School of architecture and urban planning, university of art. *Honar-ha-ye Ziba*, 1(25), 43-54. [In Persian]
- Spector, T. (2001). *The ethical architect: The dilemma of contemporary practice*. Princeton Architectural Press.
- Spector, T. (2005). Codes of ethics and coercion. In Ray, N. (Ed.), *Architecture and its ethical dilemmas*. New York: Routledge.
- Taylor, N. (2000). 'Ethical arguments about the aesthetics of architecture'. In Fox, W. (*Ethics and the Built Environment*. London: Routledge.
- RAEng. (2011). *Engineering ethics in practice: a guide for engineers*. London: The Royal Academy of Engineering.
- Valizadeh Oqani M. B. & Vafaei Poorsorkhabi, E. (2019). Ethics and its relation to architecture. *Journal of Architectural Thought*. 2(4), 1-18. [In Persian].
- Van Heerden, A., Jelodar, M.B., Chawynski, G. & Ellison, S. (2023). A study of the soft skills possessed and required in the construction sector. *Buildings*. 13(522), 1-20.
- Vee, C. & Skitmore, M. (2003), Professional ethics in the construction industry, *Journal of Engineering, Construction and Architectural Management*, 10(2), 117-127.
- Wilensky, H. L. (1964). The professionalization of everyone?. *American Journal of Sociology*, 70(2), 137-158.



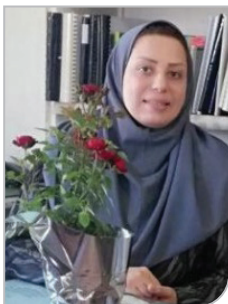
◀ **محمدباقر ولی زاده اوغانی:** پژوهشگر دوره دکتری معماری اسلامی در دانشگاه هنر اسلامی تبریز است. علایق پژوهشی او شامل اخلاق حرفه‌ای در معماری، اخلاق در صنعت ساخت و ساز و اخلاق در آموزش معماری است.



◀ **لیلا مدقالچی:** فارغ التحصیل مقطع کارشناسی ارشد معماری از دانشگاه هنر اسلامی و دکترای معماری از دانشگاه تربیت مدرس است. وی در حال حاضر، عضو هیئت علمی و دانشیار گروه معماری دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه هنر اسلامی تبریز است و به تحقیقات در زمینه‌های روش‌شناسی و طراحی پژوهی علاقمند است.



◀ **حامد بی‌تی:** دارای دکترای معماری و عضو هیئت علمی دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه هنر اسلامی تبریز است. وی به تحقیقات در زمینه آموزش معماری، معماری معاصر و طراحی مسکن علاقه‌مند است.



◀ **مینو قره‌بگلو:** دارای مدرک دکتری تخصصی معماری از پردیس هنرهای زیبا دانشگاه تهران است. ایشان در خلال تحصیلات دوره دکتری، دوره فرصت‌های مطالعاتی شش ماهه‌ای در دانشگاه تکنولوژی وین گذرانده‌اند. در حال حاضر استاد تمام معماری در دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه هنر اسلامی تبریز است و زمینه تخصصی ایشان در زمینه روانشناسی محیط و تأثیر الگوهای رفتاری و سبک زندگی در شکل‌گیری معماری است.

## راهکارهایی برای ارتقای کیفیت آموزش مهندسی ایران

حسین معاریان<sup>۱</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۹، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۲۱

DOI: 10.22047/ijee.2024.447763.2065

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.104.2.3

چکیده: چه دانش‌ها، مهارت‌ها و نگرش‌هایی را دانشجویان باید در زمان فارغ‌التحصیلی کسب نموده باشند؟ و چگونه می‌توانیم مطمئن شویم که دانشجویان به این توانایی‌ها دست یافته‌اند؟ اینها دو سؤال اساسی است که آموزش مهندسی در چند دهه اخیر، به دنبال پاسخ به آن بوده و قدم‌های ارزنده‌ای را برای پاسخ به آنها برداشته است. به طور هم‌زمان، دو سؤال عمده در آموزش مهندسی کشور عبارتند از: کاستی‌های برنامه‌های آموزش کارشناسی مهندسی ایران کدام است؟ و چگونه می‌توان با رفع این کاستی‌ها کیفیت آموزش مهندسی را ارتقا داد؟ در چند دهه گذشته، برنامه‌ریزی آموزش مهندسی ایران، به صورت متمرکز صورت گرفته است. در نتیجه، بخش قابل توجهی از نقاط قوت و ضعف برنامه‌های آموزشی مصوب کشور، مشترک هستند. هدف این پژوهش شناسایی کاستی‌های برنامه‌های آموزش مهندسی و ارائه راهکارهای اجرایی برای برطرف کردن آنهاست. به این منظور، با استفاده از دو الگوی معتبر جهانی، کاستی‌های برنامه‌ها شناسایی شد و در هر مورد، راهکار اجرایی برای برطرف نمودن آنها تدوین و پیشنهاد گردید. در ادامه، راهکارهای پیشنهادی مورد راستی‌آزمایی قرار گرفت و کارایی آنها به اثبات رسید. اجرای راهکارهای پیشنهادی، قدمی مثبت برای گذر از کمیت به کیفیت در آموزش مهندسی ایران است.

واژگان کلیدی: آموزش مهندسی ایران، ارزشیابی برنامه‌های آموزشی، کیفیت، CDIO، EC2000.

## ۱. مقدمه

آموزش عالی ایران، در طول چند دهه گذشته، سال‌های پرفراز و نشیبی را پشت سر گذارده است. در طول دهه هشتاد شمسی تعداد دانشجویان کشور به سرعت افزایش یافت. در طی این مدت متوسط نرخ رشد سالیانه دانشجویان ۹/۸٪ بوده است. در همین مدت، رشد تعداد دانشجویان در گروه فنی و مهندسی، به مراتب بیشتر و سالیانه ۱۳/۴٪ بوده است. حاصل این امر افزایش قابل توجه سهم دانشجویان مهندسی، در آموزش عالی کشور بوده است. بر طبق آماري که در سال ۲۰۱۵ میلادی منتشر شد، ایران پس از روسیه و آمریکا، سومین کشور از نظر تعداد دانش‌آموختگان مهندسی بوده است.

در سال‌های اخیر، و با گذر تدریجی حساب جمعیتی از مانع کنکور، تعداد متقاضیان این آزمون به تدریج کاهش یافته است. روند کاهشی متقاضیان کنکور، به ویژه متقاضیان گروه فنی و مهندسی، می‌تواند هشداري برای مراکز آموزش مهندسی کشور باشد. پدیده صندلی‌های خالی که در سال‌های اخیر در چند دانشگاه خودنمایی کرده است، می‌رود تا به تدریج در دیگر مراکز آموزش عالی مهندسی نیز خود را به صورتی نشان دهد. در فردایی نه چندان دور، متقاضیان آموزش عالی به تدریج امکان انتخاب بیشتری خواهند داشت. در چنین شرایطی دو عامل کیفیت بهتر آموزش‌های ارائه شده و هزینه کمتر آن آموزش‌ها، جزو اولویت‌هایی خواهند بود که مورد توجه قرار خواهند گرفت.

در چند دهه گذشته آموزش مهندسی در سطح جهان، تحولات زیادی را پشت سر گذارده و ملاک‌های مشخصی برای یک آموزش مهندسی معیار پیشنهاد شده است (IEA, 2009). امروزه، مراکز آموزش مهندسی پیشرو، برنامه‌های آموزشی خود را به گونه‌ای عرضه می‌نمایند که دانش‌آموختگانی توانا برای ورود به بازار کار مهندسی، در سطح ملی و بین‌المللی به دست دهد. در چنین شرایطی است که ارتقای کیفیت برنامه‌های آموزشی کشور، در اولویت قرار می‌گیرد. یکی از در دسترس‌ترین روش‌ها برای آگاهی از نقاط قوت و ضعف برنامه‌های آموزشی و ارتقای کیفیت آن، گذر موفقیت از فرایند ارزشیابی است؛ که با توجه به ملاک‌ها و استانداردهای مورد قبول جهانی، تدوین شده است.

به نظر می‌رسد زمان آن فرا رسیده است که برنامه‌ریزان و مدیران مراکز عرضه‌کننده آموزش عالی مهندسی کشور به دنبال ایجاد جاذبه‌هایی در خور برای آموزش‌های ارائه شده خود باشند. یکی از در دسترس‌ترین این جاذبه‌ها گذر موفقیت‌آمیز از فرایند ارزشیابی است که برنامه‌های آموزشی را در مقایسه با استانداردهای مورد قبول جهانی ارزشیابی می‌کند. چنین به نظر می‌رسد مراکزی که این فرصت را از دست بدهند، به تدریج با مشکلات متعددی، از جمله افزایش پدیده صندلی‌های خالی، و یا متقاضیان با پیشینه علمی ضعیف‌تر، روبه‌رو خواهند بود.

در این مقاله، ضمن تشریح فشرده فرایند ارزشیابی، کاستی‌های برنامه‌های آموزش مهندسی ایران برای گذر موفقیت‌آمیز از فرایند ارزشیابی مورد بحث قرار گرفته است. به دنبال آن، الگویی شناخته شده، حاوی ۱۲ استاندارد، با هدف ارتقای برنامه‌های آموزش مهندسی کشور و همخوانی آن

با آموزش‌های پیشرفته در جهان، عرضه شده است و در هر مورد اقدامات اجرایی برای دستیابی به این استانداردها، عرضه شده است. تحقق این استانداردها، ضمن ارتقای کیفیت آموزش مهندسی، گذر موفقیت‌آمیز از فرایند اعتبارسنجی و اخذ اعتبارنامه کیفیت برنامه‌های آموزش مهندسی را تسهیل نموده و علاوه بر آن مسیر پیوستن به پیمان‌های جهانی هم ارزی مدارک دانشگاهی مهندسی را هموار می‌کند.

## ۲. شناسایی کاستی‌های برنامه‌های آموزش مهندسی ایران

پیش‌نیاز هر اقدامی در جهت ارتقای یک برنامه آموزش مهندسی، شناسایی کمبودهای احتمالی آن است. روشی کارآمد جهت ارزیابی برنامه و تعیین کاستی‌های آن، بررسی شایستگی‌های دانش‌آموختگان در ارتباط با نیازهای صنعت است. این شایستگی‌ها ثابت نیست و به دلیل ماهیت پویای مهندسی، با گذر زمان تغییر می‌کنند (NAE, 2024). روش مناسب‌تر برای تعیین کارایی برنامه‌های آموزش مهندسی کشور، ارزیابی آنها با توجه به ضوابط و ملاک‌هایی است که هم‌اکنون برای تضمین کیفیت برنامه‌های آموزش مهندسی، در دیگر نقاط جهان، به کار گرفته می‌شود. شناسایی و برطرف کردن این کاستی‌ها، موفقیت در فرایند ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی را تضمین خواهد کرد (Memarian, 2011). برای ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی کشور، هم‌راستا با بسیاری از کشورهای جهان، هشت ملاک در نظر گرفته شده است. مرور جدول ۱ کاستی‌های عمومی برنامه‌های آموزش مهندسی کشور را، برای تحقق هر یک از این ملاک‌ها، نشان می‌دهد.

جدول ۱. ملاک‌های ارزیابی برنامه‌های آموزش مهندسی (ABET 2018, Engineering Accreditation 2010)

<p>۱. دانشجویان: برنامه آموزشی باید بتواند عملکرد دانشجویان را بسنجد؛ به دانشجویان در مورد برنامه درسی و آینده حرفه‌ای راهنمایی ارائه دهد؛ پیشرفت دانشجویان را در رابطه با دستاوردهای برنامه دنبال کند؛ و آنها را قادر سازد که در زمان فارغ‌التحصیلی، به تمام الزامات برنامه دست یابند. در بسیاری از مراکز آموزشی کشور، تعداد زیاد دانشجویان و مشغله اساتید باعث شده که ارائه راهنمایی به دانشجویان، توسط اساتید درس و یا استاد راهنما و گروه آموزشی، زیاد جدی گرفته نشود.</p>
<p>۲. هدف‌ها: هر برنامه آموزشی باید حاوی هدف‌های آموزشی مکتوب، همخوان با مأموریت واحد آموزشی و ملاک‌های ارزیابی، باشد؛ مطابقت اهداف برنامه آموزشی با نیازهای طرف‌های درگیر در آن را، هر چند مدت یکبار، توسط فرایندی مشخص تعیین و ثبت نماید؛ همچنین با استفاده از فرایندهای ارزیابی و قضاوت، به طور ادواری میزان دستیابی به اهداف را تعیین و مستند نماید. خلاصه اینکه، هم برنامه آموزشی و هم هر یک از درس‌های آن، باید دارای هدف‌های مشخص باشند. در برنامه‌های آموزش مهندسی کشور، هدف‌های آموزشی، حتی اگر به درستی تهیه شده باشند، کمتر مورد توجه و استفاده قرار می‌گیرند.</p>
<p>۳. دستاوردها: دستاوردها توصیف دقیق آن چیزی است که انتظار می‌رود تا دانشجویان بدانند و در زمان فارغ‌التحصیلی قادر به انجام آن باشند. این موارد شامل دانش‌ها، مهارت‌ها و نگرش‌های کسب‌شده توسط دانشجویان، در طول برنامه است. هر برنامه آموزش مهندسی باید نشان دهد که دانش‌آموختگان آن، به یازده دستاورد در نظر گرفته شده، رسیده‌اند. برنامه‌های آموزش مهندسی کشور، اغلب فاقد دستاوردهای برنامه و هدف‌های یادگیری برای درس‌ها بوده‌اند و یا به درستی تعریف نشده‌اند. دستاوردها، اساس آموزش مهندسی مدرن است و کل فرایند آموزش (چون طراحی و تهیه مواد درسی، انتخاب روش تدریس و نحوه ارزیابی میزان یادگیری دانشجویان)، با توجه به آنها صورت می‌گیرد.</p>

ادامه جدول ۱

<p>۴. <b>ارتقای مداوم کیفیت:</b> ارائه یک برنامه آموزشی که از معیارهای تعیین شده برخوردار باشد، کافی نیست. برنامه‌های آموزش مهندسی باید حالتی پویا داشته باشند و هر برنامه باید بتواند به طور ادواری، شواهد اقداماتی را که در راستای بهبود آن صورت گرفته است، نشان دهد. ملاک‌های ۲ (هدف‌ها) و ۳ (دستاوردها)، مبنای خوبی برای نشان دادن بهبود کیفیت برنامه آموزشی است. در چند دهه گذشته، برنامه‌ریزی آموزش مهندسی کشور حالتی متمرکز داشته است و دانشگاه‌ها، یک برنامه درسی واحد را به اجرا در می‌آوردند. این روش جایی برای خلاقیت‌ها و نوآوری‌های آموزشی دانشگاه‌های مختلف، باقی نمی‌گذاشت.</p>
<p>۵. <b>برنامه درسی:</b> سازمان‌های ارزشیابی معمولاً جزئیات برنامه درسی را مشخص نکرده بلکه تنها ساختار کلی آن را مشخص می‌کنند. با این شرط که توسط برنامه درسی، که اوج آن یک تجربه کامل طراحی است، دانشجویان جهت فعالیت‌های حرفه مهندسی آماده شوند. یکی از مشکلات برنامه‌های کنونی، عدم توجه به دستاوردهای نوین آموزش مهندسی است که در چند دهه اخیر، حاصل شده است.</p>
<p>۶. <b>آموزشگران:</b> تعداد مدرسان تمام‌وقت باید به گونه‌ای باشد که علاوه بر آموزش و راهنمایی دانشجویان، فرصت کافی برای پژوهش، شرکت در فعالیت‌های اجرایی، توسعه توانایی‌های تخصصی و حرفه‌ای و ارتباط با صنعت را داشته باشند. به همین ترتیب، میزان تدریس اساتید باید به گونه‌ای باشد که فعالیت‌های فوق، امکان پذیر گردد. در دو دهه گذشته، گروهی از مراکز آموزش عالی مهندسی کشور، به خصوص در بخش غیردولتی، عمدتاً متکی به اساتید دیگر مراکز آموزشی (اساتید پروازی) بوده‌اند. مسئله دیگری که به طور غیرمستقیم بر آموزش تأثیر می‌گذارد، کمبود درآمد اعضای هیئت علمی است که باعث می‌شود اغلب آنها، در بیش از یک محل به کار مشغول باشند.</p>
<p>۷. <b>امکانات:</b> کلاس‌های درس، آزمایشگاه‌ها و تجهیزات مرتبط با آنها باید متناسب با اهداف برنامه آموزشی باشد و محیطی مناسب برای آموزش و فراگیری فراهم کند. امکانات و تجهیزات باید به گونه‌ای باشند که ارتباط بین اساتید و دانشجویان تسهیل شود و فعالیت‌های تخصصی ترغیب گردد. برنامه باید فرصت فراگیری کاربردهای ابزارهای مهندسی مدرن را برای دانشجویان فراهم نماید. امکانات مناسب برای کسب اطلاعات و محاسبات باید در دسترس باشد تا فعالیت‌های پژوهشی دانشجویان و استادان، و اهداف آموزشی برنامه و دانشگاه را برآورده سازد. در کشور ما، افزایش بی‌رویه تعداد دانشجویان، درکنار ثابت ماندن وسایل و امکانات آزمایشگاهی در برخی از مراکز آموزشی، فعالیت‌های عملی، آزمایشگاهی و کارگاهی را با مشکلاتی روبه‌رو ساخته است.</p>
<p>۸. <b>پشتیبانی:</b> برای تضمین کیفیت و کمیت برنامه، باید حمایت دانشگاه، منابع مالی لازم و مدیریت سازنده به نحو مناسبی وجود داشته باشد. منابع باید به حدی باشد که جذب، حفظ و ارتقای حرفه‌ای اعضای هیئت علمی شایسته را امکان پذیر سازد. منابع همچنین باید برای تأمین، نگهداری و استفاده از وسایل و تجهیزات مورد نیاز برنامه مهندسی، کافی باشد. نیروی پشتیبانی و خدماتی نیز باید متناسب با نیازهای برنامه باشند. یکی از مشغله‌های ذهنی اغلب مدیران مراکز آموزش مهندسی کشور، کمبود منابع مالی تخصیص یافته از بخش دولتی و نیز نازل بودن منابع مالی جذب شده از بخش صنعت است.</p>

از میان ملاک‌های در نظر گرفته شده برای ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی (جدول ۱)، دستاوردها، یعنی آنچه دانش‌آموختگان باید در پایان برنامه بدانند و یا قادر به انجام آن باشند، از بیشترین اهمیت برخوردار است. بررسی فهرست دستاوردها یا شایستگی‌های در نظر گرفته شده توسط نهادهای مختلف ارزشیابی بین‌المللی، هماهنگی بسیار زیاد بین آنها را نشان می‌دهد (Memarian 2011, ABET 201). در جدول ۲ یازده دستاورد پایه در نظر گرفته شده برای برنامه‌های کارشناسی آموزش مهندسی کشور ارائه شده است. یازده دستاورد در نظر گرفته شده برای آموزش مهندسی را می‌توان به دو دسته مهارت‌های تحصیلی و حرفه‌ای تقسیم کرد (Memarian, 2011). مهارت‌های تحصیلی، شامل پنج دستاورد دانش مهندسی، بررسی‌های مهندسی، طراحی مهندسی، تحلیل مهندسی و کار با ابزارهای مدرن است. مهارت‌های حرفه‌ای نیز شامل ۶ دستاورد کارگروهی، مسئولیت‌های حرفه‌ای،

ارتباطات مهندسی، مهندسی و جامعه، یادگیری مداوم و آگاهی از مسائل معاصر است. مهارت‌های تحصیلی، گروهی از شایستگی‌ها هستند که به طور سنتی در برنامه‌های تحصیلی منظور می‌شوند. هر یک این مهارت‌ها به صورت درس‌هایی با سرفصل‌های مشخص آموزش داده می‌شوند. مهارت‌های حرفه‌ای اغلب کمتر مورد توجه قرار می‌گیرند و یا به صورت یک محصول فرعی، از فعالیت‌های گروه اول حاصل می‌شوند. مهارت‌های حرفه‌ای را می‌توان آموزش داد ولی نه الزاماً با روش سنتی سخنرانی. این مهارت‌ها را با استفاده از روش‌های مدرن یادگیری فعال و مشارکتی، توجه به تفاوت‌ها در شیوه یادگیری و آگاهی از تدریس مهندسی در غالب مناسب آن می‌توان تدریس کرد. برنامه‌ریزی آموزش مهندسی در ایران، در سه دهه گذشته حالتی متمرکز داشته و در نتیجه ساختار و محتوی برنامه‌ها، در مؤسسات آموزشی مختلف، کم‌وبیش مشابه است. از این رو، بررسی یک برنامه آموزشی در یک دانشگاه و تعیین نقاط قوت و ضعف آن، در ارتباط با دستاوردهای مورد نظر می‌تواند تا حدی وضعیت کلی برنامه‌های آموزش مهندسی کشور را مشخص نماید. در جدول ۲ توانایی برنامه‌های آموزش مهندسی کشور برای دستیابی دانش‌آموختگان به یازده شایستگی و دستاورد یک برنامه آموزش مهندسی موفق، مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۲. توانایی آموزش مهندسی کشور برای دستیابی به دستاوردهای مورد نظر برای یک دوره کارشناسی مهندسی (ABET, 2018; Memarian, 2011/b&c)

<p>۱. <b>دانش مهندسی:</b> دانش‌آموختگان مهندسی باید بتوانند ریاضیات، علوم، مبانی مهندسی و یک زمینه تخصصی مهندسی را برای حل مشکلات پیچیده مهندسی، به کارگیرند. بیشترین تأکید برنامه‌های موجود آموزش مهندسی کشور بر این بخش متمرکز است. این دستاورد در سرفصل‌های برنامه‌های آموزش مهندسی ایران کم‌وبیش منظور شده است و در مواردی نیز ممکن است بیش از مقادیر تجویز شده باشد.</p>
<p>۲. <b>بررسی‌های مهندسی:</b> دانش‌آموختگان باید بتوانند در مورد مسائل فنی از روش‌های مناسب برای پژوهش و یا بررسی‌های دقیق دیگر، استفاده نمایند. این دستاورد متشکل از طراحی آزمایش‌ها، انجام آزمایش‌ها و تجزیه و تحلیل نتایج آن است. آزمون‌های آماری، آزمایش‌های آزمایشگاهی و میدانی نیز در این دستاورد در نظر گرفته می‌شوند. این دستاورد به خوبی در برنامه‌های آموزش مهندسی کشور پوشش داده نمی‌شود.</p>
<p>۳. <b>طراحی مهندسی:</b> توانایی طراحی یک وسیله، فرایند یا سامانه (سیستم)، جهت رفع نیازها یا در نظر گرفتن واقع‌بینانه محدودیت‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، اخلاقی، تندرستی و ایمنی از مهم‌ترین فعالیت‌های مهندسان است. بررسی عنوانین و سرفصل‌های دروس مصوب، کم‌توجهی به طراحی در برنامه آموزشی را تأیید می‌کند. پیش‌زمینه طراحی، باروری خلاقیت است. دانشجویان در جایی می‌توانند خلاقیت‌های خود را به ظهور برسانند که اجازه بیان و عرضه آنها را داشته باشند. این هدف به هیچ وجه در کلاس‌های استادمحور، که تنها متکی به ارائه سخنرانی‌های سنتی است، حاصل نمی‌شود.</p>
<p>۴. <b>کار گروهی:</b> امروزه مهندسی، حاصل مشارکت جمعی است. برای تقویت این توانایی، دانشجویان باید در طول دوره تحصیلی کار و ارتباط متقابل با دیگران را تجربه کنند. در ایران کار گروهی دانشجویان اغلب به فعالیت‌های آزمایشگاهی، که معمولاً به صورت دو یا چند نفره انجام می‌شود، محدود می‌گردد. امروزه در دنیا دانشجویان به صورت‌های مختلفی در کار گروهی درگیر می‌شوند. به عنوان مثال پروژه کارشناسی مهندسی در اغلب دانشگاه‌های بزرگ دنیا، به صورت گروهی انجام می‌شود.</p>
<p>۵. <b>تحلیل مهندسی:</b> دانش‌آموختگان باید بتوانند با استفاده از اصول اولیه ریاضیات، علوم طبیعی و علوم مهندسی مسائل مهندسی را شناسایی، ساماندهی و حل نمایند. در برنامه‌های آموزش مهندسی کشور این دستاورد تا حد زیادی منظور شده است، گرچه گزارشی در مورد میزان حصول به آن در دسترس نیست.</p>

## ادامه جدول ۲

<p>۶. <b>مسئولیت‌های حرفه‌ای:</b> درک مسئولیت‌های حرفه‌ای و اخلاقی، از دیگر توانایی‌های دانش‌آموختگان مهندسی است. این دستاورد متشکل از چهار مؤلفه است. توانایی شناختن گزینه‌های اخلاقی، آگاهی از دستورالعمل‌های اخلاقی، قضاوت در مورد ابعاد اخلاقی فعالیت‌های حرفه‌ای و نشان دادن رفتار اخلاقی. برنامه‌های کنونی آموزش مهندسی کشور در این زمینه دارای کمبودهایی است و باید با اصلاح برخی از درس‌های موجود، یا در نظر گرفتن درسی جدید، این دستاورد را پوشش داد.</p>
<p>۷. <b>ارتباطات مهندسی:</b> دانش‌آموختگان مهندسی باید بتوانند به طور مؤثری با دیگر مهندسان و جامعه ارتباط شفاهی، نوشتاری، الکترونیکی و تصویری برقرار کنند. ارتباطات مهندسی مهارت‌هایی هستند که به خوبی می‌توان آنها را آموزش داد و ارزیابی کرد. در اغلب دانشگاه‌های بزرگ، در سال اول دوره کارشناسی مهندسی، درسی جهت تقویت مهم‌ترین مهارت‌های مورد نیاز، از جمله ارتباطات مهندسی، منظور شده است. در طی برنامه نیز این مهارت‌ها به تدریج در دروس مختلف تقویت می‌شوند.</p>
<p>۸. <b>مهندسی و جامعه:</b> درک تأثیر راه حل‌های مهندسی بر جامعه محلی و جهانی از دیگر توانایی‌های مورد نیاز دانش‌آموختگان مهندسی است. دستیابی کامل به این دستاورد در برنامه‌های آموزش مهندسی کشور، نیاز به فرهنگ‌سازی و اطلاع‌رسانی مناسب دارد.</p>
<p>۹. <b>یادگیری مداوم:</b> یادگیری و کسب مداوم آموزش در طول کار حرفه‌ای نگرشی است که دانش‌آموختگان باید به آن دست یابند. اجتناب از محور قرار دادن جزوه یا یک کتاب درسی، به عنوان تنها منابع درس، تشویق دانشجویان به جستجوی مطالب مورد نیاز در کتابخانه، بانک‌های اطلاعاتی یا اینترنت و در اختیار داشتن اساتیدی که در زمینه‌های علمی و حرفه‌ای به روز باشند، به تدریج به نهادهای شدن نگرش یادگیری مداوم در دانشجویان کمک می‌کند.</p>
<p>۱۰. آگاهی از مسائل معاصر. چون پدیده جهانی شدن، به مهندسی نیز سرایت کرده است، دانشجویان مهندسی باید با مسائل دنیای معاصر آشنایی داشته باشند. امروزه، گسترش وسایل ارتباط جمعی و شبکه‌های اجتماعی این امر را تسهیل کرده است ولی برنامه درسی نیز باید بتواند اطلاعات لازم را در زمینه‌های اجتماعی، اقتصادی، تجاری، فرهنگی، سیاسی و زیست‌محیطی، در اختیار دانشجویان قرار دهد. در مورد این دستاورد نیز برنامه‌های آموزش مهندسی ایران کاستی‌هایی دارد.</p>
<p>۱۱. <b>کار با ابزارهای مدرن:</b> استفاده از فناوری‌ها، مهارت‌ها، و ابزارهای مدرن از دیگر توانایی‌هایی است که دانش‌آموختگان باید در طول آموزش دانشگاهی به آن دست یابند. این دستاورد، متشکل از دامنه گسترده‌ای از ابزارها و مهارت‌های مورد نیاز دانش‌آموختگان مهندسی شامل: نرم‌افزار رایانه‌ای، بسته‌های شبیه‌سازی، وسایل تشخیص، استفاده از منابع فنی و ابزارهای جستجوی منابع است. تحقق این دستاورد وابسته به وجود امکانات کافی و سهولت دسترسی دانشجویان به آنها دارد. سطح دسترسی دانشجویان به وسایل و ابزارهای مدرن مهندسی، در مراکز آموزشی مختلف کشور، بسیار متفاوت است.</p>

در سال‌های اخیر، بیشتر گروه‌ها و واحدهای آموزش مهندسی کشور، صرف نظر از امکانات و توانایی‌هایشان، تمایل داشته‌اند که همه یا بیشتر تخصص‌ها یا گرایش‌های مصوب را، حتی در سطوح کارشناسی ارشد و دکتری، راه‌اندازی نمایند (Memarian, 2013). تأسیس پرشتاب گروه‌های جدید و گسترش سریع فعالیت‌های آنها در کشور، مصادف است با ادغام گروه‌های آموزشی و تخصصی کردن هر چه بیشتر فعالیت‌های آنها در کشورهای پیشرفته. فرایند ادغام در این کشورها به گونه‌ای سامان می‌یابد که گروه‌های آموزشی جدید، هرکدام در یکی دو گرایش خاص از امکانات و تخصص ویژه برخوردار باشند (IEA 2007, NAE 2024).

ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی مناسب‌ترین راه برای آگاهی از کمبودها، و الگویی شایسته برای انتخاب اقدامات اصلاحی، جهت چیره شده بر آنهاست. برطرف کردن کاستی‌های موجود و

ارتقای کیفیت آموزش مهندسی در کشور مستلزم انجام اقدامات متنوعی از سوی طرف‌های ذی‌نفع، از جمله وزارت علوم تحقیقات و فناوری، مراکز آموزش مهندسی، آموزشگران و مؤسسه ارزشیابی آموزش مهندسی ایران است.

برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، در کنار نکات قوتی که دارد، دارای کاستی‌های متعددی نیز هست. این کاستی‌ها را، می‌توان به دو گروه عام و مشترک بین همه برنامه‌ها و خاص هر یک از برنامه‌های آموزش مهندسی، تقسیم کرد. کاستی‌های عمومی برنامه‌ها تا حد زیادی ناشی از توجه بیش از حد به دانش‌افزایی و کم‌توجهی به توسعه مهارت‌ها و نگرش‌های ضروری چون کار گروهی، ارتباطات و طراحی در دانشجویان است. تأکید هر برنامه آموزشی به دستاوردهایش، یعنی آنچه دانش‌آموختگان فرا گرفته‌اند و یا قادر به انجام آن هستند، قدمی بزرگ در جهت ارتقای آن برنامه خواهد بود (Memaria, 2011).

تجربه جهانی نشان می‌دهد که ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی، بهترین روش برای آگاهی از کاستی‌های آنهاست. کسب مدرک ارزشیابی از یک سازمان معتبر، نشانگر این است که حداقل شرایط مورد توافق جهانی برای یک برنامه آموزش مهندسی، برآورده شده است (Memarian, 2011). رسیدن به چنین شرایطی مستلزم این است که هر یک از طرف‌های ذی‌نفع در آموزش مهندسی کشور، سهم خود را در برطرف کردن کاستی‌ها ایفا نمایند.

### ۳. راهکارهای اجرایی برای برطرف کردن کاستی‌ها

شناسایی کاستی‌های آموزش مهندسی، از طریق ارزشیابی برنامه‌های آموزشی توسط الگوی پیشنهاد شده توسط ایت آمریکا (EC2000)، به طور گسترده‌ای در کشورهای مختلف، به کار گرفته می‌شود. به منظور رفع کاستی‌های شناسایی شده توسط EC2000 پیشنهاد‌های مختلفی عرضه شده است. در سال ۲۰۰۴ دانشگاه MIT، همراه با گروهی از دانشگاه‌های پیشرو، ۱۲ استاندارد را معرفی کردند که به ابتکار CDIO معروف شد. هدف این استانداردها ارائه روش‌های اجرایی برای انجام تغییرات ضروری در برنامه‌های آموزش مهندسی است، به گونه‌ای که بتوانند فرایند ارزشیابی را با موفقیت پشت سر بگذارند و مدرک تأیید کیفیت در سطح ملی و بین‌المللی را کسب نمایند. تا این تاریخ بیش از ۱۰۰ دانشگاه و مرکز آموزشی، از قاره‌های مختلف، به این ابتکار ملحق شده‌اند و با به کار گرفتن استانداردهای پیشنهادی آن، کیفیت برنامه‌های آموزش مهندسی خود را ارتقاء داده‌اند (Crawley et al., 2007). ما نیز در ادامه با به کارگیری استانداردهای پیشنهاد شده توسط CDIO، کاستی‌های برنامه‌های آموزش مهندسی ایران را بررسی و در هر مورد راهکارهای اجرایی، برای مرتفع کردن آنها، عرضه می‌کنیم.

#### ۴. استانداردهای کیفیت آموزش مهندسی

فعالیت محوری مهندسان طراحی و اجرای راه‌حل‌هایی است که بیشتر وجود نداشته و به صورتی مستقیم یا غیرمستقیم در جهت خدمت به جامعه یا بخشی‌هایی از آن است. حاصل آفرینش‌های مهندسی محصولات، فرایندها و سامانه‌هاست.

- محصولات (انواع اشیا، کالاها یا وسایل)
- فرایندها (هر عمل صورت‌گرفته در راستای یک هدف)
- سامانه‌ها (ترکیب اشیا و فرایندها برای حصول به دستاوردی خاص)

مهندسان برای توسعه محصولات، فرایندها و سامانه‌ها از یک مدل چهارمرحله‌ای شناسایی-طراحی-ساخت و بهره‌برداری (CDIO)، استفاده می‌کنند. این مراحل، در عمل در برگزیده چرخه حیات محصول، فرایند و یا سامانه است (Crawley et al., 2007).

- شناسایی<sup>۱</sup>: تعیین نیازهای بازار و مصرف‌کننده، مشخص کردن فناوری، راهبرد و رویه‌های اقتصادی، مدیریت پروژه، ...
- طراحی<sup>۲</sup>: خلق طراحی (تهیه طرح‌ها، نقشه‌ها و الگوریتم‌هایی که نشان می‌دهد که چه اجرا خواهد شد)
- ساخت<sup>۳</sup>: تبدیل طرح به محصول (تولید، آزمایش و راستی‌آزمایی)
- بهره‌برداری<sup>۴</sup>: کسب ارزش مورد نظر توسط محصول ساخته شده (استفاده، نگهداری، ارتقاء و خاتمه استفاده)

ابتکار CDIO معتقد است که آموزش مهندسی را باید بار دیگر بر زمینه یا قالب کار مهندسی استوار کرد. برای دستیابی به این هدف، ۱۲ استاندارد را معرفی کرده است که بر شش زمینه: قالب برنامه، برنامه درسی، کار تجربی، تدریس و یادگیری، شایستگی اساتید، و ارزیابی آموزش تأکید دارد (جدول ۳). تحقق استانداردهای CDIO، نیازهای ملاک‌های ارزشیابی EC2000 را، برآورده می‌سازد.

جدول ۳. دوازده استاندارد CDIO برای ارتقای کیفیت آموزش مهندسی (Crawley et al., 2010; Memarian, 2012)

استاندارد	زمینه
۱. قالب آموزش مهندسی: تبیین این اصل که توسعه و گسترش چرخه حیات محصول و سامانه (یعنی شناسایی-طراحی-ساخت - بهره‌برداری)، قالب آموزش مهندسی است	قالب برنامه
۲. دستاوردهای برنامه درسی: طراحی دستاوردهای یادگیری مشخص و دقیق برای مهارت‌های فردی، جمعی و ساخت محصول و سامانه، متناسب با هدف‌های کلی برنامه و مورد تأیید طرف‌های ذی‌نفع	برنامه درسی

استاندارد	زمینه
۳. برنامه درسی یکپارچه: طراحی برنامه تحصیلی، در برگزیده رشته تحصیلی و دارای طرحی جامع جهت ادغام مهارت‌های فردی، جمعی و ساخت محصول و سامانه	
۴. درس درآمدی بر مهندسی: ارائه یک درس مقدماتی، که چارچوبی برای انجام کار مهندسی در ساخت محصول، فرایند و سامانه را معرفی و اصول مهارت‌های فردی و جمعی را ارائه دهد	
۵. تجربیات طراحی و ساخت: یک برنامه تحصیلی، با حداقل دو تجربه طراحی-ساخت، یکی در سطح مقدماتی و یکی در سطح پیشرفته	کار تجربی
۶. کارگاه: آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌هایی که یادگیری عملی ساخت محصول و سامانه، و دانش رشته تحصیلی و اجتماعی را حمایت می‌کنند	
۷. تجربیات یادگیری یکپارچه: تجربیات یادگیری که به کسب دانش رشته تحصیلی، به همراه مهارت‌های فردی، جمعی و ساخت محصول و سامانه، منجر می‌شود	تدریس و یادگیری
۸. یادگیری فعال: تدریس و یادگیری با استفاده از روش‌های دانشجو محور و یادگیری فعال	
۹. مهارت‌های حرفه‌ای اساتید: ارتقای توانایی اساتید در مهارت‌های فردی، جمعی و ساخت محصول و سامانه	شایستگی اساتید
۱۰. مهارت‌های تدریس اساتید: افزایش توانایی اساتید در استفاده از روش‌های نوین تدریس، یادگیری فعال و ارزیابی یادگیری دانشجویان	
۱۱. ارزیابی مهارت‌ها: سنجش توانایی‌های دانشجویان در مورد مهارت‌های فردی، جمعی و ساخت محصول و سامانه و همچنین دانش رشته تخصصی	سنجش یادگیری
۱۲. قضاوت در مورد برنامه: برقراری سامانه‌ای که برنامه آموزشی را بر حسب این ۱۲ استاندارد مورد قضاوت قرار دهد و بازخورد لازم جهت بهبود برنامه به دانشجویان، اساتید و دیگر طرف‌های ذی نفع ارائه کند	

## استاندارد ۱: قالب آموزش

برای هر نوع آموزش، قبل از هر چیز باید قالبی در نظر گرفت. قالب آموزش چارچوبی است که در آن، دانش فنی و دیگر مهارت‌ها تدریس، تمرین و یاد گرفته می‌شود. قالب آموزش مهندسی، کار مهندسی است. توسعه و گسترش چرخه حیات محصول، فرایند یا سامانه (یعنی شناسایی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری، یا CDIO). همه آن چیزی است که مهندسان انجام می‌دهند. اینها مهارت‌هایی است که صنعت از دانش‌آموختگان طلب می‌کند. کار مهندسی، قالبی طبیعی برای آموزش این مهارت‌ها به دانشجویان مهندسی است (Crawley, 2001).

عناصری از فعالیت‌های مهندسی حالتی پایدار داشته و در طول دهه‌های گذشته، به نحو بازاری تغییر نکرده‌اند. از آن جمله است: تمرکز بر نیازهای مصرف‌کننده و جامعه؛ ارائه محصولات، فرایندها و سامانه‌های تازه؛ توجه به نقش نوآوری‌ها و فناوری‌های نوین در شکل دهی آینده؛ استفاده از زمینه‌های متنوع برای توسعه راه حل‌ها؛ نیاز مهندسان به کار گروهی، ارتباطات کارآمد، و راهبری تلاش‌های فنی و

همچنین نیاز به کار مؤثر در محدوده منابع و محدودیت‌ها. از سوی دیگر، وجوه دیگری از مهندسی نیز در دهه‌های اخیر تغییر کرده‌اند. از آن جمله است: جهانی شدن و رقابت جهانی؛ پراکندگی جغرافیایی فعالیت‌های مهندسی؛ تغییر از سلطه بر طبیعت به هم‌زیستی با آن؛ انسان محورتر شدن فعالیت‌های مهندسی؛ گسترش صنایع خدماتی، و کاهش صنایع تولیدی و نیز کاهش طول عمر محصولات و فناوری‌ها.

همراه با این تغییرات، آموزش مهندسی نیز تغییر کرده است. آموزش مهندسی که به طور سنتی به کار عملی متکی بود، از اواسط قرن بیستم متحول شد و مبنای آن بر علوم مهندسی قرار گرفت. به این ترتیب تأکید بر کار حرفه‌ای، کم و کمتر شد. به دنبال این تغییر، مهندسی بیشتر توسط عالمان مهندسی، که اغلب سابقه کار عملی مهندسی نداشتند، تدریس می‌شد و به این ترتیب، پژوهش مهندسی به طور ضمنی به صورت قالب آموزش مهندسی در آمد. در چنین شرایطی، دانشجویان به گونه‌ای آموزش داده می‌شوند که یک پژوهشگر مهندسی بشوند و نه یک مهندس حرفه‌ای. در چند دهه اخیر، عواملی چون کاهش دانش‌آموختگان مهندسی، که در عمل به حرفه مهندسی اشتغال پیدا می‌کنند؛ نیاز به مهندسانی که مشارکت و مدیریت مؤثرتری را عرضه نمایند؛ تربیت مهندسانی با توانایی بیشتری برای کار بین‌رشته‌ای؛ نیاز روزافزون به کسب همکاری و انتقال دانش بین دانشگاه و صنعت؛ ارائه آموزشی که مهندسان را برای پدیده جهانی شدن آماده نماید؛ نیاز به افزایش آگاهی و پاسخ به تغییرات زیست‌محیطی توسط مهندسان؛ ضرورت تغییر در آموزش مهندسی و تمرکز آن بر کار مهندسی را مطرح کرده‌اند.

برای دستیابی به این استاندارد چه باید کرد؟ برنامه‌های آموزش مهندسی ایران کماکان بر آموزش علوم مهندسی تمرکز بیشتری دارند. به نظر می‌رسد که اعمال ۱۲ استاندارد پیشنهادی، که در ادامه آمده، قالب آموزش مهندسی کشور را بار دیگر بر کار مهندسی استوار خواهد کرد.

#### استاندارد ۲: دستاوردهای یادگیری

دستاوردها آن چیزی است که دانشجویان باید در زمان تکمیل برنامه آموزشی بدانند و قادر به انجام آن باشند. دستاوردهای دانشجویان، شامل سه دسته توانایی یا مهارت فردی، جمعی و مهندسی است:

- **مهارت‌های فردی:** توانایی استدلال مهندسی، مشکل‌گشایی، تفکر نظام‌مند، تفکر خلاق و نقاد، اخلاق حرفه‌ای، ...
- **مهارت‌های جمعی:** توانایی کار گروهی، رهبری، ارتباطات شفاهی و کتبی، ...
- **مهارت‌های مهندسی:** توانایی ساخت محصول، فرایند و سامانه

برای دستیابی به این استاندارد چه باید کرد؟ در چند دهه گذشته برنامه‌های آموزش مهندسی ایران

به طور متمرکز تدوین و برای اجرا، ابلاغ می شده است. با مرور برنامه های مصوب مشخص می شود که اغلب درس ها و برنامه های آموزش مهندسی کشور فاقد هدف های یادگیری و دستاوردهای قابل اندازه گیری هستند. تدوین هدف های یادگیری درس ها و دستاوردهای برنامه آموزشی، امری تخصصی است و نیاز به آموزش دارد. در مواردی نیز که هدف ها و دستاوردها به درستی تدوین شده اند، متأسفانه کمتر مورد استفاده قرار می گیرند. اجرای یک درس زمانی موفق و به اصطلاح هم تراز است که تهیه مواد آموزشی، تدریس مطالب درسی، فرصت های یادگیری و سنجش میزان یادگیری آن، بر مبنای هدف های یادگیری درس طراحی و به اجرا در آید. به همین ترتیب اجرای یک برنامه آموزشی، زمانی موفق است که دانش آموختگان آن دستاوردهای در نظر گرفته شده را کسب نموده باشند. در جدول ۴ منابعی که در زمینه هدف های یادگیری و دستاوردها، به طور خاص برای آموزش مهندسی تهیه شده و به اجرا درآمده، فراهم آمده است.

جدول ۴. پیشنهادهایی برای تحقق استاندارد ۲ (دستاوردهای یادگیری)

- کارگاه آموزشی\*: تدارک تدریس هدف دار، با هدف کسب توانایی تهیه هدف های یادگیری یک درس و دستاوردهای برنامه آموزشی
- کارگاه آموزشی\*: طراحی درس و تدریس، با هدف کسب توانایی طراحی یک درس، که در آن هدف های درس، نحوه تدریس استاد و روش ارزیابی آموخته ها، هم تراز باشند
- مقاله: تدارک هدف ها و دستاوردهای آموزش مهندسی، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال ۱۳، شماره ۴۹، بهار ۱۳۹۰، صفحات ۴۳ الی ۶۹.

\* کارگاه های آموزشی به صورت مجازی (برنامه های ویدیویی) نیز تهیه و عرضه شده است ([ucee.ut.ac.ir](http://ucee.ut.ac.ir)).

استاندارد ۳: برنامه تحصیلی یکپارچه

دستاوردهای مهارتی با یک درس حاصل نمی شوند. توانایی های مهارتی باید به تدریج و در چند درس برنامه، توسعه یابد. برنامه آموزشی باید به گونه ای طراحی و اجرا شود که توانایی هایی چون ارتباطات شفاهی و نوشتاری، کارگروهی، طراحی و مانند آن، در دروس سال های مختلف دوره کارشناسی، مورد توجه قرار گرفته تا به تدریج این مهارت ها در دانشجویان نهادینه شود.

برای دستیابی به این استاندارد چه باید کرد؟ در آموزش مهندسی ایران، برنامه تحصیلی یکپارچه، کمتر مورد توجه بوده است. پیشنهاد می شود که در بازنگری برنامه های آموزشی فعالیت های مهارتی در دروس مختلف گنجانده شود، تا بتوان نسبت به کسب تسلط دانشجویان در هر یک از این توانایی ها، اطمینان حاصل کرد.

استاندارد ۴: درآمدی بر مهندسی

ارائه یک درس مقدماتی، که چارچوبی برای انجام کار مهندسی در ساخت محصول و سامانه را معرفی و اصول مهارت های فردی و جمعی را ارائه دهد. از جمله هدف های این درس برانگیختن توجه و افزایش

انگیزه دانشجویان به مهندسی است. سرفصل‌های این درس کارها و مسئولیت‌های یک مهندس و نیز نحوه استفاده از دانش مهندسی برای به اجرا درآوردن آنها را پوشش می‌دهد. چگونه یاد بگیریم، چگونه با هم کار کنیم، چگونه ارتباط برقرار کنیم، چگونه نوآوری کنیم، چگونه اخلاق حرفه‌ای را رعایت کنیم، چگونه پژوهش کنیم، چگونه زمان را مدیریت کنیم و چگونه فکر کنیم، از جمله مواردی است که این درس به دنبال ارائه آن است.

برای دستیابی به این استاندارد چه باید کرد؟ جای چنین درسی در اغلب برنامه‌های مصوب آموزش مهندسی ایران خالی است. در جدول ۵ مجموعه اقداماتی که برای دستیابی به این استاندارد صورت گرفته است، از جمله طراحی درس و تألیف کتاب درسی آن، کارگاه آموزشی روش ارائه درس و مقالاتی که در راستای تحقق این استاندارد نگاشته شده، معرفی شده‌اند. در هر مورد نیز تارنمای دستیابی به اصل منبع قید شده است.

#### جدول ۵. پیشنهادهایی برای تحقق استاندارد ۴ (درآمدی بر مهندسی)

- کتاب: نوآوری در آموزش مهندسی. کتاب درسی تألیف شده برای تحقق استاندارد شماره ۴. انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۸
- درس: درآمدی بر مهندسی، برای دوره‌های کارشناسی مهندسی. این درس از سال ۱۳۸۹ در دانشکده فنی دانشگاه تهران به اجرا درآمده است.
- مقاله: طراحی درس جدید حرفه مهندسی برای دوره‌های کارشناسی مهندسی ایران. ۱۳۸۸. نشریه دانشکده فنی، دوره ۴۳، ویژه کنفرانس آموزش مهندسی در ۱۴۰۴، صفحات ۸۹-۱۰۰
- مقاله: بررسی علل بی‌انگیزگی دانشجویان مهندسی. ۱۳۹۹. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، دوره ۲۲، شماره ۸۶.
- مقاله: ده توانایی آینده‌ساز برای دانشجویان مهندسی. ۱۳۹۸. ششمین همایش بین‌المللی آموزش مهندسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۵ صفحه

#### استاندارد ۵: تجربیات طراحی و ساخت

عبارت تجربه طراحی و ساخت معرف دامنه‌ای از فعالیت‌های اصلی مهندسی برای تولید محصولات، فرایندها و جدید است. تجربیات طراحی - ساخت به دو سطح مبتدی و پیشرفته تقسیم می‌شوند. محصولات و سامانه‌های ساده‌تر در قسمت‌های اولیه برنامه آموزشی عرضه شده و تجربیات پیچیده‌تر طراحی - ساخت، در درس‌های انتهایی منظور می‌شوند. فرصت‌هایی برای شناسایی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری ممکن است در فعالیت‌های کمک‌درسی، مثل پروژه‌های پژوهشی کارشناسی و کارورزی‌ها نیز منظور شوند. تکرار تجربیات طراحی - ساخت و افزایش سطح پیچیدگی طراحی، درک دانشجویان را نسبت به فرایند توسعه محصول، فرایند و سامانه، تقویت می‌کند. تأکید بر ساختن محصولات و انجام فرایندها در قالب دنیای واقعی، به دانشجویان فرصت می‌دهد که ارتباط بین محتوای مطالب فنی که یاد می‌گیرند و علایق حرفه‌ای و شغلی خود را پیدا کنند.

برای دستیابی به این استاندارد چه باید کرد؟ در بیشتر برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، تجربیات طراحی و ساخت در اولویت نبوده است. در اغلب این برنامه‌ها روش طراحی مهندسی نیز تدریس نمی‌شود. بسیاری از پروژه‌های کارشناسی مهندسی ایران نیز فاقد یک مؤلفه طراحی است. در

جدول ۶ پیشنهادهایی برای تحقق این استاندارد فراهم آمده است.

جدول ۶. پیشنهادهایی برای تحقق استاندارد ۵ (تجربیات طراحی و ساخت)

- کتاب درسی: طراحی مهندسی، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۸۷ صفحه، ۱۳۹۲
- کارگاه آموزشی: آموزش طراحی مهندسی، با هدف آشنایی با سازوکار آموزش طراحی در دوره‌های کارشناسی مهندسی
- مقاله: ارتقای جایگاه طراحی در آموزش مهندسی ایران، اولین کنفرانس بین‌المللی و چهارمین کنفرانس ملی آموزش مهندسی، دانشگاه شیراز، ۱۲ صفحه، ۱۳۹۴
- مقاله: جایگاه تفکر خلاق در آموزش مهندسی ایران. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال ۱۶، شماره ۶۱، ۱۸ صفحه، ۱۳۹۳

استاندارد ۶: کارگاه

محیط فیزیکی یادگیری سنتی، شامل کلاس‌های درس، سالن‌های سخنرانی، آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها است. در حال حاضر آزمایشگاه‌ها و کارگاه‌ها، محل یادگیری مهارت‌ها ساخت محصول و سامانه، در راستای رشته تحصیلی هستند این محیط‌ها بر یادگیری عملی تأکید دارند و در آنها، دانشجویان به طور مستقیم در یادگیری خود درگیر می‌شوند و همچنین فرصت‌هایی برای یادگیری اجتماعی، یعنی جایی که دانشجویان می‌توانند از یکدیگر یاد بگیرند و با چندین گروه دیگر ارتباط داشته باشند، به وجود می‌آید. کارگاه‌ها و دیگر محیط‌هایی که یادگیری عملی را پشتیبانی می‌کنند، منابع اساسی برای فرایند یادگیری طراحی، ساخت و آزمایش محصولات و سامانه‌ها هستند. دانشجویانی که به ابزارها، نرم‌افزارها و آزمایشگاه‌های مدرن مهندسی دسترسی دارند این فرصت را می‌یابند که دانش‌ها، مهارت‌ها و نگرش‌های مؤثر در ساخت محصول و سامانه را، به دست آورند. این توانایی‌ها بیش از همه در کارگاه‌های دانش‌محور، توسعه می‌یابد.

برای دستیابی به این استاندارد چه باید کرد؟ طراحی کارگاه‌ها، وسایل و تجهیزات و نحوه اجرای آزمایش‌ها در دانشگاه‌ها و برنامه‌های آموزش مهندسی مختلف کشور، از دامنه کیفیت گسترده‌ای برخوردارند.

استاندارد ۷: تجربیات یادگیری یکپارچه

تجربیات یادگیری یکپارچه عبارت است از نگرش‌های آموزشی که به طور هم‌زمان یادگیری دانش رشته تحصیلی و مهارت‌های فردی، جمعی و ساخت محصول و سامانه را پرورش می‌دهد. این روش‌ها، موضوعات حرفه‌ای مهندسی را با قالبی که در آن با موضوعات رشته هم‌زیستی دارند، ادغام می‌کنند. به عنوان مثال، دانشجویان ممکن است تحلیل یک محصول، طراحی یک محصول و مسئولیت‌های اجتماعی طراح محصول را با هم در یک تجربه، داشته باشند. با ادغام تجربیات یادگیری، اساتید به طور مؤثرتری خواهند توانست به دانشجویان در مورد کاربرد دانش رشته تحصیلی در کار مهندسی کمک کند و ایشان را به نحو بهتری برای دستیابی به نیازهای حرفه مهندسی، آماده نمایند.

برای دستیابی به این استاندارد چه باید کرد؟ در طراحی و برنامه‌ریزی، همچنین تدریس و ارائه برنامه‌های آموزش مهندسی ایران لازم است تا تجربیات یادگیری یکپارچه با عمق بیشتری در نظر گرفته شود.

#### استاندارد ۸: یادگیری فعال

سخنرانی‌ها و آزمایشگاه‌های سنتی فرصت کمی برای توسعه مهارت‌های فردی، جمعی و حرفه‌ای فراهم می‌کنند. این در حالی است که استفاده از روش‌های یادگیری فعال دانشجویان را به طور مستقیم درگیر فعالیتهای فکری و حل مسائل می‌نماید. بر طبق مخروط تجربی یادگیری، که توسط ادگار دیل ارائه شده است، آنچه دو هفته بعد از یادگیری یک مطلب، در حافظه فرد باقی می‌ماند، از الگوی زیر طبیعت می‌کند (Growth in Engineering 2023; Dale E. 1946):

- ۱۰٪ آنچه را که خوانده‌ایم
- ۲۰٪ آنچه را که شنیده‌ایم
- ۳۰٪ آنچه را که دیده‌ایم
- ۵۰٪ آنچه که هم‌زمان دیده و شنیده‌ایم
- ۷۵٪ آنچه را که گفته‌ایم
- ۹۰٪ آنچه را که گفته‌ایم و تجربه کرده‌ایم

با درگیرکردن دانشجویان به تفکر درباره مفاهیم، به ویژه ایده‌های تازه، ایشان نه تنها بیشتر یاد می‌گیرند بلکه فرا می‌گیرند که چه و چگونه یاد بگیرند. این فرایند، انگیزه دانشجویان را به کسب دستاوردهای یادگیری برنامه و ایجاد عادت یادگیری مداوم، افزایش می‌دهد. آموزشگران می‌توانند توسط روش‌های یادگیری فعال، به دانشجویان کمک کنند که ارتباط بین مفاهیم کلیدی را پیدا کنند و کاربرد این دانش‌ها را در شرایط جدید تسهیل نمایند.

برای دستیابی به این استاندارد چه باید کرد؟ در سال‌های اخیر کوشش‌هایی، توسط برخی از اساتید مهندسی، برای استفاده از روش‌های یادگیری فعال و دانشجو محور، در آموزش مهندسی، صورت گرفته است. در جدول ۷ پیشنهادهایی برای عملیاتی کردن روش‌های یادگیری فعال در آموزش مهندسی، ارائه شده است.

#### جدول ۷. پیشنهادهایی برای تحقق استاندارد ۸ (یادگیری فعال)

- کارگاه آموزشی: «یادگیری فعال»، با هدف آشنایی با انواع و نحوه کاربرد روش‌های یادگیری فعال، به منظور ارتقای کیفیت یادگیری. این کارگاه آموزشی به صورت مجازی (برنامه ویدیویی) نیز تهیه و عرضه شده است.
- مقاله: روش‌های نوین دانشجومحور در آموزش مهندسی، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، جلد ۱۳، شماره ۵۲، صفحات ۲۱-۱، ۱۳۹۰
- مقاله: تلفیق سخنرانی سنتی و روش‌های یادگیری فعال برای تدریس مهندسی، دومین کنفرانس آموزش مهندسی با نگرشی به آینده، دانشگاه صنعتی اصفهان، صفحات ۲۶-۱، ۱۳۹۰

## استاندارد ۹. مهارت‌های حرفه‌ای اساتید

بسیاری از اساتید مهندسی ایران فاقد سابقه کار حرفه‌ای در صنعت هستند. باید به اساتید کمک شود که شایستگی خود را در زمینه مهارت‌های حرفه‌ای، بالا ببرند. این مهارت‌ها به بهترین وجه در قالب کار حرفه‌ای مهندسی، کسب می‌شود. نوع و میزان توسعه حرفه‌ای اساتید، بسته به منابع و اهداف برنامه و مؤسسه آموزشی، متغیر است. امروزه، بسیاری از اساتید مهندسی کشور متخصص پژوهش در دانش رشته تخصصی خود هستند و تجربه محدودی در کار مهندسی در محیط‌های صنعتی دارند. این در حالی است که شتاب زیاد معرفی نوآوری‌های جدید در فناوری، به روز شدن مداوم مهارت‌های حرفه‌ای مهندسی اساتید را ضروری می‌سازد.

برای دستیابی به این استاندارد چه باید کرد؟ برنامه مدونی برای توسعه مهارت‌های فردی، جمعی و ساخت محصول و سامانه، مدرسان مهندسی ایران وجود ندارد. برخی از اقداماتی که شایستگی حرفه‌ای اساتید را افزایش می‌دهد، عبارتند از: ایجاد فرصت کار حرفه‌ای در صنعت، همکاری با افرادی در صنعت در مورد پروژه‌های آموزشی و پژوهشی، دعوت از ارباب صنعت برای ارائه مشاوره و برگزاری کارگاه آموزشی در دانشگاه، افزودن داشتن تجربه کار مهندسی به عنوان ملاکی برای استخدام و ارتقاء اساتید و تسهیل شرایط توسعه حرفه‌ای، از جمله تشویق اساتید به گذراندن فرصت مطالعاتی ادواری خود در صنعت.

## استاندارد ۱۰. مهارت‌های تدریس اساتید

در چند دهه اخیر، علم و هنر یاددهی - یادگیری (پداگوژی)، دستاوردهای مثبت زیادی داشته است. دستاوردهایی که یادگیری بهتر، عمیق‌تر و ماندگارتر را امکان‌پذیر می‌سازد. مدرسان مهندسی در بدو استخدام و در طول دوران فعالیت آموزشی خود لازم است که به طور مداوم آموزش‌های لازم را در زمینه‌های مختلف مرتبط با یاددهی و یادگیری، کسب نمایند. کمک به اساتید جهت بهبود شایستگی‌هایشان در تجربیات یادگیری یکپارچه (استاندارد ۷)، یادگیری فعال (استاندارد ۸) و ارزیابی یادگیری دانشجویان (استاندارد ۱۱)، از جمله خدماتی است که دانشگاه می‌تواند در این راستا ارائه دهد. برای دستیابی به این استاندارد چه باید کرد؟ تا این تاریخ برنامه مدون و یکپارچه‌ای برای توسعه مهارت‌های یاددهی - یادگیری اساتید مهندسی کشور، عرضه نشده است. اگر از اساتید انتظار داریم که روش‌های جدیدی را در برنامه‌ریزی آموزشی، تدریس و انتقال مفاهیم و ارزیابی دانشجویان استفاده نمایند، باید امکان تقویت این مهارت‌ها برای ایشان ایجاد شود. از اقداماتی که مهارت‌های یاددهی - یادگیری اساتید را افزایش می‌دهد، عبارتند از: طراحی و اجرای کارگاه‌ها و دوره‌های آموزشی توسعه حرفه‌ای اساتید؛ تسهیل شرکت اساتید در برنامه‌ها و کارگاه‌های آموزشی خارج از دانشگاه، برگزاری جلساتی با حضور اساتید برای اشتراک ایده‌ها و تجربیات تدریس؛ و در نظر گرفتن نقشی

درخور در آیین‌نامه‌های ترفیع و ارتقاء برای کسب این‌گونه شایستگی‌ها. در سال‌های اخیر معدودی از دانشگاه‌ها برنامه‌هایی را برای پیشرفت اساتید خود در این زمینه، ایجاد کرده‌اند. از حدود یک دهه پیش و به دنبال تأسیس کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، فعالیت‌های متنوعی در مورد توسعه مهارت‌های یاددهی - یادگیری اساتید مهندسی طراحی شد و در دانشگاه تهران و برخی دیگر از مراکز آموزش مهندسی کشور، به اجرا درآمد. در جدول ۸ چکیده این فعالیت‌ها فهرست شده است.

جدول ۸. پیشنهادهای اجرایی برای تحقق استاندارد ۱۰ (مهارت‌های تدریس اساتید)

- کتاب: «نوآوری در آموزش مهندسی». با هدف توسعه مهارت‌های یاددهی و یادگیری مدرسان مهندسی، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۲۸ صفحه، ۱۳۹۱
- کتاب: «یاددهی و یادگیری: ۵۰ راهکار برای بهبود کیفیت آموزش مهندسی». انتشارات دانشگاه تهران، ۳۱۴ صفحه، ۱۳۹۸
- دوره آموزشی: طراحی و اجرای دوره توسعه حرفه‌ای اعضای هیئت علمی، مشتمل بر ۸ کارگاه آموزشی (۳۲ ساعت). کارگاه‌های آموزشی این دوره، به صورت مجازی (برنامه ویدیویی) نیز تهیه و عرضه شده است.
- مقاله: توسعه مهارت‌های آموزشی اساتید مهندسی ایران. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال ۱۹، شماره ۷۵، ۱۸ صفحه، ۱۳۹۶
- مقاله: توسعه مهارت‌های یاددهی یادگیری در دستیاران آموزشی برنامه‌های مهندسی. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، جلد ۱۷، شماره ۶۵، ۱۹ صفحه، ۱۳۹۴

استاندارد ۱۱. ارزیابی توانایی‌ها

ارزیابی دانشجویان، برای تعیین میزان دستیابی آنها به چهار دسته توانایی: مهارت‌های فردی، مهارت‌های جمعی، مهارت‌های ساخت محصول و سامانه، و دانش رشته تخصصی، انجام می‌شود. آموزشگران معمولاً این ارزیابی را در درس‌های خود به انجام می‌رسانند. یک ارزیابی یادگیری مؤثر، روش‌های متنوعی را، که مطابقت خوبی با دستاوردهای برنامه دارند، به کار می‌گیرد. این روش‌ها می‌تواند شامل آزمون‌های کتبی و شفاهی، مشاهده عملکرد دانشجویان، خودارزیابی و یا ارزیابی توسط هم‌کلاس‌ها، باشد. انواع هدف‌های یادگیری، نیاز به روش‌های ارزیابی متفاوتی دارند. به عنوان مثال، هدف‌های یادگیری مرتبط با دانش رشته مربوطه را می‌توان با آزمون‌ها کتبی و شفاهی ارزیابی کرد، در حالی که هدف‌های یادگیری مربوط به مهارت‌های طراحی - ساخت را شاید به نحو بهتری بتوان با ثبت مشاهدات سنجید. استفاده از روش‌های ارزیابی گوناگون، شیوه‌های یادگیری متنوع‌تری را پوشش داده و قابلیت اعتماد و اعتبار نتایج ارزیابی را بیشتر می‌کند و در نتیجه آن، تعیین میزان دستیابی دانشجویان به هدف‌های یادگیری با اعتماد بیشتری تعیین می‌شود.

برای دستیابی به این استاندارد چه باید کرد؟ در کشور ما، سنجش میزان یادگیری دانشجویان، اغلب با توجه به هدف‌های یادگیری درس، انجام نمی‌شود. در حالتی که محدوده انتظارات آموزشگر از دانشجویان مشخص نباشد، مثل این است که: «این کتاب ۵۳۴ صفحه‌ای درس ... شماست؛ باید همه آن را فراگیرید و خودتان حدس بزنید که به نظر من چه چیزهایی مفیدترند و در امتحان خواهند آمد». آموزش زمانی نتیجه‌بخش است که فراگیران بدانند که آموزشگر چه هدف و سطحی از یادگیری را

در نظر دارد. اهداف یادگیری نیز، زمانی کارسازند که از ابتدا به اطلاع دانشجویان رسانده شود، تدریس و یادگیری بر مبنای آنها صورت گیرد، و به عنوان مبنایی برای طراحی سؤال‌های امتحان، به کار گرفته شوند. در جدول ۹. پیشنهادهای اجرایی برای برآورده شدن استاندارد ۹ آمده است.

جدول ۹. پیشنهادهایی برای تحقق استاندارد ۱۱ (ارزیابی توانایی‌ها)

کارگاه‌های آموزشی: سنجش دستاوردهای یادگیری، با هدف کسب مهارت در زمینه ارزیابی و سنجش بایسته میزان دستیابی دانشجویان به هدف‌های یادگیری درس. این کارگاه‌ها، به صورت مجازی (برنامه ویدیویی) نیز تهیه و عرضه شده است. مقاله: تدارک هدف‌ها و دستاوردهای آموزش مهندسی، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، سال سیزدهم، شماره ۴۹، صفحات ۶۹-۴۳، ۱۳۹۰

استاندارد ۱۲. قضاوت در مورد برنامه

برقراری سامانه‌ای که برنامه آموزشی را بر حسب این ۱۲ استاندارد مورد قضاوت دهد و بازخورد لازم را جهت بهبود برنامه به دانشجویان، اساتید و دیگر طرف‌های ذی‌نفع، ارائه کند. داوری در مورد ارزش کلی یک برنامه، برحسب شواهد پیشرفت آن در جهت دستیابی به اهدافش، صورت می‌گیرد. شواهد مربوط به ارزش برنامه را می‌توان از قضاوت در مورد درس‌ها، کسب بازخورد از آموزشگران، مصاحبه با دانشجویان ورودی و سال آخر، گزارش ارزیابان خارج از برنامه، و نظرخواهی‌های صورت‌گرفته از دانش‌آموختگان و کارفرمایان آنها، به دست آورد. شواهد می‌تواند به طور منظم به آموزشگران، دانشجویان، مدیران برنامه، دانش‌آموختگان و دیگر طرف‌های ذی‌نفع، گزارش شود. این بازخوردها، مبنای تصمیم‌گیری در باره برنامه و در نظر گرفتن طرح‌هایی برای بهبود مداوم آن است. فعالیت کلیدی برای قضاوت در مورد برنامه، تعیین مؤثر بودن و کارایی آن در رسیدن به هدف‌های آموزشی برنامه است. شواهد گردآوری شده در خلال فرایند قضاوت، به عنوان مبنایی برای بهبود مداوم برنامه، به کار گرفته می‌شود. به عنوان مثال، اگر در مصاحبه با دانشجویان سال آخر، اکثریت دانشجویان بگویند که نتوانسته‌اند برخی از دستاوردهای یادگیری را کسب کنند، باید برنامه‌ای برای تعیین علت این امر و اعمال تغییرات لازم، به اجرا در آید. امروزه در دنیا قضاوت در مورد برنامه، بیشتر از طریق ارزشیابی آن توسط مؤسسات مستقل و خارج از دانشگاه انجام می‌شود.

برای دستیابی به این استاندارد چه باید کرد؟ در ایران، ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی، به منظور ارتقای کیفیت آنها، به گونه‌ای که در دنیا رایج است، در اولویت نبوده است. در حدود یک دهه قبل پیشنهاد تأسیس مرکزی برای ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران تدوین و به فرهنگستان علوم پیشنهاد شد. به دنبال موافقت فرهنگستان، و با مشارکت انجمن آموزش مهندسی ایران و نمایندگان از ۷ انجمن حرفه‌ای مهندسی اصلی کشور، مؤسسه ارزشیابی آموزش مهندسی ایران در سال ۱۳۹۰ تأسیس شد. تدوین سازوکار ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی؛ تهیه و انتشار ملاک‌ها، استانداردها و پرسش‌نامه‌های ارزشیابی؛ اجرای سازوکارهای پیشنهادی برای ارزشیابی در چند دانشگاه

کشور؛ برگزاری سخنرانی‌ها و کارگاه‌های آموزشی متعدد برای ترویج ارزشیابی؛ شناسایی کاستی‌های عمومی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران و تعیین راهکارهایی برای برطرف کردن کاستی‌های مشترک برنامه‌ها، از جمله اقداماتی است که در طی این مدت از طرف مؤسسه ارزشیابی، و با همکاری کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، به انجام رسیده است. نظر به اینکه در چند دهه گذشته تمرکز بر کمیت، فرصت پرداختن به کیفیت را کم‌رنگ کرده بوده است، حمایت‌های لازم از فعالیت‌های این مؤسسه، به گونه‌ای که در دیگر کشورها رایج است، صورت نگرفته است. در جدول ۱۰، فعالیت‌هایی که در ارتباط با ارتقای کیفی برنامه‌های آموزش مهندسی، از طریق ارزشیابی آنها طراحی و به اجرا درآمده، فراهم آمد است.

جدول ۱۰. پیشنهادهایی برای تحقق استاندارد ۱۲ (قضاوت در مورد برنامه)

- دوره آموزشی: کنترل کیفیت آموزش. با هدف آموزش سازوکار فرایند ارزشیابی برنامه‌های آموزشی (۷ کارگاه، جمعاً ۲۸ ساعت). کارگاه‌های این دوره، به صورت مجازی (برنامه ویدیویی) نیز تهیه و عرضه شده است.
- مقاله: نهضت جهانی آموزش مهندسی، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، جلد ۱۳، شماره ۵۰، صفحات ۳۱-۱، ۱۳۹۰
- مقاله: فرایند ارزشیابی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، جلد ۱۳، شماره ۵۰، صفحات ۶۱-۳۳، ۱۳۹۰
- مقاله: سازوکار ارزیابی درونی برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، جلد ۱۳، شماره ۵۱، صفحات ۳۰-۱، ۱۳۹۰
- مقاله: سازوکار ارزیابی بیرونی برنامه‌های آموزش مهندس ایران. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، جلد ۱۶، شماره ۶۴، صفحات ۲۲-۱، ۱۳۹۳
- مقاله: ارزیابی درونی و برونی، برای ارتقای کیفیت در آموزش مهندسی؛ تجربه‌های بین‌المللی و تلاش‌های ملی، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، دوره ۲۵، شماره ۱۰۰، صفحات ۵۵-۲۹، ۱۴۰۲.

در کنار پژوهش‌ها و فعالیت‌هایی که برای برآورده شدن ۱۲ استاندارد CDIO در سطور قبل ارائه گردید، اقدامات جانبی دیگری نیز در ارتباط با ارتقای کیفیت آموزش مهندسی ایران صورت گرفته است. در جدول ۱۱ چکیده‌ای از این فعالیت‌ها، فهرست شده است.

جدول ۱۱. پیشنهادهای تکمیلی برای ارتقای کیفیت آموزش مهندسی ایران

- برنامه آموزشی جدید: طراحی، تصویب و اجرای دوره «کارشناسی ارشد آموزش مهندسی» در دانشکدگان فنی دانشگاه تهران، ۱۳۹۸
- درس جدید: طراحی و تدریس درس جدید «یاددهی و یادگیری در مهندسی»، ۱۳۹۸ تا کنون
- مقاله: طراحی و اجرای برنامه کارشناسی ارشد آموزش مهندسی، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، دوره ۲۲، شماره ۸۵، صفحات ۲۱-۱، ۱۳۹۹
- مقاله: تشکیل دفتر دادوری در مراکز دانشگاهی؛ گامی به سوی بهبود کیفیت آموزش عالی. دومین کنفرانس بین‌المللی و سیزدهمین کنفرانس ملی ارزیابی کیفیت در نظام‌های دانشگاهی، دانشگاه شیراز، صفحات ۱۰۲-۸۸، ۱۳۹۸
- مقاله: آینده‌نگری و بازاندیشی در آموزش مهندسی. کنفرانس ملی بازاندیشی و آینده‌نگری در نظام آموزش و یادگیری ایران با توجه به تغییرات پرشتاب جهان معاصر. کمیسیون ملی یونسکو، تهران، ۱۰ صفحه، ۱۳۹۴

- مقاله: آموزش مهندسی برای فردا، ۱۳۹۰. نخستین همایش آسیایی و نهمین همایش ملی تونل "فضاهای زیرزمینی برای توسعه پایدار"، تهران، صفحات ۱۰-۱۰۱، ۱۳۹۰
- مقاله: کاستی‌های برنامه‌های آموزش مهندسی ایران، ۱۳۹۰. فصلنامه آموزش مهندسی ایران، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، جلد ۱۳، شماره ۵۱، صفحات ۷۴-۵۳، ۱۳۹۰
- مقاله: بازنگری برنامه‌های آموزش مهندسی برای قرن ۲۱، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران، جلد ۱۳، شماره ۵۲، صفحات ۶۵-۴۱، ۱۳۹۰
- دیروز، امروز و فردای آموزش مهندسی. مقدمه بر ترجمه کتاب بازانديشي آموزش مهندسي، رويکرد CDIO، انتشارات مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی، ۱۴۰۰

## ۵. نتیجه‌گیری

در آموزش کارشناسی مهندسی باید بین دو نیاز تعادل برقرار شود: از یک سو حجم در حال افزایش دانش فنی و از سوی دیگر، ضرورت فراگیری دامنه‌ای از مهارت‌های فردی، جمعی و حرفه‌ای. به کار گرفتن یک الگوی جهانی و انطباق آن با شرایط ملی، راهکار مناسبی برای ارتقای کیفیت آموزش مهندسی است. برنامه آموزشی پیشنهادی CDIO از چهار رکن اساسی تشکیل شده است که با چهار رکن پیشنهادی یونسکو برای آموزش مداوم برای همهٔ عمر، مطابقت دارد (جدول ۱) (Crawley, 2001).

جدول ۱۲. انطباق چهار رکن CDIO با چهار رکن یونسکو برای آموزش مداوم

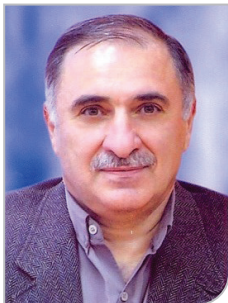
UNESCO	CDIO
• یادگیری برای دانستن	• دانش و استدلال فنی
• یادگیری برای بودن	• مهارت‌ها و شایستگی‌های فردی
• یادگیری برای همکاری	• مهارت‌های جمعی
• یادگیری برای انجام دادن	• شناسایی، طراحی، ساخت و بهره‌برداری

ترویج راهکارهای پیشنهادی در سطح ملی، به منظور ارتقای کیفیت برنامه‌های آموزش مهندسی، توسط مراکز ذی‌نفع: وزارت علوم، تحقیقات و فناوری، گروه علوم مهندسی فرهنگستان علوم، انجمن آموزش مهندسی ایران، فصلنامه آموزش مهندسی ایران، کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، مؤسسه ارزشیابی آموزش مهندسی ایران، مراکز آموزش مهندسی کشور، اعضای هیئت علمی آموزش مهندسی و دیگر علاقه‌مندان به ارتقای آموزش مهندسی کشور.

نسخه‌ای از منابع و جزئیات بیشتر در مورد پیشنهادها ارائه شده در این مقاله، از وبگاه‌های کرسی یونسکو در آموزش مهندسی، قابل دستیابی است. (ucee.ut.ac.ir, enged.ir). کرسی یونسکو آماده ارائه مشاوره و خدمات آموزشی به دانشگاه‌هایی است که مایلند از این پیشنهادها، برای ارتقای کیفیت برنامه‌های آموزش مهندسی خود، استفاده کنند.

## References

- ABET (2018). Accreditation board of engineering and technology, www.abet.org.
- ABET (2010). Accreditation board for engineering and technology. Criteria for accrediting engineering programs; www.abet.org.
- Crawley E. F., Jianzhong Cha, Malmqvist J, Brodeur D R. (2009). The context in engineering education. 2008. 4th *International Conference on CDIO*, Belgium. 18 pp.
- Crawley E.F., Gray P., Malmqvist J., Goodhew P. (2010). CDIO standards (ppt). www.cdio.org.
- Crawley, E. F., Malmqvist, J., Östlund, S., & Brodeur, D. R., (2007). *Rethinking engineering education: The CDIO approach*, Springer, New York.
- Crawley, E.F. (2001). The CDIO Syllabus: a statement of goals for undergraduate engineering education, MIT CDIO Report #1, (2001). Available at <http://www.cdio.org>.
- Dale Edgar, (1946). *Audio-visual methods in teaching*. NY: Dryden Press, 33 pages.
- Engineering Accreditation. (2010). <http://www.accreditation.org/> (accessed Feb 2010).
- Growth in engineering, (2023). <https://www.growthengineering.co.uk/what-is-edgar-dales-cone-of-experience/> (accessed June 2024).
- IEA (2009). International Engineering Alliance. <http://www.washingtonaccord.org/> (accessed Dec 2010).
- Memarian H. (2011/a). The global movement for engineering education accreditation. *Iranian Journal of Engineering Education*, The Academy of Science of Iran, Vol.13 No 50, Summer 2011. Pp 1-31.
- Memarian H. (2011/b). Accreditation process of Iran's engineering education programs, *Iranian Journal of Engineering Education*, The Academy of Science of Iran, Vol.13 No 50, Summer 2011, Pp 33-61.
- Memarian H. (2011/c). Mechanism of internal assessment of Iran's engineering education programs. *Iranian Journal of Engineering Education*, The Academy of Science of Iran, Vol.13 No 51, Fall 2011, Pp 1-31.
- Memarian H. (2011/d). Deficiencies of Iran's engineering education programs. *Iranian Journal of Engineering Education*, The Academy of Science of Iran, Vol.13 No 51, Fall 2011, Pp 53-74.
- Memarian H. (2012). Revision of engineering education for the 21st century. *Iranian Journal of Engineering Education*, The Academy of Science of Iran, Vol.13 No 52, Winter 2012, Pp 41-65.
- Memarian H., (2013). Revaluation of engineering education, *Iranian Journal of Engineering Education*, The Academy of Science of Iran, vol 15, No. 57, pp. 1-18.
- NAE (2024). The Engineer of 2020: Visions of engineering in the new century. National Academy of Engineering. National Academies Press. 118 pp.



◀ **حسین معماریان:** استاد مهندسی زمین دانشکده فنی دانشگاه تهران، مؤسس و رئیس کرسی یونسکو در آموزش مهندسی؛ عضو وابسته فرهنگستان علوم جمهوری اسلامی ایران؛ انتشار بیش از ۲۵۰ مقاله پژوهشی در نشریات و همایش‌های ملی و بین‌المللی (بیش از ۴۰ مقاله در زمینه آموزش مهندسی). مؤلف ۲۶ کتاب، از این میان ۶ کتاب در زمینه‌های مرتبط با آموزش مهندسی. هشت کتاب ایشان برنده جایزه کتاب برگزیده و تقدیری از کتاب سال جمهوری اسلامی ایران و کتاب‌های برگزیده دانشگاهی بوده است ([ucee.ut.ac.ir](http://ucee.ut.ac.ir) & [enged.ir](http://enged.ir)).

## بررسی و مقایسه کارایی چت جی پی تی و گوگل جمناي در آموزش، طراحی و تحلیل مهندسی

هادی قشوجی برق<sup>۱</sup>، محمد همایون صدر<sup>۲</sup> و علی آقابابائی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۲۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۷/۳

DOI: 10.22047/ijee.2024.467824.2096

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.104.3.4

چکیده: در این مقاله پتانسیل استفاده از چت جی پی تی و گوگل جمناي در آموزش، طراحی و تحلیل مهندسی به روش مطالعه موردی چندگانه مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته و از نتایج به دست آمده مقالات دیگر نیز بهره گرفته شده است و در چند نمونه مختلف مهندسی، به نحوه استفاده دانشجویان و مهندسان از ابزارهای فوق اشاره شده است. همچنین به توانایی و محدودیت‌ها، مزایای بهره‌گیری و معایب آنها در پژوهش و آموزش مهندسی اشاره شده است و راهکارهایی اجرایی جهت بهره‌گیری مؤثر دانشجویان، اساتید مهندسی و طراحان مهندسی از دو چت بات فوق ارائه گردیده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهند، استفاده از اطلاعات ورودی کافی و شفاف در چت بات‌های فوق، در رسیدن به پاسخ مناسب نقش تعیین‌کننده‌ای دارند. همچنین دو چت بات در روبه‌رو شدن با مسائل پیچیده مهندسی چندان موفق عمل نمی‌کنند و در مواردی نیز، مسائل را به مشاوره با متخصص و یا به استفاده از نرم‌افزارهای مهندسی ارجاع می‌دهند. از طرفی در مسائل محاسباتی ساده مهندسی، چت جی پی تی برخلاف گوگل جمناي معمولاً پاسخ‌های صحیحی نمی‌دهد. در مجموع چت بات‌های فوق می‌توانند به طور قابل توجهی کار مهندسان را در طراحی، محاسبات، انتخاب مواد و... تسهیل کنند و همچنین در حوزه آموزش نیز کمک به سزایی نمایند.

واژگان کلیدی: هوش مصنوعی، چت جی پی تی، گوگل جمناي، آموزش، طراحی و تحلیل مهندسی

۱- استادیار، گروه مهندسی صنایع، مکانیک و هوافضا، مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بوئین زهرا، بوئین زهرا، ایران، (نویسنده مسئول)، Ghashochi.b@bzte.ac.ir  
۲- استاد، گروه سازه‌های هوافضایی و مکانیک پرواز و کنترل، دانشکده مهندسی هوافضا، دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، تهران، ایران، Sadr@aut.ac.ir  
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی هوافضای دانشکده علوم و فناوری‌های میان‌رشته‌ای، دانشگاه تهران، تهران، ایران، Aghababaeali313@gmail.com

## ۱. مقدمه

چت‌جی‌پی‌تی<sup>۱</sup> و گوگل‌جمنای<sup>۲</sup> ربات‌های چت هوش مصنوعی هستند که از یک شبکه عصبی گسترده برای تولید زبانی شبیه به زبان انسان و برقراری ارتباط از طریق آن استفاده می‌کنند. شبکه‌های عصبی به چت‌جی‌پی‌تی و گوگل‌جمنای کمک می‌کنند که پاسخ‌هایی هرچه مربوط‌تر، معنادارتر، دقیق‌تر و سریع‌تر در رابطه با پرسش مطرح‌شده توسط کاربر بیابند. بسیاری از محققان در حال حاضر، در حال مطالعه کاربردهای دو چت‌بات<sup>۳</sup> فوق در رشته‌های مختلف مهندسی، از جمله هوافضا، مکانیک، عمران، صنایع، برق و رایانه (Hassan et al., 2023; Hassani & Silva, 2023; Wang et al., 2023; Badini et al., 2023; Biswas, 2023; Nelson et al., 2023; Prieto et al., 2023; al., 2023) هستند.

در حوزه مهندسی، آلوگا (Aluga, 2023) به مطالعه و بررسی کاربرد چت‌جی‌پی‌تی در مهندسی عمران پرداخت. او در این بررسی به مزایای چت‌جی‌پی‌تی در حوزه طراحی و برنامه‌ریزی، تحلیل و شبیه‌سازی سازه، تعیین انطباقات و مقررات مدیریت ساخت‌وساز و آموزش مهندسی اشاره نمود و دستیابی به پاسخ‌های مناسب را منوط به اطلاعات ورودی کافی و مناسب دانست. تیرو (Tiro, 2023) امکان کاربرد چت‌جی‌پی‌تی را در مهندسی مکانیک بررسی نمود. بررسی او نشان می‌داد در زمینه محاسباتی در نمونه‌های مختلف مسائل مهندسی مکانیک، چت‌جی‌پی‌تی موفق عمل نمی‌کند و نتایج درستی را نمی‌دهد و در مواردی که حساسیت بالایی در تحلیل‌ها نیاز است، استفاده از چت‌جی‌پی‌تی می‌تواند سبب خطاهای غیر قابل جبران شود. مورتینز و همکاران (Mortinez et al., 2023) به بررسی کاربرد چت‌جی‌پی‌تی در حمایت از توسعه پروژه‌های مهندسی پرداختند. آنها در پژوهش انجام‌شده، ظرفیت چت‌جی‌پی‌تی در تهیه پیش‌نویس اسناد، توسعه پروژه‌ها، پشتیبانی از مقررات و همچنین فرمول‌های محاسباتی را بررسی و دقت چت‌جی‌پی‌تی در حوزه‌های مختلف را مورد مطالعه قرار دادند. پیرسون و ها (Pierson & Ha, 2024) کاربرد چت‌جی‌پی‌تی در طراحی مهندسی و توسعه ابزارهای تحلیل با آن را بررسی کردند. آنها در این مطالعه، امکان بررسی لایه مرزی سیال در اطراف تیغه فن را فراهم نمودند. با این حال در خودکار کردن یک فرایند در نرم‌افزار انسیس<sup>۴</sup> از طریق اسکریپت ناموفق بودند. آنها در پژوهش انجام‌شده یک روش بهینه‌سازی به کمک چت‌جی‌پی‌تی را توسعه دادند و از آن برای بهینه‌سازی ساختاری یک تیغه فن استفاده نمودند و نشان دادند تنش‌ها در مدل بهینه، نسبت به مدل پایه به یک پنجم کاهش می‌یابد. کالا و همکاران (Kalla et al., 2023) کاربرد چت‌جی‌پی‌تی در رشته‌های مختلف را مطالعه نمودند. آنها به تأثیر چت‌جی‌پی‌تی در امنیت سایبری، پشتیبانی مشتری، توسعه نرم‌افزار، مشاغل و فناوری اطلاعات و نیز به محدودیت‌های آن، از جمله احتمال سوگیری، فقدان هوش هیجانی و پایگاه دانش محدود اشاره کرده‌اند و بیان نمودند با انتخاب

1- Chat GPT  
3- Chatbot

2- Google Gemini  
4- Ansys

دقیق داده‌ها می‌توان محدودیت‌های فوق را کاهش و بهره‌وری را افزایش داد.

در حوزه آموزش مهندسی، بنرجی و همکاران (Banerjee et al., 2023) به مطالعه کاربرد چت‌جی‌پی‌تی در اهداف آموزشی دانشگاهی در زمینه مهندسی رایانه و گرایش‌های مرتبط پرداختند و قابلیت چت‌جی‌پی‌تی را در پاسخگویی به سؤالات مختلف در این حوزه بررسی نمودند و نشان دادند چت‌جی‌پی‌تی می‌تواند در افزایش تجربه یادگیری نقش به‌سزایی داشته باشد. همچنین به محدودیت‌های آن نیز اشاره نمودند. سانچرز و همکاران (Sanchez-Ruiz et al., 2023) در پژوهشی به بررسی پتانسیل چت‌جی‌پی‌تی در روش‌های یادگیری مهندسی، به‌ویژه ریاضیات پرداختند و نشان دادند چگونه ابزارهای هوش مصنوعی می‌توانند در حل مسئله و مهارت‌های کارگروهی در بین دانشجویان تأثیرگذار باشند. بررسی آنها نشان می‌داد استفاده از چت‌جی‌پی‌تی در روش‌های ترکیبی، چالش‌های جدیدی را برای آموزش در مهندسی ایجاد کرده است که مستلزم انطباق راهبردها و روش‌های آموزشی برای اطمینان از توسعه مهارت‌های ضروری برای مهندسان آینده است. نیکولیک و همکاران (Nikolic et al., 2023) به بررسی چگونگی تأثیرگذاری چت‌جی‌پی‌تی بر ارزیابی در آموزش مهندسی با بررسی پاسخ‌های چت‌جی‌پی‌تی در این حوزه در ده زمینه مختلف پرداخته است و درباره فرصت‌های ایجادشده در این زمینه برای تسهیل یادگیری بحث نمودند. آنها نشان دادند، در مواردی چت‌جی‌پی‌تی موفق عمل نکرده است و در مواردی، با کمی تغییر در ورودی می‌توان پاسخ‌های قابل قبولی برای ارزیابی‌ها به دست آورد. بررسی نسخه‌های مختلف و بهبود عملکرد آن همچنین نشان می‌داد، نسخه‌های آینده قطعاً عملکرد بسیار بهتری در پاسخ‌گویی به سؤالات در حوزه‌های مختلف خواهند داشت. حسنین و همکاران (Hasanein et al., 2024) به بررسی استفاده از گوگل جمناي توسط دانشجویان آموزش عالی عربستان سعودی پرداختند. آنها برای تجزیه و تحلیل خود، از نتایج حاصل از ۴۰۰ فرم بهره بردند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان از افزایش روزافزون استفاده دانشجویان از هوش مصنوعی در تحقیقاتشان داشت. با این حال دانشجویان با وجود بهره‌برداری از جمناي، اعتقادی بر تأثیر آن بر عملکرد تحصیلی‌شان نداشتند. ایمران و المشرف (Imran & Almusharraf, 2024) به بررسی پتانسیل‌های جمناي در حوزه آموزش پرداختند و ویژگی‌های آن را معرفی کردند. بررسی آنها، شامل کاربردهای عملی در فناوری‌های نوظهور و تطبیق‌پذیری در پردازش داده‌ها و چالش‌های موجود بود. بررسی آنها نشان‌دهنده توانایی فوق‌العاده جمناي در رقابت فناوری آموزشی و بیان‌کننده قابلیت‌های چندوجهی آن در یادگیری، آموزش و ارزیابی پویا بود.

در بررسی نقاط ضعف و قوت، بحرینی و همکاران (Bahrini et al., 2023) فرصت‌ها و تهدیدات چت‌جی‌پی‌تی را در ده حوزه مورد بررسی قرار دادند و مثال‌های متعددی را در حوزه تجارت، صنعت و همچنین آموزش ارائه نمودند. آنها همچنین در یک مطالعه تجربی به بررسی کارایی و عملکرد نسخه‌های مختلف چت‌جی‌پی‌تی پرداختند و عملکرد مطلوب‌تر نسخه جدید آن را تأیید نمودند. در

مجموع آنها نشان دادند که چت‌جی‌پی‌تی نمی‌تواند از سطح درک، همدلی و خلاقیت مشابه یک انسان برخوردار باشد و قابلیت جایگزینی در اکثر موارد را ندارد. رایس و همکاران (Rice et al., 2024) به بررسی قابلیت‌ها، محدودیت‌ها و ضعف‌های چت‌جی‌پی‌تی پرداختند. آنها برای این امر، از خود چت‌جی‌پی‌تی کمک گرفتند و با طرح ۸ سؤال مختلف عمومی و سؤال‌اتی در حوزه توانمندی‌ها و ضعف‌های چت‌جی‌پی‌تی و ارائه بدون دخل و تصرف پاسخ‌ها، عملکرد این چت‌بات را مورد ارزیابی قرار دادند و در انتها جمع‌بندی از پاسخ‌های فوق ارائه کردند. گیرای و همکاران (Giray et al., 2024) به بررسی نقاط قوت، ضعف‌ها، فرصت‌ها و مخاطرات استفاده از چت‌جی‌پی‌تی در تحقیقات علمی پرداختند. آنها در این بررسی، نقاط قوت از جمله پایگاه دانش گسترده، مهارت زبانی، بازیابی اطلاعات و ظرفیت یادگیری مداوم و نقاط ضعف، از جمله فقدان درک زمینه‌ای، اتکای بیش از حد به داده‌های آموزشی، محدودیت در تأیید اطلاعات و توانایی محدود تفکر انتقادی را مد نظر قرار دادند و از طرفی تهدیداتی چون سرقت ادبی، ابهامات اخلاقی و انتشار اطلاعات نادرست را نیز مطالعه نمودند.

در بررسی کاربرد چت‌بات‌های فوق در سایر حوزه‌ها، ردیگز سارمنتو و همکاران (Rodri-guez-Sarmiento et al., 2024) به بررسی کاربرد چت‌جی‌پی‌تی در حوزه تبلیغات، تعریف قلمرو و برند پرداختند. رویکرد آنها شامل بررسی وب‌سایتی محصولات برای به دست آوردن مجموعه‌ای از داده‌ها جهت تجزیه و تحلیل با چت‌جی‌پی‌تی بود. بررسی آنها نشان می‌داد که تجزیه و تحلیل نظرات مشتریان با استفاده از این مدل زبان بزرگ می‌تواند دید وسیع‌تری را از نحوه درک مشتریان از جنبه‌های خاص محصولات و یا برندها به صورت خودکار ایجاد نماید.

همچنین در راستای مقایسه دو چت‌بات گوگل‌جمنای و چت‌جی‌پی‌تی، رین و همکاران (Rane et al., 2024) به بررسی مقایسه‌ای از کاربردهای جمنای و چت‌جی‌پی‌تی و عملکرد و قابلیت‌های آنها پرداختند و از طریق ملاک‌های مختلف، انسجام پاسخ، دقت و توانایی مدل‌ها در ارائه پاسخ مناسب را مطالعه نمودند. بررسی آنها پتانسیل این مدل‌ها را برای تسهیل تعاملات معنادار بین انسان و آگاهانه‌ای در استفاده بهینه از آنها بگیرند. بایتک (Baytak, 2024) به بررسی کاربردهای جمنای و چت‌جی‌پی‌تی در ایجاد طرح درس برای دروس ریاضیات، علوم ادبیات و مطالعات اجتماعی پرداختند. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان می‌داد که طرح درس‌های ایجاد شده توسط هر دو چت‌بات، از لحاظ ساختار جمله، فعالیت‌های درسی و ارزیابی شباهت زیادی به محتوای آموزشی نوشته شده توسط انسان دارند. این پژوهش یک مفهوم کاربردی از چت‌بات‌ها را برای معلمان ارائه می‌کرد و ملاحظات آموزشی را در ادغام ابزارهای فوق در درس‌ها برجسته می‌نمود. گرس و سان (Grace & Sun, 2024) به بررسی قابلیت‌های جمنای و چت‌جی‌پی‌تی ۴ در حوزه مهندسی نرم‌افزار پرداختند. آنها در این بررسی با تمرکز بر زبان‌های برنامه‌نویسی پایتون و جاوا، پتانسیل دو چت‌بات را در برنامه‌نویسی و

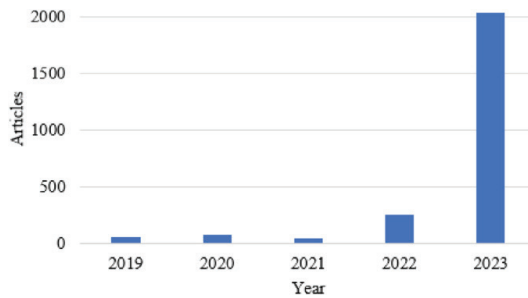
تشخیص خطاهای برنامه‌نویسی ارزیابی کردند. بررسی آنها نشان می‌داد در مجموع، چت‌جی‌پی‌تی ۴ نسبت به جمنای هم در تشخیص و هم در تصحیح خطاهای برنامه‌نویسی، بهتر عمل می‌کند. هینتز و همکاران (Heitz et al., 2024) به بررسی کیفیت خروجی کدهای برنامه‌نویسی تولیدشده در دو نسخه رایگان چت‌جی‌پی‌تی و جمنای پرداختند. هدف آنها از این بررسی، تلاش در جهت توسعه نرم‌افزار و تولید کدهای برنامه‌نویسی با کیفیت بالا بود و نشان دادند، این دو مدل می‌توانند به طور قابل توجهی، وظایف کدگذاری را تسریع کنند و در نتیجه بهره‌وری را افزایش دهند. آنها همچنین در این بررسی به خطاپذیر بودن هر دو مدل اشاره کردند و بر لزوم نظارت انسانی برای تصحیح نادرستی و اصلاح عملکردها تأکید نمودند. با توجه به این که محدودیت‌های آموزشی، سوگیری‌های شناختی، پیچیدگی ذاتی علم و سرعت سریع پیشرفت، ادراک علمی در حوزه‌های خاصی را با چالش مواجه کرده است، نیابا (Nyaaba, 2023) به بررسی درک و بیان چت‌جی‌پی‌تی ۴ و جمنای در نظریه‌های تکاملی پرداخت. این بررسی نشان می‌داد که هر دو ابزار دارای درک آگاهانه از نظریه‌های تکاملی هستند و دیدگاه‌های آگاهانه ارائه‌شده، از دیدگاه‌های مدرسان کامل‌تر و فراتر است. همچنین بررسی آنها نشان می‌داد که جمنای پاسخ‌های جامع‌تری ارائه می‌کند و در مقابل، پاسخ‌های چت‌جی‌پی‌تی ۴ کمی مختصرتر است. اگر چه هر دو در پرداختن مناسب به درخواست‌های مطرح شده ماهر بودند. در مجموع، خلاصه‌ای از تفاوت‌های عملکردی و ویژگی‌های دو چت‌بات، بر اساس مقالات مرور شده و سایر مراجع (Kandpal et al. 2023; Saeidnia, 2023)، در جدول ۱ ارائه شده است. بررسی آماری دو چت‌بات چت‌جی‌پی‌تی و گوگل جمنای نیز نشان می‌دهد که پیشرفت‌های حاصل در این حوزه در سال‌های اخیر سبب رشد تولید مقالات علمی در این زمینه شده است. در شکل ۱ این رشد در قالب نمودار از سال ۲۰۱۹ تا ۲۰۲۳ نشان داده شده است (Ray, 2023)

جدول ۱. مقایسه‌ای از ویژگی‌ها و عملکرد چت‌جی‌پی‌تی و گوگل جمنای بر اساس مطالعات پیشین

گوگل جمنای	چت‌جی‌پی‌تی	
چندوجهی بودن: با استفاده از ورودی‌های با قالب مختلف، پاسخ‌ها را پردازش و ایجاد می‌کند قابلیت استدلال: درک و منطق بهتری را در پاسخ‌های خود نشان می‌دهد کارایی محاسباتی: عملکرد سریع و مطلوبی دارد سازگاری با وظایف مختلف: می‌توان از آن برای مدیریت ترجمه، ایجاد محتوا و غیره استفاده نمود	شهرت و پذیرش گسترده: از شناخت عمومی بیشتر و استفاده گسترده‌تر برخوردار است مهارت استثنایی در تولید متن: مهارت بالایی در ایجاد متنی شبیه انسان در سبک‌ها و قالب‌های مختلف دارد سازگاری با وظایف مختلف: می‌توان از آن برای مدیریت ترجمه، ایجاد محتوا و غیره استفاده نمود تمرکز قوی بر تحقیق و توسعه: به روزرسانی‌های مستمر و پتانسیل پیشرفت بالایی دارد	نقاط قوت
همچنان در حال توسعه است: ممکن است در مقایسه با مدل‌های بالغ‌تر، ناسازگاری‌ها و محدودیت‌هایی را تجربه کند	قابلیت‌های چندوجهی محدود: برخلاف گوگل جمنای عمدتاً متن‌محور است ضعف محاسباتی: از نظر محاسباتی نسبت به جمنای ضعیف‌تر است	نقاط ضعف

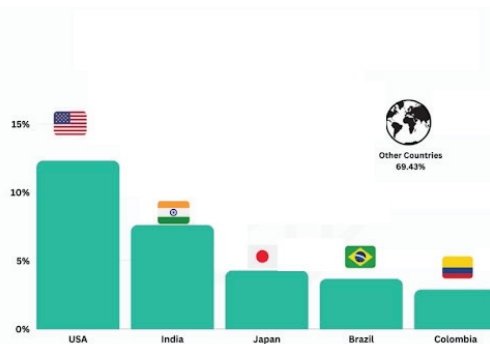
ادامه جدول ۱

گوگل جمناي	چت جی پی تی	
تجربه کاربری چندوجهی: می توان توسط رابط هایی، متن، صوت و تعاملات بصری را ترکیب کرد پیشنهاد جهت حل مسائل پیچیده: مسائلی که شامل استنتاج منطقی و حل پیچیده است را تسهیل می کند	پیشرفت و اصلاح مداوم: افزایش پتانسیل برای دقت و قابلیت ها ادغام گسترده در برنامه ها: گسترش در زمینه هایی مانند آموزش و سرگرمی	فرصت ها
	رقابت با سایر چت بات های نوظهور: هوش مصنوعی در حال پیشرفت سریع است و رقابت شدیدی برای بقا در کنار رقبا وجود دارد. ملاحظات اخلاقی: امکان تولید محتوای مضر وجود دارد احتمال سوگیری در مجموعه داده ها: سوگیری های کنترل نشده در داده های آموزشی ممکن است در پاسخ ها تأثیر گذارد و به عدالت آسیب برساند. مقررات فناوری های هوش مصنوعی: سیاست ها و استانداردهای سخت گیرانه تر می تواند مانع توسعه هوش مصنوعی در آینده شود.	مخاطرات

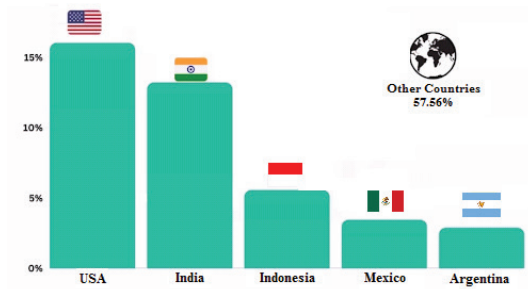


شکل ۱. تعداد مقالات چاپ شده نمایه شده در گوگل اسکولار با استفاده از چت جی پی تی، گوگل جمناي و ربات های مشابه

همچنین بررسی آماری، بدون در نظر گرفتن جمعیت کشورها نیز نشان می دهد که کشورهای آمریکا، هند، جزو پیشگامان استفاده از دو چت بات فوق در حوزه های مختلف هستند (Ruby, 2023; Shewale, 2024). در شکل ۲ و ۳ این آمار برحسب درصد ارائه شده است.

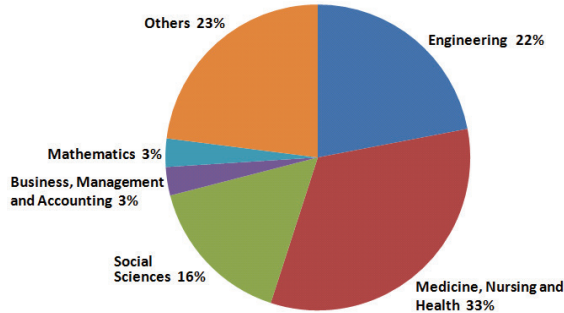


شکل ۲. کشورهای با بیشترین کاربر چت جی پی تی

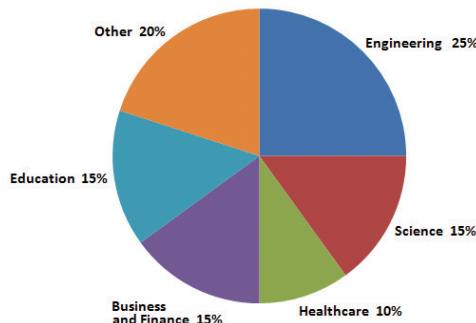


شکل ۳. کشورهای با بیشترین کاربر گوگل جمنای

همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهند که بیشترین استفاده از چت‌جی‌بی‌تی با ۳۳ درصد در حوزه دارو، پزشکی، سلامت و بعد از آن با ۲۲ درصد در حوزه مهندسی است، در حالی که بیشترین استفاده از جمنای با ۲۵ درصد مربوط به حوزه مهندسی است. در دو شکل ۴ و ۵ آمار استفاده از چت‌جی‌بی‌تی (Farhat et al., 2023) و جمنای (Google Gemini, 2024) به تفکیک موضوعی ارائه شده است. اشکال فوق نقش به‌سزای دو چت‌بات فوق را در مهندسی نشان می‌دهند و همان‌طور که مشاهده می‌شود، استفاده از هر دو چت‌بات در مهندسی حدوداً برابر است.



شکل ۴. استفاده از چت‌جی‌بی‌تی به تفکیک موضوعی



شکل ۵. استفاده از گوگل جمنای به تفکیک موضوعی

بررسی‌های آماری نشان می‌دهند، با توجه به گسترش بهره‌گیری از چت‌بات‌ها، استفاده از مدل‌های زبان مبتنی بر یادگیری عمیق در آینده می‌تواند در حوزه‌هایی، کمک ویژه‌ای به نیروهای انسانی متخصص کند و در بهبود زیرساخت‌ها و حل چالش‌های پیش روی بشر، تأثیر به‌سزایی داشته باشد و در موضوعات مختلفی، از جمله برنامه‌نویسی، طراحی، محاسبات، انتخاب مواد و... کار مهندسان را تسهیل کند.

در این مطالعه، در راستای تحقیقات و پژوهش‌های صورت‌گرفته در حوزه کاربرد، توانایی و محدودیت‌های چت‌جی‌پی‌تی و گوگل‌جمنای در رشته‌های مختلف، به بررسی توانایی آنها در پاسخگویی به بخشی از مسائل مربوط به آموزش و تجزیه و تحلیل مهندسی پرداخته شده است و در چند نمونه، به نحوه استفاده دانشجویان و مهندسان از آنها در حوزه آموزش، طراحی و تحلیل مهندسی اشاره شده است. جهت این امر از روش مطالعه موردی چندگانه، با مثال‌های متنوع عمیق از حوزه‌های مختلف مهندسی استفاده شده است و از نتایج به‌دست‌آمده مقالات دیگر نیز در این حوزه بهره‌گرفته شده است. این روش یک روش کیفی است که در آن پژوهشگر به بررسی یک یا چند مورد می‌پردازد و این کار را با گردآوری داده تفصیلی و عمیق از منابع اطلاعاتی و ارائه توصیفی از مورد و مضمون‌های مبتنی بر مورد انجام می‌دهد. در مجموع هدف از پژوهش فوق، آشنایی محققان، اساتید و دانشجویان با کاربرد دو چت‌بات فوق در حوزه مهندسی و پاسخگویی به سؤالات زیر است:

عملکرد دو چت‌بات در مسائل توصیفی کاربردی در مهندسی به چه صورت است؟

عملکرد دو چت‌بات در مسائل محاسباتی ساده مهندسی به چه صورت است؟

عملکرد دو چت‌بات در مسائل محاسباتی پیچیده مهندسی به چه صورت است؟

عملکرد دو چت‌بات در مسائل توصیفی مقایسه‌ای در مهندسی به چه صورت است؟

## ۲. کاربردهایی از چت‌جی‌پی‌تی و گوگل‌جمنای در آموزش، طراحی و تحلیل مهندسی

در این بخش از پژوهش، جهت افزایش درک، توسعه مهارت و یادگیری، در چند بررسی موردی، به کاربرد چت‌جی‌پی‌تی و گوگل‌جمنای در حوزه‌های مختلف مهندسی اشاره و نتایج حاصل مقایسه شده است.

### ۱-۲. انتخاب مواد برای پوسته فوقانی بال هواپیما

در بررسی اول از چت‌جی‌پی‌تی درخواست شده است به منظور ساخت بخش فوقانی بال هواپیما، ماده مناسبی پیشنهاد دهد. پاسخ چت‌جی‌پی‌تی به درخواست فوق، به صورت زیر است:

انتخاب مواد برای پوسته فوقانی بال هواپیما به عوامل مختلفی از جمله طراحی هواپیما، الزامات عملکرد و محدودیت‌های مالی بستگی دارد. متداول‌ترین مواد به شرح زیر هستند:

آلیاژهای آلومینیوم: آلیاژهای آلومینیوم سبک است و به طور گسترده، در صنعت هوایی مورد

استفاده قرار گرفته است و در صورت استفاده از آلیاژهای آلومینیوم، تعادل خوبی بین استحکام و وزن برقرار می‌شود.

مواد کامپوزیتی: الیاف شیشه و کربن و سایر مواد کامپوزیتی، به دلیل نسبت استحکام به وزن بالا و مقاومت به خوردگی، در سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند.

آلیاژهای تیتانیوم: آلیاژهای تیتانیوم به دلیل استحکام بالا و مقاومت به خوردگی در صنعت هوایی بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند و در بخش‌های مختلفی، از جمله پوسته بال‌ها استفاده می‌شود. باید توجه داشت که این آلیاژها، گران‌تر از آلومینیوم هستند.

آلیاژهای جدید: آلیاژهای جدیدتر، مانند آلیاژهای آلومینیوم-لیتیوم در مقایسه با آلیاژهای سنتی، استحکام بیشتر و وزن کمتری دارند.

همچنین باید توجه داشت، انتخاب مواد، به عواملی مانند کاربری هواپیما (تجاری، نظامی یا مسافری و ...)، ویژگی‌های عملکردی و ملاحظات ساخت بستگی دارد. مهندسان هوافضا معمولاً ترکیبی از این مواد را در بخش‌های مختلف بال، برای بهینه‌سازی عملکرد و کارایی در نظر می‌گیرند.

در ادامه از چت‌جی‌پی‌تی درخواست شده است، در صورت استفاده از آلیاژهای آلومینیوم، آلیاژ مناسبی جهت این امر پیشنهاد دهد. پاسخ چت‌جی‌پی‌تی به درخواست فوق، به شرح زیر است:

آلیاژهای آلومینیوم مناسب برای پوسته بال هواپیما، اغلب به سری ۲۰۰۰ و ۷۰۰۰ تعلق دارند. دو آلیاژ پرکاربرد عبارتند از:

آلیاژ آلومینیوم ۲۰۲۴: این آلیاژ به نسبت مقاومت به وزن بالا، مقاومت خوب در برابر خستگی و امکان ماشین‌کاری خوب شناخته شده است و اغلب در اجزای سازه‌ای، از جمله پوسته بال‌ها استفاده می‌شود.

آلیاژ آلومینیوم ۷۰۷۵: این آلیاژ از آلیاژهای شناخته شده به دلیل استحکام و چقرمگی بالا، به ویژه در شرایط عملیات حرارتی است و در کاربردهای هوافضایی، در مواردی که مقاومت یک عامل مهم است، استفاده می‌شود.

انتخاب بین این آلیاژها، به الزامات طراحی با در نظر گرفتن عواملی، مانند وزن، استحکام و ملاحظات ساخت بستگی دارد.

نمونه‌ای از پاسخ ارائه شده توسط چت‌جی‌پی‌تی، در شکل ۶ نشان داده شده است (ChatGPT, 2024).

#### ChatGPT

Aluminum alloys suitable for aircraft wing skin applications often belong to the 2000 and 7000 series. Two commonly used alloys are:

1. **Aluminum Alloy 2024:** Known for its high strength-to-weight ratio, good fatigue resistance, and excellent machinability. It is often used in structural components, including wing skins.
2. **Aluminum Alloy 7075:** Recognized for its high strength and toughness, especially in the heat-treated condition. It's commonly used in aerospace applications where strength is a critical factor.

The choice between these alloys depends on specific design requirements, considering factors such as weight, strength, and manufacturing considerations.

شکل ۶. نمونه‌ای از پاسخ چت‌جی‌پی‌تی به سؤال مطرح شده

در این راستا، گوگل جمناي نیز پاسخ زیر را ارائه می‌کند:

متداول ترین ماده برای پوسته فوقانی بال، آلیاژ آلومینیوم است. در ادامه به بخشی از دلایل آن اشاره می‌شود:

سبکی وزن: آلومینیوم نسبت مقاومت به وزن خوبی داشته و این امر در عملکرد مناسب هواپیما و کاهش مصرف سوخت مؤثر است.

دوام سازه: آلیاژهای آلومینیوم در برابر خوردگی مقاوم هستند و همچنین تنش‌های ناشی از بارهای پروازی را تحمل می‌کنند.

قابلیت اجرا: امکان شکل دهی سطوح و منحنی‌های پیچیده برای بال نسبتاً آسان است.

مقرون به صرفه: در مقایسه با سایر مواد با نسبت استحکام به وزن مشابه، آلومینیوم گزینه مقرون به صرفه‌تری است.

با این حال، بسته به نیازهای خاص، می‌تواند جایگزین‌هایی وجود داشته باشد:

مواد کامپوزیتی: جهت افزایش کارایی می‌توان از مواد کامپوزیتی، مانند الیاف کربن استفاده کرد. مواد فوق، حتی نسبت استحکام به وزن بالاتری نسبت به آلومینیوم دارند، اما معمولاً گران‌تر هستند و به فرایندهای ساخت پیچیده‌تری نیاز دارند.

آلیاژهای تیتانیوم: برای نواحی و قطعاتی که نیاز به استحکام و مقاومت حرارتی بالاتری دارند، استفاده از آلیاژهای تیتانیوم مطلوب‌تر است. با این حال، تیتانیوم به طور قابل توجهی از آلومینیوم گران‌تر است.

در ادامه به بخش دیگری از ملاحظات اشاره می‌شود:

هواپیماهای تجاری: در این هواپیماها معمولاً از آلیاژهای آلومینیوم با استحکام بالا، مانند ۲۰۲۴-۲۳ یا ۷۰۵۰-۲۶ به دلیل نسبت استحکام به وزن و قیمت مناسب استفاده می‌کنند.

هواپیماهای نظامی: ممکن است از مواد کامپوزیتی برای کاهش وزن و بهبود کارایی، به ویژه در جت‌های جنگنده استفاده کنند.

هواپیماهای خصوصی کوچک: اغلب از آلیاژهای آلومینیومی به دلیل مقرون به صرفه بودن و نگهداری آسان استفاده می‌کنند.

در نهایت، انتخاب مواد برای پوسته فوقانی بال، به ترکیبی از عوامل، از جمله اندازه و نوع هواپیما، الزامات کارایی و عملکرد و محدودیت‌های بودجه بستگی دارد.

در ادامه از جمناي نیز درخواست شده است، در صورت استفاده از آلیاژهای آلومینیوم، آلیاژ مناسبی جهت این امر پیشنهاد دهد. پاسخ جمناي به درخواست فوق، به شرح زیر است:

در اینجا چند آلیاژ مناسب آلومینیوم برای پوسته فوقانی بال هواپیما بر اساس مطالب ذکر شده، آورده شده است:

T۳-۲۰۲۴: آلیاژ فوق یک آلیاژ با نسبت استحکام به وزن بالا و مقرون به صرفه است. این آلیاژ مشخصه خستگی مطلوب و قابلیت ماشین کاری خوبی دارد. با این حال در مقایسه با سایر آلیاژهای هوایی، مقاومت بالایی در برابر خوردگی ندارد.

T۶-۷۰۷۵: این آلیاژ یکی دیگر از آلیاژهای محبوب با استحکام بالا است و نسبت به T۳-۲۰۲۴ استحکام بیشتری دارد. این آلیاژ نیز مقاومت خستگی بالایی دارد و در مواردی که یکپارچگی سازه دارای اهمیت باشد، مناسب است. با این حال، در مقایسه با T۲۰۲۴ دارای کاربرد کمتر و گران تر است. T۶-۷۰۵۰: این یک آلیاژ با استحکام بالا است و مقاومت در برابر خوردگی بالایی دارد و آن را به یک رقیب قوی برای کاربردهایی که در معرض شرایط آب و هوایی سخت قرار دارند، تبدیل می کند. آلیاژ فوق از مقاومت بالایی برخوردار است و از لحاظ کارایی مطلوب است. با این حال اندکی از T۳-۲۰۲۴ سنگین تر است.

بهترین انتخاب برای طراحی هوایمای خاص شما، به عوامل مختلفی بستگی دارد: اندازه و نوع هوایمما: هوایمماهای تجاری بزرگ تر ممکن است مقرون به صرفه بودن را در اولویت قرار دهند و T۳-۲۰۲۴ را انتخاب کنند، در حالی که جت های نظامی ممکن است کاهش وزن را در اولویت قرار دهند و از T۶-۷۰۷۵ استفاده کنند.

الزامات عملکردی سازه: هوایمماهایی که در آنها استحکام و مقاومت خستگی بالایی مد نظر باشد، ممکن است T۶-۷۰۷۵ را انتخاب کنند و در مواردی که مقاومت در برابر خوردگی دارای اهمیت باشد، T۶-۷۰۷۰ گزینه بهتری است.

ملاحظات ساخت: امکان پذیری ساخت و فرم دهی آسان از عوامل بسیار مهم ساخت است. ممکن است کار با T۳-۲۰۲۴ در مقایسه با T۶-۷۰۷۵ راحت تر باشد. بودجه: آلیاژهای آلومینیوم از نظر هزینه متفاوت هستند و به طور کلی T۳-۲۰۲۴ مقرون به صرفه ترین انتخاب است.

گزینه های جدید:

T۳-۲۵۲۴: این یک آلیاژ جدید است که در مقایسه با T۳-۲۰۲۴ استحکام و چقرمگی شکست را بهبود می بخشد و در عین حال، مقاومت به خوردگی بالایی دارد. این آلیاژ به طور فزاینده ای در هوایمماهای مدرن استفاده می شود.

بررسی پاسخ های چت جی پی تی و گوگل جمنا ی در زمینه انتخاب مواد نشان می دهد، چت بات های فوق تا حدی در این حوزه موفق عمل می کنند و استفاده از آن در انتخاب مواد می تواند حجم مطالعات اولیه مورد نیاز را کاهش دهد و بخشی از مسیر را برای طراح هموار نمایند. همچنین باید توجه داشت که پاسخ های ارائه شده، همه نیازهای طراح را برآورده نمی کند و در مواردی دارای خطا است و نیازمند بررسی بیشتر هستند. همچنین مقایسه پاسخ های دو چت بات نشان می دهد

که پاسخ‌های جمنای نسبت به نسخه رایگان چت جی پی تی تا حدی کامل‌تر است و در موارد نیاز می‌توان از هر دو چت‌بات جهت حصول جواب کامل‌تر، هم‌زمان استفاده نمود. قابل ذکر است در مطالعات پیشین نیز به توانمندی دو چت‌بات در موارد توصیفی اشاره شده است.

## ۲-۲. انتخاب مواد برای ساخت تیغچه تراشکاری

به منظور تأیید عملکرد دو چت‌بات در حوزه انتخاب مواد، در ادامه پاسخ‌های دو چت‌بات در انتخاب مواد، برای ساخت تیغچه تراشکاری ارائه شده است.

پاسخ ارائه شده توسط چت جی پی تی، به شرح زیر است:

برای ساخت تیغچه تراشکاری، انتخاب مواد بسیار مهم است، زیرا مواد باید دارای سختی بالا، مقاومت در برابر سایش و همچنین قابلیت تحمل دماهای بالا در حین عملیات تراشکاری باشند. چندین ماده وجود دارد که به طور معمول برای ساخت تیغچه تراشکاری استفاده می‌شود: فولاد تندبر؛ این ماده برای تراشکاری قطعاتی با سرعت‌های پایین تا متوسط استفاده می‌شود. فولاد تندبر دارای سختی بالا و مقاومت به سایش مناسب است، اما در سرعت‌های بالا ممکن است دچار فرسایش حرارتی شود.

کاربید تنگستن؛ کاربید تنگستن یکی از رایج‌ترین مواد برای تیغچه‌های تراشکاری است که قابلیت برش با سرعت‌های بالا و مقاومت بسیار عالی در برابر سایش را دارد. این ماده برای تراشکاری مواد سخت‌تر و در سرعت‌های بالاتر، به‌ویژه در فرزکاری و تراشکاری دقیق استفاده می‌شود. سرامیک؛ تیغچه‌های سرامیکی دارای سختی و مقاومت حرارتی بالایی هستند اما شکننده‌تر از کاربید تنگستن هستند. این تیغچه‌ها برای برش مواد سخت و مقاوم، مانند فولادهای سخت و سوپرآلیاژها مناسب هستند.

نیتريد بور مکعبی؛ یکی از سخت‌ترین مواد شناخته‌شده برای تراشکاری است و برای تراشکاری مواد بسیار سخت، مانند فولادهای سخت‌شده و چدن‌های چکش‌خوار استفاده می‌شود. این ماده در دماهای بالا پایداری خوبی دارد و مقاومت زیادی در برابر سایش نشان می‌دهد.

الماس؛ سخت‌ترین ماده موجود است و برای تراشکاری مواد بسیار سخت و شکننده، مانند آلیاژهای غیرآهنی، سرامیک‌ها و کامپوزیت‌ها استفاده می‌شود. تیغچه‌های الماسی در دماهای پایین بهترین عملکرد را دارند و برای مواد نرم‌تر و غیر فلزی مناسب‌تر هستند. انتخاب ماده مناسب، به نوع قطعه‌کار، سرعت تراشکاری و شرایط عملیات بستگی دارد.

پاسخ ارائه شده توسط گوگل جمنای نیز به شرح زیر است:

انتخاب ماده مناسب برای ساخت تیغچه تراشکاری، به عوامل مختلفی از جمله نوع عملیات ماشین‌کاری، جنس قطعه‌کار، سرعت برش، نرخ پیشروی، عمق برش و شرایط کاری بستگی دارد. هر

ماده دارای مزایا و معایبی است که باید به دقت بررسی شوند.

مواد رایج برای ساخت تیغچه تراشکاری:

فولادهای ابزار: این فولادها در گذشته به طور گسترده استفاده می‌شدند اما به دلیل محدودیت‌هایی، مانند سختی پایین در دماهای بالا و مقاومت سایشی کم، امروزه کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

کاربیدهای سماتنه: این مواد دارای سختی بالا، مقاومت سایشی خوب و مقاومت در برابر حرارت هستند و به طور گسترده در صنایع مختلف استفاده می‌شوند. کاربردهای سماتنه در انواع مختلفی با ترکیبات شیمیایی متفاوت تولید می‌شوند که هر کدام برای کاربرد خاصی مناسب هستند.

سرامیک‌ها: سرامیک‌ها دارای سختی بسیار بالا و مقاومت سایشی عالی هستند اما شکنندگی بالایی دارند و برای کاربردهایی با سرعت برش بالا و بارهای سبک مناسب هستند.

سرمت‌ها: سرمت‌ها ترکیبی از کاربید و فلز هستند و دارای ترکیبی از سختی، مقاومت سایشی و چقرمگی هستند.

نیتريد بور مکعبی: دارای سختی بسیار بالا و مقاومت در برابر حرارت است و برای ماشین‌کاری مواد سخت، مانند چدن و فولادهای سخت شده استفاده می‌شود.

الماس: الماس سخت‌ترین ماده طبیعی است و برای ماشین‌کاری مواد بسیار سخت، مانند سرامیک‌ها و کامپوزیت‌ها استفاده می‌شود.

نکات مهم و عوامل مؤثر در انتخاب ماده:

جنس قطعه‌کار: برای ماشین‌کاری مواد سخت‌تر، به مواد تیغچه سخت‌تر نیاز است.

سرعت برش، نرخ پیشروی و عمق برش: هرچه این پارامترها بالاتر باشد، به مواد تیغچه با مقاومت سایشی و حرارتی بالاتر نیاز است.

شرایط کاری: وجود مایع خنک‌کننده، لرزش دستگاه و سایر عوامل محیطی نیز بر انتخاب ماده تیغچه تأثیرگذار هستند.

هزینه: قیمت مواد نیز یکی از عوامل مهم در انتخاب است.

انتخاب ماده مناسب: برای انتخاب بهترین ماده برای تیغچه تراشکاری باید به مشخصات فنی مواد مختلف و شرایط کاری توجه داشت.

مشاوره با کارشناسان: در صورت نیاز، باید با کارشناسان ابزارآلات مشورت کرد تا بهترین ماده برای کاربرد خاص انتخاب گردد.

توجه به استانداردها: تیغچه‌های تراشکاری باید مطابق با استانداردهای بین‌المللی تولید شوند.

در نهایت، انتخاب بهترین ماده برای تیغچه تراشکاری به یک ارزیابی جامع از تمام عوامل مؤثر بستگی دارد.

در مطالعه موردی دوم نیز بررسی پاسخ‌های چت‌جی‌پی‌تی و گوگل‌جمنای نشان می‌دهند که چت‌بات‌های فوق، در این حوزه تا حدی موفق عمل می‌کنند و استفاده از آن در انتخاب مواد می‌تواند حجم مطالعات اولیه مورد نیاز را کاهش دهد. همچنین مقایسه پاسخ‌های دو چت‌بات نشان می‌دهد که پاسخ‌های جمنای نسبت به نسخه رایگان چت‌جی‌پی‌تی، تا حدی کامل‌تر است و برای حصول جواب کامل‌تر می‌توان از هر دو چت‌بات هم‌زمان استفاده نمود. قابل ذکر است که در مطالعات پیشین نیز به توانمندی دو چت‌بات در موارد توصیفی اشاره شده است.

### ۲-۳. محاسبه مقادیر ویژه و بردارهای ویژه یک ماتریس

مقادیر ویژه و بردارهای ویژه، از کاربردی‌ترین مباحث جبری خطی هستند که در حوزه‌های مختلفی، از جمله در علوم ریاضی، فیزیک و مهندسی نظیر مکانیک، عمران، برق و... به کار می‌رود. به‌عنوان مثال دینامیک سیالات محاسباتی، الاستیسیته، ارتعاشات، علم داده‌ها و یادگیری ماشین و سامانه‌های کنترل، از حوزه‌هایی محسوب می‌شوند که مقدار ویژه و بردار ویژه در آنها بسیار به کار گرفته می‌شود. با توجه به اهمیت محاسبه مقادیر ویژه و بردارهای ویژه در حوزه‌های مختلف، در بررسی دوم از نسخه رایگان چت‌جی‌پی‌تی و جمنای درخواست شد، مقادیر ویژه و بردارهای ویژه ماتریس  $A = \begin{bmatrix} 10 & -6 & 2 \\ -6 & 7 & -4 \\ 2 & -4 & 3 \end{bmatrix}$  را محاسبه نمایند. بررسی پاسخ ارائه‌شده نشان می‌دهد، در زمینه محاسبات ریاضی، چت‌جی‌پی‌تی عملکرد درستی ندارد و قادر به پاسخگویی صحیح نیست. در مقابل، جمنای پاسخی مطابق با شکل ۷ ارائه می‌کند. همان‌طور که مشاهده می‌شود، جمنای در پاسخ خود از پایتون کمک گرفته و پاسخ درستی را برای درخواست مطرح‌شده ارائه می‌کند. پاسخ فوق نشان می‌دهد که در حوزه برنامه‌نویسی پایتون نیز می‌توان از جمنای کمک گرفت و زمان برنامه‌نویسی را به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش داد. در مقایسه پاسخ‌های ارائه‌شده توسط دو چت‌بات در این حوزه، می‌توان نتیجه گرفت، جمنای در مواردی که نیازمند محاسبات ریاضی باشد، نسبت به چت‌جی‌پی‌تی بسیار موفق عمل می‌نماید که در سایر مراجع (Rane et al., 2024) نیز به این موضوع اشاره شده است. لذا در زمینه‌های مشابه می‌توان از این چت‌بات کمک گرفت. هر چند پاسخ‌های ارائه‌شده در مجموع نیازمند بررسی بیشتر هستند.

### ۲-۴. محاسبه تنش در مخازن جدار نازک استوانه‌ای

محاسبات تنش و کرنش برای طراحان مخازن تحت فشار دارای اهمیت ویژه‌ای است. این مخازن در شاخه‌های مختلف مهندسی از جمله نفت، پتروشیمی و همچنین در نیروگاه‌ها و صنایع مختلف مکانیک و هوافضا و... دارای کاربرد ویژه‌ای است و اهمیت طراحی و ساخت آنها را بیشتر نشان می‌دهد.

☰ Gemini +  
To find the eigenvalues and eigenvectors of the matrix:

1. Define the matrix:

```
Python
import numpy as np
A = np.array([[10, -6, 2], [-6, 7, -4], [2, -4, 3]])
```

Use code with caution.

2. Use NumPy library to solve:

```
Python
eigenvalues, eigenvectors = np.linalg.eig(A)
```

Use code with caution.

3. Print the results:

```
Python
print("Eigenvalues:")
print(eigenvalues)

print("Eigenvectors:")
print(eigenvectors)
```

Use code with caution.

This code will output the following:

```
Eigenvalues:
[ 15.96877058  3.86938933  0.16184008]
Eigenvectors:
[[ 0.72422792 -0.64602276  0.24114   ]
 [-0.61953409 -0.45605073  0.63890159]
 [ 0.30277289  0.61210482  0.7305178  ]]
```

Therefore, the eigenvalues of the matrix are approximately 15.9688, 3.8694, and 0.1618, and the corresponding eigenvectors are the three column vectors shown in the output.

شکل ۷. پاسخ جمنای به محاسبات مقادیر ویژه و بردارهای ویژه ماتریس

🟢 ChatGPT

To calculate the hoop stress ( $\sigma_h$ ) and longitudinal stress ( $\sigma_l$ ) in the thin-walled cylindrical aluminum shell under internal pressure, you can use the following formulas:

1. Hoop Stress ( $\sigma_h$ ):

$$\sigma_h = \frac{P \cdot r}{t}$$

2. Longitudinal Stress ( $\sigma_l$ ):

$$\sigma_l = \frac{P \cdot r}{2t}$$

Given your parameters:

- $P = 55 \text{ kPa} = 55,000 \text{ Pa}$ ,
- $r = 3.7 \text{ m}$ ,
- $t = 0.0025 \text{ m}$ .

Now, calculate the stresses:

1. Hoop Stress ( $\sigma_h$ ):

$$\sigma_h = \frac{55,000 \text{ Pa} \cdot 3.7 \text{ m}}{0.0025 \text{ m}}$$

2. Longitudinal Stress ( $\sigma_l$ ):

$$\sigma_l = \frac{55,000 \text{ Pa} \cdot 3.7 \text{ m}}{2 \cdot 0.0025 \text{ m}}$$

Calculate these values to find the hoop and longitudinal stresses in the cylindrical aluminum shell.

شکل ۸. پاسخ چت جی پی تی به محاسبات تنش در مخازن جدار نازک استوانه‌ای تحت فشار

با توجه به اهمیت تنش‌های شعاعی و طولی در مخازن جدار نازک، در ادامه از چت جی پی تی و گوگل جمنای درخواست شده است تنش‌های طولی و شعاعی را در یک مخزن استوانه‌ای جدار نازک آلومینیومی تحت فشار با فشار داخلی ۵۵ کیلوپاسکال و شعاع ۳٫۷ متر و ضخامت ۰٫۰۰۲۵ متر به دست آورند. پاسخ چت جی پی تی نشان می‌دهد که در بررسی موردی فوق محاسبات درستی ارائه شده است. با این حال چت جی پی تی پاسخ نهایی را محاسبه ننموده است. شکل ۸ پاسخ چت جی پی تی به این سؤال را نشان می‌دهد (ChatGPT, 2024).

بررسی پاسخ جمنای نیز نشان می‌دهد، این چت بات جواب کامل تری به همراه پاسخ نهایی برای سؤال فوق ارائه می‌کند. همچنین این چت بات بیان می‌کند، تنش طولی برای همه ملاحظات طراحی دقیق نیست و در مواردی که دقت بالای نتایج دارای اهمیت باشد، توصیه می‌شود جهت تحلیل به منابع مهندسی رجوع شود.

بررسی پاسخ‌های دو چت بات در این مورد نیز نشان

می‌دهد، پاسخ گوگل‌جمنای در مجموع کامل‌تر و دقیق‌تر از نسخه رایگان چت‌جی‌پی‌تی است و در مواردی که درخواست مد نظر نیازمند محاسبات ریاضی باشد، بین دو چت‌بات، جمنای گزینه بهتری نسبت به چت‌جی‌پی‌تی است که مراجع دیگر نیز (Rane et al., 2024) به این موضوع اشاره نموده‌اند.

۲-۵. بررسی حداکثر جابه‌جایی در یک صفحه کامپوزیتی چندلایه بالایه چینی و شرایط تکیه‌گاهی معلوم امروزه سازه‌های کامپوزیتی به خاطر ویژگی‌هایی چون مقاومت مکانیکی بالا، وزن مخصوص کم، توانایی بالا در جذب انرژی، سفتی مخصوص بالا، مقاومت خستگی و خوردگی خوب و... به طور گسترده‌ای در صنایع مختلف از جمله هوافضا، عمران، مکانیک و سایر صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ادامه جهت بررسی پاسخ دو چت‌بات به یک مسئله نسبتاً پیچیده مهندسی، از دو چت‌بات درخواست شده است، حداکثر جابه‌جایی را در یک صفحه کامپوزیتی ۳ لایه بالایه چینی [۳۰/۴۵/۳۰] و ابعاد یک متر در دو متر و ضخامت هر لایه ۰٫۳ سانتی‌متر با ویژگی‌های مکانیکی  $E_1=138 \text{ GPa}$ ،  $E_2=8.96$  و  $G_{12}=7.1 \text{ GPa}$ ،  $\nu_{12}=0.3$  و شرایط تکیه‌گاهی گیردار تحت بار گسترده یکنواخت ۱۵۰۰ نیوتن بر متر به دست آورند.

بررسی پاسخ‌های دو چت‌بات به پرسش فوق نشان می‌دهد که هر دو چت‌بات، ابتدا به پیچیدگی مسئله فوق اشاره کرده‌اند و در ادامه جهت حل مسئله، استفاده از روش‌های عددی مانند روش اجزای محدود را پیشنهاد داده‌اند و یا استفاده از نرم‌افزارهایی مانند آباکوس و انسیس را توصیه کرده‌اند، بدون آنکه پاسخی را ارائه نمایند.

لذا بررسی فوق نشان می‌دهد، دو چت‌بات در روبه‌رو شدن با مسائل پیچیده مهندسی چندان موفق عمل نمی‌کنند و در مواردی نیز مسائل را به مشاوره با متخصص و یا به استفاده از نرم‌افزارهای مهندسی ارجاع می‌دهند.

۲-۶. بررسی تفاوت‌های سرویس‌های وب رست<sup>۱</sup> و سوآپ<sup>۲</sup> وب سرویس به کدهایی اطلاق می‌شود که دارای پروتکل‌های مخصوصی هستند و به وسیله آنها، می‌توانند با دیگر برنامه‌ها، تعامل داشته باشند. به عبارتی وب سرویس‌ها بدین صورت فعالیت می‌کنند که در ابتدا، داده‌هایی را دریافت می‌کنند، سپس فرایندی روی آنها انجام می‌شود و در انتها، خروجی تولید و ارسال می‌شود.

سوآپ به معنای پروتکل مبتنی بر XML است که برای انتقال داده‌ها در بین برنامه‌ها، مورد استفاده قرار می‌گیرد و وب سرویس سوآپ به وب سرویس‌هایی گفته می‌شود که در بستر سوآپ

تشکیل می‌شوند و به نوعی، از قوانین این مجموعه پیروی می‌کند. در مقابل رست به معنای انتقال در حالت بازنمودی است. وب‌سرویس رست به بخشی از خدمات گفته می‌شود که وظیفه ارتباط داده‌ها را میان برنامه‌ها بر عهده داشته و در سبک و شیوه معماری آن، نسبت به سوآپ، تفاوت‌هایی مشاهده می‌شود. این وب‌سرویس از اصول خاصی پیروی می‌کند که می‌تواند برای هر توسعه دهنده یا برنامه‌نویسی مفید باشد.

در ادامه، تفاوت‌های دو وب‌سرویس رست و سوآپ از دو چت‌بات مورد سؤال قرار گرفته است. پاسخ نسخه رایگان چت‌جی‌پی‌تی به این سؤال، به شرح زیر است:

رست و سوآپ دو رویکرد محبوب برای پیاده‌سازی سرویس‌های وب هستند و به طور قابل توجهی در فلسفه طراحی، اجرا و کاربرد متفاوت هستند که در اینجا به تفاوت‌های اصلی آنها اشاره می‌شود:

**سبک معماری:** رست یک سبک معماری است که از روش‌های استاندارد HTTP استفاده می‌کند و بر اساس منابع است و هر منبع، با یک URI (شناسه منبع یکسان) شناسایی می‌شود و می‌تواند با استفاده از روش‌های استاندارد HTTP دستکاری شود. در مقابل، سوآپ یک پروتکل با مجموعه‌ای از قوانین برای ارتباط است که اغلب از HTTP استفاده می‌کند اما می‌تواند با پروتکل‌هایی مثل SMTP نیز استفاده شود که این مسئله به پیام‌رسانی مبتنی بر XML بستگی دارد.

**ساختار پیام:** رست معمولاً از JSON یا XML برای تبادل داده استفاده کرده و غالباً JSON ترجیح داده می‌شود. در مقابل سوآپ از ساختار XML استفاده می‌کند که می‌تواند پیچیده‌تر باشد.

**پروتکل:** رست یک پروتکل نیست بلکه مجموعه‌ای از اصول معماری است و از پروتکل‌های HTTP موجود استفاده می‌کند. در مقابل، سوآپ یک پروتکل با ساختاری تعریف شده برای پیام‌ها بوده و یک استاندارد سخت‌گیرانه برای ایجاد ارتباط است.

**نقل و انتقال:** رست در درجه اول از HTTP/HTTPS استفاده می‌کند و می‌تواند از پروتکل‌های دیگری، مثل وب‌سوکت<sup>۱</sup> نیز استفاده کند. در مقابل، سوآپ می‌تواند از پروتکل‌های نقل و انتقال متعددی، از جمله TCP، SMTP، HTTP و ... استفاده نماید.

**حالت‌مندی<sup>۲</sup>:** رست مستقل از وضعیت است، به این معنی که هر درخواست کاربر به سرور باید حاوی تمامی اطلاعات مورد نیاز برای درک و پردازش درخواست باشد. هیچ متنی از کاربر بین درخواست‌ها روی سرور ذخیره نمی‌شود. در مقابل سوآپ می‌تواند مستقل از وضعیت یا وابسته به وضعیت باشد. این ویژگی اجازه می‌دهد عملیات وابسته نگهداری در یک بازه زمانی مشخص انجام شود.

**استانداردها و قابلیت توسعه:** رست بدون استانداردهای سخت‌گیرانه و انعطاف‌پذیرتر و ساده‌تر

است و توسعه یا پیاده‌سازی‌های سفارشی در آن ساده و راحت است. در مقابل، سوآپ به شدت با پروتکل‌های داخلی برای امنیت، تراکنش‌ها و جنبه‌های دیگر استانداردسازی شده است. امنیت: رست بستگی به اقدامات امنیتی زیرساخت پروتکل HTTP داشته و پیاده‌سازی‌ها ممکن است از OAuth برای دسترسی API ایمن استفاده کنند. در مقابل، سوآپ استانداردهای داخلی برای امنیت دارد که ویژگی‌های امنیتی جامعی، از جمله محرمانه بودن و یکپارچگی پیام را فراهم می‌کند. پیچیدگی و موارد استفاده: اجرا و یادگیری رست ساده و آسان است و برای عملیات ایجاد، حذف، به‌روزرسانی و خواندن و سرویس‌هایی که نیاز به مقیاس‌پذیری و کارایی دارند، ترجیح داده می‌شود. در مقابل سوآپ پیچیده‌تر است و می‌تواند عملیات استانداردتر و جامع‌تر را مدیریت کند و برای خدمات سازمانی نیازمند امنیت و قابلیت اطمینان بالاتر مناسب است.

**عملکرد:** رست معمولاً سریع‌تر است و سوآپ، به دلیل کدهای طولانی کندتر است.

**مدیریت خطا:** رست از کدهای وضعیت استاندارد HTTP برای مدیریت خطا استفاده می‌کند. در مقابل سوآپ از مجموعه استانداردهای مدیریت خطای تعریف‌شده خود در خصوصیات سوآپ استفاده می‌نماید.

به طور خلاصه، رست به دلیل سادگی، مقیاس‌پذیری و سهولت محبوبیت بیشتری دارد. در حالی که سوآپ به دلیل قدرت، ویژگی‌های امنیتی و توانایی مدیریت عملیات پیچیده مورد توجه قرار می‌گیرد. انتخاب بین رست و سوآپ تا حد زیادی به نیازمندی‌های برنامه کاربردی و بستری که وب‌سرویس در آن استفاده می‌شود، بستگی دارد.

همچنین پاسخ‌گویی به سؤال فوق به شرح زیر است:

رست و سوآپ دو رویکرد اساسی برای طراحی وب‌سرویس‌ها هستند و هر کدام دارای ویژگی‌های متمایزی هستند:

**ساختار:** رست یک سبک معماری است که انعطاف‌پذیری بیشتری ارائه و از روش‌های استاندارد HTTP برای دستکاری داده‌ها استفاده می‌کند و به ساختار خاصی نیاز ندارد و جهت شناسایی منابع به استفاده از URL‌ها متمرکز است. در مقابل، سوآپ یک پروتکل خوش‌تعریف با ساختاری غیر قابل انعطاف است و از XML برای تبادل داده استفاده می‌کند و برای تعریف رابط‌های سرویس، متکی به زبان توصیف وب‌سرویس است. همچنین پیام‌های سوآپ از یک ساختار خاص پیروی می‌کنند.

**انعطاف‌پذیری:** رست انعطاف‌پذیری بالایی دارد. همچنین متکی به روش‌های استاندارد HTTP بوده و ساختارهای مختلف داده، توسعه و یکپارچگی آن با سایر برنامه‌های کاربردی را آسان‌تر می‌کند. در مقابل، سوآپ چندان سازگار نیست. همچنین به دلیل ساختار غیر قابل انعطاف، یکپارچه‌سازی و توسعه سرویس‌های سوآپ می‌تواند پیچیده باشد.

**عملکرد:** پیام‌های رست به‌طورکلی کوچک‌تر و به دلیل ساختار ساده‌تر و منعطف‌تر در قالب‌های

داده، عموماً برای پردازش سریع تر هستند. در مقابل سوآپ به دلیل ساختار XML معمولاً بزرگ تر و به دلیل انتقال مکرر داده، دارای عملکرد کندتری است.

**امنیت:** رست برای امنیت به HTTPS متکی بوده و توسعه دهندگان نیازمند اقدامات امنیتی بیشتری هستند. در مقابل، سوآپ دارای ویژگی‌های امنیتی داخلی بوده و امکان رمزگذاری و احراز هویت را فراهم می‌کند.

**موارد استفاده:** رست به دلیل سادگی، انعطاف‌پذیری بالا و مزایای عملکردی، برای API های وب مدرن، برنامه‌های موبایل و ارتباطات اینترنت اشیا ایده‌آل است. در مقابل، سوآپ اغلب برای برنامه‌های پیچیده سازمانی که نیازمند امنیت بالا و یکپارچگی قوی داده هستند، استفاده می‌شود. همچنین برای ارتباط با سامانه‌های منسوخ شده مناسب است.

بررسی پاسخ‌های چت‌جی‌پی‌تی و گوگل‌جمنای در بررسی تفاوت‌های سرویس‌های وب رست و سوآپ برای انتخاب یکی از این دو بر اساس شرایط نشان می‌دهد، چت‌بات‌های فوق تا حدی در این مقایسه موفق عمل می‌کنند و استفاده از آنها در انتخاب سرویس وب می‌تواند حجم مطالعات اولیه مورد نیاز را کاهش داده و بخشی از مسیر را برای برنامه‌نویس و طراح شبکه هموار نمایند. همچنین بایستی توجه داشت که پاسخ‌های ارائه شده، همه نیازهای برنامه‌نویس و طراح شبکه را برآورده نمی‌کند و نیازمند بررسی بیشتر هستند. همچنین مقایسه پاسخ‌های دو چت‌بات نشان می‌دهد که هر دو چت‌بات به بخشی از جزئیات و پارامترها اشاره بیشتری دارند و در موارد نیاز می‌توان از هر دو چت‌بات جهت حصول جواب کامل‌تر، هم‌زمان استفاده نمود. قابل ذکر است در مطالعات پیشین نیز به توانمندی دو چت‌بات در موارد توصیفی اشاره شده است.

در مجموع خلاصه‌ای از عملکرد دو چت‌بات در موضوعات مختلف مورد بررسی در جدول ۲ ارائه شده است:

جدول ۲. بررسی عملکرد چت‌جی‌پی‌تی و گوگل‌جمنای

موضوع مورد بررسی	چت‌جی‌پی‌تی	گوگل‌جمنای
توصیفی کاربردی	در اکثر موارد پاسخ درستی ارائه می‌کند.	در اکثر موارد پاسخ درستی داده و معمولاً نسبت به چت‌جی‌پی‌تی پاسخ‌های کامل‌تری ارائه می‌کند.
محاسباتی ساده	در مواردی پاسخ درست و در مواردی پاسخ اشتباه ارائه می‌کند.	در اکثر موارد پاسخ درستی ارائه می‌کند.
محاسباتی پیچیده	معمولاً قادر به پاسخ‌گویی نیست.	معمولاً قادر به پاسخ‌گویی نیست.
توصیفی مقایسه‌ای	در اکثر موارد پاسخ درستی ارائه می‌کند.	در اکثر موارد پاسخ درستی ارائه می‌کند.

بررسی موردهای مختلف مهندسی نشان می‌دهد، دو چت‌بات در مسائل توصیفی عملکرد مطلوبی

دارند ولی در روبه‌رو شدن با مسائل پیچیده مهندسی، چندان موفق عمل نمی‌کنند و در مواردی نیز، مسائل را به مشاوره با متخصص و یا به استفاده از نرم‌افزارهای مهندسی ارجاع می‌دهند. از طرفی در مسائل محاسباتی ساده مهندسی نیز، چت‌جی‌پی‌تی برخلاف گوگل‌جمنای معمولاً پاسخ‌های صحیحی نمی‌دهد. در مجموع در اکثر مسائل گوگل‌جمنای عملکرد بهتری نسبت به چت‌جی‌پی‌تی دارد و در مواردی که نیازمند محاسبات ساده مهندسی هست، عملکرد مطلوب‌تری دارد. با توجه به رشد سریع علم در این حوزه، انتظار می‌رود نسخه‌های آینده آنها بتوانند در زمینه‌های دارای نقاط ضعف نیز بهتر عمل کنند و ضعف‌های فعلی را پوشش دهند.

در ادامه راهکارهایی اجرایی جهت بهره‌گیری بهتر دانشجویان، اساتید مهندسی و طراحان مهندسی از چت‌بات‌ها ارائه شده است.

### ۳. راهکارهای اجرایی جهت بهره‌گیری مؤثر دانشجویان، اساتید مهندسی و طراحان مهندسی از چت‌بات‌ها

در این بخش، راهکارهای اجرایی جهت بهره‌گیری مؤثر از چت‌بات‌ها توسط دانشجویان، اساتید مهندسی و طراحان مهندسی به تفکیک ارائه شده است (ChatGPT, 2024; Google Gemini, 2024).

#### ۳-۱. راهکارهای اجرایی جهت بهره‌گیری مؤثر دانشجویان

برای استفاده مؤثر دانشجویان از چت‌بات‌ها، به عنوان یک ابزار یادگیری و پژوهش می‌توان راهکارهای اجرایی زیر را پیشنهاد داد: ۱- آموزش استفاده بهینه در قالب کارگاه‌های آموزشی: دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی می‌توانند کارگاه‌هایی برگزار کنند تا دانشجویان با چگونگی استفاده صحیح از چت‌بات‌ها آشنا شوند. در این کارگاه‌ها باید نکات کلیدی، محدودیت‌ها، قوت‌ها و نحوه استفاده از اطلاعات کافی و شفاف در ورودی آموزش داده شود و راهنمای مکتوب یا برخطی برای دانشجویان، به ویژه در حوزه‌های تحقیقاتی و نوشتن مقاله و انجام پروژه‌ها ارائه گردد.

۲- بهره‌گیری از چت‌بات‌ها جهت انجام پروژه‌های کلاسی و حل مسائل درسی: دانشجویان می‌توانند با استفاده از چت‌بات‌ها، تحقیقات ابتدایی و جمع‌آوری داده‌های اولیه پروژه‌های تحقیقاتی تعریف‌شده توسط اساتید را انجام و مسائل پیچیده درسی خود را نیز به بخش‌های کوچک‌تر تقسیم کنند و با استفاده از پاسخ‌های مرحله به مرحله، مسائل را با استفاده از چت‌بات‌ها حل نمایند.

۳- یادگیری تعاملی و رفع اشکال: دانشجویان می‌توانند از چت‌بات‌ها برای دریافت پاسخ‌های فوری به سؤالات درسی، رفع اشکالات علمی یا توضیحات تکمیلی در مورد مفاهیم پیچیده استفاده کنند. همچنین چت‌بات‌ها در نگارش مقاله‌ها نیز می‌توانند به دانشجویان کمک نمایند.

۴- پیشرفت در مهارت‌های تفکر انتقادی: دانشجویان باید ترغیب شوند که پاسخ‌های چت‌بات‌ها

را با رویکرد انتقادی ارزیابی کنند و به تحقیق و بررسی صحت و دقت مطالب بپردازند. این به تقویت مهارت‌های تحلیلی و پژوهشی آنها کمک می‌کند. می‌توان از چت‌بات‌ها در جلسات بحث و تحلیل گروهی استفاده کرد تا دانشجویان بتوانند دیدگاه‌ها و ایده‌های مختلف را بررسی کنند.

۵- اخلاق در استفاده از چت‌بات‌ها: دانشجویان باید در مورد استفاده اخلاقی از چت‌بات‌ها آگاه شوند و بدانند که چطور باید از این ابزار در راستای تقلب پرهیز کنند و بر توسعه مهارت‌های خود تمرکز کنند. دانشجویان باید آگاه شوند که چت‌بات‌ها یک ابزار کمکی هستند و نمی‌توانند جایگزین تفکر خلاق و تحقیق مستقل شوند.

۶- حمایت از پژوهش‌های بین‌رشته‌ای: دانشجویان می‌توانند از چت‌بات‌ها برای درک و یادگیری مفاهیم از رشته‌های مختلف استفاده کنند و به تحقیق و انجام پروژه‌های بین‌رشته‌ای بپردازند.

۷- بهبود مهارت‌های برنامه‌نویسی و نرم‌افزاری: چت‌بات‌ها می‌توانند در نوشتن و رفع اشکال کدها، ارائه مثال‌های ساده و حل مسائل برنامه‌نویسی، کمک‌کننده باشند. همچنین دانشجویان می‌توانند در یادگیری نرم‌افزارهای مختلف، از چت‌بات‌ها کمک بگیرند و دستورات و مفاهیم پایه را سریع‌تر فراگیرند.

این راهکارها به دانشجویان کمک می‌کنند که از چت‌بات‌ها، به عنوان یک ابزار آموزشی و پژوهشی قدرتمند در مسیر یادگیری و توسعه مهارت‌های خود استفاده کنند.

### ۳-۲. راهکارهای اجرایی جهت بهره‌گیری مؤثر اساتید مهندسی

اساتید رشته‌های مهندسی می‌توانند از چت‌بات‌ها، به عنوان یک ابزار کمکی در تدریس، تحقیق و هدایت دانشجویان بهره ببرند. در ادامه، راهکارهایی اجرایی برای استفاده از این ابزارها در آموزش مهندسی ارائه شده است:

۱- تسهیل تدریس و آمادگی برای کلاس: اساتید می‌توانند از چت‌بات‌ها برای تولید سریع محتوای آموزشی، توضیحات تکمیلی و مثال‌های کاربردی، شامل تولید اسلایدهای درسی، تمرینات، سؤالات امتحانی، خلافتانه، پرسش‌های چندگزینه‌ای و پروژه‌های تحقیقاتی مهندسی استفاده کنند. همچنین چت‌بات‌ها می‌توانند به اساتید کمک کنند تا مفاهیم پیچیده را به شکل ساده‌تر و قابل فهم برای دانشجویان بازنویسی و ارائه کنند. از طرفی اساتید می‌توانند از چت‌بات‌ها برای ایده‌پردازی و توسعه پروژه‌های عملی و علمی استفاده کنند.

۲- نظارت بر تحقیقات دانشجویی: اساتید می‌توانند از چت‌بات‌ها برای بررسی و اصلاح نگارش مقالات علمی دانشجویان استفاده کنند و پیشنهادهایی در جهت بهبود ساختار و محتوای مقالات ارائه دهند. از طرفی اساتید می‌توانند برای تحلیل داده‌های اولیه پروژه‌های دانشجویان، از چت‌بات‌ها استفاده کنند.

۳- ارتقای روش‌های تدریس و تعامل کلاسی: اساتید می‌توانند از چت‌بات‌ها، به عنوان یک ابزار تعامل کلاسی استفاده کنند تا دانشجویان بتوانند با طرح سؤالات خود، پاسخ‌های آنی دریافت کنند. این ابزارها به عنوان یک همیار تدریس، در کنار استاد می‌توانند به پاسخگویی به سؤالات متداول و جزئی دانشجویان کمک کنند. اساتید همچنین می‌توانند از چت‌بات‌ها، برای طراحی تمرین‌های تعاملی و آزمون‌ها بهره بگیرند.

۴- پشتیبانی از فعالیت‌های بین‌رشته‌ای: اساتید می‌توانند از چت‌بات‌ها برای توضیح مفاهیم پایه‌ای و تخصصی رشته‌های دیگر مهندسی که در پروژه‌های بین‌رشته‌ای دخیل هستند، بهره‌مند شوند. این ابزارها می‌توانند همکاری‌های بین‌رشته‌ای را تقویت کنند. چت‌بات‌ها همچنین می‌توانند به اساتید در معرفی و توضیح مفاهیم و فناوری‌های جدید در مهندسی کمک کنند.

۵- پشتیبانی از برنامه‌نویسی و مدل‌سازی: اساتید می‌توانند از چت‌بات‌ها برای رفع اشکالات کدنویسی و کمک به دانشجویان در مسائل برنامه‌نویسی استفاده کنند. همچنین، چت‌بات‌ها می‌توانند به ارائه مثال‌های ساده و توضیح گام‌به‌گام کدها کمک کنند. از طرفی اساتید مهندسی می‌توانند از چت‌بات‌ها برای ارائه راهنمایی‌های ابتدایی در مورد ابزارهای شبیه‌سازی در نرم‌افزارهای مدل‌سازی و تحلیل استفاده کنند و دانشجویان را در مسیر انجام شبیه‌سازی‌ها و تحلیل‌ها هدایت کنند.

۶- پشتیبانی از فعالیت‌های پژوهشی و توسعه‌ای: چت‌بات‌ها می‌توانند به عنوان یک ابزار کمک‌کننده در مراحل ابتدایی پژوهش، به جمع‌آوری داده‌ها، تهیه فهرست‌های منابع علمی و تحلیل‌های اولیه کمک کنند. اساتید همچنین می‌توانند از چت‌بات‌ها برای تولید پرسشنامه‌ها، تحلیل نتایج آماری و بررسی الگوها در داده‌های تحقیقاتی استفاده کنند.

۷- توسعه دوره‌های برخط و محتوای دیجیتال: اساتید می‌توانند از چت‌بات‌ها برای طراحی دوره‌های برخط و تهیه محتوا برای پلتفرم‌های آموزش دیجیتال استفاده کنند. این ابزارها می‌توانند به سرعت تولید و انتشار محتواهای متنی و تمرینات تعاملی کمک کنند. همچنین از چت‌بات‌ها می‌توان برای تهیه سناریوها و متن‌های توضیحی برای ویدئوهای آموزشی استفاده کرد و به بهبود کیفیت تدریس برخط کمک کرد.

۸- راهنمایی حل مسائل پیچیده مهندسی: چت‌بات‌ها می‌توانند به اساتید در ارائه راهنمایی‌های ابتدایی در زمینه حل مسائل پیچیده مهندسی کمک کنند. این شامل توضیح مفاهیم تئوری، ارائه مثال‌های کاربردی و بررسی روش‌های مختلف حل مسئله است.

۹- همکاری در پروژه‌های صنعتی و تحقیقاتی: چت‌بات‌ها می‌توانند به اساتید در همکاری با صنعت و اجرای پروژه‌های واقعی کمک کنند. این ابزارها می‌توانند به ارائه ایده‌های اولیه، پیشنهاد راه‌حل‌های مهندسی و پیش‌بینی نتایج کمک کنند.

با توجه به قابلیت‌های گسترده چت‌بات‌ها، این ابزارها می‌توانند به عنوان یک دستیار کارآمد در

تمام مراحل آموزش و پژوهش های مهندسی مفید واقع شوند.

### ۳-۳. راهکارهای اجرایی جهت بهره‌گیری مؤثر طراحان مهندسی

طراحان مهندسی در حوزه‌های مختلف می‌توانند از چت‌بات‌ها به عنوان یک ابزار کمکی برای افزایش بهره‌وری و ارتقای کیفیت طراحی‌های خود استفاده کنند. در ادامه، راهکارهای اجرایی برای بهره‌گیری طراحان مهندسی از چت‌بات‌ها ارائه شده است:

۱- پشتیبانی در تولید ایده و خلاقیت در طراحی: چت‌بات‌ها می‌توانند در فرایند ایده‌پردازی به طراحان مهندسی کمک کنند. با وارد کردن چند توضیح اولیه، این ابزارها می‌توانند پیشنهادهای برای بهبود طرح ارائه و یا راه‌حل‌های جدید پیشنهاد دهند. همچنین طراحان می‌توانند از چت‌بات‌ها برای تحلیل نیازهای پروژه و تولید راه‌حل‌های خلاقانه استفاده کنند. این می‌تواند به آنها کمک کند تا دیدگاه‌های مختلفی را بررسی و راه‌حل‌های بهینه را شناسایی کنند.

۲- تحلیل و انتخاب مواد و فناوری‌ها: چت‌بات‌ها می‌توانند به طراحان در انتخاب مواد مهندسی مناسب با توجه به نیازهای پروژه، مثل استحکام، وزن، مقاومت حرارتی و قیمت کمک کنند. به این ترتیب، طراحان می‌توانند بهترین مواد را برای پروژه‌های خود انتخاب کنند. همچنین این ابزارها می‌توانند به طراحان در انتخاب فناوری‌های تولیدی مناسب مثل پرینت سه بعدی، ماشین‌کاری، قالب‌گیری و... با توجه به ویژگی‌های پروژه کمک کنند.

۳- کمک به طراحی مفهومی و مدل‌سازی: طراحان مهندسی می‌توانند از چت‌بات‌ها برای توسعه طرح‌های مفهومی و ایده‌پردازی در مراحل اولیه استفاده کنند. این ابزارها می‌توانند مفاهیم پایه‌ای طراحی را توضیح دهند و پیشنهادهای برای بهبود طرح‌های مفهومی ارائه دهند. طراحان مهندسی همچنین می‌توانند از چت‌بات‌ها برای ارائه راهنمایی‌های ابتدایی در مورد ابزارهای شبیه‌سازی و مدل‌سازی در نرم‌افزارهای مدل‌سازی و تحلیل استفاده کنند.

۴- بهینه‌سازی طراحی‌ها و تحلیل مهندسی: چت‌بات‌ها می‌توانند به طراحان در انجام محاسبات اولیه مکانیکی و استاتیکی کمک کنند، مانند محاسبه تنش‌ها، خمش و پیچش در قطعات مختلف. این ابزارها می‌توانند راه‌حل‌های پیشنهادی برای تقویت ساختار یا کاهش وزن ارائه دهند. همچنین چت‌بات‌ها می‌توانند الگوریتم‌ها و روش‌های بهینه‌سازی مانند بهینه‌سازی توپولوژیک یا کاهش وزن قطعات را به طراحان پیشنهاد دهند و به آنها در استفاده از ابزارهای بهینه‌سازی کمک کنند.

۵- پشتیبانی در نوشتن کدها و شبیه‌سازی‌ها: چت‌بات‌ها می‌توانند به طراحان در نوشتن کدهای شبیه‌سازی برای نرم‌افزارهای مهندسی کمک کنند. همچنین، می‌توانند نمونه کدهای شبیه‌سازی و تحلیل عددی را ارائه دهند. در صورتی که طراحان در حل مسائل شبیه‌سازی دچار مشکل شوند، چت‌بات‌ها می‌توانند به شناسایی و حل مشکلات احتمالی کمک کنند و راهکارهای بهینه‌تری را

پیشنهاد دهند.

۶- ارزیابی هزینه‌ها و زمان بندی پروژه: طراحان مهندسی می‌توانند از چت‌بات‌ها برای تخمین هزینه‌های پروژه‌های طراحی و ساخت، شامل هزینه مواد، ابزارهای تولید و نیروی کار استفاده کنند. همچنین چت‌بات‌ها می‌توانند به طراحان در برنامه‌ریزی و تدوین زمان بندی پروژه‌ها کمک کنند. این ابزارها می‌توانند فازهای مختلف طراحی، تولید و آزمون را به طور منطقی و بهینه زمان بندی کنند.

۷- بهبود مستندسازی و تهیه گزارش‌ها: چت‌بات‌ها می‌توانند به طراحان کمک کنند تا مستندات فنی، گزارش‌های طراحی و دستورالعمل‌های استفاده از محصولات را به صورت خودکار تولید و بهینه‌سازی کنند. همچنین طراحان می‌توانند از چت‌بات‌ها برای خلاصه‌سازی نتایج تحلیل‌ها و شبیه‌سازی‌های مهندسی استفاده کنند تا گزارش‌های حرفه‌ای و کارآمدی تهیه کنند.

۸- پشتیبانی از طراحی برای تولید و مونتاژ: چت‌بات‌ها می‌توانند نکات و راهکارهایی را برای بهینه‌سازی طراحی قطعات جهت سهولت در فرایندهای تولیدی ارائه دهند، به عنوان مثال پیشنهاداتی در مورد تolerانس‌ها، انتخاب مناسب اتصالات و روش‌های کاهش هزینه‌های تولید ارائه کنند. همچنین طراحان می‌توانند از چت‌بات‌ها برای ارائه راه‌حل‌هایی که فرایند مونتاژ محصولات را ساده‌تر و کارآمدتر می‌کنند، استفاده کنند.

۹- حل مسائل طراحی پیچیده: چت‌بات‌ها می‌توانند به طراحان کمک کند تا مسائل پیچیده‌ای مثل طراحی قطعات با محدودیت‌های حرارتی، مکانیکی و محیطی را تحلیل و حل کنند. همچنین این ابزارها می‌توانند در تحلیل خرابی قطعات و بررسی عمر مفید آنها کمک نمایند و راهکارهایی برای افزایش دوام و کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری ارائه دهند.

در مجموع طراحان مهندسی با بهره‌گیری از چت‌بات‌ها می‌توانند فرایند طراحی خود را بهبود ببخشند و از آنها به عنوان ابزار کمکی در حل مسائل پیچیده، بهینه‌سازی طراحی‌ها و تحلیل‌های مهندسی استفاده کنند. این ابزارها به آنها کمک می‌کنند تا بهره‌وری خود را افزایش دهند و کیفیت خروجی‌های طراحی را ارتقا دهند.

در پایان پیشنهاد می‌شود جهت مطالعات آتی، به بهینه‌سازی روش‌های آموزش با استفاده از ربات‌های هوش مصنوعی و به بررسی آماری از درک کاربران دانشگاهی از سودمندی فناوری فوق و خطرات آن و نیز به ارائه روش‌های یادگیری پویاتر و تعاملی‌تر برای دانشجویان با استفاده از ربات‌های هوش مصنوعی و افزایش رضایت‌مندی تحصیلی پرداخته شود.

#### ۴. نتیجه‌گیری

در این مقاله کارکرد دو ربات هوش مصنوعی چت‌جی‌پی‌تی و گوگل‌جمنای در حوزه مهندسی بررسی و مقایسه شد و به مزایای بهره‌گیری از آنها در آموزش، طراحی و تحلیل مهندسی و همچنین

معایب آنها اشاره گردید و راهکارهایی اجرایی جهت بهره‌گیری مؤثر دانشجویان، اساتید مهندسی و طراحان مهندسی از دو چت‌بات فوق ارائه شد. در مجموع بررسی عملکرد دو چت‌بات در چند نمونه مهندسی نشان می‌دهد که استفاده از اطلاعات ورودی کافی و شفاف در رسیدن به پاسخ مناسب نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. همچنین دو چت‌بات در روبه‌رو شدن با مسائل پیچیده مهندسی چندان موفق عمل نمی‌کنند و در مواردی نیز مسائل را به مشاوره با متخصص و یا به استفاده از نرم‌افزارهای مهندسی ارجاع می‌دهند. از طرفی چت‌جی‌پی‌تی در مسائل محاسباتی ساده‌تر مهندسی، برخلاف مسائل توصیفی، معمولاً پاسخ‌های صحیحی نمی‌دهد. در مقابل، گوگل‌جمنای در مسائل مشابه عملکرد بهتری نسبت به چت‌جی‌پی‌تی دارد. در مجموع به نظر می‌رسد استفاده از مدل‌های زبان مبتنی بر یادگیری عمیق در آینده می‌تواند در حوزه‌هایی کمک ویژه‌ای به نیروهای انسانی متخصص کند و در بهبود زیرساخت‌ها و حل چالش‌های پیش روی بشر تأثیر به‌سزایی داشته باشد و همچنین به طور قابل توجهی کار مهندسان را در فرایندهای طراحی، محاسبات و انتخاب مواد و کار مدرسان را در حوزه آموزش تسهیل نماید.

## References

- Aluga, M., (2023). Application of CHATGPT in civil engineering. *East African Journal of Engineering*, 6(1), 104–112.
- Armero Martínez, A., Capuz Rizo, S., & Hernández Orallo, E., (2023). Current application of artificial intelligence tool ChatGPT to the development of engineering projects. *27th International Congress on Project Management and Engineering, Donostia-San Sebastián, 1876–1887*.
- Badini, S., Regondi, S., Frontoni, E., & Pugliese, R., (2023). Assessing the capabilities of ChatGPT to improve additive manufacturing troubleshooting. *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research*, 6(3), 278–287.
- Bahrini, A., Khamoshifar, M., Abbasimehr, H., Riggs, R.J., Esmaili, M., Majdabadkohne, R.M., & Pasehvar, M., (2023). Chat GPT: Applications, opportunities, and threats. *2023 Systems and Information Engineering Design Symposium (SIEDS), IEEE*, 274–279.
- Banerjee, P., Srivastava, A., Adjero, D., Reddy, Y.R., & Karimian, N., (2023). Understanding ChatGPT: Impact analysis and path forward for teaching computer science and engineering. *Authorea Preprints*, 1–20.
- Baytak, A., (2024). The content analysis of the lesson plans created by ChatGPT and Google Gemini. *Research in Social Sciences and Technology*, 9(1), 329–350.
- Biswas, S., (2023). Role of ChatGPT in computer programming. *Mesopotamian Journal of Computer Science*, 2023, 9–15.
- ChatGPT. (2024). <https://chat.openai.com/chat>. Accessed on January.
- Farhat, F., Silva, E.S., Hassani, H., Madsen, D.Ø., Sohail, S.S., Himeur, Y., Alam, M.A., & Zafar, A., (2023). Analyzing the scholarly footprint of ChatGPT: Mapping the progress and identifying future trends. *Preprints*.
- Giray, L., Jacob, J., & Gumalin, D.L., (2024). Strengths, weaknesses, opportunities, and threats of using ChatGPT in scientific research. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 7(1), 40–58.
- Google Gemini. (2024). <https://gemini.google.com>. Accessed on July.
- Grace, Y., & Sun, E. W. H. (2024). Comparative analysis of ChatGPT-4 and gemini advanced in erroneous code detection and correction. BSc thesis, Linnaeus University.
- Hasanein, A., Sobaih, A., & Elshaer, I. (2024). Examining Google Gemini's acceptance and usage in higher education. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 7(2).

- Hassan, E., Bhatnagar, R., & Shams, M.Y., (2023). Advancing scientific research in computer science by ChatGPT and LLaMA-A review. *International Conference on Intelligent Manufacturing and Energy Sustainability, Singapore: Springer Nature Singapore*, 23–37.
- Hassani, H., & Silva, E.S., (2023). The role of ChatGPT in data science: how ai-assisted conversational interfaces are revolutionizing the field. *Big Data and Cognitive Computing*, 7(2), 62.
- Heitz, L. B., Chamas, J., & Scherb, C. (2024). Evaluation of the programming skills of large language models”. arXiv preprint:2405.14388.
- Imran, M., & Almusharraf, N. (2024). Google Gemini as a next generation AI educational tool: a review of emerging educational technology. *Smart Learning Environments*, 11(1), 22.
- Kalla, D., Smith, N., Kuraku, S., & Samaah, f. (2023) Study and analysis of ChatGPT and its impact on different fields of study. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 8(3), 827–833.
- Kandpal, N., Deng, H., Roberts, A., Wallace, E., & Raffel, C., (2023). Large language models struggle to learn long-tail knowledge. *International Conference on Machine Learning, PMLR*, 15696–707.
- Nelson, M.D., Goenner, B.L., & Gale, B.K., (2023). Utilizing ChatGPT to assist CAD design for microfluidic devices. *Lab on a Chip*, 23(17), 3778–3784.
- Nikolic, S., Daniel, S., Haque, R., Belkina, M., Hassan, G.M., Grundy, S., Lyden, S., Neal P., & Sandison, C., (2023). ChatGPT versus engineering education assessment: A multidisciplinary and multi-institutional benchmarking and analysis of this generative artificial intelligence tool to investigate assessment integrity. *European Journal of Engineering Education*, 48(4), 559–614.
- Nyaaba, M. (2024). Generative AI conception of the nature of science. *Society for Information Technology and Teacher Education International Conference*, Chesapeake, Virginia, 18181827.
- Pierson, K.C., & Ha, M.J., (2024). Usage of ChatGPT for engineering design and analysis tool development. *AIAA SCITECH 2024 Forum*, 0914.
- Prieto, S.A., Mengiste, E.T., & García de Soto, B., (2023). Investigating the use of ChatGPT for the scheduling of construction projects. *Buildings*, vol. 13(4), 857.
- Rane, N., Choudhary, S., & Rane, J. (2024). Gemini versus ChatGPT: applications, performance, architecture, capabilities, and implementation. *Journal of Applied Artificial Intelligence*, 5(1), 69–93.
- Ray, P.P., (2023). ChatGPT: A comprehensive review on background, applications, key challenges, bias, ethics, limitations and future scope. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*. 3, 121–154.
- Rice, S., Crouse, S.R., Winter, S.R., & Rice, C., (2024). The advantages and limitations of using ChatGPT to enhance technological research. *Technology in Society*, 76, 102426.
- Rodríguez-Sarmiento, L.F., Galpin, I., & Sanchez-Riaño, V., (2024). Mapping brand territories using ChatGPT. *International Conference on Applied Informatics, Springer, Cham*, 31–46.
- Ruby, D., (2023). ChatGPT statistics for 2023: Comprehensive facts and data. Demand sage, Feb 8. Online. <https://www.demandsage.com/chatgpt-statistics/>, accessed March 1, 2023.
- Saeidnia, H.R., (2023). Welcome to the Gemini era: Google DeepMind and the information industry. *Library Hi Tech News*, ahead-of-print.
- Sánchez-Ruiz, L.M., Moll-López, S., Nuñez-Pérez, A., Moraño-Fernández, J.A., & Vega-Fleitas, E., (2023). ChatGPT challenges blended learning methodologies in engineering education: A case study in mathematics. *Applied Sciences*, 13(10), 6039.
- Shewale, R., (2024). Google Gemini statistics (2024 Users & Traffic), Feb 16. Online. <https://www.demandsage.com/google-gemini-statistics/>, accessed July 13, 2024.
- Tiro, D., (2023). The Possibility of applying ChatGPT (AI) for calculations in mechanical engineering. *International Conference “New Technologies, Development and Applications. Cham: Springer Nature Switzerland*, 313–320.
- Wang, X., Anwer, N., Dai, Y., & Liu, A., (2023). ChatGPT for design, manufacturing, and education. *Procedia CIRP*, 119, 7–14.



◀ **هادی قشوجی برق:** ایشان دکتری خود را در رشته مهندسی هوافضا از دانشگاه صنعتی امیرکبیر اخذ، و در حال حاضر استادیار گروه مهندسی صنایع، مکانیک و هوافضای مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بوئین زهرا است و دارای بیش از ۲۰ مقاله تخصصی در نشریات تخصصی داخلی و خارجی هستند. زمینه‌های پژوهشی ایشان، الگوریتم‌های بهینه‌سازی و هوش مصنوعی، ارتعاشات، سازه‌های هوشمند و سازه‌های کامپوزیتی است.



◀ **محمد همایون صدر:** ایشان دکتری خود را در رشته مهندسی مکانیک از دانشگاه بورگوین فرانسه اخذ، و در حال حاضر استاد دانشکده مهندسی هوافضای دانشگاه صنعتی امیرکبیر است و دارای بیش از ۵۰ مقاله تخصصی در نشریات تخصصی داخلی و خارجی، و سردبیر نشریه‌های علمی علوم و مهندسی هوافضا، و فناوری در مهندسی هوافضا هستند.



◀ **علی آقابابایی:** ایشان کارشناسی خود را در رشته مهندسی هوافضا از مرکز آموزش عالی فنی و مهندسی بوئین زهرا اخذ، و در حال حاضر دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا گرایش سازه‌های هوایی دانشگاه تهران است و تاکنون سه مقاله تخصصی در کنفرانس‌های ملی و بین‌المللی ارائه نموده‌اند.



## واکاو کمی و کیفی تقاضای اجتماعی تحصیل جوانان کشور در رشته‌های مهندسی

اشرف‌السادات پسندیده<sup>۱</sup>، لادن خرسند صفایی<sup>۲</sup> و فرزانه نزاقتی رضاپور<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۱۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۲۹

DOI: 10.22047/ijee.2024.460751.2087

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.104.4.5

چکیده: یکی از چالش‌های مهم نظام آموزش عالی کشور طی سالیان گذشته، کاهش تقاضای اجتماعی تحصیل در رشته‌های مهندسی است. البته این روند کاهشی در کشورهای دیگر هم مشاهده می‌شود، حتی کشورهایی که بازار کار آنها به صورت بالقوه آماده پذیرش فارغ‌التحصیلان باکفایت مهندسی است. در این مقاله، ضمن بررسی علل پدیداری کاهش جذابیت تحصیل در رشته‌های مهندسی در چند کشور منتخب، به وضعیت تقاضای اجتماعی تحصیل در این گروه تحصیلی در ایران پرداخته شده است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که سهم جمعیت دانشجویان مهندسی از جمعیت دانشجویی کشور، همچنین از جمعیت جوان کشور از سال ۱۳۸۹ به بعد نزولی شده است. این روند کاهشی در تمامی مقاطع تحصیلی رشته‌های مهندسی، یعنی کاردانی، کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری، به ترتیب زمانی مشاهده می‌شود. همچنین مختص یک رشته مهندسی نیست، بلکه در شش رشته اصلی مهندسی منتخب، وضعیت نزولی است. مقایسه وضعیت فارغ‌التحصیلان مهندسی در ایران با سایر کشورها نیز نشان‌دهنده یک سیاست‌گذاری ناکارآمد در آموزش عالی کشور طی دو دهه گذشته است. در این مقاله همچنین علل شکل‌گیری این پدیده، پیامدهای آن و راهبردهای کنش جوانان در قبال این پدیده، با تحلیل مضمون مطالعات انجام‌گرفته تشریح شده است.

واژگان کلیدی: تقاضای اجتماعی، رشته‌های مهندسی، آموزش عالی، شواهد کمی، تحلیل کیفی

- 
- ۱- استادیار، گروه مدیریت و علوم اجتماعی، پژوهشکده مطالعات سیاست‌گذاری و حکمرانی، پژوهشگاه نیرو، تهران، ایران، (نویسنده مسئول)، apasandideh@nri.ac.ir
  - ۲- کارشناس پژوهشی، گروه اقتصاد برق و انرژی، پژوهشکده مطالعات سیاست‌گذاری و حکمرانی، پژوهشگاه نیرو، تهران، ایران، lkhorsand@nri.ac.ir
  - ۳- استادیار، گروه مدیریت و علوم اجتماعی، پژوهشکده مطالعات سیاست‌گذاری و حکمرانی، پژوهشگاه نیرو، تهران، ایران، fnezakati@nri.ac.ir

## ۱. مقدمه

یکی از چالش‌های نظام آموزش عالی کشور طی سال‌های گذشته، روند نزولی دانشجویان علاقه‌مند به تحصیل در رشته‌های فنی-مهندسی بوده است. طبق آماري که توسط مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی کشور به عنوان مرجع رسمی آمار آموزش عالی کشور انتشار یافته است، تعداد دانشجویان رشته‌های فنی-مهندسی در سال ۱۳۹۳، ۱۵۰۴۸۶۷ نفر بوده است اما در سال ۱۳۹۹ این جمعیت به ۷۶۲۳۴۱ نفر رسیده است. به عبارتی، جمعیت دانشجویی مهندسی کشور، طی مدت شش سال، پنجاه درصد کاهش پیدا کرده است. در دوران پیش از دانشگاه نیز اگر به وضعیت داوطلبان کنکور سراسری توجه شود، در سال ۱۳۹۴ تعداد داوطلبان گروه ریاضی در کنکور سراسری، ۱۸۱۸۴۶ نفر بوده است اما در سال ۱۴۰۰، این جمعیت به ۱۴۲۰۶۲ رسیده است و در سال ۱۴۰۳ وضعیت نزولی ادامه داشته و جمعیت داوطلبان کنکور ریاضی ۱۲۵۱۱۹ شده است. البته لازم به ذکر است کاهش تقاضای تحصیل در رشته‌های فنی-مهندسی مختص ایران نبوده است و با بررسی جهانی مشخص می‌شود که کشورهای دیگر حتی در گروه توسعه‌یافته، در حال توسعه و برخی کشورهای خاورمیانه نیز با این مسئله مواجه شده‌اند. مسلماً عوامل زیادی در شکل‌گیری این روندهای نزولی نقش‌آفرین هستند که باید در هر کشوری با توجه به شرایط زمینه‌ای حاکم از جمله شرایط اجتماعی-سیاسی، اقتصادی و ویژگی‌های آموزش عالی آن کشور در کنار مسائل و اولویت‌های فردی دانشجویان جوان مورد بررسی و تحلیل قرار بگیرد. کاهش تقاضای اجتماعی تحصیل در رشته‌های مهندسی در حالی است که در بخش تقاضا، یعنی صنایع مختلف، به منظور بقا، همچنین مواجهه و تطبیق با روندهای آتی جهانی، نظیر پیشرفت‌های فناورانه و حفظ مزیت‌های رقابتی خود، به دانش‌آموختگان مهندسی باصلاحیت بالا نیازمند هستند. در ایران نیز صنایع مختلف کشور، از جمله صنعت برق، صنعت نفت، صنایع دفاعی و... به شدت به نیروی انسانی فنی-مهندسی باکفایت وابسته هستند و لذا روند نزولی شکل‌گرفته در جمعیت دانشجویان فنی-مهندسی، نگرانی‌های جدی در خصوص تأمین نیروی انسانی مورد نیاز صنایع کشور ایجاد نموده است. به منظور آن که درک دقیق‌تری از چالش موجود در آموزش عالی کشور در حیطه فنی-مهندسی شکل بگیرد، این مقاله دو هدف اصلی ذیل را دنبال می‌نماید:

۱. ارائه شواهد آماری با هدف توصیف وضعیت نزولی تقاضای اجتماعی در رشته‌های فنی-مهندسی در کشور

- توصیف جمعیت دانشجویی کشور در هر یک از مقاطع تحصیلی کاردانی، کارشناسی ارشد و دکتری رشته‌های فنی-مهندسی

- توصیف جمعیت دانشجویی کشور در رشته‌های مختلف برق، رایانه، شیمی، مکانیک، عمران و معماری

- تبیین ارتباط جمعیت دانشجویی در رشته‌های فنی-مهندسی با جمعیت جوان کشور

- مقایسه وضعیت فارغ‌التحصیلان ایران در رشته‌های فنی- مهندسی با کشورهای دیگر جهان

۲. فراتحلیل مطالعات پیشین انجام‌گرفته در خصوص کاهش تقاضای اجتماعی تحصیل در رشته‌های

فنی- مهندسی در کشور

- شناسایی مهم‌ترین علل کاهش تقاضای اجتماعی تحصیل در رشته‌های فنی- مهندسی در

میان جوانان

- تبیین راهبردهای کنش دانشجویان در مواجهه با شرایط حاکم بر حوزه فنی- مهندسی

- پیامدهای ادامه شرایط فعلی حاکم بر آموزش عالی رشته‌های فنی- مهندسی کشور

به منظور دستیابی به اهداف ذکر شده، مقاله به این صورت سامان‌دهی شده است که در بخش دوم آن، یعنی ادبیات و پیشینه پژوهش، ضمن ارائه تعاریف مرتبط با تقاضای اجتماعی تحصیل در آموزش عالی به کشورهایی اشاره شده است که چندین سال است، روند نزولی دانشجویان فنی- مهندسی را تجربه می‌کنند. در این خصوص، ضمن بیان برخی آمارهای مرتبط به علل و چرایی، شکل‌گیری این پدیده در این کشورها پرداخته شده است. در بخش سوم با تمرکز بر کشور ایران، شواهد آماری در خصوص وضعیت دانشجویان فنی- مهندسی کشور ارائه شده است و همچنین وضعیت فارغ‌التحصیلان مهندسی ایران با سایر کشورها مورد مقایسه قرار گرفته است. در بخش چهارم با انجام فراتحلیل مطالعات انجام‌گرفته داخلی، به علل شکل‌گیری این پدیده در کشور پرداخته شده است و پیامدها و راهبردهای اتخاذ شده توسط جوانان، در مواجهه با این پدیده تشریح شده است. در بخش پنجم مقاله نیز جمع‌بندی و ارائه پیشنهادات سیاستی آورده شده است.

## ۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

تقاضای افراد برای آموزش عالی، با عنوان تقاضای اجتماعی و تقاضای بنگاه‌ها برای آموزش‌دیدگان آموزش عالی، با عنوان تقاضای اقتصادی آموزش عالی عنوان می‌شود. تقاضای اجتماعی برای آموزش عالی، حاصل مجموع تقاضاهای انفرادی است و مجموع تصمیمات افراد در مورد نوع و مدت تحصیل، تقاضای اجتماعی آموزش عالی را شکل می‌دهد (Karami & Poorkarimi, 2018). در بررسی عوامل مؤثر بر تقاضای اجتماعی آموزش عالی باید به موارد متعددی توجه کرد که از جمله آنها، بررسی اثر تحولات جمعیتی، ویژگی‌ها و علائق فردی جوانان، عوامل فرهنگی، اثرات عرضه آموزش عالی، عوامل اقتصادی و شرایط اجتماعی و قوانین و مقررات است (Gharoon, 2005). در واقع آموزش عالی به عنوان عاملی که سرمایه انسانی و به تبع آن ظرفیت‌های پیشرفت و توسعه فردی را در اختیار افراد قرار می‌دهد، متقاضیانی دارد که با تأثیرپذیری از شرایط و متغیرهای مختلف اقتصادی، صنعتی، جمعیتی، آموزشی،

جغرافیایی و.. تصمیم می‌گیرند که به عنوان یک متقاضی از فواید مشارکت در آموزش عالی بهره‌مند شوند. این وضعیت ناشی از پیشران‌ها و روندهای مؤثر بر توسعه آموزش عالی (جامعه‌شناختی، اقتصادی، عدالت‌خواهانه و جهانی شدن) است که بر شکل‌گیری تقاضا برای آموزش عالی و جهت آن تأثیر می‌گذارد. این وضعیت در ابعاد مختلفی ترسیم می‌شود که به طور کلی می‌توان از چهار دسته عوامل فردی، جامعه‌شناختی، عوامل اقتصادی و حرفه‌ای و نیز عوامل آموزشی نام برد که سهم و تأثیر هر یک، بسته به موقعیت و وضعیت فرد و جامعه متفاوت می‌شود (Gölpek, 2014).

پدیده‌ای که طی سال‌های گذشته کشورهای متعددی از جمله ایران را تحت تأثیر قرار داده است، کاهش جذابیت تحصیل در رشته‌های مهندسی و به نوعی، کاهش تقاضای اجتماعی تحصیل در این گروه تحصیلی است. این امر سبب شده است که گزارش‌های متعددی در خصوص کمبود مهندسان، به خصوص برای تأمین نیازهای آینده صنایع و کارفرمایان بالقوه انتشار یابد و این گزارشات، موضوع دستور کار جدی دولت‌ها، سازمان‌ها و شرکت‌های خصوصی قرار گیرد. این روند تعجب‌آور نیست زیرا کشورهای و شرکت‌ها به شدت به پرسنل فنی وابسته هستند. بررسی‌ها نشان داده است که تنها در ایالات متحده آمریکا، این کمبود می‌تواند به ضرر احتمالی ۴۵۴ میلیارد دلاری منجر شود. راه‌اندازی زیرساخت‌های عمرانی و رسیدگی به چالش‌های حیات اجتماعی نظیر تسهیل‌گذار انرژی، به شدت به نیروی کار مهندسی وابسته است. عوامل مختلف اقتصادی، صنعت، جمعیت، نظام‌های آموزشی و ... همگی بر عرضه و تقاضای مهندسان و کارکنان فنی تأثیر دارند (Joppen, 2020). در کشور آلمان نیز در سال‌های اخیر، کمبود نیروی مهندسی جدی شده است. به نظر می‌رسد ورود به عصر دیجیتال و به ویژه حفاظت از آب و هوا و انقلاب انرژی، به طور چشم‌گیری وضعیت را تشدید خواهد کرد (Electronica, 2022). تقاضا برای مهندسان در این کشور همچنان به رشد خود ادامه می‌دهد زیرا آلمان به سمت یک جامعه تمام الکتریکی، نظیر خودروهای برقی حرکت می‌کند و شرکت‌های آلمانی به مهندسان بیشتری نیاز خواهند داشت (Becker, 2010). به عنوان نمونه دیگر در کشور اسپانیا، نرخ ترک تحصیل دانشجویان مهندسی به یک مشکل نگران‌کننده تبدیل شده است. این پدیده منجر به چالش‌هایی در به‌کارگیری متخصصان در بخش‌های خاص فناوری و همچنین تأثیر منفی اقتصادی مرتبط با آن در بلندمدت شده است (Tayebi & Gomez, 2021). در کنار کشورهای توسعه‌یافته، کاهش تقاضای اجتماعی تحصیل در رشته‌های مهندسی در برخی کشورهای در حال توسعه، نظیر کشور هندوستان نیز مشاهده می‌شود. این موضوع به یک نگرانی جدی در بخش آموزش هند تبدیل شده است و نمی‌توان آن را تنها یک توصیف آماری در نظر گرفت. این روند نزولی، نشان‌دهنده تغییر قابل توجهی در ترجیحات آموزشی و آرزوهای شغلی در میان جوانان هندی است. قابل توجه آن که هند دارای بیشترین تعداد مهندس و همچنین بیشترین تعداد مؤسسات آموزشی مهندسی و زیرساخت‌های آن در جهان است (Thakur, 2021). کاهش تقاضای اجتماعی رشته‌های فنی- مهندسی در برخی کشورهای خاورمیانه

نیز مشاهده می‌شود که به عنوان نمونه می‌توان به عربستان سعودی اشاره کرد. در کشور عربستان سعودی، این تغییر روند را می‌توان تا حدی تابع تغییر پارادایم سیاست آموزش عالی در این کشور دانست. این کشور، تحول در آموزش عالی را به عنوان یکی از راهبردهایی در نظر گرفته است که زمینه‌ساز دستیابی به چشم‌انداز عربستان تا سال ۲۰۳۰ میلادی است. آموزش عالی کشور عربستان تا کنون محدود به ارائه آموزش‌ها در "علوم، فناوری، مهندسی، ریاضیات" بوده است. اما در راهبرد تغییر یافته، این کشور آموزش علوم انسانی و مطالعات بین‌رشته‌ای و کاربرد "علوم اجتماعی، هنر و علوم انسانی"<sup>۱</sup> را همراه با موضوعات فنی - مهندسی دنبال می‌کند. در واقع در این تحول، دانش‌آموختگی، با مهارت‌های استثنایی خلاقیت، ارتباط، تفکر انتقادی، حل مسئله، فناوری دیجیتال و رهبری در کنار دانش مهندسی دنبال می‌شود و این اعتقاد وجود دارد که نظامی آموزشی که به تنهایی بر ریاضیات، مهندسی و فناوری متکی است، در یک نقطه ضعف ذاتی قرار دارد، مگر با رشته‌های علوم اجتماعی، هنر و علوم انسانی در یک چارچوب مطالعاتی بین‌رشته‌ای و جامع ادغام شود (Ahmad, 2022). به منظور آن که تصویر دقیق‌تری از وضعیت دانشجویان مهندسی در کشورهای ذکر شده به دست آید، در جدول ۱ برخی شواهد آماری مرتبط آورده شده است. همچنین در جدول ۲ با بررسی عواملی که در پدیداری این روندهای نزولی در کشورهای منتخب نقش آفرین بوده‌اند، به برخی موارد مشترک اشاره شده است. در این جدول، موارد در قالب مؤلفه اصلی، عامل‌های زیرمجموعه هر مؤلفه و توضیحات مرتبط آورده شده است.

جدول ۱. برخی شواهد آماری از وضعیت دانشجویان مهندسی در کشورهای منتخب

نام کشور	برخی از شواهد وضعیت دانشجویان مهندسی در کشور مورد نظر
ایالات متحده آمریکا	در ایالات متحده بر اساس گزارش مرکز آموزش اسمیت سونیان <sup>۲</sup> ، تا پایان سال ۲۰۱۸ میلادی، ۲۴ میلیون موقعیت شغلی در حوزه‌های مهندسی، خالی خواهد ماند. این در حالی است که تعداد فارغ‌التحصیلان مهندسی در سطح کارشناسی در این کشور در اواسط دهه ۱۹۸۰ میلادی، حدود ۸۰۰۰۰ نفر در سال بود اما در پایان قرن بیستم، به نزدیک ۶۵۰۰۰ نفر در سال کاهش یافته است (Joppen, 2020).
آلمان	در کشور آلمان بیش از ۱۵۰۰۰۰ نفر، کمبود نیروی مهندسی در سال ۲۰۲۱ میلادی وجود داشته است. میزان ترک تحصیل در بین دانشجویان مهندسی برق در آلمان، ۵۰ درصد است (Electronica, 2022).
اسپانیا	در کشور اسپانیا طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ میلادی، ۸ درصد از جمعیت دانشجویانی کاسته شده است که در رشته‌های مهندسی و معماری در این کشور ثبت نام کرده‌اند. این کاهش قابل توجه بوده و به معنای از دست دادن ۱۰۰۰۰ دانشجوی ثبت نام شده بین سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۸ است (Tayebi & Gomez, 2021).
هندوستان	در کشور هند زیرساخت آموزش فنی شامل ۲۵۰۰ کالج مهندسی، ۱۴۰۰ پلی‌تکنیک و ۲۰۰ مدرسه برنامه‌ریزی و معماری است. اما در چند سال گذشته تعداد دانشجویان مهندسی در هند به

ادامه جدول ۱

نام کشور	برخی از شواهد وضعیت دانشجویان مهندسی در کشور مورد نظر
	<p>طور پیوسته کاهش داشته است، طوری که تعداد دانشجویان مهندسی از ۴ میلیون در سال ۲۰۱۷-۲۰۱۶، به ۳٫۶ میلیون دانشجوی در سال تحصیلی ۲۰۲۱-۲۰۲۰ رسیده است. علاوه بر این، صندلی‌های خالی در کالج‌های مهندسی در سال ۲۰۲۰ به ۴۵ درصد رسید. همچنین بر اساس گزارش ملی اشتغال در سال ۲۰۱۶، حدود ۸۰ درصد از مهندسان در هند بیکار بوده‌اند. شورای آموزش مهندسی کشور هند "قصد آن دارد که ۸۰۰ دانشکده مهندسی را در این کشور تعطیل کند. از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۸ بیش از ۴۱۰ دانشکده مهندسی تعطیل شده‌اند. به طور متوسط، حدود ۱۰۰ کالج مهندسی، هر ساله به دلیل عدم رعایت قوانین این شورا بسته می‌شوند. از جمله قوانین این شورا، آن است که کالژی که کمتر از ۳۰ درصد پذیرش را برای ۵ سال متوالی گزارش می‌کند و فاقد زیرساخت‌های لازم است، بسته خواهد شد (Thakur, 2021).</p>
عربستان سعودی	<p>در عربستان سعودی در حالی که در سال ۲۰۱۸/۱۹ درصد از فارغ‌التحصیلان دانشگاهی آن در رشته‌های فنی - مهندسی بوده‌اند در سال ۲۰۲۰ میلادی این سهم به ۸٫۴۷ درصد رسیده است (UNESCO, 2023).</p>

جدول ۲. علل مشترک کاهش تقاضای اجتماعی جوانان به تحصیل در رشته‌های مهندسی در کشورهای منتخب (Johnson, 2021), (Becker, 2010), (Tayebi & Gomez, 2021), (GEARUP, 2024)

مؤلفه اصلی	عامل زیرمجموعه	توضیحات
وضعیت آموزش مهندسی	دشوار بودن برنامه درسی	<p>برنامه درسی بسیار دشوار و کار سخت در دوره کارشناسی مهندسی گنجانده شده است. این برنامه‌ها معمولاً با دو سال ریاضیات و علوم دشوار، از جمله حساب دیفرانسیل و انتگرال، احتمالات و آمار، فیزیک و شیمی شروع می‌شود و اغلب توسط اعضای هیئت علمی بخش عمومی تدریس می‌شود که نمی‌توانند جذابیتی برای دانشجویان رشته‌های مهندسی ایجاد کنند.</p>
	فشرده و غیر قابل انعطاف بودن برنامه درسی	<p>اگر چه تعداد واحدهای مورد نیاز برای فارغ‌التحصیلی در رشته مهندسی کاهش یافته است، همچنان تعداد واحدها زیاد است. برنامه‌های چهارساله کارشناسی در دانشکده‌های مهندسی بسیار پیچیده است و معمولاً با پیش‌نیازهایی همراه است که انعطاف‌پذیری کمی برای برنامه‌های فردی یا گسترش تجارب ارائه می‌دهند.</p>
عوامل نهادی	برنامه درسی منسوخ شده	<p>اغلب متون دروس مهندسی قدیمی است و اصلاحات درسی کمی مطابق با خواسته‌های جدید جامعه و صنعت در آنها صورت گرفته است. برنامه درسی کارشناسی مهندسی، به یک مدرک عملی مرتبط با بازار کار تبدیل نشده است و بیشتر مبانی نظری برای دوره کارشناسی ارشد را فراهم می‌کند. علی‌رغم پیشرفت‌های سریع در فناوری و تغییر الزامات صنعت، برنامه درسی دوره‌های مهندسی برای چندین دهه، تا حد زیادی بدون تغییر باقی مانده است. این عدم ارتباط بین خروجی دانشگاه و نیازهای صنعت، آموزش مهندسی را قدیمی و کمتر مرتبط در بازار کار پویای امروزی کرده است.</p>
		<p>متغیرهای نهادی، مانند زیرساخت‌ها، منابع و خدمات ارائه شده به دانشجویان نیز حائز اهمیت است. برنامه‌ریزی نامناسب دوره تحصیلی، سطح بیش از حد بالای برنامه درسی در شروع دوره، برنامه درسی بیش از حد طولانی، امتحانات بسیار دشوار، عدم تعامل مؤثر با اساتید و آموزش‌های ضعیف، سبب عدم تمایل دانشجویان به انطباق با شرایط سخت برنامه مهندسی می‌شود.</p>

مؤلفه اصلی	عامل زیر مجموعه	توضیحات
آمادگی در دوران دبیرستان قبل از ورود به دانشگاه	عملکرد دانشگاهی	مطالعات نشان داده است، دانش آموزانی که در دبیرستان موفقیت کمتری داشته‌اند بیشتر در معرض ترک تحصیل مهندسی هستند. به طور کلی آمادگی تحصیلی تأثیر عمده‌ای بر روند تکمیل تحصیل دانشجویان مهندسی در دانشگاه داشته است. دلایل چنین فرسایشی، شامل عدم آمادگی در حساب دیفرانسیل، انتگرال و فیزیک، فشار ناشی از انتقال از محیط دبیرستان به دانشگاه و عدم علاقه به رشته انتخابی است.
انعکاس بی‌ثباتی بازار کار مهندسی توسط رسانه‌ها		همان‌طور که اغلب در رسانه‌ها مشاهده می‌شود، هاله‌ای از بی‌ثباتی در حرفه مهندسی از جمله شبیح بیکاری، منعکس می‌شود. دانشجویان رشته‌های مهندسی و خانواده‌هایشان چنین گزارش‌هایی را مشاهده می‌کنند و به دوری از تحصیل مهندسی و اشتغال در این حوزه متمایل می‌شوند.
فقدان فرصت‌های شغلی در رشته‌های اصلی مهندسی		یکی از محرک‌های اصلی کاهش ثبت‌نام در رشته‌های مهندسی، کمبود فرصت‌های شغلی در رشته‌های اصلی مهندسی، مانند عمران، مکانیک، و مهندسی الکترونیک و ارتباطات است. حتی در مورد رشته علوم رایانه، چشم‌انداز شغلی برای فارغ‌التحصیلان تازه‌وارد، شامل رکود قابل توجهی است. حوزه‌های نوظهور، مانند هوش مصنوعی، علم داده و بلاک چین، راه‌های شغلی امیدوارکننده‌تری را ارائه می‌کنند و دانشجویان را از دوره‌های سنتی مهندسی دور می‌کنند.
بازار کار مهندسی	نگاه کارفرمایان به مهندسان	در محیط فعلی شغلی، مهندسان اغلب توسط کارفرمایان به عنوان کالاتقی می‌شوند. زمانی که ترازنامه مالی سه‌ماهه مثبت نباشد، یا زمانی که فارغ‌التحصیلان جدید با مهارت‌های فنی دقیق‌تر با هزینه کمتر در دسترس باشند، همچنین زمانی که عملکرد آنها با هزینه کمتر به شرکت واگذار شود، احتمالاً از کار اخراج خواهند شد. این روند منجر به الگوهای استخدامی می‌شود که شامل موقعیت‌های متعدد با کارفرمایان مختلف می‌شود.
خروج مشاغل سنتی از مرزها		انواع مشاغلی که فارغ‌التحصیلان جدید مهندسی تا همین اواخر در آنها بودند، شامل موقعیت‌های پشتیبانی در عملیات فنی کارفرمایان بزرگ مهندسی در کشورهای توسعه‌یافته بود. این موارد در حال حاضر اغلب به مکان‌های خارج از مرزهای این کشورها انتقال یافته است، جایی که استعدادهای فنی خوب با هزینه بسیار کمتر در دسترس هستند. این روند می‌تواند منجر به فرصت‌های شغلی کمتر برای فارغ‌التحصیلان مهندسی سطح کارشناسی و پیشنهادات حقوق کمتر شود.
ارتباط محتوای آموزشی با نیاز جامعه و صنعت	یک‌طرفه بودن مطالعات مهندسی	شکایات در مورد یک‌طرفه بودن مطالعات مهندسی دارای سنت طولانی است. نظام آموزش مهندسی در ارتقای تخصص نظری کاملاً موفق بوده است، اما در برآوردن سایر الزامات شغلی که امروزه در بازار کار به شدت مورد نیاز است موفقیت‌های کمتری داشته است. از جمله الزامات مورد نیاز بازار کار می‌توان به توانایی کار گروهی، مهارت‌های رهبری، مهارت‌های ارتباطی، فنون کار و مهارت‌های زبان خارجی اشاره کرد.
ذهنیت جامعه نسبت به مهندسی	تغییر جایگاه مهندسی در جامعه	غییرنگرش جامعه نسبت به فناوری، تأثیر منفی بر وجهه مهندسان داشته است. به عنوان نمونه در یک نظرسنجی که در سال ۱۹۷۱ توسط جامعه‌شناس آلمانی بیوگن کوگون <sup>۱</sup> انجام شد، ۷۲ درصد از حدود ۲۵۰۰۰ مهندس پاسخگو با این جمله که «مهندسان شترهایی هستند که بازرگانان و سیاستمداران بر آن سوار می‌شوند» با ناراحتی موافق بودند. این وضعیت به طور قابل توجهی تداوم داشته است.

ادامه جدول ۲

مؤلفه اصلی	عامل زیر مجموعه	توضیحات
		تعلی رغم این واقعیت که فناوری اکنون در همه جا حاضر است و کاربران جوان مجذوب آن هستند اما این به معنای احترام زیاد برای حرفه‌ای نیست که همه این تحولات را ایجاد می‌کند و شکاف بزرگی بین ادراک مثبت مهندسان از خود و دیدگاه بیرونی وجود دارد.
	تغییر نقش فناوری و مهندسان	نیمه دوم قرن نوزدهم، عصر مهندسان بود، با چهره‌های پیشگامی مانند ادیسون و زمینس که در این دوره پیشرفت‌های بسیاری را در حوزه مهندسی رقم زدند. مهندسی در این دوره پیشرفت را برای همه به ارمغان آورد؛ راه آهن، برق، روشنایی، موتور، اتومبیل، کشتی‌های بخار، ارتباطات رادیویی، اشعه ایکس، تلفن، هواپیما و انبوهی از اختراعات دیگر. با این حال از شروع دهه ۱۹۷۰ میلادی واکنشی علیه علوم و فناوری آغاز شده است که بخش عمده آن ناشی از عدم شفافیت فزاینده فناوری‌های مدرن و ظهور جنبش محیط زیست است. این موضوع به طور قابل توجهی به شهرت مهندسان لطمه وارد کرده است، زیرا پیوند واضح بین فناوری‌های جدید و معیارهای زندگی بهتر مبهم شده است و این موضوع بر گرایش جوانان به انتخاب مشاغل مهندسی تأثیر قابل توجهی گذاشته است.
	کاهش ارزش مدرک مهندسی	این تصور که مدرک مهندسی از دانشگاه، تضمین‌کننده یک شغل امن و پرسود است، به طور فزاینده‌ای به چالش کشیده شده است. شرکت‌های فناور اکنون تأکید بیشتری بر تخصص و صلاحیت‌های پیشرفته دارند. در نتیجه، تنها داشتن مدرک مهندسی برای به دست آوردن شغل در بخش IT کفایت نمی‌کند. کارفرمایان به دنبال داوطلبانی هستند که دارای مدرک تحصیلات تکمیلی یا گواهینامه‌های تخصصی باشند که این موارد نشان دهنده تغییر در تقاضای بازار کار است.
	تغییر خواسته‌های جوانان	در تحقیقی که از ابزار پیمایش برای کسب نظرات جوانان آلمانی در خصوص شغل مطلوبشان در قیاس با مشاغل مهندسی برگزار شد، نتیجه آن بود که از نظر آنان شغل ایده‌آل آنها باید نسبت به مشاغل مهندسی، ایمنی بیشتر، چشم‌انداز شغلی بهتر، حقوق بالاتر، استقلال بیشتر در کار، امکان یادگیری چیزهای جدید بیشتر، توازن در کار و زندگی، کار گروهی بیشتر و ویژگی چندوجهی را داشته باشد.
اولویت جوانان در اشتغال	انگیزه	علاقه به آنچه که دانشجویان مهندسی باید مطالعه کنند و پیش‌بینی فرصت‌های حرفه‌ای آینده در انگیزه دانشجویان به ادامه تحصیل رشته مهندسی در دانشگاه مؤثر است. همچنین انگیزه‌های درونی (خودکارآمدی، تمایل به بهبود، احساس موفقیت و اعتماد به نفس) قوی‌ترین عاملی است که بر ادامه تحصیل مهندسی در دانشگاه تأثیر می‌گذارد.
	تنوع در انتخاب‌های شغلی	برخلاف گذشته که مهندسی اغلب به عنوان مسیر شغلی پیش فرض برای دانشجویان در نظر گرفته می‌شد، تنوع قابل توجهی در انتخاب‌های آموزشی و شغلی به وجود آمده است. دوره‌های مدیریت، حقوق و علوم شاهد افزایش ثبت نام هستند که منعکس‌کننده تغییر گسترده‌تری در درک اجتماعی از موفقیت است. با تکامل اقتصاد جهانی، فرصت‌ها در زمینه‌های مختلف در حال گسترش است و دانشجویان را قادر می‌سازد تا علایق خود را فراتر از رشته‌های مهندسی دنبال کنند.
هزینه‌های بالای تحصیل مهندسی	ملاحظات مالی	تحصیل در رشته مهندسی به طور فزاینده‌ای گران شده است و کالج‌های خصوصی هزینه‌های گزافی را دریافت می‌کنند. در عین حال بازگشت سرمایه برای آموزش مهندسی نیز کاهش یافته است و جذابیت آن را به ویژه برای جوانان خانواده‌های کم‌درآمد و متوسط کمتر کرده است. در نتیجه، بسیاری از جوانان برنامه‌های مقرون به صرفه‌تری را انتخاب می‌کنند یا در دوره‌های افزایش مهارت سرمایه‌گذاری می‌کنند که چشم‌اندازهای بهتری برای اشتغال ارائه می‌دهد.

با توجه به آنچه تشریح شد، پدیده کاهش جذابیت تحصیل در رشته‌های مهندسی یا به عبارتی کاهش تقاضای اجتماعی تحصیلی در این رشته‌ها، در کشورهای متعددی مشاهده می‌شود و علل مختلفی در شکل‌گیری این پدیده نقش‌آفرین بوده است. اما از جمله موارد مشترک تغییراتی است که در "آموزش مهندسی" با توجه به تحولات جهانی و تغییرات نیاز بازار کار و انتظارات جامعه به وقوع پیوسته است. این امر سبب شده است، نقش‌های مورد انتظار از مهندسان بسیار متفاوت‌تر از نقش‌هایی باشد که آنها در قرن بیستم ایفا می‌نمودند. فارغ‌التحصیلان جدید بایستی به مهارت‌هایی علاوه بر دانش تخصصی مجهز شوند. در ادامه توضیحاتی در این خصوص ارائه شده است که به درک جدید فضای آموزش مهندسی و انتظارات از فارغ‌التحصیلان مهندسی کمک می‌نماید.

## ۲-۱. جهان آینده و تحولات آموزش مهندسی

سه نیروی محرک همگرا، ما را به دنیایی پر از "نوسان، عدم قطعیت، پیچیدگی و ابهام یعنی دنیای ووکا" سوق می‌دهند. این نیروها شامل (۱) جهانی شدن و دیجیتالی شدن، (۲) افقی شدن جهان اجتماعی-اقتصادی و (۳) آمیختگی فنی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی هستند. نیروهای ذکر شده بر روی فناوری، تجارت، نظام‌های سازمانی و اجتماعی تأثیر می‌گذارند و جهانی که نسل‌های آینده دانشجویان در آن تحصیل کرده و فارغ‌التحصیلان در آن کار می‌کنند را تغییر می‌دهند (Kamp, 2016). دنیای ووکا نامشخص، پیچیده و پیوسته در حال تغییر است، لذا دانشگاه‌ها باید در خصوص نقش خود در آموزش مهندسی و قابلیت‌های حرفه‌ای مرتبط تجدید نظر کنند و مهندسانی را برای انجام امور در دنیای جدید آموزش دهند. تا سال ۲۰۴۰ میلادی، دانشجویان امروزی نیمی از مسیر حرفه‌ای خود را طی خواهند کرد و به عنوان متخصص، یکپارچه‌کننده و مبتکر ایده‌ها و فناوری‌ها در بخش عمومی، خصوصی و دانشگاهی فعالیت خواهند کرد. آنها به قابلیت‌ها و ذهنیتی فراتر از تخصص فنی برای پیوند رشته‌ها و بخش‌های صنعتی نیاز دارند. بسیاری از وظایف مهندسی و برنامه‌های درسی در آموزش مهندسی، همچنان بر شیوه‌های قرن گذشته متمرکز هستند، در حالی که آنها در قرن بیستم منطقی بودند اما مهندسان امروز فراخوانده می‌شوند تا تعداد فزاینده‌ای از امور را انجام دهند و با متخصصان حوزه‌های مختلف درگیر شوند. آنها فناوری‌های جدید زیادی تولید می‌کنند که جهان را تغییر خواهد داد. اما این تغییر تنها زمانی رخ می‌دهد که مردم فناوری‌های جدید را بپذیرند. بنابراین مهندسان همچنین باید بتوانند بر همکاران، مشتریان و مدیران کسب و کار خود تأثیر بگذارند و در طول سال‌های تحصیل، خود به یک نگرش کارآفرینانه مجهز شوند. انعکاس این دیدگاه‌ها در آموزش مهندسی، نیاز روزافزون به آموزش مهارت‌های خلاقیت و نوآوری و یک محیط یادگیری را نشان

می‌دهد که در آن تفکر واگرا، تولید ایده و تفسیرهای ذهنی تشویق می‌شود. این موارد باید مکمل و تا حدی جایگزین سبک‌ها و مهارت‌هایی باشد که به طور سنتی با مهندسی مرتبط بوده‌اند (مانند تفکر انتزاعی، تمرکز بر پاسخ‌های دقیق و تمایل به عینیت). مهندسی در واقع عمل اجتماعی تصور، طراحی، پیاده‌سازی، تولید و نگهداری محصولات، فرایندها یا نظام‌های پیچیده فناورانه است. اما بسیاری از چالش‌های اجتماعی و مهندسی آنقدر پیچیده و چندبعدی شده‌اند که نمی‌توان آنها را تنها با کلید قدیمی علوم و فناوری باز کرد. نظام‌های پیچیده نه تنها مستلزم یک پایه محکم در ریاضیات و علوم طبیعی است، بلکه به درک ماهیت رفتار و کنش‌های انسانی نیز نیاز دارد. مهارت‌های مهندس در دنیای جدید به وضوح باید فراتر از حوزه فنی باشد و این امر از الزامات است که دانشگاه‌های فنی، توانایی و تمایل برای تطبیق تغییرات سریع در نظام آموزشی خود داشته باشند. اما در واقعیت، بسیاری از دانشگاه‌های رشته‌محور امروزی برای جهان پیش رو آماده نیستند و با آموزش حل مسائل پیچیده، چندرشته‌ای و تمرین‌محور به دانشجویان سازگار نیستند. این در حالی است که دانشجویان مهندسی باید طوری پرورش یابند که با راه‌حل‌های خلاقانه خود، تفاوتی در جهان ایجاد کنند. هدف باید آن باشد که به دانشجویان مهندسی کمک شود تا در مورد تصویر بزرگ‌تر فکر نموده و درک کنند چگونه زمینه‌های اجتماعی، فرهنگی و تاریخی بر اهداف، فرایند و نتیجه کار تحقیقاتی یا طراحی آنها تأثیر می‌گذارد و کار آنها تحت تأثیر روندهای جهانی و اجتماعی قرار می‌گیرد. به عبارتی مهندسی دیگر در خلاء و جدا از جامعه عمل نمی‌کند. دستیابی به قابلیت‌های ارتباطی، خلاقانه و بین‌رشته‌ای و انعطاف‌پذیری، اهمیت فزاینده‌ای برای دانشجویان مهندسی پیدا می‌کند. دانشجویانی که جهان را از دریچه چنین مشکلات و راه‌حل‌های زمینه‌ای می‌بینند، درک خود را از دستاوردهای مهندسی عمیق‌تر می‌کنند و فراتر از مرزهای رشته‌ای عمل می‌کنند و همچنین استادان نیز از شیوه‌های تدریس معمولی و سخنرانی‌محور دور می‌شوند (Daun, 2022). با مرور آنچه در مورد فضای جدید آموزش مهندسی توضیح داده شد نقش‌های جدید مهندسی را می‌توان موارد زیر برشمرد:

۱. دانشجویان مهندسی باید به عنوان متخصصانی پرورش یابند تا ضمن آن که از تخصص رشته‌ای خود بهره می‌برند و آن را ارتقا می‌دهند، بتوانند با پیشرفت‌های فناوری در یک رشته یا رشته‌های دیگر نیز ارتباط برقرار نمایند.
۲. آنها باید بتوانند به یکپارچه‌ساز تبدیل شوند تا در یک محیط پیچیده، مرزهای فنی یا سازمانی را ترکیب، عملیاتی و مدیریت کنند.
۳. فارغ‌التحصیلان مهندسی باید بتوانند نقش عامل تغییر را به عهده بگیرند، به این معنی که آنها باید برای ارائه خلاقیت، نوآوری و رهبری مورد نیاز برای هدایت تحقیقات و صنعت به سمت موفقیت آینده آماده باشند. در طول تحصیل، آنها باید بیاموزند که چگونه علم و مهندسی را به نیازهای جامعه پیوند دهند. اکثر مهندسان امروزی در صنعت و مؤسسات تحقیقاتی کار می‌کنند و به ندرت

با افرادی تعامل دارند که مستقیماً از محصولات یا خدمات آنها سود می‌برند (برخلاف پزشکان، وکلا و معلمان). این امر سبب می‌شود عموم مردم، حتی فارغ‌التحصیلان مهندسی آینده، در مورد آنچه اکثر مهندسان انجام می‌دهند بیگانه و ناآشنا باشند.

۴. مهندسين نه تنها باید در رشته خود آموزش ببینند بلکه باید به قابلیت‌هایی مانند خودتنظیمی، مدیریت روابط، خودآگاهی، همدلی، هوش هیجانی و اجتماعی، هم در سطح حرفه‌ای و هم در سطح شخصی، مجهز شوند. فارغ‌التحصیلان مهندسی باید قادر به نشان دادن رهبری باشند، در عین حال انعطاف‌پذیر باشند و به مسائل اخلاقی توجه داشته باشند تا بتوانند به طور مشترک کار کنند و خلاقانه فکر و طراحی کنند. آنها باید یاد بگیرند که چگونه با مردم ارتباط برقرار کنند. این الزامات به خودی خود جدید نیستند اما اهمیت آنها، از نظر شرکت‌های استخدام‌کننده نیز در حال تغییر است. امروزه دلایل موفقیت مهندسين در مشاغل فقط تا حدی به دانش رشته‌ای و تخصصی آنها گره خورده است، عوامل دیگر مانند جاه‌طلبی، خلاقیت، صبر، پشتکار، گرایش بین‌المللی و هوش اجتماعی حداقل به اندازه یک مدرک مهندسی اهمیت پیدا کرده است (Moy & Reed, 2020).

کسب مدرک مهندسی دانشگاهی همچنان می‌تواند به عنوان یک سرمایه‌گذاری مناسب برای اشتغال تلقی شود، با این حال تغییر بخش‌های عمده برنامه‌های درسی آن، همچنین تغییر رویکردها و بینش‌های جدید برای پاسخگویی به تقاضای فزاینده برای نسل جدیدی از مهندسان اجتناب‌ناپذیر به نظر می‌رسد. تفاوت‌های آموزش مهندسی در قرن بیستم و بیست‌ویکم در جدول ۳ آورده شده است (Kamp, 2016).

جدول ۳. تفاوت‌های آموزش مهندسی در قرن بیستم و بیست‌ویکم (Kamp, 2016)

ویژگی‌های قرن بیستم	تأکید بر تغییر به سمت در قرن بیست‌ویکم
تفکر تک‌رشته‌ای	تفکر نظامی چندرشته‌ای و میان‌رشته‌ای
تقلیل‌گرایی	یکپارچه‌سازی
تحلیلی	به هم پیوسته
یادگیری انتزاعی	یادگیری تجربی
توسعه نظم	پیوسته کردن آشفتگی‌ها و تاب‌آوری
میانی علمی-فناورانه	عامل انسانی، هوشیاری تجاری
تفکر همگرا	خلاقیت
درک یقین‌گرا	مدیریت ابهام و خطا
حل منطقی مسائل	حل مشکلات پیچیده
استقلال	همکاری
متخصصین باتجربه	اشتغال‌پذیری و یادگیری مادام‌العمر

### ۳. روش تحقیق

چنان که در بخش مقدمه و بیان مسئله توضیح داده شد، این مقاله دو هدف اصلی را دنبال می‌کند:

۱. ارائه شواهد آماری با هدف توصیف وضعیت نزولی تقاضای اجتماعی در رشته‌های فنی-مهندسی در کشور

۲. فراتحلیل مطالعات پیشین انجام‌گرفته در خصوص کاهش تقاضای اجتماعی تحصیل در رشته‌های فنی-مهندسی در کشور

به منظور تحقق هدف اول که ارائه شواهد آماری و توصیف وضعیت تقاضای اجتماعی تحصیل در رشته‌های فنی-مهندسی است، از روش تحلیل ثانویه داده‌ها بهره‌گرفته شده است. داده‌ها و اطلاعات اصلی مورد تحلیل، برگرفته از گزارش‌های مؤسسه پژوهش و برنامه‌ریزی آموزش عالی ایران در مورد وضعیت دانشجویان و فارغ‌التحصیلان در شش رشته مهندسی، شامل برق، عمران، مکانیک، رایانه، شیمی و معماری در تمامی گرایش‌ها و تمامی مقاطع تحصیلی از سال ۱۳۶۸ تا ۱۴۰۰ بوده که به صورت اختصاصی برای این مطالعه تهیه شده است. به علاوه، آمار و اطلاعات منتشرشده در سایر انتشارات این مؤسسه، از جمله داده‌های منتشرشده در کتاب‌های «شصت سال آموزش عالی؛ تحقیقات و فناوری» (تألیف دکتر یعقوب انتظاری) و «آمار آموزش عالی ایران در سال‌های مختلف» (تألیف گروه پژوهش‌های آماری و فناوری اطلاعات) نیز مورد استفاده قرار گرفته است. جامعه آماری این پژوهش، شامل دانشجویان کلیه مؤسسات آموزش عالی کشور، مورد تأیید شورای گسترش وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی بوده است.

هدف دوم تحقیق، پاسخ به چرایی این وضعیت و تحلیل دلایل اجتماعی این پدیده، بیان پیامدها و راهبردهای کنش جوانان کشور در مواجهه با شرایط به وجود آمده بوده است. در این خصوص، با توجه به وجود مقالات، کتب و گزارشات تحلیلی کافی، از روش تحقیق فراتحلیل کیفی<sup>۱</sup> کمک گرفته شده است. بدین ترتیب، با یکپارچه کردن و ترکیب یافته‌های پژوهش‌های پیشین، نتایج آنها در قالب جدیدی مفهوم‌سازی و تفسیر شده است. روش جمع‌آوری داده‌ها در این بخش، نمونه‌گیری هدفمند و مبتنی بر سؤال و اهداف این پژوهش بوده است. بر این اساس، ۱۰ مقاله که همگی در فاصله سال‌های ۱۴۰۲-۱۳۹۷ در فصلنامه آموزش مهندسی منتشر شده بودند، کتاب «جنبش ناراضیان» که برآمده از پژوهشی در خصوص جریان مهاجرت نخبگان از رشته‌های فنی-مهندسی و پایه به علوم انسانی است و گزارش رصدخانه مهاجرت ایران (سالنامه ۱۴۰۱) را به عنوان منابع مرتبط با هدف تحقیق انتخاب کرده‌ایم. جدول ۴ فهرست این منابع را نشان می‌دهد.

برای تحلیل این منابع، از روش تحلیل مضمونی<sup>۲</sup> استفاده شده است و با کدگذاری‌های

1- Secondary Data Analysis

2- Qualitative Meta-Analysis

3- Thematic Analysis

چندمرحله‌ای، مفاهیم و مقولات استخراج شده، تحت عنوان چهار مؤلفه اصلی «علل»، «پیامدها»، «راهبردهای کنش» و «اثرات میان مدت و بلندمدت» آورده شده است.

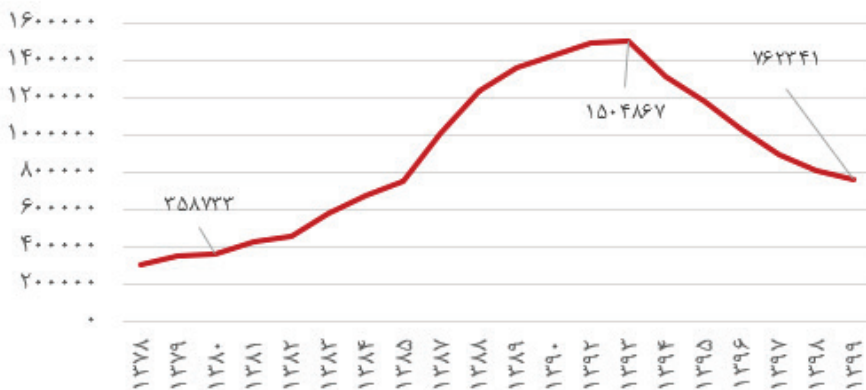
جدول ۴. فهرست منابع مورد استفاده برای تحلیل مضمونی در این پژوهش

محل چاپ	سال چاپ	عنوان	نویسنده (گان)
فصلنامه آموزش مهندسی ایران	۱۳۹۹	بررسی کاهش قابل ملاحظه داوطلبان رشته‌های مهندسی	جبه دار مارالائی، پرویز
فصلنامه آموزش مهندسی ایران	۱۳۹۹	بررسی علل بی‌انگیزگی دانشجویان مهندسی	معماریان، حسین؛ آزاده معماریان و عماد محصل افشار
فصلنامه آموزش مهندسی ایران	۱۳۹۷	بررسی چالش‌های برنامه درسی رشته مهندسی برق به منظور بازنگری و نوسازی	بحری گمیچی، کبری؛ مریم سامری و جواد عبدلی سلطان احمدی
فصلنامه آموزش مهندسی ایران	۱۴۰۲	شناسایی اولویت‌بندی عوامل اثرگذاری کاهش داوطلبان رشته‌های مهندسی از دیدگاه دانش‌آموزان پایه دوازدهم (مطالعه موردی: شهرستان زاهدان).	شهرکی، محمدرضا و فائزه میرشکاری
فصلنامه آموزش مهندسی ایران	۱۴۰۰	تحلیل وضعیت موجود و شناسایی رویکرد بدیل محیط‌های یادگیری کارآموزی در برنامه‌های درسی مهندسی (دانشگاه فردوسی مشهد)	محمدرزاده قصر، اعظم؛ مرتضی کرمی و حسین جعفری نانی
فصلنامه آموزش مهندسی ایران	۱۳۹۸	عوامل مؤثر بر فرسودگی تحصیلی: مقایسه‌ای بین دانشجویان فنی و مهندسی با سایر دانشجویان	حسینی لرگانی، مریم
فصلنامه آموزش مهندسی ایران	۱۴۰۲	بحران کاهش تقاضا در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات در نظام دانشگاهی ایران: شناسایی راهکارها	نظرزاده زارع، محسن
فصلنامه آموزش مهندسی ایران	۱۴۰۲	چالش‌های آموزش عالی در رشته‌های مهندسی. فصلنامه آموزش مهندسی ایران	فیض، جواد
فصلنامه آموزش مهندسی ایران	۱۴۰۲	دغدغه کیفیت در آموزش مهندسی ایران زمینه‌کاوی تاریخی با تأکید بر فهم منطق ظهور کیفیت در این نوع آموزش در کشور	فراستخواه، مقصود
فصلنامه آموزش مهندسی ایران	۱۴۰۲	کیفیت آموزش مهندسی از دیدگاه تحلیل محتوای مقاله‌های منتشر شده در فصلنامه آموزش مهندسی ایران	خدایی، ابراهیم، کیخا، احمد، و صادقی‌نیا، زهره
نشر آرما	۱۳۹۸	جنبش ناراضیان؛ جامعه‌شناسی جریان مهاجرت نخبگان از رشته‌های فنی- مهندسی و پایه به علوم انسانی	بادامچی، محمد حسین و محمد قائم‌خانی
پژوهشکده سیاست‌گذاری دانشگاه صنعتی شریف	۱۴۰۲	سالنامه مهاجرتی ایران (۱۴۰۱)	رصدخانه مهاجرت ایران

#### ۴. یافته‌های اصلی

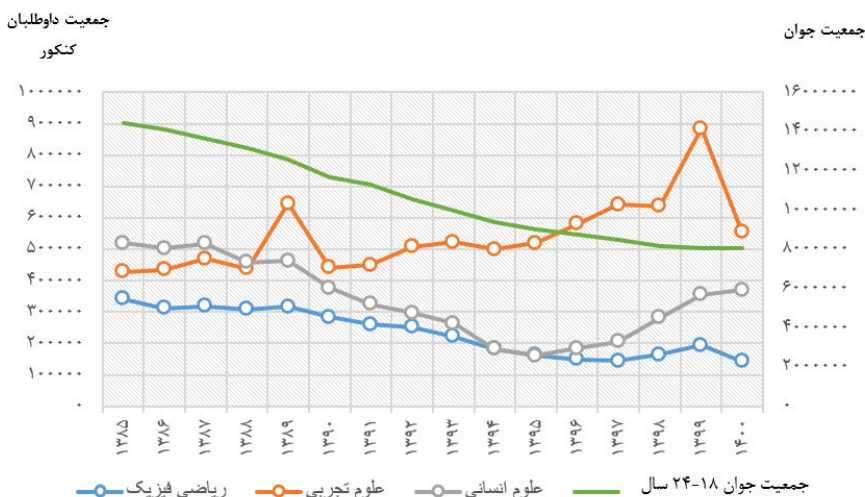
با توجه به آنچه در روش تحقیق توضیح داده شد یافته‌های این تحقیق در دو بخش (۱) توصیف تقاضای اجتماعی تحصیل در رشته‌های فنی- مهندسی در ایران و (۲) علل شکل‌گیری پدیده، همچنین پیامدها و راهبردهای کنش جوانان ارائه خواهد شد.

۴-۱. توصیف تقاضای اجتماعی تحصیل در رشته‌های فنی- مهندسی در ایران  
ایران یکی از کشورهایی است که طی سالیان گذشته با پدیده کاهش تقاضای اجتماعی تحصیل در رشته‌های مهندسی مواجه شده است. مطابق شکل ۱، با ورود به دهه هشتاد هجری شمسی، تعداد دانشجویان رشته‌های مهندسی در ایران با شیب زیادی افزایش یافته است. طوری که در سال ۱۳۸۰، تعداد دانشجویان مهندسی ۳۵۸۷۲۳ نفر بوده است و در سال ۱۳۹۳، این تعداد به ۱۵۰۴۸۶۷ دانشجوی رسیده است. اما از سال ۱۳۹۳ به بعد بر خلاف سال‌های پیشین، روند نزولی با شیب زیاد در جمعیت دانشجویان مهندسی کشور ملاحظه می‌شود. البته با توجه به اینکه روند کاهشی جمعیت دانشجویان فنی- مهندسی در کشور با کاهش جمعیت جوان کشور همراه بوده است، عده‌ای، علت اصلی این پدیده را به کاهش جمعیت جوان کشور نسبت می‌دهند. اما طبق شواهدی که در ادامه ارائه می‌شود، مشخص می‌شود ضمن آن که عامل جمعیت را باید در بررسی تقاضای اجتماعی تحصیل رشته‌های مهندسی در کشور لحاظ کرد اما نمی‌توان آن را تنها عامل اثرگذار دانست و باید تحلیل‌های دقیق‌تری در خصوص چرایی آن انجام بگیرد.



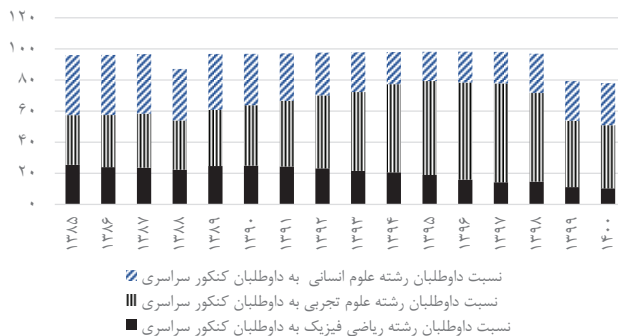
شکل ۱. روند دانشجویان فنی- مهندسی در کشور (Niroo Research Institute, 2024)

۴-۱-۱. وضعیت داوطلبان کنکور سراسری در گروه ریاضی فیزیک در شکل ۲ وضعیت داوطلبان کنکور در سراسری در سه گروه ریاضی فیزیک، علوم تجربی و علوم انسانی آورده شده است. همچنین روند جمعیت جوان ۱۸-۲۴ ساله کشور که بیشترین تعداد داوطلبان کنکور سراسری در این گروه جمعیتی هستند با خط تیره در این شکل مشخص شده است. مطابق شکل ۲، روند تغییرات جمعیت داوطلبان کنکور علوم تجربی با تغییرات جمعیت جوان در تطابق نیست. یعنی با این که ما شاهد روند نزولی جمعیت جوان کشور از سال ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۰ هستیم اما داوطلبان کنکور گروه علوم تجربی، در اکثر این سال‌ها روند افزایشی داشته‌اند. در گروه علوم انسانی نیز هر چند تا سال ۱۳۹۶، به نظر می‌رسد روند تغییرات جمعیت داوطلبان کنکور سراسری در این گروه تحصیلی، مطابق روند تغییرات جمعیت جوان است اما از این سال به بعد تغییرات این دو متغیر عکس هم شده است یعنی علی‌رغم کاهش شدن جمعیت جوان، تعداد علاقمندان کنکور گروه علوم انسانی افزایش یافته است. در مقابل، تغییرات جمعیت داوطلبان کنکور گروه ریاضی فیزیک و جمعیت جوان ۱۸-۲۴ ساله کشور همسو به نظر می‌رسد اما با توجه به نتایج به دست آمده در گروه علوم تجربی و علوم انسانی، نمی‌توان این نتیجه‌گیری کلی را بیان کرد که علت روند نزولی داوطلبان کنکور گروه ریاضی فیزیک، تنها عامل جمعیت بوده است چنان که در دو گروه علوم تجربی و در سال‌های اخیر علوم انسانی، روندها عکس تغییرات جمعیت جوان کشور رخ داده است.

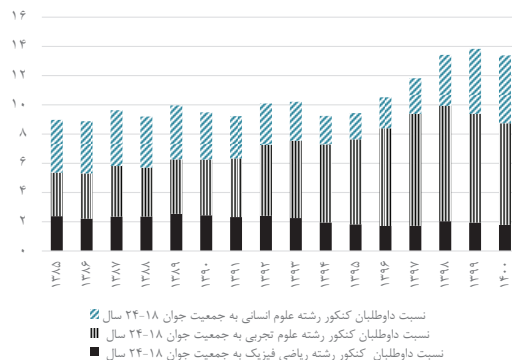


شکل ۲. رابطه جمعیت جوان ۱۸-۲۴ سال با جمعیت داوطلبان کنکور سراسری به تفکیک گروه‌های تحصیلی (Niroo Research Institute, 2024)

به منظور قیاس وضعیت داوطلبان کنکور سراسری در این سه گروه تحصیلی، مناسب است به شکل های ۳ و ۴ توجه شود. در شکل ۳، جمعیت داوطلبان کنکور سراسری در هر سال در هر یک از سه گروه تحصیلی منتخب بر تعداد کل داوطلبان کنکور سراسری در آن سال تقسیم شده است و به این ترتیب نمودار سهم حاصل شده است. در شکل ۴ نیز تعداد داوطلبان کنکور سراسری در هر یک از سه گروه تحصیلی مورد نظر در هر سال بر تعداد جمعیت جوان ۱۸-۲۴ کشور در آن سال تقسیم شده است. مطابق شکل ها، هر چقدر به سال های اخیر نزدیک می شویم درصد کمتری از داوطلبان کنکور سراسری و همچنین درصد کمتری از جمعیت جوان کشور علاقه مند به شرکت در کنکور گروه ریاضی فیزیک شده اند در حالی که در گروه علوم تجربی با گذشت سال ها، سهم داوطلبان افزایش یافته است و در سال های اخیر در گروه علوم انسانی نیز روند افزایشی حاکم شده است. لذا نتیجه آن که علی رغم کاهش بودن روند جمعیت جوان ۱۸-۲۴ ساله کشور، هر سال درصد کمتری از جوانان، علاقه مند به شرکت در کنکور گروه ریاضی فیزیک شده اند.

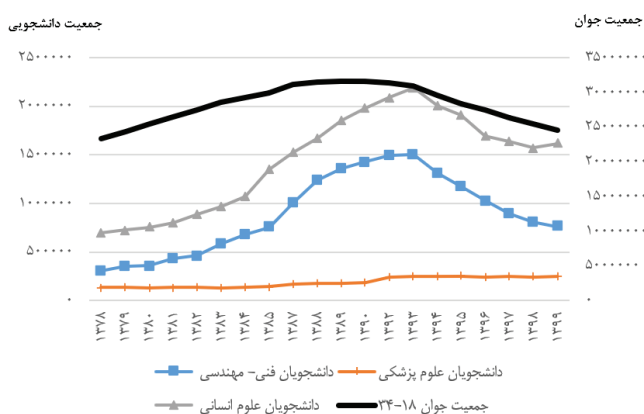


شکل ۳. سهم داوطلبان کنکور سراسری در هر یک از گروه های تحصیلی سه گانه نسبت به تعداد کل داوطلبان کنکور سراسری در هر سال (Niroo Research Institute, 2024)



شکل ۴. سهم داوطلبان کنکور سراسری در هر یک از گروه های تحصیلی سه گانه نسبت به جمعیت جوان ۱۸-۲۴ سال کشور در هر سال (Niroo Research Institute, 2024)

۴-۱-۲. کاهش جمعیت دانشجویی کشور در رشته‌های فنی- مهندسی در شکل ۵، جمعیت دانشجویی کشور در رشته‌های فنی- مهندسی، علوم پزشکی و علوم انسانی در کنار روند جمعیت جوان کشور ترسیم شده است. با توجه به این که مقطع دانشگاه، دوره‌های کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری را پوشش می‌دهد لذا جمعیت جوان در رده سنی ۱۸ تا ۳۴ سال در نظر گرفته شده است. مطابق شکل ۵، جمعیت دانشجویی در رشته‌های علوم پزشکی به خصوص از سال ۱۳۹۰ به بعد با شیب ملایمی روند افزایشی داشته است، این در حالی است که از سال ۱۳۹۲ به بعد، روند نزولی در جمعیت جوان ۱۸ تا ۳۴ ساله کشور رخ داده است. همچنین در گروه علوم انسانی نیز از سال ۱۳۹۸ به بعد جمعیت دانشجویی مرتبط با آن روند افزایشی داشته است، در حالی که جمعیت جوان ۱۸-۳۴ ساله کشور نزولی بوده است. به نظر می‌رسد که روند جمعیت دانشجویی در رشته‌های فنی- مهندسی با تغییرات جمعیت جوان کشور هم‌راستا بوده است. در اینجا نیز نمی‌توان این نتیجه‌گیری کلی را ارائه کرد که تغییرات جمعیت دانشجویی کشور تابعی صرف از تغییرات جمعیت جوان کشور است چون عکس گروه فنی- مهندسی در رابطه جمعیت دانشجویان رشته‌های علوم پزشکی و در سال‌های اخیر دانشجویان علوم انسانی با جمعیت جوان کشور ملاحظه شد.

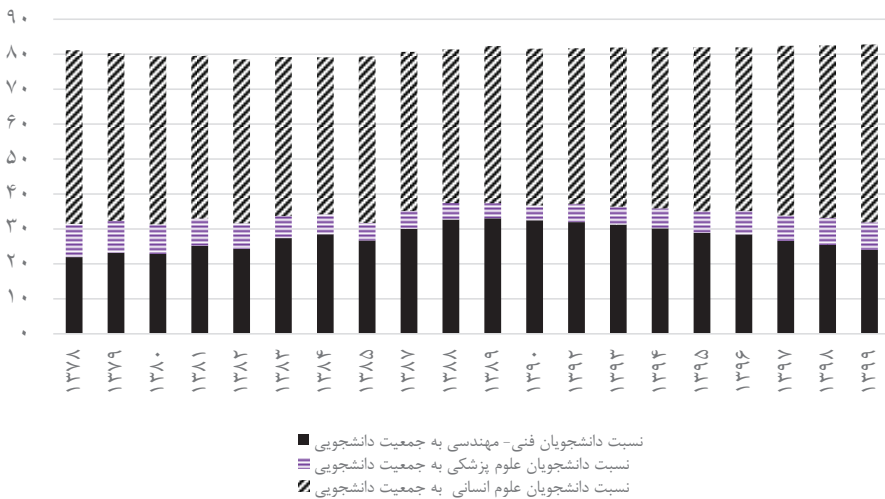


شکل ۵. رابطه جمعیت جوان ۱۸-۳۴ سال کشور با جمعیت دانشجویی کشور به تفکیک گروه‌های تحصیلی (Niroo Research Institute, 2024)

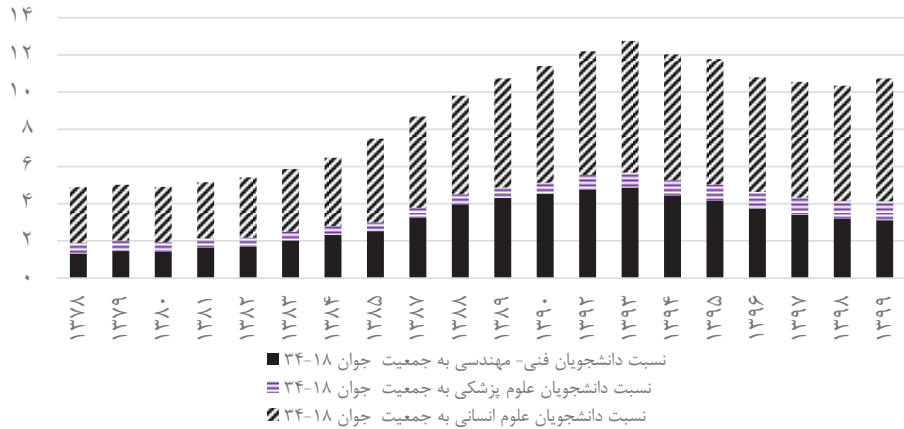
در این بخش نیز به منظور آن که درک دقیق‌تری از وضعیت حاصل شود، شکل‌های ۶ و ۷ ترسیم شده است. در شکل ۶ جمعیت دانشجویان کشور در هر یک از سه گروه تحصیلی منتخب در هر سال به کل جمعیت دانشجویی کشور در آن سال تقسیم شده است. در شکل ۷ نیز جمعیت دانشجویی در سه گروه تحصیلی منتخب به جمعیت جوان ۱۸-۳۴ ساله کشور در آن سال تقسیم شده است و به این ترتیب نمودارهای سهم به دست آمده است. مطابق آنچه در شکل ۶ ملاحظه می‌شود تا سال

۱۳۸۹، سهم دانشجویان رشته‌های فنی- مهندسی از کل جمعیت دانشجویی در هر سال نسبت به سال قبل افزایش پیدا کرده است اما از این سال به بعد، این روند نزولی شده است، یعنی درصد کمتری از جمعیت دانشجویی کشور در طی دهه نود متمایل به تحصیل در رشته‌های فنی- مهندسی بوده‌اند. این امر در نمودار سهم جمعیت دانشجویان فنی- مهندسی از جمعیت جوان ۱۸-۳۴ ساله کشور نیز برقرار بوده است. یعنی مطابق شکل ۷، درصد جمعیت جوان ۱۸-۲۴ ساله کشور که علاقه‌مند به تحصیل در رشته‌های فنی- مهندسی بوده‌اند، طی دهه نود روند نزولی پیدا کرده است. در مقابل سهم دانشجویان رشته‌های علوم پزشکی و علوم انسانی از جمعیت دانشجویی در هر سال تا سال ۱۳۸۸ نزولی بوده است اما از آن سال به بعد معکوس شده است. در خصوص سهم جمعیت دانشجویی رشته‌های علوم پزشکی و علوم انسانی نسبت به جمعیت جوان ۱۸-۳۴ ساله کشور در هر سال نیز روندها مطابق جمعیت دانشجویی است.

به این ترتیب هر چند عامل جمعیت می‌تواند به عنوان یک متغیر اثرگذار در تبیین روند نزولی دانشجویان رشته‌های فنی- مهندسی لحاظ شود اما نتایج نشان‌دهنده آن است که از سال ۱۳۸۹ به بعد، علی‌رغم کاهش شدن جمعیت ۱۸-۳۴ ساله کشور، درصد کمتری از آنها علاقه‌مند به تحصیل در رشته‌های فنی- مهندسی شده‌اند.

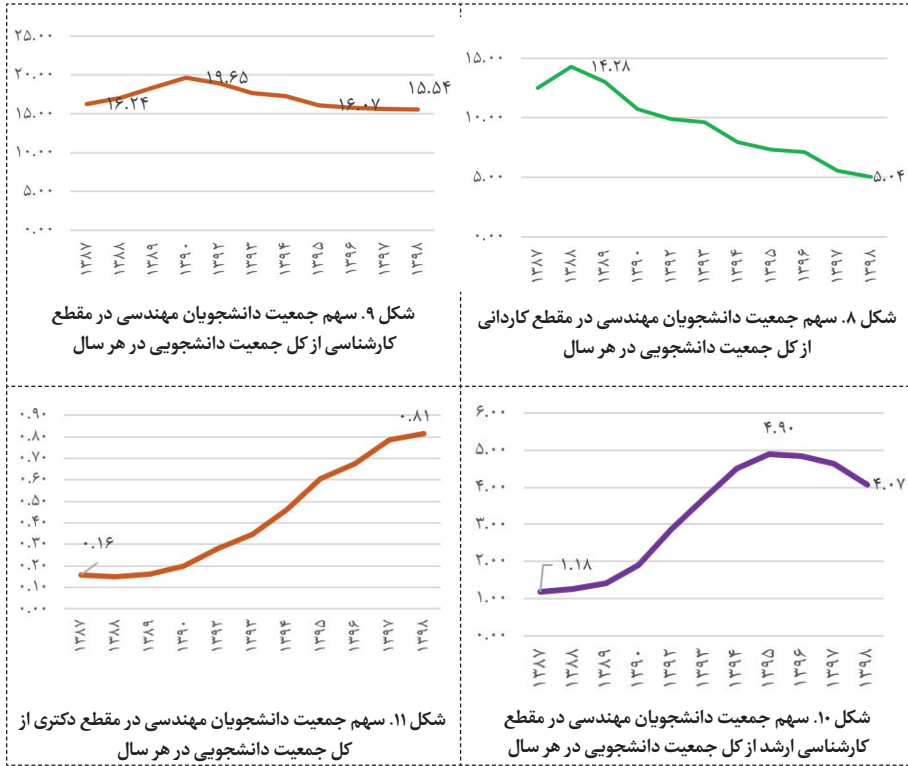


شکل ۶. سهم جمعیت دانشجویان در هر یک از گروه‌های تحصیلی نسبت به جمعیت دانشجویی کشور در هر سال (Niroo Research Institute, 2024)



شکل ۷. سهم جمعیت دانشجویان در هر یک از گروه‌های تحصیلی نسبت به جمعیت جوان ۱۸-۳۴ سال در هر سال (Niroo Research Institute, 2024)

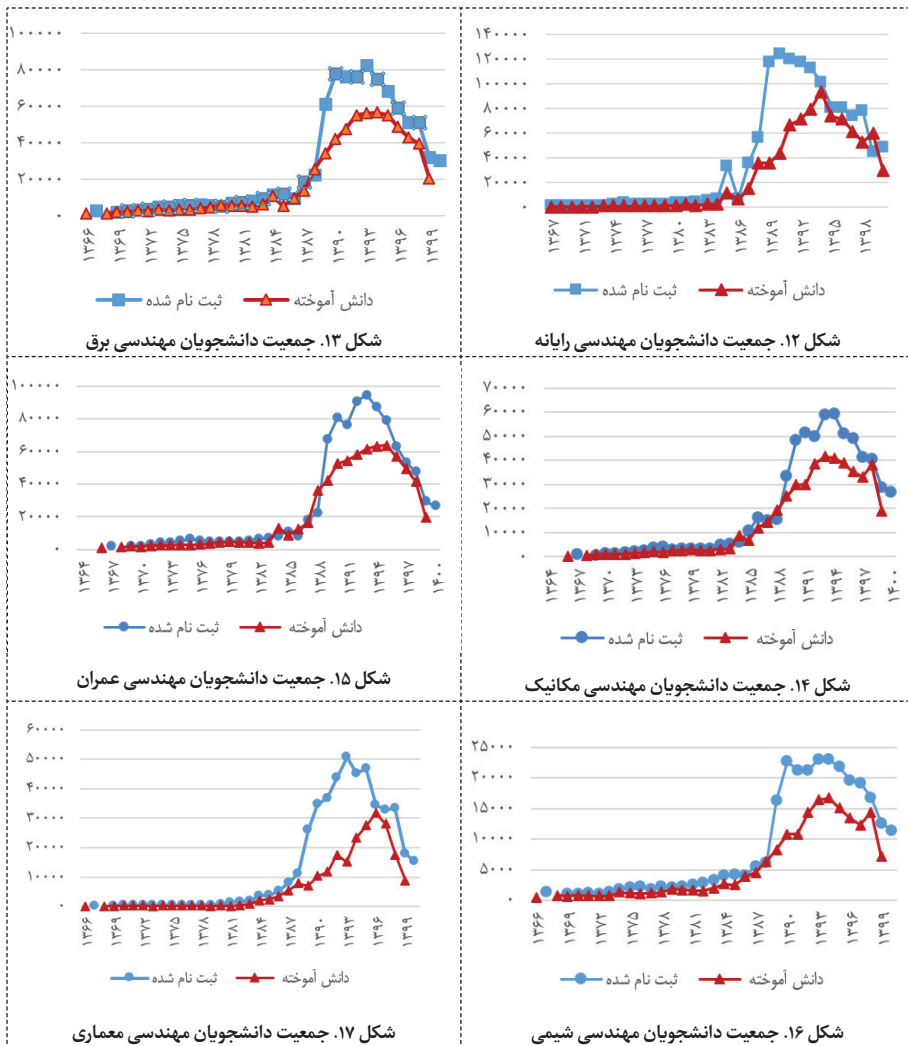
۴-۱-۳. سهم دانشجویان فنی- مهندسی در مقاطع مختلف تحصیلی از کل جمعیت دانشجویی کشور در این بخش، به تفکیک مقاطع تحصیلی مختلف یعنی کاردانی، کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری، وضعیت دانشجویان فنی- مهندسی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در شکل ۸ مشاهده می‌شود که از سال ۱۳۸۸ به بعد سهم دانشجویان مقطع کاردانی فنی- مهندسی از کل جمعیت دانشجویی کشور در هر سال کاهش یافته است. در حالی که در اسناد سیاستی مختلف عکس این روند در نظر گرفته شده و مقرر بوده است که جمعیت دانشجویان کاردانی فنی- مهندسی در کشور افزایش یابد. در مقطع کارشناسی نیز مشاهده می‌شود که از سال ۱۳۹۰ به بعد، روند نزولی سهم جمعیت دانشجویان فنی- مهندسی از کل جمعیت دانشجویی کشور در مقطع کارشناسی رخ داده است (شکل ۹). در مقطع کارشناسی ارشد بعد از روند افزایشی با شیب زیاد که در فاصله سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۵ مشاهده می‌شود از سال ۱۳۹۵ به بعد روند نزولی حاکم شده است (شکل ۱۰). در مقطع دکتری نیز سهم دانشجویان فنی- مهندسی از کل جمعیت دانشجویی کشور از سال ۱۳۸۷ افزایش یافته و این روند تا سال ۱۳۹۸ تداوم داشته است اما در سال‌های اخیر، روند نزولی در این مقطع نیز مشاهده می‌شود. به این ترتیب مشخص می‌شود با یک تأخیر زمانی، روند نزولی سهم دانشجویان فنی- مهندسی از کل جمعیت دانشجویی کشور در مقاطع تحصیلی مختلف به ترتیب اتفاق افتاده است، یعنی ابتدا در مقطع کاردانی، سپس کارشناسی و بعد کارشناسی ارشد و در سال‌های اخیر دکتری شاهد وقوع این پدیده هستیم.



مرجع اشکال. (Niroo Research Institute, 2024)

#### ۴-۱-۴. جمعیت دانشجویی در رشته‌های مختلف فنی- مهندسی

ممکن است این سؤال به وجود آید که وضعیت جمعیت دانشجویی در رشته‌های مختلف مهندسی با یکدیگر چه تفاوتی دارند؟ و آیا وضعیت نزولی جمعیت دانشجویی تنها مرتبط با چند رشته خاص فنی- مهندسی است؟ به منظور پاسخ به این سؤال جمعیت ثبت نام‌شدگان و دانش‌آموختگان شش رشته اصلی مهندسی، یعنی مهندسی برق، مهندسی رایانه، مهندسی شیمی، مهندسی عمران، مهندسی مکانیک و معماری با یکدیگر مقایسه شده‌اند. جمعیت دانشجویی در هر یک از این رشته‌ها با لحاظ جمعیت در تمامی گرایش‌ها و مقاطع تحصیلی از کارشناسی، کارشناسی ارشد و دکتری آن رشته به دست آمده است. نتایج حاصل در شکل‌های ۱۲ تا ۱۷ مشاهده می‌شود. مطابق این اشکال، جمعیت دانشجویی در تمامی رشته‌های مورد بررسی از اواسط دهه نود به این سو، روند نزولی پیدا کرده‌اند.



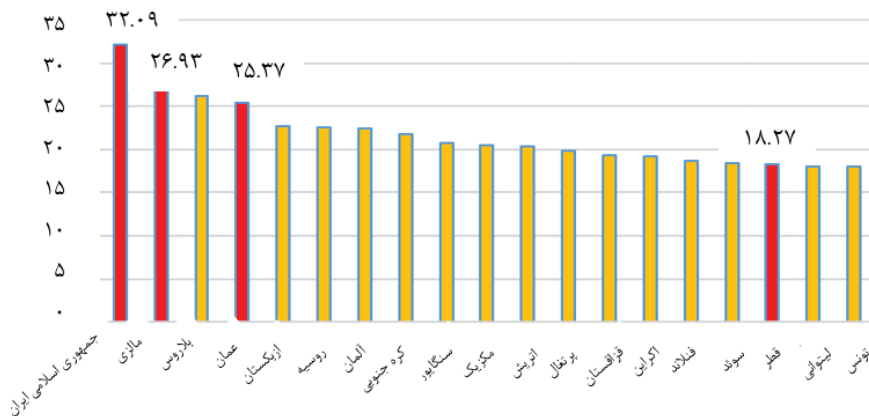
مرجع اشکال. (Niroo Research Institute, 2024)

۴-۱-۵. وضعیت فارغ التحصیلان حوزه فنی- مهندسی در ایران در یک قیاس جهانی به منظور آن که بتوانیم قیاسی از وضعیت فارغ التحصیلان حوزه مهندسی در ایران، نسبت به سایر کشورها داشته باشیم از داده‌های سازمان یونسکو در خصوص فارغ التحصیلان رشته‌های مختلف آموزشی استفاده شده است. یونسکو از یک "استاندارد بین‌المللی آموزش" برای طبقه‌بندی حوزه‌های

مختلف آموزشی در مقطع دانشگاهی (تحصیلات سطح سوم بعد از دوره دبستان و دبیرستان) استفاده می‌کند. مطابق این طبقه‌بندی، حوزه‌های اصلی آموزش دانشگاهی، شامل موارد (۱) آموزش، (۲) هنر و علوم انسانی، (۳) علوم اجتماعی، روزنامه‌نگاری و اطلاعات، (۴) کسب‌وکار، امور اداری و حقوقی، (۵) علوم پایه، ریاضیات و آمار، (۶) فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، (۷) مهندسی، تولید و ساخت‌وساز، (۸) کشاورزی، جنگل‌داری، ماهیگیری و دامپزشکی، (۹) سلامت و رفاه و (۱۰) خدمات است.<sup>۱</sup> با توجه به موضوع اصلی تحقیق، یعنی دانشجویان رشته‌های فنی - مهندسی، اگر به داده‌های ایران در خصوص سهم فارغ‌التحصیلان ایران در رشته‌های مهندسی، تولید و ساخت‌وساز توجه کنیم، نتایج به این صورت بوده است که در سال ۲۰۱۱ میلادی، ۴۰٫۴۷ درصد از کل فارغ‌التحصیلان دانشگاهی کشور در این گروه تحصیلی فارغ‌التحصیل شده‌اند. در سال ۲۰۱۵، این سهم به ۳۲٫۳۹ درصد رسیده است و با ادامه روند نزولی در سال ۲۰۲۰ به ۲۷٫۶۰ درصد از کل فارغ‌التحصیلان رسیده است، روندی که در گروه تحصیلی سلامت که شامل رشته پزشکی است، معکوس آن حاکم بوده است. به این ترتیب که در سال ۲۰۱۰ میلادی، سهم فارغ‌التحصیلان این گروه تحصیلی ۴٫۱۷ درصد از کل فارغ‌التحصیلان بوده است، در سال ۲۰۱۵، این سهم به ۴٫۸۹ درصد رسیده است و در سال ۲۰۲۰ به میزان ۷٫۵۱ درصد ارتقا یافته است. همچنین سهم فارغ‌التحصیلان در گروه تحصیلی علوم پایه، ریاضیات و آمار نیز طی این سال‌ها نزولی بوده است، به این ترتیب که در سال ۲۰۱۱ میلادی، سهم فارغ‌التحصیلان این گروه از کل جمعیت دانش‌آموختگان ۶٫۴۱ درصد بوده است، در سال ۲۰۱۵، به ۶٫۱۷ درصد رسیده است و بالاخره در سال ۲۰۲۰، این سهم ۴٫۹۴ درصد شده است.

حال اگر بخواهیم وضعیت فارغ‌التحصیلان حوزه مهندسی در ایران را با سایر کشورها قیاس کنیم، در مورد هر کشور داده‌های مرتبط به فارغ‌التحصیلان مهندسی را در این بازه زمانی ده‌ساله در نظر گرفته و عدد میانگین آن محاسبه می‌شود. در شکل ۱۸ کشورهای دیده می‌شوند که عدد مرتبط به آنها بالاتر از چارک سوم اعداد، یعنی ۱۸٫۰۳ بوده است. نتیجه حاصل آن بوده است که در کشور ایران به طور میانگین در فاصله سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰، ۳۲٫۰۹ درصد از جمعیت فارغ‌التحصیلان دانشگاهی آن در حوزه فنی - مهندسی بوده‌اند و به این ترتیب رتبه اول را در میان کشورهای جهان کسب کرده است. بعد از ایران، کشور مالزی با ۲۶٫۹۳ درصد دارای رتبه دوم و بلاروس با ۲۵٫۳۷ درصد رتبه سوم را کسب کرده است.

۱- در هریک از این حوزه‌ها و در سال‌های مختلف، داده‌های کشورهای مختلف در سایت <http://data.uis.unesco.org> آورده شده است.



چارت سوم اعداد میانگین سهم فارغ‌التحصیلان مهندسی از کل فارغ‌التحصیلان هر کشور (CH3)=18.03  
 شکل ۱۸. برترین کشورها در سهم فارغ‌التحصیلان حوزه فنی- مهندسی از کل فارغ‌التحصیلان دانشگاهی  
 (Niroo Research Institute, 2024)

بحث دیگری که می‌تواند به درک شرایط حاکم کمک کند روند افزایشی یا کاهش‌ی فارغ‌التحصیلان این حوزه تحصیلی طی سال‌های مورد بررسی است. به این منظور از شیب خط رگرسیون استفاده شده است. به این ترتیب که با توجه به داده‌های کشورهای مختلف در فاصله زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ میلادی، خط رگرسیون مرتبط مدنظر قرار گرفته و عدد شیب خط رگرسیون به عنوان مبنای صعودی و نزولی بودن روند فارغ‌التحصیلان هر کشور در نظر گرفته شده است. نتیجه این بررسی در شکل ۱۹ آورده شده است. چنان که در این شکل معین است، کشور ایران با شیب منفی ۱٫۶۹ دارای رتبه اول وضعیت کاهش‌ی میان کشورهای جهان بوده است. یعنی سهم فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی در کشور، با سرعت زیادی در حال کاهش است و در این خصوص، رتبه اول جهانی نصیب ایران شده است. بعد از کشور ایران، عربستان سعودی و قطر قرار گرفته‌اند.

به این ترتیب با در نظر گرفتن شکل‌های شماره ۱۸ و ۱۹ مشخص می‌شود که در نتیجه سیاست‌های اتخاذ شده، ایجاد واحدهای جدید آموزش مهندسی در کشور و توسعه جذب دانشجویان فنی- مهندسی در این واحدها، ما شاهد یک رشد بی‌سابقه در فارغ‌التحصیلان حوزه فنی- مهندسی بوده‌ایم، به طوری که همچنان رتبه اول را میان کشورهای جهان در خصوص سهم فارغ‌التحصیلان مهندسی از کل فارغ‌التحصیلان رشته‌های دیگر داریم. در عین حال این روند با سرعت زیادی در حال تغییر است و به شدت کاهش فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی را در سال‌های اخیر داشته‌ایم که از این نظر نیز ایران دارای رتبه اول در سطح جهانی در بازه زمانی مورد بررسی بوده است.



کاربردی حدود ۷۱ درصد و مؤسسه‌های آموزش عالی غیرانتفاعی حدود ۵۰ درصد رشد داشته‌اند. نمود دیگر این تغییر، افزایش قابل ملاحظه جمعیت دانشجویی کشور به خصوص در رشته‌های فنی-مهندسی بود، طوری که در سال ۱۳۸۰ جمعیت دانشجویان مهندسی در کشور ۳۵۸۷۳۳ نفر بود، در سال ۱۳۸۹ به ۱۳۵۹۸۶۱ نفر رسید و در سال ۱۳۹۴ به اوج خود یعنی ۱۵۰۴۸۶۷ نفر رسید. در این دوران تحصیلات دانشگاهی یک هنجار عمومی در جامعه بود و گفتمان توسعه کمی آموزش عالی در کشور مبتنی بر اهداف عدالت آموزشی دنبال می‌شد. توسعه عدالت آموزشی با محوریت دستیابی و مشارکت گروه‌های نابرخوردار یا کم برخوردار اجتماعی به آموزش عالی معنا پیدا کرده بود و پیرو آن، انواع سیاست‌های حمایت‌گرایانه در عرضه ظرفیت‌های پذیرش دانشجو مد نظر قرار گرفت. این در حالی است که این توسعه، کمی بدون در نظر گرفتن نیازهای واقعی سمت تقاضا انجام گرفت. به این ترتیب که نیاز کشور در بحث نیروی انسانی متخصص فنی-مهندسی به چه ترتیبی است و در چه رشته‌هایی و به چه تعدادی نیاز به تربیت نیروی انسانی متخصص است. این امر مستلزم ارتباط و هماهنگی بیش از پیش صنعت و دانشگاه بود که از آن غفلت شد.

**بازار کار رشته‌های فنی-مهندسی:** در چندین سال گذشته چشم‌انداز منفی شغلی و درآمدی در رشته‌های فنی-مهندسی نمود جدی داشته است و این امر سبب شده است تقاضای تحصیل در رشته‌هایی که بازار کار مناسب‌تر و درآمد بالاتری داشته باشند، به خصوص در رشته‌های علوم پزشکی و برخی رشته‌های علوم انسانی نظیر حقوق و روان‌شناسی تغییر کند. مطابق جدول ۵، درصد غیرشاغلین دانش‌آموختگان گروه تحصیلی فنی-مهندسی در سال تحصیلی ۱۳۹۶-۹۷، ۵۸٫۲۶ درصد از کل دانش‌آموختگان این گروه تحصیلی بوده است. این در حالی است که درصد غیر شاغلین در گروه تحصیلی علوم پزشکی ۳۷٫۲۵ درصد و در گروه تحصیلی علوم انسانی ۵۵٫۰۵ درصد بوده است، یعنی بیکاران رشته‌های فنی-مهندسی بیشتر از رشته‌های علوم پزشکی و علوم انسانی بوده‌اند. همچنین مطابق این جدول در گروه فنی-مهندسی، درصد غیرشاغلین روند افزایشی داشته است. طوری که در سال تحصیلی ۱۳۹۳-۹۴، ۳۹٫۸۳ درصد فارغ‌التحصیلان در این گروه تحصیلی، شامل غیرشاغلین بوده‌اند اما در سال‌های بعدی، این سهم افزایش یافته است.

جدول ۵. درصد غیرشاغلین فارغ‌التحصیلان گروه‌های تحصیلی مختلف  
(Gharoon, IRAN Higher Education Graduates Trace Network , 2021)

گروه تحصیلی						سال تحصیلی
علوم انسانی	علوم پایه	علوم پزشکی	کشاورزی و دامپزشکی	هنر	فنی-مهندسی	
۳۹٫۲۲	۴۳٫۷۴	۲۴٫۷۳	۴۶٫۴۲	۴۸٫۱۶	۳۹٫۸۳	۹۴-۱۳۹۳
۵۲٫۷۳	۶۳٫۵۷	۳۵٫۹۷	۶۲٫۷۳	۶۸٫۰۹	۵۳٫۰۳	۹۵-۱۳۹۴
۴۸٫۵۷	۵۷٫۰۵	۳۲٫۸۶	۵۹٫۸۶	۶۸٫۷۸	۵۱٫۲۵	۹۶-۱۳۹۵
۵۵٫۰۵	۶۵٫۲۳	۳۷٫۲۵	۶۴٫۷۹	۷۶٫۷۵	۵۸٫۲۶	۹۷-۱۳۹۶

مشکلات آموزشی رشته‌های فنی - مهندسی در دانشگاه و ریاضی در مقطع دبیرستان: بخش دیگری از علل تأثیرگذار بر کاهش تقاضای اجتماعی تحصیل در رشته‌های فنی - مهندسی به مباحث آموزشی باز می‌گردد. این موارد هم شامل نحوه تدریس ریاضی در مقطع دبیرستان و هم مشکلات آموزشی مقطع دانشگاهی رشته‌های فنی - مهندسی است. غیرکاربردی بودن محتوای آموزش ریاضی در مدارس، شیوه تدریس نامناسب درس ریاضی در مدارس، کمبود دبیران باسواد، بانگیزه و علاقه‌مند به رشته ریاضی فیزیک در دوران دبیرستان، همچنین افت کیفیت آموزشی دانشکده‌های مهندسی و عدم نظارت و ارزیابی دقیق بر عملکرد دانشگاه‌ها، مسئله‌محور نبودن آموزش مهندسی در دانشگاه‌های کشور، هدف‌گذاری نامناسب آموزش مهندسی، نامناسب بودن برنامه درسی و محتوای قدیمی دروس آموزش مهندسی، نامناسب بودن روش تدریس آموزش مهندسی و عدم بهره‌گیری از آزمایشگاه‌های به روز و امکانات مورد نیاز، شیوه‌های نامناسب ارزشیابی آموزش مهندسی و ناکارآمدی درس کارآموزی (فنی و مهندسی) از جمله موارد برجسته در این دسته است (Nazarzadeh Zare, 2023)، (Farasatkah, 2024)، (Bahri et al., 2018)، (Khodaie et al., 2024).

**ارتباط ضعیف صنعت و دانشگاه:** به علت کمتر کاربردی بودن نظام آموزش عالی کشور، صنایع کشور به دانشگاه اعتماد چندانی نداشته تا بتوانند در حل مشکلات خود از ظرفیت دانشگاه‌ها استفاده کنند. قاعده پایینی هرم تحصیلی رشته‌های مهندسی، علی‌الاصول باید رشته‌های کاردانی باشد. در حالی که مطابق آنچه در بخش‌های پیشین ملاحظه شد، به خصوص طی دهه گذشته، بیشتر فارغ‌التحصیلان کاردانی به ادامه تحصیل در دوره‌های کارشناسی پرداخته‌اند. به این ترتیب صنایع ما در جذب نیروهای کاردان فنی خود، دچار مشکلات اساسی هستند. همچنین یکی از اهداف جذب دانشجویان کارشناسی ارشد رشته‌های فنی - مهندسی باید برطرف کردن مشکلات صنعتی کشور باشد، در حالی که عملاً چنین امری وجود ندارد و ادامه تدریس دروس نظری در دوره کارشناسی دنبال می‌شود. این در حالی است که ارتباط صنعت و دانشگاه باید دوسویه باشد، یعنی دانشگاه‌ها باید پذیرش دانشجوی خود را بر اساس نیاز صنعت انجام دهند و محتوای دروس خود را مطابق این نیازها به روز نمایند اما آنچه امروز در دانشکده‌های مهندسی دنبال می‌شود، تولید مقاله است. بر اساس یک برآورد در ایران از هر ۸۲۰ مقاله علمی، تنها یک مقاله به ثبت اختراع تبدیل می‌شود. در حالی که در سایر کشورها فاصله چندانی میان تولید مقاله و ثبت اختراع وجود ندارد. مثلاً در ژاپن از هر ۴/۱ مقاله یک اختراع، در آمریکا از هر ۷/۲ مقاله یک اختراع، در کره جنوبی از هر ۳ مقاله یک اختراع، و در آلمان از هر ۲/۷ مقاله یک اختراع، و در چین از هر ۳۴ مقاله یک اختراع ثبت می‌شود. این موضوع فاصله زیاد علم تولیدشده در دانشگاه‌های کشور در قالب مقاله را در قیاس با دانش کاربردی که یک نمود آن ثبت اختراع است، نشان می‌دهد (Jabehdar Maralani, 2021).

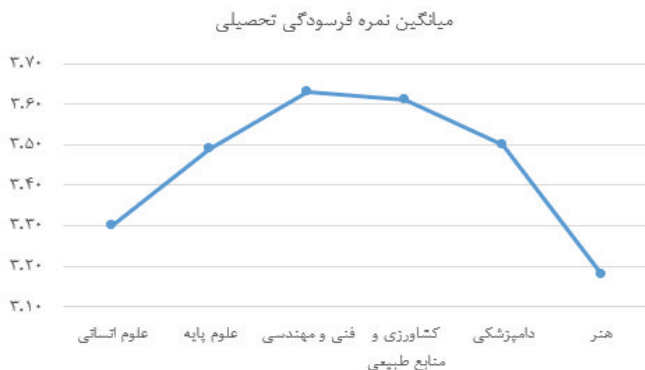
**دلایل شخصی - اجتماعی:** دسته دیگری از علل کاهش جذابیت رشته‌های مهندسی در جامعه را

می‌توان در دلایل شخصی- اجتماعی دسته‌بندی کرد. در این خصوص باید ذکر کرد که علاقه، انگیزه و تصمیم شخصی افراد، در فاصله گرفتن آنها از رشته‌های فنی و مهندسی مؤثر بوده است. از جمله این موارد این دسته می‌توان به دغدغه و انگیزه متفاوت جوانان در برهه کنونی، نظر متفاوت گروه‌های مرجع در تصمیم‌گیری‌های فرد، بی‌علاقگی یا ناتوانی در مهندسی، شناخت ناکافی یا نامناسب از رشته‌های فنی- مهندسی و بلندپروازی و پیشرفت‌خواهی نسل جوان کشور در کوتاه‌ترین زمان ممکن را نام برد (Mirshkari & Shahraki, 2023). البته لازم به ذکر است اگرچه موارد مذکور، بیشتر جنبه شخصی داشته و نماینده سطح تحلیل خرد است اما در یک تحلیل کلان، این موارد، تحت تأثیر عوامل سازمانی و اجتماعی نیز است. جدایی دانشگاه از جامعه، اصالت توسعه سخت‌افزاری، فناوری غیرسودمند، از خودبیگانگی تحصیلی و شکاف فرهنگ بر علایق و انگیزه‌های افراد در انتخاب رشته‌های مهندسی تأثیرگذار هستند. بخش عمده دلایل شخصی عدم اقبال جامعه، به مهندسی، در سطوح تحلیلی میانی و کلان جنبه سازمانی و اجتماعی دارد (Faiz, 2024)، (Badamchi & Ghaemkhani, 2019).

#### ۲-۲-۴. پیامدهای وضعیت حاکم

نتایج تحلیل نشان داد که کاهش جذابیت تحصیل در رشته‌های مهندسی دو پیامد عمده دارد که در دانشجویان مؤسسات آموزش مهندسی در کشور، امروزه نمود جدی پیدا کرده است. **بی‌انگیزگی دانشجویان فنی- مهندسی:** در این میان «بی‌انگیزگی به درس خواندن» و «ناامیدی به آینده کاری» دو زمینه‌ای هستند که در مطالعات انجام‌گرفته، بیشتر از سوی دانشجویان مهندسی اعلام شده است. (Memarian et al. 2020)

**فرسودگی تحصیلی دانشجویان فنی- مهندسی:** دومین پیامد مهم، "فرسودگی تحصیلی دانشجویان فنی- مهندسی" است. فرسودگی تحصیلی نتیجه ناهمخوانی میان آنچه دانشجویان آموزش می‌بینند و انتظارات خود و دیگران برای کسب موفقیت تحصیلی است. فرسودگی تحصیلی موجب احساس درماندگی، تحریک‌پذیری و ناامیدی در دانشجویان و در نتیجه، کاهش پیشرفت تحصیلی آنان می‌شود. فرسودگی تحصیلی شامل سه جزء مفهومی خستگی تحصیلی، بی‌علاقگی تحصیلی و ناکارآمدی تحصیلی است. بر اساس پژوهش انجام‌گرفته، اگر چه بیش از نیمی از دانشجویان کشور دچار فرسودگی تحصیلی متوسط هستند اما میزان فرسودگی تحصیلی در میان دانشجویان گروه فنی و مهندسی، بالاتر از دانشجویان سایر گروه‌های آموزشی است (شکل ۲۰).



شکل ۲۰. مقایسه میانگین نمره فرسودگی تحصیلی در گروه‌های مختلف تحصیلی (Hossieni Largani, 2020)

۳-۲-۴. راهبردهای کنش جمعیت جوان کشور در برابر شرایط موجود  
 راهبردهای کنش جمعیت جوان کشور در برابر شرایط موجود، تحت سه مورد زیر حاصل شده است:  
**اقبال کمتر به رشته ریاضی فیزیک در کنکور سراسری:** چنان که در بخش اطلاعات آماری توصیفی وضعیت حاکم مشاهده شد، وضعیت داوطلبان کنکور سراسری رشته ریاضی فیزیک روند نزولی دارد و هر سال نیز این روند کاهشی تشدید شده است. از سال ۱۳۹۴ تا برهه کنونی، ما شاهد تغییر اولویت‌های داوطلبان کنکور سراسری هستیم. طوری که تعداد داوطلبان رشته‌های علوم انسانی، تجربی و ریاضی در نیمه دهه هشتاد ششمی، به ترتیب ۴۰، ۳۲ و ۲۸ درصد از کل داوطلبان این سه رشته بوده، در نیمه دوم دهه نود به ۲۰، ۶۵ و ۱۵ درصد تغییر یافته و در سال ۱۴۰۲ به ۳۱، ۴۳ و ۱۳ درصد رسیده است. داوطلبان ورود به رشته‌های مهندسی از بین فارغ‌التحصیلان رشته ریاضی- فیزیک در دبیرستان‌ها هستند و در طی دو دهه اخیر تعداد دانش‌آموزانی که در دبیرستان رشته ریاضی- فیزیک را انتخاب می‌کنند، به شدت کاهش یافته و همین امر موجب شده است که تعداد داوطلبان رشته‌های مهندسی در دانشگاه‌ها، کاهش چشمگیری پیدا کند. دانش‌آموزان موفق در دبیرستان‌ها اغلب به دلیل روشن‌تر بودن آینده شغلی فارغ‌التحصیلان رشته‌های علوم تجربی، به خصوص رشته‌های مرتبط با پزشکی، به سمت رشته علوم تجربی سوق پیدا می‌کنند که این امر، نه تنها منجر به کاهش داوطلبان رشته ریاضی فیزیک شده، بلکه سبب پایین آمدن سطح علمی داوطلبان ورود به رشته‌های مهندسی نیز شده است. می‌توان گفت تجربه زیسته فارغ‌التحصیلان رشته‌های فنی- مهندسی و آنچه در بازار کار و درآمد فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی در قیاس با سایر رشته‌ها و مشاغل درک می‌شود، نوعی آگاهی را در جوانان و خانواده‌ها ایجاد کرده است که بر روی جهت‌گیری آنها در انتخاب رشته تحصیلی در دبیرستان و سپس در کنکور سراسری و دانشگاه تأثیر مستقیم دارد.

تغییر رشته تحصیلی در مقاطع بالاتر (مهاجرت تحصیلی): یکی از راهبردهای کنش، خصوصاً

فارغ التحصیلان رشته‌های فنی- مهندسی طی سال‌های گذشته، تغییر رشته دانشجویان و دانش‌آموختگان این گروه تحصیلی به رشته‌های دیگر، به ویژه علوم انسانی است. مهاجرت تحصیلی یا تغییر رشته تحصیلی از فنی- مهندسی به سایر رشته‌ها سیر صعودی داشته است. علاوه بر تعداد زیاد کسانی که تغییر رشته می‌دهند، سرعت تغییر هم در خور توجه است. تحلیل کیفی داده‌ها، نشان دهنده نخبگانی بودن این جریان است زیرا تعداد زیادی از کسانی که تغییر رشته داده‌اند، متعلق به چهار دانشگاه تهران، امیرکبیر، صنعتی شریف و علم و صنعت بوده‌اند. اگر چه رشته‌های مقصد مورد اقبال دانشجویان از مهاجرت فنی و مهندسی متنوع است، گروه مدیریت با فاصله زیاد از سایر رشته‌ها، در صدر قرار دارد (Badamchi & Ghaemkhani, 2019).

**مهاجرت به خارج از کشور:** راهبرد کنش مهم دیگر دانش‌آموختگان مهندسی کشور در پاسخ به شرایط موجود، تصمیم به مهاجرت از ایران و ادامه تحصیل، اشتغال و زندگی در کشوری دیگر است. بنا به تحقیق انجام‌گرفته توسط رصدخانه مهاجرت ایران، مهاجرت را می‌توان روبه‌رشدترین پدیده اجتماعی کشور ایران در دو سال گذشته برشمرد. به طوری که طی چند سال اخیر ما شاهد شکل‌گیری پدیده مهاجرت عام و توده‌وار در ایران شده‌ایم. این امر، ماهیت انگیزه‌های تحصیلی را نیز تغییر داده است. بر اساس آخرین آمار یونسکو در سال ۲۰۱۹، کشورهای ایالات متحده آمریکا، ترکیه، آلمان، کانادا، ایتالیا، استرالیا، مجارستان، روسیه، فرانسه و بریتانیا به ترتیب مهم‌ترین مقاصد مهاجرتی دانشجویان ایرانی هستند. اما نکته حائز اهمیت آن است که رشته‌های فنی- مهندسی و پس از آن، علوم، بخش عمده مهاجرت متخصصان بالقوه ایرانی را در بر می‌گیرد. از سوی دیگر، حدود ۹۴ درصد ایرانیانی که بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ موفق به اخذ ویزای موقت تحصیلی در مقطع دکتری در ایالات متحده آمریکا شده‌اند، در رشته‌های علوم و مهندسی تحصیل کرده‌اند. از مجموع دانشجویان ایرانی در آلمان در سال تحصیلی ۲۰۲۰-۲۰۲۱، تعداد ۶۰۴۸ نفر در رشته‌های مهندسی، ۱۸۹۵ نفر در رشته‌های ریاضیات و علوم طبیعی مشغول به تحصیل بوده‌اند، این در حالی است که دانشجویان سایر رشته‌ها در مجموع، حدود ۳۵۰۰ نفر است. در کشور استرالیا نیز از میان حوزه‌های مختلف تحصیلی دانشجویان ایرانی در این کشور در سال ۲۰۲۲، «مهندسی و فناوری‌های وابسته» با ۲۸٫۵ درصد، بیشترین تعداد دانشجویان را شامل می‌شود. این بدان معنی است که اگر چه در سال‌های اخیر، رشته‌های مهندسی در ایران کمتر مورد اقبال قرار می‌گیرند، در خارج از کشور، همچنان بیشترین تعداد دانشجویان ایرانی را دارا هستند. همچنین ۳٫۶ درصد ایرانیان ساکن استرالیا، در مشاغل مربوط به مهندسی مشغول به کار هستند، در حالی که یک درصد از سایر مهاجرین و ۰٫۷ درصد از متولدین استرالیا، در حوزه مهندسی کار می‌کنند. نرخ بالای مهاجرت دانش‌آموختگان و دانشجویان رشته‌های فنی و مهندسی به خارج از کشور، در کنار تمایل پائین آنها به بازگشت به کشور، می‌تواند تأمین نیروی انسانی پایدار برای صنایع کشور را با چالش جدی مواجه کند. تحلیل یافته‌های گالوپ از مصاحبه با حدود ۶۴ هزار مهاجر نسل اول بالای ۱۵ سال

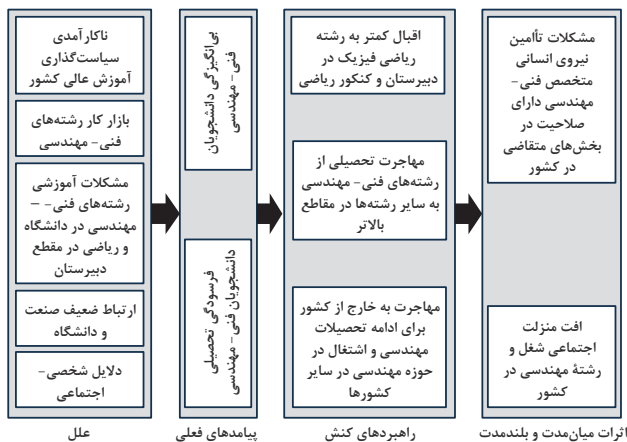
در حدود ۱۶۰ کشور جهان طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۸، حاکی از آن است که میانگین میل بازگشت به وطن اصلی مهاجران حدود ۷ درصد است اما در مورد ایران میل به بازگشت به کشور، یک درصد است که با میانگین جهانی، فاصله قابل توجهی دارد (Salavati Sarcheshmeh, 2021).

#### ۴-۲. اثرات میان مدت و بلندمدت روند حاکم

ادامه شرایط فعلی در میان مدت و بلندمدت دو پیامد مهم را به همراه دارد:

**افت منزلت اجتماعی شغل و رشته مهندسی در کشور:** آنچه می‌توان اثرات اصلی ادامه وضعیت فعلی برشمرد، افت شدید منزلت اجتماعی شغل و رشته مهندسی در کشور است. منزلت هر شغل، تلفیقی از معیارهای مختلف و ارزشی است که در آن جامعه برای میزان مفید بودن آن شغل قائل هستند. لذا منزلت مشاغل امری ثابت و تغییرناپذیر نیست و با شرایط و تحولات اقتصادی - اجتماعی جامعه تغییر می‌کند. به نظر می‌رسد با ادامه شرایط نامطلوب بازار کار مهندسی در کشور و تعداد زیاد غیرشاغلین در میان فارغ‌التحصیلان رشته‌های مهندسی در کشور، از طرفی پدیده مهاجرت انبوه فارغ‌التحصیلان، منزلت اجتماعی رشته‌های مهندسی در میان جوانان کشور به شدت متأثر شود.

**مشکلات تأمین نیروی انسانی متخصص فنی - مهندسی در بخش‌های متقاضی:** از طرف دیگر ادامه وضع موجود سبب نگرانی‌های جدی در تأمین نیروهای متخصص فنی - مهندسی دارای صلاحیت در بخش‌های مختلف متقاضی می‌شود. بسیاری از زیرساخت‌های حیاتی کشور نظیر برق و انرژی، اطلاعات و ارتباطات، آب و فاضلاب، حمل و نقل و... در جهت انجام کارکردهای اصلی خود نیازمند متخصصین فنی دارای صلاحیت هستند. این امر با توجه به تحولات جهان پیش رو که دائماً فناوری‌های جدید خلق شده است و کاربردهای هوش مصنوعی صنایع را متحول و حتی آنها را به هم متصل می‌کند و



شکل ۲۱. علل، پیامدها و راهبردهای کنش کاهش تقاضای اجتماعی رشته‌های مهندسی در کشور

همچنین پررنگ شدن مباحث زیست محیطی و مسئولیت اجتماعی مهندسان، نمود بیشتری خواهد یافت. لازم به ذکر است، خلاصه نتایج حاصله از فراتحلیل انجام گرفته، در شکل ۲۱ آورده شده است.

## ۵. جمع بندی و پیشنهادات سیاستی

کاهش جذابیت تحصیل در رشته های فنی- مهندسی تبدیل به یک چالش بزرگ برای بخش های عرضه و تقاضا در کشور شده است و نشانه های آن، با بحران صندلی خالی در دانشکده های فنی- مهندسی و سیگنال های ارائه شده توسط صنایع مختلف در خصوص نیاز به نیروی انسانی باصلاحیت فنی- مهندسی مشهود شده است. در پدیداری این وضعیت عوامل مختلفی نقش آفرین هستند که به برخی موارد مهم آن نظیر ناکارآمدی سیاست گذاری آموزش عالی کشور، وضعیت بازار کار رشته های فنی- مهندسی، وضعیت آموزش ریاضی در مقطع دبیرستان و همچنین منابع درسی آموزش مهندسی در مقطع دانشگاه، امکانات و زیرساخت های دانشگاه ها در تدریس دروس مهندسی، عدم تعامل مناسب دانشگاه و صنعت و همچنین خواسته ها و تمایلات تغییر یافته جوانان و چشم انداز مورد انتظار آنها از وضعیت شغلی خود در آینده اشاره شد. این موارد سبب شده اند که نوعی بی انگیزگی در دانشجویان رشته های فنی- مهندسی کشور حاکم شود و این دانشجویان دچار نوعی فرسودگی تحصیلی شوند. یعنی با وجود گذراندن دروس سخت طی دوران تحصیل، انتظارات آنها در محیط بیرون دانشگاه با مدرک کسب شده تأمین نمی شود و دچار ناامیدی می شوند. تبعات این وضعیت، سبب می شود که مطابق آنچه در نمودارهای بخش های قبل ملاحظه شد، هر سال درصد کمتری از جمعیت جوان کشور تمایل به تحصیل در رشته های مهندسی داشته باشند. این وضعیت در تمامی مقاطع تحصیلی رشته های مهندسی و در رشته های اصلی این گروه تحصیلی برقرار است، طوری که نمودارهای جمعیت دانشجویان نزولی شده اند. جوانان با مشاهده تجربه دانشجویان و یا فارغ التحصیلان این گروه تحصیلی و به خصوص اشتغال و وضعیت درآمدی مهندسان در جامعه، راهبردهای کنش متفاوتی را اتخاذ می کنند، از جمله این که در کنکور سراسری، سالانه از درصد جمعیت علاقه مند به شرکت در گروه ریاضی فیزیک کاسته می شود. گروهی از فارغ التحصیلان فعلی مهندسی نیز در ادامه مسیر تحصیلی خود اقدام به مهاجرت تحصیلی می نمایند، یعنی در رشته هایی غیر از مهندسی ادامه تحصیل می دهند. همچنین آنها ممکن است مسیر شغلی خود را در حوزه ای، خارج از فنی- مهندسی پایه ریزی می کنند. عده ای هم که علاقه مند به ادامه تحصیل در همین حوزه تحصیلی هستند، اغلب مهاجرت می کنند و حتی مسیر شغلی خود را در کار مهندسی در کشورهای دیگر دنبال می کنند. ادامه این فرایند مسلماً بر افول اجتماعی جایگاه مهندسی در کشور تأثیرگذار خواهد بود و همچنین سبب مشکلات در تأمین نیروی انسانی متخصص فنی- مهندسی در بخش های مختلف متقاضی کشور خواهد شد. اولین پیشنهاد سیاستی، بازنگری در سیاست توده ای شدن آموزش عالی است و در این

خصوص باید توجه جدی به سند آمایش آموزش عالی در ایجاد رشته، پذیرش دانشجو و جذب هیئت علمی در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات انجام پذیرد. در سند آمایش آموزش عالی کشور، تعیین رشته‌های دانشگاهی با توجه به نیازهای جامعه و بازار کار اهمیت دارد، چرا که از منظر اقتصادی و به خصوص نظریه سرمایه انسانی، توجه جدی به مسئله تعادل بین عرضه و تقاضا در بازار کار دانش‌آموختگان دانشگاهی، به ویژه در رشته‌های علوم، فناوری، مهندسی و ریاضیات می‌تواند به رشد و توسعه پیوسته کشور کمک کند، در کشور ما عدم توجه به این مسئله در ایجاد رشته‌ها و ظرفیت پذیرش دانشجو، منتج به ظهور پدیده مدرک‌گرایی در بین دانش‌آموختگان دانشگاهی شده است. در این خصوص، در ماده ۲۲۴ لایحه قانون پنج‌ساله هفتم توسعه جمهوری اسلامی ایران نیز به منظور وحدت رویه و تقویت هماهنگی و همگرایی در روند توسعه آموزش عالی، پژوهش و فناوری، وزارت علوم موظف به تعیین ظرفیت کل و سهم دانشجویان به تفکیک رشته، گرایش و مقطع مبتنی بر ملاحظات سند آمایش آموزش عالی و آمایش سرزمینی است. موضوع مهم دیگر تعامل بیشتر دانشگاه با جامعه و صنعت است. چنان که در بخش‌های پیشین ذکر شد، از جمله مشکلات نظام دانشگاهی ایران فاصله بسیار زیاد آموزش دانشگاهی در حیطه فنی مهندسی از جامعه و بازار کار است. این امر منجر به مشارکت محدود دانشکده‌های فنی در اقتصاد ملی کشور شده است. این در حالی است که یکی از معیارهای ارزیابی اثربخشی دانشگاه‌ها، نقش آنها در تولید ناخالص داخلی کشور است. همچنین توجه به پژوهش‌های مسئله‌محور و کاربردی در رشته‌های فنی - مهندسی نیز سبب ارتباط دانشگاه و صنعت می‌شود، ضمن آن که می‌تواند برای دانشجویان این رشته‌ها برانگیزاننده و الهام‌بخش باشد. ارتقای کیفیت آموزش‌های فنی - مهندسی نیز، یکی دیگر از راهکارهای مهم برای غلبه بر کاهش تقاضا در این گروه تحصیلی است. این ارتقا می‌تواند در زمینه‌های مختلفی از قبیل اصلاح و بازنگری برنامه‌های درسی مطابق با نیازهای جدید صنعت، ارتقای کیفیت اساتید، بهبود تجهیزات و امکانات دانشگاه‌ها، از قبیل آزمایشگاه‌ها، کتابخانه‌ها و همچنین طراحی و توسعه آموزش‌های بین‌رشته‌ای و دوره‌های آموزشی آزاد حرفه‌محور رخ دهد. علاوه بر این موارد، نیاز است فهم جامعه از رشته‌های فنی - مهندسی و جایگاه آن در توسعه و پیشرفت کشور ارتقا یابد و در این خصوص از انواع ابزارهای فرهنگی نظیر رسانه‌های اجتماعی بهره گرفته شود. ضمن آن که لازم است به صورت متقابل مسئولین آموزش عالی و حتی آموزش و پرورش نیز فهم دقیق‌تری از علائق و تمایلات جدید جوانان و اولویت‌های آنها در انتخاب مشاغل آینده‌شان به دست آورند.

## References

- Ahmad, I. (2022). Saudi arabia needs a paradigm shift in higher education. Retrieved from <https://www.arabnews.com/node/2014076>.
- Badamchi, M., & Ghaemkhani, M. (2019). *Disaffected movement; sociology of migration flow of elites from technical-engineering and basic fields to humanities*. Arma Publications, [in Persian].
- Bahri, k., Sameri, M., & Abdolsoltanahmadi, J. (2018). A study of the challenges of electrical engineering curriculum for its revision and modernization. *Iranian Journal of Engineering Education*, 20(79), 1–25, [in Persian].
- Becker, F. (2010). Why don't young people want to become engineers? rational reasons for disappointing decisions. *European Journal of Engineering Education*, 35(4), 349–366.
- Daun, M., Grubb, A., Stenkova, V., Tenbergen, B. (2023). A systematic literature review of requirements engineering education. *Requirements Engineering*, 28, 145–175.
- Electronica. (2022). Shortage of skilled labor in hampering the energy revolution. Retrieved from <https://electronica.de/en/discover/industry-portal/detail/shortage-of-skilled.html>.
- Faiz, J. (2024). Challenges of higher education in engineering fields. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(100), 129–143, [in Persian].
- Farasatkah, m. (2024). Quality concerns in engineering education in iran a historical contextualizing emphasized on understanding the logic of quality in this type of education. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(special issue), 7–27, [in Persian].
- Gearup, C. (2024). Exploring the decline in indian students interest in engineering and its implications. Retrieved from <https://careergearup.com/decline-in-indian-students-interest-in-engineering>.
- Gharoon, M. (2005). Analysis and estimation of social demand for entering higher education, Institute for Research & Planning in Higher Education, [in Persian].
- Gharoon, M. (2021). Iran higher education graduates trace network. Institute for Research and Planning in Higher Education, [in Persian]. Hossieni largani, S.M. (2020). Academic factors affecting students burnout: a comparative study of engineering students and other students of iran's higher education system, *Iranian Journal of Engineering Education*, 21(84), 31–51, [in Persian].
- Jabehdar Maralani, P. (2021). Investigation the significant reduction in engineering applicant. *Iranian Journal of Engineering Education*, 22(87), 137–143, [in Persian].
- Johnson, W. (2021). *Declining interest in engineering studies at a time of increased business need*. Hewlett-Packard Company.
- Joppen, L. (2020). Shortage of engineers starting to impact industry. Retrieved from <https://stainless-steel-world.net/shortage-of-engineers-starting-to-impact-industry>.
- Kamali, H. (2022). The massification of higher education and the challenge of vacant seats in iran: a phenomenological study. *Journal of Science & Technology Policy*, 15(1), 23–36, [in Persian].
- Kamp, A. (2016). Engineering education in the rapidly changing world. Delft University of Technology, Faculty of Aerospace Engineering.
- Karami, M., & Poorkarimi, J. (2018). Identification and evaluation of factors affecting the social demand for higher education (case study: Graduate students at campuses of technical colleges of university of tehran). *Higher Education Letter*, 11(41), 35–58, [in Persian].
- Khodaie, E., keykha, a., & Sadeghinia, Z. (2024). The quality of engineering education from the point of view of content analysis of articles published in iranian journal of engineering education. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(special issue), 77–103. [in Persian].
- Memarian, H., Memarian, A., & Mohasel Afshar, E. (2020). Investigating the reason behind unmotivated engineering students. *Iranian Journal of Engineering Education*, 22(86), 21–37, [in Persian].
- Mirshekari, F., & Shahraki, M. (2023). Identify and prioritize factors influencing the reduction of engineering candidates from the perspective of 12th grade students (case study: Zahedan city). *Iranian Journal of Engineering*

*Education*, 25(98), 83-106, [in Persian].

- Moy, J., & Reed, P. (2020). Current and future trends and issues facing technology and engineering in the united states. *Journal of Technology Education*, 32(1), 35-49.
- Nazarzadeh Zare, M. (2023). Identifying strategies to address the crisis of decreasing demand in STEM majors in iran's academic system. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(99), 43-63, [in Persian].
- Niroo Research Institute. (2024). Describing the situation of technical-engineering students in the country in selected fields, project of evaluating the sustainable supply of manpower required by the electricity industry in technical-engineering fields, [in Persian].
- Salavati Sarcheshmeh, B. (2021). *Iran Migration Outlook 2021*. ISTI Press, [in Persian].
- Tayebi, A., & Gomez, J. (2021). Analysis on the lack of motivation and dropout in engineering students in spain. *IEEE Access*, 9, 253-265, [in Persian].
- Thakur, A. (2021). Engineering still needs its own regulator. Retrieved from <https://theprint.in/opinion/modi-govts-hec-cant-just-be-ugc-with-new-label-engineering-still-needs-its-own-regulator/597847>.
- UNESCO. (2023). Retrieved from <http://data.uis.unesco.org>.



◀ **اشرف السادات پسندیده:** ایشان عضو هیئت علمی گروه مدیریت و علوم اجتماعی پژوهشگاه نیرو هستند. تحصیلات کارشناسی خود را در رشته مهندسی برق (الکترونیک) دانشگاه شهید بهشتی و کارشناسی ارشد و دکتری را در رشته مدیریت تکنولوژی دانشگاه علامه طباطبائی گذراند. مدیریت پروژه‌های پژوهشی متعدد در حوزه‌های بین‌رشته‌ای مدیریت و علوم اجتماعی در صنعت برق، انتشار سه کتاب و بیش از ده مقاله علمی- پژوهشی از جمله سوابق تحقیقاتی ایشان است.



◀ **لادن خرسند صفایی:** دارای مدرک کارشناسی نرم‌افزار و کارشناس گروه اقتصاد پژوهشگاه نیرو است. فعالیت‌های ایشان در حوزه بازار برق و نرم‌افزارهای مورد استفاده است. تحقیقات پژوهشی نیز در حوزه اقتصاد دیجیتال و به‌کارگیری ابزارهای هوش مصنوعی به انجام رسانده‌اند.



◀ **فرزانه نزاکی رضایپور:** دانش‌آموخته علوم ارتباطات و عضو هیئت علمی گروه مدیریت و علوم اجتماعی پژوهشگاه نیرو است. وی تحصیلات کارشناسی و کارشناسی ارشد خود را در رشته علوم ارتباطات اجتماعی در دانشگاه تهران گذراند. سپس برای ادامه تحصیل در مقطع دکتری ارتباطات به دانشگاه علامه طباطبائی رفت و در سال ۱۳۹۷ موفق به دفاع از رساله خود با عنوان «سبک زندگی موبیتال در زندگی دانشجویی» شد. تا کنون دو کتاب و چندین مقاله علمی- پژوهشی از وی به چاپ رسیده است.

## بررسی مشابهت ساختاری موضوعات حوزه مهندسی عمران در دانشگاه شهید چمران اهواز و مطابقت با این حوزه در ایران و جهان

شهناز خادمی‌زاد<sup>۱</sup>، رقیه قضاوی<sup>۲</sup>، مریم آقائی<sup>۳</sup> و ایوب مهری ده نو<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۱۳، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۴/۳۱

DOI: 10.22047/ijee.2024.460794.2086

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.104.5.6

چکیده: پژوهش حاضر با هدف بررسی مشابهت ساختاری موضوعات حوزه مهندسی عمران در دانشگاه شهید چمران اهواز و مطابقت با ایران و جهان انجام شد. پژوهش از نوع مطالعات کاربردی علم‌سنجی به شمار می‌رود. جامعه آماری را پژوهش‌های مرتبط با رشته مهندسی عمران در پایگاه Web of Science تشکیل داده‌اند. به منظور بررسی هم‌سویی موضوعی روش خوشه‌بندی با نرم‌افزار VOSviewer انجام گردید. برای تعیین میزان هم‌سویی پژوهش‌ها نیز از شاخص مشابهت ساختاری موضوعات استفاده شده است. پژوهشگران به دنبال جستجوی حوزه‌های موضوعی گروه مهندسی عمران در دانشگاه شهید چمران، ایران و جهان بوده‌اند. با درصد مشابهت ساختاری، مشخص شد که به مرور زمان موضوعات حوزه مهندسی عمران در دانشگاه شهید چمران با ایران و جهان و همچنین ایران با جهان هم‌سوتر شده‌اند ولی هم‌سویی موضوعات دانشگاه شهید چمران با ایران و جهان کم است. جهت افزایش هم‌راستایی در پژوهش‌ها، باید انجمن‌هایی بین متخصصان، پژوهشگران، صاحب‌نظران، دانشجویان و اساتید مهندسی عمران برقرار شود تا به اشتراک نظر و هم‌اندیشی پرداخته شود. همچنین به نظر می‌رسد نظارت بر روندهای پژوهشی و شباهت آنها با پژوهشگاه‌های برتر دنیا، دیدگاه جدیدی را پیش روی سیاست‌گذاران پژوهشی قرار می‌دهد و اساساً در یافتن نقاط قوت و ضعف رویکردهای پژوهشی و سیاست‌های آتی مؤثر است.

واژگان کلیدی: مشابهت ساختاری، مهندسی عمران، دانشگاه شهید چمران اهواز، علم‌سنجی، ایران

۱- دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران؛ و عضو هیئت علمی مأمور در گروه کتابداری و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشکده علوم پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ایران. (نویسنده مسئول). ORCID: 0000-0003-4494-7709, s.khademi@scu.ac.ir

۲- استادیار، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران roghazavi@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4829-2167

۳- دانشجوی دکتری، گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، maryamaghaei.scu@gmail.com, ORCID: 0009-0000-8350-8624

۴- گروه مهندسی عمران، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران. ORCID: 0009-0008-3811-8481, a.mdehno@yahoo.com

## ۱. مقدمه و بیان مسئله

بدون شک به هر چیزی که به آبادانی یک کشور برمی‌گردد، مهندسی عمران گفته می‌شود. مهندسی عمران در ایران بر اساس شرایط اقلیمی و با استفاده از دانش موجود در هر دوره به سمت پیشرفت حرکت کرده است. مهندس ایرانی نیز در طول تاریخ، ابداع‌ها و خلاقیت‌های بسیاری برای پاسخ به نیازهای جامعه انجام داده است (Kazemi, 2014). مهندسی عمران یکی از رشته‌های مهم و قدیمی زیرشاخه فنی-مهندسی است. این رشته با توجه به نامش، با بحث سازندگی و آبادانی در شهرها و بیرون شهرها سروکار دارد (Nadimi & Zayandehroodi, 2022). کمتر جایی وجود دارد که فعالیت‌های مربوط به عمران به عنوان اساسی‌ترین و اولین نیازهای آن مطرح نشود. حتی تمام فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و غیره نیز به صورت مستقیم و غیرمستقیم به این رشته وابسته‌اند و از آن بهره‌مند هستند (Karimi et al., 2023).

با توسعه روزافزون علم، بر حوزه‌های علمی نوین و حجم اطلاعات افزوده شده است و پژوهشگران نیاز به استفاده از روش‌های مختلفی در جهت شناسایی حوزه‌های پژوهشی مختلف و مرور آثار پیشین دارند تا بتوانند به شناسایی وضعیت آن حوزه، نویسندگان تأثیرگذار، سازمان‌ها و کشورهای مهم مرتبط با موضوع مورد پژوهش در بازه‌های زمانی متفاوت بپردازند. پژوهش علم‌سنجی و ترسیم گرافیکی نقشه شبکه‌های علمی، اطلاعات بصری روشن از شیوه ارتباطات حوزه‌ها، فراوانی واژگان کلیدی، تعداد مجلات منتشرشده و سازمان‌های منتشرکننده آن ارائه می‌کند و به محقق کمک می‌کند تا نقاط داغ، محدودیت‌ها و کمبودهای موجود در حوزه موردنظر را شناسایی نماید (Nowrouzi Chakoli, 2011). پرابس حدود ۴۰ سال قبل مطالعه علوم را وسیله روش‌های علمی پیشنهاد کرد، با توجه به این امر، در پژوهش‌های علم‌سنجی از آن زمان، برای تحلیل داده‌های مربوط به انتشارات فنون مختلفی گسترش یافته است. یکی از مهم‌ترین و بهترین راه‌های اطلاع از آخرین یافته‌ها و پژوهش‌های علمی هر حوزه، مدارک علمی آن حوزه است. کنفرانس‌ها و مقالات مجلات در متون به عنوان اصلی‌ترین کانال نشر حاصل‌شده از پژوهش‌های مدیریت دانش است (Bedford, 2013). با توجه به این موضوع مطالعه ساختار علم و پویایی، یکی از روندهای علم‌سنجی است. که در پژوهش حاضر برای بررسی مطالعه ساختار علم در رشته عمران از پایگاه اطلاعاتی Web of Science استفاده شده است.

معیار تولید علمی نمایه‌شده در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر، مانند Web of Science یکی از مهم‌ترین معیارهای ارزیابی و رتبه‌بندی علمی (کشورها، پژوهشگران، مراکز آموزشی و دانشگاه‌ها) در سطح جهان است. میزان همکاری و مشارکت دانشگاه، میزان تألیف مشترک، رشد تولیدات علمی، استنادات و غیره با روش‌های علم‌سنجی تعیین می‌شود (Yousefi et al., 2012). مجموعه‌ای از روش‌های قابل اعتماد برای اندازه‌گیری کیفیت و کمیت تولید علمی استفاده می‌شود. علم‌سنجی یکی از رایج‌ترین روش‌ها در این زمینه است (Soheili & Osareh, 2007; Repanovici, 2010; Osareh et al., 2012).

مهندسان عمومی عمران با همکاری مهندسان نقشه‌بردار و مهندسان تخصصی عمران، به طراحی زهکشی، پیاده‌روها، تأمین آب، فاضلاب شهری، سدها، و سامانه‌های برق‌رسانی و ارتباطی می‌پردازند. مهندسی حمل‌ونقل و مهندسی ساخت‌وساز را در پروژه‌های مهندسی سازه، مهندسی محیط زیست، مهندسان عمران اصول مهندسی ژئوتکنیک، مسکونی، تجاری، صنعتی و عمومی در کلیه اندازه‌ها و سطوح ساخت‌وساز اعمال می‌کنند (Karimi et al., 2023). این بینش‌ها بر اهمیت درک شباهت‌های ساختاری موضوعات در مهندسی عمران برای حل مشکلات کارآمد تأکید می‌کند. در پژوهشی (Akinici-Ceylan, 2022) و همکاران بیان می‌کنند که ارزیابی شباهت ساختاری موضوعات مهندسی عمران برای جنبه‌های مختلف این رشته بسیار مهم است. پژوهش‌های انجام‌شده، بر اهمیت درک فرایندهای حل مسئله دانشجویان، اساتید و مهندسان شاغل در هنگام مواجهه با مشکلات مهندسی نابه‌سامان تأکید می‌کند. (Mansoor et al., 2022)، (Karimi et al., 2023) و (Masoumi & Khajavi, 2022) نیز به بررسی پژوهش‌های انجام‌شده در حوزه مهندسی عمران به روش علم‌سنجی پرداخته‌اند. در واقع، پژوهش حاضر نیز سعی دارد با استفاده از تحلیل موضوعی، به تعیین روند موضوعات حوزه مهندسی عمران بپردازد. یکی از روش‌هایی که جهت تحلیل ساختار قلمروهای موضوعی گوناگون به کار می‌رود، روش تحلیل خوشه‌ای و هم‌واژگانی است. با ترسیم ساختار یک قلمرو موضوعی با استفاده از خوشه‌بندی، می‌توان به پژوهشگران در یافتن موضوع‌های فعال در سیر زمانی خاص کمک کرد و می‌توان مسیر تغییر و تحولاتی را که در آن قلمرو موضوعی رخ داده است، برای پژوهش‌های آینده مشخص کرد (Danesh & Nematollahi, 2020). از این طریق، حوزه‌های نوین در این رشته نیز مطرح می‌شوند و در جهت‌دهی به پژوهش‌های آتی در حیطه گرایش‌های موضوعی پژوهشی آن، بستر مناسبی فراهم می‌شود. موضوعات مهندسی عمران نیز وجوه مشترکی را در محتویات متنوع خود به اشتراک می‌گذارند که بر دانش نظری، کاربردهای عملی و اهمیت پروژه‌های طراحی تأکید دارند (Noh et al., 2023; Suntia & Gupta, 2021). طبق موارد بیان‌شده، مسئله پژوهش حاضر بررسی مشابهت ساختاری موضوعات مهندسی عمران است. که در ابتدا از روش هم‌واژگانی برای شناخت موضوعات مطرح در حوزه مهندسی عمران استفاده شده است، در تحلیل موضوعی با استفاده از روش هم‌واژگانی، واژه‌های استفاده‌شده در توصیف محتوای مقاله، عنصر سازنده پایه از ساختار رشته تحقیقاتی است. یک خوشه از واژگان می‌تواند بیان‌کننده یک توصیف کوتاه از یک موضوع در رشته باشد و یک رشته در نهایت ساختاری از موضوعات متصل شده به طور متقابل است. یک زمینه موضوعی در رشته به وسیله استفاده از اطلاعاتی در مورد بروز مکرر واژگان در تعدادی از مجلات، می‌تواند شناسایی شود (Cahlik, 2006). از این رو، در پژوهش حاضر، مقالات منتشرشده در پایگاه Web of Science مرتبط با تحلیل روند موضوعات حوزه مهندسی عمران با فنون علم‌سنجی و همچنین ترسیم نقشه علمی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند، که به بررسی مشابهت ساختاری موضوعات حوزه مهندسی عمران در دانشگاه شهید چمران

اهواز و مطابقت آن با ایران و جهان پرداخته می‌شود.

## ۲. پیشینه پژوهش

(Karimi et al., 2023) به تحلیل ساختار توصیفی و محتوایی تولیدات علمی پژوهشگران ایرانی حوزه مهندسی عمران در Web of Science پرداختند. پژوهش از لحاظ رویکرد از نوع کمی و به لحاظ هدف از نوع کاربردی و از لحاظ گردآوری داده‌ها توصیفی-تحلیلی است، و با روش علم‌سنجی انجام شده است که جهت ترسیم نقشه‌های علمی از نرم‌افزار VOSviewer و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار Excel و SPSS استفاده شده است. مطابق یافته‌ها این نتیجه حاصل شد که بین تعداد مدارک و تعداد اسنادهای نویسندگان ایرانی در حوزه مهندسی عمران، رابطه معناداری وجود دارد. همچنین دانشگاه آزاد اسلامی در مرکز نقشه چگالی شبکه هم‌نویسندگی دانشگاه‌ها و مؤسسات حوزه مهندسی عمران قرار گرفته است که نشان‌دهنده اهمیت این دانشگاه در شبکه هم‌تألیفی مؤسسات است.

(Mansoor, 2022) پژوهش تحلیل علم‌سنجی و بررسی انتقادی کاربرد یادگیری عمیق در صنعت ساخت‌وساز را مورد بررسی قرار دادند. در این مقاله مروری، تحلیل جامع علم‌سنجی و بررسی انتقادی برای تجزیه و تحلیل ادبیات پیشرفته در کاربرد یادگیری عمیق در ساخت‌وساز انجام شد. این پژوهش با استفاده از روش نگاشت علمی به تجزیه و تحلیل کمی و نظام‌مند ۴۲۳ پیشینه کتاب‌شناختی مرتبط با زیبایی‌شناسی از پایگاه اسکوپوس پرداخته است و در ادامه، مروری انتقادی بر مضامین گردآوری شده تمامی نشریات مرتبط انجام شده است. نتایج بررسی انتقادی نشان می‌دهد که این مقاله یک درک عمیق و تصویری کلی از ادبیات موجود همراه با چالش‌ها و جهت‌گیری آینده تحقیقات در مورد یادگیری عمیق در ساخت‌وساز ارائه می‌دهد.

(Masoumi & Khajavi, 2022) پژوهش مقایسه موضوعی پژوهش در مهندسی عمران دانشگاه فردوسی مشهد و دانشگاه‌های برتر جهان را انجام دادند. در این پژوهش، مقالات سه سال (۲۰۱۸-۲۰۱۹-۲۰۲۰) پنج دانشگاه برتر (در رتبه بندی QS 2021) و دانشگاه فردوسی مشهد در رشته مهندسی عمران و محیط‌زیست از پایگاه اسکوپوس استخراج شده است. اولویت موضوعات تحقیق بر اساس چند شاخص برای پنج دانشگاه برتر و دانشگاه فردوسی مشهد تحلیل و مقایسه شده است. نتایج نشان می‌دهند که موضوعات پژوهشی (و اولویت‌های آنها) در کالج لندن در مقایسه با دانشگاه فردوسی، بسیار نزدیک‌تر به پنج دانشگاه برتر جهان است. همچنین به منظور ارزیابی بهتر سازگاری پژوهش، مقایسه موضوعی پژوهش‌های دانشگاه فردوسی با پژوهش‌های پنج دانشگاه برتر برای زیرشاخه‌های مختلف مهندسی عمران، به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهند که ناهماهنگی در برخی از زیرشاخه‌ها بسیار زیاد است و بازنگری در سیاست‌های پژوهشی، به شدت توصیه می‌شود. (Elahi et al., 2022) مطالعه‌ای با عنوان برون داده‌های علمی و الگوهای هم‌نویسندگی در حوزه‌های

مهندسی الکترونیک، عمران و مکانیک دانشگاه شهید مدنی آذربایجان (۱۳۷۹-۱۳۹۸)، تحلیل علم‌سنجی را مورد بررسی قرار دادند. این مقاله بر هر دو روش کمی و علم‌سنجی تکیه داشت. از VOSviewer و SPSS به ترتیب برای نقشه برداری و آزمون فرضیات استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که مجموع خروجی‌های علمی مهندسی عمران در جهان، که توسط وب‌آو‌ساینس (۲۰۰۰-۲۰۱۹) نمایه شده است، دارای ۳۹۵۶۴۹ مورد بوده که از این تعداد ۱۱۸۷۶ رکورد (۳٪) متعلق به ایران (رتبه ۱۰) است. یافته‌ها نشان داد که در میان پژوهشگران مهندسی برق، عمران و مکانیک در گروه‌ها و رتبه‌های دانشگاهی، تفاوت معناداری در برون‌دادهای علمی وجود داشت.

(Aristizabal et al., 2021) پژوهشی با عنوان تحلیل کتاب‌سنجی و روندهای پژوهشی یک مجله: مجله مهندسی عمران را مورد بررسی قرار دادند. این کار دو هدف اصلی دارد. اولین مورد، انجام مطالعه تاریخیچه انتشارات تا به امروز و تجزیه و تحلیل عملکرد حوزه‌های موضوعی مجله بر اساس اطلاعات پایگاه داده اسکوپوس است، در مورد دوم، تجزیه و تحلیل شبکه‌ای کتابشناختی و مشارکتی و کلمات کلیدی اسناد منتشرشده در مجله از سال ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۰ ارائه شده است. برای این منظور، با استفاده از ابزارهای منبع‌باز، مانند VOSviewer و Bibliometrix، از پایگاه داده اسکوپوس و صفحه اصلی مجله برای شناسایی تعداد شماره‌ها و مقالات منتشرشده و سایر شاخص‌های کتاب‌سنجی مورد علاقه استفاده شد. برخی از یافته‌ها نشان‌دهنده علاقه روزافزون به انتشار در مجله مهندسی عمران، تکامل مثبت آن از نظر تعداد انتشارات است.

پژوهش (Alabdali, 2021) به بررسی مشاهده و ارزیابی سهم نویسندگان و همکاری مؤسسات در بهره‌وری تحقیقات در زمینه سلامت و ایمنی در ساخت‌وساز، منتشرشده در مجلات نمایه‌شده در پایگاه Scopus-Elsevier از سال ۱۹۶۴ تا ۲۰۱۹ پرداخته است. داده‌های تحقیق مانند سال انتشار، نوع سند، الگوی تألیف، عنوان، زبان، حوزه موضوعی، موقعیت جغرافیایی و کلمات کلیدی در قالب فایل با فنون مربوط به تجزیه و تحلیل کتاب‌سنجی مورد بررسی قرار گرفتند. در مجموع، ۶۸۲۱ سند از پایگاه داده Scopus-Elsevier بازیابی و اسناد به چهار گروه تقسیم شدند. این مطالعه، تصمیمات محققان وابسته به گروه عظیمی از دانشمندان مرتبط با کارهای مربوط به سلامت و ایمنی در صنعت ساخت‌وساز در سراسر جهان را توضیح می‌دهد و نتیجه‌گیری می‌کند که مراقبین متعهد به سلامت و ایمنی در ساخت‌وساز، یک محیط عاری از ریسک را تضمین می‌کنند تا با پیشگیری از خطر و کاهش آن، به با فراهم کردن یک فضای ایمن و پیشرفت جامعه کمک کنند.

تحلیل پیشینه‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که هر یک از پژوهش‌ها، به بررسی یک یا چند بعد از روش‌های علم‌سنجی برای مطالعه و بررسی حوزه مهندسی عمران پرداخته‌اند ولی هیچ یک از پژوهش‌ها، به خصوص پژوهش‌های داخلی، به صورت مستقل به بررسی روند حوزه‌های موضوعی رشته مهندسی عمران و بررسی مشابهت ساختاری آن نپرداخته‌اند. با توجه به پیشینه‌های مرور شده و

استدلال‌های مطرح‌شده، ضرورت اجرای این پژوهش بیش‌ازپیش احساس می‌گردد.

### ۳. مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از نوع مطالعات کاربردی علم‌سنجی به شمار می‌رود. (Ahmi & Mohamad, 2019) و (Abdullah et al., 2020) اعتقاد دارند که تحلیل علم‌سنجی در حال حاضر برای به دست آوردن اطلاعات در مورد الگوهای انتشار، کمیت و محتوای انتشارات و تجزیه و تحلیل جزئیات نویسنده، فراوانی کلمات کلیدی، و استنادات استفاده می‌شود. جامعه آماری را پژوهش‌های مرتبط با رشته مهندسی عمران که در پایگاه Web of Science توسط پژوهشگران دانشگاه شهید چمران اهواز (از ابتدا تا سال ۲۰۲۱)، پژوهشگران ایران (از ۲۰۱۱ تا سال ۲۰۲۱) و پژوهشگران کل جهان (۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱) تشکیل می‌دهند. درباره بازه‌های زمانی انتخاب‌شده برای پژوهش حاضر، لازم به ذکر است که با توجه به این که تولیدات دانشگاه شهید چمران و ایران در حوزه مهندسی عمران حجم بالایی نداشتند، به صورت کامل در نظر گرفته شدند ولی در جهان و ایران، به دلیل فراوانی تعداد مقالات فقط ۱۰ سال اخیر در نظر گرفته شد و برای مقایسه بازه‌های زمانی، بازه‌های زمانی مشابه در نظر گرفته شدند. پژوهشگران به دنبال جستجوی حوزه‌های موضوعی گروه مهندسی عمران در دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران و جهان بوده‌اند. سپس با مقایسه بازه‌های مختلف هرکدام، مشابهت ساختاری بین آنها را به دست آوردند. پژوهش حاضر با هدف بررسی مشابهت ساختاری پژوهش‌های حوزه مهندسی عمران در دانشگاه چمران بر اساس تحلیل پژوهش‌های حوزه مهندسی عمران در ایران و جهان انجام گرفته است.

برای انجام این کار، ابتدا در پایگاه Web of Science جستجوی حوزه‌های موضوعی را شروع کرده، نتایج جستجو به صورت زیر محدود شدند. (جدول ۱).

جدول ۱. محدودیت جستجو در Web of Science و فراوانی مدارک بازیابی شده

ردیف	محل جستجو	نقطه برش
۱	جهان	Document type: Article OR Review Articles و highly cited ها
۲	ایران	Document type: Article OR Review Articles و highly cited ها
۳	دانشگاه شهید چمران اهواز	بدون محدودیت

با اعمال محدودیت‌های بالا، بازه‌های زمانی بازیابی شده برای سهولت در مقایسه بازه‌های مختلف در مشابهت ساختاری، با توجه به این که highly cited ها، شامل ۱۰ سال اخیر (۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱) و برای بازه‌های زمانی جهان نزدیک‌ترین بازه‌ها برای مقایسه با ایران و دانشگاه شهید چمران اهواز در نظر گرفته شده است. دانشگاه شهید چمران اهواز نیز بدون محدود زمانی تا سال ۲۰۲۱ بازیابی شدند. دسته‌بندی به صورت زیر انجام گرفت: (جدول ۲).

جدول ۲. محدودیت بازه‌های زمانی در جهت بازیابی مدارک در پایگاه Web of Science

بازه زمانی	محل جستجو	ردیف
۲۰۱۵-۲۰۱۱	جهان	۱
۲۰۱۶ به بعد		
۲۰۱۵-۲۰۱۱	ایران	۲
۲۰۱۶ به بعد		
قبل از ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۵	دانشگاه شهید چمران اهواز	۳
۲۰۰۶-۲۰۱۰		
۲۰۱۱-۲۰۱۵		
۲۰۱۶ به بعد		

در ادامه، با در نظر گرفتن کلمات کلیدی منابعی که از پایگاه Web of Science استخراج شدند، اطلاعات به برنامه PreMap منتقل شدند و با اعمال محدودیت‌هایی، یکدست‌سازی اصطلاحات به صورت دستی برای هر سه فایل جهان، ایران و دانشگاه شهید چمران اهواز انجام پذیرفت.

به منظور به‌کارگیری روش خوشه‌بندی و با توجه به حجم داده‌ها و قابلیت نرم‌افزارهای موجود، خوشه‌بندی به وسیله نرم‌افزار VOSviewer انجام گردید. به این منظور ابتدا موضوعات هر بازه زمانی به صورت یک دست‌ساز شده برای هر یک از مدارک به صورت پی‌درپی، در فایل اکسل تنظیم شد. اساس خوشه‌بندی در این نرم‌افزار، هم‌رخدادی واژگان است. لذا یک ماتریس هم‌رخدادی، با تعیین تعداد رخدادهای موضوعات لازم است. بنابراین فایل اکسل موضوعات هر یک از بازه‌های زمانی به صورت مجزا، در برنامه پریمپ وارد و پس از بررسی اولیه به صورت ماتریس دوبه‌دو<sup>۱</sup> با آستانه حداقل دو هم‌رخدادی، خروجی گرفته شد. با توجه به این که فرمت ورودی ماتریس برای برنامه وسویور، به صورت فایل با فرمت پی‌جک<sup>۲</sup> (پاژک) است، فایل استخراج‌شده از برنامه پریمپ که به فرمت متنی است، به فرمت اکسل تبدیل گردید. سپس با استفاده از برنامه واسط تبدیل فایل اکسل به پاژک، فایل‌های هر بازه زمانی به فرمت شبکه (net) تبدیل شد. در مرحله بعد ماتریس‌های ایجاد شده در قسمت ورود اطلاعات به صورت شبکه، در نرم‌افزار وسویور وارد شد و مورد تحلیل قرار گرفت. به منظور ترسیم شبکه به صورت واضح و قابل تفسیر، تعداد عناصر قابل قبول در شبکه بین ۱۰۰ تا ۲۰۰ است، حد آستانه برای وزن لینک‌های موضوعات در حدی تنظیم گردید که تعداد موضوعات در هر بازه در این محدوده قرار گیرد. سپس تحلیل‌های مبتنی بر شبکه ایجاد شد.

در مرحله بعد بر اساس اطلاعات استخراج‌شده از وسویور، میزان مشابهت موضوعات هر یک از خوشه‌ها در یک بازه زمانی با بازه زمانی بعد، در برنامه اکسل محاسبه گردید. به منظور قابلیت

پیش بینی موضوعات دوره زمانی بعد، شباهت ساختاری موضوعات به منظور تعیین میزان هم سویی پژوهش های هر یک از حوزه های مهندسی عمران در دانشگاه شهید چمران اهواز و کشور ایران و جهان، از شاخص مشابهت ساختاری موضوعات استفاده می گردد که در رابطه (۱) (Tavaklizadeh et al., 2019)، فرایند محاسبه این مقدار ارائه شده است:

رابطه (۱):

$$= \frac{A1 \cap B1}{A1 \cup B1} + \frac{A1 \cap B2}{A1 \cup B2} + \dots + \frac{An \cap Bn}{An \cup Bn} \text{ (Structural Similarity } (A \rightarrow B) \text{)}$$

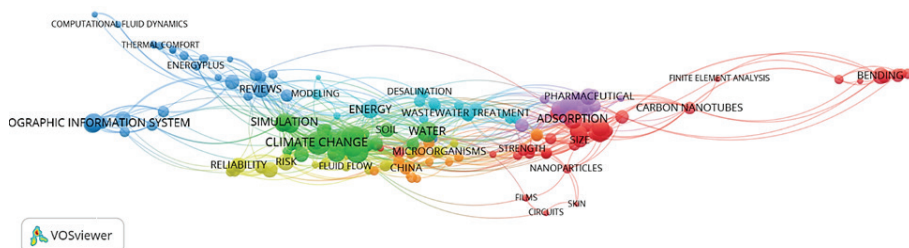
$$N(B)$$

در صورت این رابطه، اشتراک هر یک از خوشه های مجموعه A (دانشگاه شهید چمران) با تک تک خوشه های مجموعه B (ایران یا جهان) محاسبه و تقسیم بر اجتماع آنها می شود. مجموع مقدار این اعداد بر تعداد خوشه های مجموعه B تقسیم می گردد.

#### ۴. یافته های پژوهش

در پژوهش حاضر، مجموعه ای از مقالات در حوزه مهندسی عمران بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ در پایگاه Web of Science مورد بررسی قرار گرفتند. پس از جستجو، ابتدا بدون اعمال محدودیت مدارک بازیابی شدند، سپس برای پردازش به دلیل بالا بودن تعداد نتایج برای جهان و ایران، محدودیت هایی در نظر گرفته شد.

امروزه علم سنجی، به عنوان یک قلمرو علمی، دارای متداول ترین روش های ارزیابی و پایش فعالیت ها و برندهای علمی پژوهشگران و مدیریت فرایند پژوهش است (Osareh et al., 2009). یکی از روش هایی که جهت تحلیل موضوعی به کار می رود، روش خوشه بندی است. در مطالعات اخیر خوشه بندی به عنوان ابزاری برای گزارش نتایج و همبندی موضوعات، نویسندگان و تحلیل استنادی مجلات مورد استفاده قرار گرفته است (Osareh et al., 2016) که در ادامه خوشه هایی که توسط برنامه VOSviewer ترسیم شده اند، قابل مشاهده هستند و توضیحات مورد نظر در همان راستا بیان می شود.

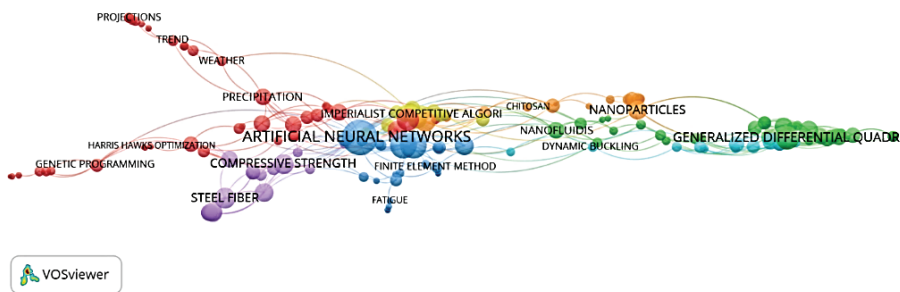


شکل ۱. ساختار شبکه کلیدواژه های پربسامد مهندسی عمران در جهان (۲۰۱۱-۲۰۱۵)



شامل مواردی هستند که در زیر از آنها نام برده شده است:

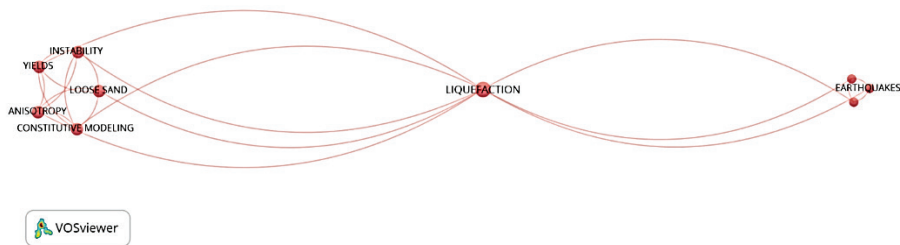
Metaheuristic, Geographic Information System, Optimization, Metaheuristic Algorithm, Remote Sensing, Climate Change, Hybrid Model, Firefly Algorithm, Global Optimization,



شکل ۴. ساختار شبکه کلیدواژه‌های پریسامد مهندسی عمران در ایران (۲۰۱۶ به بعد)

بر اساس شکل ۴ مشخص شده است که در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۶ به بعد تحقیقات انجام شده در ایران، مطابق با تحلیل در برنامه VOSviewer به ۱۶۴ کلیدواژه محدود شد که به ۷ خوشه تقسیم‌بندی شدند. موضوعات برجسته در این بازه شامل موارد زیر است:

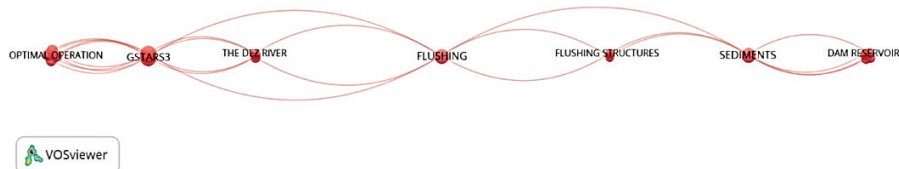
Artificial Neural Networks, Generalized Differential Quadrature Method, Machine Learning, Geographic Information System, Particle Swarm Optimization, Nanoparticles, Wave Propagation, Optimization, Anfis, Genetic Algorithms,



شکل ۵. ساختار شبکه کلیدواژه‌های پریسامد مهندسی عمران در دانشگاه شهید چمران اهواز (از ابتدا تا ۲۰۰۵)

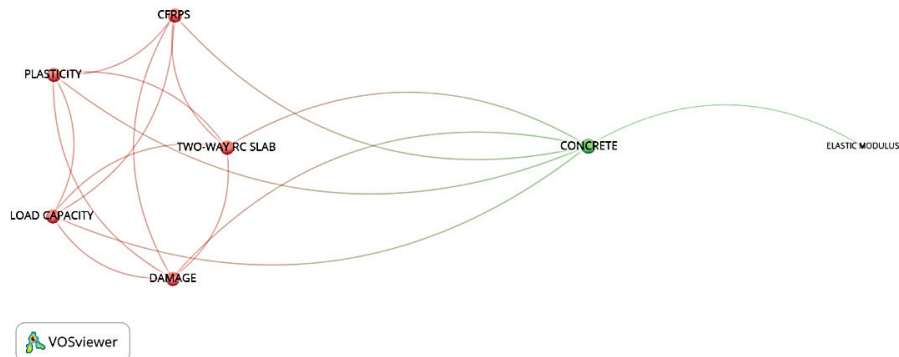
بر اساس شکل ۵ مشخص شده است که در رشته مهندسی عمران در دانشگاه شهید چمران اهواز در بازه سال‌های ابتدایی تا سال ۲۰۰۵، دارای ۱ خوشه و شامل ۹ آئتم بوده است. در این بازه موضوعات برجسته‌تر بر اساس کلیدواژه‌های زیر شامل موارد زیر بوده‌اند:

Liquefaction, Anisotropy, Constitutive Modeling, Instability, Loose Sand, Yields, Earthquakes, Numerical Modelling and Analysis, Pore Pressure



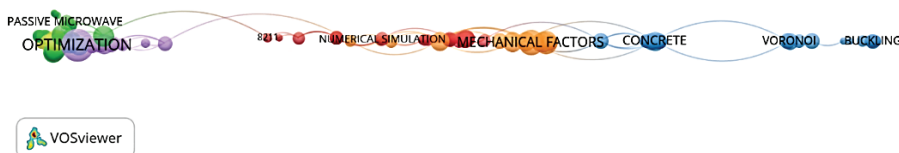
شکل ۶. ساختار شبکه کلیدواژه‌های پرسیامد مهندسی عمران در دانشگاه شهید چمران اهواز (۲۰۰۶-۲۰۱۰)

همان‌گونه که در شکل ۶ مشخص است در دانشگاه شهید چمران اهواز در بازه زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ که دارای ۱۶ آیتیم و ۱ خوشه بوده است، کلیدواژه‌های زیر برجسته و پرتکرارتر بوده‌اند: Gstars3, Sedimentation, Flushing, Sediments, Optimal Operation, Optimization, Search Direct, Penalty Function, The Dez River, Stream Dam



شکل ۷. ساختار شبکه کلیدواژه‌های پرسیامد مهندسی عمران در دانشگاه شهید چمران اهواز (۲۰۱۱-۲۰۱۵)

همان‌گونه که در شکل ۷ مشخص است، در دانشگاه شهید چمران اهواز، از سال ۲۰۱۱ تا سال ۲۰۱۵ در رشته مهندسی عمران، پژوهش‌هایی با کلیدواژه‌های زیر برجسته بوده‌اند. که این بازه در برنامه VOSviewer شامل ۷ کلیدواژه و ۲ خوشه بوده است. Concrete, Cfrps, Plasticity, Two-Way Rc Slab, Load Capacity, Damage, Elastic Modulus



شکل ۸: ساختار شبکه کلیدواژه‌های پرسیامد مهندسی عمران در دانشگاه شهید چمران اهواز (۲۰۱۶ به بعد)

مطابق با شکل ۸، حوزه‌های موضوعی مهندسی عمران از سال ۲۰۱۶ به بعد در دانشگاه شهید چمران اهواز برابر با ۱۶۴ کلیدواژه و ۷ خوشه در برنامه VOSviewer بوده است. مطرح‌ترین کلیدواژه‌ها، به ترتیب شامل موارد زیر بوده‌اند:

Optimization, Artificial Neural Networks, Genetic Algorithms, Support Vector Machines, Pipe Network, Particle Swarm Optimization, Concrete, Mechanical Factors, Reservoir Operation, Multireservoir

در ادامه به بررسی مشابهت ساختاری بازه‌های مختلف پرداخته شده است:

حال با توجه به مراحل طی شده است و تعداد خوشه‌هایی که در هر بازه وجود دارد، شباهت ساختاری حوزه‌های موضوعی حاصل از محاسبه حوزه‌های موضوعی رشته مهندسی عمران بین بازه‌های مختلف زمانی محاسبه شد.

جدول ۳ حاصل مطالعه شباهت ساختاری خوشه‌های حاصل از حوزه‌های موضوعی رشته مهندسی عمران در بازه‌های زمانی مختلف است. دانشگاه شهید چمران اهواز و ایران در بازه زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ شباهت ساختاری با یکدیگر ندارند. دانشگاه شهید چمران اهواز و ایران دارای ۹ درصد مشابهت ساختاری در بازه زمانی ۲۰۱۶ به بعد بوده‌اند.

با محاسبه مشابهت ساختاری بین بازه‌های جهان و دانشگاه شهید چمران اهواز مشخص شد که در بازه زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ دارای ۰/۸ درصد مشابهت ساختاری و در بازه زمانی ۲۰۱۶ به بعد دارای ۵/۸ درصد مشابهت ساختاری بوده‌اند که با مقایسه این دو بازه مشخص شده است که در بازه زمانی اخیر دارای مشابهت ساختاری بیشتری بوده‌اند.

مشابهت ساختاری بین موضوعات ایران و جهان در رشته مهندسی عمران از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ دارای ۳/۳ درصد است و از سال ۲۰۱۶ به بعد نیز بین ایران و جهان ۱۳/۴ درصد مشابهت ساختاری بین موضوعات دارند.

جدول ۳. میزان مشابهت ساختاری در بازه‌های مختلف دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران و جهان برای رشته مهندسی عمران

نام بازه	بازه زمانی	Similarity (درصد مشابهت ساختاری)
ایران-چمران	۲۰۱۱-۲۰۱۵	۰٪
ایران-چمران	بعد از ۲۰۱۶	۹٪
جهان-چمران	۲۰۱۱-۲۰۱۵	۰/۸٪
جهان-چمران	بعد از ۲۰۱۶	۵/۸٪
جهان-ایران	۲۰۱۱-۲۰۱۵	۳/۳٪
جهان-ایران	بعد از ۲۰۱۶	۱۳/۴٪

## ۵. نتیجه‌گیری

با توسعه روزافزون علم، بر حوزه‌های علمی نوین و حجم اطلاعات افزوده شده است و پژوهشگران نیاز به استفاده از روش‌های مختلفی در جهت شناسایی حوزه‌های پژوهشی مختلف و مرور آثار پیشین دارند تا بتوانند به شناسایی وضعیت آن حوزه، نویسندگان تأثیرگذار، سازمان‌ها و کشورهای مهم مرتبط با موضوع مورد پژوهش در بازه‌های زمانی متفاوت بپردازند.

در پژوهش حاضر با توجه به خوشه‌هایی که مورد بررسی قرار گرفتند، روند تغییر موضوعات حوزه مهندسی عمران بررسی و مشخص شد. با توجه به یافته‌های پژوهش که به بررسی روند موضوعات حوزه مهندسی عمران پرداخته شده است، مشخص شد که در بازه زمانی انجام پژوهش مهندسی عمران در جهان از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ موضوعاتی همچون Water, Model, Climate Change مطرح بوده‌اند که با برخی نتایج پژوهش (Karimi et al., 2023) همسو بوده است. در جهان از سال ۲۰۱۶ به بعد Model, Machine Learning, Optimization و Deep Learning بیشترین وزن را داشته‌اند. (Mansoor, 2022) نیز در نتایج پژوهش خود مطرح می‌کند که مشاهده شده است که اجرای روش‌های یادگیری عمیق (Deep Learning) در سال‌های اخیر توجه زیادی را در بین محققان صنعت ساختمان به خود جلب کرده است که پژوهش حاضر با آن هم‌راستا بوده است. وجود موضوعاتی، مانند یادگیری ماشین (Machine Learning) و یادگیری عمیق (Deep Learning) نشان از این دارد که در سال‌های اخیر، رشته مهندسی عمران نیز به سمت فناوری و هوش مصنوعی رفته است و خود را با فناوری‌ها وفق داده است.

در ایران نیز موضوعات در دو بازه بین سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ به بعد مورد تحلیل قرار گرفتند که مشخص شد در ایران از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ موضوعاتی مانند Metaheuristic, Geographic Information System, Optimization و غیره مورد پژوهش و بررسی قرار گرفتند. از سال ۲۰۱۶ به بعد نیز موضوعات Artificial Neural Networks, Generalized Differential Quadrature Method, Machine Learning، وزن بیشتری را در بین موضوعات به خود اختصاص دادند که باز هم نشان از این دارد که علاوه بر موضوعات عمران، موضوعات مربوط به فناوری‌ها نیز مطرح بوده که در قسمت ایران همسو با موضوعات جهانی پیش رفته است.

در دانشگاه شهید چمران اهواز تا قبل از سال ۲۰۰۵ موضوعات Liquefaction, Anisotropy, Constitutive Modeling، از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۰ موضوعات Gstars3, Sedimentation, Flushing, Sediments، از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ موضوعات Concrete, Cfrps, Plasticity، از سال ۲۰۱۶ به بعد موضوعات Optimization, Artificial Neural Networks, Genetic Algorithms، مطرح بوده‌اند.

در ادامه پژوهش حاضر سعی شد به بررسی مشابهت ساختاری موضوعات مهندسی عمران در دانشگاه شهید چمران اهواز و مطابقت با ایران و جهان در پایگاه اطلاعاتی Web of Science پرداخته شود. با مقایسه درصد مشابهت ساختاری بین دانشگاه شهید چمران اهواز با ایران و جهان مشخص

شده است که دانشگاه شهید چمران اهواز دارای ۹٪ و با جهان دارای ۵/۸٪ مشابهت ساختاری با ایران است که نسبت به دیگر بازه‌ها، موضوعات از شباهت ساختاری بیشتری برخوردار هستند. بین جهان و ایران نیز مشابهت ساختاری از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۵ که دارای ۳٪ بوده است، از سال ۲۰۱۶ به بعد به ۱۳/۴٪ رسیده است که نشان می‌دهد مشابهت ساختاری، به مرور زمان افزایش پیدا کرده است و موضوعات همسوتر شده‌اند. ولی به صورت کلی این اعداد نشان‌دهنده آن است که همسویی موضوعات دانشگاه شهید چمران اهواز با ایران و جهان کم بوده است و این پژوهش با پژوهش (Masoumi & Khajavi, 2022) دارای همسویی در برخی نتایج آن است. برای افزایش هم‌راستایی موضوعات باید انجمن‌هایی بین متخصصان، پژوهشگران، صاحب‌نظران، دانشجویان و اساتید رشته مهندسی عمران برقرار شود تا به اشتراک نظر، بحث و هم‌اندیشی پرداخته شود و پژوهش‌های داخلی با پژوهش‌های خارجی این حوزه همسوتر شوند.

نتایج مربوط به پژوهش حاضر به دانشجویان تحصیلات تکمیلی و پژوهشگران رشته مهندسی عمران کمک می‌کند تا با دید تازه‌ای به انتخاب موضوعات پژوهشی خود بپردازند. همچنین به نظر می‌رسد نظارت بر روندهای پژوهشی در مراکز تحقیقاتی خاص و شباهت آنها با پژوهشگاه‌های برتر دنیا، دیدگاه جدیدی را پیش روی سیاست‌گذاران پژوهشی قرار می‌دهد و اساساً در یافتن نقاط قوت و ضعف رویکردهای پژوهشی و سیاست‌های آتی مؤثر است. به‌طورکلی، هدف از آموزش مهندسی عمران و هم‌راستایی موضوعات با پژوهش‌های جهانی این امر است که دانشجویان را با مهارت‌ها و دانش لازم برای برتری در زمینه‌های متنوع و چالش‌برانگیز مهندسی عمران مجهز کند. با در نظر گرفتن این بینش‌ها، دانشگاه شهید چمران اهواز می‌تواند برنامه درسی و پژوهشی مهندسی عمران خود را برای همسویی بیشتر با موضوعات روز مهندسی عمران در ایران و جهان ارتقا دهد. همچنین با استفاده از موضوعات روز جهان در مهندسی عمران از طریق مطالعات و تأکید بر دانش عملی، برنامه‌های مهندسی عمران می‌توانند فارغ‌التحصیلان را برای مقابله با چالش‌های جهانی پیچیده در این زمینه آماده کنند.

## سپاس‌گزاری

با سپاس از داوران محترم که قبول زحمت نموده‌اند و نکات ارزشمند و علمی را به نویسندگان یادآوری کردند.

## References

- Abdullah, K. H., Hashim, M. N., & Abd Aziz, F. S. (2020). A 39 years (1980–2019) bibliometric analysis of safety leadership research. *TEST Engineering and Management*, 83, 4526–4542.
- Ahmi, A., Mohamad, R. (2019). Bibliometric analysis of global scientific literature on web accessibility. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, 7(6), 250–258.
- Akinci-Ceylan, S., Cetin, K. S., Ahn, B., Surovek, A., & Cetin, B. (2022). Investigating problem-solving

processes of students, faculty, and practicing engineers in civil engineering. *Journal of Civil Engineering Education*, 148(1), 04021014.

- Alabdali, A (2021). Health and safety in construction field: A bibliometric analysis from 1964 – 2019. *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 13(15), 30–35.
- Aristizabal, D., Lara, A. J., Payares, V., & Alzate, A. (2021). Bibliometric analysis and research trends of a journal: Magazine of Civil Engineering. *Library Philosophy and Practice*, 1–24.
- Bedford, D. A. (2013). Knowledge management education and training in academic institutions in 2012. *Journal of Information & Knowledge Management*, 12(04), 1350029.
- Cahlik, T. (2006). Comparison of the maps of science. *Scientometrics*. 49(3), 373–387.
- Danesh, F, and Nematollahi, Z. (2020). Clustering concepts and emerging events of knowledge organization. *Library and Information*, 23(2), 53–85. [in Persian].
- Elahi, J., Shahbazi, R., & Khalili, L. (2022). Scientific outputs and co-authorship patterns in the fields of electronic, Civil and Mechanical Engineering of Azarbaijan Shahid Madani University (2000–2019): A scientometric analysis. *International Journal of Information Science & Management*, 20(2).
- Karimi A, Karimi S, Varnasari A, Hosseini Ahangari S A, Naqdinejad A (2023). Analyzing the descriptive and content structure of the scientific productions of Iranian researchers in the field of civil engineering in Web of Science. *Caspian Scientific Journal*, 10 (1), 1–14. [in Persian].
- Kazemi, A (2014). History of civil engineering in Iran. *The First National Conference of Structural Engineering of Iran, Tehran*. [in Persian].
- Mansoor, A., Liu, S., Ali, G. M., Bouferguene, A., & Al-Hussein, M. (2022). Scientometric analysis and critical review on the application of deep learning in the construction industry. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 50(4), 253–269.
- Masoumi, N., & Khajavi, R. (2021). Thematic comparison of research in civil engineering at Ferdowsi University of Mashhad and World's Top Universities. *Journal of Seismology & Earthquake Engineering*, 23(1).
- Nadimi, N., & Zayandehroodi, A. (2022). An evaluation of the impact of COVID-19 outbreak on education and research in civil engineering in Iran from students' viewpoint. *Iranian Journal of Engineering Education*, 24(95), 89–108. [in Persian].
- Noh, N. B., Yusof, A. I. B., Wee, L. S., Puaad, M. B. F. B. M., & Noor, N. I. B. M. (2023). Correlation of student attainment for civil engineering design project and structural concrete and steel design for undergraduate students in concurrent semester.
- Nowrouzi Chakoli, A R (2011). Familiarity with scientology (basics, concepts, relationships and roots), Tehran: *Samit Publications*. [in Persian].
- Osareh, F, Sohaili, F, Faraj Pahlou, A H, Marif Zadeh, A H (2012). Investigating the centrality measure in the co-authorship network of articles in information science journals. *Research Journal of Library and Information Science*, 2(2), 181. [in Persian].
- Osareh, F, Heydari, G, Tavakolizadeh Ravari, M and Mostafavi, I (2016). Analysis and comparison of the interdisciplinary structure of "Information Science and Epistemology" based on the clustering of its citation relations in the two periods before and after the emergence of the web. *Journal of Information Processing and Management*, 31(3), 675–703. [in Persian].
- Osareh, F, Heydari, G, Zare Farashbandi, F, Haji Zain al-Abidini, M (2009). *From bibliometrics to web metrics: an analysis of basics, perspectives, rules and indicators*. Tehran: Ketabdar Publishing House. [in Persian].
- Repanovici, A. (2010). Measuring the visibility of the universities' scientific production using scientometric methods, plenary lecture. In *The 6th WSEAS/IASME International Conference on Educational Technologies, (EDUTE'10)* (pp. 56–62).
- Soheili, F, Faridah, O (2007). Investigating the level of visibility and the level of cooperation of Iran's nanotechnology websites using web metrics. *Research Journal of Information Processing and Management*, 22(4), 1. [in Persian].

- Sunita, B., & Gupta, A. (2021). Benchmarking civil engineering education in India. *Advances in Geotechnics and Structural Engineering: Select Proceedings of TRACE 2020* (pp. 269–278). Singapore: Springer Singapore.
- Tavaklizadeh Ravari, M., Soheili, F., Khase, A. (2019). *Familiarization with the basics of scientometrics*, Tehran: Payam Noor University Publications.
- Yousefi, A, Guillori, A, Shahmirzadi, T, Hemet, M, Keshavarz, M (2012). Reviewing the scientific productions of Iranian researchers in the field of immunology in the ISI database. *Razi Journal of Medical Sciences*, 19(3), 1. [in Persian].



◀ **شهناز خادمی زاده:** دارای مدرک تحصیلی دکتری در رشته علم اطلاعات و دانش شناسی از دانشگاه میسور هندوستان است. ایشان هم اکنون دانشیار گروه علم اطلاعات و دانش شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز و عضو هیئت علمی مأمور در گروه کتابداری و اطلاع رسانی پزشکی، دانشکده علوم پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران می باشد. مدیریت دانش، سامانه های اطلاعاتی، داده کاوی، ارزیابی و سیاست گذاری پژوهش از جمله علایق پژوهشی وی است.



◀ **رقیه قضاوی:** دارای مدرک کارشناسی کتابداری و اطلاع رسانی پزشکی، کارشناسی ارشد علم سنجی و دکترای تخصصی علم اطلاعات و دانش شناسی گرایش ذخیره و بازیابی اطلاعات است. سابقه همکاری و فعالیت در معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان از سال ۱۳۹۱ در حوزه علم سنجی، ارزیابی پژوهشی و مدیریت نشریات را دارا می باشد و از سال ۱۴۰۰ به عنوان استادیار گروه علم اطلاعات و دانش شناسی دانشگاه شهید چمران اهواز مشغول به خدمت هستند. حوزه موضوعی فعالیت های پژوهشی و مطالعاتی ایشان در زمینه علم سنجی و سیاست گذاری علم و همچنین جنبه های مختلف اطلاعات و سواد و مدیریت آن در حوزه پزشکی است.



◀ **مریم آقائی:** دانشجوی دکتری رشته علم اطلاعات و دانش شناسی گرایش بازیابی اطلاعات و دانش در دانشگاه شهید چمران اهواز می باشد. علم سنجی، رفتارهای اطلاعاتی، فناوری و بازیابی اطلاعات، و مدیریت دانش از علایق پژوهشی وی است.



◀ **ایوب مه‌ری ده نو:** دارای مدرک دکتری مهندسی عمران در گرایش مهندسی زلزله و هیئت علمی دانشکده مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز است. وی علاوه بر آموزش و تحقیقات سوابقی همچون معاون عمرانی و رئیس شورای عمرانی دانشگاه آزاد اسلامی استان خوزستان، معاون پژوهش دانشکده و مدیر گروه تحصیلات تکمیلی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز بوده و در حال حاضر معاون املاک و مستغلات سازمان مرکزی دانشگاه آزاد اسلامی و دبیر شورای عالی سیاست‌گذاری مسکن کشور در آن دانشگاه است. علاوه بر زمینه تحصیلی، علاقمند به موضوعاتی تحقیقاتی و اجرایی کلان همچون مدیریت پروژه، صنعتی‌سازی و فناوری‌های نوین ساخت مسکن می‌باشد.



## بهبود ذهنیت کارآفرینانه یادگیرندگان: بررسی تأثیر بازی‌های دیجیتالی از طریق مرور نظام‌مند

علی رحمانی پور<sup>۱</sup>، شکیلا محمدی<sup>۲</sup> و حسین زنگنه<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱/۱۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۲۷

DOI: 10.22047/ijee.2024.450788.2071

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.104.6.7

**چکیده:** کارآفرینی یک عامل کلیدی برای رشد اقتصادی و اجتماعی است و از آن جایی که این عامل قابل آموزش و یادگیری است، با ابزارهای نوین آموزشی همچون بازی‌های دیجیتالی می‌توان ذهنیت، روحیه و شایستگی کارآفرینی را در یادگیرندگان ایجاد کرد. هدف اصلی پژوهش حاضر، مرور مطالعات انجام شده در زمینه استفاده از بازی‌های دیجیتالی برای یادگیرندگان، در راستای بهبود ذهنیت کارآفرینی و پاسخ به سؤالات پژوهش بود. این پژوهش به شیوه مرور نظام‌مند و با پروتکل پریزما صورت گرفت. جست‌وجوها در پایگاه‌داده‌های Scopus، Web of Science، ProQuest و با واژگان کلیدی Digital Games، Cultivating Entrepreneurial Mindset و Students انجام گرفت. در این فرایند ۱۳۷ مقاله یافت شد که با توجه به معیارهای ورود و خروج، برخی مقالات حذف گردیدند و در نهایت، داده‌های ۲۱ مقاله مورد استخراج، توصیف، تحلیل و تبیین قرار گرفتند. یافته‌ها نشان داد بازی‌های دیجیتالی به دلیل ویژگی‌هایی همچون خطرپذیری، فراهم آوردن محیطی مشابه محیط واقعی، بهبود تفکر راهبردی، افزایش کنترل، افزایش توان رهبری و افزایش مشارکت می‌توانند در جهت بهبود ذهنیت کارآفرینانه، مفید باشند. همچنین رویکردهای آموزشی منطبق بر ذهنیت کارآفرینانه، شامل یادگیری تجربی و همیارانه بود. از تحلیل و تبیین یافته‌ها می‌توان این‌گونه استدلال کرد که استفاده از بازی‌های دیجیتالی، به دلیل فراهم آوردن فرصت خطرپذیری و امکان تکرارپذیری جهت بهبود ذهنیت کارآفرینانه مورد توجه است و همچنین بر مؤلفه‌های تبلور وجودی مؤثر بوده که از عناصر کلیدی ذهنیت کارآفرینانه است.

**واژگان کلیدی:** بازی دیجیتالی، ذهنیت کارآفرینانه، یادگیرندگان، تبلور وجودی

۱- کارشناسی ارشد تکنولوژی آموزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. a.rahamnipur@ltr.basu.ac.ir

۲- دانش‌آموخته تکنولوژی آموزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. mohammadishakila@yahoo.com

۳- دانشیار گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران. (نویسنده مسئول) zangeneh@basu.ac.ir

## ۱. مقدمه

کارآفرینی بخشی از دنیای ما را شکل می‌دهد (Carlen, 2016) و امروزه عنصری حیاتی برای رشد اقتصادی و اجتماعی تبدیل شده است (Akbari et al., 2023; Stamboulis & Barlas, 2014). به همین دلیل، اندیشمندان در تلاش هستند تا بتوانند روحیه کارآفرینی را در میان یادگیرندگان رشد دهند که خود، باعث توجه به نقش آموزش کارآفرینی شده است (Cui & Bell, 2022)، چون برخی از مهارت‌های کارآفرینی اکتسابی هستند (Soltani & Mehrabi, 2019) و این امر می‌تواند موجب ایجاد ذهنیت، روحیه و شایستگی کارآفرینی در یادگیرندگان شود (Bacigalupo et al., 2016) و همچنین در خوداشتغالی، خودکارآمدی و ایجاد فرصت‌های نوآورانه، مفید و مؤثر واقع شود (Cui, 2021). بنابراین آموزش کارآفرینی یک زمینه مناسب برای پیشرفت و توسعه جوامع، محرکی برای رشد اقتصادی، انسجام اجتماعی، موفقیت‌سازمانی و تحقق اهداف شخصی تلقی می‌شود (Jardim et al., 2021).

کارآفرینی حرکتی از پیش طرح‌ریزی شده در جهت نوآوری، خلاقیت، افزایش کارایی اقتصادی، خطرپذیری و فعال بودن تلقی می‌شود (Kreiser et al., 2013) و شامل اقدامات افراد یا گروه‌ها برای کشف، ارزیابی و بهره‌برداری از فرصت‌ها است (Frese & Gielnik, 2023). کارآفرینی یک زیست‌بوم نوآوری قوی و دارای محرک‌های کلیدی برای افزایش رفاه اجتماعی-اقتصادی کشورها است (Pradhan et al., 2020) و از آن جایی که کلید حل همه چالش‌های اقتصادی در دست کارآفرینی است، جوامع باید به فکر ایجاد یک فرهنگ یادگیری باشند. یک فرهنگ یادگیری خوب، نه تنها به کارکنان کمک می‌کند تا سطح بالایی از عملکرد را نشان دهند بلکه باعث ارتقای فردی و گروهی آنها در سازمان نیز خواهد شد (Malik et al., 2011; Khalili Khezrabadi et al., 2023).

از این رو، با توجه به اهمیت کارآفرینی در جوامع امروزی از منظرهای مختلف اقتصادی و اجتماعی، پرورش ذهنیت کارآفرینانه در یادگیرندگان، حائز اهمیت است و از سوی دیگر، با توجه به پیشرفت چشمگیر فناوری و تأثیر آن بر اعمال روزمره ما، نظام آموزشی نوین، مستلزم استفاده از فناوری‌های جدید آموزشی برای سازمان‌دهی مؤثر فرایند یادگیری است (Norbutaevich, 2020). آموزش هوشمند، شکلی از آموزش است که همراه با پذیرش و علاقه یادگیرندگان به سرعت در حال گسترش است. این نکته، نشان‌دهنده این واقعیت است که آموزش مبتنی بر فناوری‌های مدرن، فرصت یادگیری کارآمدتر، جذاب‌تر و راحت‌تری را برای یادگیرندگان ممکن می‌سازد (Singh & Miah, 2020). بیشتر فناوری‌های نوین، فعالیتی همه‌جانبه، داوطلبانه و لذت‌بخش را فراهم می‌کنند زیرا اهداف چالش‌برانگیز، طبق قوانین توافق شده دنبال می‌شوند (Camilleri & Camilleri, 2020). یکی از این فناوری‌ها که با استفاده از آن می‌توان کارآفرینی را آموزش داد، بازی‌ها هستند که می‌توانند برای بهبود مهارت‌های یادگیرندگان به شیوه‌ای نوآورانه به کار گرفته شوند (Kazimoglu et al., 2012). بسیاری از یادگیرندگان امروزی، بازی‌هایی را با دستگاه‌هایی نظیر تلفن‌های همراه و تبلت‌ها انجام می‌دهند که این تحولات، منجر

به تغییر رویکردهای یادگیری و آموزشی شده است (Mayer & Johnson, 2010). یادگیری مبتنی بر بازی نه تنها سرگرم‌کننده است، بلکه به یادگیرندگان اجازه می‌دهد تا معانی خود را بسازند و بتوانند جهان را به روش‌های خود درک و تفسیر کنند (Yelland, 1999) که همسو با ارزشمندترین اهداف آموزش و پرورش، یعنی تعلیم و تربیت دانش‌آموزانی باشد که توانایی مقابله با چالش‌های دنیای واقعی را دارند و می‌توانند از آموخته‌ها و تجربیات گذشته خود، برای یافتن راه‌حل جدید استفاده کنند (Heydari et al., 2015).

جست‌وجوها بیانگر این است که مطالعات گوناگونی در خصوص ذهنیت کارآفرینانه صورت‌گرفته است که از میان آنها می‌توان به پژوهش (Mokhtari Bai Kalaei & Kohn Ghaziani, 2021) اشاره کرد. نتایج پژوهش نشان‌دهنده این است که آموزش کارآفرینی می‌تواند زمینه توسعه اقدامات کارآفرینانه را فراهم کند. همچنین برخی پژوهش‌ها به تأثیر بازی بر آموزش کارآفرینی پرداخته‌اند. به طور مثال، (Ismail et al., 2018) در پژوهش خود به معرفی یک بازی پرداختند که می‌تواند ویژگی‌های کارآفرینی افراد را بر اساس برنامه‌ریزی‌ها و فعالیت‌های آنها حین انجام بازی توصیف کند. همچنین (Sidhu et al., 2015) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که رویکرد آموزش مبتنی بر بازی، به دانش‌آموزان اجازه می‌دهد تا ذهنیت فعلی خود را کشف و آن را با ذهنیت کارآفرینان مقایسه کنند. (Usart & Romero, 2013) نشان دادند، رویکرد یادگیری مبتنی بر بازی در دوره‌های برخط آزاد انبوه، رضایت کلی قابل قبولی را به همراه دارد. در میان این پژوهش‌ها، می‌توان به پژوهش‌هایی که با رویکرد مرور نظام‌مند انجام شدند، نیز اشاره کرد. برای نمونه (Casau et al., 2023) در پژوهش خود به بررسی «رویکردهای یادگیری مبتنی بر بازی برای توسعه کارآفرینی در آموزش عالی» پرداختند. همچنین پژوهش (Bagheri et al., 2019) بیانگر نقش مؤثر «بازی‌وارسازی در آموزش عالی و پیامدهای آن برای بهبود آموزش کارآفرینی» بود.

نتایج جست‌وجوها حاکی از این است که مطالعات صورت‌گرفته، بیشتر در زمینه آموزش عالی بوده (Bagheri et al., 2019; Casau et al., 2023) و به رویکردهای آموزشی پرورش ذهنیت کارآفرینانه به طور خاص توجهی نداشته‌اند. همچنین مطالعات، تنها به بررسی تأثیر بازی‌های دیجیتالی بر کارآفرینی پرداخته‌اند (Ismail et al., 2018) و در بررسی انجام‌شده، پژوهشی که به چرایی استفاده از بازی‌های دیجیتالی اشاره کرده باشد، نیز مشاهده نشد. از این رو، نیاز است یک مرور نظام‌مند و جامع صورت بگیرد تا بدین وسیله به بررسی خلأ پژوهشی حاضر پردازد و به بدنه دانش در این زمینه کمک کند. پژوهش حاضر در تلاش است با بازنمایی چرخه پرورش ذهنیت کارآفرینانه و کنار هم قرار دادن حلقه‌های اتصال این چرخه به مربیان و کارآفرینان اطلاع دهد که مداخلات کارآفرینی را با کدام رویکرد

آموزشی ادامه دهند تا نتیجه خوبی حاصل شود و همچنین دید عمیقی برای طراحان آموزشی بازی ایجاد شود که با در نظر گرفتن سن مخاطبان و دوره‌های تحصیلی، رویکرد آموزشی مناسبی در جهت بهبود ذهنیت کارآفرینانه اتخاذ نمایند.

یک محیط یادگیری مبتنی بر بازی به یادگیرندگان کمک می‌کند تا هنگام انتخاب اقدامات، به سمت یک هدف مشخص گام بردارند، پیامدهای آن را بپذیرند و تجربه کنند (Breien & Wasson, 2021). تنظیم یک محیط بازی خطرپذیر باعث می‌شود، زمانی که یادگیرندگان یا بازی‌باز مرتکب اشتباه می‌شوند، شکست‌ها را به چالش تبدیل کنند و با تفکر به تجدیدنظر در مورد اقدامات قبلی بپردازند تا به روش صحیح انجام کارها دست یابند (Behnamnia et al., 2020). این امر باعث جذابیت، تحقق اهداف یادگیری و ایجاد حس تأثیرگذار بودن در فرد می‌شود که همسو با مؤلفه‌های ذهنیت کارآفرینانه است.

بنابراین هدف از پژوهش حاضر، درک جامعی از مطالعات انجام شده در زمینه استفاده از بازی‌های دیجیتال برای پرورش ذهنیت کارآفرینانه و بررسی ابعاد مختلف آن، به منظور پاسخ به سؤالات زیر است:

۱. با توجه به مطالعات کنونی، بازی‌های دیجیتالی چگونه موجب بهبود ذهنیت کارآفرینانه خواهد شد؟
۲. بر اساس پژوهش‌های صورت‌گرفته، کدام یک از رویکردهای آموزشی به‌کاررفته در بازی‌های دیجیتالی موجب بهبود ذهنیت کارآفرینانه خواهد شد؟
۳. مطابق با تحقیقات فعلی، استفاده از بازی‌های دیجیتالی موجب بهبود کدام یک از ابعاد نه‌گانه تبلور وجودی خواهد شد؟

## ۲. چارچوب نظری

کارآفرینی یک نظام منظم است (Diandra & Azmy, 2020) که بر فعالیت‌های سودآور متمرکز است (Ratten, 2023). از کارآفرینی، به عنوان یک فرایند نوآورانه و خلاق یاد شده است (Schumpeter, 2013) که توان مقابله با مشکلات اقتصادی، چالش‌های اجتماعی و ارائه پاسخ به آنها را دارد (Sekliuckiene & Kisielius, 2015). به طور کلی کارآفرینی، به عنوان «فرایند شناسایی، ارزیابی و پیگیری فرصت‌ها از طریق خلاقیت، نوآوری و دگرگونی برای تولید محصولات، فرایندها و ارزش‌های سودمند و جدید» تعریف شده است (Majid & Koe, 2012) که درک فرایند شناسایی فرصت، یکی از عناصر اصلی حوزه کارآفرینی است (Gaglio & Katz, 2001). پس کارآفرین، فرصت‌ها و شرایطی را که توسط دیگران نادیده گرفته شده را غنیمت می‌شمارد و به خوبی درک می‌کند (Kiakjuri & Rodgrenjad, 2008).

کارآفرینی، ترکیبی از رفتار و ذهن است (McGrath & MacMillan, 2000) که منجر به تمایل فرد برای

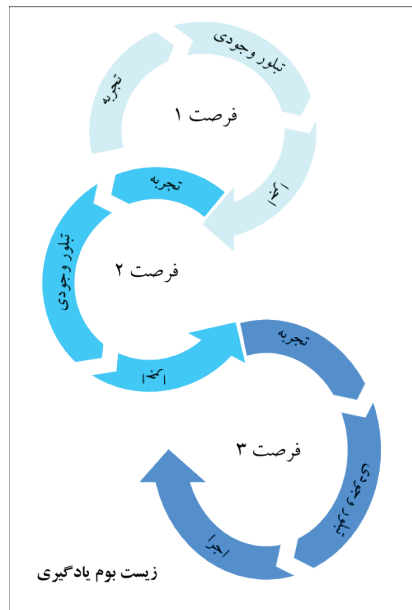
انجام اقدامات در شرایط عدم اطمینان، کوشش و خطا، درس گرفتن از شکست‌ها و تغییر یادگیری به سمت اهداف خاص برای حل مشکل به بهترین روش می‌شود (Lynch & Corbett, 2023). در همین راستا، برخی از مطالعات در خصوص کارآفرینی و شناخت، راه را برای رشد ذهنیت کارآفرینانه به عنوان یک مفهوم هموار کرد (Baron, 1998; Baron, 2004). ذهن برای یافتن یک نتیجه خاص تنظیم شده و ذهنیت نوعی تشخیص الگو است که افراد در موقعیت‌های جدید با روش‌های خودکار مبتنی بر رفتار گذشته، به آن پاسخ می‌دهند (Cohen-Kdoshay & Meiran, 2007). ذهنیت کارآفرینی، مؤلفه‌هایی چون توانایی تشخیص فرصت‌ها، هوشیاری، استفاده از گزینه‌های واقعی، چارچوب مشخص، ثبت فرصت، تعیین هدف و تعیین زمان مناسب را در برمی‌گیرد (Zupan et al., 2018).

با توجه به اهداف این پژوهش، با در نظر گرفتن مؤلفه‌های الگوی شناختی-اجتماعی بندورا (Ji-atong et al., 2021) و الگوی یادگیری تجربی برگرفته از الگوی کلب (Lynch & Corbett, 2023)، چرخه پرورش ذهنیت کارآفرینانه، در شکل ۱ آمده است. مطابق با آنچه در شکل ۱، مشخص شده است، این چرخه در سه مرحله تعاملی قابل اجرا است و تمام این مراحل در زیست‌بوم یادگیری و در بستر فرصت‌ها شکل می‌گیرد و متشکل از سه عنصر کلیدی تجربه، تبلور وجودی و اجرا است که بر فرایند یادگیری تأثیر می‌گذارد و باعث ایجاد ذهنیت کارآفرینانه در فرد می‌شود، به گونه‌ای که فرد کارآفرین در هر فرصت جدید، عملکرد بهتری را نسبت به فرصت‌های گذشته، از خود به جای می‌گذارد.

این چرخه برگرفته از شکل نظریه‌های کارآفرینی در سطح فردی است که بر نحوه فعالیت کارآفرینان آینده‌نگر مربوط می‌شود زیرا فرایند کارآفرینی جهت تصمیم‌گیری برای حرکت رو به جلو، مستلزم قضاوت است که بر اساس تجربیات قبلی انجام می‌شود (McMullen & Shepherd, 2006). این دآوری یک انتخاب آگاهانه نیست، بلکه چیزی است که می‌تواند به طور خودکار و ناآگاهانه انجام شود (Gollwitzer, 2012) و منجر به «تجربه» گردد. این مرحله از الگو در فرد نهادینه خواهد شد تا زمانی که فرد در موقعیت اجرا قرار بگیرد اما این که چه انتخابی انجام خواهد شد، به عوامل متعددی از جمله اهداف، اندیشه، تجربیات و محیط بستگی دارد (Haynie & Shepherd, 2009) که این مرحله، «تبلور وجودی» نامیده شده است. تبلور وجودی ریشه در روان‌شناسی مثبت دارد و به تمرکز بر رشد و بهبود مستمر و پرورش عواملی که به افراد و جوامع امکان شکوفایی می‌دهد، می‌پردازد (Fredrickson, 2001). تبلور وجودی نه مؤلفه حیاتی دارد که عبارتند از هیجان‌های مثبت، مشارکت، هدفمندی، خودکارآمدی، خوش بینی، تاب‌آوری، امیدواری، خودتعیین‌گری و تعامل (Huppert & So, 2009). این موارد ویژگی‌های عملیاتی تبلور وجودی هستند که در مرحله میانی یعنی پس از کسب تجربه و قبل از اجرا در فرد شکل می‌گیرد. فرد کارآفرین در این چرخه تعاملی با عنصر تجربه و بهبود مستمری که در تبلور وجودی اتفاق می‌افتد، در هر فرصت جدید، عملکرد قبلی خود را بهبود می‌بخشد و از اشتباهات گذشته درس می‌گیرد تا عملکرد بهتری را اجرا کند. در واقع او در هر فرصت، از تفکر تأملی بهره می‌برد و به نظام شناختی خود

کمک می‌کند تا در آینده عملکرد بهتری داشته باشد.

کارآفرین در تلاش برای توسعه ایده‌های خود با چالش‌ها، شکست‌ها و بن‌بست‌ها روبه‌رو خواهد شد که این امر، اجتناب‌ناپذیر است و از آن جایی که ممکن است کارآفرین، مسیر اجرایی فعلی را به عنوان عدم ایجاد نتایج مطلوب تجربه کند، شاید تلاش‌هایش در مسیر اجرایی فعلی، خنثی شود (Lynch & Corbett, 2023). با این حال، فرد کارآفرین تسلیم نمی‌شود و دست به ایده‌های جدیدی در مورد چگونگی ادامه روند کارآفرینی می‌زند (Wood et al., 2012). تغییر از مرحله تجربه تا اجرا، به یک‌باره اتفاق نمی‌افتد، بلکه فرایندی و همراه با رشد و یادگیری است. در صورت عدم دستیابی به نتیجه مطلوب از سوی کارآفرین، شاید فرایند تغییر شناختی در مرحله تبلور وجودی دوباره تکرار شود. زیرا نقطه قابل توجه در مسیر تجربه به سوی اجرا، بازگشت به تبلور است که یک فرایند مستمر ذاتی در ذهنیت کارآفرینانه است (Wood et al., 2012). این روند، توسعه فرصت را به عنوان فرایندی نشان می‌دهد که در مرکز خود با یادگیری، خطاهای مرتکب‌شده و شکست آمیخته شده است (McMullen & Shepherd, 2006). از این رو، با توجه به چرخه پرورش ذهنیت کارآفرینانه و موارد بیان‌شده (مطابق با شکل ۱)، فردی که دارای ذهنیت کارآفرینانه است باید یک مسیر تعاملی مشخص را طی کند و همین‌طور به ویژگی‌هایی دست پیدا کند تا بتواند تبدیل به یک کارآفرین موفق شود که در نهایت پس از پاسخ به سؤالات پژوهشی، این ویژگی‌ها بیشتر نمایان خواهند شد.



شکل ۱. چرخه پرورش ذهنیت کارآفرینانه

### ۳. روش پژوهش

پژوهش حاضر با روش مرور نظام‌مند، از دی ۱۴۰۲ تا فروردین ۱۴۰۳ (دسامبر ۲۰۲۳ تا مارس ۲۰۲۴) جستجو شده است. مرور نظام‌مند، یکی از انواع روش تحقیق کیفی است که در آن فقط مطالعات فردی مورد بحث قرار نمی‌گیرد بلکه نتایج حاصل از مطالعات مختلف را مورد بررسی قرار می‌دهد و ترکیب می‌کند (Hammersley, 2001). استفاده از مرور نظام‌مند، این امکان را برای مخاطبان فراهم می‌کند که به تفسیر مطالعات، شامل خلاصه‌سازی، ارزیابی، تحلیل و ترکیب دسترسی داشته باشند (Petticrew & Roberts, 2008). لذا اقدامات زیر صورت گرفته است:

۱. راهبرد جستجو: در این پژوهش از شیوه‌نامه پریزما (۲۰۲۰) استفاده شده است. پریزما سندی حاوی توضیحات سودمند و گزارش‌هایی معتبر همراه با منابع مفید است (Moher et al., 2009). جست‌وجوی راهبردی با کلیدواژه‌های مرتبط در یک خط و چند خط صورت گرفته است.

راهبرد جست‌وجوی یک خطه جهت استخراج پژوهش‌ها:

*("Digital game\*" OR "Digital game design" OR "Classroom games" OR "Game-based learning" OR Gamification\* OR "Learning activities play" OR "Digital game validation) AND ("Cultivating entrepreneurial mindset" OR "Fostering entrepreneurial mindset" OR "Developing entrepreneurial mindset" OR "Entrepreneurial thinking" OR "Entrepreneurial attitude") AND (Student\* OR Learner\*)*

OR که به معنای «یا» است در واقع یکی از کلمات داخل کوتیشن برای جستجو استفاده می‌شود، ولی and به معنای «و» نشان‌دهنده استفاده از اصطلاحات داخل کوتیشن در کنار یکدیگر به صورت هم‌زمان در راهبرد جستجوی ماشین است.

۲. معیار انتخاب مقالات: به جهت دستیابی به هدف این پژوهش و همچنین پاسخ به سؤالات، پژوهش‌هایی مورد بررسی قرار گرفتند که از بازی‌های دیجیتالی جهت توسعه ذهنیت کارآفرینانه استفاده کرده بودند. از این رو، هیچ‌گونه محدودیت زمانی، مقطعی و سنی از سوی پژوهشگران اعمال نشد اما فصل‌های کتاب، پایان‌نامه‌ها، گزارش‌های مجلات عمومی و مقالات روزنامه‌ها از روند جست‌وجو خارج شدند. جدول ۱، معیارهای داخل شدن و خارج شدن مقالات را در تمام مراحل جهت بررسی نشان می‌دهد.

جدول ۱. معیارهای ورود و خروج مقالات از مرور نظام‌مند

معیار خارج شدن مقالات	معیار داخل شدن مقالات
غیرمرتبط با بازی دیجیتال	مرتبط با بازی دیجیتال
غیرمرتبط با ذهنیت کارآفرینانه	مرتبط با ذهنیت کارآفرینانه
مرتبط با معلمان، مدیران، طراحان	مرتبط با یادگیرندگان
مرتبط با یادگیرندگان با نیاز ویژه	مرتبط با یادگیرندگان طبیعی
غیرمرتبط با کلیدواژه‌های مربوط	مرتبط با کلیدواژه‌های مربوط

ادامه جدول ۱

معیار خارج شدن مقالات	معیار داخل شدن مقالات
مقالاتی به جز زبان فارسی و انگلیسی	مقالات فارسی و انگلیسی
مطالب منتشرشده در کتاب‌ها، روزنامه‌ها، گزارش‌ها	مقالات علمی و همایشی معتبر
عدم دسترسی به مقالات	مقالات قابل دسترس از منابع موجود

۳. خروجی جست‌وجوی نظام‌مند: مطابق با آنچه در شکل ۲، مشخص است، جست‌جوی نظام‌مند انجام شد. شایان ذکر است که جست‌وجوها، در پایگاه‌داده‌های Scopus، Web of Science، Wiley و ProQuest انجام گرفت و با توجه به معیارهای ورود و خروج که در جدول ۱، مشخص است، برخی مقالات حذف شدند. در ابتدا ۱۳۷ مقاله مشخص گردید که ۱۳ مقاله آن، از طریق جست‌وجوی دستی در ResearchGate به دست آمده بود. ۳ مقاله به دلیل تکراری بودن، از فهرست مقالات حذف شدند و سپس در مرحله غربالگری نیز، ۱۰۱ مقاله به وسیله مرور عنوان و چکیده و ۶ مقاله به وسیله مرور متن کامل از روند انتخاب حذف گردیدند. همچنین برای بررسی کامل‌تر، در پایگاه‌داده‌های Eric و Jstor نیز جست‌وجوی دقیقی صورت گرفت که با کلمات کلیدی و معیارهای مربوط، مقاله‌ای یافت نشد. در نهایت، با توجه به هدف پژوهش و همه جوانب در نظر گرفته شده، ۲۱ مقاله جهت تحلیل و بررسی نهایی مورد پذیرش قرار گرفتند.



شکل ۲. چارت روند انتخاب مقالات

۴. استخراج داده‌ها: مقالات منتخب به دقت مورد بررسی قرار گرفتند و اطلاعاتی همچون عنوان مقاله، نویسنده، سال، هدف تحقیق، نوع و روش تحقیق، ابزار جمع‌آوری داده، کشور محل تحقیق، جامعه آماری، سن شرکت‌کنندگان، تعداد نمونه آماری، فعالیت شرکت‌کنندگان در گروه کنترل و آزمایش و موضوع نتایج تحقیق استخراج شدند که قسمتی از آنها در جدول ۲، قابل مشاهده است.

۵. ارزیابی کیفی مقالات: به جهت ارزیابی مقالات از فهرست واری‌های ارزیابی کیفی بین و همکاران استفاده شد که شامل ۴۵ سؤال است و به ارزیابی روش کمی، کیفی و آمیخته می‌پردازد (Batten et al., 2014). مقیاس درجه‌بندی این فهرست واری‌ها، شامل: بله (۲)، تا حدودی (۱) و خیر یا بیان نشده (صفر) امتیاز است و در پایان، مجموع امتیازات تبدیل به درصد می‌شود.

۶. روش تجزیه و تحلیل داده‌ها: به منظور ارائه درک بهتر از مرور نظام‌مند حاضر، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش دومرحله‌ای توصیف و تحلیل - تبیین استفاده شد. در مرحله توصیف، تنها به بیان و توصیف داده‌ها، مرحله تحلیل - تبیین نیز به بررسی داده‌ها از منظر چرخه پرورش ذهنیت کارآفرینانه، برگرفته از نظریه‌های شناختی و تجربی پرداخته شد.

جدول ۲. مشخصات و یافته‌های توصیفی مقالات داخل شده در مرور نظام‌مند

ردیف	نویسندگان	هدف تحقیق	روش و نوع آن	ابزار جمع‌آوری داده	رویکرد آموزشی	کشور	جمع نمونه	نتیجه ارزیابی کیفی
۱	Melo et al., 2023	ارزیابی تأثیر بازی‌وارسازی به عنوان تمرینی برای آموزش کارآفرینی بر قصد/اهداف کارآفرینی	کمی (شبه‌آزمایشی)	پرسش‌نامه آزمون	یادگیری هم‌یارانه و مبتنی بر تجربه	برزیل	۳۸۲	٪۸۴
۲	Chen et al., 2023	بررسی تأثیر بازی‌های شبیه‌سازی کسب‌وکار تلفن همراه در آموزش کارآفرینی	کمی (شبه‌آزمایشی)	پرسش‌نامه آزمون	یادگیری تجربی	چین	۲۰۵	٪۸۶
۳	Cano et al., 2022	بررسی تأثیر یک راهبرد آموزشی مبتنی بر بازی بر رضایت و توسعه مهارت‌های کارآفرینی فراگیران	کمی (آزمایشی)	آزمون پرسش‌نامه	یادگیری تجربی و رقابتی	کلمبیا	۱۶۱	٪۷۷
۴	Kraus et al., 2022	یافتن پیوندی بین مدل‌های ذهنی سنتی کارآفرینی و مدل‌هایی که در طول بازی دیجیتالی برای کشف شباهت‌ها به کار می‌روند	کمی (پیمایشی)	پرسش‌نامه	یادگیری تجربی	کشورهای آمریکایی و اروپایی	۲۱۷	٪۸۴

ادامه جدول ۲

ردیف	نویسندگان	هدف تحقیق	روش و نوع آن	ابزار جمع آوری داده	رویکرد آموزشی	کشور	حجم نمونه	نتیجه ارزیابی کیفی
۵	Yang et al., 2022	بررسی تأثیر تجربه یادگیری بازی شبیه سازی مجازی بر تعامل و توسعه مهارت های کارآفرینی	کمی (پیمایشی)	پرسش نامه	یادگیری تجربی و یادگیری هم یارانه	چین	۱۷۷	٪۸۹
۶	Alkaabi, 2022	بررسی فرایندهای اجرای یک بازی شبیه سازی کسب و کار همراه با نرم افزار توسعه نمونه اولیه	آمیخته (شبه آزمایشی و مصاحبه)	پرسش نامه مصاحبه ارزیابی روبریک	کلاس معکوس	امارات	۹	٪۷۱
۷	Yilmaz et al., 2022	بررسی تأثیر بازی های دیجیتال بر جهت گیری فضایی و مهارت های کارآفرینی کودکان تیزهوش	آمیخته (آزمایشی و مروری)	آزمون، فرم پیشرفت هفتگی و پرسش نامه	آموزش حمایتی و یادگیری اکتشافی	ترکیه	۲۱	٪۸۲
۸	Chen & Tu, 2021	بررسی اثرات انگیزه یادگیری و عملکرد یادگیری دانش آموزان در یک محیط یادگیری مبتنی بر بازی دیجیتالی و ساختار رقابتی و تفکر کارآفرینی	کمی (آزمایشی)	آزمون پرسش نامه	نظریه یادگیری اجتماعی و هم یارانه، سخنرانی های کاربردی	چین	۶۰۰	٪۸۷
۹	Samodra et al., 2021	فراهم آوردن تجربه کارآفرینی مجازی در قالب تجارت الکترونیکی به کمک تولید یک برنامه بازی شبیه سازی	کمی (اعتبارسنجی)	پرسش نامه	مدل ADDIE یادگیری اکتشافی و یادگیری تجربی	اندونزی	۵۰	٪۶۳
۱۰	Thamasi-Bo-e, 2020	بررسی نقش یک بازی شبیه سازی بازاریابی به عنوان یک ابزار آموزشی برای تقویت ذهنیت کارآفرینی	کیفی	بازخورد خود گزارش دهی و مصاحبه	یادگیری تجربی، یادگیری هم یارانه و یادگیری فعال	کویت (دانشگاه آمریکایی)	۱۶	٪۸۰

ردیف	نویسندگان	هدف تحقیق	روش و نوع آن	ابزار جمع آوری داده	رویکرد آموزشی	کشور	حجم نمونه	نتیجه ارزیابی کیفی
۱۱	Grivokostopoulou et al., 2019	طراحی یک محیط آموزش کارآفرینی مبتنی بر یادگیری در جهان های مجازی سه بعدی و بررسی بسامدهای آن	کمی (آزمایشی)	آزمون پرسش نامه	یادگیری مشارکتی و یادگیری فعال	هلند - ایتالیا - اسپانیا	۸۶	٪۸۹
۱۲	Buzady & Almeida, 2019	ارائه و بررسی یک مطالعه موردی از بازی جدی Fligby	آمیخته (شبه آزمایشی و مصاحبه)	آزمون پرسش نامه نظرسنجی	یادگیری تمرین محور یا حل مسئله و هم یارانه	پرتغال	۵۱	٪۸۰
۱۳	Sudrajat et al., 2018	هدف این پژوهش تولید مدل یادگیری کارآفرینی با استفاده از بازی های بوم مدل کسب و کار برای بهبود محتوای فناوری اطلاعات و ارتباطات در فرایند یادگیری کارآفرینی است	کمی (شبه آزمایشی)	آزمون گزارش پیشرفت نظرسنجی	یادگیری هم یارانه	اندونزی	۳۴	٪۷۰
۱۴	Junior, 2018	بررسی شناخت طراحی نظام مند برای اهداف آموزشی کارآفرینانه	آمیخته (آزمایشی - تحلیلی)	انجام فرایند بازی و مصاحبه	یادگیری تجربی و یادگیری اکتشافی	کانادا	ذکر نشده	٪۶۶
۱۵	Williams, 2015	بررسی نقش بازی های شبیه سازی کسب و کار در توسعه قابلیت های کارآفرینی	آمیخته (آزمایشی اقدام پژوهی)	آزمون پرسش نامه	یادگیری تجربی (کلب) و یادگیری هم یارانه	انگلیس	۳۲	٪۶۰
۱۶	Antonaci et al., 2015	بررسی دوره های eSG و تأثیر آن بر کارآفرینی	کمی (آزمایشی)	آزمون پرسش نامه	یادگیری هم یارانه و یادگیری اجتماعی	ایتالیا - اسپانیا - هلند	ذکر نشده	٪۷۰

ادامه جدول ۲

رتبه	نویسندگان	هدف تحقیق	روش و نوع آن	ابزار جمع آوری داده	رویکرد آموزشی	کشور	حجم نمونه	نتیجه ارزیابی کیفی
۱۷	Dagnino et al., 2015	آموزش و بررسی کارآفرینی از طریق بازی های جدی و یادگیری ترکیبی	کمی (آزمایشی)	آزمون پرسش نامه	یادگیری ترکیبی (سخنرانی، بحث، تمرین هدایت شده، خواندن، بازی ها، مطالعه موردی، شبیه سازی) و هم یارانه	ایتالیا	۵۱	٪۶۸
۱۸	Felinhofer, 2015	تأثیر یک بازی جدی/ کاربرد برای آموزش کارآفرینی	کمی (شبه آزمایشی)	آزمون پرسش نامه	یادگیری سنتی + دیجیتالی و یادگیری تجربی و هم یارانه	آتریش	۴۱	٪۸۹
۱۹	Roelofs, 2015	اندازه گیری رفتار و ویژگی های کارآفرینانه در یک بازی شبیه سازی شده	آمیخته (آزمایشی و تحلیلی)	پرسش نامه و مشاهده	یادگیری تجربی یادگیری مبتنی بر تقاضا و رفتارگرایی	هلند	دکتر نشده	٪۸۰
۲۰	Pejtu-Mitran & Budacia, 2014	بررسی تأثیر بازی های دیجیتالی و ویژگی های مرتبط شخصیتی یک کارآفرین	کمی (پیمایشی)	پرسش نامه	یادگیری اجتماعی و یادگیری تجربی	رومانی	۳۰۰	٪۷۰
۲۱	Panoutsopoulos et al., 2011	بررسی استفاده بالقوه از یک بازی دیجیتال شبیه سازی تجاری در آموزش کارآفرینی مدرسه	کمی (آزمایشی)	آزمون پرسش نامه	یادگیری مبتنی بر پروژه و یادگیری هم یارانه	یونان	دکتر نشده	٪۸۱

#### ۴. یافته‌ها

در این بخش برای پاسخ به سؤالات پژوهش، داده‌های مورد نظر جمع‌آوری شده‌اند و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از روش دومرحله‌ای توصیف و تحلیل - تبیین استفاده شده است و نهایتاً نتایج در مورد هر یک، مورد بحث قرار گرفته که مطابق با چرخه پرورش ذهنیت کارآفرینانه (شکل ۱)، در ادامه گزارش شده است.

۴-۱. نقش بازی‌های دیجیتالی در بهبود ذهنیت کارآفرینی از منظر پژوهش‌های کنونی برای پاسخ به این سؤال پژوهشی، ویژگی‌های مربوط به بازی‌های دیجیتالی مورد توجه قرار گرفت و سپس بر اساس چرخه پرورش ذهنیت کارآفرینانه، به تحلیل - تبیین یافته‌ها پرداخته شد. الف) داده‌های توصیفی

بررسی مقالات منتخب، بیانگر این است که بیشتر به جنبه‌های مثبت استفاده از بازی‌های دیجیتالی جهت پرورش ذهنیت کارآفرینی اشاره شده است که شامل ویژگی‌هایی، همچون افزایش کنترل ارادی، سرعت پردازش محیط، کنترل توجه، خطرپذیری، تجربه یک محیط مشابه در زمینه کسب و کار، مشارکت و کار گروهی، افزایش مهارت‌های حل مسئله و توانایی تشخیص فرصت‌ها است. همان‌طور که در شکل ۳ مشخص است، بیشترین فراوانی مربوط به تجربه یک محیط مشابه بازار کسب و کار (۲۵٪) و در ادامه ویژگی خطرپذیری (۱۳٪)، بهبود توانایی تشخیص فرصت و تفکر راهبردی (۱۳٪)، افزایش توانایی رهبری و توجه به چشم‌انداز (۱۳٪)، افزایش کنترل رفتاری و ذهنی (۱۳٪) و افزایش مشارکت و کار گروهی (۱۳٪) بود.

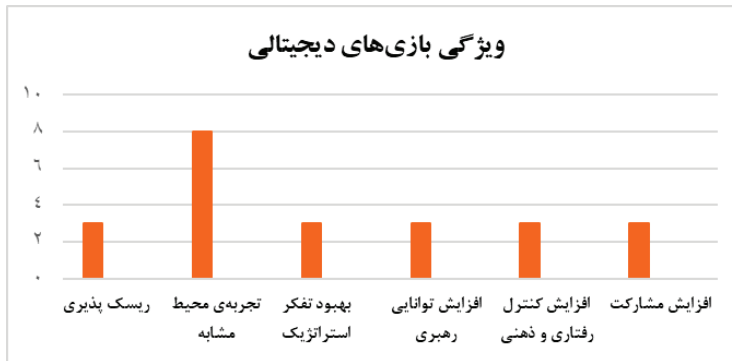
#### ب) تحلیل - تبیین داده‌ها

از تحلیل داده‌ها می‌توان این‌گونه برداشت کرد که بازی‌های دیجیتالی، به دلیل دارا بودن ویژگی‌های مشترک و همسو با کارآفرینی همچون افزایش کنترل ارادی (Rae, 2005)، سرعت پردازش محیط (Cope, 2005)، کنترل توجه (Fox et al., 2018)، خطرپذیری (Chen et al., 2021)، تجربه یک محیط مشابه (Mennecke et al., 2008)، مشارکت و کار گروهی (Chen et al., 2021) و نیز توانایی تشخیص فرصت (Fox et al., 2018) می‌تواند موجب بهبود ذهنیت کارآفرینی شود. یافته‌ها نشان می‌دهند که بازی‌های دیجیتالی با فراهم آوردن محیطی مشابه، فرصتی برای یادگیرندگان فراهم می‌کند تا از طریق آن بتوانند کسب و کارهای مختلف را ایجاد و مدیریت کنند، شکست‌ها و چالش‌ها را تجربه کنند، خطرپذیر باشند (Zulfiqar et al., 2019)، انتقادی فکر کنند و درک خود را نسبت به حوادث واقعی عمیق‌تر کنند (Takemoto & Oe, 2021). این تکرارپذیری چرخه یادگیری و داشتن قابلیت مشاهده و کنترل عملیات بازی دیجیتالی است که به یادگیرندگان کمک می‌کند تا درک بهتری از عملیات تجاری در واقعیت داشته

باشند (Chang et al., 2017). این قابلیت بستری را برای یادگیرندگان فراهم می‌کند تا در یک محیط کم‌خطر و مشابه محیط‌های واقعی، دشواری نقش‌های کارآفرینی را تجربه کنند (Newbery et al., 2016). همه این موارد به کمک بازی‌های دیجیتالی، در ایجاد ذهنیت کارآفرینانه در یادگیرندگان نقش دارند. با نگاهی به شکل ۱، می‌توان دریافت که ویژگی‌های بیان شده بازی‌های دیجیتالی، همسو با ذهنیت کارآفرینی است. قابلیت تکرارپذیری در چرخه کارآفرینی که در نهایت، منجر به انتخاب بهترین روش برای پاسخگویی به چالش‌ها خواهد شد، نیاز به فراهم آوردن فرصت خطرپذیری دارد که این فرایند نیز از طریق بازی‌های دیجیتالی فراهم می‌شود. تحقیقات متعدد نشان داده‌اند، بازی‌های دیجیتالی که منجر به خطر می‌شوند، تمایل به خطرپذیری را در دنیای واقعی افزایش می‌دهند (Fischer et al., 2009; Fischer et al., 2007) به همین دلیل بازی‌های دیجیتالی می‌توانند محیط یادگیری مناسبی برای پرورش مهارت‌های کارآفرینی یادگیرندگان باشند و آنها را توانمند سازند تا آمادگی مقابله با چالش‌ها را داشته باشند و بر محدودیت‌ها غلبه کنند، همچنین مهارت‌های تحلیلی را ارتقا بخشند، دانش کسب‌وکار خود را رشد دهند و در نتیجه، با بهبود ذهنیت کارآفرینی، تمایل به کارآفرین شدن را ترویج دهند (Thanasi-Boçe, 2020).

#### پ) بحث در مورد یافته‌ها

در همسویی با یافته‌های پژوهش حاضر، می‌توان به یافته‌های پژوهش (Ismail et al., 2018)، (Tragazikis et al., 2012)، (Protosaltis et al., 2013)، (Tiilikka et al., 2016) و (Remmele, 2010) اشاره کرد که بر اهدافی، مانند بهبود کسب دانش و مهارت‌های شناختی همچون حل مسئله، تصمیم‌گیری، آگاهی از موقعیت، مهارت‌ها و نگرش‌های عاطفی و همچنین مهارت‌های کار گروهی که از اهداف مشترک بازی‌های دیجیتالی و پرورش ذهنیت کارآفرینانه است، متمرکزند. برخی پژوهش‌ها نیز در ناهمسویی یافته‌های بالا بودند که می‌توان به پژوهش (Newbery et al., 2016) اشاره کرد. از نظر آنها ممکن است علاقه یک یادگیرنده قبل از فعالیت بازی و فقط شور و شوقی باشد که در حافظه پنهان او جای داشته و فقط جهت سرگرمی تحریک شده باشد. لذا پنهان کردن اهداف کارآفرینی از سوی مربیان و متصدیان اقتصادی ممکن است آسیبی جدی به دانش‌آموزان وارد کند. همچنین (Yılmaz et al., 2022) در پایان پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که تفاوت معناداری بین گروه کنترل و گروه آزمایش، در خصوص استفاده از بازی‌های دیجیتالی در پرورش ذهنیت کارآفرینانه وجود ندارد. شاید از موارد بیان شده این نتیجه اتخاذ شود که بازی‌های دیجیتالی ممکن است متغیر مناسبی برای پرورش ذهنیت کارآفرینانه نباشد اما نتایج حاکی از این است که باید در گنجاندن اهداف کارآفرینی در بازی‌های دیجیتالی دقت لازم صورت بگیرد و همچنین طراحان آموزشی در استفاده از این بازی‌ها باید نیازسنجی مناسبی از یادگیرندگان داشته باشند که تفاوت معنادارتری بین گروه کنترل و گروه آزمایش وجود داشته باشد.



شکل ۳. فراوانی ویژگی بازی‌های دیجیتالی

۲-۴. رویکردهای آموزشی مبتنی بر بازی دیجیتالی بر اساس پژوهش‌های جاری (الف) داده‌های توصیفی

داده‌های استخراج‌شده از ۲۱ پژوهش منتخب در شکل ۴ آورده شده است و سهم قابل توجهی از این پژوهش‌ها، به رویکردهای یادگیری هم‌یارانه و یادگیری تجربی (مراجعه شود به مقالات ردیف ۱، ۲، ۳، ۵، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۱ در جدول ۲ پرداخته بودند. البته رویکردهای آموزشی مختلفی برای پرورش ذهنیت کارآفرینانه در بازی‌های دیجیتالی مورد بررسی قرار گرفته بودند که شامل رویکرد یادگیری اکتشافی، رویکرد یادگیری فعال، رویکرد یادگیری اجتماعی، رویکرد یادگیری مبتنی بر حل مسئله، رویکرد یادگیری رقابتی، رویکرد کلاس معکوس، رویکرد یادگیری مبتنی بر تقاضا و رویکرد آموزش حمایتی است.

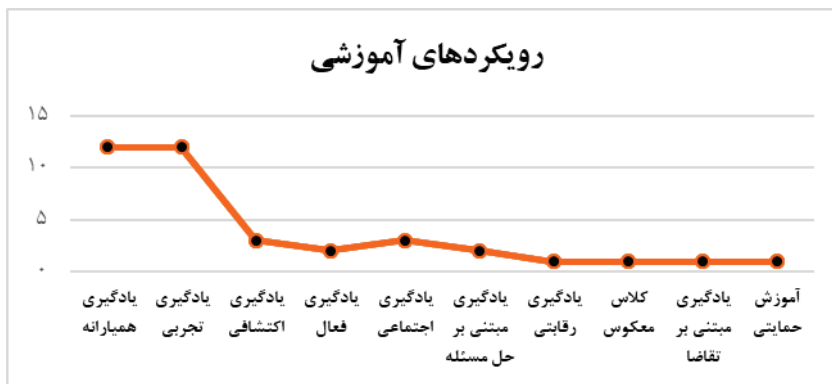
(ب) تحلیل - تبیین داده‌ها

بر اساس یافته‌ها، رویکردهای یادگیری هم‌یارانه و یادگیری تجربی، بیش از سایر رویکردها مورد توجه بود زیرا هدفمندی، از افق‌های ذهنیت کارآفرینانه است و یادگیری هم‌یارانه نیز یک گروه ساختاریافته، متشکل از افراد باهدف مشترک است (Ma et al., 2023). به همین علت، این رویکرد آموزشی به اهداف کارآفرینی نزدیک است و استفاده از آن مثمر ثمر خواهد بود و موجب شکل‌گیری دانش، پرورش توانایی‌های نوآورانه و همچنین تعامل و مشارکت یادگیرندگان خواهد شد (Ma et al., 2023). در خور توجه است که دانش و مهارت‌های به‌دست‌آمده برای یادگیرندگان، طی فرایند یادگیری ارزشمندتر است که این خود بیانگر یادگیری تجربی است. یادگیری تجربی، مبتنی بر افرادی است که دارای ظرفیت طبیعی از یادگیری هستند و تجربیات آنها، مشوقی جهت حرکت به سوی بهبود و رشد است (Kayses, 2002). یکی از نمودهای یادگیری تجربی، برنامه‌های کارآفرینی هستند که با هدف کشف خلاقیت، انعطاف‌پذیری، مشارکت، تعامل و رهبری صورت می‌گیرند (Lei et al., 2023). ویژگی‌های بیان‌شده در

خصوص یادگیری هم‌یارانه و یادگیری تجربی، به خوبی در شکل ۱، مشخص است. در واقع یادگیرنده فعال پس از کسب تجربه در فرصت‌های اولیه و همچنین مشارکت و تعامل دوسویه در این فرصت‌ها، در پایان این چرخه یعنی در فرصت سوم، تبدیل به یک کارآفرین موفق خواهد شد. فعالیت‌های شناختی که پس از یادگیری هم‌یارانه و یادگیری تجربی در افراد شکل می‌گیرد، موجب دستیابی یادگیرندگان به سطح بالاتری از مهارت‌های یادگیری و تفکر شده است (Hosseini, 2008) و مشابه فرایندی است که در چرخه ذهنیت کارآفرینی انجام گرفته است تا در فرصت سوم و پیش‌آمد نهایی، یادگیرنده به یک ذهنیت کارآفرینانه و سطح بالایی از تفکر دست پیدا کند.

پ) بحث در مورد یافته‌ها

یافته‌های پژوهش حاضر با یافته‌های (Hosseini, 2008)، (Feng et al., 2021)، (Ma et al., 2023) و (Bondarouk, 2006) همسو بوده و چشم‌اندازی را از رویکردهای آموزشی یادگیری هم‌یارانه و یادگیری تجربی ارائه می‌کند که باعث تسریع فعالیت‌ها، درک مشترک و تفکر تأملی در پرورش ذهنیت کارآفرینانه از طریق بازی‌های دیجیتالی شده است. در مورد ناهمسویی با این یافته‌ها، (Obschonka & Stuetzer, 2017) در پژوهش خود بیان می‌کنند، به دلیل این‌که فرد به عنوان مجموع ویژگی‌های منفرد خود عمل می‌کند، توجه به رویکرد شخص محور با تمرکز بر پیویایی‌های درون فردی به منظور بهبود انگیزه‌های کارآفرینی مفید است. (Nicolaou & Shane, 2009) در پژوهشی اظهار کردند که کارآفرین، انسانی منحصر به فرد در تعامل با فرصت‌های شناخته شده است که تصویری قهرمانانه از او می‌سازد. همچنین مهارت‌های فردی یا تغییر ذهنیت‌های فردی است که با درک فردی از یادگیری و کارآفرینی مطابقت دارد. به طور کلی، توسعه شایستگی‌های هم‌یارانه کارآفرینی، تحت تأثیر عوامل فردی شخصیت قرار می‌گیرد. بنابراین نباید از این مهم غافل شد (Obschonka et al., 2011).



شکل ۴. فراوانی رویکردهای آموزشی به‌کاررفته در بازی‌های دیجیتالی

#### ۴-۳. تأثیر بازی‌های دیجیتالی بر مؤلفه‌های تبلور وجودی بر اساس پژوهش‌های فعلی

##### الف) داده‌های توصیفی

در ۲۱ پژوهش موجود، متغیرهای مختلفی همچون یادگیری و میزان پیشرفت کارآفرینی مورد بررسی قرار گرفته بودند اما پژوهشگران، در این پژوهش به دنبال داده‌های مرتبط با مؤلفه‌های تبلور وجودی بودند. همان‌طور که در شکل ۵، مشخص است، هیجان‌های مثبت، مشارکت، هدفمندی، خودکارآمدی، خوش‌بینی، تاب‌آوری، امیدواری، خودتبیین‌گری و تعامل، از جمله مؤلفه‌های تبلور وجودی هستند که از این میان، بیشترین یافته‌ها مربوط به خودتبیین‌گری (۲۵٪)، مشارکت (۲۳٪)، تعامل (۱۴٪) و خودکارآمدی (۱۲٪) است.

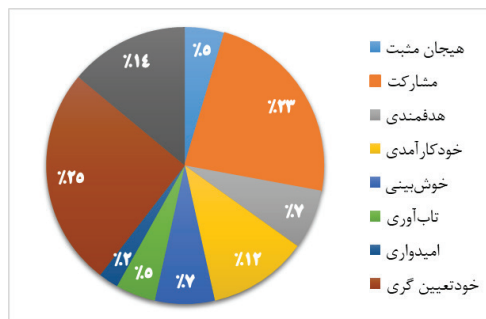
##### ب) تحلیل - تبیین داده‌ها

تحلیل داده‌های بررسی‌شده نشان می‌دهد که بازی‌های دیجیتالی، تأثیر مثبتی بر مؤلفه‌های تبلور وجودی به خصوص چهار مؤلفه خودتعیین‌گری، مشارکت، تعامل و خودکارآمدی دارند. علت این امر آن است که توسعه ذهنیت کارآفرینانه یک مفهوم چندبعدی است و بر ابعاد مختلف شناختی، رفتاری و اجتماعی تأثیر می‌گذارد (Yang et al., 2022). بازی‌های دیجیتالی با توجه به پتانسیل خاصی که در پیوند دادن محیط مجازی با مسائل دنیای واقعی همچون کارآفرینی دارند (Panoutsopoulos et al., 2011)، امکان درک بهتر موقعیت‌های کارآفرینی و درگیرسازی را فراهم می‌کنند که نتیجه آن، افزایش خودتعیین‌گری، مشارکت، تعامل و خودکارآمدی است (Grivokostopoulou et al., 2019). از سوی دیگر بازی‌های دیجیتالی، بستری چالش‌برانگیز، حمایتی و کاوشی را فراهم می‌آورند که منجر به خودتعیین‌گری و افزایش اتکا به توانایی بالقوه خواهد شد (Antonaci et al., 2015) زیرا در این فرایند، ممکن است نظرات بین اعضای گروه همیشه سازگار نباشد اما همین تعارض درون‌گروهی می‌تواند ذهنیت کارآفرینانه یادگیرندگان را بهبود بخشد و توانایی بالقوه آنان در مدیریت تعارض گروه را عملیاتی کند (Arias-Aranda & Bustinza-Sánchez, 2009) و درنهایت مشارکت، تعامل، خودتبیین‌گری و خودکارآمدی را افزایش دهد.

##### پ) بحث در مورد یافته‌ها

گرچه یافته‌های این پژوهش همسو با یافته‌های (Buil et al., 2020)، (Rizgi et al., 2022)، (Bellotti et al., 2014) و (Pejić Bach et al., 2020)، (Bagheri et al., 2019)، (Hernández-Lara et al., 2019) است و بر تأثیر مثبت بازی‌های دیجیتالی بر مؤلفه‌هایی چون مشارکت، تعامل، ارتباطات، انگیزش، خودتبیین‌گری و خودکارآمدی اشاره دارند اما در ناهم‌سویی با یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان به پژوهش (Almeida, 2017) اشاره کرد. او معتقد است که بازی‌های دیجیتالی تأثیر مثبتی بر تعاملات،

خودتیبیین‌گری و خودکنترل‌گری ندارند. همچنین (Korneychuk & Bylieva, 2018) در پژوهش خود اذعان داشتند که بازی‌های دیجیتالی، به دلیل استانداردسازی و فردی‌سازی موجب مسخ شخصیت یادگیرندگان دبستانی خواهد شد و خودتیبیین‌گری آنان را زیر سؤال می‌برد. در تبیین این ناهمسویی، باید هنگام گنجاندن اهداف کارآفرینی در بازی‌های دیجیتالی به مخاطبان (سن و مقطع تحصیلی) توجه شود و همچنین مؤلفه‌هایی چون خود-تیبیین‌گری، مشارکت، تعامل و خود-کارآمدی در طراحی بازی‌های دیجیتالی لحاظ شود.



شکل ۵. یافته‌های تحقیقات بر اساس مؤلفه‌های تبلور وجودی

### ۵. نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیرات بازی‌های دیجیتالی جهت بهبود ذهنیت کارآفرینانه به شیوه مرور نظام‌مند انجام شد. یافته‌های به دست آمده از این پژوهش بر اساس اهداف آن، بیانگر این بود که بازی‌های دیجیتالی دارای ویژگی‌هایی هستند که می‌توانند در راستای بهبود ذهنیت کارآفرینانه مثرتر واقع شوند. این ویژگی‌ها شامل خطرپذیری (Melo et al., 2023)، تجربه یک محیط مشابه بازار کسب‌وکار (Yılmaz et al., 2022) بهبود توانایی تشخیص فرصت و تفکر راهبردی (Thanasi-Boçe, 2020)، افزایش توانایی رهبری و توجه به چشم‌انداز (Buzady & Almeida, 2012)، افزایش کنترل رفتاری و ذهنی (Kraus et al., 2022) و افزایش مشارکت و کار گروهی (Grivokostopoulou et al., 2019) بودند و از میان این ویژگی‌ها، تجربه محیطی مشابه بازار کسب‌وکار (۳۵٪) بیشترین پژوهش‌ها را به خود اختصاص داده بود. بر اساس یافته‌های حاصل از این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت که بازی‌های دیجیتالی، به دلیل شبیه‌سازی محیط‌های کسب‌وکار می‌توانند امکان خطرپذیری و تکرارپذیری را برای یادگیرندگان فراهم کنند تا به نوعی یادگیری کارآفرینی و ایجاد ذهنیت کارآفرینانه در یادگیرندگان شکل بگیرد (Panoutsopoulos et al., 2011).

از سوی دیگر بیشترین رویکرد آموزشی لحاظ شده در پژوهش کنونی، رویکردهای یادگیری هم‌یارانه (۳۱٪) و یادگیری تجربی (۳۱٪) بودند. بر این اساس، نتیجه گرفته می‌شود که یادگیری همیارانه امکان

یادگیری، کار و بحث گروهی را که از ویژگی‌های بازی‌های دیجیتالی و ذهنیت کارآفرینانه است، ایجاد می‌کند (Ma et al., 2023) و یادگیری تجربی نیز با تکرار فرصت‌های ایجادشده، امکان بهره‌گیری از تجارب گذشته را فراهم می‌کند (Lei et al., 2023). به همین جهت این دو رویکرد آموزشی، امکان تبدیل شدن به یک کارآفرین موفق را ترتیب می‌دهند.

بر اساس یافته‌های حاصل از این پژوهش می‌توان چنین نتیجه گرفت که چرخه ذهنیت کارآفرینی باید به‌گونه‌ای طراحی شود که تأثیر مثبتی بر مؤلفه‌های هیجان‌های مثبت (Cano et al., 2022)، مشارکت (Melo et al., 2023)، هدفمندی (Yang et al., 2022)، خودکارآمدی (Chen & Tu, 2021)، خوش بینی (Perju-Mitran & Budacia, 2014)، تاب‌آوری (Roelofs, 2015)، امیدواری (Dagnino et al., 2015)، خودتعیین‌گری (Kraus et al., 2022) و تعامل (Antonaci et al., 2015) داشته باشند که تبلور وجودی به عنوان عنصر اصلی این چرخه، تأثیر به‌سزایی در این مؤلفه‌ها دارد.

#### محدودیت‌ها

۱. محدودیت‌های پژوهش حاضر این بود که علی‌رغم دقت پژوهشگران در انتخاب کلمات کلیدی و پایگاه داده‌های مرتبط، ممکن است برخی مقالات از چرخه جستجوی نظام‌مند خارج شده باشند.
۲. از دیگر محدودیت‌های این پژوهش، انتخاب معیارهای ورود و خروج بود. در پژوهش حاضر، تنها مقالاتی انتخاب شده بودند که از زبان فارسی و انگلیسی پشتیبانی می‌کردند.

#### پیشنهادها

۱. ضرورت تحقیقات بیشتر در این زمینه اهمیت زیادی پیدا کرده است و به پژوهشگران پیشنهاد می‌شود، پژوهش‌های خود را با معیارهایی که سبب خروج مقالات در این پژوهش شد، انجام دهند تا سایر ابعاد این حوزه نیز روشن‌تر شود.
۲. پژوهش صورت‌گرفته نشان داد که بازی‌های دیجیتالی، تأثیر مثبتی بر بهبود ذهنیت کارآفرینانه دارند. از این رو، پیشنهاد می‌شود که مربیان، پژوهشگران و طراحان آموزشی دغدغه‌مند با درک جامعی از یافته‌های این پژوهش، تصمیمات مناسب‌تری در خصوص بهبود ذهنیت کارآفرینانه از طریق بازی‌های دیجیتالی اتخاذ کنند.
۳. همچنین پیشنهاد می‌شود با توجه به یافته‌های این پژوهش، در این زمینه مطالعات بیشتر و با روش‌های آزمایشی صورت بگیرد تا خلأهای پژوهشی حاضر پر شود و نتایج ارزشمندتری برای بدنه دانش فراهم گردد.

## References

- Akbari, M., Hatami, A., Pourjamshidi, H., & Mahavarpour, N. (2023). The influence of personal and financial competences on entrepreneurial intention: mediating role of protection motivation. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(99), 111–127. <https://doi.org/10.22047/ijee.2023.406543.1994>. [In Persian].
- Alkaabi, K. (2022). Applying the innovative approach of employing a business simulation game and prototype developing platform in an online flipped classroom of an entrepreneurial summer course: a case study of UAEU. *Education Sciences*, 13(1), 13. <https://doi.org/10.3390/educsci13010013>.
- Almeida, F. L. (2017). Experience with entrepreneurship learning using serious games. *Kıbnslı Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12(2), 69–80.
- Antonaci, A., Dagnino, F. M., Ott, M., Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A., Lavagnino, E., Romero, M., Usart, M., & Mayer, I. (2015). A gamified collaborative course in entrepreneurship: Focus on objectives and tools. *Computers in Human Behavior*, 51, 1276–1283. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.082>.
- Arias-Aranda, D., & Bustinza-Sánchez, O. (2009). Entrepreneurial attitude and conflict management through business simulations. *Ind. Manage. Data Syst.* 109, 1101–1117. doi: 10.1108/02635570910991328 <https://doi.org/10.1108/02635570910991328>.
- Bacigalupo, M., Kampylis, P., Punie, Y., & Van den Brande, G. (2016). *EntreComp: The entrepreneurship competence framework*. Luxembourg: Publication Office of the European Union, 10, 593884.
- Bagheri, A., Alinezhad, A., & Sajadi, S. M. (2019). Gamification in higher education: Implications to improve entrepreneurship education. In *Proceedings of the European Conference on Games Based Learning* (pp. 48–57).
- Baron, R. A. (1998). Cognitive mechanisms in entrepreneurship: Why and when entrepreneurs think differently than other people. *Journal of Business Venturing*, 13(4), 275–294. [https://doi.org/10.1016/S0883-9026\(97\)00031-1](https://doi.org/10.1016/S0883-9026(97)00031-1).
- Baron, R. A. (2004). The cognitive perspective: a valuable tool for answering entrepreneurship's basic “why” questions. *Journal of Business Venturing*, 19(2), 221–239. [https://doi.org/10.1016/S0883-9026\(03\)00008-9](https://doi.org/10.1016/S0883-9026(03)00008-9).
- Batten, G., Oakes, P. M., & Alexander, T. (2014). Factors associated with social interactions between deaf children and their hearing peers: A systematic literature review. *Journal of Deaf Studies And Deaf Education*, 19(3), 285–302. <https://doi.org/10.1093/deafed/ent052>.
- Behnamnia, N., Kamsin, A., Ismail, M. A. B., & Hayati, A. (2020). The effective components of creativity in digital game-based learning among young children: A case study. *Children and Youth Services Review*, 116, 105227. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105227>.
- Bellotti, F.; Berta, R.; De Gloria, A.; Lavagnino, E.; Antonaci, A.; Dagnino, F.; Ott, M.; Romero, M.; Usart, M.; Mayer, I.S. (2014). Serious games and the development of an entrepreneurial mindset in higher education engineering students. *Entertainment Computing*, 5(4), <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2014.07.003>.
- Bondarouk, T. V. (2006). Action-oriented group learning in the implementation of information technologies: results from three case studies. *European Journal of Information Systems*, 15(1), 42–53 <https://doi.org/10.1057/palgrave.ejis.3000608>.
- Breien, F. S., & Wasson, B. (2021). Narrative categorization in digital game-based learning: Engagement, motivation & learning. *British Journal of Educational Technology*, 52(1), 91–111. <https://doi.org/10.1111/bjet.13004>.
- Buil, I., Catalán, S., and Martínez, E. (2020). Engagement in business simulation games: a self-system model of motivational development. *Br. J. Educ. Technol.* 51, 297–311. doi: 10.1111/bjet.12762 <https://doi.org/10.1111/bjet.12762>.
- Buzady, Z., & Almeida, F. (2019). FLIGBY–A serious game tool to enhance motivation and competencies in entrepreneurship. In *Informatics* (Vol. 6, No. 3, p. 27). MDPI. <https://doi.org/10.3390/informatics6030027>
- Camilleri, M. A., & Camilleri, A. C. (2020). The use of mobile learning technologies in primary education. *Cognitive and affective perspectives on immersive technology in education*, 250–266. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/9781609609000.ch014>.

- org/10.4018/978-1-7998-3250-8.ch013 .
- Cano, J. H. M., Orrego, S. A. C., & Osorio, D. (2022). Triggering entrepreneurial education through gaming and promotion of learners' satisfaction. *The International Journal of Learning in Higher Education*, 30(1), 125. <https://doi.org/10.18848/2327-7955/CGP/v30i01/125-140> .
  - Carlen, J. (2016). *A brief history of entrepreneurship*. Columbia Business School Publishing, NY.
  - Casau, M., Dias, M. F., & Amorim, M. (2023). Entrepreneurship and game-based learning in higher education: a systematic review. *European Conference on Games Based Learning* (Vol. 17, No. 1, pp. 94-101).
  - Chang, C. C., Liang, C., Chou, P. N., & Lin, G. Y. (2017). Is game-based learning better in flow experience and various types of cognitive load than non-game-based learning? Perspective from multimedia and media richness. *Computers in Human Behavior*, 71, 218-227. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.031> .
  - Chen, C. C., & Tu, H. Y. (2021). The effect of digital game-based learning on learning motivation and performance under social cognitive theory and entrepreneurial thinking. *Frontiers in Psychology*, 12, 750711. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.750711> .
  - Chen, J., Tang, L., Tian, H., Ou, R., Wang, J., & Chen, Q. (2023). The effect of mobile business simulation games in entrepreneurship education: a quasi-experiment. *Library Hi Tech*, 41(5), 1333-1356. <https://doi.org/10.1108/LHT-12-2021-0509> .
  - Chen, L., Ifenthaler, D., & Yau, J. Y. K. (2021). Online and blended entrepreneurship education: a systematic review of applied educational technologies. *Entrepreneurship Education*, 4(2), 191-232. <https://doi.org/10.1007/s41959-021-00047-7> .
  - Cohen-Kdoshay, O., & Meiran, N. (2007). The representation of instructions in working memory leads to autonomous response activation: evidence from the first trials in the flanker paradigm. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(8), 1140-1154. <https://doi.org/10.1080/17470210600896674> .
  - Cope, J. (2005). Toward a dynamic learning perspective of entrepreneurship. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 29(4), 373-397. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6520.2005.00090.x>.
  - Cui, J. (2021). The influence of entrepreneurial education and psychological capital on entrepreneurial behavior among college students. *Frontiers in Psychology*, 12, 755479. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.755479> .
  - Cui, J., & Bell, R. (2022). Behavioural entrepreneurial mindset: How entrepreneurial education activity impacts entrepreneurial intention and behaviour. *The International Journal of Management Education*, 20(2), 100639. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2022.100639> .
  - Dagnino, F. M., Antonaci, A., Ott, M., Lavagnino, E., Bellotti, F., Berta, R., & De Gloria, A. (2015, September). The esg project: a blended learning model for teaching entrepreneurship through serious games. *European Conference on Innovation and Entrepreneurship* (p. 147). Academic Conferences International Limited.
  - Diandra, D., & Azmy, A. (2020). Understanding definition of entrepreneurship. *International Journal of Management, Accounting and Economics*, 7(5), 235-241.
  - Fellnhofner, K. (2015). Changing entrepreneurial intention and behaviour: a digital game-based learning environment dedicated to entrepreneurship education. *Journal for International Business and Entrepreneurship Development*, 8(4), 378-404. <https://doi.org/10.1504/JIBED.2015.072938> .
  - Feng, S., Chen, H., Ren, X., Ding, Z., Li, K., & Sun, X. (2021). Collaborative group learning. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence* (Vol. 35, No. 8, pp. 7431-7438). <https://doi.org/10.1609/aaai.v35i8.16911> .
  - Fischer, P., Greitemeyer, T., Morton, T., Kastenmüller, A., Postmes, T., Frey, D., ... & Odenwälder, J. (2009). The racing-game effect: why do video racing games increase risk-taking inclinations? *Personality and Social Psychology Bulletin*, 35(10), 1395-1409. <https://doi.org/10.1177/0146167209339628> .
  - Fischer, P., Kubitzki, J., Guter, S., & Frey, D. (2007). Virtual driving and risk-taking: do racing games increase risk-taking cognitions, affect, and behaviors? *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 13(1), 22. <https://doi.org/10.1037/1076-898X.13.1.22> .
  - Fox, J., Pittaway, L., & Uzuegbunam, I. (2018). Simulations in entrepreneurship education: Serious

- games and learning through play. *Entrepreneurship Education and Pedagogy*, 1(1), 61–89. <https://doi.org/10.1177/2515127417737285> .
- Fredrickson, B. L. (2001). The role of positive emotions in positive psychology: The broaden-and-build theory of positive emotions. *American Psychologist*, 56(3), 218. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0003-066X.56.3.218>.
  - Frese, M., & Gielnik, M. M. (2023). The psychology of entrepreneurship: action and process. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 10, 137–164. <https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-120920-055646> .
  - Gaglio, C. M., & Katz, J. A. (2001). The psychological basis of opportunity identification: entrepreneurial alertness. *Small Business Economics*, 16, 95–111. [doi.org/10.1023/A:1011132102464](https://doi.org/10.1023/A:1011132102464).
  - Gollwitzer, P. M. (2012). *Mindset theory of action phases*. Handbook of theories of social psychology, 1, 526–545.
  - Grivokostopoulou, F., Kovas, K., & Perikos, I. (2019). Examining the impact of a gamified entrepreneurship education framework in higher education. *Sustainability*, 11(20), 5623. <https://doi.org/10.3390/su11205623>
  - Hammersley, M (2001). On systematic reviews of research literature: a 'narrative' response to Evans & Benefield. *British Educational Research Journal*, 27(5), 543–554. <https://doi.org/10.1080/01411920120095726> .
  - Haynie, M., & Shepherd, D. A. (2009). A measure of adaptive cognition for entrepreneurship research. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 33(3), 695–714 <https://doi.org/10.1111/j.1540-6520.2009.00322.x> .
  - Hernández-Lara, A. B., Serradell-López, E., and Fitó-Bertran, À (2019). Students' perception of the impact of competences on learning: an analysis with business simulations. *Comput. Hum. Behav.* 101, 311–319. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.07.023> .
  - Heydari, J., Pourjamshidi, M., & Zanganeh, H. (2015). “The effect of combining the principle of Zygarik in the creative presentation of the presentation and recreation of the concepts of the book of heavenly gifts”. *Innovation and Creativity in Humanities*, 6(2), 101–119. [in Persian]
  - Hosseini, Z. (2008). Collaborative learning and critical thinking. *Evolutionary Psychology (Iranian Psychologists)*, 5(19), 199–208. SID. <https://sid.ir/paper/101432/fa>. [in Persian]
  - Huppert, F. A., & So, T. (2009). What percentage of people in europe are flourishing and what characterises them. *Journal of Adolescent Research*, 18(5), 523–541.
  - Ismail, M., Ibrahim, A. F., Yaacob, M. R., Ibrahim, A. H., Zakaria, M. N., & Razak, R. C. (2018). Determine entrepreneurial characteristics using mobile. *iJIM*, 12(1), 141.
  - Jardim, J., Bártolo, A., & Pinho, A. (2021). Towards a global entrepreneurial culture: a systematic review of the effectiveness of entrepreneurship education programs. *Education Sciences*, 11(8), 398. <https://doi.org/10.3390/educsci11080398> .
  - Jiatong, W., Murad, M., Bajun, F., Tufail, M. S., Mirza, F., & Rafiq, M. (2021). Impact of entrepreneurial education, mindset, and creativity on entrepreneurial intention: mediating role of entrepreneurial self-efficacy. *Frontiers in Psychology*, 12, 724440. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.724440> .
  - Junior, W. G. (2018). Applying design cognition in a game-based learning context to develop entrepreneurial competencies. *European Conference on Games Based Learning*(pp. 773–XVI). Academic Conferences International Limited.
  - Kayes, D. C. (2002). Experiential learning and its critics: preserving the role of experience in management learning and education. *Academy of Management Learning & Education*, 1(2), 137–149. <https://doi.org/10.5465/amle.2002.8509336> .
  - Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., & Mackinnon, L. (2012). A serious game for developing computational thinking and learning introductory computer programming. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 1991–1999. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.938> .
  - Khalili Khezrabadi, M., Hassani, M., Mohajeran, B., & Fathi, R. (2023). Modeling the effect of curriculum quality on students' entrepreneurial intention: the mediating role of entrepreneurial inspiration and entrepreneurial creativity. *Iranian Journal of Engineering Education*, 25(98), 29–53. <https://doi.org/10.22047/>

- ijce.2023.392889.1972. [In Persian].
- Kiakjuri, K., & Rodgrenjad, F. (2008). Providing a conceptual framework of the entrepreneurial learning process. *Development and Transformation Management*, 1(3), 43–52. <https://sid.ir/paper/205889/fa>. [in Persian]
  - Korneychuk, B., & Bylieva, D. (2018). The use of business games in Russian higher education: prerequisites and obstacles. *European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*, 51. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2018.12.02.2>
  - Kraus, S., Niemand, T., Scott, S., Puumalainen, K., & Oberreiner, R. (2022). Let the games begin: The relationship between video gaming and entrepreneurial mindsets. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 29(5), 807–824. <https://doi.org/10.1108/JSBED-09-2021-0360>
  - Kreiser, P.M., Marino, L.D., Kuratko, D.F. and Weaver, K.M. (2013). Disaggregating entrepreneurial orientation: the non-linear impact of innovativeness, proactiveness, and risk-taking on SME performance, *Small Business Economics*, Vol. 40 No. 2, pp. 273–291. <https://doi.org/10.1007/s1187-012-9460-x>
  - Lei, L., Uslay, C., & Vaidya, J. (2023). Empowering business students: the rise of experiential learning, collaborative mentoring, and data science. *Rutgers Business Review*, 8(1), 1–15.
  - Lynch, M. P., & Corbett, A. C. (2023). Entrepreneurial mindset shift and the role of cycles of learning. *Journal of Small Business Management*, 61(1), 80–101 <https://doi.org/10.1080/00472778.2021.1924381>
  - Ma, N., Du, L., Zhang, Y. L., Cui, Z. J., & Ma, R. (2023). The effect of interaction between knowledge map and collaborative learning strategies on teachers' learning performance and self-efficacy of group learning. *Interactive Learning Environments*, 31(3), 1592–1606. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1855204>
  - Majid, I. A., & Koe, W. L. (2012). Sustainable entrepreneurship (SE): A revised model based on triple bottom line (TBL). *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 2(6), 293.
  - Malik, M. E., Danish, R. Q., & Usman, A. (2011). Impact of motivation to learn and job attitudes on organizational learning culture in a public service organization of Pakistan. *African Journal of Business Management*, 5(3), 844 <https://doi.org/10.5897/AJBM10.545>
  - Mayer, R. E., & Johnson, C. I. (2010). Adding instructional features that promote learning in a game-like environment. *Journal of Educational Computing Research*, 42(3), 241–265. <https://doi.org/10.2190/EC.42.3.a>
  - McGrath, R. G., & MacMillan, I. C. (2000). *The entrepreneurial mindset: strategies for continuously creating opportunity in an age of uncertainty* (Vol. 284). Harvard Business Press.
  - McMullen, J. S., & Shepherd, D. A. (2006). Entrepreneurial action and the role of uncertainty in the theory of the entrepreneur. *Academy of Management review*, 31(1), 132–152. <https://doi.org/10.5465/amr.2006.19379628>
  - Melo, F. L. N. B. D., Soares, A. M. J., Sampaio, L. M. B., & Lima-de-Oliveira, R. (2023). The Impact of gamification on entrepreneurial intention in a Brazilian technical business school. *BAR-Brazilian Administration Review*, 20, e210033. <https://doi.org/10.1590/1807-7692bar2023210033>
  - Mennecke, B. E., McNeill, D., Ganis, M., Roche, E. M., Bray, D., Konsynski, B., Townsend, A. M., & Lester, J. (2008). Second life and other virtual worlds: a roadmap for research. *Communications of the Association for Information Systems*, 18(28).
  - Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group\*. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the prisma statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264–269. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135>
  - Mokhtari Bai Kalaei, M & Kohn Ghaziani, S. (2021). "Investigation of the effect of entrepreneurship education on entrepreneurial intention with the mediating role of entrepreneurial mentality (Study case: Islamic Azad University, Bandar Abbas Branch)". *Journal of Entrepreneurship Education and Management*, (2)2. [in Persian]
  - Newbery, R., Lean, J., & Moizer, J. (2016). Evaluating the impact of serious games: the effect of gaming on entrepreneurial intent. *Information Technology & People*, 29(4), 733–749. <https://doi.org/10.1108/ITP-05-2015-0111>
  - Nicolaou, N., & Shane, S. (2009). Can genetic factors influence the likelihood of engaging in entrepreneurial activity? *Journal of Business Venturing*, 24(1), 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2007.11.003>

- Norbutaevich, J. T. (2020). Use of digital learning technologies in education on the example of smart education. *Journal La Edusci*, 1(3), 33–37. <https://doi.org/10.37899/journallaedusci.v1i3.193>.
- Obschonka, M., & Stuetzer, M. (2017). Integrating psychological approaches to entrepreneurship: the entrepreneurial personality system (EPS). *Small Business Economics*, 49, 203–231. doi:10.1007/s11187-016-9821-y .
- Obschonka, M., Silbereisen, R.K. and Schmitt–Rodermund, E. (2011), Successful entrepreneurship as developmental outcome, *European Psychologist*, Vol. 16, No. 3, pp. 174–186. <https://doi.org/10.1027/1016-9040/a000075> .
- Panoutsopoulos, H., Lykourantzou, M. A., & Sampson, D. G. (2011). Business simulation games as digital tools for supporting school entrepreneurship education. *2011 IEEE 11th International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp. 155–156). IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/ICALT.2011.51> .
- Pejić Bach, M., Meško, M., Zoroja, J., Godnov, U., & Ćurlin, T. (2020). Usage of simulation games in higher educational institutions teaching economics and business. *Entrenova–Enterprise Research Innovation*, 6(1), 27–36.
- Perju–Mitran, A., & Budacia, A. E. (2014). Video games contribution to students' entrepreneurial traits and intent. *Cross–Cultural Management Journal*, 16(2).
- Petticrew, M., & Roberts, H. (2008). *Systematic reviews in the social sciences: a practical guide*. John Wiley & Sons. DOI:10.1002/9780470754887 .
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Nair, M., & Bennett, S. E. (2020). The dynamics among entrepreneurship, innovation, and economic growth in the eurozone countries. *Journal of Policy Modeling*, 42(5), 1106–1122. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2020.01.004> .
- Protopsaltis, A., Hainey, T., Borosis, S., Connolly, T., Copado, J., & Hezner, S. (2013). Startup.eu: using game-based learning and web 2.0 technologies to teach entrepreneurship to secondary education students. *7th European Conference on Games Based Learning* (Vol. 1, p. 2).
- Rae, D. (2005). Entrepreneurial learning: a narrative-based conceptual model. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 12(3), 323–335. <https://doi.org/10.1108/14626000510612259> .
- Ratten, V. (2023). Entrepreneurship: definitions, opportunities, challenges, and future directions. *Global Business and Organizational Excellence*, 42(5), 79–90 <https://doi.org/10.1002/joe.22217> .
- Remmele, B. (2010). Game-based fostering of entrepreneurial attitudes? *Proceedings of the European Conference on Games Based Learning The Danish School of Education Aarhus University Copenhagen Denmark* 336–343. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1190.4165>.
- Rizgi, S., Moghadam, Alireza & Madrasi, M. (2022). The effect of digital games on entrepreneurial self-efficacy and job preference of teenagers. *Journal of Educational Technology*, (2)16, 350–339. <https://doi.org/10.22061/tej.2022.7916.2595> . [in Persian]
- Roelofs, Henk, (2015), What can be measured as variables that characterize entrepreneurial performance in an entrepreneurship role game? empirical paper, *3E Conference – ECSB Entrepreneurship Education Conference in Lüneburg, Germany*, 22–24.
- Samodra, J., Sutrisno, A., & Yanafari, R. P. (2021). E-commerce simulation game as an entrepreneurial learning medium. *KnE Social Sciences*, 163–169. <https://doi.org/10.18502/kss.v5i6.9191> .
- Schumpeter, J. A. (2013). *Capitalism, socialism and democracy*. Routledge.
- Sekliuckiene, J., & Kisielius, E. (2015). Development of social entrepreneurship initiatives: a theoretical framework. *Procedia–Social and Behavioral Sciences*, 1015–1019. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.519>
- Sidhu, I., Johnsson, C., Singer, K., & Suoranta, M. (2015). A game-based method for teaching entrepreneurship. *Applied Innovation Review*, 1(1), 51–65.
- Singh, H., & Miah, S. J. (2020). Smart education literature: a theoretical analysis. *Education and Information Technologies*, 25(4), 3299–3328. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10116-4> .
- Soltani, A., & Mehrabi, A. (2019). The causal relationship between education and entrepreneurial intention: the

- role of entrepreneurial motives. *Industrial and Organizational Psychology Studies*, 7(1), 189–206. [in Persian]
- Stamboulis, Y., & Barlas, A. (2014). Entrepreneurship education impact on student attitudes. *The International Journal of Management Education*, 12(3), 365–373. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2014.07.001>
  - Sudrajat, J., Rahman, M. A., Guzman, G. A., Ricky, M. Y., & Sasongko, A. H. (2018). Innovation of entrepreneurship learning with business model canvas game. *International Journal of Entrepreneurship*, 22(3), 1–12.
  - Takemoto, T., & Oe, H. (2021). Entrepreneurship education at universities: challenges and future perspectives on online game implementation. *Entrepreneurship Education*, 4, 19–37. <https://doi.org/10.1007/s41959-020-00043-3>
  - Thanasi-Boçe, M. (2020). Enhancing students' entrepreneurial capacity through marketing simulation games. *Education+ Training*, 62(9), 999–1013. <https://doi.org/10.1108/ET-06-2019-0109>
  - Tiilikka, T., Hemminki, A., & Haapaharju, A. (2016). Game-based learning in entrepreneurship studies in the social and health field. *Perspectives on computer gaming in higher education*.
  - Tragazikis, P., Kirginas, S., & Gouscos, D. (2012). Digital games for entrepreneurial learning, innovation and creativity: examples and evaluation criteria. *International Journal of Innovation and Regional Development*, 5, 4(3–4), 314–337. <https://doi.org/10.1504/IJIRD.2012.047564>
  - Usart, M., & Romero, M. (2013). Entrepreneurship competence assessment through a game-based learning mooc. *International Conference on Games and Learning Alliance* (pp. 252–264). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-12157-4\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-319-12157-4_20)
  - Williams, D. (2015). The impact of simventure on the development of entrepreneurial skills in management students. *Industry and Higher Education*, 29(5), 379–395. <https://doi.org/10.5367/ihe.2015.0270>
  - Wood, M. S., Williams, D. W., & Grégoire, D. A. (2012). The road to riches? a model of the cognitive processes and inflection points underpinning entrepreneurial action. *Entrepreneurial action*, 207–252. Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1108/S1074-7540\(2012\)0000014010](https://doi.org/10.1108/S1074-7540(2012)0000014010)
  - Yang, Q., Zhang, Y., & Lin, Y. (2022). Study on the influence mechanism of virtual simulation game learning experience on student engagement and entrepreneurial skill development. *Frontiers in Psychology*, 12, 772157. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.772157>
  - Yelland, N. (1999). Technology as play. *Early Childhood Education Journal*, 26, 217–220.
  - Yılmaz, E., Yıldırım, Y., & Arıkan, R. A. A. (2022). Exploring the effect of video games on gifted children's spatial orientation and entrepreneurial skills. *E-International Journal of Educational Research*, 13(5).
  - Zulfiqar, S., Sarwar, B., Aziz, S., Ejaz Chandia, K., & Khan, M. K. (2019). An analysis of influence of business simulation games on business school students' attitude and intention toward entrepreneurial activities. *Journal of Educational Computing Research*, 57(1), 106–130. <https://doi.org/10.1177/0735633117746746>
  - Zupan, B., Cankar, F., & Setnikar Cankar, S. (2018). The development of an entrepreneurial mindset in primary education. *European Journal of Education*, 53(3), 427–439. <https://doi.org/10.1111/ejed.12293>



◀ **علی رحمانی پور:** دانش‌آموخته لیسانس رشته تکنولوژی آموزشی در سال ۱۴۰۱ در دانشگاه بوعلی سینا و ورودی سال ۱۴۰۲ کارشناسی ارشد رشته تکنولوژی آموزشی در همان دانشگاه است. ایشان در سال ۱۴۰۲-۱۴۰۱ دبیر انجمن علمی علوم تربیتی در دانشگاه بوعلی سینا بوده‌اند و در حال حاضر، عضو انجمن فناوری آموزشی ایران هستند. علایق پژوهشی ایشان در زمینه آموزش، پرورش ذهنیت کارآفرینانه، بازی‌های دیجیتالی و بازی‌های جدی است.



◀ **شکیلا محمدی:** دانش‌آموخته رشته تکنولوژی آموزشی در سال ۱۴۰۱ در دانشگاه بوعلی سینا است. ایشان دارای چندین مقاله کنفرانسی در کنفرانس‌های مختلف داخلی هستند. علایق پژوهشی ایشان در زمینه آموزش، سنجش و ارزشیابی، هوش مصنوعی، پرورش ذهنیت کارآفرینانه، بازی‌های دیجیتالی و بازی‌های جدی است.



◀ **حسین زنگنه:** دکتری تکنولوژی آموزشی را از دانشگاه علامه طباطبایی در سال ۱۳۹۲ دریافت کرد و به عنوان دانشیار تکنولوژی آموزشی دانشگاه بوعلی سینا، از همان سال مشغول به کار شد. حوزه مورد علاقه و تخصص اصلی ایشان، طراحی و توسعه پژوهی آموزشی (توسعه فناوری‌های یادگیری و محتوای دیجیتال هم در پژوهش و هم در حوزه عمل) است. کارشناس و طراح آموزش در سازمان‌های مختلف (به عنوان همکار پروژه، مجری و مدیر پروژه به مدت ۱۱ سال و انجام بیش از ۱۰۰ پروژه)، همچنین مؤلف و مترجم ۱۱ کتاب و بیش از ۳۰ مقاله هستند و به عنوان کارآفرین برتر مرکز رشد دانشگاه بوعلی سینا در سال ۱۳۹۵ در حوزه طراحی و توسعه محتواهای دیجیتالی انتخاب شده‌اند.

## IMPROVING THE ENTREPRENEURIAL MENTALITY OF LEARNERS: STUDYING THE EFFECT OF DIGITAL GAMES THROUGH A SYSTEMATIC REVIEW

A. Rahmanipur<sup>1</sup>, S. Mohammadi<sup>2</sup> and H. Zangeneh<sup>3</sup>

Received: 02 April 2024; Accepted: 17 August 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.450788.2071

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.104.6.7

**Abstract:** Entrepreneurship is a key factor for economic and social growth. Since this factor can be taught and learned, it is possible to create an entrepreneurial mentality, spirit, and competency in learners with new educational tools such as digital games. The main goal of the current research was to review the studies conducted in the field of using digital games for learners to improve their entrepreneurial mindset and answer the research questions. The study was done using a systematic method and the PRISMA protocol. The search strategies were conducted in Scopus, Web of Science, Wiley, and ProQuest databases with the keywords “Digital games, Cultivating entrepreneurial mindset, and Students”. In this process, 137 articles were found, and according to the inclusion and exclusion criteria, some articles were removed; finally, the data from 21 articles were extracted, described, analyzed, and explained. The findings showed that digital games could be useful in improving entrepreneurial mentality due to features such as risk-taking, providing an environment similar to the real environment, improving strategic thinking, increasing control, increasing leadership power, and increasing participation. Also, the educational approaches following the entrepreneurial mindset included experiential and collaborative learning. From the analysis and explanation of the findings, it can be argued that the use of digital games has been considered to improve the entrepreneurial mindset due to providing the opportunity to take risks and the possibility of repeatability. It has also had a positive effect on the components of existential crystallization, which is one of the key elements of the entrepreneurial mindset.

**Keywords:** Digital game, entrepreneurial mindset, learners, existential crystallization

---

1- Master of Science in Educational Technology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

E-mail: a.rahmanipur@itr.basu.ac.ir

2- Graduate of Educational Technology, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

E-mail: mohammadishakilaa@yahoo.com

3- Department of Educational Sciences, Faculty of Humanities, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran. (Corresponding

Author).E-mail: Zangeneh@basu.ac.ir

## EXAMINING THE STRUCTURAL SIMILARITY OF CIVIL ENGINEERING SUBJECTS IN SHAHID CHAMRAN UNIVERSITY OF AHVAZ AND MATCHING THIS FIELD IN IRAN AND THE WORLD

S. Khademizadeh<sup>1</sup>, R. Ghazavi<sup>2</sup>, M. Aghaei<sup>3</sup> and A. Mehri Dehno<sup>4</sup>

Received: 02 June 2024; Accepted: 21 July 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.460794.2086

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.104.5.6

**Abstract:** The present research was conducted with the aim of investigating the structural similarity of civil engineering subjects in Shahid Chamran University of Ahvaz and its compatibility with Iran and the world. The research is considered as a type of scientometric applied studies. The statistical population is made up of researches related to the field of civil engineering in the Web of Science database. In order to check the thematic alignment, the clustering method was done with VOSviewer software. The index of structural similarity of subjects has also been used to determine the level of research alignment. Researchers have sought to search the subject areas of the Civil Engineering Department in Shahid Chamran University, Iran and the world. With the percentage of structural similarity, it was found that over time, the subjects of civil engineering in Shahid Chamran University have been aligned with Iran and the world, as well as Iran with the world, but the alignment of the subjects of Shahid Chamran University with Iran and the world is low. In order to increase the alignment of researches, forums should be established between specialists, researchers, experts, students and professors of civil engineering to share opinions and common thoughts. It also seems that monitoring the research trends and their similarity with the world's top research institutes puts a new perspective in front of research policy makers and is basically effective in finding the strengths and weaknesses of research approaches and future policies.

**Keywords:** Structural similarity, civil engineering, Shahid Chamran University of Ahvaz, scientometrics, Iran

---

1- Associate Professor of Knowledge and Information Science Department, Faculty of Education and Psychology, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran; Visiting Faculty in Medical Library and Information Sciences Department, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences. (Corresponding Author). E-mail: s. hademi@scu.ac.ir

2- Assistant Professor, Department of Knowledge and Information Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: roghazavi@gmail.com,

3- Ph.D Student in Knowledge and Information Science, Department of Knowledge and Information Science, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. E-mail: maryamaghaei.scu@gmail.com

4- Department of Civil Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran, Email: a.mdehno@yahoo.com

## QUANTITATIVE AND QUALITATIVE ANALYSIS OF THE SOCIAL DEMAND FOR THE EDUCATION OF THE COUNTRY'S YOUTH IN ENGINEERING FIELDS

A. Pasandideh<sup>1</sup>, L. Khorsand Safaei<sup>2</sup> and F. Nezakati Rezapour<sup>3</sup>

Received: 02 June 2024; Accepted: 19 August 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.460751.2087

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.104.4.5

**Abstract:** One of the significant challenges facing the higher education system in recent years has been the declining social demand for engineering studies. This downward trend is also observed in other countries, even those with labor markets potentially capable of absorbing competent engineering graduates. This article examines the reasons behind the declining appeal of engineering education in several selected countries and then focuses on the state of social demand for this field of study in Iran. The study's findings indicate that the proportion of engineering students in the overall student population, as well as in the youth population of the country, has been declining since 2010. This downward trend is observed across all educational levels in engineering, including associate, bachelor's, master's, and doctoral degrees, sequentially over time. Moreover, this trend is not confined to a single engineering discipline but is evident in six selected major engineering fields. A comparison of the situation of engineering graduates in Iran with those in other countries also points to ineffective policymaking in the country's higher education system over the past two decades. The article also discusses the causes, consequences, and youth strategies in response to this phenomenon, using thematic analysis of the conducted studies.

**Keywords:** Social demand, engineering fields, higher education, quantitative evidence, qualitative analysis

---

1- Assistant Professor, Department of Management and Social Sciences, Institute of Policy and Governance Studies, Niroo Research Institute, Tehran, Iran, (Corresponding Author), E-mail: apasandideh@nri.ac.ir

2- Research Expert, Department of Electricity and Energy Economics, Institute of Policy and Governance Studies, Niroo Research Institute, Tehran, E-mail: Iran, lkhorsand@nri.ac.ir

3- Assistant Professor, Department of Management and Social Sciences, Institute of Policy and Governance Studies, Niroo Research Institute, Tehran, Iran, E-mail: fnezakati@nri.ac.ir

# INVESTIGATION AND COMPARISON OF CHATGPT AND GOOGLE GEMINI EFFICIENCY IN EDUCATION, DESIGN AND ENGINEERING ANALYSIS

H. Ghashochi Bargh<sup>1</sup>, M. H. Sadr<sup>2</sup> and A. Aghababae<sup>3</sup>

Received: 14 July 2024; Accepted: 24 September 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.467824.2096

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.104.3.4

**Abstract:** In this paper, the potential use of ChatGPT and Google Gemini in engineering education, design, and analysis is investigated and compared through a multiple case study method and the results of other studies are also used in this purpose. For several different engineering cases, it is illustrated how students and engineers can use them. The capabilities, limitations, advantages and disadvantages of using these chatbots in engineering research and education are also discussed, and practical strategies for the effective use of the two chatbots by engineering students, professors, and designers are presented. The results show that the use of sufficient and clear input information in the above chatbots plays a decisive role in reaching the appropriate response. Also, the two chatbots are not very successful in the face of complex engineering problems and in some cases, they refer the problems to expert consultation or to use other engineering softwares. On the other hand, for simple computational engineering problems, ChatGPT usually does not give correct answers, unlike Google Gemini. Overall, the mentioned chatbots can significantly facilitate the work of engineers in design, calculations, material selection, and other tasks, and also, provide significant assistance in the field of education.

**Keywords:** Artificial intelligence, ChatGPT, Google Gemini, engineering education, analysis

---

1- Assistant Professor, Department of Industrial, Mechanical and Aerospace Engineering, Buein Zahra Technical University, Buein Zahra, Ghazvin, Iran. (Corresponding Author). E-mail: Ghashochi.b@bzte.ac.ir

2- Professor, Department of Aerospace Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran. E-mail: Sadr@aut.ac.ir

3- MSc Student, Department of Aerospace Engineering, Faculty of New Sciences and Technologies, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: Aghababaeali313@gmail.com

## RECOMMENDATIONS TO IMPROVE THE QUALITY OF ENGINEERING EDUCATION IN IRAN

H. Memarian<sup>1</sup>

Received: 09 March 2024; Accepted: 11 August 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.447763.2065

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.104.2.3

**Abstract:** What knowledge, skills, and attitudes should students have acquired at the time of graduation? And how can we ensure that students achieve these abilities? These are the two basic questions that engineering education has sought to answer in the last few decades and has taken valuable steps to answer them. At the same time, two major questions in Iran's engineering education are: What are the shortcomings of Iranian undergraduate engineering education programs? And how can the quality of engineering education be improved by eliminating these shortcomings? In the past few decades, the planning of engineering education in Iran has been centralized. As a result, a significant part of the strengths and weaknesses of the educational programs are common. The purpose of this research is to identify the shortcomings of engineering education programs and to provide practical solutions to resolve them. For this purpose, using two internationally valid models, the shortcomings of the programs were identified, and in each case, an executive solution was developed and proposed to resolve them. The suggested solutions were executed and their effectiveness was proven. Implementation of the proposed solutions is a positive step to move from quantity to quality in engineering education in Iran.

**Keywords:** Engineering education, accreditation of educational programs, quality, EC2000, CDIO

---

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

## ABSTRACTS

### A COMPARATIVE STUDY OF SELECTED CODES OF ARCHITECTURAL PROFESSIONAL ETHICS IN IRAN AND WESTERN COUNTRIES

M. B. Valizadeh Owghani<sup>1</sup>, L. Medghalchi<sup>2</sup>, H. Beyti<sup>3</sup> and M. Gharehbaglou<sup>4</sup>

Received: 28 May 2024; Accepted: 24 July 2024

DOI: 10.22047/ijee.2024.460052.2085

DOR: 20.1001.1.16072316.1403.26.104.1.2

**Abstract:** Ethics and ethical charters have a direct impact on the quality of architecture. The aim of this research is to conduct a comparative study of selected professional ethical charters in architecture in Iran and the West to improve and enhance the ethical charters of architecture in Iran. This research is of a comparative nature, and to achieve the research objective, the principles of professional ethics have been extracted based on theoretical foundations and background. Subsequently, a deductive approach was used to analyze the content of ethical charters in five architectural ethics charters from the West and two architectural ethics charters from Iran. The comparison of two ethical charters in Iran with the five studied ethical charters indicates that, in terms of the frequency of ethical components, the ethical charter for building engineering has more similarities with the ethical charter of the Society of Consulting Engineers than with the Western charters. The content of many ethical components in these charters is identical and synonymous, and in some cases, based on the context and existing unethical issues in architecture and construction in the country, they possess some unique ethical principles. The findings of the research indicate that ethical charters are largely formulated to serve the interests of the profession. The revision of architectural ethical charters should not only focus on serving the interests of the architecture profession and architects but also pay special attention to human values and dignity.

**Key words:** Ethics, professional ethics, codes of ethics, architecture.

---

1- PhD Candidate of Islamic Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran. (Corresponding Author). E-mail: mb.valizadeh@tabriziau.ac.ir

2- Associate Professor of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran. E-mail: l.medghalchi@tabriziau.ac.ir

3- Associate Professor of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran. E-mail: h.beyti@tabriziau.ac.ir

4- Professor of Architecture, Faculty of Architecture and Urban Planning, Tabriz Islamic Art University, Tabriz, Iran. E-mail: m.gharehbaglou@tabriziau.ac.ir



# Contents

## Iranian Journal of Engineering Education

Vol. 26 No. 104, Winter 2025

- *A comparative study of selected codes of architectural professional ethics in Iran and western countries* / M. B. Valizadeh Owghani, L. Medghalchi, H. Beyti and M. Gharehbaglou
- *Recommendations to improve the quality of engineering education in Iran* / H. Memarian
- *Investigation and comparison of ChatGPT and Google Gemini efficiency in education, design and engineering analysis* / H. Ghashochi Bargh, M. H. Sadr and A. Aghababae
- *Quantitative and qualitative analysis of the social demand for education of the country's youth in engineering fields* / A. Pasandideh, L. Khorsand Safaei and F. Nezakati Rezapour
- *Examining the structural similarity of civil engineering subjects in Shahid Chamran University of Ahvaz and matching this field in Iran and the world* / S. Khademizadeh. R. Ghazavi. M. Aghaei and A. Mehri Dehno
- *Improving the entrepreneurial mentality of learners: Studying the effect of digital games through a systematic review* / A. Rahmaniipur, S. Mohammadi and H. Zangeneh
- *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 Ashrafzadeh/ K. N. Toosi University of Technology  
Prof. Ali Haerian Ardakani/ Ferdowsi University of Mashhad  
Prof. Mohammad Reza Aref/ Fellow, Academy of Sciences  
Prof. Tahereh Kaghazchi/ Amirkabir University of Technology  
Prof. Naser Kanani/ Technische Universität Berlin  
Prof. Ali Kaveh/ Fellow, Academy of Sciences  
Prof. Ali Khaki Sediq/ K. N. Toosi University of Technology  
Prof. Mojtaba Mahzon/ Shiraz University  
Prof. Ali Meghdari/ Sharif University of Technology  
Prof. Hossein Memarian/ Associate member, Academy of Sciences  
Prof. Ali Movaghar Rahim Abadi/ Sharif University of Technology  
Prof. Masomeh Nasrin Kenari/ Sharif University of Technology  
Prof. Mohammad Hassan Panjeshahi/ University of Tehran  
Prof. Jalali Agha Rashed Mohassel/ University of Tehran  
Prof. Mahmoud Shakeri/ Amirkabir University of Technology  
Prof. Abbas Shoja Sadati/ Tarbiat Modares University  
Prof. Mohammad M. Shokrieh/ Iran University of Science and Technology  
Prof. Naser Taleb Bidokhti/ Shiraz University  
Prof. Naser Towhidi/ University of Tehran  
Prof. Manochehr Vosoghi/ Sharif University of Technology

---

**This Journal Appreciate the Collaboration of Iranian Society of Engineering Education**

---

### Index by:

DOAJ  
Islamic World Science Citation Center (ISC)  
ProQuest  
Civilica  
Creative Commons (CC)  
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



Department of Engineering Sciences

## Iranian Journal of Engineering Education

---

Vol. 26 No. 104, Winter 2025

---

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

**Managing Director:** Prof. Mahmood Yaghoubi

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

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

**Persian Editor:** Miss. Atefeh Ghanbari

**Page Layout:** Mr. Majid Mirabzadeh

**Research and artistic design:** Dr. Mohammad Hossein Halimi

**Computer design of geometric patterns:** Miss. Maryam Dehnadi

**Cover design and layout:** Mr. Khairullah Asghari

---

**This Journal is Open Access**

---

**Mailing Address:** Academies & National Library Exit,  
Shahid Haghani Exp., Tehran, 1537633111, IR Iran

**P. O. Box:** 19395-5318

**Tel:** +98 21 88190433

**Fax:** +98 21 88656216

**E-Mail:** [ijee78@ias.ac.ir](mailto:ijee78@ias.ac.ir)

**Website:** <http://ijee.ias.ac.ir>

**ISSN:** 1607-2316

**E-ISSN:** 2676-4881

**DOI:** 10.22047/ijee

**DOR:** 20.1001.1.16072316

---

# IRANIAN JOURNAL OF ENGINEERING EDUCATION

The Academy of Sciences  
I. R. Iran

Department of Engineering Sciences

■ Number 104 ■ Volume 26 ■ Winter 2025

- ◆ **A comparative study of selected codes of architectural professional ethics in Iran and western countries/** M. B. Valizadeh Owghani, L. Medghalchi, H. Beyti and M. Gharehbaglou
- ◆ **Recommendations to improve the quality of engineering education in Iran/** H. Memarian
- ◆ **Investigation and comparison of ChatGPT and Google Gemini efficiency in education, design and engineering analysis/** H. Ghashochi Bargh, M. H. Sadr and A. Aghababae
- ◆ **Quantitative and qualitative analysis of the social demand for education of the country's youth in engineering fields/** A. Pasandideh, L. Khorsand Safaei and F. Nezakati Rezapour
- ◆ **Examining the structural similarity of civil engineering subjects in Shahid Chamran University of Ahvaz and matching this field in Iran and the world/** S. Khademizadeh, R. Ghazavi, M. Aghaei and A. Mehri Dehno
- ◆ **Improving the entrepreneurial mentality of learners: Studying the effect of digital games through a systematic review/** A. Rahmanipur, S. Mohammadi and H. Zangeneh
- ◆ **English Abstracts of the Articles**



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